



PRESIDENZA DEL CONSIGLIO DEI MINISTRI
 MESSA IN SICUREZZA DEL SISTEMA
 ACQUEDOTTISTICO DEL PESCHIERA PER
 L'APPROVVIGIONAMENTO IDRICO
 DI ROMA CAPITALE E DELL'AREA METROPOLITANA
 IL COMMISSARIO STRAORDINARIO ING. PhD MASSIMO SESSA
 SUB COMMISSARIO ING. MASSIMO PATERNOSTRO

aceq
 acqua
 ACEA ATO 2 SPA

Member of ISO
 2015/2018
RINA
 CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
 ISO 9001-ISO 14001
 ISO 45001-ISO 18001
 ISO 50001

aceq
 ingegneria
 e servizi

Member of ISO
 2015/2018
RINA
 CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
 ISO 9001-ISO 14001
 ISO 45001

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Ing. PhD Alessia Delle Site

SUPPORTO AL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Dott. Avv. Vittorio Gennari

Sig.ra Claudia Iacobelli

Ing. Barnaba Paglia

ELABORATO
A246PDS R003 1

COD. ATO2 ASI10607

DATA **MAGGIO 2022** SCALA

AGG. N.	DATA	NOTE	FIRMA
1	07/22	AGGIORNAMENTO ELABORATI CSLPPP	
2			
3			
4			
5			
6			

Progetto di sicurezza e ammodernamento
 dell'approvvigionamento della città
 metropolitana di Roma
 "Messa in sicurezza e ammodernamento del sistema
 idrico del Peschiera",
 L.n.108/2021, ex DL n.77/2021 art. 44 Allegato IV

Sottoprogetto
CONDOTTA MONTE CASTELLONE – COLLE
S.ANGELO (VALMONTONE)
 (con il finanziamento dell'Unione
 europea – Next Generation EU)



**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA
 ED ECONOMICA**
 CUP G91B2100006460002

TEAM DI PROGETTAZIONE

RESPONSABILE PROGETTAZIONE
 Ing. Angelo Marchetti

CAPO PROGETTO
 Ing. Viviana Angeloro

GEOLOGIA E IDROGEOLOGIA
 Geol. Stefano Tosti

Hanno collaborato:
 Ing. Geol. Eliseo Paolini
 Geol. PhD Paolo Caporossi
 Geol. Filippo Arsie
 Geol. Yousef Abu Sabha
 Geol. Simone Febo

RELAZIONE GEOLOGICA



INDICE

1. PREMESSA.....	4
2. DESCRIZIONE DELLE OPERE DI PROGETTO	5
3. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO.....	8
4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO.....	10
4.1 ASSETTO TETTONICO-STRUTTURALE.....	12
4.2 ASSETTO GEOLOGICO LOCALE.....	14
4.3 SUCCESSIONE STRATIGRAFICA.....	23
5. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO	38
5.1 INSTABILITÀ GRAVITATIVE	39
5.2 FENOMENI DI ESONDAZIONE	45
5.3 PROCESSI CARSICI	45
5.4 STUDIO DI COMPATIBILITÀ IDROGEOLOGICA.....	48
6. CARATTERIZZAZIONE IDROGEOLOGICA.....	85
6.1 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO.....	85
6.1.1 COMPLESSI IDROGEOLOGICI	93
6 – Complesso delle vulcaniti albane scarsamente permeabili (<i>potenzialità acquifera bassa</i>).....	95
6.1.2 <i>Analisi idrogeologica quantitativa – Misurazione e ricostruzione piezometrica</i>	96
6.1.2.1 <i>Piezometria T1</i>	99
6.1.2.2 <i>Piezometria T2</i>	100
6.2 INTERAZIONE DEL TRACCIATO DI PROGETTO CON LA FALDA IDRICA SOTTERRANEA	101
7. CARATTERIZZAZIONE SISMICA DELL'AREA	105
7.1 PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE.....	110
7.2 STUDIO DI MICROZONAZIONE SISMICA DI LIVELLO 1.....	119
8. INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOFISICHE	126
8.1 CAMPAGNA INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOFISICHE 2022	130
8.1.1 <i>Stratigrafie di sondaggio e dati piezometrici</i>	130
8.1.2 <i>Standard Penetration Test (S.P.T.)</i>	131
8.1.3 <i>Parametri geotecnici da prove di laboratorio</i>	134

8.1.4 Prove penetrometriche dinamiche di tipo DPSH 140
 8.1.5 Prospezioni sismiche MASW 169
 8.1.6 Prospezioni sismiche a rifrazione con tecnica tomografica 2D 171
 8.1.7 Analisi di rumore sismico ambientale HVSR 191
 8.1.8 Prova sismica in foro di tipo Down Hole 193
 8.1.9 Stazioni geomeccaniche su ammassi rocciosi 195
 8.2 CAMPAGNA INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOFISICHE INTEGRATIVA 209
 9 MODELLO GEOLOGICO-TECNICO 212
 10 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE 213

Elaborati prodotti a supporto dello studio geologico:

- A246 PDS R003 0 - Allegato 1 - Report delle indagini geognostiche e geofisiche eseguite*;
- A246 PDS R003 0 - Allegato 2 - Report delle indagini geognostiche e geofisiche di repertorio**;
- A246 PDS R003 0 - Elaborati grafici per lo studio di compatibilità idrogeologica***;
- A246 PDS R003 0 - Schede di rilevamento geomorfologico;
- A246 PDS G001 1 - Planimetria con ubicazione delle indagini eseguite tratto T1;
- A246 PDS G002 1 - Planimetria con ubicazione delle indagini eseguite tratto T2;
- A246 PDS G003 0 - Carta Geologica tratto T1 (1:10.000);
- A246 PDS G004 0 - Carta Geologica tratto T2 (1:5.000);
- A246 PDS G005 0 - Carta Geomorfológica tratto T1 (1:10.000);
- A246 PDS G006 0 - Carta Geomorfológica tratto T2 (1:5.000);
- A246 PDS G007 0 - Carta Idrogeologica tratto T1 (1:10.000);
- A246 PDS G008 0 - Carta Idrogeologica tratto T2 (1:5.000);
- A246 PDS G009 0 - Carta di Microzonazione Sismica Livello 1 tratto T1 (1:10.000);
- A246 PDS G010 0 - Carta di Microzonazione Sismica Livello 1 tratto T2 (1:5.000);
- A246 PDS G011-12 0 - Sezioni geologiche con elementi di geomorfologia tratto T1 (1:2.000);
- A246 PDS G013-14-15 0 - Sezioni geologiche con elementi di geomorfologia tratto T2 (1:1.000);
- A246 PDS G016-17 0 - Sezioni idrogeologiche tratto T1 (1:2.000);
- A246 PDS G018-19-20 0 - Sezioni idrogeologiche tratto T2 (1:1.000);
- A246 PDS G021-22 0 - Profili litotecnici tratto T1 (1:2.000);
- A246 PDS G023-24-25 0 - Profili litotecnici tratto T2 (1:1.000).

*I ndice Allegato 1 - Report delle indagini geognostiche e geofisiche eseguite:

pagina inizio	pagina fine	Descrizione	Impresa
1	17	Descrizione generale	TECNOGEO GROUP S.r.l.
18	78	DPSH	
79	113	rifrazione	

114	137	MASW	GEOVIT S.r.l.
138	150	HVSR	
151	171	Descrizione generale	
172	195	MASW	
196	227	HVSR	
230	233	Sismica a Rifrazione	
240	243	Sondaggi geognostici SM3PZ, SM3DH, SM4PZ, SM4DH, SM6PZ, SM6DH	
244	306	DPSH	
304	379	DOWN HOLE	
380	495	Prove di laboratorio	
496	515	Documentazione fotografica	

** Indice Allegato 2 – Report delle indagini geognostiche e geofisiche di repertorio:

pagina inizio	pagina fine	Descrizione
1	40	Indagini repertorio F129 - Scarico fognario su alveo Fosso Rio Genazzano (sondaggi geognostici, prove di laboratorio, MASW)
41	487	Indagini repertorio F169 - Collettore fognario Ciciliano (sondaggi geognostici, prove di laboratorio, MASW, sismica a rifrazione)
488	551	Indagini repertorio ST118 - Serbatoio Colle Belvedere Valmontone (sondaggio geognostico, prove di laboratorio, down-hole)
552	561	Indagini repertorio ST149 - Serbatoio Cavasilio Rocca di Cave (prove di laboratorio su roccia)
562	573	Indagini repertorio A102 - Condotta idrica Cave - Colle Sant'Angelo (DPM30)
574	641	Indagini repertorio C063 - Serbatoio Pisoniano (sondaggi geognostici, DPSH, MASW, rifrazione)

***In calce alla presente Relazione Geologica (Elaborati per lo Studio di Compatibilità Idrogeologica):

- A246PDS R003 0 – **SCI_1CARTA DELL'INQUADRAMENTO TERRITORIALE;**
- A246PSD R003 0 – SCI_2CARTA GEOLOGICA;
- A246PDS R003 0 – SCI_3CARTA GEOMORFOLOGICA;
- A246PDS R003 0 – SCI_4CARTA IDROGEOLOGICA;
- A246PDS R003 0 – SCI_5CARTA DEI FENOMENI FRANOSI;
- A246PDS R003 0 – SCI_6CARTA DEGLI SCENARI DI RISCHIO DA FRANA.

1. PREMESSA

La presente Relazione Geologica, facente parte del Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica (PFTE) della Condotta Monte Castellone Colle S. Angelo, è redatta in conformità a quanto stabilito dal D. Lgs n.50 del 18 aprile 2016 e regolamenti attuativi collegati e nel rispetto delle Linee Guida per la redazione del PFTE approvate dal C.S.LL.PP. in data 29/07/2021 (par. 3.2 – punto 1).

Come previsto dalle Linee Guida sopra citate, il PFTE rappresenta un primo livello di **progettazione, rinnovato per contenuti e metodologia, anche mediante l'utilizzo di adeguati strumenti a supporto delle decisioni.**

Per le opere pubbliche di particolare complessità o di rilevante impatto dell'allegato IV del D.L. 31 maggio 2021, n. 77, nell'ambito delle quali si colloca il presente progetto, il PFTE si incardina su un modello procedimentale integrato del tutto innovativo finalizzato a concludersi con una rigorosa verifica di ottemperanza alle prescrizioni impartite sul progetto prima dell'avvio della fase di affidamento, a garanzia della effettiva cantierabilità dell'opera.

Il presente sottoprogetto denominato "Condotta Monte Castellone Colle S. Angelo" è inserito nell'Allegato n. 1 del Decreto MIMS 517/21.

La presente Relazione Geologica è redatta ai sensi del D. Lgs. 18/04/2016 n. 50 ("*Codice degli Appalti Pubblici*") e del D.M. 17/01/2018 ("*Norme Tecniche per le Costruzioni*").

La presente Relazione Geologica è tesa a sviluppare la soluzione progettuale individuata sulla scorta delle analisi effettuate nel Documento di Fattibilità delle Alternative Progettuali (DOCFAP), al quale si rimanda per ogni necessario approfondimento, ed illustra il quadro litostratigrafico, geomorfologico, idrogeologico e sismico dell'**area in esame** ed i risultati delle prove geognostiche, geofisiche e di laboratorio geotecnico effettuate.

2. DESCRIZIONE DELLE OPERE DI PROGETTO

A valle del precedente livello di progettazione (DOCFAP) e a seguito dell'individuazione dell'alternativa progettuale da sviluppare nei successivi livelli di progettazione, il progetto prevede la realizzazione di una nuova linea di adduzione dal partitore Monte Castellone (posto nel Comune di S. Vito Romano) al partitore Colle S. Angelo (posto in Comune di Valmontone) **nell'ambito del sistema acquedottistico Simbrivio.**

In particolare il presente progetto riguarda la realizzazione dei seguenti due tronchi di completamento:

- il tratto T1, dal partitore Monte Castellone del N.A.S.C. (Nuovo Acquedotto Simbrivio Castelli) **all'allaccio alla partenza dell'esistente condotta DN 600;**
- il tratto T2, **dalla derivazione dell'anzidetta condotta DN 600 lungo la SP Prenestina presso Cave,** al partitore di Colle S. Angelo in Comune di Valmontone.

La lunghezza complessiva dei due tronchi è pari a circa. 16,5 km.

Tratto T1: collegamento da M.te Castellone al partitore di Genazzano

Il tracciato della condotta DN 1000/600 per una lunghezza complessiva di ca. 11 km, non interessa zone in frana e prevede, nella parte iniziale (Condotta DN 1000) anche la **bonifica, sostituendolo, dell'attuale tracciato del DN 700 dell'Acquedotto N.A.S.C** in uscita da M.te Castellone.

La condotta di progetto DN 1000 si collega all'esistente DN 800 del N.A.S.C. al partitore di Monte Castellone, ubicato all'estremità nord-orientale del territorio del Comune di S. Vito Romano, presso il confine con il territorio del Comune di Bellegra.

Il tracciato previsto, dopo un breve tratto in Comune di S. Vito Romano, devia verso Ovest nel Comune di Pisoniano; la condotta di progetto prosegue in direzione sud, passando nuovamente in Comune di S. Vito Romano, e successivamente nel territorio **del Comune di Capranica Prenestina dove si ricollega all'esistente N.A.S.C. DN 700** in prossimità della località Vadarna.

Qui è previsto un partitore da cui si dirama il secondo tratto di progetto DN 600, il cui tracciato, rientrando nel Comune di S. Vito Romano, passa successivamente in Comune

di Genazzano fino ad allacciarsi, in località La Valle, al tratto iniziale della condotta esistente DN 600 Genazzano Cave.

Tratto T2: Condotta DN 600 da Cave a Colle S. Angelo (Valmontone)

Il tratto T2 ha inizio in un partitore di progetto localizzato in Via Madonna del Campo (ex SS 155 di Fiuggi) nel comune di Cave, collegandosi al tratto finale del DN 600 della condotta Genazzano-Cave subito a valle del cimitero comunale.

Quindi la condotta di progetto scende in campagna, in direzione sud-ovest, per attraversare la Valle ed il Fosso Cauzza in subalveo, provvedendo al rivestimento del fondo e delle sponde con materassi in rete metallica riempiti con ciottoli e pietrame.

Risalito il versante sinistro della valle del Fosso Cauzza, il tracciato di progetto prosegue in campagna, costeggiando in direzione sud-est Via delle Noci ed a seguire il ciglio **dell'anzidetto versante.**

Successivamente il tracciato attraversa ampie ma profonde incisioni, quali la valle del Fosso di Cave, la Valle dei Pischeri e la valle degli Archi; per il superamento di tali **versanti particolarmente acclivi, è stato previsto l'approccio lungo la linea di massima pendenza**, garantendo la stabilità al terreno di rinterro della trincea di posa lungo detti versanti scoscesi mediante la realizzazione di idonee tecniche di ingegneria naturalistiche.

I corpi idrici del Fosso di Cave e del Fosso Savo verranno attraversati in subalveo **prevedendo il rivestimento dell'alveo con materassi di tipo reno.**

Anche il versante di risalita della Valle degli Archi si presenta particolarmente scosceso e verrà superato adottando gli accorgimenti previsti nelle analoghe precedenti situazioni.

In corrispondenza dell'attraversamento della SP 55a è previsto la derivazione di una tubazione DN 300 di collegamento all'anzidetta adduttrice DN 500 "I Colli - Colle Illirio", che si innesta al DN 500 in un manufatto seminterrato realizzato fuori strada, per **permettere l'alloggiamento delle saracinesche di sezionamento** dei due rami del DN 500 diretti verso Palestrina e verso Valmontone.

Sull'anzidetto DN 300 di collegamento è previsto un manufatto di sezionamento con sfiato, ubicato presso la derivazione dal DN 600 di progetto, ed un secondo manufatto per l'installazione del misuratore della portata derivata.

Superata l'intersezione con la SP 55a Pedemontana II, il tracciato di progetto si affianca a quello della vecchia tubazione DN 300 dell'acquedotto V.A.S. che da Cave prosegue verso Velletri, risalendo il versante est di Colle Pereto che si presenta particolarmente scosceso e verrà superato adottando gli accorgimenti previsti nelle analoghe precedenti situazioni.

La condotta di progetto termina, all'esterno della parete ovest del partitore esistente Colle S. Angelo, con un piatto cieco montato sulla sua testata interrata; è previsto un manufatto seminterrato che alloggerà: la saracinesca di sezionamento finale del DN 600 di progetto, il suo by-pass di emergenza DN 100, nonché la derivazione di una tubazione DN 100 di collegamento alla tubazione DN 300 che attualmente alimenta il Partitore **Colle S. Angelo dall'adduttrice DN 400 "I Colli - Colle Illirio"**.

Alla partenza di detta tubazione DN 100 di collegamento è prevista una saracinesca di sezionamento ed una apparecchiatura di misura della portata, poste all'interno dello stesso manufatto finale del DN 600 di progetto.

Le opere di nuova realizzazione previste nel presente intervento sono riassunte di seguito.

ID	Descrizione
T1-1	Manufatto di partenza da Monte Castellone
T1-1.1	Manufatto di misura della portata e TLC
T1-2	Partitore di progetto località Vadarna
T1-3	Manufatto di collegamento alla condotta Genazzano - Cave- A
T2-1	Manufatto di collegamento alla condotta Genazzano - Cave- B
T2-2	Manufatto di collegamento alla nuova condotta DN500 "I Colli - Colle Illirio"
T2-3	Manufatto di collegamento al partitore Colle S. Angelo

3. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

L'intervento si inquadra nei territori a Sud Est dell'ATO2 Lazio Centrale Roma e prevede la realizzazione di una nuova condotta DN 1000/600 che dall'arrivo della condotta DN 800 dell'Acquedotto N.A.S.C. al partitore M.te Castellone (posto nel Comune di S. Vito Romano) raggiunga il partitore Colle S. Angelo (posto in Comune di Valmontone).

Il presente progetto riguarda la realizzazione dei seguenti due tronchi di completamento: il tratto T1, dal partitore Monte Castellone del N.A.S.C. (Nuovo Acquedotto Simbrivio Castelli) all'allaccio alla partenza dell'esistente condotta DN 600; il tratto T2, dalla derivazione dall'anzidetta condotta DN 600 lungo la SP Prenestina presso Cave, al partitore di Colle S. Angelo in Comune di Valmontone. La lunghezza complessiva dei due tronchi è pari a circa. 16,5 km.

Dal punto di vista amministrativo l'opera di progetto rientra nell'ambito del territorio della Provincia di Roma. Nel dettaglio, il tronco superiore nei comuni di San Vito Romano, Pisoniano, Capranica Prenestina e Genazzano; il tronco inferiore nei comuni di Cave e Valmontone (Figura 3.1).

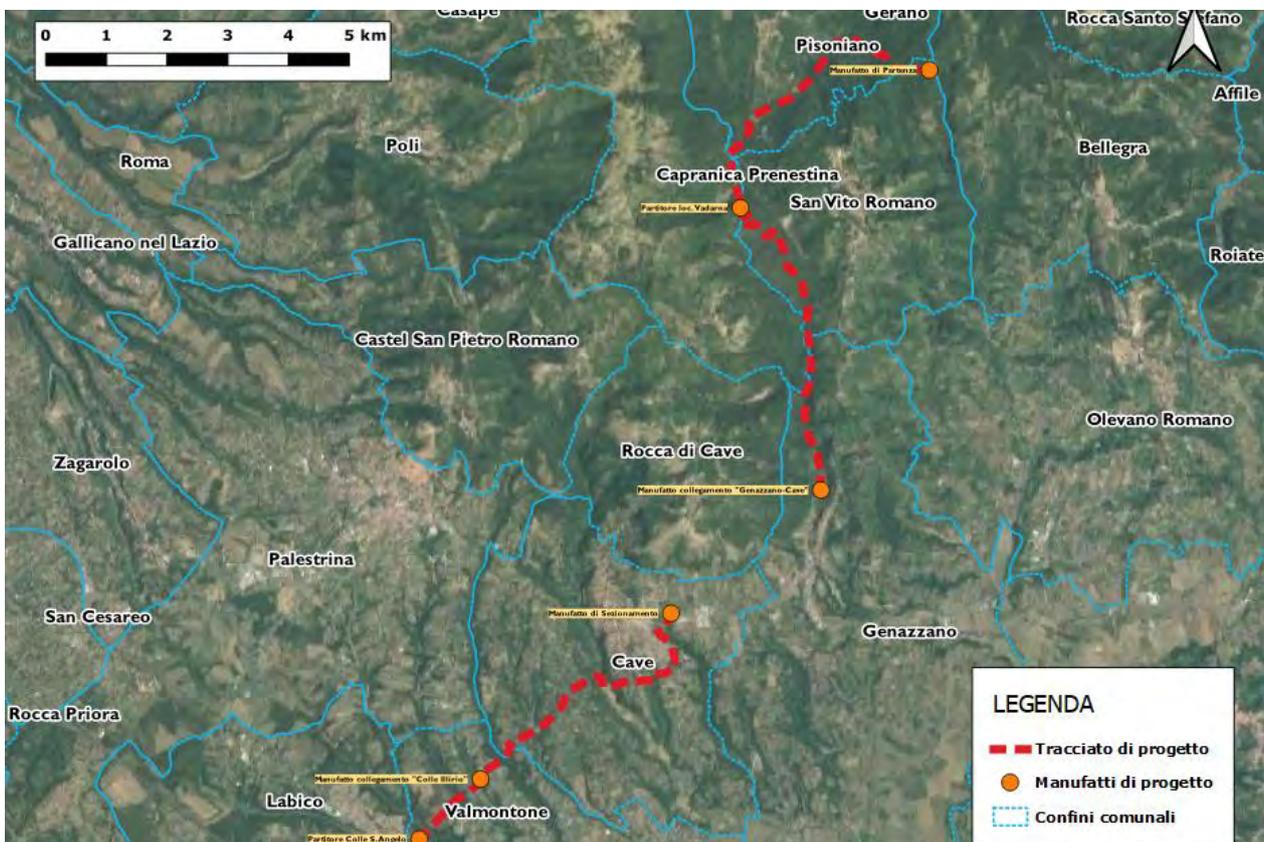


Figura 3.1. Stralcio immagine satellitare con planimetria dell'opera di progetto.

Dal punto di vista cartografico, l'area di studio rientra:

- nei Fogli n. 375082, 375121, 375122, 375161, 375163 e 388044 della C.T.R. Lazio alla scala 1:5.000;
- nei Fogli n. 388040, 388030, 375160, 375150, 375120, 375080 e 375110 della C.T.R. Lazio alla scala 1:10.000;
- nei Fogli n. 150 II-NE, 151 III-NO e 151 IV-SO della cartografia ufficiale I.G.M. serie 25V alla scala 1:25.000.

4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

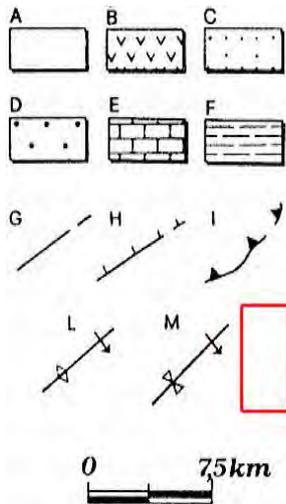
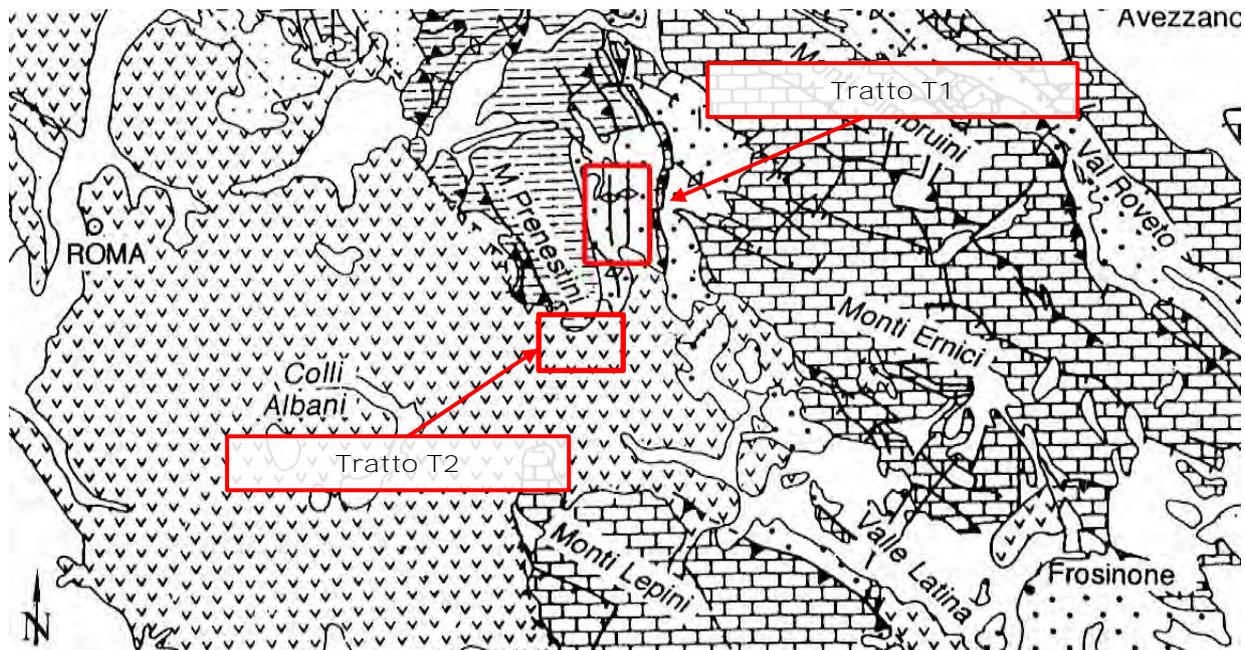
L'area di studio si inquadra nell'ambito della zona di transizione tra la piattaforma carbonatica laziale-abruzzese e il dominio di scarpata umbro-sabina dell'Appennino centrale, poco ad ovest di un importante allineamento tettonico, la linea Olevano-Antrodoco, che determina la sovrapposizione delle unità umbro-sabine su quelle laziali-abruzzese (Cavinato et alii, 1986; Cosentino & Parotto, 1989; 1992).

La successione stratigrafica che caratterizza un **contorno significativo dell'area di studio** relativa al tracciato settentrionale è riferibile alle unità medio-alto mioceniche della serie umbro-sabina e alle unità silicoclastiche alto mioceniche della Formazione di Frosinone, **con l'unica eccezione rappresentata dall'affioramento, nei pressi di Rocca di Cave, di un esiguo lembo di calcari di piattaforma del Cenozoico superiore-Turoniano**, unica testimonianza di facies di scogliera sul lato occidentale dello shelf laziale-abruzzese (Maxia, 1954; Carbone et alii, 1971; Parotto & Praturlon, 1975; Praturlon & Sirna, 1976). **All'interno della successione torbiditica, lungo la strada San Vito Romano-Genazzano** (strada provinciale Empolitana), affiora una successione silicoclastica con intercalazioni di corpi lenticolari calciruditici cementati, contenenti clasti a diverso grado di elaborazione formati a spese dello smantellamento dei rilievi prenestini già emersi. (brecce di Genazzano Autc., Cosentino & Parotto 1988; Corrado, 1995).

Il settore meridionale è altresì caratterizzato dalla presenza in affioramento di terreni **di origine piroclastica riferibili alle differenti fasi dell'attività parossistica del Distretto vulcanico dei Colli Albani**.

Si riporta di seguito uno stralcio fuori scala tratto dal "*Structural model of Italy*" Sheet N. 4 in scala 1:500.000 di Bigi et al., 1988 (Figura 4.1), dal quale si evince lo schema geologico delle aree di studio.

L'assetto geologico regionale è altresì delineato nello schema tettonico regionale della *Carta Geologica d'Italia* – Foglio 388 "Velletri" (Figura 4.2), dal quale si osserva come l'opera di progetto si imposta in due domini paleogeografici differenti: l'area relativa al tracciato settentrionale si imposta a cavallo dei depositi di avanfossa e dell'Unità del Dominio Sabino; l'area relativa al tracciato meridionale si imposta su depositi vulcanici appartenenti al Distretto Vulcanico dei Colli Albani.



Schema geologico dell'area di studio. A) depositi continentali e subordinatamente marini (*Olocene-Pleistocene superiore*); B) vulcaniti potassiche (*Pleistocene*); C) sedimenti lacustri e alluvioni (*Villafranchiano*), depositi marini terrigeni indifferenziati (*Pleistocene inferiore-Pliocene inferiore*); D) depositi torbiditici, Marne a Orbulina con alla base calciruditi (breccie di Genazzano) (*Tortoniano p.p.-Messiniano p.p.*); E) unità di Piattaforma laziale-abruzzese (*Trias superiore-Miocene superiore p.p.*); F) unità di bacino umbromarchigiano e relative facies di transizioni (*Trias superiore-Miocene superiore p.p.*); G) faglia con cinematica indeterminata; H) faglia diretta; I) sovrascorrimento; L) asse di anticlinale; M) asse di sinclinale. Dal "Structural model of Italy" Sheet N. 4 in scala 1:500.000 (modificato e ridisegnato) Bigi *et al.*, 1988. Nel riquadro rosso è compresa l'area di studio.

Figura 4.1. Schema geologico delle aree di studio (Bigi *et al.* 1988).

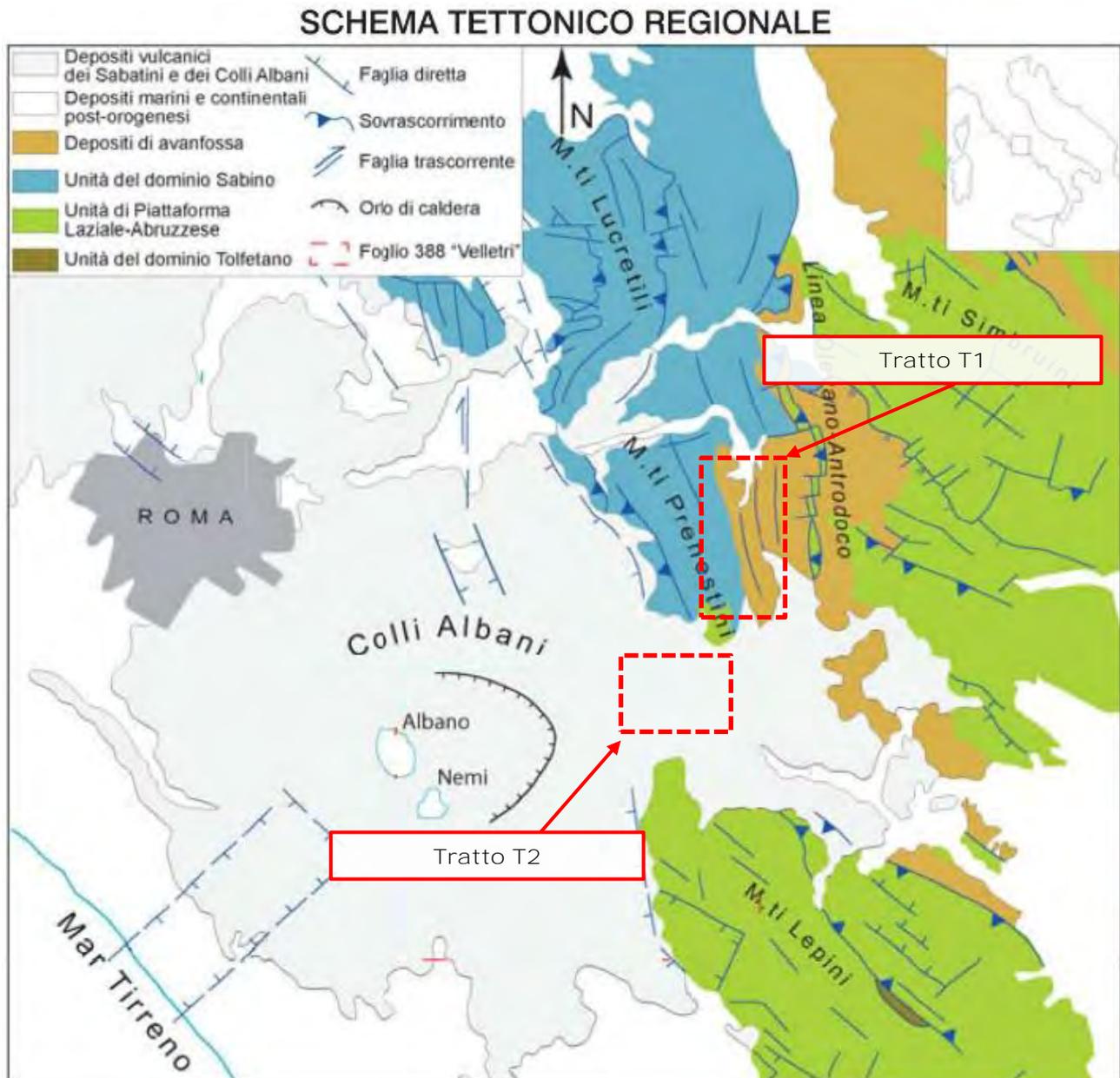


Figura 4.2. Schema geologico delle aree di studio (Foglio 388 "Velletri").

4.1 ASSETTO TETTONICO-STRUTTURALE

Sotto l'aspetto tettonico-strutturale, il settore dell'Appennino Centrale comprendente l'area di studio è caratterizzato da due zone che hanno subito un'evoluzione indipendente a partire dal Lias Medio (Figura 4.3):

- la piattaforma Laziale-Abruzzese (L-A) ad est;
- la successione di transizione del bacino-piattaforma umbro-sabina (UMS) ad ovest.

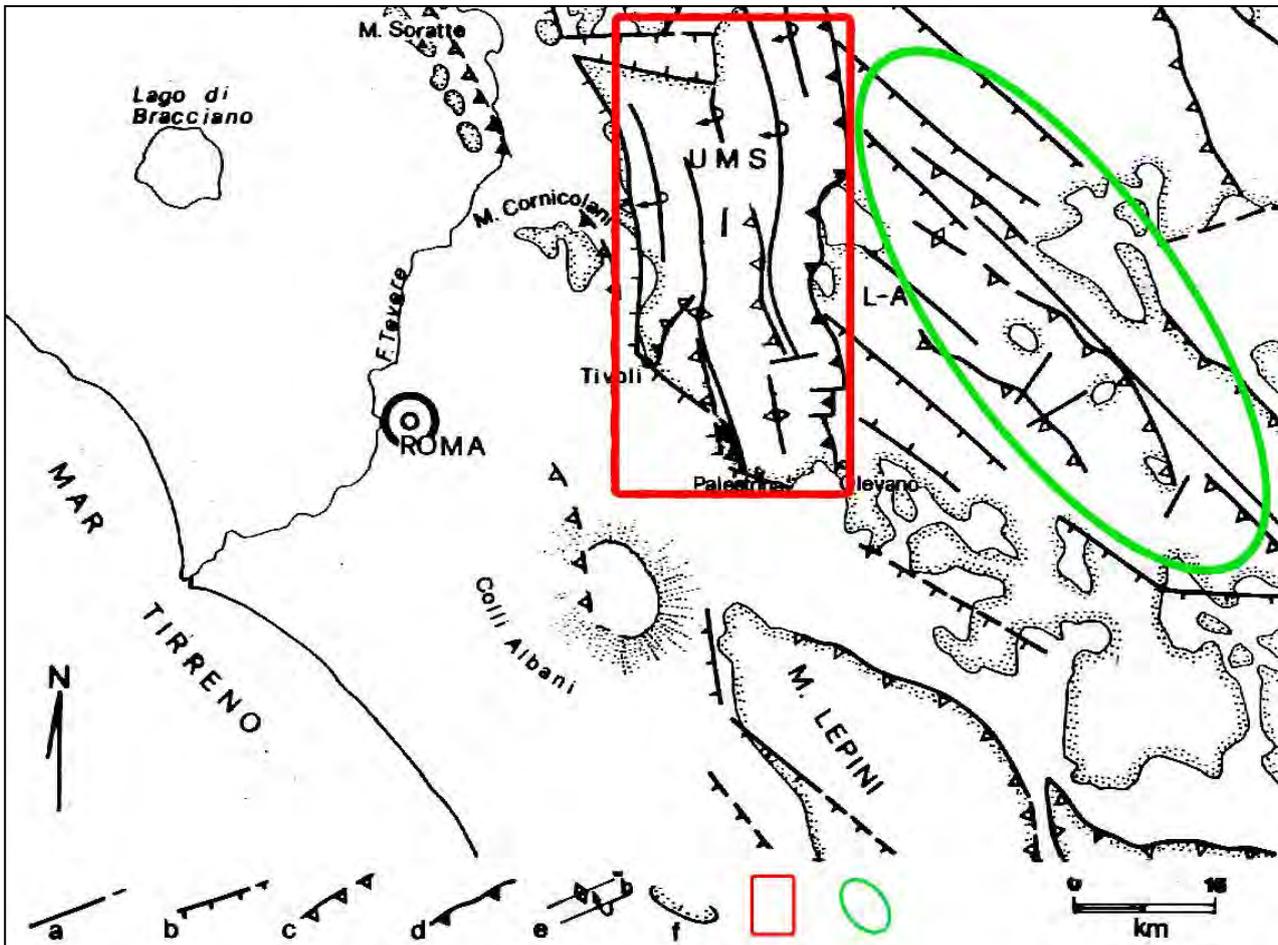


Figura 4.3. Schema strutturale del versante tirrenico dell'Appennino Centrale. Legenda: a) faglie a cinematica indistinta; b) faglie dirette; c) faglie inverse e sovrascorrimenti; d) fronte di accavallamento delle unità umbro-sabine su quelle laziali-abruzzesi; e) pieghe principali: anticlinali (a), rovesciate (b); sono rappresentati in verde i lineamenti tettonici NW-SE; sono rappresentati in rosso i lineamenti tettonici N-S. Da Funicello et al. (1981) e Mattei (1986).

I due settori sono caratterizzati da un diverso stile tettonico, prevalentemente fragile nel primo, semi-fragile (e talvolta duttile) nel secondo, oltre che da una diversa orientazione delle strutture, NW-SE nel primo e N-S nel secondo, a testimonianza di una **differente evoluzione tettonica** nel corso dell'orogenesi tardo-miocenica (Parotto, 1980; Mattei, 1986).

La consultazione del progetto *ITHACA (ITaly HAZard from Capable faults)*, sviluppato dal Servizio Geologico d'Italia – ISPRA, ha permesso di osservare come l'area in esame non è ubicata in vicinanza di faglie capaci che possano produrre una significativa deformazione tettonica permanente in superficie (Figura 4.4). La più vicina, codificata

come "27102 – Pagliara dei Marsi", si trova ad una distanza di circa 28 km dal tracciato di progetto.



Figura 4.4. Stralcio portale ITHACA – Catalogo delle Faglie Capaci (ISPRA – Dipartimento per il Servizio Geologico d'Italia).

4.2 ASSETTO GEOLOGICO LOCALE

Dal punto di vista geologico, l'opera di progetto rientra nei Fogli 375 "Tivoli" e 388 "Velletri" del Progetto CARG – *Carta Geologica d'Italia* (1:50.000), di cui si presentano gli stralci (Figura 4.5)

La ricostruzione dell'assetto geologico locale, ottenuto mediante la consultazione della *Carta Geologica d'Italia* e dai risultati della campagna di indagini geognostiche e geofisiche, ha permesso di definire nel dettaglio le litologie interessate dalle opere di progetto.

Per quanto riguarda il tronco acquedottistico superiore (Tratto T1), il tracciato di progetto interessa le seguenti formazioni geologiche:

- Dal vertice 1 al vertice 59: UAP_a: Unità Arenaceo-Pelitica – litofacies arenacea (Tortoniano p.p.);
- Dal vertice 59 al vertice 82: UAP_b: Unità Arenaceo-Pelitica – litofacies arenaceo-pelitica (Tortoniano p.p.);
- Dal vertice 82 al vertice 91: SFT_b: Deposito alluvionale (Olocene);

- Dal vertice 91 al vertice 173: UAP_b: Unità Arenaceo-Pelitica – litofacies arenaceo-pelitica (Tortoniano p.p.);
- Dal vertice 173 al vertice 178: UAP_c: Unità Arenaceo-Pelitica – litofacies pelitico-arenacea (Tortoniano p.p.);
- Dal vertice 178 al vertice 183: UAM₃: Argille a Orbulina (Tortoniano p.p.);
- Dal vertice 183 al vertice 283: CBZ₃: Calcareniti a briozoi (Langhiano p.p. – Serravalliano p.p.);
- Dal vertice 283 al vertice 288: VLC: Unità di Le Vallicelle (Pleistocene medio);
- Dal vertice 288 al vertice 295: SFT_a: Deposito di versante (Olocene);
- Dal vertice 295 al vertice 301: VLC: Unità di Le Vallicelle (Pleistocene medio);
- Dal vertice 301 al vertice 338: CBZ₃: Calcareniti a briozoi (Langhiano p.p. – Serravalliano p.p.);
- Dal vertice 338 al vertice 357: VLC: Unità di Le Vallicelle (Pleistocene medio);
- Dal vertice 357 al vertice 388: CBZ₃: Calcareniti a briozoi (Langhiano p.p. – Serravalliano p.p.);
- Dal vertice 357 al vertice 528: SFT_b: Deposito alluvionale (Olocene).

Relativamente al tronco acquedottistico inferiore (Tratto T2), il tracciato di progetto interessa principalmente le formazioni piroclastiche appartenenti al distretto vulcanico dei Colli Albani, le quali affiorano ripetutamente lungo le incisioni vallive del reticolo idrografico:

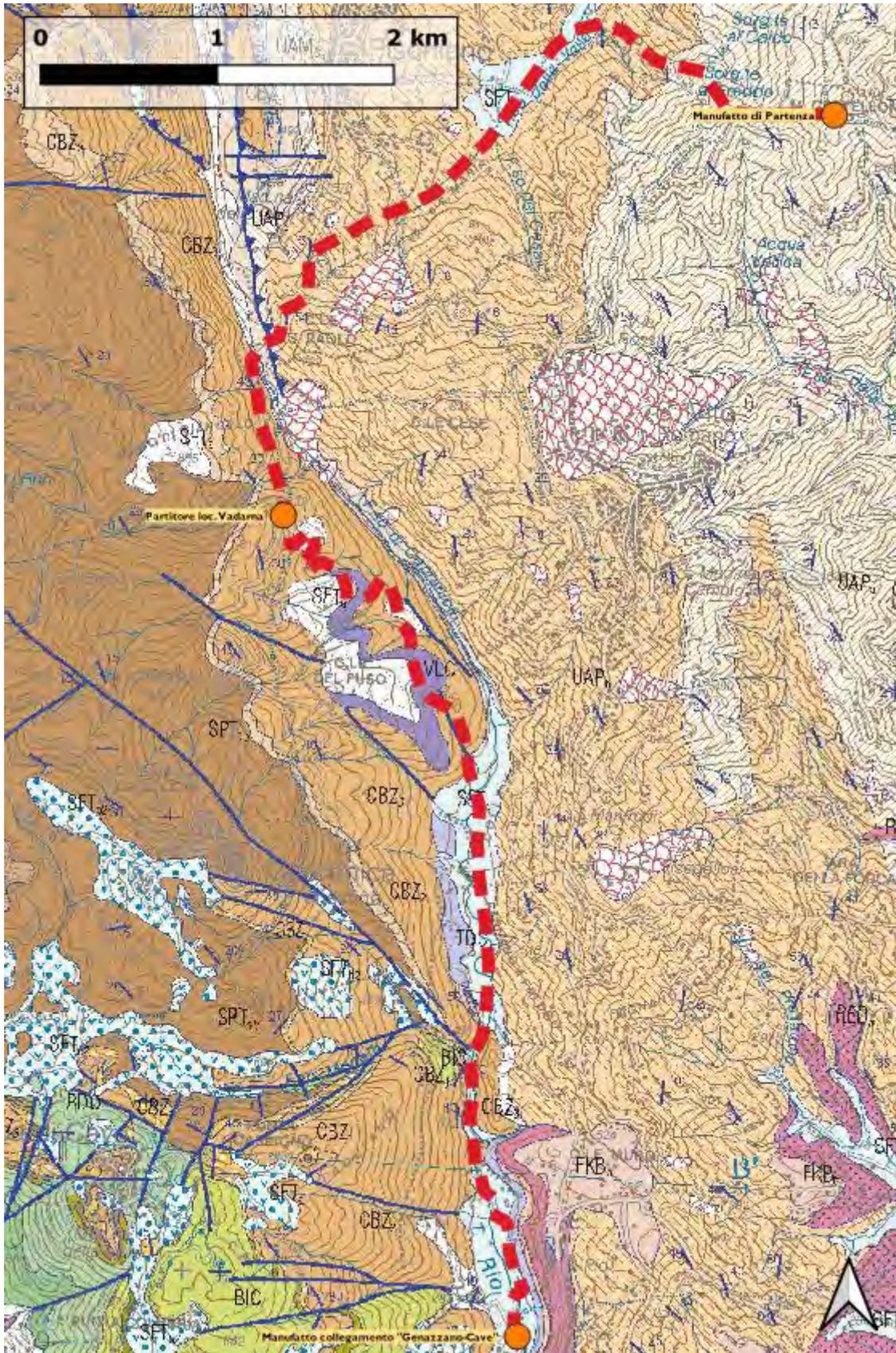
- SFT_b: Deposito alluvionale (Olocene)
- FKB_b: Formazione di Madonna degli Angeli – litofacies piroclastica (Pleistocene medio p.p.)
- VSN₂: Pozzolanelle (Pleistocene medio p.p.)
- VSN₁: Tufo Lionato (Pleistocene medio p.p.)
- SLV_b: Formazione Fontana Centogocce – litofacies piroclastica (Pleistocene medio p.p.)
- PNR: Pozzolane Nere (Pleistocene medio p.p.)
- RED: Pozzolane Rosse (Pleistocene medio p.p.)
- LLL_a: Lave di Vallerano (Pleistocene medio p.p.)
- **TDC: Unità di Tor De' Cenci (Pleistocene medio p.p.)**

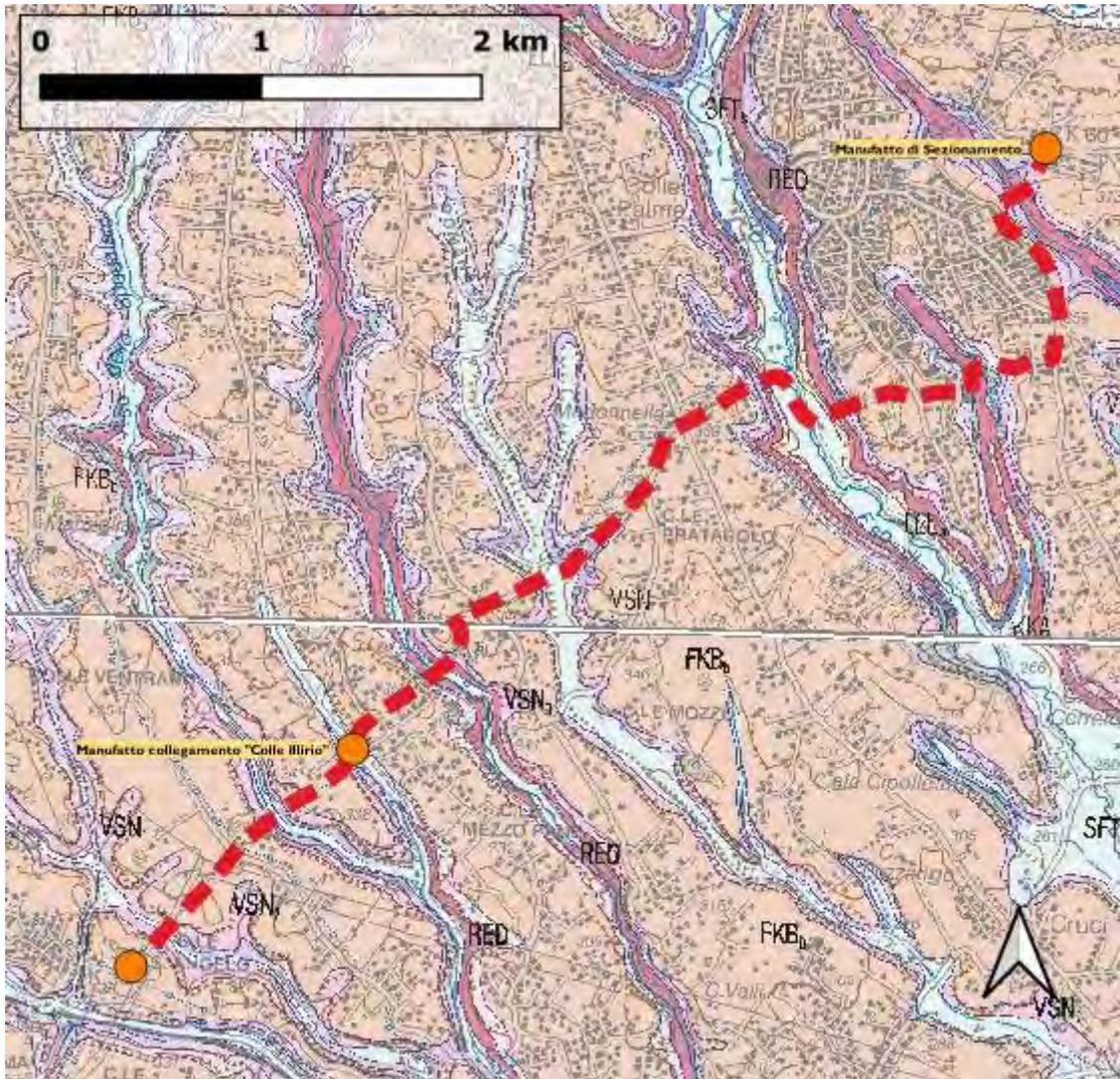
Per una maggior comprensione, si elencano di seguito le formazioni geologiche interessate dal tratto T2 raggruppate per unità litotecniche (descritte successivamente nel Cap. 9).

D	<i>Depositi vulcanici litoidi/pseudolitoidi</i>	VSN ₁
E	<i>Depositi piroclastici</i>	FKB _b , VSN ₂ , SLV, PNR, RED, LLL _a , KKA, TDC e VLC
F	<i>Terreni delle coperture recenti e quaternarie</i>	SFT _a , SFT _b

- Dal vertice 1 al vertice 8: Unità E;
- Dal vertice 8 al vertice 9: Unità D;
- Dal vertice 9 al vertice 23: Unità E;
- Dal vertice 23 al vertice 24: Unità D;
- Dal vertice 24 al vertice 73: Unità E;
- Dal vertice 73 al vertice 78: Unità D;
- Dal vertice 78 al vertice 88: Unità E;
- Dal vertice 88 al vertice 89: Unità D;
- Dal vertice 89 al vertice 116: Unità E;
- Dal vertice 116 al vertice 118: Unità D;
- Dal vertice 118 al vertice 121: Unità E;
- Dal vertice 121 al vertice 139: Unità F;
- Dal vertice 139 al vertice 146: Unità E;
- Dal vertice 146 al vertice 149: Unità D;
- Dal vertice 149 al vertice 198: Unità E;
- Dal vertice 198 al vertice 203: Unità D;
- Dal vertice 203 al vertice 209: Unità E;
- Dal vertice 209 al vertice 219: Unità F;
- Dal vertice 219 al vertice 223: Unità D;
- Dal vertice 223 al vertice 258: Unità E;
- Dal vertice 258 al vertice 273: Unità D;
- Dal vertice 273 al vertice 277: Unità E;
- Dal vertice 277 al vertice 280: Unità F;
- Dal vertice 280 al vertice 297: Unità E;

- Dal vertice 297 al vertice 300: Unità F;
- Dal vertice 300 al vertice 302: Unità E;
- Dal vertice 302 al vertice 305: Unità D;
- Dal vertice 305 al vertice 325: Unità E;
- Dal vertice 325 al vertice 330: Unità D;
- Dal vertice 330 al vertice 336: Unità E;
- Dal vertice 336 al vertice 339: Unità F;
- Dal vertice 339 al vertice 342: Unità E;
- Dal vertice 342 al vertice 346: Unità D;
- Dal vertice 346 al vertice 382: Unità E;
- Dal vertice 382 al vertice 389: Unità F;
- Dal vertice 389 al vertice 392: Unità D;
- Dal vertice 392 al vertice 409: Unità E.





Unità
marine
Unità
continentali
Unità
vulcaniche

SUPERSISTEMA TIBURTINO

La superficie di base del supersistema Tiburtino è l'*unconformity* che segna il definitivo passaggio dell'area ad ambienti continentali, dovuto al sollevamento regionale del margine tirrenico, alla tettonica locale e a fattori climatici. La sedimentazione è inizialmente influenzata solo dagli apporti del paleo-Aniene, prosegue con il contributo prevalente degli apporti vulcanoclastici dei Colli Albani e in misura minore dei Sabatini e termina con i depositi fluviali, palustri e lacustri dei sistemi di drenaggio dell'Aniene e del Sacco.

SISTEMA FIUME TEVERE

Il limite di base del Sistema Fiume Tevere è la superficie erosiva legata al basso stazionamento dell'ultimo glaciale su cui poggiano in *unconformity* tutti i depositi continentali del Pleistocene superiore p.p.-Olocene



SFT₆

Deposito alluvionale

Alternanze di sabbie, silt, argille e livelli ricchi di materia organica. Spessore fino a 60 m.
OLOCENE



SFT₄

Deposito di versante

Coperture di limi, sabbie e ghiaie, con rari frammenti litoidi grossolani. Spessore non valutabile.
OLOCENE



SFT₁₂

Coltre eluviale e colluviale

Coperture di limi e sabbie, con rari frammenti grossolani di natura calcarea, che riempiono forme carsiche prodotte da processi di erosione; terreni residuali e terre rosse. Spessore non valutabile.
OLOCENE

VULCANO COLLI ALBANI

LITOSOMA TUSCOLANO-ARTEMISIO

FORMAZIONE DI MADONNA DEGLI ANGELI

La formazione è costituita da lave e piroclastiti a composizione da lefritica a K-foiditica, derivanti da apparati monogenici peri ed extracalderici, alternate a orizzonti di terra provenienti dall'edificio delle Faete.

litofacies lavica (FKB₂). Lave grigio-scure in colate, da microcristalline a porfiriche, da compatte a vacuolari, con contenuto variabile di fenocristalli di leucite spesso in individui centimetrici, clinopirosseno ed occasionalmente olivina.

litofacies piroclastica (FKB₃). Depositi di scorie e ceneri da ricaduta e rimaneggiati associati sia a conii di scorie che ad apparati eccentrici.

Scorie (FKB₁). Depositi di scorie, da porfiriche a leucite e pirosseno, ad affriche, di dimensioni da bombe e lapilli a ceneri, in bancate, da classati a malclassati, passanti a scorie saldate, a giacitura quaquaversale, associati a conii di scorie.

Membro di Valle di Castiglione (FKB₄)

Si sviluppa lungo la frattura eruttiva Pantano Borghese-Colonna ed è relativo alla formazione del maar di Castiglione, con la messa in posto di livelli cineritici da ricaduta e da surge. Età radiometrica 250 ka²⁰. Spessore circa 10 m.

Insieme di colate di Pantano Borghese

Lungo il lineamento extracalderico NO-SE di natura vulcanotettonica si individuano conii di scorie e lave associati a fratture pericalderiche.

litofacies lavica (FKB_{13a}). Lave grigio-scure in colate, da porfiriche a microcristalline, da compatte a vacuolari, con contenuto variabile di fenocristalli di leucite spesso in individui centimetrici, clinopirosseno ed occasionalmente olivina. Le colate principali sono quelle di Osa e di Saponara. Età radiometrica 277 ± 2 ka²⁰. Spessori massimi 80 m.

litofacies scoriacea (FKB_{13b}). Bancate di lapilli scoriacei, da porfirici, a leucite e pirosseno, ad affrici, da saldati a sciolti, con intercalati livelli cineritici a giacitura quaquaversale associati a conii di scorie. I centri principali sono Monte Massimo e Monte Falcone.

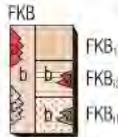
Insieme di colate del Tuscolo

Lungo il lineamento pericalderico Tuscolano-Artemisio è presente una superficie di *unconformity* di natura vulcanotettonica su cui si individuano conii di scorie e lave associati a fratture pericalderiche.

litofacies lavica (FKB₁₂). Lave grigio-scure in colate, da porfiriche a microcristalline, da compatte a vacuolari, con contenuto variabile di fenocristalli di leucite spesso in individui centimetrici, clinopirosseno ed occasionalmente olivina. Le colate principali sono quelle di Monte Porzio Catone, Tuscolo, Monte Mellone. Età radiometrica 308 ± 2 ka²⁰. Spessore 20-30 m.

litofacies scoriacea (FKB_{12b}). Bancate di lapilli scoriacei, da porfirici, a leucite e pirosseno, ad affrici, da saldati a sciolti, con intercalati livelli cineritici a giacitura quaquaversale associati a conii di scorie. I centri principali sono Monte Porzio Catone, Colonna, Tuscolo. Spessore massimo 300 m.

PLEISTOCENE MEDIO p.p.



LITOSOMA VULCANO LAZIALE

FORMAZIONE DI VILLA SENNI

La formazione di Villa Senni è riferibile all'ultima eruzione di grande volume del litosoma Vulcano Laziale, cui è legata la forma della caldera del vulcano dei Colli Albani. L'età radiometrica è compresa tra 357 ± 2 ka²⁰ e 365 ± 4 ka²⁰. L'unità è costituita dall'alto da:

Pozzolanelle (VSN₂)

Deposito piroclastico massivo, di colore da viola a nero, a matrice cineritico-grossolana-lapillosa, povero in fini e ricco di cristalli di leucite, biotite e clinopirosseno, contenente grosse scorie nere, generalmente incoerente. Lapilli e blocchi di litici lavici e olocristallini possono raggiungere il 30% del deposito. Spesso sono presenti gas-pipes. Composizione da tefrifonolitica a fonotefritica. Spessore massimo 30 m. "Tufo di Villa Senni" e "Pozzolanelle" Aucutt.

litofacies Occhio di Pesce (VSN_{2a})

Facies prossimale di VSN₂ con > 30% di cristalli di leucite. Spessore massimo 5 m.

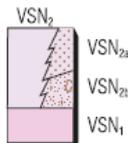
Breccia di Colle Fumone (VSN_{2b})

Breccia co-ignimbritica molto grossolana, priva della frazione cineritica, con blocchi lavici ed olocristallini > 40% del deposito e scorie spatter. Spessore massimo 15 m.

Tufo Lionato (VSN₁)

Deposito piroclastico massivo, litoide, a matrice cineritico-lapillosa con abbondanti pomici gialli, scorie grigie, litici lavici e olocristallini a gradazione inversa, di colore da giallo a rosso a marrone in gradazione verticale. I cristalli aumentano verso l'alto. La leucite è in genere analcimizzata. Localmente, verso l'alto, sono presenti fiamme. Gas-pipes, laminazioni e impronte di tronchi sono spesso presenti nelle zone distali e nelle paleovalli; composizione tefrifonolitica. Spessore massimo 40 m. "Tufo Lionato litoide" Aucutt.

PLEISTOCENE MEDIO p.p.





FORMAZIONE FONTANA CENTOGOCCE

La formazione è costituita da alternanze di lave e piroclastiti:

litofacies lavica (SLV₂) Lava grigio scura, da afirica a microcristallina a leucite e pirosseno. Composizione da tefritica a K-foiditica. Spessore massimo 5 m.

litofacies piroclastica (SLV₁) Depositi tabulari di lapilli scoriacei ben classati e livelli cineritici intercalati a paleosuoli. Le scorie sono da afiriche di color marrone scuro, a porfiriche con cristalli di leucite e pirosseno, spesso alterate in colori ocracei. Spessore massimo 6 m.

PLEISTOCENE MEDIO p.p.

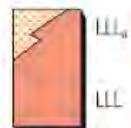


POZZOLANE ROSSE

Deposito piroclastico massivo e caotico, da viola a grigio scuro, semicoerente, a matrice cineritica grossolana, e abbondante scheletro composto da scorie rosse, litici lavici, sedimentari termometamorfosati e ollocristallini di dimensioni fino a 20 cm, e cristalli di leucite, clinopirosseno e biotite. Chimismo tefritico. Età radiometrica 457 ± 4 ka⁽⁹⁾. Spessore fino a 80 m da sondaggio.

litofacies sabbioso-conglomeratica (RED₂), Deposito sabbioso, poco coerente, con scorie e litici lavici centimetrici, da massivo a poco organizzato, debolmente classato. Il deposito affiora nei versanti carbonatici dei Monti Prenestini, rimaneggiato sotto forma di *lahar* con frequenti intercalazioni di ciottoli calcarei. Spessore variabile tra 2 e 6 m.

PLEISTOCENE MEDIO p.p.



LAVE DI VALLERANO

Lave da grigio scure a chiare, da afiriche a microcristallina a leucite e clinopirosseno. Affioranti presso il fosso di S. Vitorino ed il fosso dell'Acqua Rossa. Chimismo leucitico melilitico. Età radiometrica 460 ± 4 ka^(8,9). Spessore massimo di 6 m.

litofacies piroclastica (LLL₃), Depositi di lapilli scoriacei, di colore giallo e nero, intercalati con paleosuoli. Spessore massimo 5 m.

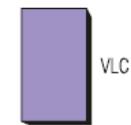
PLEISTOCENE MEDIO p.p.



UNITÀ DI TOR DE' CENCI

Deposito piroclastico, grigio-giallastro, cineritico, da massivo e caotico a stratificato, con lapilli accrezionari di cenere sia nella matrice che in livelli stratificati. Lo scheletro è composto da pomici e litici lavici centimetrici, cristalli di leucite analcimizzata, clinopirosseno e biotite. Alla base è presente un deposito di scorie da ricaduta, Chimismo K-foiditico. Età radiometrica 561 ± 1 ka⁽⁸⁾. Spessore massimo 10-15 m. "Tufi Antichi" e "Tufi Pisolitici" p.p. Aucct.

PLEISTOCENE MEDIO p.p.



UNITÀ DI LE VALLICELLE

Alternanze di pomici bianche e livelli a granulometria da cineritico-fine a grossolana, fino a lapillosa, con tracce evidenti di rimaneggiamento. Le pomici sono porfiriche con cristalli di pirosseno. Sono organizzate in bancate da decimetriche a metriche, con intercalazioni di cineriti bianche, debolmente laminate, in cui sono presenti pomici bianche e in misura inferiore litici lavici, scorie e cristalli di pirosseno. Spessore da 2 a 10 m.

PLEISTOCENE MEDIO

DEPOSITI SIN-OROGENESI



UNITÀ ARENACEO-PELITICA (cfr. Complesso torbiditico alto miocenico laziale-abruzzese)

Nell'area affiorano la litofacies pelitico-arenacea ((UAP₂) la litofacies arenaceo-pelitica (UAP₃) e la litofacies arenacea (UAP₁).

litofacies arenacea (UAP₁), arenarie a composizione litoarenitica e litoarenitica-feldspatica, in strati da spessi a molto spessi o massicci, con frequenti fenomeni di amalgamazione. Spessore variabile sino a un massimo di 150-350 m

litofacies arenaceo-pelitica (UAP₂), arenarie a composizione litoarenitica e litoarenitica-feldspatica, in strati da spessi a molto spessi, alternati a livelli pelitici subordinati. Spessore variabile sino a un massimo di 350 m.

litofacies pelitico-arenacea (UAP₃), peliti con intercalati sottili livelli di arenarie e arenarie silfose. Spessore variabile da 0 a circa 40 m.

TORTONIANO p.p.



UNITÀ ARGILLOSO-MARNOSA

Nell'area affiorano il membro delle marne calcaree (UAM₁) e il membro delle argille a orbulina (UAM₂), che include anche il membro delle marne a Cylindrites (UAM₃).

Argille a Orbulina (UAM₂)

Marne e marne calcaree, con bioturbazioni, di colore grigio e giallastro nella porzione basale; presenza, a luoghi, di glauconite. Marne argillose di colore grigio-bruno, ricche in foraminiferi planctonici (*Orbulina spp.*), nella porzione superiore. Spessore circa 20 m.

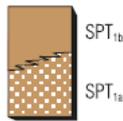
TORTONIANO p.p.

Marne Calcaree (UAM₁)

Calcareni e subordinate calciruditi fini, lito-bioclastiche, con abbondante glauconite e noduli fosfatici, color marrone e verdastro. Ricche di foraminiferi planctonici. Spessore variabile da <5 cm (settore meridionale) a >5 m (settore settentrionale).

TORTONIANO p.p.

**DEPOSITI PRE-OROGENESI
 MONTI LUCRETILI E TIBURTINI**



UNITÀ SPONGOLITICA (SPT)

Di questa unità affiora il membro di Guadagnolo (SPT₁) in due diverse litofacies: litofacies calcarenitica (SPT_{1a}) e litofacies marnosa (SPT_{1b}).

Membro di Guadagnolo, litofacies marnosa (SPT_{1b})

Presenta caratteristiche simili a quelle dei Monti Prenestini e Ruffi. Spessore 20 e 50 m.

Membro di Guadagnolo, litofacies calcarenitica (SPT_{1a})

Presenta caratteristiche simili a quelle dei Monti Prenestini e Ruffi. Spessore 200 e 300 m.

BURDIGALIANO-LANGHIANO p.p.

MONTI PRENESTINI E RUFFI

CALCARI A BRIOZOI E LITOTAMNI

Nell'area affiorano i membri delle calcareniti a punti rossi (CBZ₂) e delle calcareniti a briozoi (CBZ₃).

Calcareniti a briozoi (CBZ₃)

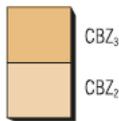
Calcareniti e calciruditi di colore grigio-biancastro, avana e marrone, con abbondanti frammenti di briozoi e litotamni. A luoghi, verso l'alto intercalazioni di calcareniti fini avana chiaro con foraminiferi planctonici. Strati da 10 a 80-90 cm; presenza di strutture da corrente e moto ondoso con stratificazione e laminazione incrociata. Spessore 100-130 m.

LANGHIANO p.p. - SERRAVALLIANO p.p.

Calcareniti a punti rossi (CBZ₂)

Calcareniti e subordinate calciruditi prevalentemente bioclastiche in strati piano-paralleli con spessori da 10 cm a 30 cm, con punti di ossidazione di colore rosso. Rare intercalazioni marnose da millimetriche a centimetriche. Presenti livelli con noduli di selce di colore bruno e grigio. Localmente è presente stratificazione incrociata a basso angolo. Spessore 15-30 m.

LANGHIANO p.p.



UNITÀ SPONGOLITICA

Di questa unità affiora il membro di Guadagnolo (SPT₁) in tre diverse litofacies: litofacies calcarenitica (SPT_{1a}), litofacies marnosa (SPT_{1b}) e litofacies calcarenitica superiore (SPT_{1c}).

Membro di Guadagnolo, litofacies calcarenitica superiore (SPT_{1c})

Calcareniti bioclastiche con frammenti di echinodermi, briozoi e foraminiferi bentonici in strati decimetrici raccolti in bancate metriche. Spessore da 0 a 50 metri.

LANGHIANO p.p.

Membro di Guadagnolo, litofacies marnosa (SPT_{1b})

Alternanze di marne, marne calcaree, marne argillose-siltose, di colore grigio, giallastro e bruno, e calcareniti bioclastiche avana e nocciola. Spessori molto variabili da 200 a 500 m.

BURDIGALIANO p.p. - LANGHIANO p.p.

Membro di Guadagnolo, litofacies calcarenitica (SPT_{1a})

Alternanze di calcareniti fini e medie, in bancate irregolari, talora gradate, di colore avana e nocciola, marne e marne calcaree di colore grigio e avana in strati decimetrici. Nella parte bassa calcari bio-litoclastici a macroforaminiferi e marne calcaree compatte. Localmente intervalli metrici di marne calcaree, di colore grigio, avana e grigio scuro, a luoghi silicizzate, in strati sottili e in banchi decimetrici, con selce nera e bruna in lenti e noduli. Spessore 20-50 m.

BURDIGALIANO p.p.

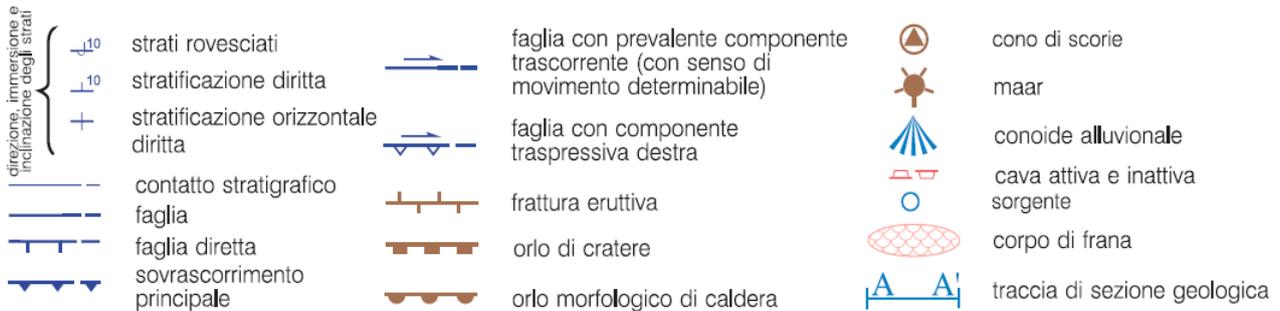
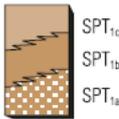


Figura 4.5. Carta Geologica d'Italia (1:50.000) - Fogli 375 "TIVOLI". Stralcio fuori scala. In rosso il tracciato di progetto.

4.3 SUCCESIONE STRATIGRAFICA

Le unità litostratigrafiche affioranti nell'area di studio comprendono depositi pre-orogenici (prevalentemente appartenenti alla successione del Dominio Sabino, ovvero dominio di transizione a quello pelagico Umbro-Marchigiano), e post-orogenici quaternari, **caratterizzati dai depositi ubiquitari, dai depositi vulcanoclastici, quest'ultimi correlabili con le principali eruzioni del Vulcano Laziale (Chiarabba & Giordano, 1990; Giordano & Chiarabba, 1991).**

4.3.1 Depositi pre-orogenici: Successione di transizione sabina

- CBZ₃ – Calcareniti a briozoi [Langhiano p.p – Serravalliano p.p.]

Questo membro affiora diffusamente in tutta l'area compresa tra i Monti Prenestini e i Monti Ruffi, generalmente poggiante sul Membro delle calcareniti a punti rossi (CBZ₂) di cui rappresenta la graduale evoluzione verso termini deposizionali più prossimali e solo localmente (Monti Ruffi) direttamente sui depositi dell'unità spongolitica, membro di Guadagnolo (SPT₁) (probabilmente a causa dell'azione erosiva dei depositi progradanti).

Si tratta di calcareniti e calciruditi bioclastiche di colore grigio-biancastro, avana e marrone, con abbondanti frammenti di briozoi (prevalenti nella porzione inferiore), frammenti di echinodermi, foraminiferi bentonici e frammenti di litotamni (comuni nella **porzione superiore**). **A luoghi, verso l'alto sono presenti intercalazioni di calcareniti fini avana chiaro con foraminiferi planctonici.** La successione, con spessore degli strati variabile da 10 cm a 80-90 cm, è caratterizzata dalla diffusa presenza di strutture da corrente e moto ondoso evidenziate dallo sviluppo di barre bioclastiche sovrapposte con stratificazione e laminazione incrociata ad alto angolo (Figura 4.6). Gli eventi stratigrafico-tettonici che nel Miocene medio-**superiore interessano l'area dei Monti Prenestini e le zone limitrofe**, conducono ad un repentino approfondimento del bacino deposizionale delle Calcareniti a briozoi. Tale circostanza è registrata da una drowning unconformity, con sviluppo di hard grounds, che delimita la parte sommitale delle calcareniti a briozoi **dai sovrastanti depositi dell'Unità argilloso marnosa (UAM).** Le microfaune riconosciute sono rappresentate da frequenti foraminiferi bentonici, tra cui *Amphistegina* sp., *Heterostegina* sp., *Elphidium* sp., textularidi, cibicidi, anomalinidi, buliminidi, nodosaridi, rotalidi, miliolidi, discorbidi, victoriellidi, e foraminiferi planctonici, talora comuni, tra cui *Globigerinoides* spp., *Globoquadrina* sp., *Globigerina*

spp., *Praeorbulina* spp. e *Orbulina* spp. L'ambiente di sedimentazione è di rampa carbonatica prossimale.

Spessore affiorante (stimato): 100-130 m.



Figura 4.6. Affioramento delle calcareniti a briozoi lungo la strada provinciale SP59a nel Comune di Capranica Prenestina.

4.3.2 Depositi sin-orogenici: Ambiente di sedimentazione di bacino pelagico

- UAM₃ – Unità argilloso-marnosa: Argille a *Orbulina* [Tortoniano p.p.]

Al di sopra del membro precedente (UAM₁) poggia in concordanza una successione marnosa di circa 20 m di spessore rappresentativa del membro UAM₃. Il membro delle *marne a Cylindrites* (UAM₂) è stato incluso nel membro UAM₃ per il suo esiguo spessore, non cartografabile. Nelle migliori esposizioni, non alterate da deformazione tettonica, tale unità consta di due porzioni distinte. Quella inferiore, mai superiore ai 5 m, è costituita da marne e marne calcaree, talora fortemente bioturbate, di colore grigio, avana e giallastro, in strati da sottili a medi. Localmente si riscontra la presenza di livelli **glauconitici verdognoli, più frequenti nell'intervallo basale, dove sono anche riconoscibili laminazioni centimetriche**. La porzione superiore vede un rapido aumento della frazione argillosa con sviluppo di marne argillose, di colore grigio-bruno, ricche in foraminiferi

planctonici. Il passaggio ai sovrastanti depositi dell'unità UAP è evidenziato dalle prime intercalazioni arenitiche riscontrabili nella successione. L'ambiente di sedimentazione è di bacino pelagico (rampa d'avampaese).

Spessore circa 20 m.

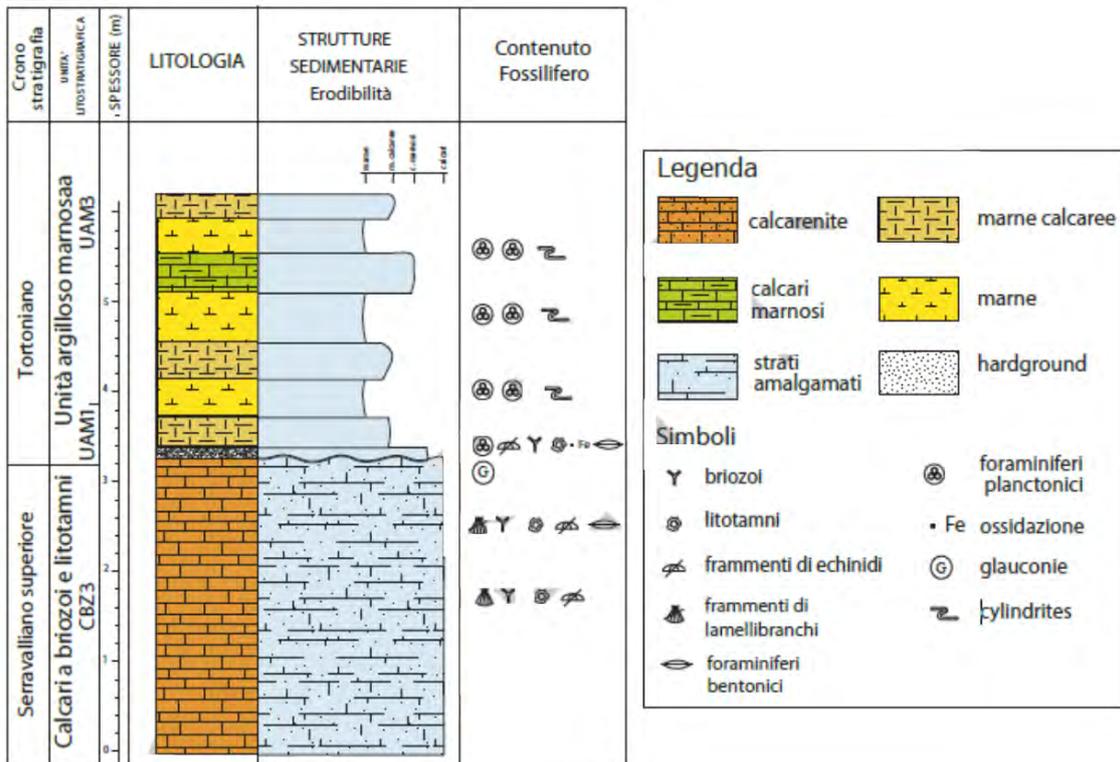


Figura 4.7. Log stratigrafico della sezione di Pisoniano, al passaggio tra i calcari a briozoi e litotamni (CBZ) e l'unità argilloso marnosa (UAM).



Figura 4.8. Sezione di Pisoniano. Particolare del passaggio stratigrafico tra i calcari a briozoi e litotamni (CBZ) e l'unità argilloso marnosa (UAM).

- UAP_c – Unità arenaceo-pelitica: litofacies pelitico-arenacea [Tortoniano p.p.]

Affiora esclusivamente lungo una fascia molto limitata compresa tra il fronte orientale dei Monti Prenestini e i Monti Ruffi. Si tratta di marne argillose e peliti con intercalati sottili livelli di arenarie e arenarie siltose spessi da 1 a 5 cm. Il limite inferiore con il membro delle Argille a Orbulina è marcato dalla comparsa dei primi livelli silicoclastici, mentre il passaggio alla sovrastante litofacies arenaceopelitica è marcato da un sostanziale aumento del rapporto arenaria pelite. **L'ambiente di deposizione** è quello di apparato deposizionale (lobi) di correnti di torbida. Lo spessore è estremamente variabile da 0 a circa 40 m.

- UAP_b – Unità arenaceo-pelitica: litofacies arenaceo-pelitica [Tortoniano p.p.]

Si tratta di arenarie a composizione litoarenitica e litoarenitica feldspatica, in strati da spessi (10-20 cm) a molto spessi (50-100 cm), alternate a peliti e siltiti in livelli decimetrici, estremamente ricchi di miche di dimensioni fino a centimetriche (area a sud di Gerano), alternati a livelli pelitici subordinati. Talvolta si riconoscono alternanze molto

fitte di peliti e siltiti, con livelli che non superano i 15 cm. Nell'area di Genazzano sono presenti livelli rudistici dello spessore plurimetrico (Brecce di Genazzano Auctt.). Gli strati arenacei sono spesso gradati, con laminazioni pianoparallele e a luoghi convolute. Si riconoscono strutture da corrente (flute casts) che indicano una direzione del flusso circa N-S con verso di scorrimento verso **sud. L'ambiente di deposizione è di apparato** deposizionale (piana sottomarina) di correnti di torbida. Spessore: variabile da poche **decine di metri nell'area del bordo meridionale dei Monti Ruffi, fino a 350 m nell'area di** Genazzano-S. Vito Romano. Le associazioni a nannofossili calcarei indicano, per la parte basale di questa litofacies, la Zona NN11a (Tortoniano superiore) (Cipollari et alii, 1993).

- UAP_a – Unità arenaceo-pelitica: litofacies arenacea [Tortoniano p.p.]

Affiora a sud dei Monti Ruffi nel settore più orientale del foglio e nello spigolo nord orientale al piede della struttura dei Ruffi. Si tratta di arenarie a composizione litoarenitica e litoarenitica feldspatica, in strati da spessi a molto spessi o massicci, con **frequenti fenomeni di amalgamazione. L'ambiente di deposizione è di** apparato distributore di correnti torbiditiche. Spessore compreso tra circa 150 m, **nell'area tra** Genazzano-S. Vito Romano, e **250-350 m nell'area tra S. Vito e il** settore meridionale dei M. Ruffi.



Figura 4.9. Affioramento della litofacies arenacea (UAP_a) nei pressi del Manufatto Monte Castellone Alto.

4.3.3 Depositi post-orogenici - Unità vulcaniche dei Colli Albani

- VLC: Formazione di Le Vallicelle [Pleistocene medio p.p.]

Affiora nelle aree più distali dei Colli Albani, sul fondo delle profonde incisioni vallive che si sviluppano ai piedi dei versanti carbonatici. In queste aree, infatti, la forte erosione lineare ha inciso gli esigui spessori della copertura vulcanica fino a toccare il substrato, portando in affioramento i termini più bassi della successione vulcanica. Buone esposizioni di questi prodotti si hanno lungo il fosso Le Vallicelle a nord di Cave. Limitati affioramenti si hanno anche a quote piuttosto elevate dei Monti Prenestini, come avviene a Colle del Fuso (650 m) a ovest di San Vito Romano, dove risulta fortemente alterato e argillificato, spesso con strutture sedimentarie che suggeriscono una rimobilizzazione del deposito. Si tratta di alternanze di livelli a granulometria da cineritico fine a grossolana, fino a lapillosa.

I livelli primari, piuttosto rari in affioramento, sono costituiti da pomici bianche, ben classate, clasto sostenute, e, in misura minore, scorie grigie e cristalli di pirosseno. Le pomici sono porfiriche (con pirosseni) e mediamente vescicolate. Le bancate costituite da pomici presentano spessori da pochi decimetri fino a qualche metro e si alternano a depositi cineritici fini rimaneggiati, con spessori variabili. Più diffusi sono gli affioramenti di questo deposito in facies rimaneggiata o in facies di lahar, come avviene nel fosso Le Vallicelle a nord di Cave, dove supera i 10 m di spessore. In questo caso il deposito varia da massivo a poco organizzato in bancate e livelli con geometria irregolare e con forti variazioni di spessore, spesso frammisto a ciottoli e blocchi calcarei del substrato. Queste caratteristiche suggeriscono che il deposito è stato messo in posto attraverso meccanismi di trasporto tipo debrisflow, ossia attraverso una serie di colate detritiche improvvise e violente, capaci di prendere in carico materiale sciolto o poco coerente presente sui versanti acclivi dei rilievi montuosi. Spessore variabile tra 2 e 10 m.

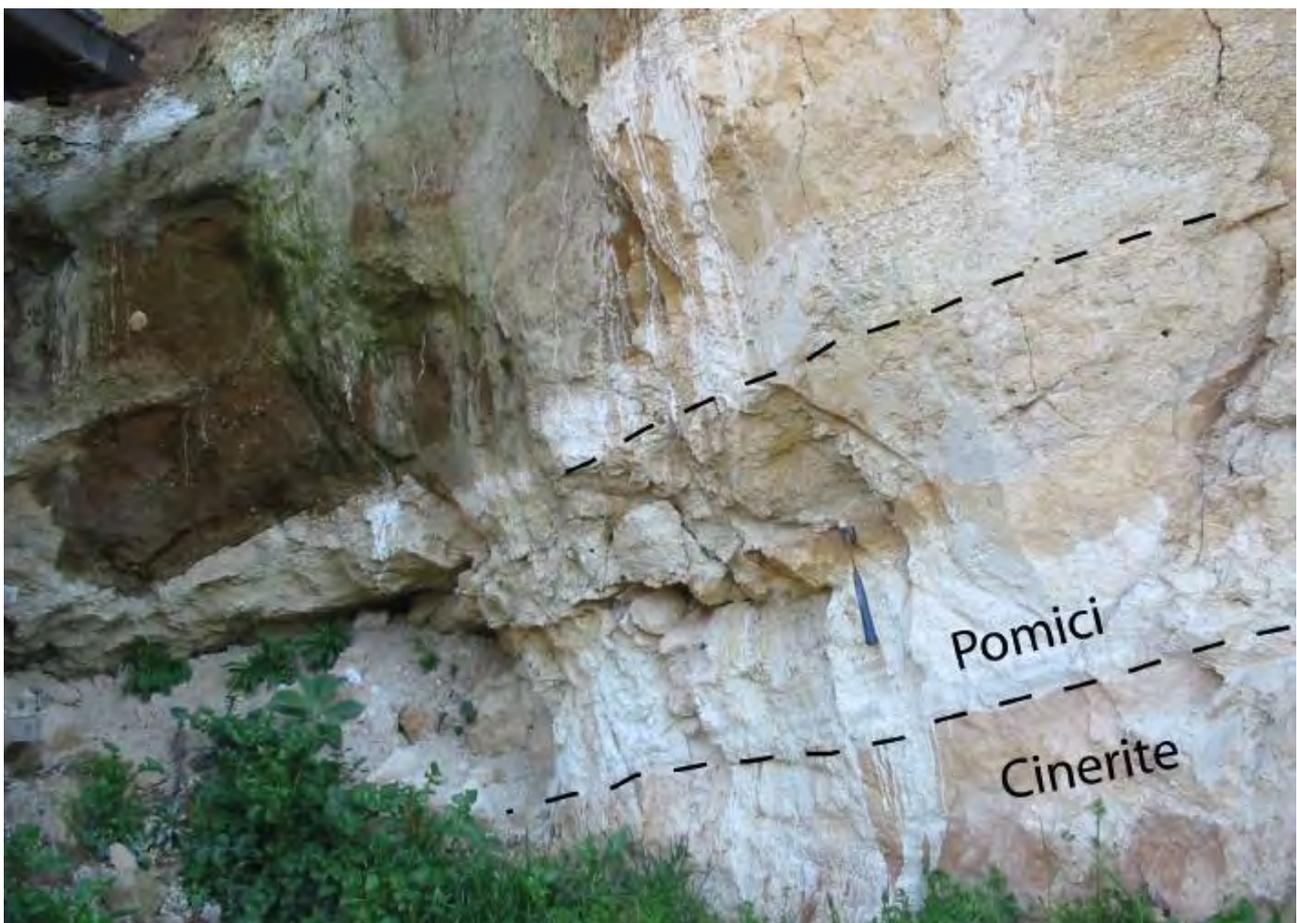


Figura 4.10. Depositi clinostatificati di pomici e cineriti in facies rimaneggiata, appartenenti alla formazione de Le Vallicelle (Loc. Fontana Casanova, Palestrina).

- TDC - Unità di Tor de Cenci [Pleistocene medio p.p.]

Rappresenta l'unità della "Successione dei Tufi Pisolitici" maggiormente esposta nell'area del Foglio 375 "Tivoli". Affiora estesamente lungo le valli profondamente incise alle pendici dei Monti Prenestini (Valle Collerano e Le Vallicelle a Cave, Valle della Mola a Poli) e nella Valle dell'Aniene e del Fosso dell'Empiglione. L'unità di Tor de Cenci poggia in genere su un paleosuolo con un deposito classato di scorie grigie poco arrotondate, con dimensioni che variano da quelle delle cineriti grossolane a quelle dei lapilli. Tale deposito tende a mantellare la topografia e ha uno spessore costante nelle zone distali tra 20 e 30 cm; caratteristiche che fanno pensare ad una messa in posto per ricaduta. Al di sopra l'unità è formata da un deposito cineritico con stratificazioni ondulate o debolmente incrociate, ricco in scorie grigie, pomici gialle, litici lavici e lapilli accrezionari. Questa parte del deposito è sempre ricca di calchi di rami e interi tronchi che risultano isorientati dal flusso. Successivamente si sviluppa la parte principale dell'unità, caratterizzata da un deposito piroclastico litoide, grigio-giallastro, composto prevalentemente da cenere fine (>60-70% del totale), con una struttura massiva e caotica. I lapilli accrezionari sono molto abbondanti e si ritrovano sia dispersi nella matrice che concentrati in livelli stratificati, raggiungendo anche qualche centimetro di diametro. Lo scheletro è composto da pomici e litici lavici centimetrici, cristalli di leucite analcimizzata, clinopirosseno e biotite. Frequenti sono le impronte di tronchi e frustoli vegetali. La parte alta dell'unità di Tor de Cenci è invece caratterizzata da livelli stratificati e ben organizzati, per uno spessore totale di qualche metro, dove si possono concentrare i lapilli accrezionari; l'unità termina verso l'alto con depositi rimaneggiati che possono contenere anche materiale ciottoloso in lenti e forme canalizzate, tipici di ambiente fluviale. Il deposito è riferibile ad una eruzione ignimbratica freatomagmatica di grande volume dell'apparato Tuscolano- Artemisio, capace di raggiungere e a volte superare i primi rilievi appenninici. Sono frequenti evidenze di rimaneggiamento sin-deposizionale, con probabili fenomeni di colate verso valle.

- LLL_a – Lave di Vallerano: Litofacies piroclastica [Pleistocene medio p.p.]

Questi depositi affiorano estesamente nelle valli incise ai piedi dei versanti dei Monti Prenestini e in Val Lungherina. Si tratta di lapilli scoriacei, di colore giallo e nero, intercalati con paleosuoli. La base è ben visibile lungo i tagli del fosso di Ponte Roti, a nord-ovest del centro di Palestrina, ed è caratterizzata da **un'alternanza di livelli**

cineritici e lapillosi per uno spessore variabile tra i 20 e i 40 cm. Il livello inferiore presenta delle laminazioni ondulate e incrociate a basso angolo, con strutture sedimentarie tipo dune e piccoli frustoli vegetali sul fondo. Tra i costituenti, si riconoscono piccole scorie gialle e grigie arrotondate, che si alternano i livelli centimetrici e mantengono lo stesso spessore in località anche molto distanti tra di loro. Questo livello si ritrova generalmente su un paleosuolo molto evoluto, che fa da passaggio alla sottostante unità del Casale del Cavaliere.

Tale deposito è stato interpretato come messo in posto da un flusso piroclastico molto **diluito tipo surge. Verso l'alto invece i depositi passano alle Pozzolane Rosse** attraverso un livello cineritico poligenico, massivo, su cui si appoggiano depositi di scorie organizzato in piccoli strati, con sottili livelli sabbiosi-lapillosi. Nelle aree più distali il deposito perde quasi completamente la sua struttura originaria e si presenta in genere caotico o debolmente stratificato, massivo e frammisto a lenti e livelli di materiale ciottoloso, calcareo. In questi casi, tali depositi rappresentano dei veri e propri lahar sin- e post-eruttivi, che si innescano sui ripidi versanti carbonatici, prendendo in carico tutto il materiale sciolto che **incontrano lungo il tragitto. L'intera successione è in genere** compatta e coerente, tranne per alcuni livelli cineriti molto alterati e che hanno perso consistenza. In corrispondenza di tali livelli si possono verificare piccoli crolli delle bancate sovrastanti. Spessore massimo fino a 5 metri.

- RED - Pozzolane rosse [Pleistocene medio p.p.]

Affiorano estesamente nelle aree distali dei Colli Albani, soprattutto nel settore **settentrionale ed orientale, prevalentemente all'interno delle** strette valli, profondamente incise, che caratterizzano il grande plateau ignimbrico. Cospicui affioramenti sono però stati rinvenuti anche nella Val Lungherina, nella Valle **dell'Aniene** e nel Fosso Capranica, sul versante orientale dei Monti Prenestini, a testimonianza della capacità di sormontare e superare anche ostacoli topografici significativi.

Le *Pozzolane Rosse* sono costituite da un deposito massivo, in genere semicoerente, caotico, di colore che varia dal nero al vinaccia, a matrice cineritica grossolana. I componenti dello scheletro sono costituiti da scorie rosse e nere, litici lavici eterometrici, e soprattutto da litici termometamorfosati del substrato sedimentario, che possono raggiungere anche diametri superiori ai 15 cm. Piuttosto frequenti e grossolani sono anche i litici olocristallini, mentre tra i cristalli si distinguono la leucite, clinopirosseno e

biotite. I *gas-pipes* sono diffusi soprattutto nella parte alta del deposito, a testimonianza che l'unità era ancora calda e ricca in gas, quando si è deposta. Presenta spessori maggiori all'interno di paleomorfologie, come nel caso di Genazzano e nei pressi di San Vittorino, mentre verso l'alto in genere termina con una superficie suborizzontale. Al di sopra si riscontrano generalmente pochi metri di materiale cineritico grossolano, con pochi clasti e litici nello scheletro, debolmente stratificati, derivanti dal rimaneggiamento della pozzolana stessa. In alcuni casi è possibile osservare livelli spessi pochi centimetri di cineriti finissime, laminate, ricche in frustoli vegetali, tipiche di ambienti palustri. La base invece è caratterizzata da un deposito di ricaduta costituito interamente da cineriti grossolane e lapilli di scorie.

Tale deposito da ricaduta è molto frequente nelle aree distali e presenta uno spessore variabile da 20 cm fino ad un massimo di 40 cm. Subito a SE dell'abitato di Genazzano, lungo il Fosso Rio, l'unità descritta è interessata da una serie di fratture estensionali riempite di materiale carbonatico. Il sistema di fratture ha un'orientazione NO-SE e subordinatamente NE-SO.



Figura 4.11. Affioramento del contatto tra le Pozzolane Rosse (in alto) e le Lave di Vallerano, litofacies piroclastica (in basso). Sono evidenti depositi costituiti prevalentemente da scorie da ricaduta. Località Colle Catasta, Cave.

- PNR – Pozzolane nere [Pleistocene medio p.p.]

Affiorano estesamente nelle aree distali dei Colli Albani, soprattutto nel settore **settentrionale ed orientale, prevalentemente all'interno delle strette valli**, profondamente incise, che caratterizzano il grande plateau ignimbrico. Le zone in cui **vi sono buone esposizioni sono quelle nei pressi dell'abitato di Gallicano**, sviluppatosi interamente su questa formazione, e in generale lungo le pareti di cave, come avviene **nei pressi dell'ex Cava Salini (San Vittorino)**.

Si tratta **di un'unità piroclastica costituita da un deposito massivo e caotico, o** blandamente stratificato nelle aree più distali. Generalmente litoide per zeolitizzazione diventa semicoerente allontanandosi **dall'area sorgente. La matrice è cineritica** grossolana e costituisce il 60-70% del deposito, di colore grigio-bruno. **All'interno dello** scheletro compaiono scorie nere e rosse di dimensioni fino a 4 cm, litici lavici, olocristallini e rari sedimentari termometamorfosati di dimensioni di qualche cm. Le scorie sono generalmente ben vescicolate, porfiriche e di diametro fino a 10 cm. Tra i cristalli domina la leucite, e in misura minore il clinopirosseno. Alla base spesso presenta impronte di tronchi e rami, con livelli clasto-sostenuti. Si appoggia su un deposito lapilloso scoriaceo da ricaduta, spesso circa 20-30 cm e su depositi rimaneggiati di scorie. La parte alta invece è caratterizzata da depositi cineriticilapillosi rimaneggiati, da massivi a debolmente stratificati, con rari livelli cineritici pedogenizzati.

La geometria del deposito è tabulare su paleotopografie blande, mentre quando si presenta con spessori ridotti si rinvia confinato in piccole paleovalli, con geometrie lentiformi e per lo più in maniera discontinua. Nelle aree più distali gli spessori si riducono fortemente fino a pochi decimetri, confondendosi con i depositi rimaneggiati delle Pozzolane Rosse e con i depositi da ricaduta. **L'unità è riferibile ad una eruzione** ignimbrica di grande volume del vulcano dei Colli Albani.

- SLVb – Formazione Fontana Centogocce – litofacies piroclastica [Pleistocene medio p.p.]

Affiora prevalentemente nelle valli che incidono il settore nord-orientale del plateau ignimbrico dei Colli Albani. È costituita da pochi metri di depositi cineritici-lapillosi, prevalentemente da ricaduta, sottostante il Tufo Lionato Auct. Buone sezioni affiorano lungo i due fianchi della Valle Collerano e presso i tagli del nuovo depuratore di Palestrina, dove è possibile osservare la successione in tutta la sua interezza.

Si tratta di un'alternanza di depositi tabulari di lapilli scoriacei ben classati e livelli cineritici poligenici intervallati con orizzonti alterati e pedogenizzati. Le scorie, poco vescicolate, presentano un colore da marrone a grigio scuro, e possono essere sia afiriche che porfiriche, con cristalli in genere di leucite. Le dimensioni delle scorie in genere non superano 2 cm. All'interno della successione si riconoscono spesso delle sacche di riempimento di materiale alterato e pedogenizzato. Termina verso l'alto in genere con oltre 1 metro di materiale cineritico bruno, pedogenizzato, che fa da passaggio all'unità sovrastante del Tufo Lionato. Il contatto tra queste due unità può avvenire anche senza l'interposizione di un paleosuolo e con un contatto discordante, come si può osservare nei pressi dell'abitato di Zagarolo. Spessore massimo stimato 6 m.

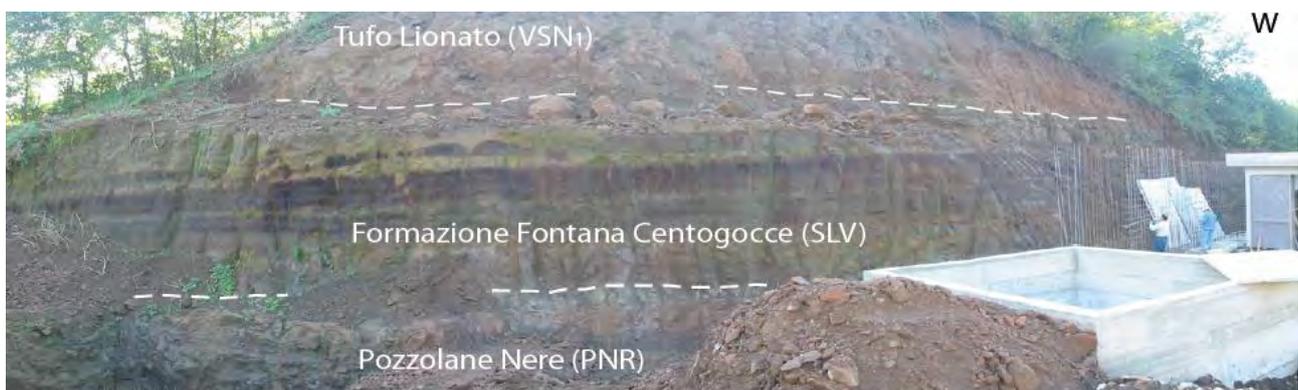


Figura 4.12. Affioramenti di depositi piroclastici relativi alle Pozzolane nere (in basso), depositi da ricaduta della Formazione Fontana Centogocce e del Tufo Lionato. Località Valle Spinacelo, Palestrina.

- VSN₁ – Tufo Lionato [Pleistocene medio p.p.]

Costituisce la parte basale della formazione di Villa Senni. Affiora con buone esposizioni anche in zone molto distanti dall'area di provenienza. La base del Tufo Lionato è quasi sempre su una cinerite fortemente arrossata ed è caratterizzata da una piccola successione spessa tra 30 e 70 cm, costituita da livelli decimetrici di cineriti e lapilli, ben organizzati. Il primo livello ha uno spessore di 5-10 cm, è ricco di frustoli vegetali isorientati sul fondo e presenta laminazioni piano parallele o debolmente ondulate. Segue un livello poco organizzato, scoriaceo-lapilloso ben classato soprattutto nella parte alta, fatto quasi esclusivamente da scorie grigie.

Il livello a laminazioni ondulate è interpretato come un deposito da surge ed è quello che riesce ad arrivare a quote superiori ai 600 m s.l.m. Il livello a scorie grigie invece è interpretabile come un deposito da ricaduta relativo alle prime fasi esplosive che hanno messo in posto la *formazione di Villa Senni*.

Al di sopra di questo livello comincia la facies tipica del *Tufo Lionato*. Si tratta di un deposito a matrice cineritica, con abbondanti pomici gialle e scorie grigie ben classate. Sono presenti anche litici lavici e olocristallini, con dimensioni che variano da pochi millimetri fino a qualche centimetro. In affioramento si presenta massivo, caotico, litoide per zeolitizzazione con piccole vescicole appiattite, da giallo a rosso. Tra i cristalli sono presenti leucite, in genere analcimizzata, e pochi **pirosseni**. **Verso l'alto il deposito tende ad avere un contenuto maggiore in leucite**, e assume un colore arancione-rossastro, con scorie più grossolane da marroni a rosse, che possono superare 7 cm in diametro. Questa facies è anche caratterizzata dalla presenza di fiamme e da olocristallini più **frequenti**. **In tutta l'unità, possono** presentare *gas-pipes* nelle are più prossime al vulcano. La geometria del deposito è in genere tabulare, mentre gli spessori variano da pochi metri fino ad un massimo di 40 metri nelle paleomorfologie, come avviene nei pressi di Zagarolo, dove affiora lungo tutte le pareti della dorsale su cui si appoggia il centro abitato. Il *Tufo Lionato* si ritrova, anche a quote piuttosto elevate, sui primi rilievi dei Prenestini meridionali. In questi casi la facies è quella basale ricca in pomici gialle e scorie rosse, con evidenti segni di rimaneggiamento, rari calchi di rami e spessori molto **limitati, mai superiori ai 4 m**. **Il deposito massivo dell'unità è molto compatto e litoide** per zeolitizzazione. Queste caratteristiche fanno sì che sia stato cavato ed utilizzato per **vari scopi, soprattutto nell'edilizia**. La composizione è tefrifonolitica (Conticelli *et alii*, 2010). Lo spessore arriva a 40 m. "Tufo Lionato litoide" *Auctt.*

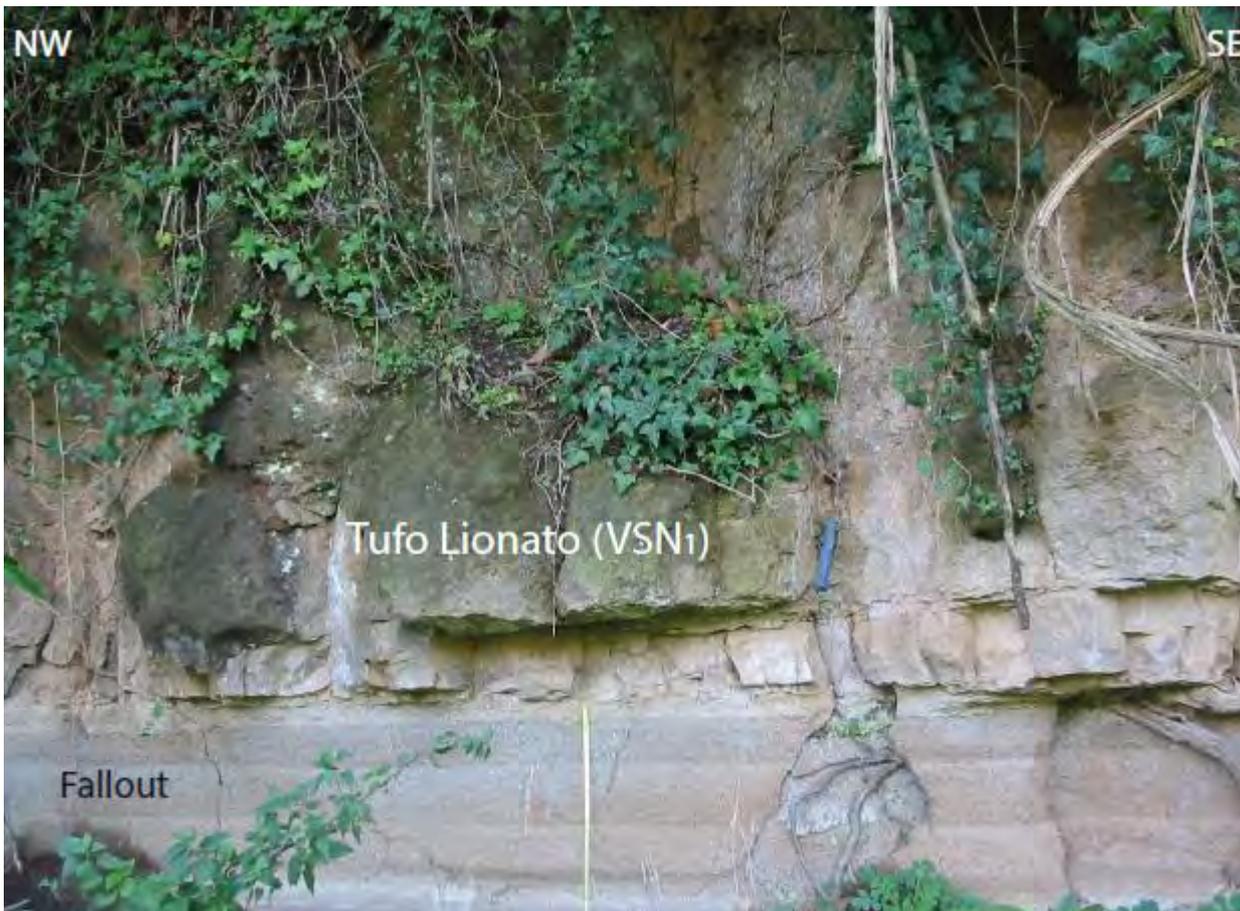


Figura 4.13. Base dell'unità del Tufo di Villa Senni.

- VSN₂ - Pozzolanelle (Pleistocene medio)

Rappresentano il termine superiore della *formazione di Villa Senni*. Affiorano **estesamente nell'area del Foglio e costituiscono la superficie morfologica che** definisce il *plateau* ignimbrico dei Colli Albani. Il passaggio tra il *Tufo Lionato* e le *Pozzolanelle* avviene gradualmente, laddove la leucite diventa più abbondante e il colore rosso tipico del *Tufo Lionato* lascia il posto al colore bruno della matrice che caratterizza la parte alta della *formazione di Villa Senni*.

Il deposito in genere è poco coerente, non zeolitizzato, ed è caratterizzato da scorie rosse distinte in due popolazioni. Si riconoscono infatti sia scorie arrotondate delle dimensioni di qualche centimetro, che scorie più grossolane vescicolate, di forma molto irregolare. Lapilli e blocchi di litici lavici e olcristallini possono raggiungere il 30% del deposito. Tra i cristalli risulta particolarmente abbondante la leucite, soprattutto nelle aree prossimali. Sono frequenti anche cristalli di clinopirosseno e biotite. Occasionalmente si possono osservare *gas-pipes*. **La geometria dell'intera** unità appare

in genere tabulare, lo spessore può superare i 30 m all'interno di paleovalli, ma risulta pressoché assente nelle aree più distali come nella zona di Cave. In questi casi, dato lo spessore piuttosto ridotto dell'unità, risulta molto difficile poterla distinguere dal Tufo Lionato. La composizione varia da tefri-fonolitica a fono-tefritica (Conticelli *et alii*, 2010).

4.3.4 Depositi post-orogenici – Litosoma Tuscolano-Artemisio

- FKB_b – Formazione di Madonna degli Angeli – litofacies piroclastica

Affiora ampiamente nel settore meridionale del Foglio e sporadicamente nel settore centrale e settentrionale sul bordo dei Monti Prenestini e Tiburtini. Si tratta di alternanze di livelli a scorie vescicolate, ben classate, e livelli cineritici parzialmente rimaneggiamenti, con tracce di pedogenesi. Le dimensioni degli individui non superano i 2 cm. Sulle pendici dei versanti calcarei si presentano fortemente rimaneggiamenti e poco organizzati. Il deposito ammanta la topografia nelle aree prossimali, mentre tende ad ispessirsi ai piedi dei versanti carbonatici dove possono risultare molto instabili. In genere risulta facilmente erodibile e poco coerente. Gli spessori sono piuttosto ridotti e variano tra 1 e 6 m.

4.3.5 Unità sedimentarie post vulcaniche

- SFT_{b2} - Coltre eluvio-colluviale [Olocene]

Coperture di limi e sabbie, con rari frammenti grossolani di natura calcarea, che riempiono forme carsiche prodotte da processi di erosione; terreni residuali e terre rosse. Spessore non valutabile.

- SFT_b - Depositi alluvionali [Olocene]

Alternanze di sabbie, silt, argille e livelli ricchi di materia organica. Spessore fino a 60 m.

- SFT_a - Depositi di versante [Olocene]

Coperture di limi di limi, sabbie e ghiaie, con rari frammenti litoidi grossolani.

5. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

Il Tratto T1 del tracciato di progetto interessa **un'area caratterizzata da rilievi carbonatici** piuttosto acclivi che sono stati incisi, in corrispondenza di linee di debolezza tettonica, dal Fosso Capranica e dal Torrente Rio. I Monti Prenestini, ad Ovest, si estendono con andamento NNO-SSE per una lunghezza di circa 12 km, dal plateau ignimbrico che caratterizza il bordo settentrionale dei Colli Albani sino alla valle del Fiume Empiglione, che ne costituisce il limite settentrionale. Il settore centro-orientale della dorsale dei Monti Prenestini (**relativamente all'area oggetto di studio**) è **costituito prevalentemente** da depositi calcarei e calcareo marnosi del Miocene inferiore e medio. Questi definiscono nella zona di cresta una vasta area pianeggiante, che si estende assialmente per gran parte della **struttura e che definisce gran parte del nucleo dell'anticlinale dei Monti Prenestini**. Il versante orientale della struttura è contrassegnato da rilievi molto elevati, che spesso superano i 1000 m e che marcano la dorsale dei Monti Caprini. Questo versante della dorsale, estremamente acclive e regolare, corrisponde alla superficie strutturale data dalla stratificazione dei depositi carbonatici del Miocene medio, che si **riconosce con notevole continuità lungo l'intero fianco orientale della struttura dei Monti Prenestini**. Per quanto riguarda le aree ad Est del tracciato di progetto, queste presentano, invece, morfologie collinari più dolci caratterizzate dalla presenza dei depositi silicoclastici del Miocene superiore.

Per quanto riguarda il Tratto T2, la **morfologia dell'area appare fortemente** caratterizzata dalla presenza del vulcano dei Colli Albani che, con la sua forma tronco conica, si erge dalle pianure circostanti per raggiungere con il Maschio delle Faete la quota massima di 956 metri s.l.m. Il vulcano comprende due depressioni calderiche: una più interna che si attesta a quota media di 750 metri, denominata delle Faete o dei Campi di Annibale, ed una esterna, la depressione tuscolano-artemisia, allungata per circa 10 chilometri in direzione Est-Ovest, **con forma ellissoidale. Quest'ultima appare** interrotta, nel settore occidentale, dai laghi di Albano e di Nemi e dalla depressione di **Valle Ariccia, in passato anch'essa occupata da uno specchio lacustre, forme originate** dalla coalescenza di più crateri di esplosione, nonché dal cratere di Giuturna. Il lago di Albano, in particolare, deve la sua attuale conformazione alla coalescenza di almeno 5 crateri ed è caratterizzato da una elevata profondità, circa 175 metri. Altre forme crateriche eccentriche, di **dimensioni minori, si individuano a Nord dell'area: Valle Marciana, Castiglione, Prata Porci e Pantano Secco.**

L'analisi della topografia consente di individuare, inoltre, sparsi in tutta l'area albana numerosi coni di scorie, con forme pressoché circolari, di dimensioni relativamente modeste, talvolta allineati lungo direttrici di origine probabilmente tettonica.

I versanti esterni del recinto vulcanico sono solcati da un fitto reticolo idrografico ad andamento radiale, principalmente centrifugo, privo di tributari. La parte periferica della struttura vulcanica è rappresentata da un pendio degradante verso il mare costituito da spianate sommitali separate da valli piuttosto incise che ospitano un reticolo idrografico più articolato.

Le caratteristiche di resistenza dei terreni vulcanici, ed il regime pluviometrico, caratterizzato da periodi di intensa precipitazione, hanno favorito la formazione di valli tra loro sub-parallele con andamento radiale, piuttosto strette ma profondamente incise.

5.1 *INSTABILITÀ GRAVITATIVE*

Con il fine di valutare il rischio geomorfologico in corrispondenza delle aree di progetto, **si è proceduto all'analisi del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) per il Rischio Frana, redatto dall'Autorità di Bacino dei Fiumi Liri-Garigliano e Volturno (oggi compreso nell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale).**

Sono state consultate le cartografie dei comuni interessati dalle opere di progetto e, con **il fine di dettagliare e rendere omogenea l'analisi del rischio geomorfologico**, sono stati scaricati i dati ufficiali in formato vettoriale (shp) dell'AdBD dell'Appennino Meridionale (Figura 5.1).

Viene di seguito riportato l'Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia (piattaforma idroGEO – database del Progetto IFFI), dove sono rappresentati e distinti per tipologia i dissesti geomorfologici, in base al quale si conferma la presenza di alcuni fenomeni **gravitativi nell'area di progetto mentre altre aree identificate dal AdB Liri-Garigliano e Volturno come a rischio non vengono identificate a rischio frana dall'IFFI**, soprattutto per il tratto T2 (Figura 5.2).

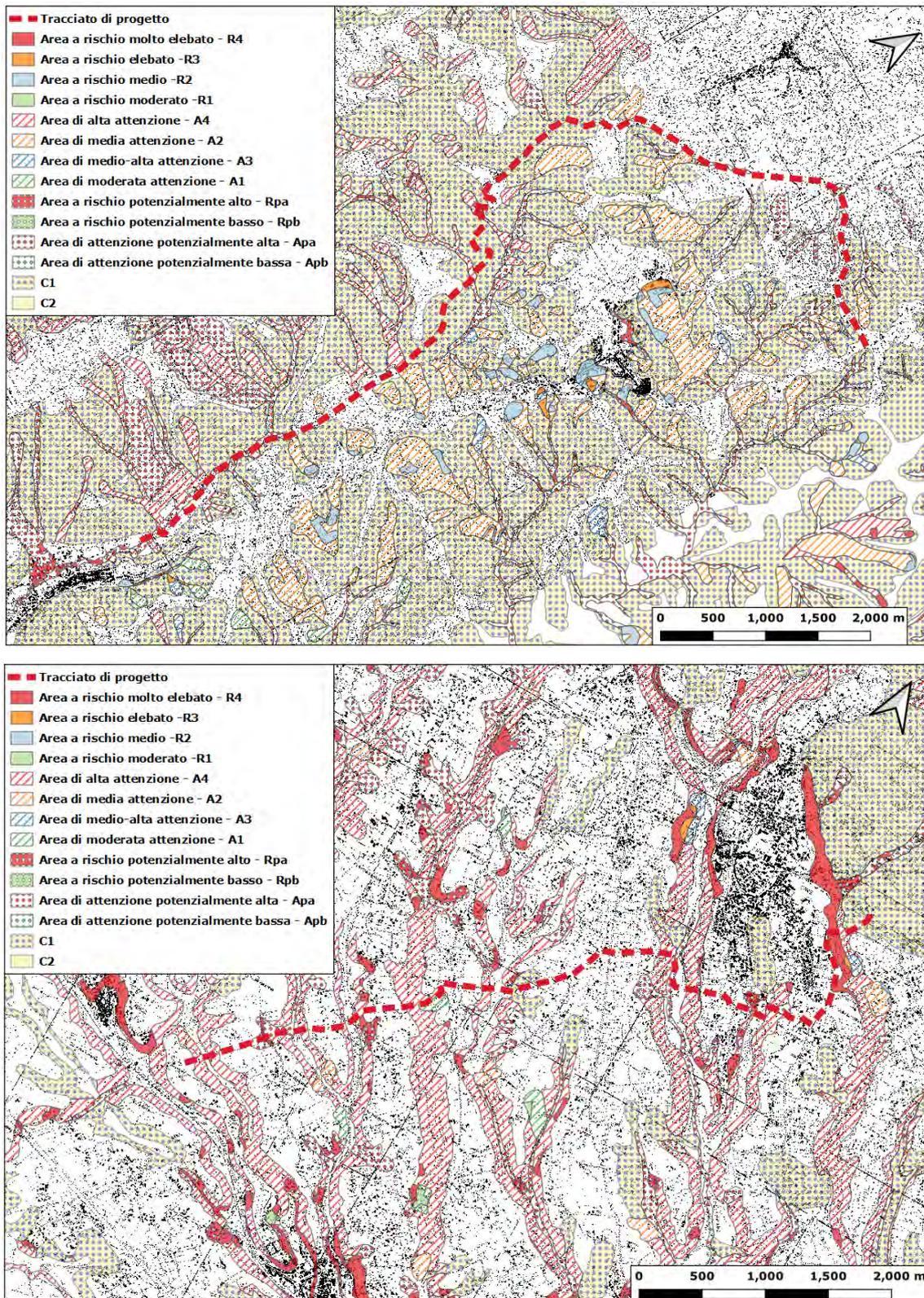


Figura 5.1. Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) – Carta degli scenari di Frana - 'Autorità di Bacino dei Fiumi Liri-Garigliano e Volturno. Stralcio fuori scala. In rosso il tracciato di progetto. In alto il tratto T1, in basso il tratto T2.

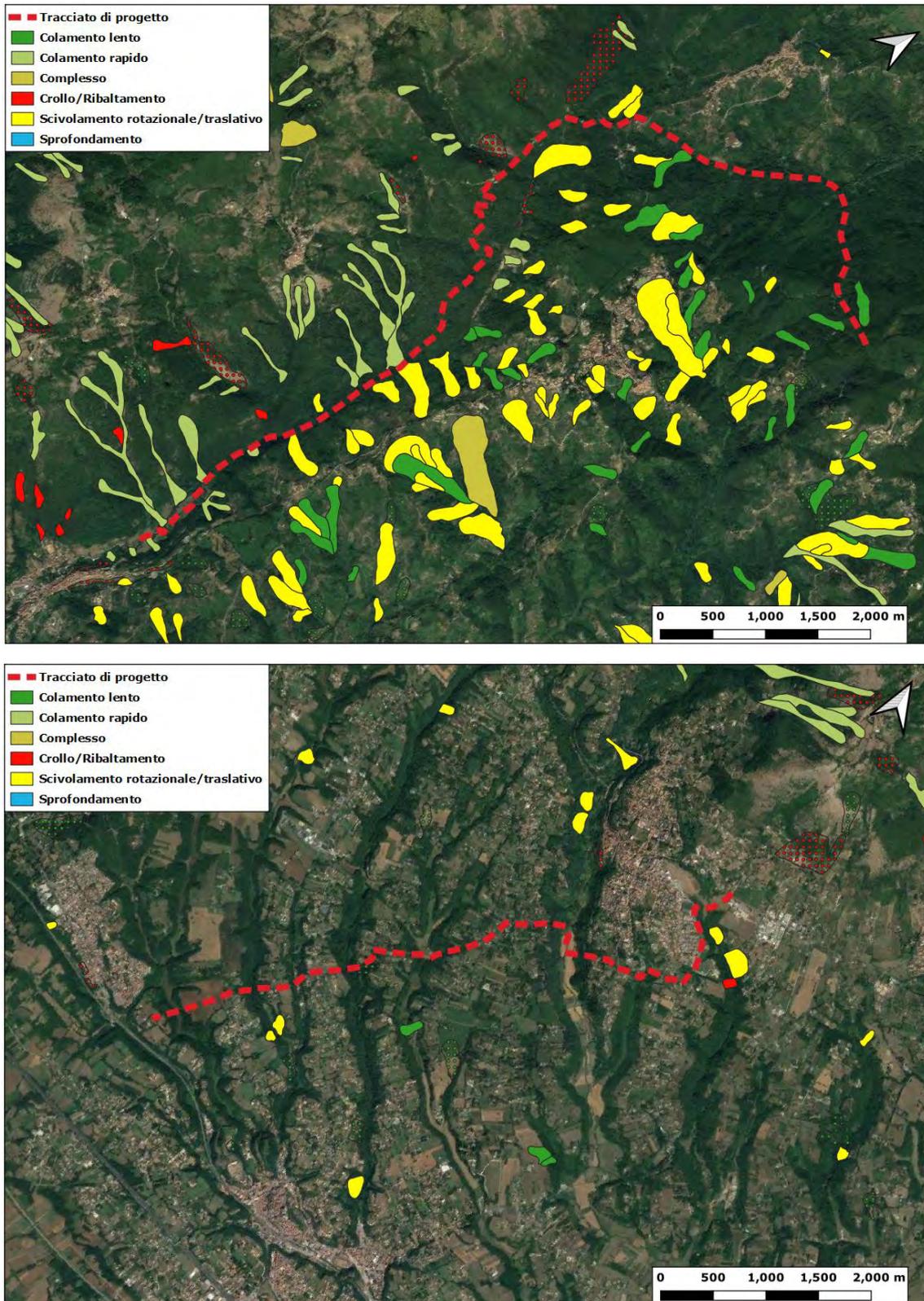


Figura 5.2. Stralcio fuori scala tratto dal database Progetto IFFI. In rosso viene rappresentato il tracciato di progetto. In alto il tratto T1, in basso il tratto T2.

Dalla consultazione delle cartografie ufficiali sopra riportate si evince come sia la gravità a rappresentare il principale agente **morfogenetico dell'area di studio**. Le instabilità gravitative si distribuiscono principalmente lungo i versanti, in corrispondenza dei molteplici fossi, rivoli e solchi da ruscellamento concentrato.

Nel dettaglio, dalla consultazione del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico – Rischio di Frana del Bacino dei Fiumi Liri, Garigliano e Volturno, si evince che l'opera di progetto interessa le seguenti aree (Figura 5.1):

- Area a rischio molto elevato (R4);
- Area di alta attenzione (A4);
- Area a rischio idrogeologico potenzialmente alto (Rpa);
- Area di attenzione potenzialmente alta (Apa);
- Area di media attenzione (A2);
- Area di moderata attenzione (A1);
- Area di possibile ampliamento (C1).

Dalla consultazione dell'*Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia* si osserva come, per il tratto T1, le formazioni geologiche flyschoidi del versante in sinistra idrografica del Fosso di Capranica, siano caratterizzate principalmente da fenomeni franosi classificati come scivolamenti rotazionali/traslativi (in giallo) e colamenti lenti (in verde scuro). Tali cinematismi sono tipici delle formazioni marnoso-arenacee in quanto gli orizzonti marnoso-argillosi o arenacei poco cementati operano da superficie di scollamento sulle porzioni litoidi.

In destra idrografica del Fosso di Capranica, le formazioni calcaree dei Monti Prenestini sono caratterizzate invece dalla presenza quasi esclusiva di colamenti rapidi (in verde chiaro). Tali forme gravitative superficiali sono attribuiti alle colate di detrito (*debris flow*) che si concentrano lungo i solchi e fossi di ruscellamento concentrato dei pendii carbonatici.

Relativamente al tratto T2, **dalla consultazione dell'*Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia*** non si evincono forme di dissesto censite in corrispondenza delle opere di progetto.

Inoltre, come si evince dallo stralcio della Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica – Regione Lazio, Comune di Genazzano (RM), riportata in Figura 7.22 della presente relazione, parte del tracciato della condotta di progetto ricade **all'interno delle** Zone Suscettibili di Instabilità (ZI) – Aree in frana. Queste aree in frana sono riportate anche nella cartografia del PSAI (*Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico*) **redatto dall'Autorità di Bacino dei Fiumi Liri – Garigliano e Volturno** e nel particolare vengono identificate come *Aree di attenzione potenzialmente alta (A_{pa})* e *Aree di alta attenzione (A4)*. Tali zone interessano in gran parte aree di fondovalle in corrispondenza del Fosso di Capranica e del Torrente Rio e la loro morfologia è rappresentata da versanti acclivi costituiti da calcareniti a briozoi alla base dei quali **sono presenti corsi d'acqua con relativi depositi alluvionali.**

Dal rilievo geomorfologico effettuato nei pressi delle aree in questione, eseguito con il supporto di foto aeree scattate da drone, non si evincono elementi geomorfologici attribuibili ad instabilità gravitative di versante in atto e/o potenziali. Infatti, come **osservabile dalle foto aeree di seguito riportate, l'area risulta caratterizzata** dalla presenza di una fitta vegetazione spontanea, la quale non presenta evidenze di deformazione del suolo quali uncinature, aree denudate e accumuli di depositi ai piedi dei versanti attribuibili ad eventi franosi.

Infine, essendo il tracciato di progetto ubicato nelle aree di fondovalle ed interrato ad una profondità di circa 2-3 metri, **qualora si verificassero eventi franosi, quest'ultimi** non andrebbero in ogni caso ad interagire con le opere di progetto.



Figura 5.3. Foto aree da drone scattate in corrispondenza delle Zone Suscettibili di Instabilità (ZI) – Aree in frana.

5.2 FENOMENI DI ESONDAZIONE

Relativamente al rischio idraulico e fenomeni di esondazione nelle aree di progetto, il **Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico redatto dall'AdB dei Fiumi Liri-Garigliano e Volturno** non segnala la presenza di alcuna area soggetta a tale rischio.

5.3 PROCESSI CARSICI

Le cause principali degli sprofondamenti vanno quindi principalmente ricercate nei processi di soffusione, che si sviluppano per la risalita delle acque attraverso le faglie **che dislocano il substrato carbonatico, provocando l'erosione dal basso (piping) dei depositi continentali sovrastanti**, cui si aggiungono gli effetti dei processi di dissoluzione legati alla risalita di fluidi mineralizzanti attraverso gli stessi elementi strutturali (Nisio, 2003). Tali processi subirebbero degli incrementi rilevanti in occasione di eventi sismici o di eventi meteorici di notevole intensità, a causa delle variazioni di pressione nelle falde confinate nel substrato carbonatico (Centamore et al., 2004).

Più in generale, i fattori predisponenti da tenere in considerazione per definire un'area come potenzialmente soggetta a sinkholes sono i seguenti:

- lo spessore delle coperture recenti in relazione alla profondità alla quale affiora il substrato carbonatico;
- **l'effettiva distribuzione di fenomeni di carsismo ipogeo in relazione al livello di stress, ossia al grado di tettonizzazione;**
- le caratteristiche idrogeologiche ed idrodinamiche della falda in relazione ad un possibile circuito carsico;
- **la presenza di una falda confinata in relazione all'effetto di sotto-spinta da essa indotta a fronte del carico litostatico totale soprastante;**
- **l'avvicinarsi del movimento verticale discendente delle acque con un flusso ascendente, nei casi in cui l'acquifero carbonatico entri in collegamento con i terreni della copertura;**
- la presenza di manifestazioni idrotermali o minerali.

Per l'identificazione di possibili aree già soggette a fenomeni di dissesto carsico si è fatto riferimento al Database Nazionale Sinkhole ISPRA (Figura 5.4) ed alla cartografia ufficiale della Regione Lazio (Meloni et al., 2012) (Figura 5.5).

Entrambe le cartografie tematiche non riportano, nelle zone interessate dai tracciati di progetto, situazioni note di sinkhole.

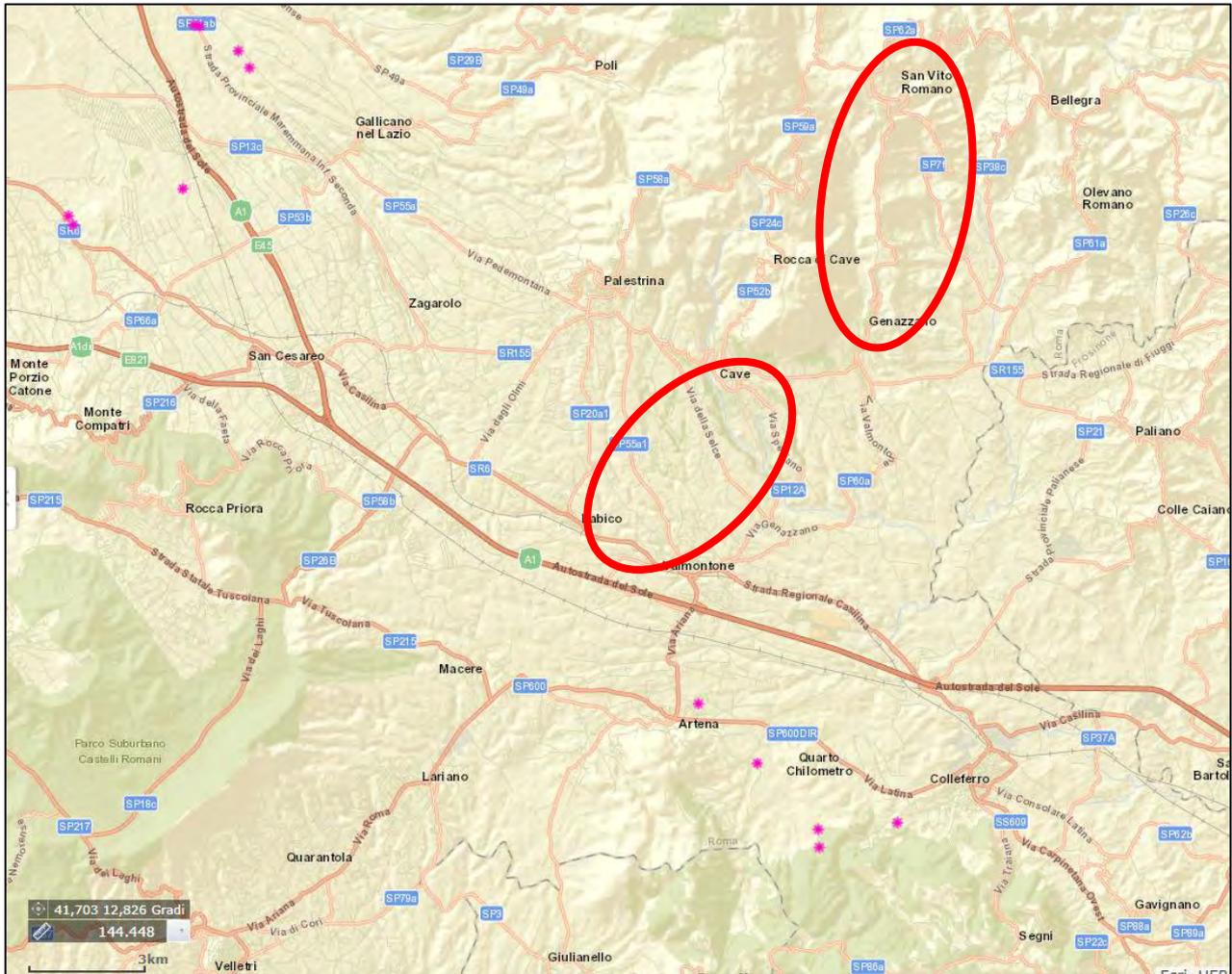
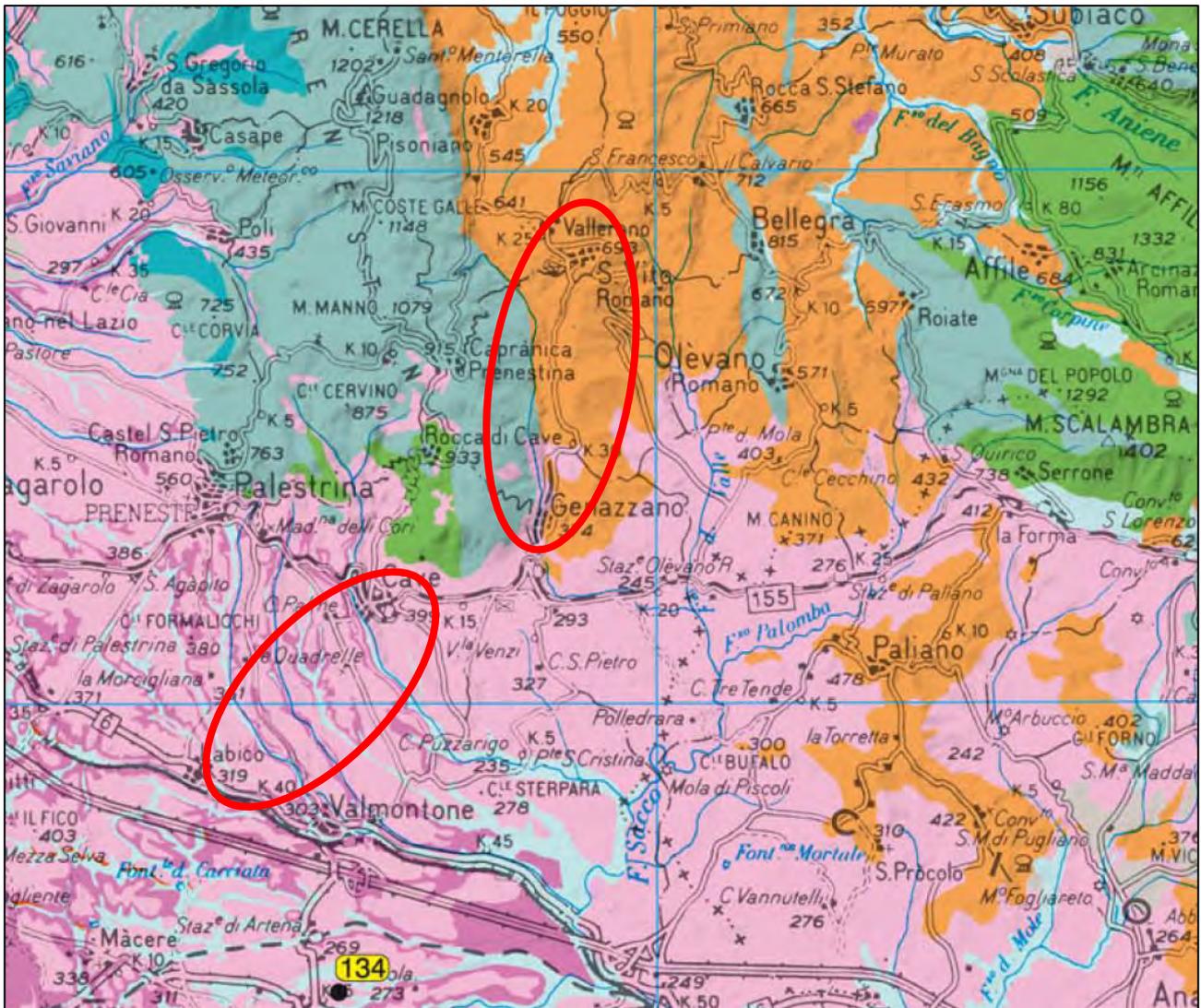


Figura 5.4. Fenomeni di sinkhole censiti nel Database Nazionale Sinkhole (ISPRA) per l'area di interesse.



157 ● Sinkhole (il numero indica il riferimento nella tabella, il simbolo l'ubicazione in carta).

 Alluvioni, terre rosse, depositi continentali recenti	 Lave	 Argille con gessi	 Calcari e calcari marnosi pelagici e di transizione
 Argille, sabbie, conglomerati continentali antichi	 Scorie e lapilli	 Formazioni Flyschiodi	 Marne e calcari detritici
 Conglomerati poligenici	 Tufi litoidi e terrosi	 Flysch tolfetani	 Filladi
 Travertino	 Argille, sabbie e ghiaie marine	 Calcari e dolomie di piattaforma carbonatica	 Confine regionale

Figura 5.5. Fenomeni di sinkhole censiti nel Database Nazionale Sinkhole (ISPRA) per l'area di interesse.

5.4 STUDIO DI COMPATIBILITÀ IDROGEOLOGICA

Sovrapponendo il tracciato della condotta di progetto con la "Carta degli scenari di rischio di frana" del PSAI (*Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico*) redatto dall'Autorità di Bacino dei Fiumi Liri – Garigliano e Volturno, è possibile osservare come esso ricada all'interno di aree perimetrate come "Area a rischio potenzialmente alto – R_{pa} ", "Aree di attenzione potenzialmente alta – A_{pa} ", "**Aree di alta attenzione – A4**" "Aree di media attenzione – **A2**", Aree di moderata attenzione – **A1**", Aree a rischio molto elevato – **R4**" e "Area di possibile ampliamento dei fenomeni franosi cartografati all'interno – C_1 ".

Come previsto dalle Norme Attuative del PSAI dell'Autorità di Bacino dei Fiumi Liri – Garigliano e Volturno ("Norme di Attuazione e Misure di Salvaguardia"), ed in particolare dal "TITOLO II – Norme d'uso del suolo: Divieti e Prescrizioni", tra gli interventi ammessi nelle sopracitate aree di rischio rientrano:

- Aree a rischio potenzialmente alto (R_{pa}) ed Aree di attenzione potenzialmente alta (A_{pa}): [...] le costruzioni e gli interventi in generale sono subordinati al non aggravamento delle condizioni di stabilità del pendio, alla garanzia di sicurezza determinata dal fatto che le opere siano progettate ed eseguite in misura adeguata al rischio dell'area e la loro realizzazione non concorra ad incrementare il carico insediativo, non precludendo la possibilità di attenuare e/o eliminare le cause determinanti le condizioni di rischio;
- Aree di alta attenzione (A4): nelle aree di cui alla rubrica del presente articolo, non urbanizzate, si applicano i divieti e le prescrizioni di cui al precedente Articolo 3 e con le medesime eccezioni, qualora, in sede di approfondimento, risultasse la presenza di strutture, infrastrutture o beni ambientali e culturali;
- Aree di media attenzione (A2): Nelle aree richiamate nella rubrica del presente articolo, non urbanizzate, si applica la disciplina di cui al precedente Articolo 8;
- Aree di moderata attenzione (A1): Nelle aree richiamate nella rubrica del presente articolo, non urbanizzate, si applica la disciplina di cui al precedente Articolo 10;

- *Aree a rischio molto elevato (R4):* in tale area è possibile la realizzazione di nuove infrastrutture pubbliche o di interesse pubblico riferite a servizi essenziali non delocalizzabili, purché **l'opera sia progettata ed eseguita in misura adeguata al rischio dell'area e la sua realizzazione non concorra ad incrementare il carico insediativo e non precluda la possibilità di attenuare e/o eliminare le cause che determinano le condizioni di rischio;**
- *Area di possibile ampliamento dei fenomeni franosi cartografati all'interno – (C1):* nelle aree di cui alla rubrica gli interventi sono **subordinati unicamente all'applicazione della normativa** vigente in materia, con particolare riguardo al rispetto delle disposizioni contenute nel D.M. 11 marzo 1988 (S.O. G.U. n.127 del 1/06/88), nella Circolare LL.PP. 24/09/88 n. 3483 e successive norme e istruzioni e nel D.P.R. 6 giugno 2001, n. 380 (Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia - G.U. n. 245 del 20 ottobre 2001- s.o. n. 239).

Le stesse *Norme di Attuazione e Misure di Salvaguardia* prevedono che tutti i progetti relativi agli interventi consentiti debbano essere corredati da uno Studio di Compatibilità Idrogeologica (*TITOLO III, Art. 23 – SCI/06: Studio di compatibilità idrogeologica – TIPO VI*) commisurato **all'importanza ed alle dimensioni degli stessi interventi ed alla tipologia di rischio presente o potenziale.**

In base a quanto prevede l'Art. 23 - SCI/06 delle suddette norme, il progetto relativo all'opera da realizzare deve essere corredato da uno **Studio di Compatibilità Idrogeologica, realizzato tenendo conto dell'importanza e dimensione degli interventi previsti e della tipologia di rischio e di fenomeno.** Lo Studio di Compatibilità Idrogeologica (SCI/06) deve, inoltre, essere corredato, come da prescrizioni, dalla seguente cartografia tematica:

- **Carta dell'inquadramento territoriale;**
- Carta geolitologica;
- Carta geomorfologica;
- Carta idrogeologica;
- Carta dei fenomeni franosi;

- Carta degli scenari del rischio da frana;
- **Carta dell'ubicazione delle indagini (si faccia riferimento all'allegato A246 PDS G001 e A246 PDS G002 della presente relazione);**
- Sezione geologico-tecnica.

Gli interventi di progetto prevedono la realizzazione di una nuova linea di adduzione dal partitore Monte Castellone (posto nel Comune di S. Vito Romano) al partitore Colle S. **Angelo (posto in Comune di Valmontone) nell'ambito del** sistema acquedottistico Simbrivio.

In particolare, il presente progetto riguarda la realizzazione di due tronchi di completamento della condotta preesistente avente un diametro di DN 1000 per il tratto T1 e DN 600 per il tratto T2, con una profondità di scavo che, per buona parte del tracciato di progetto, risulta essere compresa tra circa 2 e 3 metri dal piano campagna. Tenuto conto dei sopracitati livelli di rischio ed attenzione (*Rpa, Apa, A4, A2, A1, R4 e C1*) definiti dal PSAI, si ritiene opportuno prevedere lungo la tratta di progetto quanto segue:

- costante utilizzo di adeguate opere provvisorie di sostegno dei fronti di scavo al fine di evitare anche minimi detensionamenti dei fronti di scavo;
- apertura cavi a tratte della minor lunghezza possibile e per tempi ridotti;
- pulizia del versante ed eventuale disaggio di blocchi di roccia instabili se presenti.

A supporto di tale studio è stato effettuato un rilevamento geomorfologico di dettaglio in corrispondenza di tutto il tracciato di progetto, **focalizzando l'attenzione in** corrispondenza delle aree cartografate dal PAI con i diversi livelli di rischio e attenzione sopracitati. Sono state prodotte dunque delle schede di sintesi al fine di chiarire gli eventuali fenomeni franosi in atto e o potenziali che possano eventualmente interferire con le opere di progetto. Gli assetti lito-stratigrafico, geomorfologico e idrogeologico dei versanti oggetto del rilievo sono stati illustrati con sezioni e stralci cartografici di dettaglio. Per avere un quadro più chiaro della morfologia del territorio da più punti di vista, sono state acquisite inoltre **foto aeree mediante l'ausilio** di un drone.

Le schede di sintesi sono allegate in calce alla presente Relazione (Allegato 6: *Schede di rilevamento geomorfologico delle zone di pericolosità e rischio frana cartografate dal PAI interessate dalle opere di progetto*), e sono così suddivise:

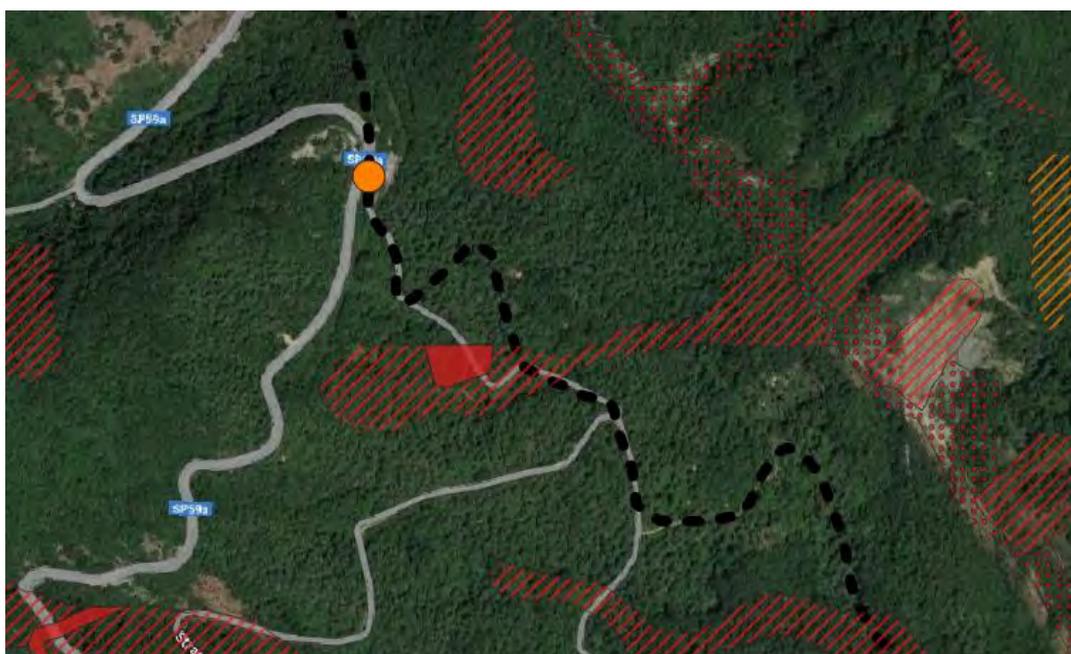
ID	Comune	Area PAI
1	Pisoniano (RM)	Apa
2	San Vito Romano (RM)	A4
3	Pisoniano (RM)	Apa
4	San Vito Romano (RM)	A4, A2
5	Genazzano (RM)	A4, Apa
6	Cave (RM)	R4, A4
7	Cave (RM)	A4, Apa
8	Cave (RM)	R4, A4, Apa
9	Cave (RM)	A4
10	Cave/Valmontone (RM)	A4, A1
11	Valmontone (RM)	A4
12	Valmontone (RM)	A4, Rpa, Apa
13	Valmontone (RM)	A4



Area ID 1.



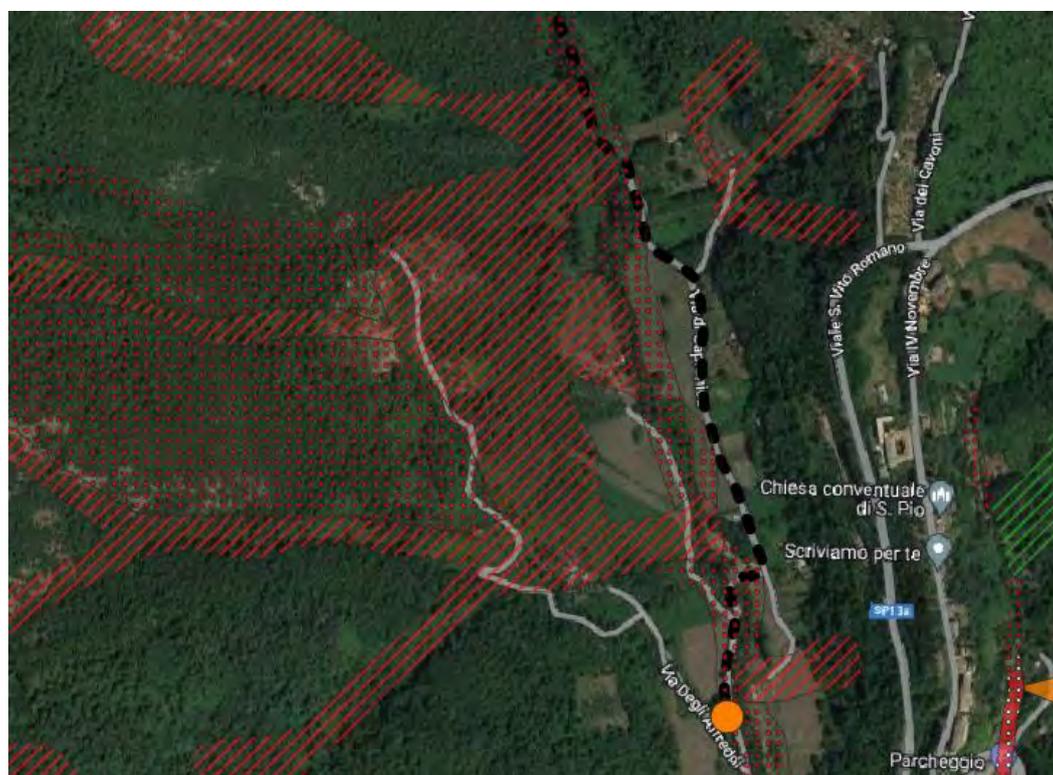
Area ID 2.



Area ID 3.



Area ID 4.



Area ID 5.



Area ID 6.



Area ID 7.



Area ID 8.



Area ID 9.



Area ID 10.



Area ID 11.

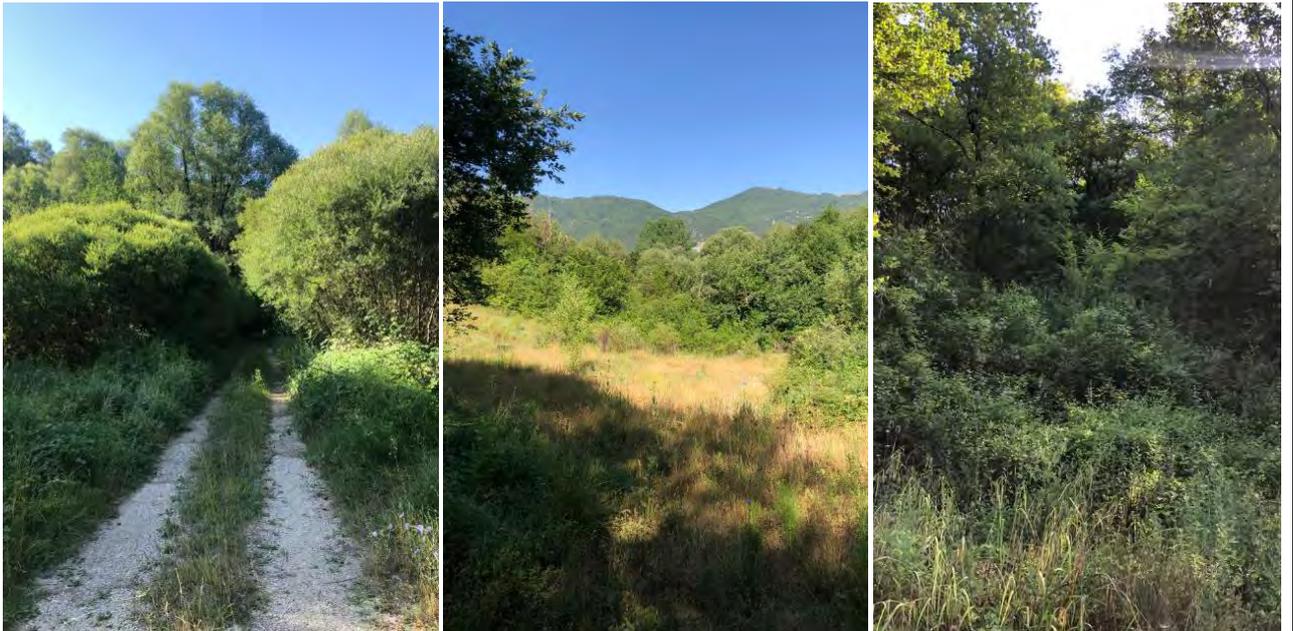


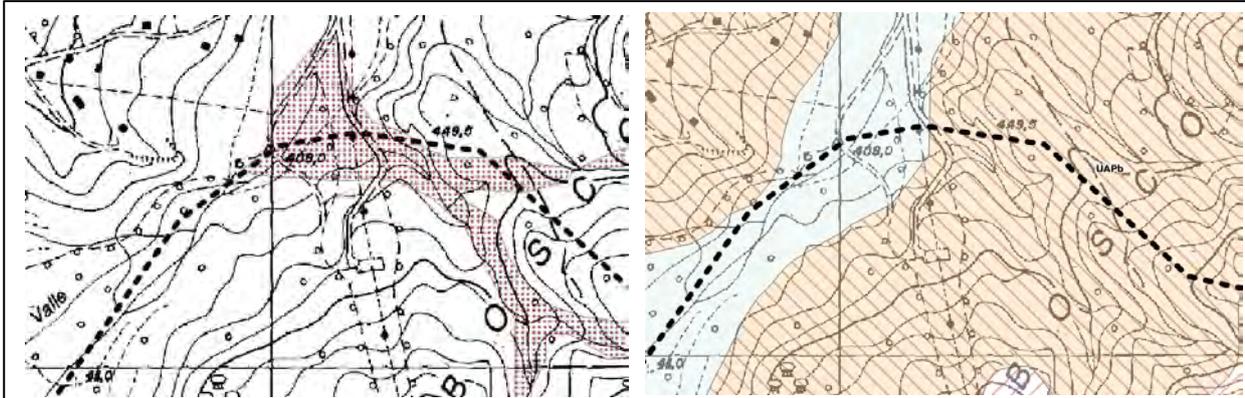
Area ID 12.



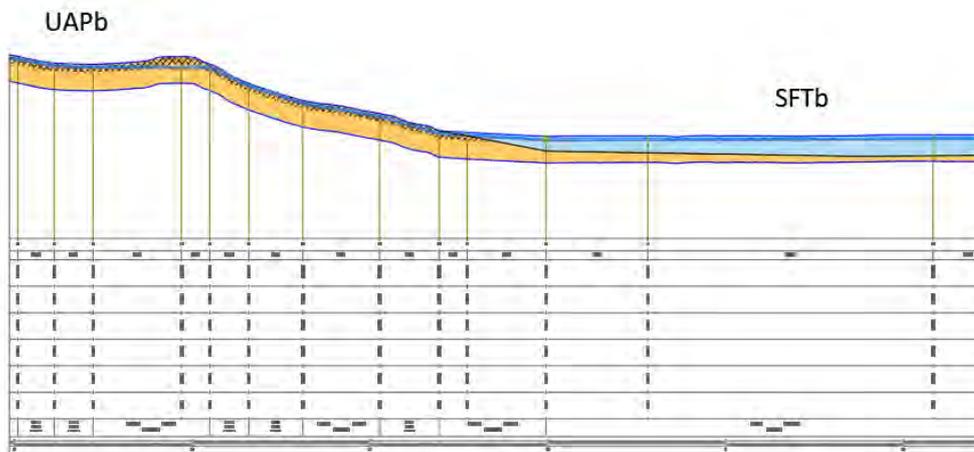
Area ID 13.

Di seguito i risultati ottenuti:

ID: 1						
Opera di progetto						
Manufatto	Condotta	Profondità di scavo	da 2 a 4 m	Altro		
Info geografiche						
Comune	Pisoniano (RM)	Località	Via Filippo Sales	Bacino Idrogeologico	Liri-Garigliano-Volturno	
LAT	41°54'20.69"N	LONG	12°58'33.21"E	Pendenza media	12%	
Quota MAX (m s.l.m.)	500	Quota MIN (m s.l.m.)	400	Esposizione	N-W	
Strumenti di pianificazione territoriale e bibliografia						
PAI	Apa	IFFI		Altro		
Rilevamento geologico e geomorfologico						
Substrato	Terreno e Roccia	Formazione	1) Unità arenaceo pelitica; 2) deposito alluvionale		Siglia CARG	UAPa; SFTb
Falda	SI	Quota falda (m s.l.m.)	n.d.	Permeabilità complesso idrogeologico	Da bassa a medio alta	
Coltre alterazione	SI	Spessore massimo (m)	2	Granulometria coltre alterazione	sabbia e limo	
Indizi cinematici	Nessuna evidenza					
Stato vegetazione	Area boschiva costituita da alberi ad alto fusto verticali, ricca vegetazione spontanea.					
Danni opere esistenti	Nessuna evidenza					
Altro	Zona di raccordo morfologico tra il versante di natura flyshoide e piana alluvionale. Presenza di un piccolo corso d'acqua, presenza di eluvio-colluvio.					
Contenuto d'acqua						
secco	umido	bagnato	molto bagnato	-	-	-
Stabilità dell'area			Area stabile			
Compilare di seguito solo se sono state evidenziati corpi di frana:						
Dimensioni e forma del corpo di frana presunto¹						
L1 (m)		L2 (m)		Delta H/dislivello (m)		
Profondità (m)		Superficie (m2)		Volume stimato (m3)		
Stato di attività²						
ATTIVA	SOSPESA	RIATTIVATA	INATTIVA	QUIESCIENTE	STABILIZZATA (NAT o ART)	
Distribuzione attività³						
In avanzamento	Retrogressiva	Multi-direzionale	In diminuzione	Confinata	Costante	Allargamento
Stile attività⁴						
Complessa	Composta	Successiva	Singola	Multipla	-	
Tipo di frana (cinematismo)⁵						
CROLLO	RIBALTAMENTO	SCIVOL. PLANARE	SCIVOL. ROTAZIONALE	COLAMENTO RAPIDO	COLAMEN. LENTO	ESPANSIONE
Documentazione fotografica						
						



Sezione di dettaglio



DEPOSITI POST-OROGENESI



DEPOSITO ALLUVIONALE

Alternanze di sabbie, silt, argille e livelli ricchi di materia organica. Spessore fino a 60m.
CLACCINE



PORZIONE ALTERATA DEL SUBSTRATO

DEPOSITI SIN-OROGENESI



UNITA' ARENACEO-PELITICA

(Complesso torbiditico alto miocenico laziale-abruzzese)

Litofacies Arenacea (UAPa)

Arenarie a composizione litoarenitica e litoarenitica-feldspatica, in strati da spessi a molto spessi o massicci, con frequenti fenomeni di amalgamazione. Spessore variabile sino a un massimo di 150-350m. TORTONIANO

Litofacies arenaceo-pelitica (UAPb)

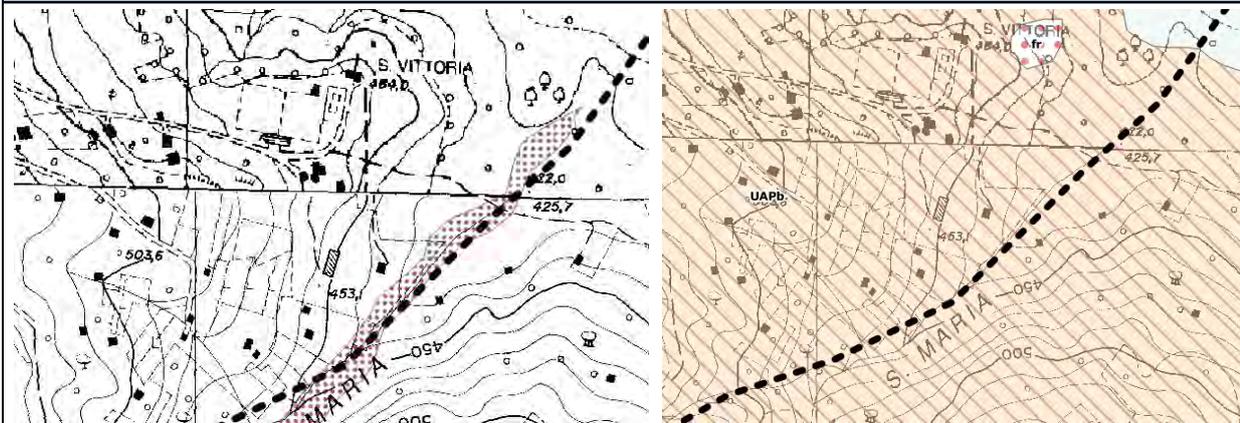
Arenarie a composizione litoarenitica e litoarenitica-feldspatica, in strati da spessi a molto spessi, alternati a livelli pelitici subordinati. Spessore sino a un massimo di 350m. TORTONIANO

Litofacies pelitico-arenacea (UAPc)

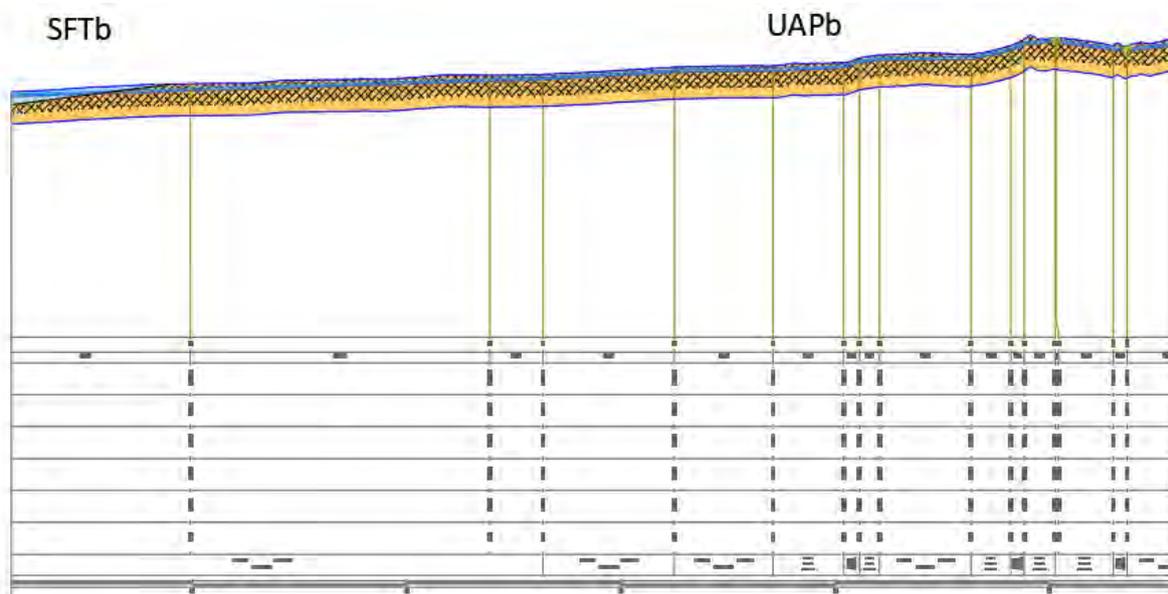
Peliti con intercalati sottili livelli di arenarie e arenarie siltose. Spessore variabile da 0 a circa 40m. TORTONIANO

ID: 2						
Opera di progetto						
Manufatto	Condotta	Profondità di scavo	circa 2,5 m	Altro		
Info geografiche						
Comune	Pisoniano (RM)	Località	S. Vittoria (sentiero F. Sales)	Bacino Idrogeologico	Liri-Garigliano-Volturno	
LAT	41°53'52.00"N	LONG	12°57'57.06"E	Pendenza media	9%	
Quota MAX (m s.l.m.)	450	Quota MIN (m s.l.m.)	420	Esposizione	N-E	
Strumenti di pianificazione territoriale e bibliografia						
PAI	Apa	IFFI		Altro		
Rilevamento geologico e geomorfologico						
Substrato	Roccia	Formazione	Unità arenaceo pelitica	Siglia CARG	UAPa	
Falda	n.d.	Quota falda (m s.l.m.)	n.d.	Permeabilità complesso idrogeologico	Bassa	
Coltre alterazione	SI	Spessore massimo (m)	2-3	Granulometria coltre alterazione	sabbia e limo	
Indizi cinematici	Nessuna evidenza					
Stato vegetazione	In parte, area boschiva costituita da alberi ad alto fusto verticali, ricca vegetazione spontanea; In parte area agricola					
Danni opere esistenti	Nessuna evidenza					
Altro	Area per lo più sub-pianeggiante, scarsa energia dei rilievi, area agricola con frutteti, presenza di un canale artificiale					
Contenuto d'acqua						
secco	umido	bagnato	molto bagnato	-	-	-
Stabilità dell'area			Area stabile			
Compilare di seguito solo se sono state evidenziati corpi di frana:						
Dimensioni e forma del corpo di frana presunto¹						
L1 (m)		L2 (m)		Delta H/dislivello (m)		
Profondità (m)		Superficie (m2)		Volume stimato (m3)		
Stato di attività²						
ATTIVA	SOSPESA	RIATTIVATA	INATTIVA	QUIESCENTE	STABILIZZATA (NAT o ART)	
Distribuzione attività³						
In avanzamento	Retrogressiva	Multi-direzionale	In diminuzione	Confinata	Costante	Allargamento
Stile attività⁴						
Complessa	Composta	Successiva	Singola	Multipla	-	
Tipo di frana (cinematismo)⁵						
CROLLO	RIBALTAMENTO	SCIVOL. PLANARE	SCIVOL. ROTAZIONALE	COLAMENTO RAPIDO	COLAMEN. LENTO	ESPANSIONE
Documentazione fotografica						
						

Planimetria



Sezione di dettaglio



DEPOSITI POST-OROGENESI



DEPOSITO ALLUVIONALE

Alternanze di sabbie, silt, argille e livelli ricchi di materia organica. Spessore fino a 60m. *OLDCENE*



PORZIONE ALTERATA DEL SUBSTRATO

DEPOSITI SIN-OROGENESI



UNITA' ARENACEO-PELITICA

(Complesso torbiditico alto miocenico laziale-abruzzese)

Litofacies Arenacea (UAPa)

Arenarie a composizione litoarenitica e litoarenitica-feldspatica, in strati da spessi a molto spessi o massicci, con frequenti fenomeni di amalgamazione. Spessore variabile sino a un massimo di 150-350m. *TORTOMIANO*

Litofacies arenaceo-pelitica (UAPb)

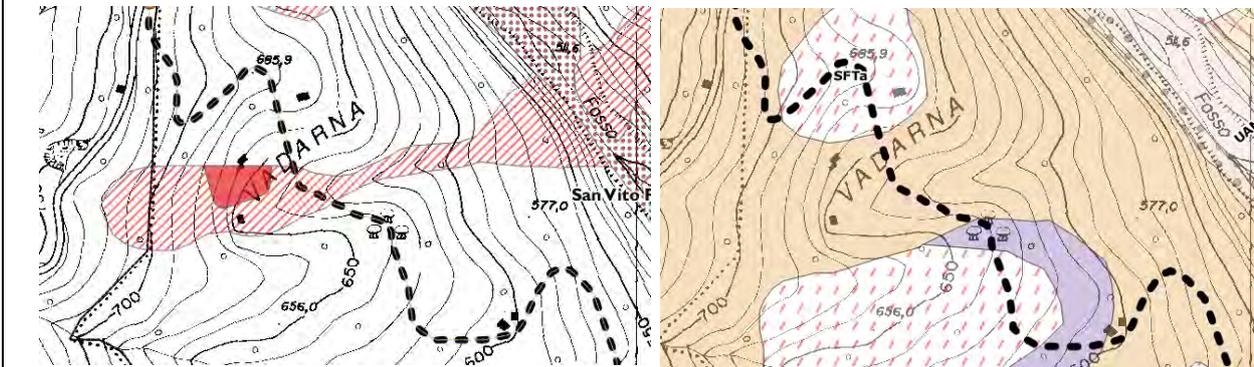
Arenarie a composizione litoarenitica e litoarenitica-feldspatica, in strati da spessi a molto spessi, alternati a livelli pelitici subordinati. Spessore sino a un massimo di 350m. *TORTOMIANO*

Litofacies pelitico-arenacea (UAPc)

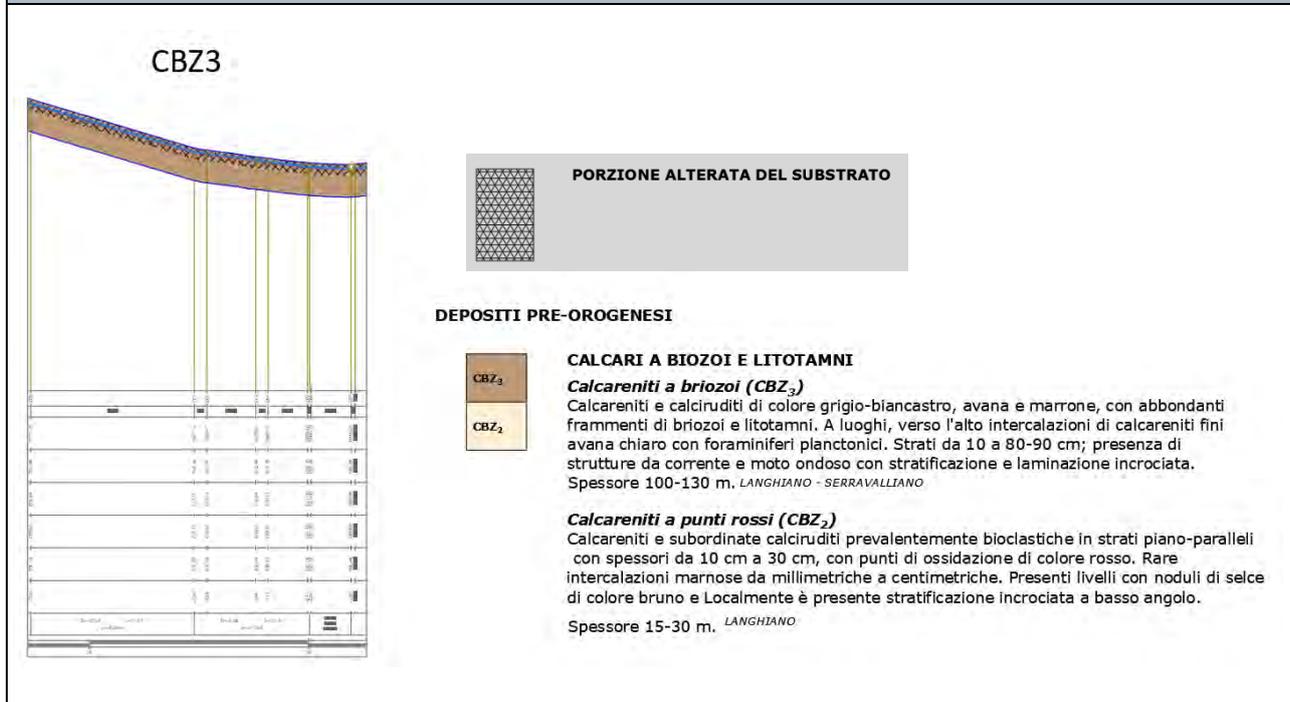
Peliti con intercalati sottili livelli di arenarie e arenarie siltose. Spessore variabile da 0 a circa 40m. *TORTOMIANO*

ID: 3						
Opera di progetto						
Manufatto	Condotta	Profondità di scavo	circa 2-2,5 m		Altro	
Info geografiche						
Comune	San Vito Romano (RM)	Località	Vadarna	Bacino Idrogeologico	Liri-Garigliano-Volturno	
LAT	41°52'40.61"N	LONG	12°57'27.90"E	Pendenza media	15%	
Quota MAX (m s.l.m.)	645	Quota MIN (m s.l.m.)	640	Esposizione	E	
Strumenti di pianificazione territoriale e bibliografia						
PAI	A4	IFFI		Altro		
Rilevamento geologico e geomorfologico						
Substrato	Roccia	Formazione	Calcareni a briozoi		Siglia CARG	CBZ3
Falda	NO	Quota falda (m s.l.m.)		Permeabilità complesso idrogeologico	Media	
Coltre alterazione	SI	Spessore massimo (m)	2	Granulometria coltre alterazione	Terre rosse sabbioso-limose	
Indizi cinematici	Rotture di pendio, scarpate, tension crack					
Stato vegetazione	Rigogliosa, spontanea, presenza di bosco di castagni secolari dal fusto verticale					
Danni opere esistenti	Nessuna evidenza					
Altro	Presenza di blocchi calcarei sub-arrotondati con segni evidenti di estrazione antropica. Tali blocchi derivano presumibilmente dalle attività di cava posta a monte dell'area. L'area si presenta particolarmente acclive. Il substrato roccioso presenta una coltre di copertura superficiale.					
Contenuto d'acqua						
secco	umido	bagnato	molto bagnato	-	-	-
Stabilità dell'area		Area soggetta ad erosione lineare concentrata con possibile colamento della coltre di copertura				
Compilare di seguito solo se sono state evidenziati corpi di frana:						
Dimensioni e forma del corpo di frana presunto¹						
L1 (m)		L2 (m)		Delta H/dislivello (m)		
Profondità (m)		Superficie (m ²)		Volume stimato (m ³)		
Non si identifica un corpo di frana ma un'area suscettibile a erosione concentrata della coltre di copertura superficiale del substrato calcarenitico.						
Stato di attività²						
ATTIVA	SOSPESA	RIATTIVATA	INATTIVA	QUIESCIENTE	STABILIZZATA (NAT o ART)	
Distribuzione attività³						
In avanzamento	Retrogressiva	Multi-direzionale	In diminuzione	Confinata	Costante	Allargamento
Stile attività⁴						
Complessa	Composta	Successiva	Singola	Multipla	-	
Tipo di frana (cinematismo)⁵						
EROLLO	RIBALTAMENTO	SCIVOL. PLANARE	SCIVOL. ROTAZIONALE	COLAMENTO RAPIDO	COLAMEN. LENTO	ESPANSIONE
Documentazione fotografica						

Planimetria



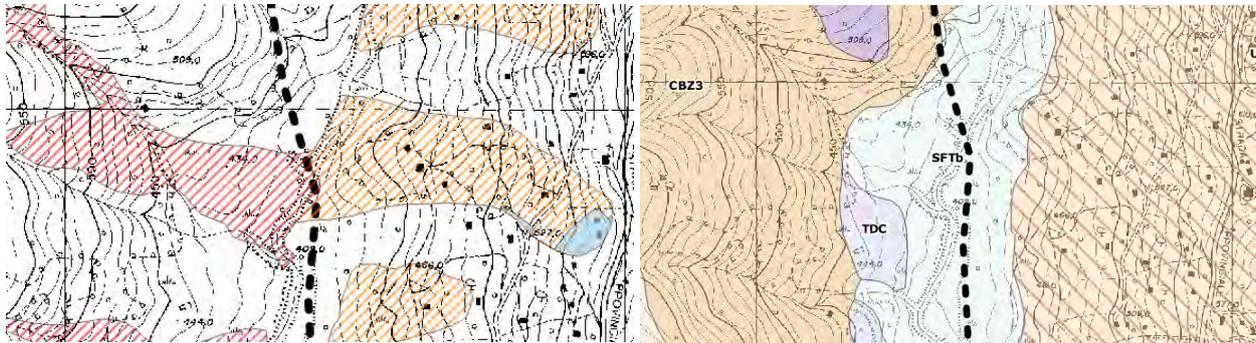
Sezione di dettaglio



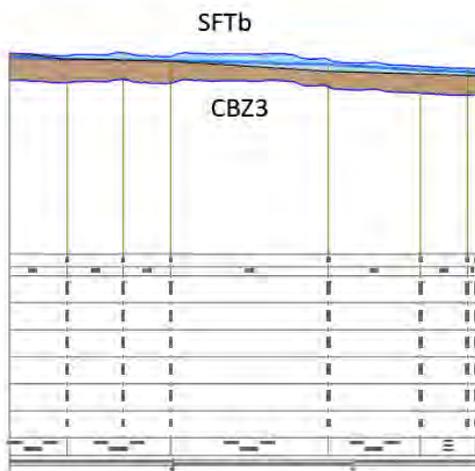
V

ID: 4						
Opera di progetto						
Manufatto	Condotta	Profondità di scavo	da 2 a 4,5 m	Altro		
Info geografiche						
Comune	San Vito Romano (RM)	Località	Colle Viano	Bacino Idrogeologico	Liri-Garigliano-Volturno	
LAT	41°51'55.91"N	LONG	12°58'8.48"E	Pendenza media	0-5 %	
Quota MAX (m s.l.m.)	420	Quota MIN (m s.l.m.)	420	Esposizione	E-W	
Strumenti di pianificazione territoriale e bibliografia						
PAI	1) A2 2) A4	IFFI	1) Sciv. rotazionale/traslativo; 2) Colamento rapido	Altro		
Rilevamento geologico e geomorfologico						
Substrato	Terreno e roccia	Formazione	1) Unità arenaceo-pelitica 2) Calcareni a briozoi	Siglia CARG	CBZ3, CBZ1, SFTb	
Falda	NO	Quota falda (m s.l.m.)		Permeabilità complesso idrogeologico	Da bassa a medio alta	
Coltre alterazione	NO	Spessore massimo (m)		Granulometria coltre alterazione		
Indizi cinematici	Deposito stabilizzato naturalmente sul fondo valle, condizione di equilibrio geomorfologico					
Stato vegetazione	Area boschiva costituita da alberi ad alto fusto verticali, ricca vegetazione spontanea, cresciuta anche sul piede dei depositi di frana					
Danni opere esistenti	Nessuna evidenza					
Altro	Condizione generale di equilibrio geomorfologico ai piedi di due depositi di frana inattiva.					
Contenuto d'acqua						
secco	umido	bagnato	molto bagnato	-	-	-
Stabilità dell'area			Area stabile			
Compilare di seguito solo se sono state evidenziati corpi di frana:						
Dimensioni e forma del corpo di frana presunto¹ (A2)						
L1 (m)	500	L2 (m)	150	Delta H/dislivello (m)	150	
Profondità (m)	n.d.	Superficie (m2)	87.683,60	Volume stimato (m3)	n.d.	
Dimensioni e forma del corpo di frana presunto¹ (A4)						
L1 (m)	1300	L2 (m)	15/150	Delta H/dislivello (m)	350	
Profondità (m)	n.d.	Superficie (m2)	129.606,83	Volume stimato (m3)	n.d.	
Stato di attività²						
ATTIVA	SOSPESA	RIATTIVATA	INATTIVA	QUIESCIENTE	STABILIZZATA (NAT o ART)	
Distribuzione attività³						
In avanzamento	Retrogressiva	Multi-direzionale	In diminuzione	Confinata	Costante	Allargamento
Stile attività⁴						
Complessa	Composta	Successiva	Singola	Multipla	-	
Tipo di frana (cinematismo)⁵						
CROLLO	RIBALTAMENTO	SCIVOL. PLANARE	SCIVOL. ROTAZIONALE	COLAMENTO RAPIDO	COLAMEN. LENTO	ESPANSIONE
Documentazione fotografica						
						

Planimetria



Sezione di dettaglio



DEPOSITI POST-OROGENESI



DEPOSITO ALLUVIONALE

Alternanze di sabbie, silt, argille e livelli ricchi di materia organica. Spessore fino a 60m.
OLIGOCENE

DEPOSITI PRE-OROGENESI



CALCARI A BIOZOI E LITOTAMNI

Calcareni a briozoi (CBZ₁)

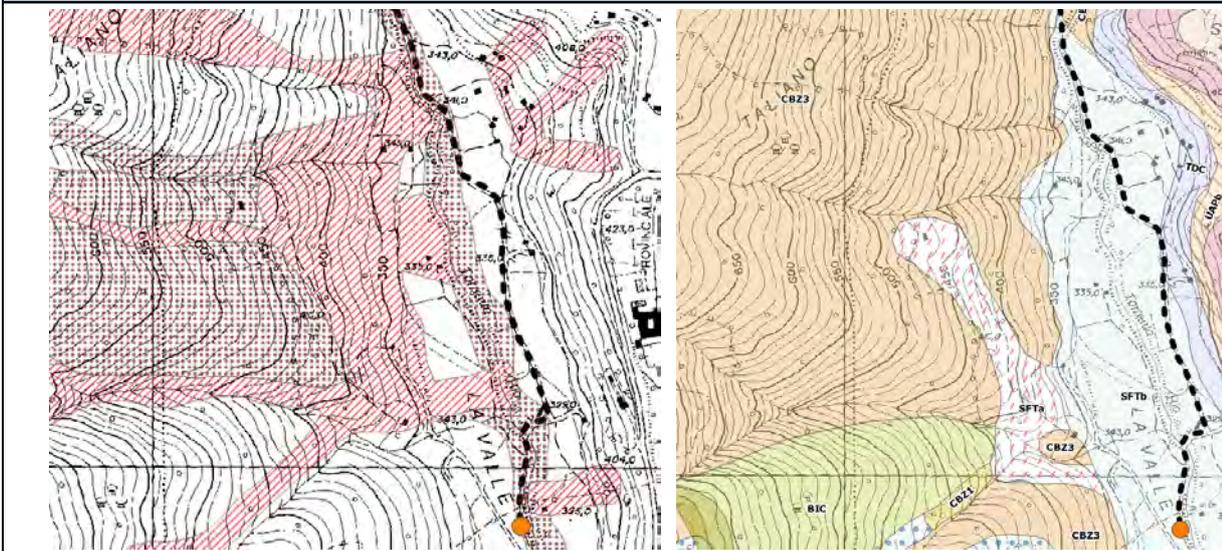
Calcareni e calciruditi di colore grigio-biancastro, avana e marrone, con abbondanti frammenti di briozoi e litotamni. A luoghi, verso l'alto intercalazioni di calcareniti fini avana chiaro con foraminiferi planctonici. Strati da 10 a 80-90 cm; presenza di strutture da corrente e moto ondoso con stratificazione e laminazione incrociata. Spessore 100-130 m. *LANGHIANO - SERRAVALLIANO*

Calcareni a punti rossi (CBZ₂)

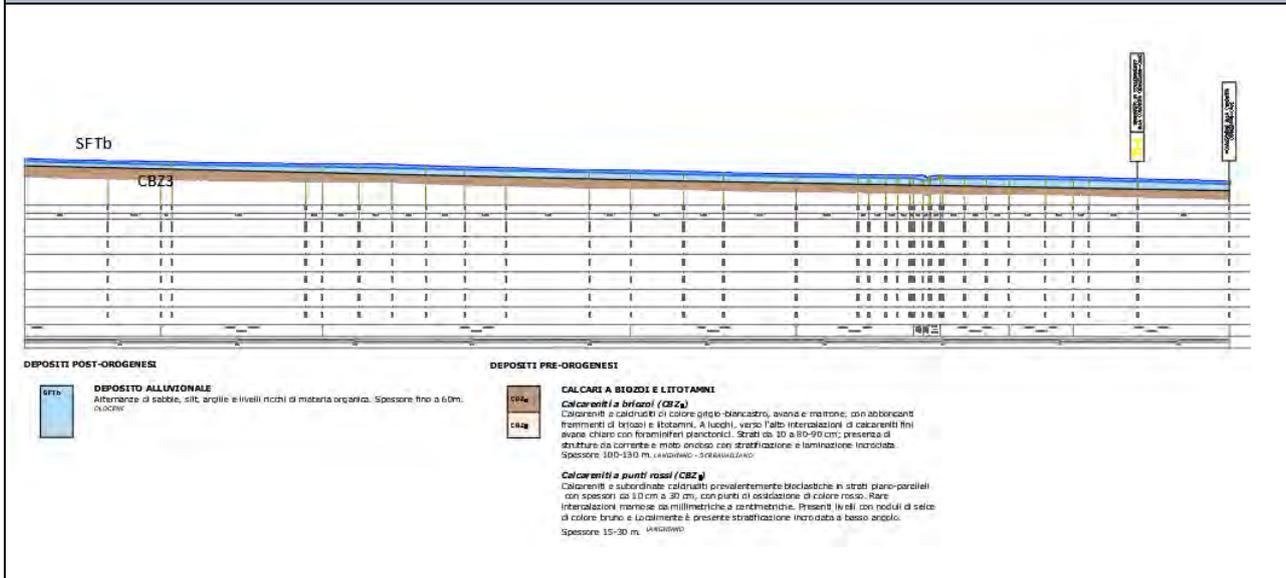
Calcareni e subordinate calciruditi prevalentemente biodastiche in strati piano-paralleli con spessori da 10 cm a 30 cm, con punti di ossidazione di colore rosso. Rare intercalazioni marnose da millimetriche a centimetriche. Presenti livelli con noduli di selce di colore bruno e localmente è presente stratificazione incrociata a basso angolo. Spessore 15-30 m. *LANGHIANO*

ID: 5						
Opera di progetto						
Manufatto	Condotta	Profondità di scavo	2 - 3 m	Altro	Manufatto T1-3	
Info geografiche						
Comune	Genazzano (RM)	Località	Torrente il Rio La Valle	Bacino Idrogeologico	Liri-Garigliano-Volturno	
LAT	41°50'29.76"N	LONG	12°58'20.60"E	Pendenza media	0-5 %	
Quota MAX (m s.l.m.)	340	Quota MIN (m s.l.m.)	325	Esposizione	Valle direzione N-S (Versante esposizione)	
Strumenti di pianificazione territoriale e bibliografia						
PAI	Apa e A4	IFFI	Colamento rapido	Altro	AREA ZI - MOPS Comune Genazzano	
Rilevamento geologico e geomorfologico						
Substrato	Terreno e Roccia	Formazione	Calcareni e depsoiti alluvionali		Siglia CARG	CBZ3; CBZ1; SFTb
Falda	SI	Quota falda (m p.c.)	circa 4	Permeabilità complesso idrogeologico	Da bassa a medio alta	
Coltre alterazione	NO	Spessore massimo (m)	/		Granulometria coltre alterazione	/
Indizi cinematici	Nessuna evidenza					
Stato vegetazione	Area boschiva costituita da alberi ad alto fusto verticali, ricca vegetazione spontanea					
Danni opere esistenti	Nessuna evidenza					
Altro	Scarsa o nulla energia di rilievo, area agricola sub-pianeggiante					
Contenuto d'acqua						
secco	umido	bagnato	molto bagnato	-	-	-
Stabilità dell'area			Area stabile			
Compilare di seguito solo se sono state evidenziati corpi di frana:						
Dimensioni e forma del corpo di frana presunto¹						
L1 (m)		L2 (m)		Delta H/dislivello (m)		
Profondità (m)		Superficie (m2)		Volume stimato (m3)		
Stato di attività²						
ATTIVA	SOSPESA	RIATTIVATA	INATTIVA	QUIESCENTE	STABILIZZATA (NAT o ART)	
Distribuzione attività³						
In avanzamento	Retrogressiva	Multi-direzionale	In diminuzione	Confinata	Costante	Allargamento
Stile attività⁴						
Complessa	Composta	Successiva	Singola	Multipla	-	
Tipo di frana (cinematismo)⁵						
EROLLO	RIBALTAMENTO	SCIVOL. PLANARE	SCIVOL. ROTAZIONALE	COLAMENTO RAPIDO	COLAMEN. LENTO	ESPANSIONE
Documentazione fotografica						
						

Planimetria



Sezione di dettaglio



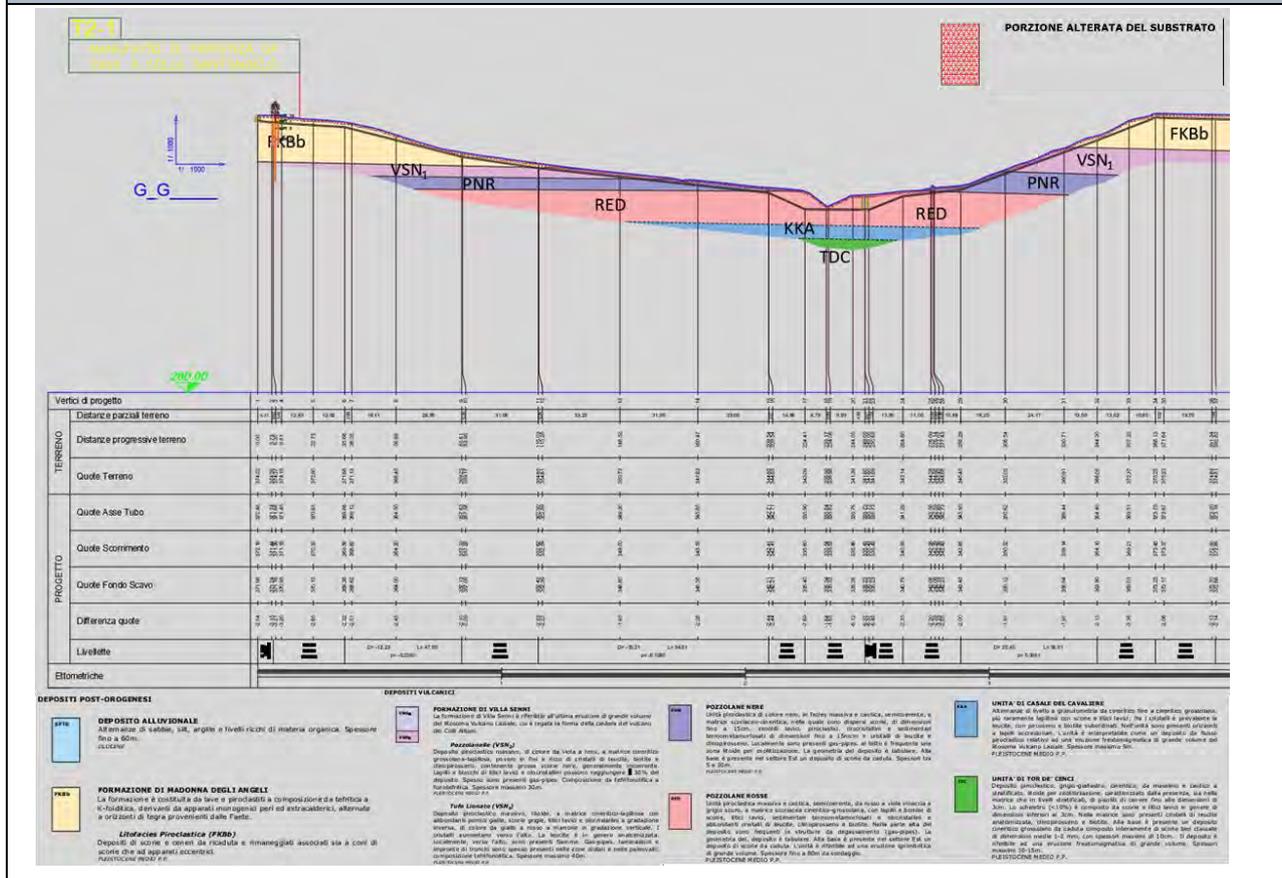
ID: 6						
Opera di progetto						
Manufatto	Condotta	Profondità di scavo	2 - 6 m	Altro		
Info geografiche						
Comune	Cave (RM)	Località	Cimitero/Centro Sportivo	Bacino Idrogeologico	Liri-Garigliano-Volturno	
LAT	41°49'3.66"N	LONG	12°56'28.75"E	Pendenza media	10%	
Quota MAX (m s.l.m.)	375	Quota MIN (m s.l.m.)	340	Esposizione	NE-SW	
Strumenti di pianificazione territoriale e bibliografia						
PAI	R4 e A4	IFFI		Altro		
Rilevamento geologico e geomorfologico						
Substrato	Terreno	Formazione	Successione di depositi piroclastici Colli Albani		Siglia CARG	VSN1 - PNR - RED - FKb
Falda	NO	Quota falda (m p.c.)	Assente	Permeabilità complesso idrogeologico	da bassa a medio alta	
Coltre alterazione	SI	Spessore presunto (m)	1-2	Granulometria coltre alterazione	Natura piroclastica	
Indizi cinematici	Nessuna evidenza					
Stato vegetazione	Aree fortemente vegetate e aree agricole					
Danni opere esistenti	Nessuna evidenza					
Altro	Area in A4 debolmente acclive; I dintorni dell'area risultano fortemente antropizzati.					
Contenuto d'acqua						
secco	umido	bagnato	molto bagnato	-	-	-
Stabilità dell'area			Area stabile			
Compilare di seguito solo se sono state evidenziati corpi di frana:						
Dimensioni e forma del corpo di frana presunto¹						
L1 (m)		L2 (m)		Delta H/dislivello (m)		
Profondità (m)		Superficie (m2)		Volume stimato (m3)		
Stato di attività²						
ATTIVA	SOSPESA	RIATTIVATA	INATTIVA	QUIESCENTE	STABILIZZATA (NAT o ART)	
Distribuzione attività³						
In avanzamento	Retrogressiva	Multi-direzionale	In diminuzione	Confinata	Costante	Allargamento
Stile attività⁴						
Complessa	Composta	Successiva	Singola	Multipla		
Tipo di frana (cinematismo)⁵						
EROLLO	RIBALTAMENTO	SCIVOL. PLANARE	SCIVOL. ROTAZIONALE	COLAMENTO RAPIDO	COLAMEN. LENTO	ESPANSIONE
Documentazione fotografica						
						

RELAZIONE GEOLOGICA

Planimetria



Sezione di dettaglio



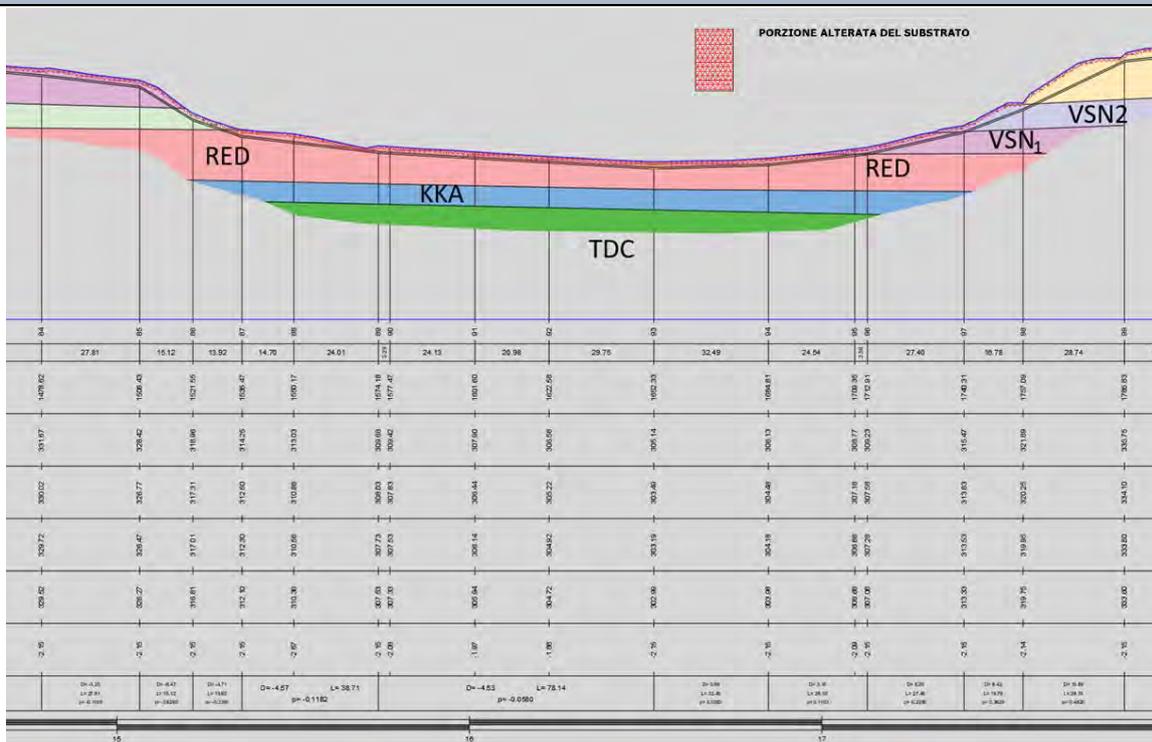
ID: 7						
Opera di progetto						
Manufatto	Condotta	Profondità di scavo	2/2,5 m	Altro		
Info geografiche						
Comune	Cave (RM)	Località	Colle Specciano/Colle Moreno	Bacino idrogeologico	Liri-Garigliano-Volturno	
LAT	41°48'36.39"N	LONG	12°56'22.19"E	Pendenza media	15-20%	
Quota MAX (m s.l.m.)	340	Quota MIN (m s.l.m.)	300	Esposizione	E-W	
Strumenti di pianificazione territoriale e bibliografia						
PAI	Apa e A4	IFFI		Altro		
Rilevamento geologico e geomorfologico						
Substrato	Terreno	Formazione	Successione di depositi piroclastici Colli Albani		Siglia CARG	FKBb - VSN1 - PNR - RED - SFTba
Falda	n.d.	Quota falda (m p.c.)	n.d.	Permeabilità complesso idrogeologico	da bassa a medio alta	
Coltre alterazione	SI	Spessore presunto (m)	1-2	Granulometria coltre alterazione	Natura piroclastica	
Indizi cinematici	Nessuna evidenza					
Stato vegetazione	Aree fortemente vegetate e aree agricole					
Danni opere esistenti	Nessuna evidenza					
Altro	Area fortemente antropizzata					
Contenuto d'acqua						
secco	umido	bagnato	molto bagnato	-	-	-
Stabilità dell'area			Area stabile			
Compilare di seguito solo se sono state evidenziati corpi di frana:						
Dimensioni e forma del corpo di frana presunto¹						
L1 (m)		L2 (m)		Delta H/dislivello (m)		
Profondità (m)		Superficie (m2)		Volume stimato (m3)		
Stato di attività²						
ATTIVA	SOSPESA	RIATTIVATA	INATTIVA	QUIESCENTE	STABILIZZATA (NAT o ART)	
Distribuzione attività³						
In avanzamento	Retrogressiva	Multi-direzionale	In diminuzione	Confinata	Costante	Allargamento
Stile attività⁴						
Complessa	Composta	Successiva	Singola	Multipla		
Tipo di frana (cinematismo)⁵						
CROLLO	RIBALTAMENTO	SCIVOL. PLANARE	SCIVOL. ROTAZIONALE	COLAMENTO RAPIDO	COLAMEN. LENTO	ESPANSIONE
Documentazione fotografica						

RELAZIONE GEOLOGICA

Planimetria



Sezione di dettaglio



DEPOSITI POST-OROGENICI

- DEPOSITO ALLUVIONALE**
 Altimetria di sabbia, ghiaia e livelli ricchi di materia organica. Spessore fino a 65m.
 Cuneo.
- FORMAZIONE DI MADONNA DEGLI ANGELI**
 La formazione è costituita da lave e porfiriti a composizione da felsica a K-felsica, derivanti da apparati magmatici per un intrusivismo, alterate a orizzonti di ligna provenienti dalle Falde.
- Litofacies Prossimica (PRP)**
 Depositi di sabbie di ceneri da Cavalese e rimarginati associati sia a cunei di sabbie che ad apparati intrusivi.

- FORMAZIONE DI VILLA SENNI**
 La formazione di Villa Senni è riferita all'ultima eruzione di grande volume del Sistema Vulcanico Cavalese, con il trapezoidale forma delle ceneri per volume per Colle Sp.
- POZZOLANI (VSN)**
 Depositi proclastici magmatici, di colore da violetto a nero, a matrice granitica granitoidale, presenti in due a dieci di Colli di Cavalese, insieme a cloropiriti, ortopiriti, grossi cori, neri, granitoidale, alterate, insieme a litofacies di Villa Senni e di depositi di ceneri di Cappadocia. Sono, nei depositi, depositi di ceneri, composti da litofacies e litofacies, depositi di ceneri.
- Tubi Litatici (VSN)**
 Depositi proclastici granitoidale, di colore da violetto a nero, a matrice granitica granitoidale, presenti in due a dieci di Colli di Cavalese, insieme a cloropiriti, ortopiriti, grossi cori, neri, granitoidale, alterate, insieme a litofacies di Villa Senni e di depositi di ceneri di Cappadocia. Sono, nei depositi, depositi di ceneri, composti da litofacies e litofacies, depositi di ceneri.

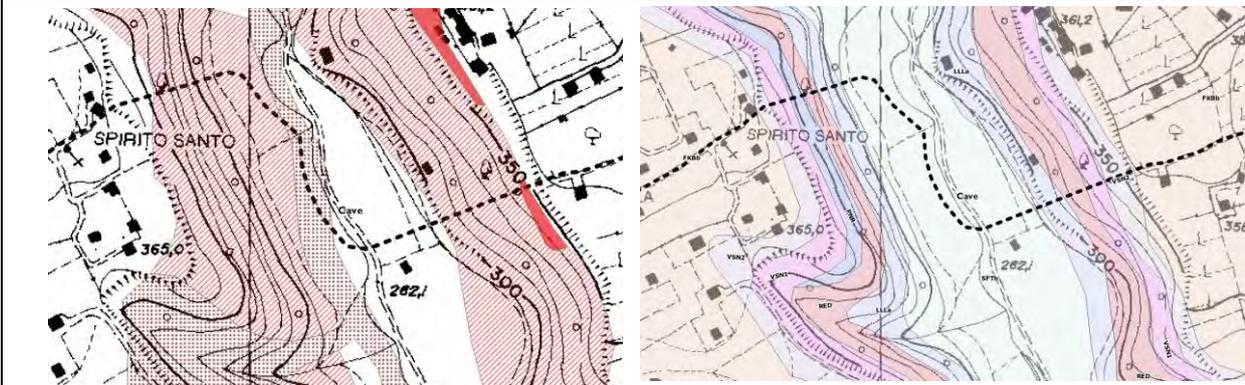
- POZZOLANI NERI**
 Unità proclastica di colore nero, di matrice granitica granitoidale, a matrice granitica granitoidale, di colore da violetto a nero, a matrice granitica granitoidale, presenti in due a dieci di Colli di Cavalese, insieme a cloropiriti, ortopiriti, grossi cori, neri, granitoidale, alterate, insieme a litofacies di Villa Senni e di depositi di ceneri di Cappadocia. Sono, nei depositi, depositi di ceneri, composti da litofacies e litofacies, depositi di ceneri.
- POZZOLANI ROSSI**
 Unità proclastica magmatica e calcica, intrusiva, da rosso a violetto a nero, a matrice granitica granitoidale, di colore da violetto a nero, a matrice granitica granitoidale, presenti in due a dieci di Colli di Cavalese, insieme a cloropiriti, ortopiriti, grossi cori, neri, granitoidale, alterate, insieme a litofacies di Villa Senni e di depositi di ceneri di Cappadocia. Sono, nei depositi, depositi di ceneri, composti da litofacies e litofacies, depositi di ceneri.

- UNITÀ DI CASALE DEL CAVALIERE**
 Altitudine di matrice granitica granitoidale, di colore da violetto a nero, a matrice granitica granitoidale, di colore da violetto a nero, a matrice granitica granitoidale, presenti in due a dieci di Colli di Cavalese, insieme a cloropiriti, ortopiriti, grossi cori, neri, granitoidale, alterate, insieme a litofacies di Villa Senni e di depositi di ceneri di Cappadocia. Sono, nei depositi, depositi di ceneri, composti da litofacies e litofacies, depositi di ceneri.
- UNITÀ DI TOR DE' CONCI**
 Depositi proclastici granitoidale, di colore da violetto a nero, a matrice granitica granitoidale, di colore da violetto a nero, a matrice granitica granitoidale, presenti in due a dieci di Colli di Cavalese, insieme a cloropiriti, ortopiriti, grossi cori, neri, granitoidale, alterate, insieme a litofacies di Villa Senni e di depositi di ceneri di Cappadocia. Sono, nei depositi, depositi di ceneri, composti da litofacies e litofacies, depositi di ceneri.

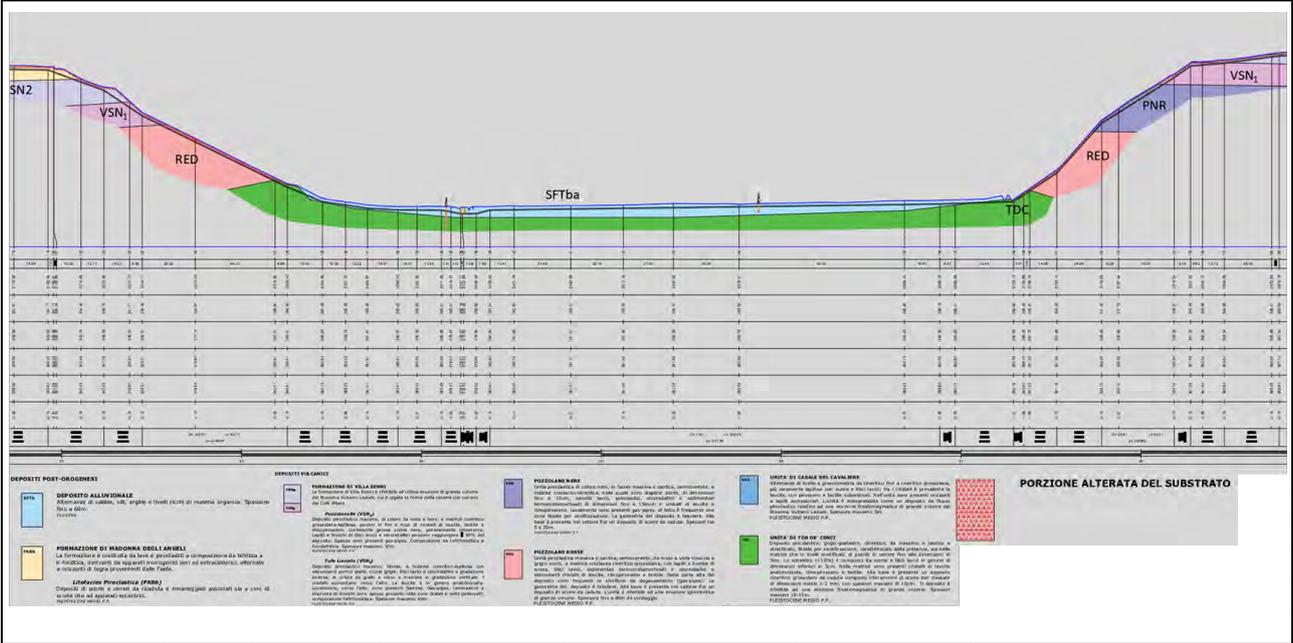
ID: 8						
Opera di progetto						
Manufatto	Condotta	Profondità di scavo	2 - 4 m	Altro		
Info geografiche						
Comune	Cave (RM)	Località	Spirito Santo	Bacino Idrogeologico	Liri-Garigliano-Volturno	
LAT	41°48'26.58"N	LONG	12°55'52.25"E	Pendenza media	80-100%	
Quota MAX (m s.l.m.)	360	Quota MIN (m s.l.m.)	300	Esposizione	E-W	
Strumenti di pianificazione territoriale e bibliografia						
PAI	R4, A4 e Apa	IFFI		Altro		
Rilevamento geologico e geomorfologico						
Substrato	Terreno e roccia	Formazione	Successione di depositi piroclastici Colli Albani		Siglia CARG	FKBb - VSN2 - VSN1 - PNR - RED - TDC - SFTba
Falda	n.d.	Quota falda (m p.c.)	n.d.	Permeabilità complesso idrogeologico	da bassa a medio alta	
Coltre alterazione	SI	Spessore presunto (m)	2-3	Granulometria coltre alterazione	Natura piroclastica	
Indizi cinematici	Blocchi di tufo lionato, presenza di detrito, porzione superficiale in erosione, in aree limitrofe evidenza di qualche dissesto superficiale puntuale.					
Stato vegetazione	Area boschiva costituita da alberi ad alto fusto verticali, ricca vegetazione spontanea.					
Danni opere esistenti	Nessuna evidenza					
Altro	Presenza di coltre di copertura superficiale, presenza di una venuta d'acqua in corrispondenza del tufo lionato. Elevata energia del rilievo.					
Contenuto d'acqua						
secco	umido	bagnato	molto bagnato	-	-	-
Stabilità dell'area		Area soggetta ad processi di erosione e scivolamenti rototraslativi della coltre di copertura superficiale				
Compilare di seguito solo se sono state evidenziati corpi di frana:						
Dimensioni e forma del corpo di frana presunto¹						
L1 (m)		L2 (m)		Delta H/dislivello (m)		
Profondità (m)		Superficie (m2)		Volume stimato (m3)		
Stato di attività²						
ATTIVA	SOSPESA	RIATTIVATA	INATTIVA	QUIESCIENTE	STABILIZZATA (NAT o ART)	
Distribuzione attività³						
In avanzamento	Retrogressiva	Multi-direzionale	In diminuzione	Confinata	Costante	Allargamento
Stile attività⁴						
Complessa	Composta	Successiva	Singola	Multipla		
Tipo di frana (cinematismo)⁵						
CROLLO	RIBALTAMENTO	SCIVOL. PLANARE	SCIVOL. ROTAZIONALE	COLAMENTO RAPIDO	COLAMEN. LENTO	ESPANSIONE
Documentazione fotografica						
						

RELAZIONE GEOLOGICA

Planimetria



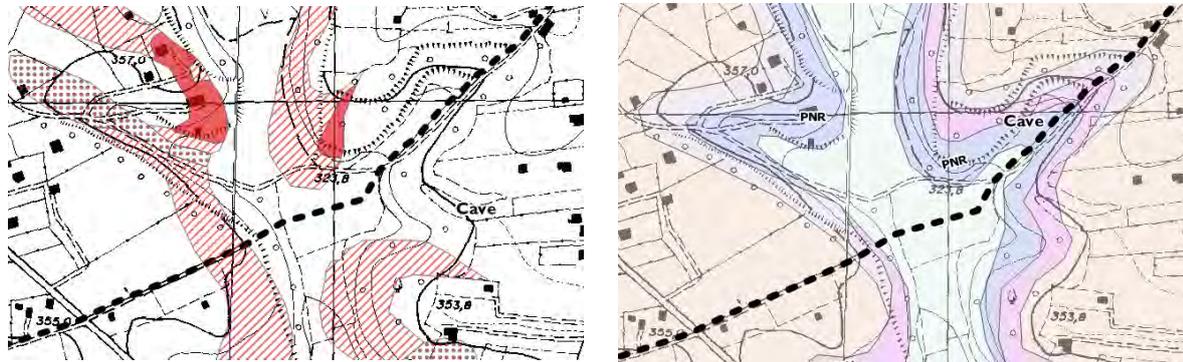
Sezione di dettaglio



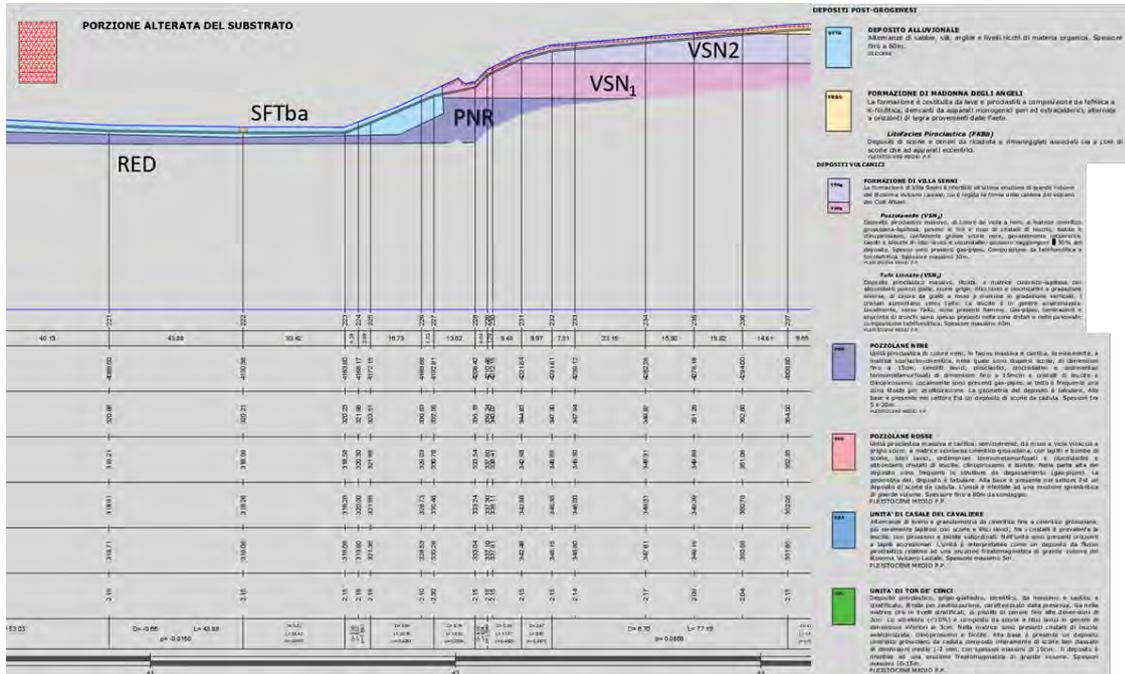
ID: 9						
Opera di progetto						
Manufatto	Condotta	Profondità di scavo	2,00 - 2,50 m	Altro		
Info geografiche						
Comune	Cave	Località	Valle dei Pischeri	Bacino Idrogeologico	Liri-Garigliano-Volturno	
LAT	41°48'5.04"N	LONG	12°54'58.08"E	Pendenza media	50%	
Quota MAX (m s.l.m.)	350	Quota MIN (m s.l.m.)	327	Esposizione	NE-SW	
Strumenti di pianificazione territoriale e bibliografia						
PAI	A4	IFFI		Altro		
Rilevamento geologico e geomorfologico						
Substrato	Terreno	Formazione	Successione di depositi piroclastici Colli Albani		Siglia CARG	FKBb - VSN2 - VSN1 - PNR - SFTba
Falda	n.d.	Quota falda (m p.c.)	n.d.	Permeabilità complesso idrogeologico	da bassa a medio alta	
Coltre alterazione	SI	Spessore presunto (m)	0,5 - 1	Granulometria coltre alterazione	Natura piroclastica (sabbie limose)	
Indizi cinematici	Nessuna evidenza					
Stato vegetazione	Versante caratterizzato da vegetazione fitta costituita da arbusti e alberi ad alto fusto verticali.					
Danni opere esistenti	Nessuna evidenza, linea aerea verticale.					
Altro	Area prossima a campo pozzi proprietà Acea SpA. Presenza di possibili falde sospese a bassa potenzialità acquifera e legata a cicli stagionali.					
Contenuto d'acqua						
secco	umido	bagnato	molto bagnato	-	-	-
Stabilità dell'area			Area stabile			
Compilare di seguito solo se sono state evidenziati corpi di frana:						
Dimensioni e forma del corpo di frana presunto¹						
L1 (m)		L2 (m)		Delta H/dislivello (m)		
Profondità (m)		Superficie (m2)		Volume stimato (m3)		
Stato di attività²						
ATTIVA	SOSPESA	RIATTIVATA	INATTIVA	QUIESCENTE	STABILIZZATA (NAT o ART)	
Distribuzione attività³						
In avanzamento	Retrogressiva	Multi-direzionale	In diminuzione	Confinata	Costante	Allargamento
Stile attività⁴						
Complessa	Composta	Successiva	Singola	Multipla		
Tipo di frana (cinematismo)⁵						
CROLLO	RIBALTAMENTO	SCIVOL. PLANARE	SCIVOL. ROTAZIONALE	COLAMENTO RAPIDO	COLAMEN. LENTO	ESPANSIONE
Documentazione fotografica						
						

RELAZIONE GEOLOGICA

Planimetria



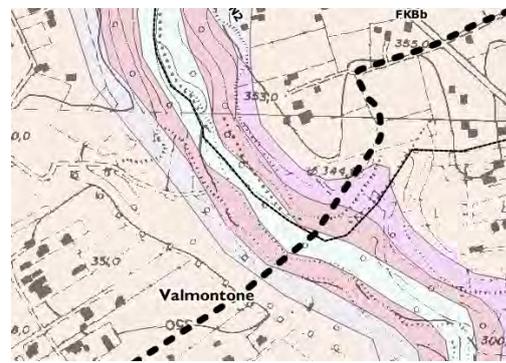
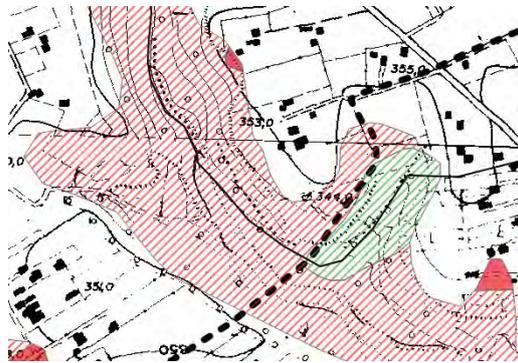
Sezione di dettaglio



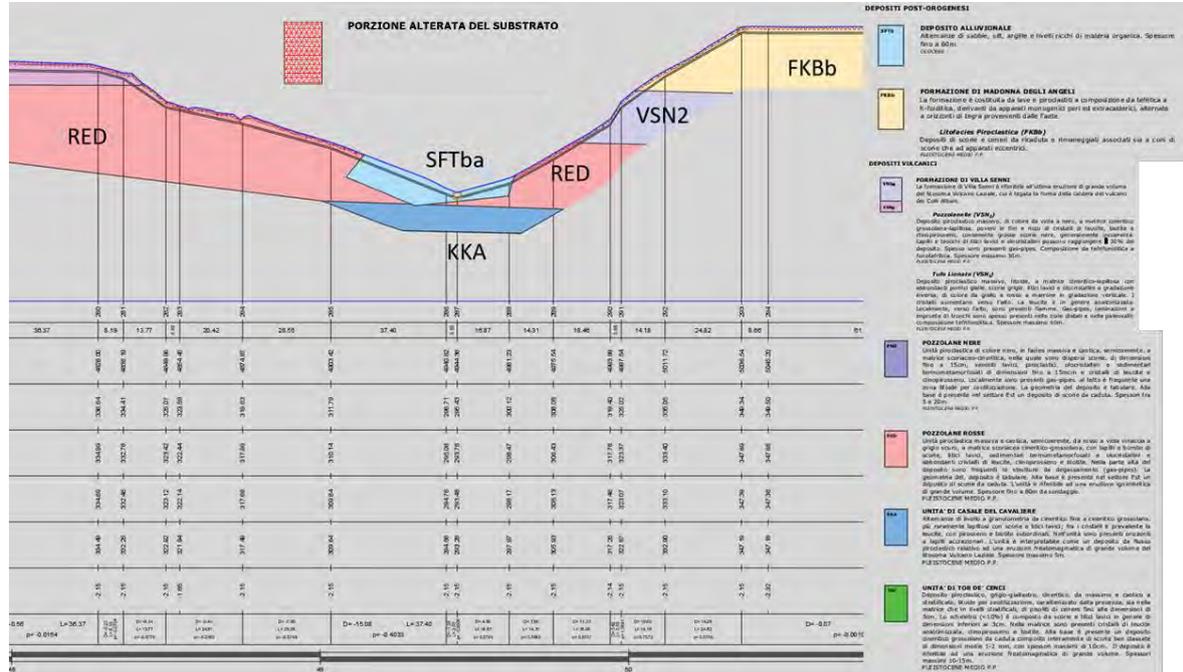
ID: 10						
Opera di progetto						
Manufatto	Condotta	Profondità di scavo	2 m circa	Altro		
Info geografiche						
Comune	Cave e Valmontone (RM)	Località	Valle degli Archi	Bacino Idrogeologico	Liri-Garigliano-Volturno	
LAT	41°47'49.17"N	LONG	12°54'40.22"	Pendenza media	30%	
Quota MAX (m s.l.m.)	355	Quota MIN (m s.l.m.)	300	Esposizione	NE-SW	
Strumenti di pianificazione territoriale e bibliografia						
PAI	A1 e A4	IFFI	Area soggetta a frane sup. diffuse	Altro		
Rilevamento geologico e geomorfologico						
Substrato	Terreno	Formazione	Successione di depositi piroclastici Colli Albani		Sigla CARG	FKBb - VSN1 - PNR - RED - SFTba
Falda	n.d.	Quota falda (m p.c.)	n.d.	Permeabilità complesso idrogeologico	da bassa a medio alta	
Coltre alterazione	SI	Spessore presunto (m)	1	Granulometria coltre alterazione	Natura piroclastica (sabbie limose)	
Indizi cinematici	Nessuna evidenza					
Stato vegetazione	Versante caratterizzato da vegetazione fitta costituita da arbusti e alberi ad alto fusto verticali.					
Danni opere esistenti	Nessuna evidenza					
Altro	Presenza di possibili falde sospese a bassa potenzialità acquifera e legata a cicli stagionali. Fosso piuttosto inciso.					
Contenuto d'acqua						
secco	umido	bagnato	molto bagnato	-	-	-
Stabilità dell'area			Area stabile			
Compilare di seguito solo se sono state evidenziati corpi di frana:						
Dimensioni e forma del corpo di frana presunto¹						
L1 (m)		L2 (m)		Delta H/dislivello (m)		
Profondità (m)		Superficie (m2)		Volume stimato (m3)		
Stato di attività²						
ATTIVA	SOSPESA	RIATTIVATA	INATTIVA	QUIESCENTE	STABILIZZATA (NAT o ART)	
Distribuzione attività³						
In avanzamento	Retrogressiva	Multi-direzionale	In diminuzione	Confinata	Costante	Allargamento
Stile attività⁴						
Complessa	Composta	Successiva	Singola	Multipla		
Tipo di frana (cinematismo)⁵						
CROLLO	RIBALTAMENTO	SCIVOL. PLANARE	SCIVOL. ROTAZIONALE	COLAMENTO RAPIDO	COLAMEN. LENTO	ESPANSIONE
Documentazione fotografica						
						

RELAZIONE GEOLOGICA

Planimetria



Sezione di dettaglio

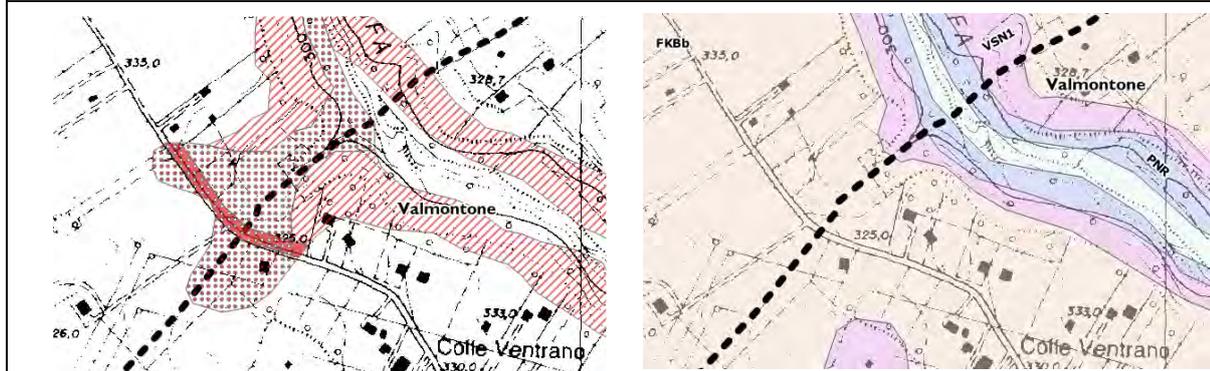


ID: 11						
Opera di progetto						
Manufatto	Condotta	Profondità di scavo	2 m circa	Altro		
Info geografiche						
Comune	Valmontone (RM)	Località	Acqua di maggio	Bacino Idrogeologico	Liri-Garigliano-Volturno	
LAT	41°47'37.35"N	LONG	12°54'23.15"E	Pendenza media	10%	
Quota MAX (m s.l.m.)	340	Quota MIN (m s.l.m.)	308	Esposizione	NE-SW	
Strumenti di pianificazione territoriale e bibliografia						
PAI	A4	IFFI		Altro		
Rilevamento geologico e geomorfologico						
Substrato	Terreno	Formazione	Successione di depositi piroclastici Colli Albani		Siglia CARG	FKBb - VSN1 - PNR - SFTba
Falda	n.d.	Quota falda (m p.c.)	n.d.	Permeabilità complesso idrogeologico	da bassa a medio alta	
Coltre alterazione	SI	Spessore presunto (m)	1-2	Granulometria coltre alterazione	Natura piroclastica (sabbie limose)	
Indizi cinematici	Nessuna evidenza					
Stato vegetazione	Aree fortemente vegetate e aree agricole					
Danni opere esistenti	Nessuna evidenza					
Altro	Area urbanizzata priva di danneggiamenti riconducibili a eventi franosi.					
Contenuto d'acqua						
secco	umido	bagnato	molto bagnato	-	-	-
Stabilità dell'area			Area stabile			
Compilare di seguito solo se sono state evidenziati corpi di frana:						
Dimensioni e forma del corpo di frana presunto¹						
L1 (m)		L2 (m)		Delta H/dislivello (m)		
Profondità (m)		Superficie (m2)		Volume stimato (m3)		
Stato di attività²						
ATTIVA	SOSPESA	RIATTIVATA	INATTIVA	QUIESCENTE	STABILIZZATA (NAT o ART)	
Distribuzione attività³						
In avanzamento	Retrogressiva	Multi-direzionale	In diminuzione	Confinata	Costante	Allargamento
Stile attività⁴						
Complessa	Composta	Successiva	Singola	Multipla		
Tipo di frana (cinematismo)⁵						
CROLLO	RIBALTAMENTO	SCIVOL. PLANARE	SCIVOL. ROTAZIONALE	COLAMENTO RAPIDO	COLAMEN. LENTO	ESPANSIONE
Documentazione fotografica						

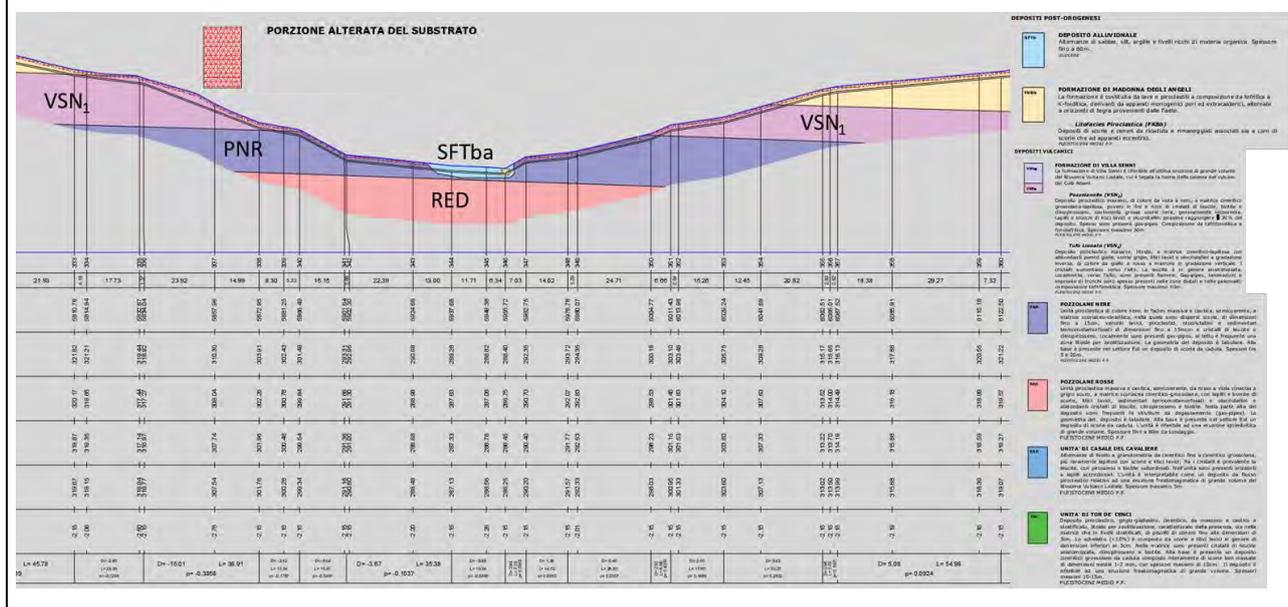
ID: 12						
Opera di progetto						
Manufatto	Condotta	Profondità di scavo	circa 2 m	Altro		
Info geografiche						
Comune	Valmontone (RM)	Località	Colle Ventrano	Bacino Idrogeologico	Liri-Garigliano-Volturno	
LAT	41°47'27.08"N	LONG	12°54'7.01"E	Pendenza media	40%	
Quota MAX (m s.l.m.)	330	Quota MIN (m s.l.m.)	290	Esposizione	NE-SW	
Strumenti di pianificazione territoriale e bibliografia						
PAI	A4, Apa e Rpa	IFFI		Altro		
Rilevamento geologico e geomorfologico						
Substrato	Terreno	Formazione	Successione di depositi piroclastici Colli Albani		Siglia CARG	FKBb - VSN1 - PNR - SFTba
Falda	n.d.	Quota falda (m p.c.)	n.d.	Permeabilità complesso idrogeologico	da bassa a medio alta	
Coltre alterazione	SI	Spessore presunto (m)	1	Granulometria coltre alterazione	Natura piroclastica (sabbie limose)	
Indizi cinematici	Nessuna evidenza					
Stato vegetazione	Versante caratterizzato da vegetazione fitta costituita da rovi, arbusti e alberi ad alto fusto verticali.					
Danni opere esistenti	Nessuna evidenza					
Altro	A monte dell'area in Apa e Rpa scarsa o nulla energia di rilievo; L'area acclive è caratterizzata da fitta vegetazione.					
Contenuto d'acqua						
secco	umido	bagnato	molto bagnato	-	-	-
Stabilità dell'area		Area stabile soggetta ad erosione superficiale dall'azione delle acque superficiali				
Compilare di seguito solo se sono state evidenziati corpi di frana:						
Dimensioni e forma del corpo di frana presunto¹						
L1 (m)		L2 (m)		Delta H/dislivello (m)		
Profondità (m)		Superficie (m2)		Volume stimato (m3)		
Stato di attività²						
ATTIVA	SOSPESA	RIATTIVATA	INATTIVA	QUIESCENTE	STABILIZZATA (NAT o ART)	
Distribuzione attività³						
In avanzamento	Retrogressiva	Multi-direzionale	In diminuzione	Confinata	Costante	Allargamento
Stile attività⁴						
Complessa	Composta	Successiva	Singola	Multipla		
Tipo di frana (cinematismo)⁵						
CROLLO	RIBALTAMENTO	SCIVOL. PLANARE	SCIVOL. ROTAZIONALE	COLAMENTO RAPIDO	COLAMEN. LENTO	ESPANSIONE
Documentazione fotografica						

RELAZIONE GEOLOGICA

Planimetria



Sezione di dettaglio



ID: 13						
Opera di progetto						
Manufatto	Condotta	Profondità di scavo	circa 2 m	Altro		
Info geografiche						
Comune	Valmontone (RM)	Località	Colle S. Angelo	Bacino idrogeologico	Liri-Garigliano-Volturno	
LAT	41°47'11.09"N	LONG	12°53'44.68"E	Pendenza media	30%	
Quota MAX (m s.l.m.)	310	Quota MIN (m s.l.m.)	280	Esposizione	NE-SW	
Strumenti di pianificazione territoriale e bibliografia						
PAI	A4	IFFI		Altro		
Rilevamento geologico e geomorfologico						
Substrato	Terreno	Formazione	Successione di depositi piroclastici Colli Albani		Siglia CARG	FKBb - VSN1 - PNR - SFTba
Falda	SI	Quota falda (m p.c.)	15 m	Permeabilità complesso idrogeologico	da bassa a medio alta	
Coltre alterazione	SI	Spessore presunto (m)	1	Granulometria coltre alterazione	Natura piroclastica (sabbie limose)	
Indizi cinematici	Nessuna evidenza					
Stato vegetazione	Versante caratterizzato da vegetazione fitta costituita da rovi, arbusti e alberi ad alto fusto verticali.					
Danni opere esistenti	Nessuna evidenza					
Altro	Nessuna evidenza					
Contenuto d'acqua						
secco	umido	bagnato	molto bagnato	-	-	-
Stabilità dell'area			Area stabile			
Compilare di seguito solo se sono state evidenziati corpi di frana:						
Dimensioni e forma del corpo di frana presunto¹						
L1 (m)		L2 (m)		Delta H/dislivello (m)		
Profondità (m)		Superficie (m2)		Volume stimato (m3)		
Stato di attività²						
ATTIVA	SOSPESA	RIATTIVATA	INATTIVA	QUIESCENTE	STABILIZZATA (NAT o ART)	
Distribuzione attività³						
In avanzamento	Retrogressiva	Multi-direzionale	In diminuzione	Confinata	Costante	Allargamento
Stile attività⁴						
Complessa	Composta	Successiva	Singola	Multipla		
Tipo di frana (cinematismo)⁵						
CROLLO	RIBALTAMENTO	SCIVOL. PLANARE	SCIVOL. ROTAZIONALE	COLAMENTO RAPIDO	COLAMEN. LENTO	ESPANSIONE
Documentazione fotografica						

In merito alla compatibilità idrogeologica dell'intervento, sulla base delle osservazioni eseguite nell'ambito dei sopralluoghi effettuati presso l'area d'intervento, del quadro litostratigrafico, idrogeologico e geomorfologico descritto nei paragrafi precedenti e della modesta entità delle opere previste in progetto, si ritiene ragionevolmente che la loro realizzazione a regola d'arte non andrà ad incrementare il livello di rischio (rischio frana) individuato dal Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PSAI).

6. CARATTERIZZAZIONE IDROGEOLOGICA

6.1 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

Il contesto idrogeologico all'interno del quale viene a collocarsi l'opera di progetto risulta essere fortemente influenzato dall'evoluzione geologico-strutturale dell'area, la quale, attraverso la presenza di importanti lineamenti tettonici ha portato all'interposizione di successioni torbiditiche le quali vengono a porsi a contatto con unità schiettamente calcaree riconducibili a vari ambienti deposizionali variabili da successioni di piattaforma a successioni bacinali. Tale schema strutturale ha visto successivamente, a partire dal Pleistocene inferiore, la genesi di distretti vulcanici, tra cui il Vulcano dei Colli Albani.

Al fine di comprendere al meglio le dinamiche di circolazione idrica regionale si riporta di seguito uno stralcio della Carta delle Unità Idrogeologiche della Regione Lazio in scala 1:250.000 (G. Capelli et alii, 2012) (Figura 6.1).

Tramite l'analisi dell'elaborato è possibile riscontrare come il tracciato di progetto interessi principalmente tre unità idrogeologiche, di seguito descritte:

- **Unità idrogeologica detritico alluvionale "T9 – Valli dei Fiumi Sacco, Liri e Garigliano"**: tale unità risulta costituita in affioramento da depositi torbiditici prevalentemente afferenti all'unità arenaceo-pelitica (sigla CARG UAP) che per le loro caratteristiche di bassissima permeabilità non permettono l'esistenza di una circolazione idrica significativa. Tale unità, nel settore meridionale è interessato dall'affioramento di depositi alluvionali dell'alto bacino del Fiume Sacco, i quali risultano essere sede di falde di scarso significato idrogeologico;
- **Unità Idrogeologica carbonatica "C10 – Monti Sabini meridionali – Prenestini"**: l'unità idrogeologica dei Monti Sabini meridionali e Prenestini presenta litotipi appartenenti al complesso calcareo marnoso di bacino. Tale complesso è costituito da marne intercalate a calcari marnosi e calcareniti, per spessori di alcune centinaia di metri. Le intercalazioni calcaree, generalmente molto fessurate, sono interessate da un diffuso carsismo che può assumere localmente un particolare sviluppo (Capelli et alii, 1990). Lungo la serie, ove predominano sequenze calcaree e calcarenitiche, sono presenti falde discontinue;
- **Unità Idrogeologica vulcanica "V5 – Colli Albani"**: tale unità presenta un acquifero centrale posto per lo più al di sopra dei 200 m.s.l.m. sostenuto dalla sequenza a bassa permeabilità identificabile con il "Tufo Lionato" (VSN₁) e di un

acquifero basale ospitato dai depositi che compongono il vulcano strato e sostenuto dal substrato a bassa permeabilità regionale delle argille marine plio-pleistoceniche. Questi acquiferi presentano circolazioni idriche caratterizzate da direzioni di flusso radiali lungo le pendici dell'edificio vulcanico.

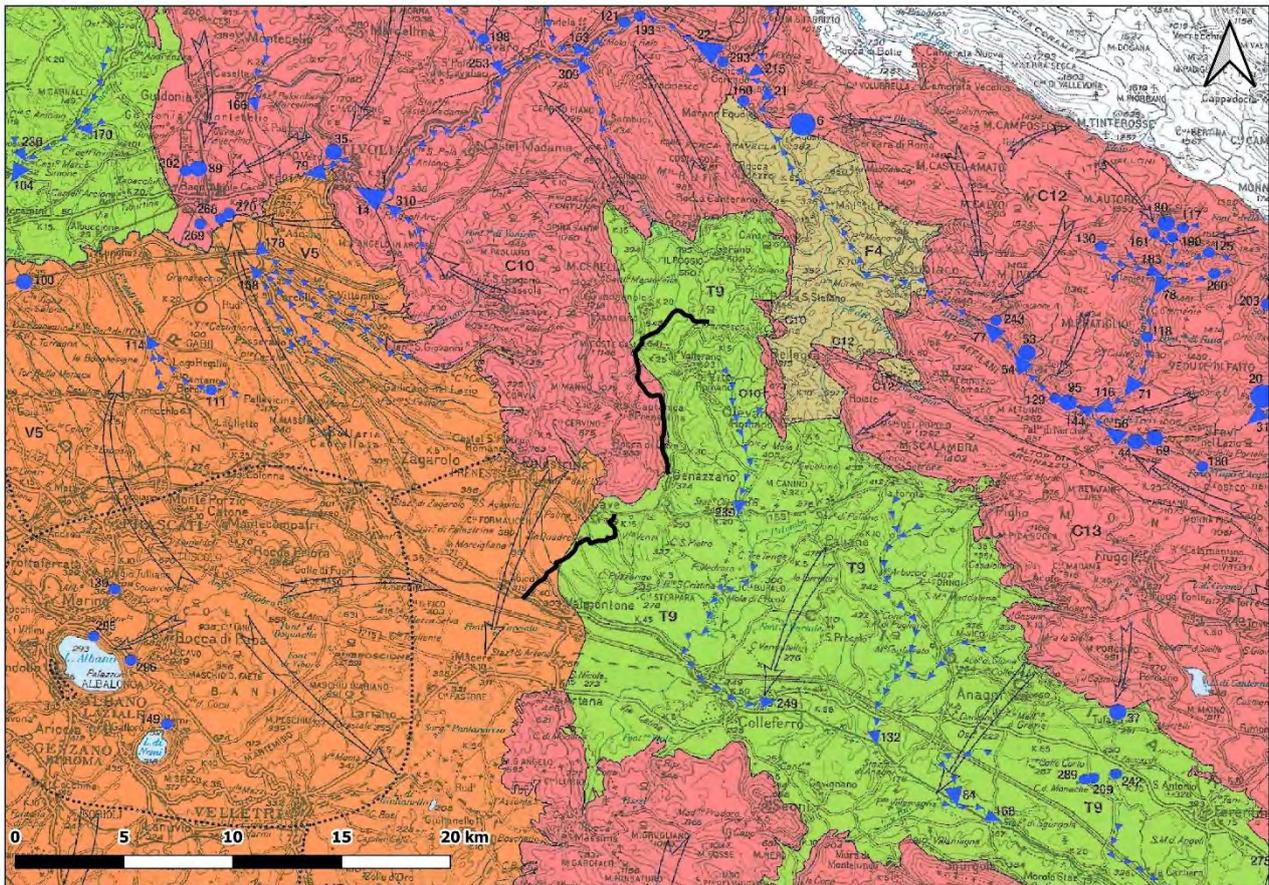


Figura 6.1. Carta delle Unità Idrogeologiche della Regione Lazio in scala 1: 250.000 (G. Capelli et alii, 2012). In nero i tracciati T1 e T2 di progetto.

Delle unità sopra citate, ad esclusione dell'unità 'T9', gli autori riportano rispettivamente valori di infiltrazione efficace media pari rispettivamente a 500 mm/anno per l'unità dei Monti Sabini meridionali – Prenestini e 260 mm/anno per l'unità dei Colli Albani.

Tale elaborato permette inoltre di comprendere le principali direzioni di deflusso regionale presenti. A tal riguardo è possibile appurare come l'unità dei Monti Sabini meridionali – Prenestini sia contraddista da un flusso orientato principalmente in direzione NW con recapito verso la valle del Fiume Aniene. Per le restanti unità idrogeologiche vulcaniche e detritico alluvionali, la circolazione idrica sotterranea risulta invece orientata in direzione SW.

Un ulteriore elemento desumibile dalla consultazione della carta risulta essere **l'alimentazione che il fiume Sacco in quest'area riceve dalle acque sotterranee, così come indicato dalla presenza di sorgenti lineari.**

Si segnala infine come, a scala regionale, non vengano segnalate importanti sorgenti puntuali.

Dalla consultazione della Carta Idrogeologica del Lazio in scala 1:100.000 è possibile desumere come il tracciato di progetto interessi i seguenti complessi idrogeologici (Figura 6.2):

- **Complesso dei Flysch marnoso-arenacei (potenzialità acquifera medio bassa):** il complesso idrogeologico dei flysch marnoso-arenacei viene interessato **dall'opera di progetto** per il tratto T1, dalla partenza posta a Monte Castellone, **fino a località "Pratarone"** nel Comune di San Vito Romano. Il complesso è costituito esclusivamente da associazioni arenaceo pelitiche. Tale successione, la quale presenta spessori di centinaia di metri, risulta priva di una circolazione idrica sotterranea di importanza regionale;
- **Complesso calcareo-marnoso di bacino (potenzialità acquifera medio bassa):** **tale complesso in quest'area risulta rappresentato dall'affioramento di marne, marne calcaree e calcareniti. L'elevata componente marnosa conferisce a questo complesso un ruolo di chiusura idraulica nei confronti di acquiferi regionali.** Il complesso idrogeologico appena descritto risulta affiorare lungo il Fosso di **Capranica fino a lambire il l'abitato del Comune di Genazzano;**
- **Complesso calcareo-marnoso di piattaforma (potenzialità acquifera medio alta):** il complesso calcareo-marnoso di piattaforma presenta una successione di calcari marnosi, marne e calcareniti principalmente riconducibili in **quest'area alla formazione dei Calcari a Briozoi e Litotamni. Questa successione,** la quale raggiunge centinaia di metri di spessore presenta caratteristiche idrogeologiche funzione dei litotipi affioranti, i quali in funzione della loro natura calcarea o marnosa, influenzano in vario modo le dinamiche di circolazione idrica sotterranea;
- **Complesso dei tufi stratificati e delle facies freatomagmatiche (potenzialità acquifera bassa):** tale complesso, risulta costituito **dall'affioramento di tufi stratificati, tufi terrosi, brecce piroclastiche, pomici, lapilli**

e blocchi lavici in matrice cineritica. Lo spessore di questi ultimi risulta di difficile interpretazione in quanto essi risultano interdigitati con altri complessi vulcanici. Le caratteristiche dei litotipi che lo costituiscono gli conferiscono una limitata rilevanza idrogeologica. In merito alle opere di progetto tale complesso risulta presente principalmente tra Cave e **Colle Sant'Angelo** e in maniera secondaria nel tratto finale del tracciato T1 posto in prossimità del centro abitato di Genazzano;

- Complesso delle lave, laccoliti e coni di scorie (potenzialità acquifera medio alta): scorie generalmente saldate, lave e laccoliti, di spessore di decine di metri. Questo complesso contiene falde di importanza locale ad elevata produttività, ma di estensione limitata. La presenza di questo complesso viene riscontrata quasi esclusivamente nel tratto finale del tracciato di progetto, ovvero **nell'area compresa tra il centro abitato del comune di Cave e Colle Sant'Angelo**;
- Complesso delle pozzolane (potenzialità acquifera media): depositi da colata piroclastica, genericamente massivi e caotici, prevalentemente litoidi. Nel complesso sono comprese le ignimbriti e tufii quali presentano complessivamente di spessori di decine – centinaia. Questo complesso è sede di una estesa ed articolata circolazione idrica sotterranea che alimenta la falda di base di acquiferi vulcanici regionali. Tale complesso risulta affiora diffusamente nel tratto compreso tra Cave e **Colle Sant'Angelo** ed in parte in prossimità del centro abitato di Genazzano.

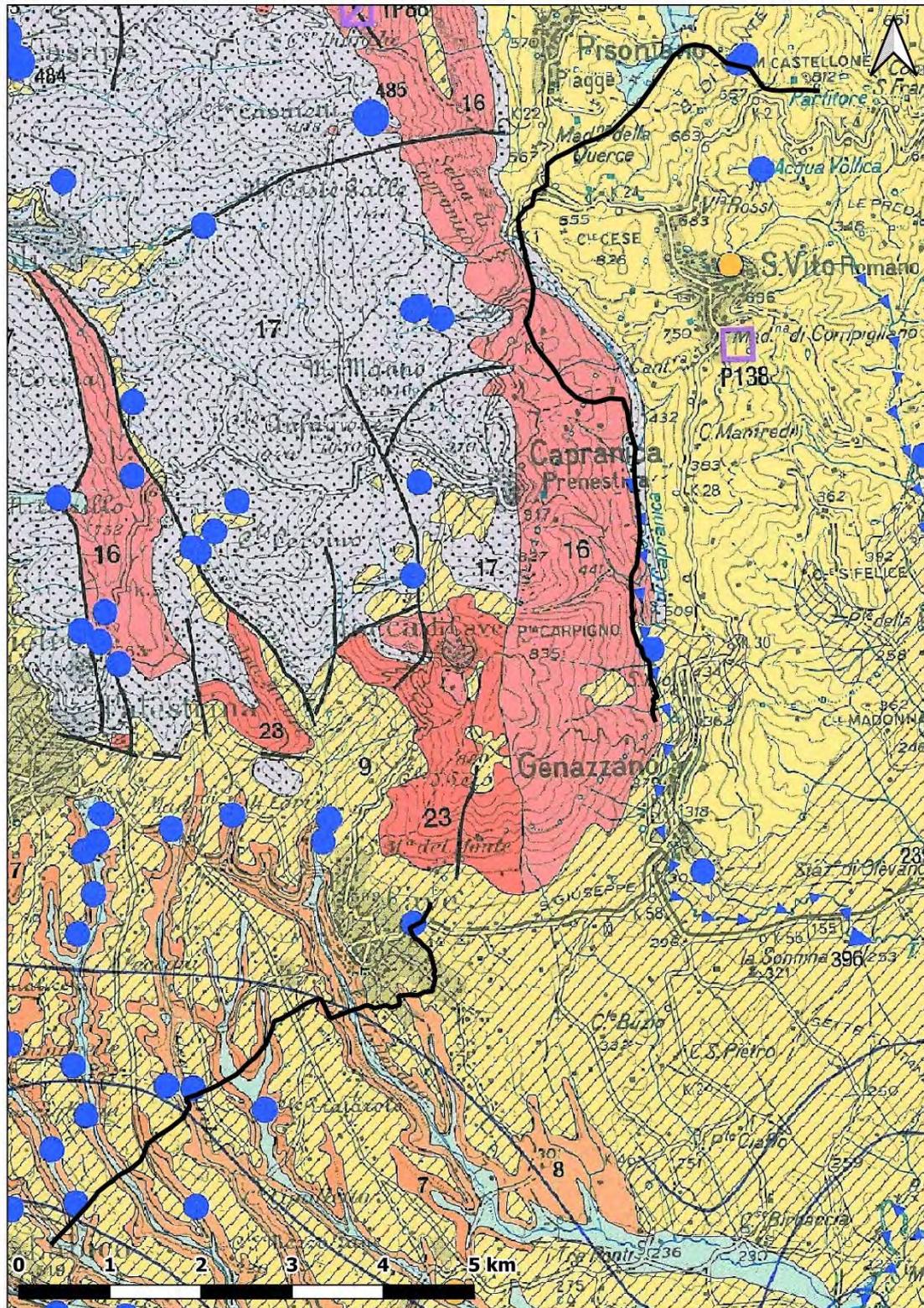


Figura 6.2. Carta Idrogeologica del Lazio in scala 1:100.000.

Dal punto di vista della circolazione idrica sotterranea, la Carta Idrogeologica della Regione Lazio in scala 1: 100.000 conferma quanto già precedentemente segnalato nella Carta delle Unità Idrogeologiche in scala 1:250.000. In particolare si segnala come **l'elaborato non espliciti l'andamento piezometrico per i complessi idrogeologici afferenti alle unità carbonatiche e terrigene**, se non tramite la segnalazione di sorgenti lineari e puntuali, tra cui il Fosso di Capranica – Torrente Rio, il quale riceve alimentazione dalle acque sotterranee in prossimità del centro abitato di Genazzano.

Le sorgenti puntuali presenti, le quali risultano caratterizzate da portate inferiori ai 10 L/s, risultano connesse a circolazioni locali e falde sospese legate al particolare assetto idrogeologico presente, come ad esempio **nell'area della dorsale dei Monti Prenestini** dove tali sorgenti derivano dalla presenza di circolazioni superficiali secondarie, associate alla presenza di orizzonti calcarei sostenuti da acquicludi composti da livelli marnoso-argillosi.

Per quanto riguarda l'unità idrogeologica dei Colli Albani, le sorgenti segnalate risultano connesse alla circolazione superiore del Vulcano Laziale, il cui deflusso è sostenuto dalla sequenza a bassa permeabilità identificabile con la facies del **"Tufo Lionato" (VSN₁)** della Formazione di Villa Senni.

Ai fini del presente studio, è stato inoltre consultato la pubblicazione di U. Ventriglia **"Idrogeologia della Provincia di Roma – Vol. III – Regione vulcanica dei Colli Albani"**. Tale elaborato ha permesso di confermare ed affinare il modello di circolazione idrica **sotterranea, soprattutto per le aree interessate dall'affioramento di depositi terrigeni e vulcanici**. Tale elaborato, coerentemente con quanto già presentato, permette di definire con maggior precisione le caratteristiche della circolazione idrica che interessa i terreni afferenti al complesso idrogeologico dei flysch marnoso-arenacei.

In particolare per il tratto compreso tra Monte Castellone e Genazzano, tali depositi presentano una circolazione idrica sotterranea con valori variabili da un massimo di circa 650 m **s.l.m. per l'area di Monte Castellone ed un minimo pari a circa 330-350 m s.l.m.** in prossimità del centro abitato del Comune di Genazzano (Figura 6.3).

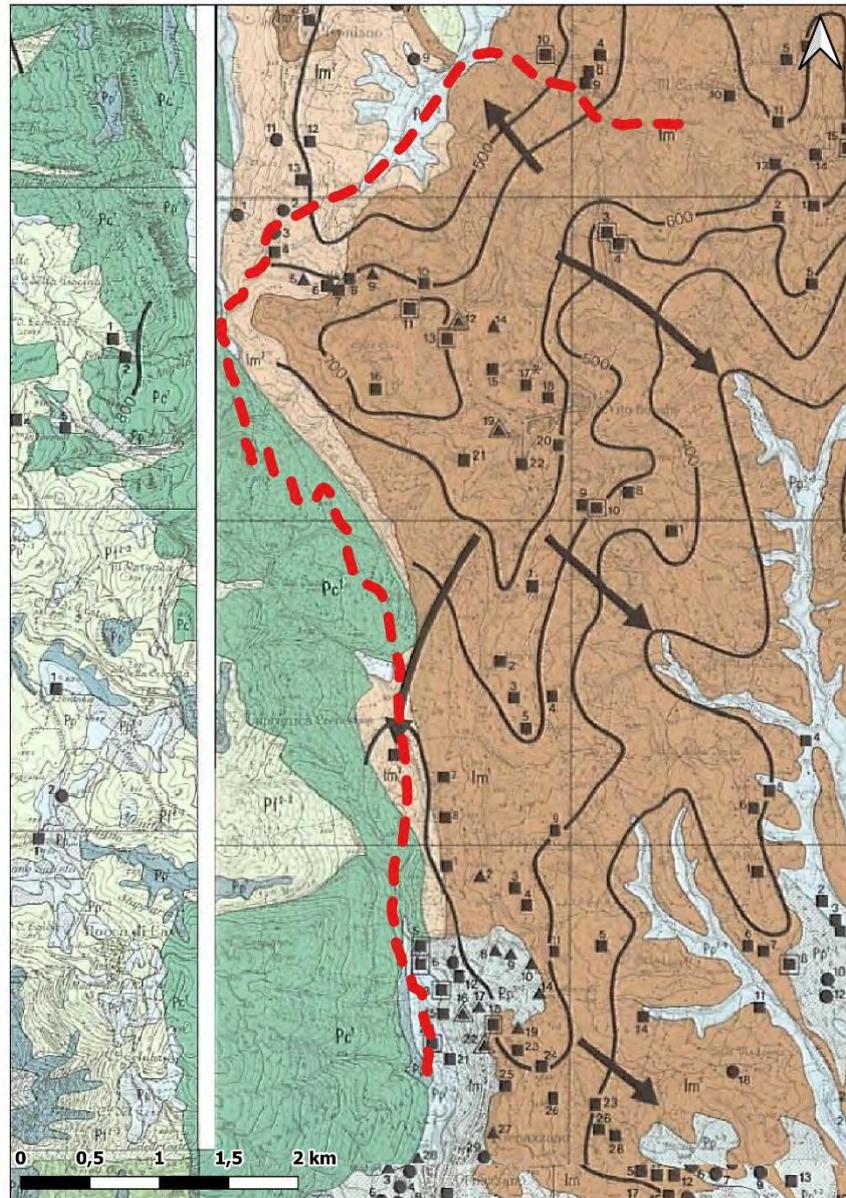


Figura 6.3. Carta Idrogeologica della Provincia di Roma – Vol. III – Regione vulcanica dei Colli Albani (U.Ventriglia). In rosso è riportato il tracciato di progetto.

Per il tratto compreso tra Cave e Colle Sant’Angelo, tale elaborato fornisce ulteriori informazioni riguardo la circolazione idrica sotterranea relativa all’acquifero superiore vulcanico sostenuto dai litotipi della formazione di Villa Senni rappresentati dal “Tufo Lionato”. In particolare, quest’ultimo, in un intorno del tracciato di progetto, presenta carichi idraulici di poco superiori ai 300 m.s.l.m (Figura 6.4).

Ai fini del presente studio, è stato inoltre consultato la pubblicazione di U. Ventriglia “Idrogeologia della Provincia di Roma – Vol. III – Regione vulcanica dei Colli Albani”.

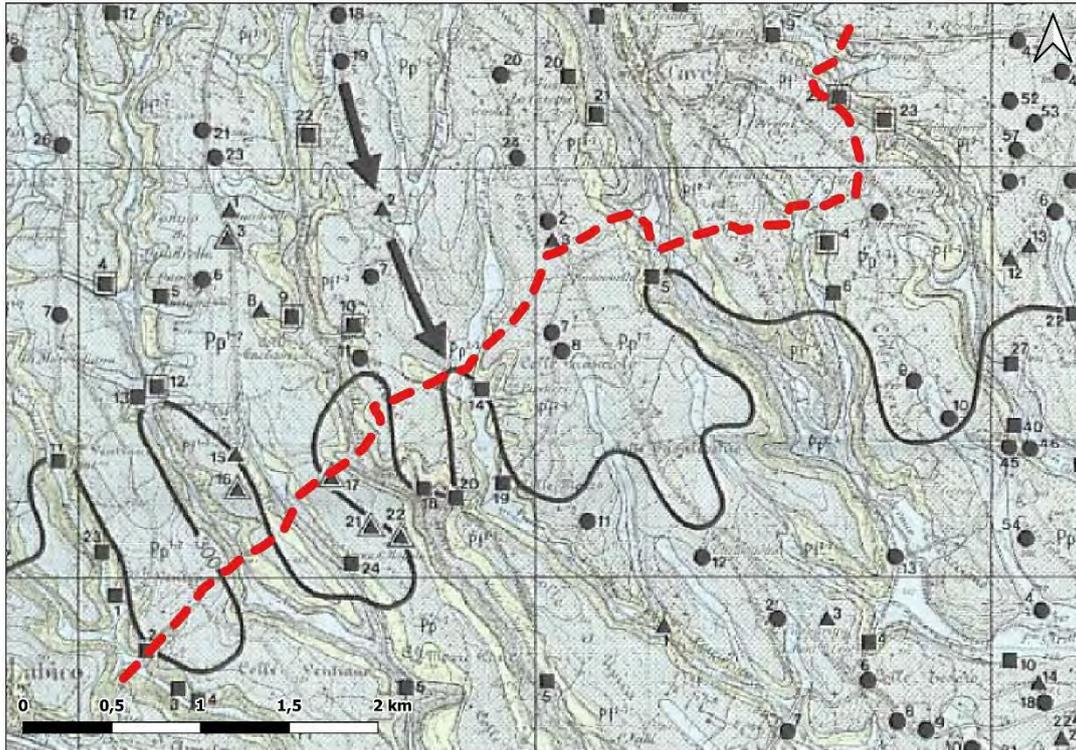


Figura 6.4. *Carta Idrogeologica della Provincia di Roma – Vol. III – Regione vulcanica dei Colli Albani (U.Ventriglia). In rosso è riportato il tracciato di progetto.*

Analizzando in dettaglio l'assetto idrogeologico relativo al tratto di tracciato T2, appare evidente come gli elaborati presenti in bibliografia a causa della scala regionale di lavoro (Capelli et alii, 2012), **siano tali da non mettere in evidenza il ruolo svolto in quest'area dal membro del Tufo Lionato, il quale, come già sottolineato, svolge il ruolo di acquitardo-acquiclude, sostenendo circolazioni locali presenti all'interno della facies piroclastica della Formazione di Madonna degli Angeli.** A tal proposito, per i depositi vulcanici presenti, è stata preferita la classificazione proposta nella Carta Idrogeologica di Roma in scala 1:50.000 (La Vigna & Mazza, 2015).

6.1.1 COMPLESSI IDROGEOLOGICI

Le unità **litostratigrafiche individuate nell'area di studio sono state raggruppate in base** alle loro caratteristiche idrogeologiche in 10 complessi idrogeologici. La classificazione è stata basata sulla cartografia idrogeologica edita suddividendo i complessi in funzione della loro capacità di assorbire, immagazzinare e trasmettere acqua individuando così complessi idrogeologici contraddistinti da una potenzialità acquifera variabile da molto bassa a molto alta. Si riporta di seguito una breve descrizione dei complessi idrogeologici, con indicazione delle sigle CARG delle unità litostatigrafiche a cui fanno riferimento e la loro potenzialità acquifera.

- 1 - Complesso dei depositi alluvionali (*potenzialità acquifera da bassa a medio alta*)
 Alluvioni ghiaiose, sabbiose, argillose attuali e recenti anche terrazzate e coperture eluviali e colluviali (OLOCENE). Spessore variabile da pochi metri ad oltre un centinaio di metri. Dove il complesso è costituito dai depositi alluvionali **dei corsi d'acqua perenni presenta gli spessori maggiori (da una decina ad oltre un centinaio di metri)** e contiene falde multistrato di importanza regionale. I **depositi alluvionali dei corsi d'acqua minori, con** spessori variabili da pochi metri ad alcune decine di metri, possono essere sede di falde locali di limitata estensione;
- 2 - Complesso dei depositi detritici (*potenzialità acquifera medio alta*)
 Detriti di falda e di pendio, depositi morenici, di conoide e di frana e terre rosse (Pleistocene - Olocene) con spessori variabili fino ad alcune decine di metri. Dove poggia su un substrato più permeabile non contiene falde significative, ma contribuisce alla ricarica delle falde del substrato. Dove è sostenuto da un substrato meno permeabile ospita falde sospese che alimentano sorgenti diffuse a regime generalmente stagionale. Le grandi conoidi possono contenere falde perenni alimentate da infiltrazione zenitale e, localmente, da apporti provenienti dagli acquiferi con cui sono in continuità idraulica;
- 3 - Complesso delle lave (*potenzialità acquifera medio alta*)
 Il complesso comprende i diversi depositi lavici appartenenti alla serie albana, presenti in diverse posizioni stratigrafiche, comprensive delle litofacies piroclastiche associate (LLL, FKBB). Gli spessori vanno da qualche metro ai circa

25-30 metri delle colate più importanti. Dal punto di vista della potenzialità idrica il complesso può essere sede di circolazione preferenziale, laddove lo stato di fratturazione lo permetta. Il complesso presenta un grado di permeabilità relativa alto;

- 4 – Complesso del Tufo Lionato (*potenzialità acquifera bassa*)
Questo complesso è costituito dal Tufo Lionato della Formazione di Villa Senni (VSN1). Si tratta di depositi da colata piroclastica, massivi e caotici, litoidi per effetto della zeolitizzazione, costituiti da facies con matrice sia cineritica, alla **base, che più grossolana, al tetto. Gli spessori massimi dell'unità raggiungono i 25 m.** Il complesso si presenta come una bancata piuttosto regolare e continua nel sottosuolo. Per il suo andamento piuttosto continuo e le sue caratteristiche fisiche di aquitard può sostenere la falda superiore, che viene però a mancare laddove si presenta fratturato. Nel complesso, il grado di permeabilità relativa assegnato è medio per fratturazione;
- 5 – Complesso delle vulcaniti albane altamente permeabili (*potenzialità acquifera alta*)

Comprende i termini della successione vulcanica albana caratterizzati da elevata permeabilità (SLVb, VSN2, VSN2b, PNR, RED). È costituito da depositi di colata piroclastica genericamente massivi e caotici, da incoerenti a litoidi, da coni di scorie e dai relativi prodotti vulcanoclastici. Gli spessori sono variabili in funzione della differente natura delle litologie costituenti il complesso e vanno da qualche metro a oltre 50 m. La geometria dei depositi che costituiscono il complesso è **anch'essa variabile, poiché la maggior parte dei prodotti emessi si è deposta** tendendo a livellare la paleomorfologia. Il grado di permeabilità relativa è alto per porosità e subordinatamente per fratturazione;

6 – Complesso delle vulcaniti albane scarsamente permeabili
(potenzialità acquifera bassa)

Nel complesso sono stati accorpati i depositi vulcanici del Distretto dei Colli Albani a bassa permeabilità (KKA, TDC, VLC), sia di deposizione primaria, costituiti prevalentemente da ignimbriti da prossimali a distali, sia da prodotti rimaneggiati. Gli spessori sono variabili, con valori massimi di 10-15 m, che però a volte raggiungono i 30-40 m. La geometria dei depositi che costituiscono il complesso è variabile poiché deriva da colate ignimbritiche che hanno colmato le paleomorfologie. Il grado di permeabilità relativa è scarso;

- 7 – Complesso dei flysch marnoso arenacei *(potenzialità acquifera bassa)*
 Associazioni pelitico-arenacea in strati da sottili a medi (Flysch di Frosinone). Spessore di alcune centinaia di metri. Il complesso risulta essere privo di una circolazione idrica sotterranea di importanza regionale, può ospitare falde locali **e discontinue all'interno degli orizzonti calcarenitici fratturati**. Il grado di permeabilità risulta essere basso.

- 8 – Complesso calcareo marnoso di piattaforma *(potenzialità acquifera medio alta)*

Successione di calcari marnosi, marne e calcareniti (Cretacico superiore – Miocene) con spessore fino a centinaia di metri. Gli affioramenti dei litotipi calcarei contribuiscono alla ricarica degli acquiferi carbonatici regionali del dominio di piattaforma. I litotipi marnosi riducono la capacità di ricarica e sostengono falde di modesta entità e di interesse locale. Il grado di permeabilità relativa è medio – alta;

- 9 – Complesso calcareo marnoso di bacino *(potenzialità acquifera medio bassa)*

Successione di marne e calcari marnosi (Eocene-Miocene). Il complesso comprende le formazioni calcareo-marnose che chiudono sia la successione umbro-marchigiana che la successione laziale abruzzese. Spessore massimo di alcune centinaia di metri. Il grado di permeabilità relativa è medio basso.

- 10 – Complesso dei calcari di piattaforma (*potenzialità acquifera molto alta*)
 Calcari detritici, micritici, con intercalazioni dolomitiche; calcari organogeni e breccie calcaree della successione laziale (Lias medio – Cretacico superiore). Spessori di centinaia di metri. Quando affiorano con continuità, tale complesso è sede di articolati ed imponenti acquiferi che alimentano importanti sorgenti. Il grado di permeabilità è molto alto.

6.1.2 Analisi idrogeologica quantitativa – Misurazione e ricostruzione piezometrica

Durante la campagna di indagine geognostica sono stati realizzati n.3 piezometri di monitoraggio (Figura 6.5) necessari a confermare i modelli di circolazione idrica relativi alle falde presenti.

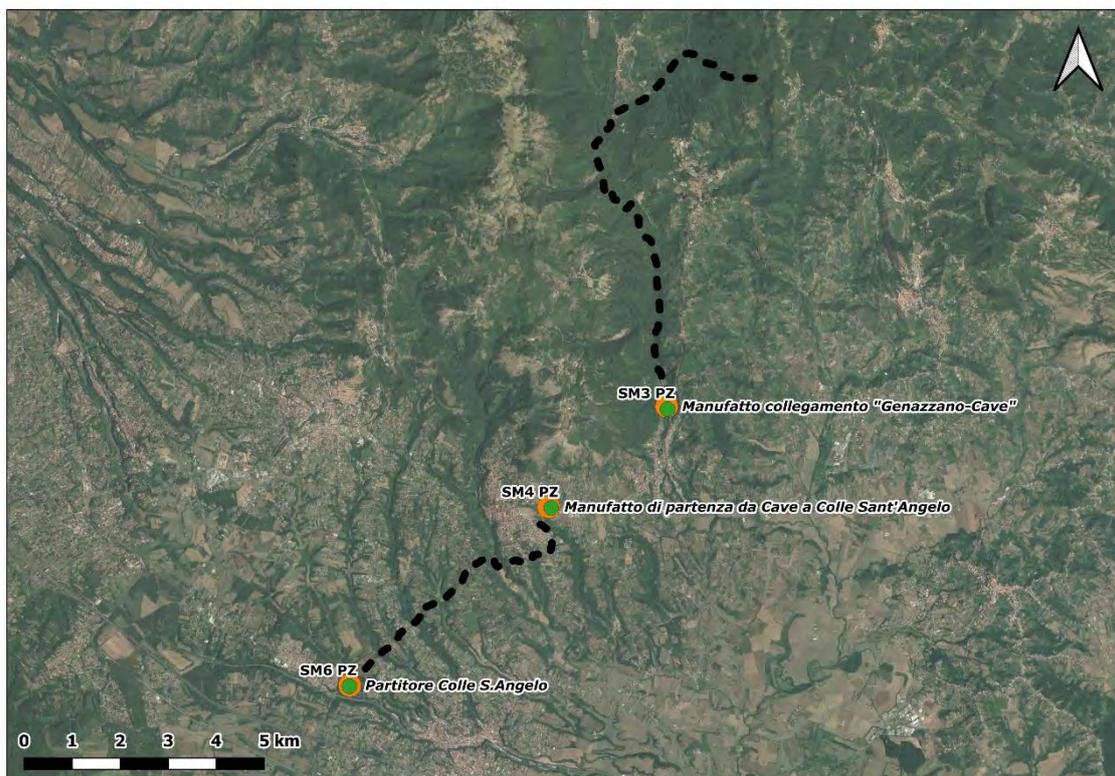


Figura 6.5. Ubicazione dei piezometri realizzati (in verde) rispetto al tracciato di progetto. In arancione vengono indicati i manufatti di progetto.

Sono riassunte di seguito procedure e modalità d'installazione in foro di sondaggio dei tubi piezometrici, accompagnate dai risultati delle misure di falda eseguite.

Piezometro SM3PZ

Realizzato nel mese di maggio 2022, il piezometro SM3PZ è ubicato poco a monte del **centro abitato di Genazzano, in corrispondenza del "T 1-3** Manufatto di collegamento alla condotta Genazzano Cave - A", **ad una quota di 326 m.s.l.m** (coordinate nel sistema WGS84 X = 12.972559, Y = 41.838424). Si tratta di un piezometro a tubo aperto, di diametro 101 mm e lunghezza complessiva di 15 m, di cui:

- Tubo cieco: da 0 a 3 m;
- Tubo fenestrato da 3 a 15 m.

L'analisi della stratigrafia del sondaggio SM3DH, ubicato in adiacenza al piezometro SM3PZ, permette di constatare come il piezometro interessi i seguenti depositi:

- 0 – 0.3: Terreno vegetale;
- 0.3 – 10.3: Ciottoli di arenaria in matrice sabbioso-limosa di colore grigio-bianco on presenza di livello litoide tra 1 e 1,3 m da p.c.;
- 10.3 – 30.0: Argille sabbiose con rari litici di arenaria litoide, di colore grigio scuro;

Il piezometro SM3PZ, misurato nel mese di maggio 2022, ha restituito un valore di soggiacenza pari a 2.90 m.

Piezometro SM4PZ

Realizzato nel mese di maggio 2022, il piezometro SM4PZ è ubicato in prossimità del Cimitero di del Comune di Cave, in corrispondenza del **"T 2-1** Manufatto di collegamento alla condotta Genazzano Cave **B"**, **ad una quota di 374.5 m.s.l.m** (coordinate nel sistema WGS84 X = 12.943661, Y = 41.819350). Si tratta di un piezometro a tubo aperto, di diametro 101 mm e lunghezza complessiva di 15 m, di cui:

- Tubo cieco: da 0 a 3 m;
- Tubo fenestrato da 3 a 15 m.

L'analisi della stratigrafia del sondaggio SM4DH, ubicato in adiacenza al piezometro SM4PZ permette di constatare come il piezometro interessi i seguenti depositi:

- 0 – 5.0: Depositi piroclastici alterati e/o rimaneggiati in matrice argilloso-limosa di colore marrone chiaro a bruno-rossastro. Presenza di litici di lave, pomici, scorie e tufo litoide di colore arancione;
- 5.0 – 30.0: Depositi piroclastici alterati e/o rimaneggiati in matrice sabbioso limosa di colore bruno-arancione. Presenza di litici di tufo litoide, scorie e leucite analcimizzata.

Il piezometro SM4PZ, misurato nel mese di maggio 2022, ha restituito un valore di soggiacenza pari a 14.00 m.

Piezometro SM6PZ

Realizzato nel mese di maggio 2022, il piezometro SM6PZ è ubicato in corrispondenza del **"T 2-3 Manufatto di collegamento al partitore Colle S. Angelo", ad una quota di 327.0** m.s.l.m (coordinate nel sistema WGS84 X = 12.894554, Y = 41.784659). Si tratta di un piezometro a tubo aperto, di diametro 101 mm e lunghezza complessiva di 15 m, di cui:

- Tubo cieco: da 0 a 3 m;
- Tubo fenestrato da 3 a 15 m.

L'analisi della stratigrafia del sondaggio SM6DH, ubicato in adiacenza al piezometro SM6PZ, permette di constatare come il piezometro interessi i seguenti depositi:

- 0 – 0.3: Terreno vegetale di colore marrone scuro;
- 0.3 – 27.0: Depositi piroclastici alterati e/o rimaneggiati in matrice argilloso-limosa, di colore bruno-arancione. Presenza di litici di dimensione <1 cm di lave, pomici e scorie;
- 27.0 – 30.0: Depositi di tufo di colore grigio chiaro, contenenti pomici, litici lavici e leucite analcimizzata. Si presentano litoidi.

Il piezometro SM6PZ, misurato nel mese di maggio 2022, è risultato essere secco.

6.1.2.1 Piezometria T1

La **piezometria relativa all'area** interessata dal tracciato del tratto T1 è stata realizzata basandosi principalmente sulle indicazioni presenti nel materiale bibliografico presente (Carta Idrogeologica del Lazio in scala 1:100.000, Idrogeologia della Provincia di Roma – Vol. III 'Regione vulcanica dei Colli Albani') **le quali** sono state successivamente verificate **ricorrendo all'utilizzo di n.3 piezometri (piezometro 'SM3PZ' e n.2 piezometri storici realizzati nel corso di campagne pregresse).**

L'analisi della piezometria risultante permette di riscontrare un deflusso orientato inizialmente in direzione SE-NW da Monte Castellone a Pisoniano e successivamente in direzione NE-SW da Pisoniano a Genazzano con valori di carico idraulico variabili da un massimo di circa 700 m.s.l.m. in prossimità di Colle Cese ad un minimo di circa 320 m.s.l.m. in corrispondenza del centro abitato di Genazzano.

Tale circolazione idrica risulta influenzata da una linea spartiacque connessa alla presenza di una dorsale orientata inizialmente in direzione NE-SW tra Monte Castellone e Colle Cese e successivamente in direzione circa N-S tra Colle Cese **e l'abitato** di San Vito Romano (Figura 6.6).

Nelle aree interessate dalla presenza del tracciato di progetto, i carichi idraulici presentano un massimo **nell'area di Monte Castellone** (con valori di circa 630 m.s.l.m.). **Da quest'area, è presente un deflusso orientato parallelamente al tracciato, fino ad un** minimo relativo posto in località Cretone, con valori di carico idraulico di ca. 400 m.s.l.m. ca. Proseguendo lungo il tracciato, si assiste ad un aumento delle quote piezometriche le quali dopo aver raggiunto valori superiori ai 600 m.s.l.m. in prossimità del Fosso di Capranica, tornano a ridursi con un deflusso orientato in direzione circa N-S.

Si segnala inoltre come, a partire circa **dall'altezza dell'abitato di Capranica Prenestina,** il Fosso di Capranica e successivamente il Torrente Rio, ricevano alimentazione dalle acque sotterranee presenti, come desumibile dalle sorgenti lineari rappresentate.

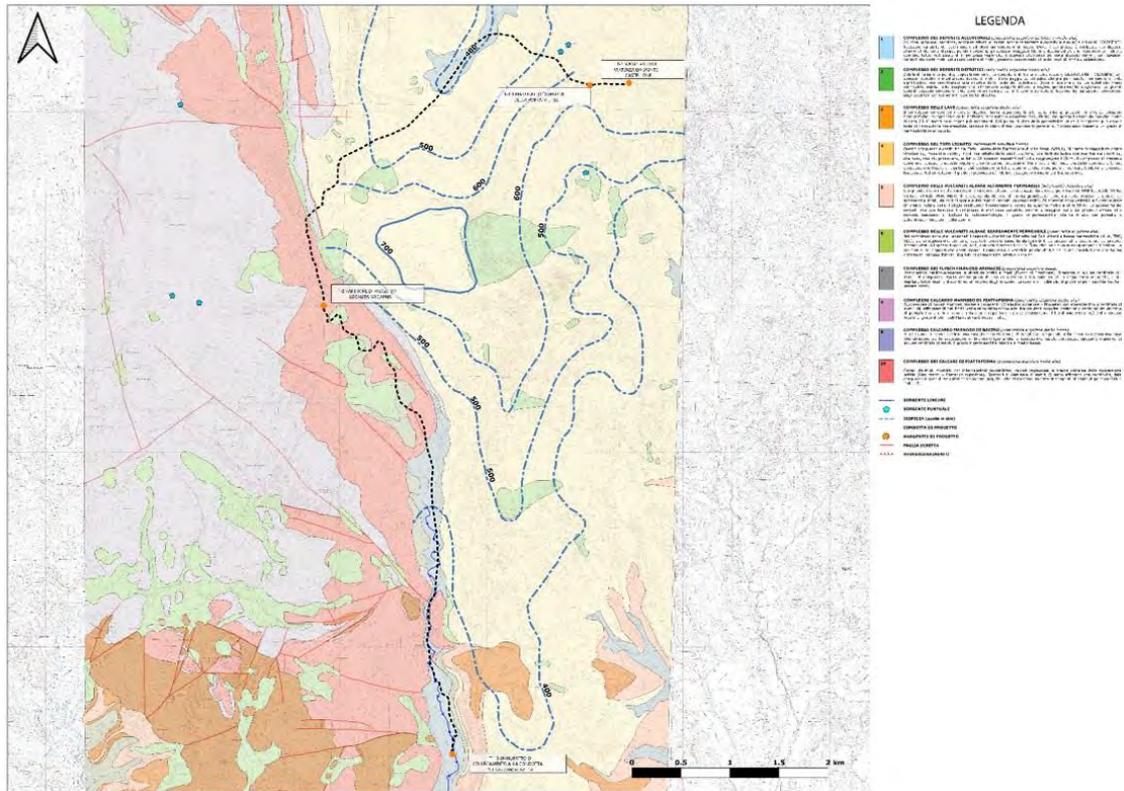


Figura 6.6. Carta Idrogeologica relativa al tratto T1. In nero è indicato il tracciato di progetto, in blu tratteggiato le curve isopiezometriche.

6.1.2.2 Piezometria T2

L'analisi dei dati relativi al tracciato del tratto T2 (Cave – Colle Sant'Angelo) ha permesso di riscontrare come in **quest'area risultino presenti essenzialmente due** circolazioni idriche sotterranee orientate in direzione ca. NE-SW. La circolazione idrica più profonda, di carattere regionale, presenta valori di carico idraulico compresi da un massimo di circa 270 m.s.l.m. in prossimità del centro abitato di Cave ad un minimo di **poco inferiore ai 200 m.s.l.m. in corrispondenza di Colle Sant'Angelo** (Figura 6.7).

La falda più superficiale, la quale presenta direzioni di deflusso del tutto comparabili con **l'acquifero regionale profondo**, è ospitata **all'interno del membro piroclastico della** Formazione di Madonna degli Angeli e sostenuta dal sottostante membro del Tufo Lionato della Formazione di Villa Senni. In quest'area, tale circolazione idrica presenta

valori variabili da un massimo di 360 m.s.l.m. in prossimità del centro abitato di Cave ad un minimo di 310 m.s.l.m. in corrispondenza di Colle Sant'Angelo.

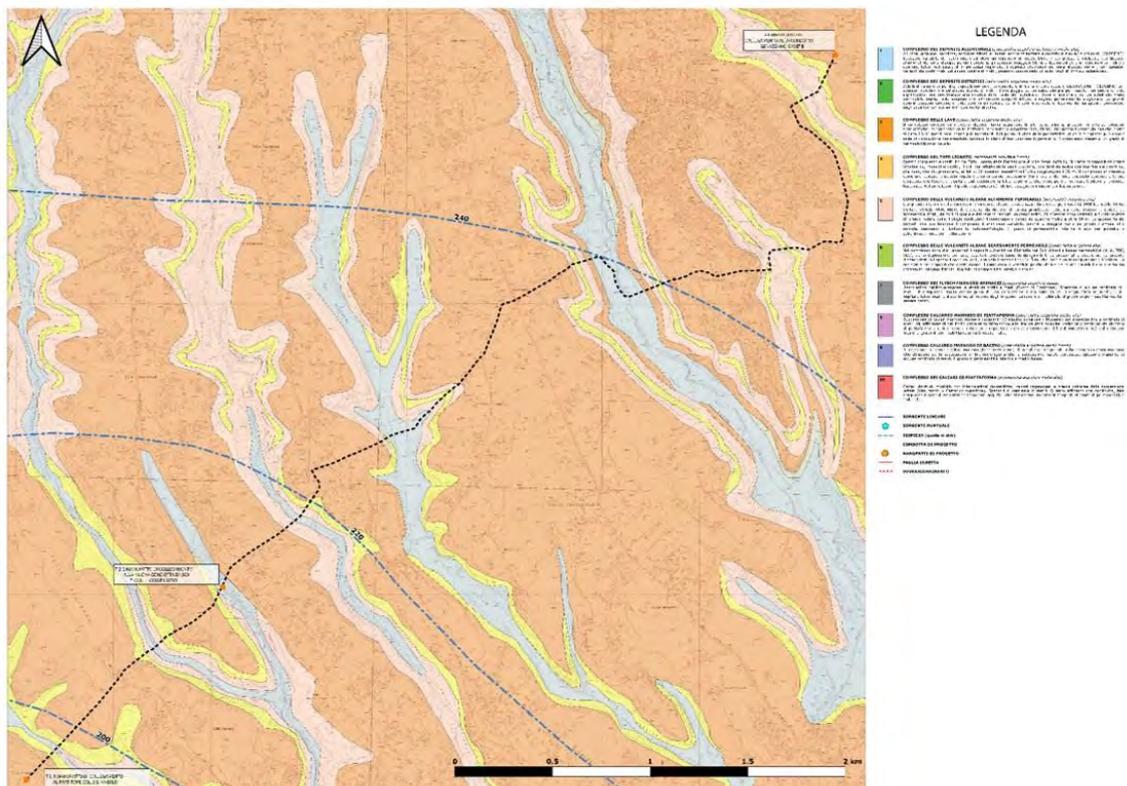


Figura 6.7. Carta Idrogeologica relativa al tratto T2. In nero è indicato il tracciato di progetto, in blu tratteggiato le curve isopiezometriche.

6.2 INTERAZIONE DEL TRACCIATO DI PROGETTO CON LA FALDA IDRICA SOTTERRANEA

In merito all'interazione del tracciato di progetto con le falde idriche presenti va innanzitutto sottolineato come tale opera preveda scavi superficiali con profondità medie pari a circa 2-3 metri dal p.c.

Un'opera con un tale andamento altimetrico, si presenta per gran parte dei tracciati dei tratti T1 e T2 tale da non interferire con circolazioni idriche significative presenti.

Per il tratto T1, a partire dal Manufatto Partitore 'Monte Castellone' all'intersezione con il Fosso di Capranica, la falda presente risulta posta a quote sensibilmente inferiori al

piano campagna, con valori di soggiacenza massimi in corrispondenza delle dorsali e minimi a ridosso di Fosso della Valle in località Cretone. In tale area si segnala comunque come a quote di fondo scavo variabili tra i 407 e i 410 m.s.l.m. corrispondano valori di carico idraulico pari a ca. 400 m.s.l.m.

Nel successivo tratto posto tra i picchetti 183 e 387 il tracciato di progetto interessa per la sua quasi totalità calcareniti della formazione dei Calcari a Briozoi e Litotamni. Tali litotipi appartenenti al complesso calcareo marnoso di piattaforma, benché dotati di potenzialità acquifera medio-alta, **in quest'area presentano una circolazione discontinua, la quale, nell'area interessata dall'attraversamento del tracciato, non segnala evidenze riconducibili a circolazioni idriche presenti, così come desumibile dall'assenza di sorgenti lineari o puntuali.**

L'analisi del tratto posto tra il picchetto n.388 e la fine del tratto T1, permette di constatare come in quest'area sia presente una falda posta a quote prossime al piano campagna. Quanto appena detto risulta confermato sia dalla presenza di sorgenti lineari in questo tratto del torrente Rio che dal carico idraulico misurato nel piezometro SM3.

Il tratto interessato dalla presenza del tracciato del tratto T2, presenta uno schema di circolazione idrica caratterizzato dalla presenza di una falda profonda, a carattere regionale posta tra i 200 e i 270 m.s.l.m. ed una falda sospesa, superficiale, con quote variabili tra i 310 e i 370 m.s.l.m.

Lo schema di circolazione idrica sopra descritto, considerando profondità di scavo pari a circa 2-3 m di profondità, lascia presupporre come le opere di progetto possano interferire esclusivamente localmente con la presenza della sola falda sospesa superficiale escludendo qualsiasi sorta di interferenza con la sottostante falda regionale. Nello specifico, **l'interferenza tra la falda superficiale e le opere di progetto, si prevede possibile nei tratti in cui la realizzazione degli scavi venga a porsi in prossimità del contatto tra la sovrastante facies piroclastica della Formazione di Madonna degli Angeli ed il sottostante membro del Tufo Lionato della Formazione di Villa Senni.**

Infine, analizzando più dettagliatamente i rapporti tra i singoli manufatti di progetto e l'assetto idrogeologico presente è stato possibile riscontrare quanto segue:

- Per i manufatti *T1-1 'Manufatto Partitore Monte Castellone'* e *T1-1.1. 'Manufatto di misura della portata e TLC'* si esclude qualsiasi potenziale interferenza tra questi ultimi e la circolazione idrica sotterranea, in quanto in quest'area la quota dei manufatti risulta essere di molto superiore alla quota di falda, che si assesta intorno tra i 630 e i 650 m.s.l.m;
- Per il manufatto *T1-2 'Manufatto Partitore Località Vadarna'* si escludono interferenze tra il manufatto ed eventuali falde presenti. In quest'area, infatti il substrato calcareo come già sottolineato, non presenta indizi di quote di saturazione dell'acquifero potenzialmente interferenti con il manufatto;
- Il manufatto *T1-3 'Manufatto di collegamento alla condotta Genazzano-Cave'*, vista la sua ubicazione e profondità di fondo scavo (321,7 m.s.l.m. ca.) è tale da interferire con la falda presente, così come evidenziato dai rilievi del livello di falda eseguiti presso il piezometro SM6PZ, dai quali sono emersi valori di carico idraulico variabili tra i 323 e i 322 m.s.l.m.;
- Per l'area del manufatto *T2-1 'Manufatto di partenza da Cave a Colle Sant'Angelo'* si escludono potenziali interferenze con la circolazione idrica sotterranea, così come dimostrato dalla realizzazione del piezometro SM4PZ, il quale dai rilievi effettuati evidenzia una falda a quote di circa 360 m.s.l.m, ovvero circa 10 metri al di sotto della profondità di fondo scavo del manufatto;
- Il manufatto *T2-2 'Collegamento alla nuova condotta DN500 I Colli – Colle Illirio'* risulta potenzialmente interferente con la falda presente. Tale considerazione deriva dalla presenza in quest'area, della sorgente **Acqua di Maggio**. A tal riguardo si tiene a precisare come questa sorgente, la quale da bibliografia presenta una portata media pari a 0,5 L/s, è connessa ad una falda sospesa, la cui entità risulta molto influenzata dalla stagionalità. A tal proposito si segnala come dai sopralluoghi eseguiti, il fontanile di **Acqua di Maggio** sia risultato sempre privo di acqua.
- Infine, per il manufatto *T2-3 'Collegamento al Partitore Colle Sant'Angelo'* (quota di fondo scavo pari a 327,7 m.sl.m. ca.) si escludono potenziali interazioni tra il manufatto e la falda. Quanto appena detto è riscontrabile dai rilievi eseguiti

piezometro SM6PZ, il quale, fenestrato fino ad una quota di 315 m.s.l.m., non ha evidenziato la presenza di acqua.

7. CARATTERIZZAZIONE SISMICA DELL'AREA

La sismicità relativa all'area in esame è principalmente legata ai risentimenti dei terremoti prodotti dalle vicine strutture sismogeniche dell'Appennino centrale (settore aquilano/marsicano con ipocentri a distanza inferiore a 100 km), oltre che di eventuali terremoti regionali (con ipocentri a distanza maggiore di 100 km).

Più localmente, entro un raggio di circa 20 km, dai cataloghi storici risulta una moderata sismicità caratterizzata da scosse isolate o brevi crisi sismiche come quelle relative ai terremoti dell'8 settembre 1941 (Cervara di Roma) e 11 marzo 2000 (Canterano) di magnitudo massima 4.3 e risentimenti nell'area di intensità macrosismica (MCS) massima pari a 7 (Molin et al., 2002) (Pirro & Di Maro, 2002).

In particolare, analizzando la più recente versione del DISS (Database delle sorgenti sismogenetiche con terremoti potenziali superiori a $M_w=5.5$) a cura dell'INGV (<http://diss.rm.ingv.it/diss/>), le sorgenti sismogeniche composite più prossime all'area di progetto, che concorrono a determinare la pericolosità sismica di base a cui essa è esposta, sono di seguito evidenziate in Figura 7.1:

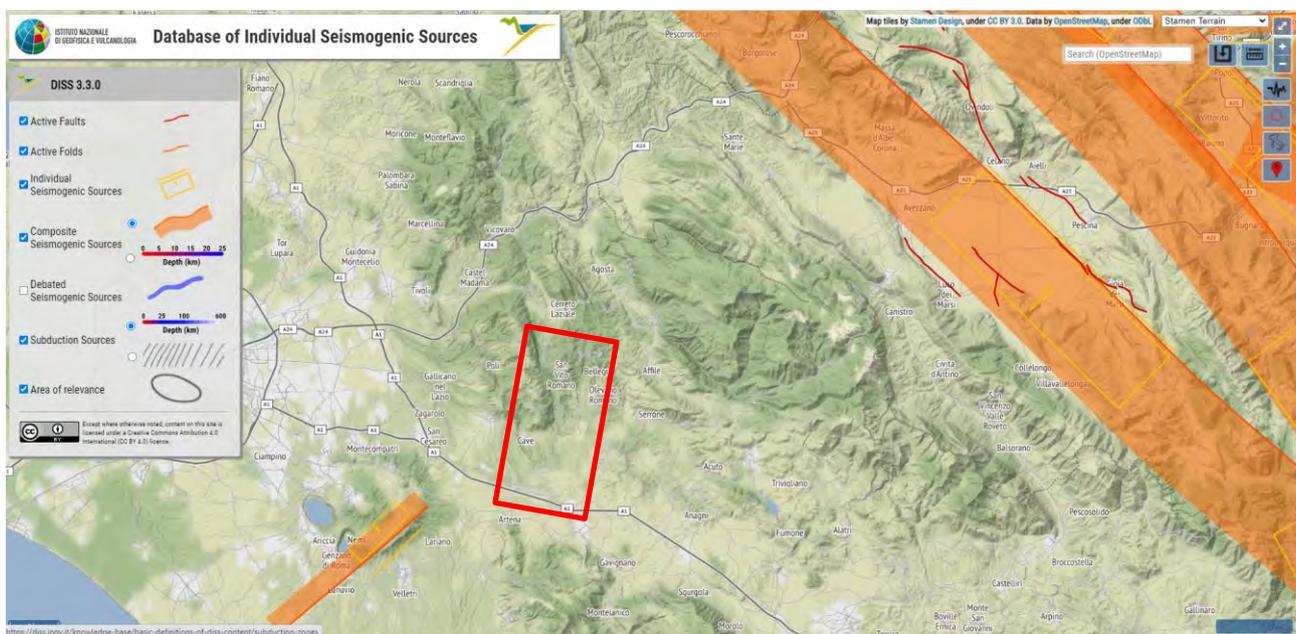


Figura 7.1: Estratto della carta delle sorgenti sismogeniche (DISS 3.2.1 - 2018) prodotta da INGV (relativo all'area interessata dal presente studio).

- ITCS086 "Castelli Romani" a circa 10 km SW del tracciato estesa per circa 20 km in direzione anti-appenninica con terremoti potenziali attesi di M_w massima pari a 5.9;
- ITCS025 "Salto-Barrea-Ovindoli" a circa 40 km a E-NE del tracciato, nell'area del distretto sismico Marsicano (comprendente, tra le altre, la struttura sismogenica individuale del "Bacino del Fucino") estesa su una fascia di 120 km in direzione NW-SE, cui è associata una M_w massima attesa pari a 7.1;
- ITCS013 "Borbona-L'Aquila-Aremogna" a circa 60 km a E-NE del tracciato, estesa per circa 110 km in direzione NW-SE, (comprendente l'ampio distretto sismico aquilano con differenti sorgenti sismogeniche individuali tra le quali "Bacino di Montereale" e "Paganica") con M_w massima attesa pari a 7.0;

In riferimento al Catalogo ITHACA (curato e aggiornato da ISPRA, <http://sgi2.isprambiente.it/ithacaweb/viewer/>), contenente la collocazione spaziale delle faglie attive presenti sul territorio italiano, in special modo di quelle stimate in grado di produrre una significativa deformazione tettonica permanente in superficie (ovvero capaci), nell'area prossima a quella di progetto s'individuano due faglie che risultano nel complesso aver avuto attività dal tardo Pleistocene all'Olocene, come desunto da specifici studi essenzialmente di carattere geomorfologico; esse tuttavia non intersecano i tracciati del nuovo acquedotto (Figura 7.2):

- **27100 "Balsorano"** a circa 40-45 km a E del dell'area di progetto, desunta attraverso rilievi geomorfologici, direzione appenninica e lunghezza di 14 km, cinematismo normale e ultima attività evidenziata da dislocamenti di depositi del Pleistocene;
- **27101 "Civita d'Antonio"** a circa 30-40 km a NE del dell'area di progetto, desunta attraverso rilievi geomorfologici, direzione appenninica e lunghezza di 12 km, cinematismo normale e ultima attività evidenziata da dislocamenti di depositi del Pleistocene;
- **27102 "Scurcola Marsicana"** a circa 40-45 km a NE del dell'area di progetto, desunta attraverso rilievi geomorfologici, direzione appenninica e lunghezza di 13 km, cinematismo normale e ultima attività evidenziata da dislocamenti di depositi del Pleistocene superiore-Olocene;

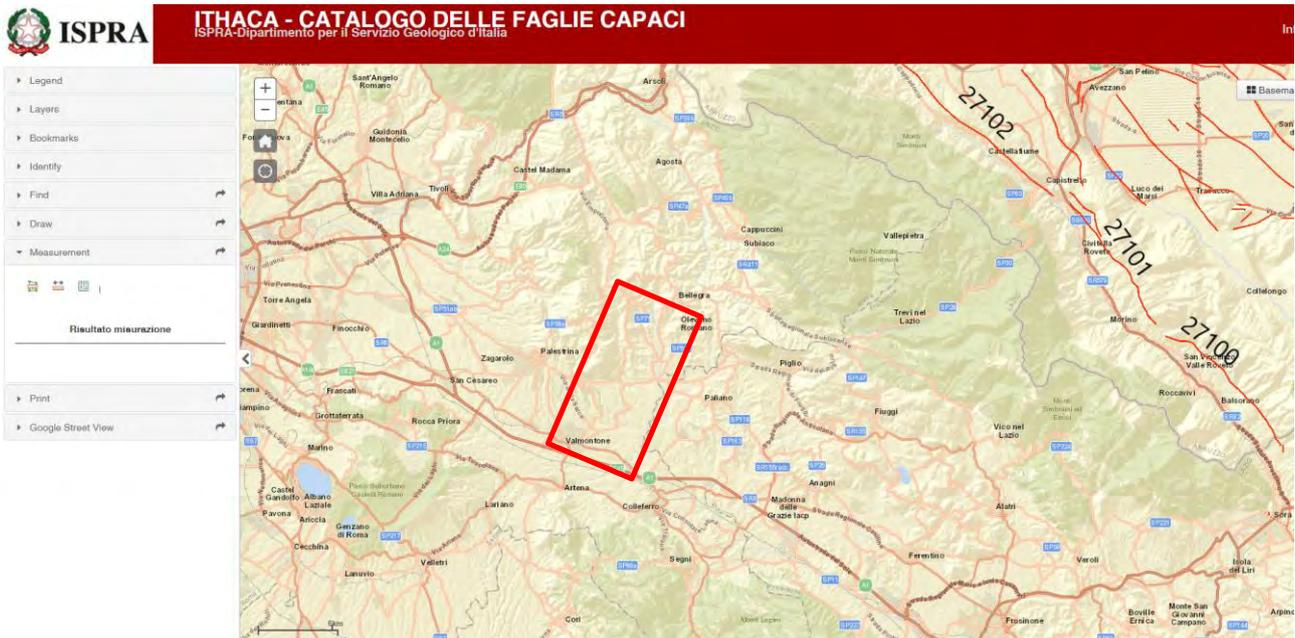


Figura 7.2. Localizzazione e codice identificativo delle Faglie Capaci prossime all'area di progetto, come rappresentate nel Catalogo ITHACA (<http://www.isprambiente.gov.it/it/progetti/ suolo-e-territorio-1/ithaca-catalogo-delle-faglie-capaci>).

Non vi sono effetti sismoindotti al suolo (es. frane, cedimenti, collassi, fratturazione superficiale) inventariati nei cataloghi CEDIT (Catalogo Italiano degli Effetti Deformativi al Suolo Indotti da Forti Terremoti – <https://gdb.ceri.uniroma1.it/index.php/view/map/>) (Fortunato et al., 2012) e CFTI 5Med (<http://storing.ingv.it/cfti/cfti5/>) (Guidoboni et al., 2018, 2019) nell'area di interesse per le opere di progetto.

Secondo il Catalogo Parametrico dei Terremoti in Italia nella sua ultima versione (CPTI15, <https://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15>), che considera oltre 4500 terremoti, nel periodo 1000-2017, di magnitudo ≥ 4 localizzati strumentalmente o indirettamente a partire da studi macrosismici e cataloghi strumentali, nell'area oggetto di studio risultano occorsi terremoti di M_w compresa tra 4 e 4.5 (Figura 7.3).

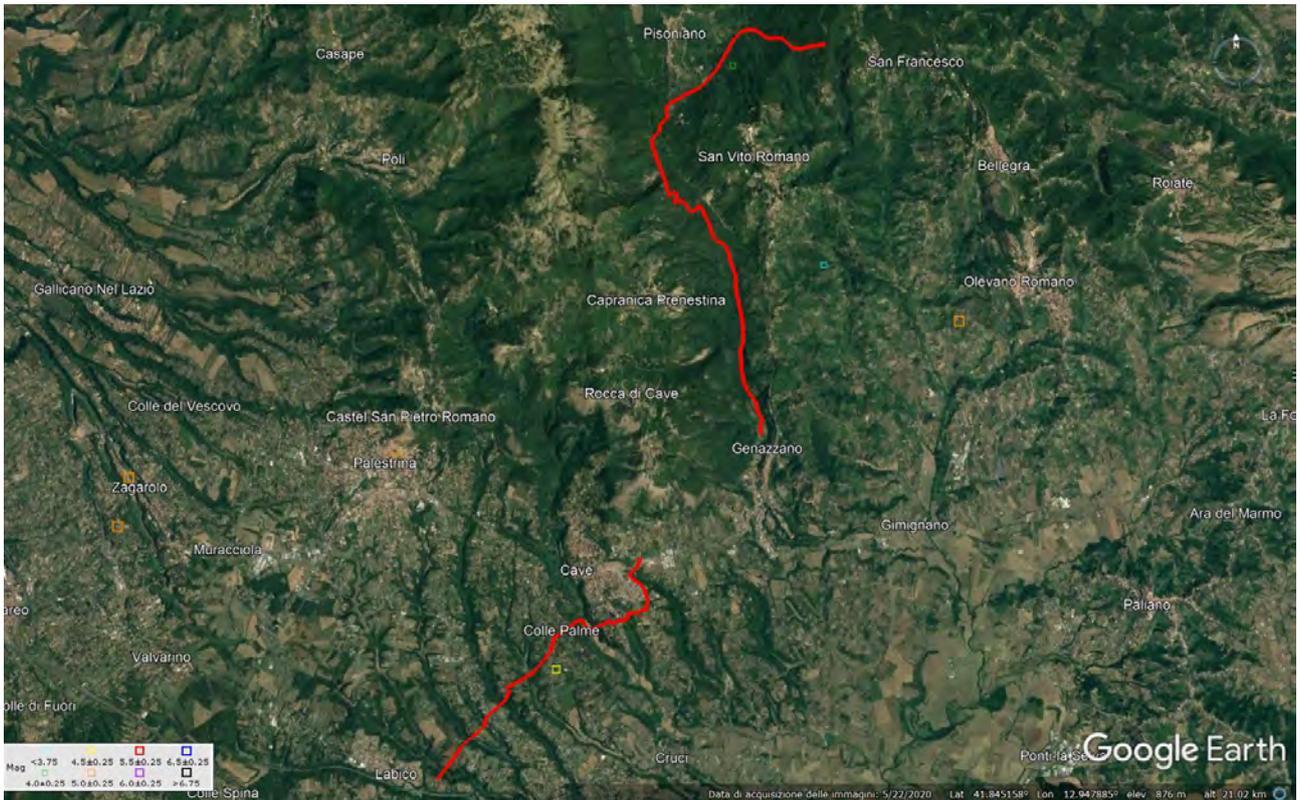


Figura 7.3. *Terremoti localizzati nel CPTI15 prodotto da INGV (<https://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15>) nell'area interessata dal presente studio.*

La consultazione del Database Macrosismico Italiano 2015 (DBMI15 riferito al periodo 1000-2017, fonte INGV, <https://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15>) relativo alla distribuzione delle massime intensità macrosismiche osservate in Italia per oltre 3000 terremoti, evidenzia, in un raggio di circa 20 km delle opere in progettazione, risentimenti di eventi sismici (Figura 7.4), con intensità (scala MCS) fino all'VII grado, in gran parte dovuti a terremoti provenienti dai distretti sismici dell'Appennino abruzzese (L'Aquila, Marsica) e generati dalle strutture sismogeniche sopra descritte.

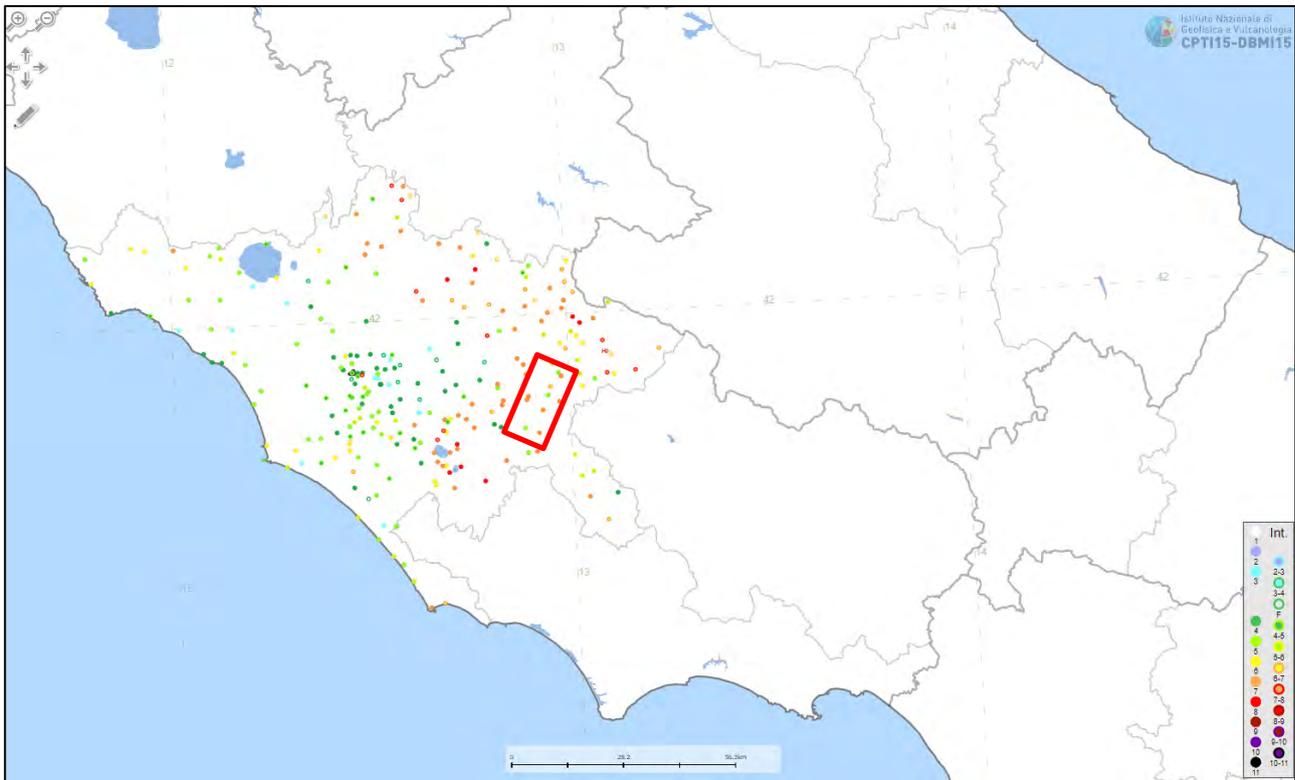


Figura 7.4. *Intensità macrosismiche (MCS) dei risentimenti nelle località prossime all'area di progetto in un raggio di circa 20 km come riportato nel DBI15 (<https://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15>).*

In buon accordo con quanto sopra, dalla Carta delle massime Intensità Macrosismiche osservate, prodotta da ENEA per la Regione Lazio (DGR 835/2009), risulta che nelle aree di progetto si sono verificati eventi sismici di intensità massima compresa tra 5.0 – 7.0 gradi MCS (Figura 7.5).

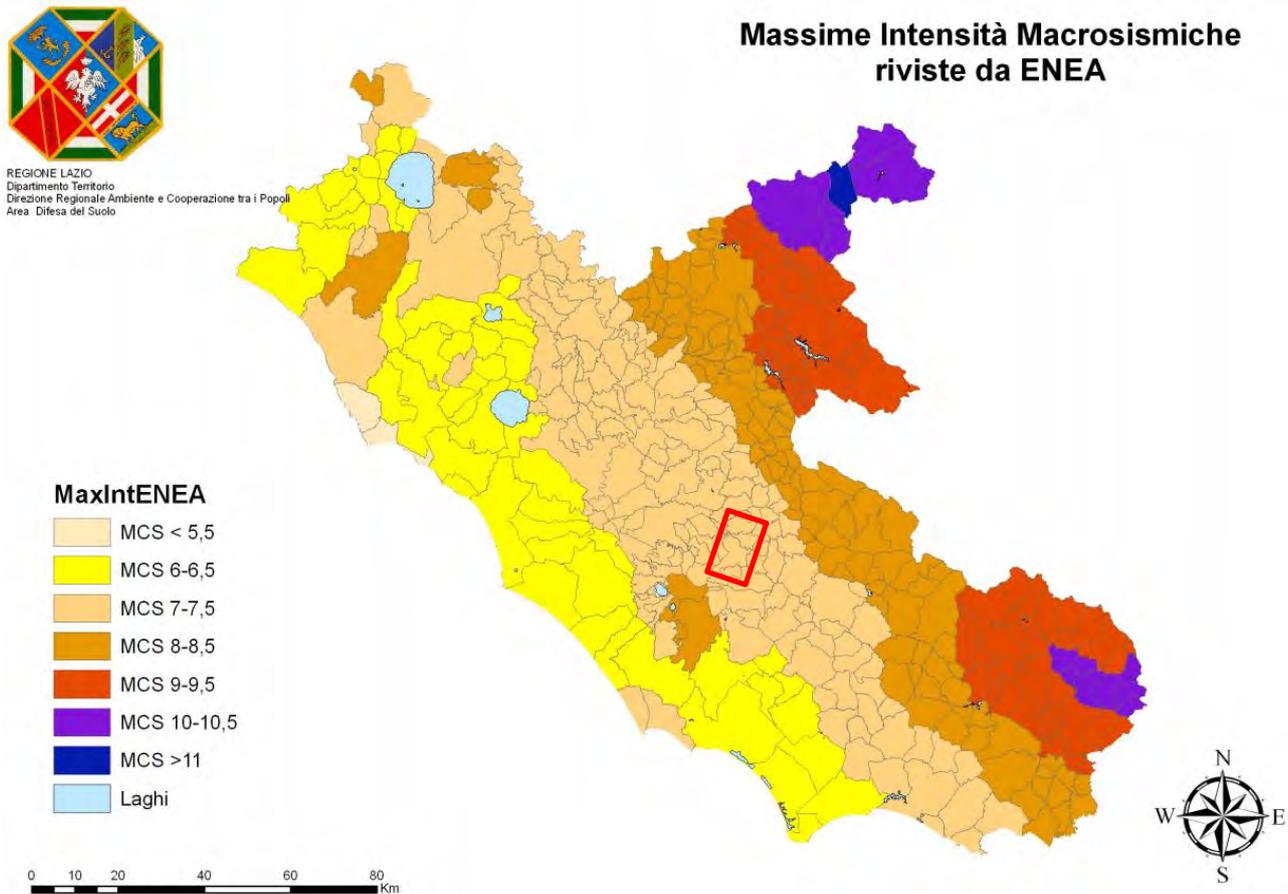


Figura 7.5. Carta delle Massime Intensità Macrosismiche del Lazio. Delimitata in rosso l'area di progetto.

7.1 PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE

Con la vigente Classificazione Sismica della Regione Lazio (Delibera di Giunta Regionale n. 387 del 22/05/2009), in recepimento dell'OPCM 3519/2006 recante i criteri generali per la definizione delle zone sismiche e i relativi valori di pericolosità sismica di base a scala nazionale, i comuni interessati dalle opere di progetto sono tutti classificati nella Zona Sismica 2, Sottozona B alla quale corrisponde un valore dell'accelerazione orizzontale di picco su suolo rigido compresa tra 0.15 g e 0.20 g (Figura 7.6, Tabella 7.6).

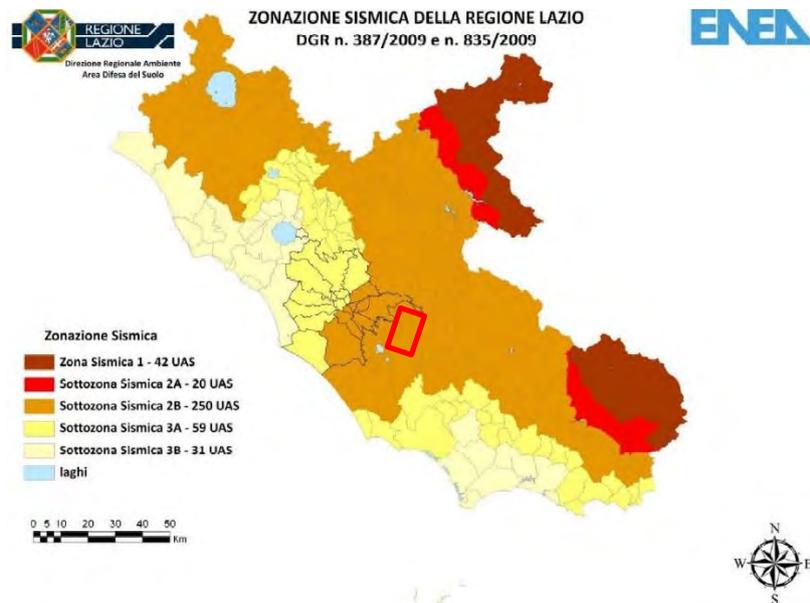


Figura 7.6. *Classificazione Sismica della Regione Lazio (DGR 387/2009).*

ZONA SISMICA	SOTTOZONA SISMICA	ACCELERAZIONE CON PROBABILITÀ DI SUPERAMENTO PARI AL 10% IN 50 ANNI (a_g)
1		$0.25 \leq a_g < 0,278g$ (val. Max per il Lazio)
2	A	$0.20 \leq a_g < 0.25$
	B	$0.15 \leq a_g < 0.20$
3	A	$0.10 \leq a_g < 0.15$
	B	(val. min.) $0.062 \leq a_g < 0.10$

Tabella 7.6. *Suddivisione delle sottozone sismiche in relazione all'accelerazione di picco su terreno rigido utilizzate per lo scenario di riclassificazione sismica della Regione Lazio.*

Nello specifico della valutazione della pericolosità sismica di base (PGA attesa su suolo rigido e topografia orizzontale) nell'area interessata dai manufatti di progetto, si fa riferimento alle carte elaborate nell'ambito del Progetto DPC-INGV S1 (<http://esse1-gis.mi.ingv.it/>) (Montaldo & Meletti, 2007) con valori di a_g (PGA) sito specifici (oltre che di F_0 e T^*c) legati alle scelte progettuali e alle relative verifiche agli Stati Limite previste dalla normativa vigente (DM 17/01/2018).

Per ciascun manufatto di progetto vengono di seguito riportate la Mappe di Pericolosità Sismica della Regione Lazio e dettaglio del reticolo di riferimento della Carta di Pericolosità Sismica relativo all'area di progetto (INGV, 2006); il parametro rappresentato è la PGA (Peak Ground Acceleration) o picco d'accelerazione del suolo atteso, con probabilità di eccedenza dell'81 %, 63%, 10 % e 5% in 50 anni e percentile 50. Seguono i relativi grafici di disaggregazione relativi all'area in esame per le

probabilità di eccedenza dell'81 %, 63%, 10 % e 5% in 50 anni e percentile 50 (Figure 7.7-7.18).

MANUFATTO	WGS84		ED50	
	LAT	LONG	LAT	LONG
Manufatto di Partenza	41.901470	12.992055	41.90248132	12.99294927
Partitore Vadarna	41.880232	12.955205	41.88124419	12.95609955
Manufatto coll. "Genazzano-Cave" A	41.838397	12.972507	41.83941053	12.97339994
Manufatto coll. "Genazzano-Cave" B	41.819459	12.943381	41.82047343	12.94427425
Manufatto coll. "Colle Illirio"	41.794031	12.906442	41.79504641	12.90733590
Partitore Colle S. Angelo	41.784853	12.894623	41.78586878	12.89551711

Tabella 7.1.2 – coordinate WGS84 ed ED50 dei manufatti di progetto.

MANUFATTO	SLO	SLD	SLV	SLC
	81%	63%	10%	5%
Manufatto di Partenza	0.05 – 0.075	0.05 – 0.75	0.150 – 0.175	0.175 – 0.200
Partitore Vadarna	0.05 – 0.075	0.05 – 0.75	0.150 – 0.175	0.175 – 0.200
Manufatto coll. "Genazzano-Cave" A	0.05 – 0.075	0.05 – 0.75	0.150 – 0.175	0.175 – 0.200
Manufatto coll. "Genazzano-Cave" B	0.05 – 0.075	0.05 – 0.75	0.150 – 0.175	0.175 – 0.200
Manufatto coll. "Colle Illirio"	0.05 – 0.075	0.05 – 0.75	0.150 – 0.175	0.200 – 0.250
Partitore Colle S. Angelo	0.05 – 0.075	0.05 – 0.75	0.150 – 0.175	0.200 – 0.250

Tabella 7.1.3- valori PGA per i diversi stati limite.

MANUFATTO	SLO	SLD	SLV	SLC
	81%	63%	10%	5%
Manufatto di Partenza	0 – 70 km 4.0 – 7.0 Mw	0 – 70 km 4.0 – 7.0 Mw	0 – 20 km 4.0 – 5.5 Mw	0 – 20 km 4.0 – 5.5 Mw
Partitore Vadarna	0 – 70 km 4.0 – 6.5 Mw	0 – 70 km 4.0 – 6.5 Mw	0 – 20 km 4.0 – 5.5 Mw	0 – 20 km 4.0 – 5.5 Mw
Manufatto coll. "Genazzano-Cave" A	0 – 70 km 4.0 – 6.5 Mw	0 – 70 km 4.0 – 7.0 Mw	0 – 20 km 4.0 – 5.5 Mw	0 – 20 km 4.0 – 5.5 Mw
Manufatto coll. "Genazzano-Cave" B	0 – 70 km 4.0 – 6.5 Mw	0 – 70 km 4.0 – 7.0 Mw	0 – 20 km 4.0 – 5.5 Mw	0 – 20 km 4.0 – 5.5 Mw

Manufatto coll. "Colle Illirio"	0 – 40 km 4.0 – 5.5 Mw	0 – 40 km 4.0 – 5.5 Mw	0 – 20 km 4.0 – 5.5 Mw	0 – 20 km 4.0 – 5.5 Mw
Partitore Colle S. Angelo	0 – 40 km 4.0 – 5.5 Mw	0 – 40 km 4.0 – 5.5 Mw	0 – 20 km 4.0 – 5.5 Mw	0 – 20 km 4.0 – 5.5 Mw

Tabella 7.1.4- valori di disaggregazione per i diversi stati limite

MANUFATTO DI PARTENZA

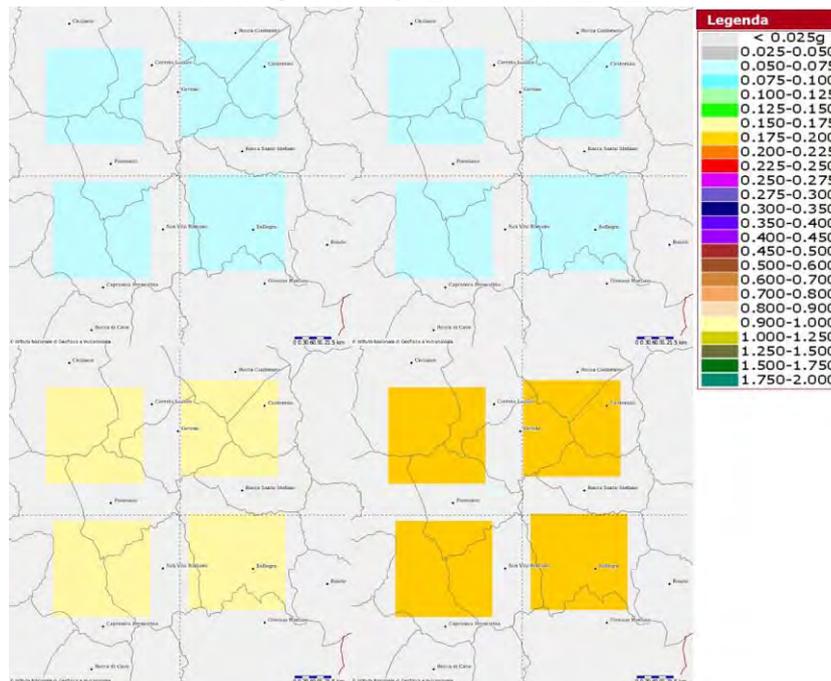


Figura 7.7. *Mappa di pericolosità sismica della Regione Lazio. Picco d'accelerazione del suolo atteso con probabilità di eccedenza del 81%, 63%, 10% e 5% in 50 anni e percentile 50 per il manufatto di partenza.*

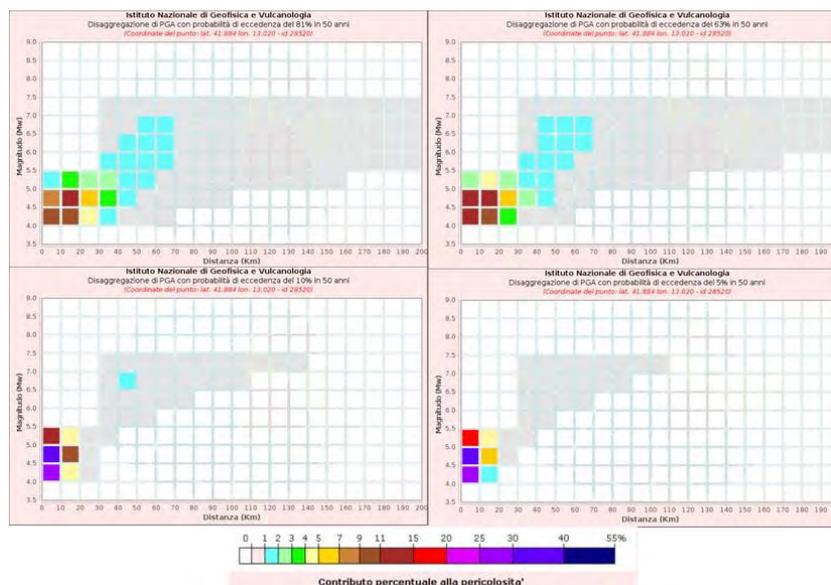


Figura 7.8. *Grafici di disaggregazione relativi all'area in esame per probabilità d'eccedenza del 81%, 63%, 10% e 5% in 50 anni e percentile 50 per il manufatto di partenza.*

PARTITORE VADARNA

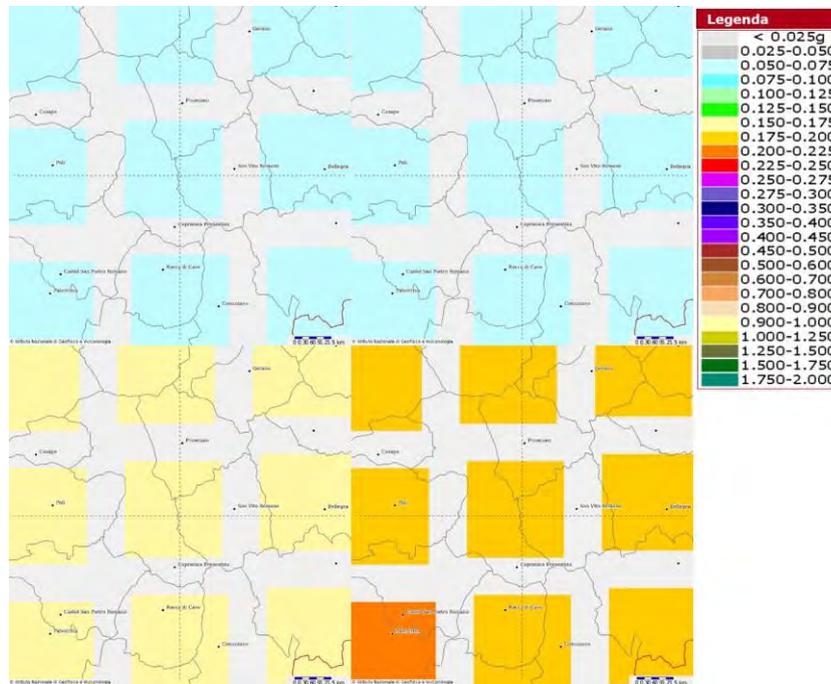


Figura 7.9. *Mappa di pericolosità sismica della Regione Lazio. Picco d'accelerazione del suolo atteso con probabilità di eccedenza del 81%, 63%, 10% e 5% in 50 anni e percentile 50 per il partitore Vadarna.*

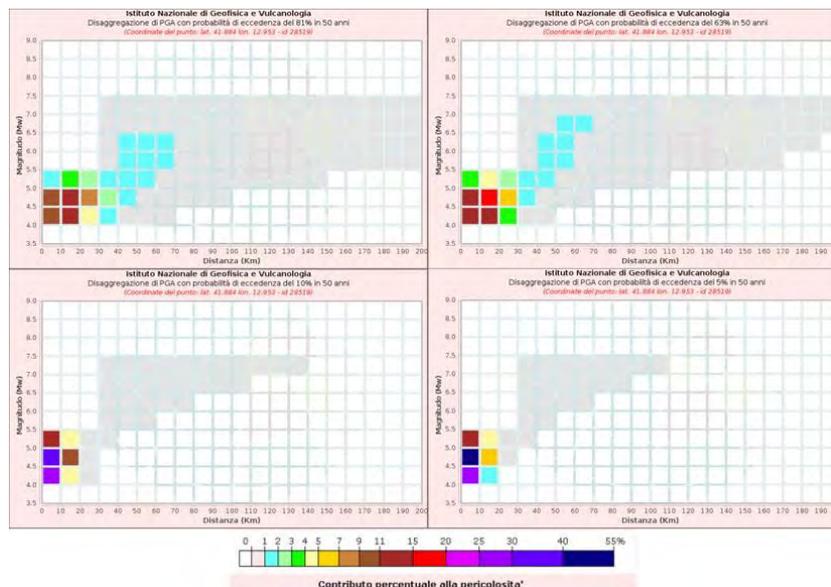


Figura 7.10. *Grafici di disaggregazione relativi all'area in esame per probabilità d'eccedenza del 81%, 63%, 10% e 5% in 50 anni e percentile 50 per il partitore Vadarna.*

MANUFATTO COLLEGAMENTO "GENAZZANO-CAVE" A

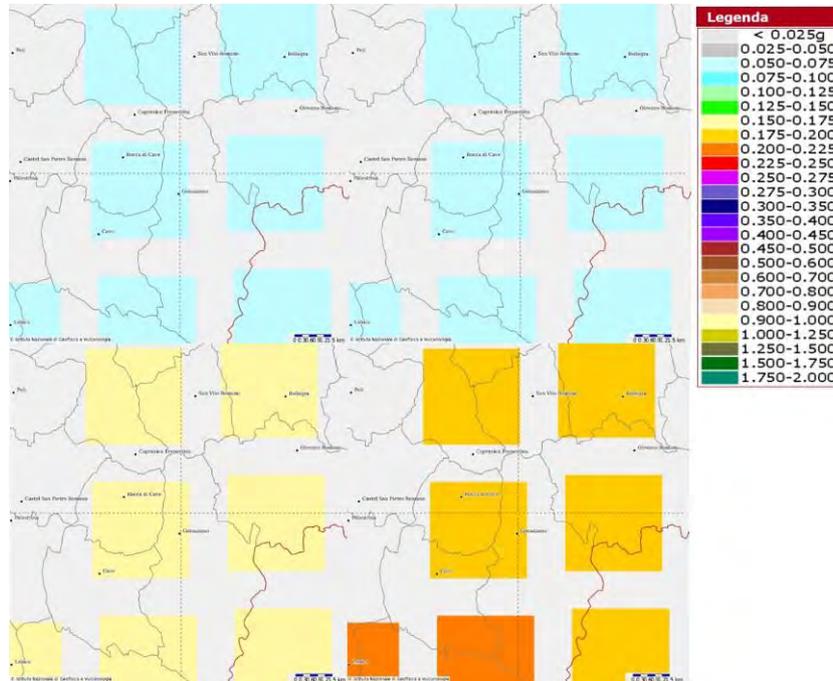


Figura 7.11. Mappa di pericolosità sismica della Regione Lazio. Picco d'accelerazione del suolo atteso con probabilità di eccedenza del 81%, 63%, 10% e 5% in 50 anni e percentile 50 per il manufatto di collegamento Genazzano-Cave A.

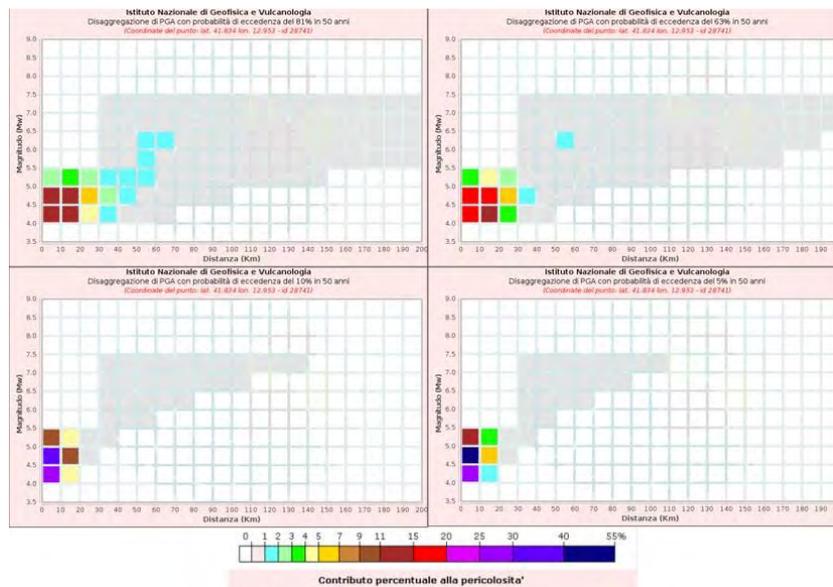


Figura 7.12. Grafici di disaggregazione relativi all'area in esame per probabilità d'eccedenza del 81%, 63%, 10% e 5% in 50 anni e percentile 50 per il manufatto di collegamento Genazzano-Cave A.

MANUFATTO COLLEGAMENTO "GENAZZANO-CAVE" B

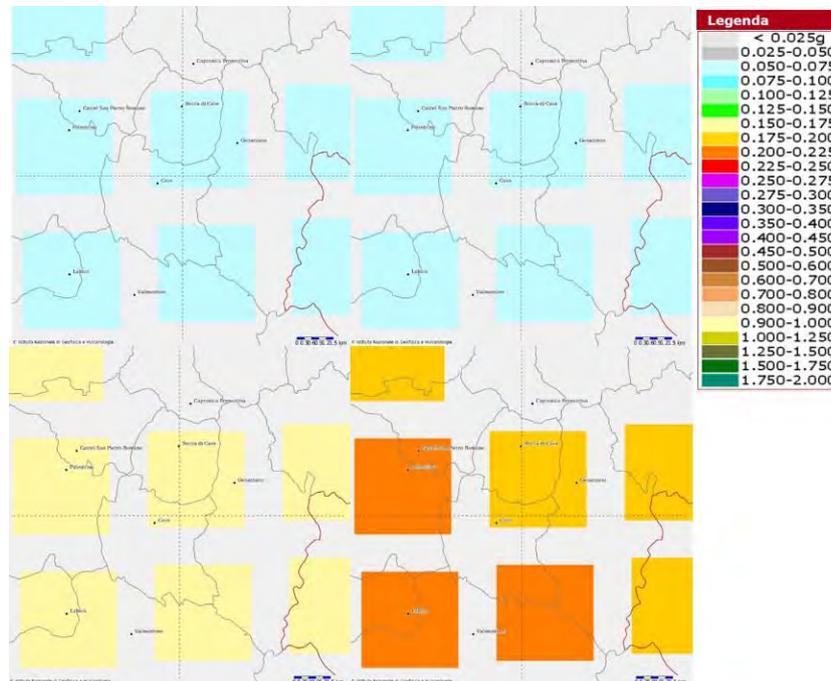


Figura 7.13. *Mapa di pericolosità sismica della Regione Lazio. Picco d'accelerazione del suolo atteso con probabilità di eccedenza del 81%, 63%, 10% e 5% in 50 anni e percentile 50 per il manufatto di collegamento Genazzano-Cave B.*

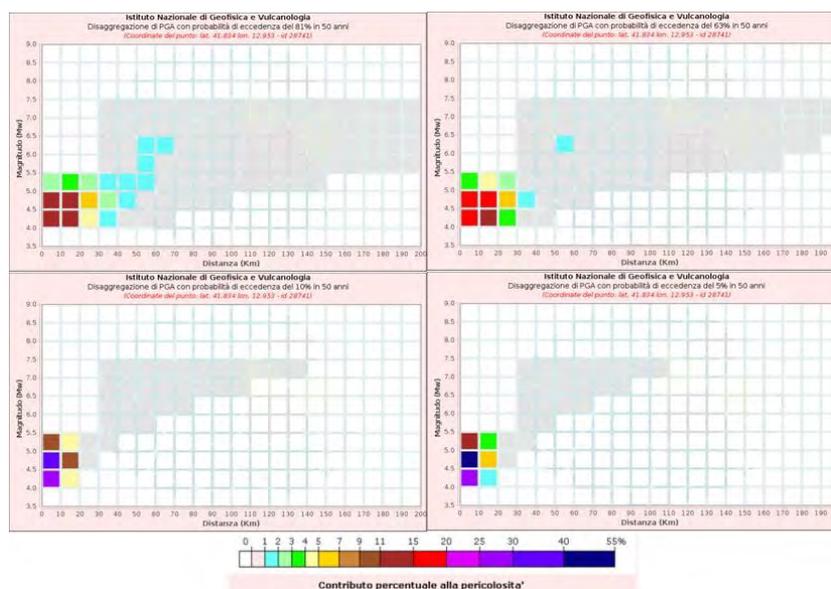


Figura 7.14. *Grafici di disaggregazione relativi all'area in esame per probabilità d'eccedenza del 81%, 63%, 10% e 5% in 50 anni e percentile 50 per il manufatto di collegamento Genazzano-Cave B.*

MANUFATTO COLLEGAMENTO "COLLE ILLIRIO"

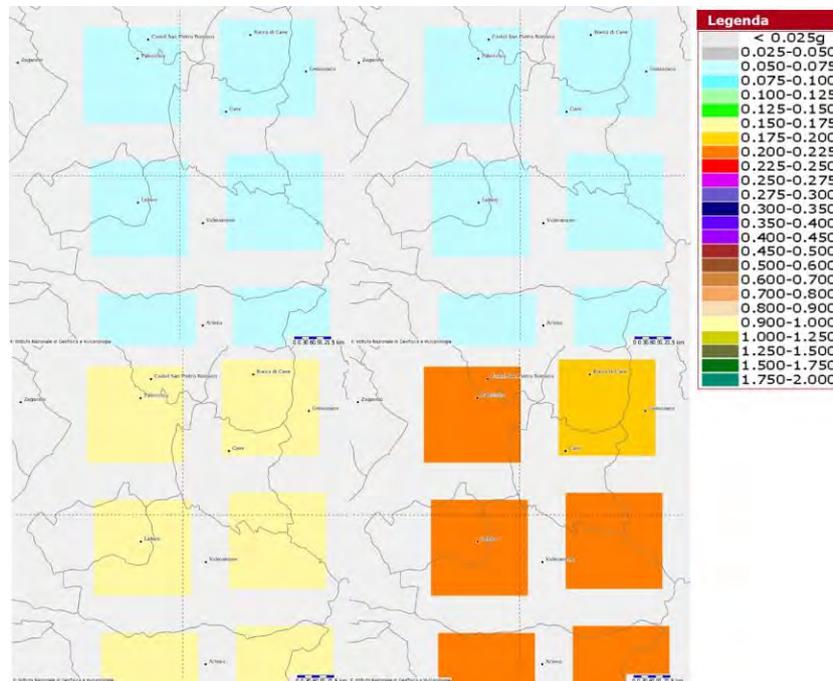


Figura 7.15. *Mappa di pericolosità sismica della Regione Lazio. Picco d'accelerazione del suolo atteso con probabilità di eccedenza del 81%, 63%, 10% e 5% in 50 anni e percentile 50 per il manufatto Colle Illirio.*

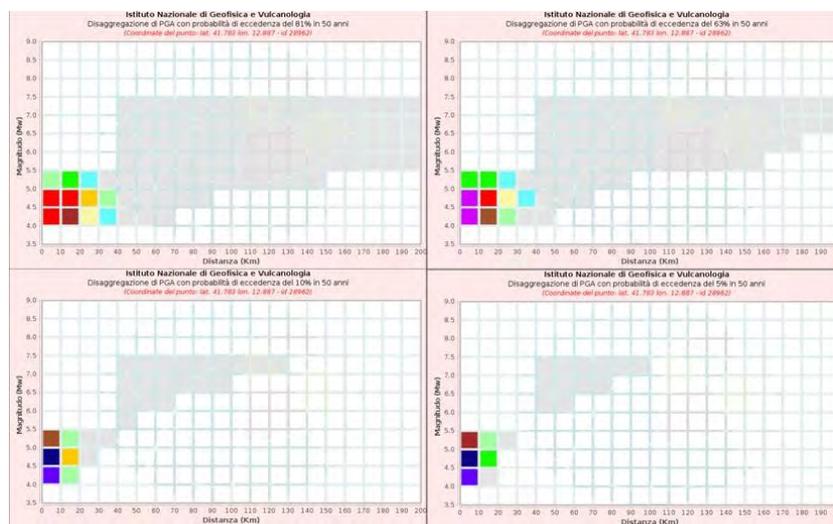


Figura 7.16. *Grafici di disaggregazione relativi all'area in esame per probabilità d'eccedenza del 81%, 63%, 10% e 5% in 50 anni e percentile 50 per il manufatto Colle Illirio.*

PARTITORE COLLE S. ANGELO

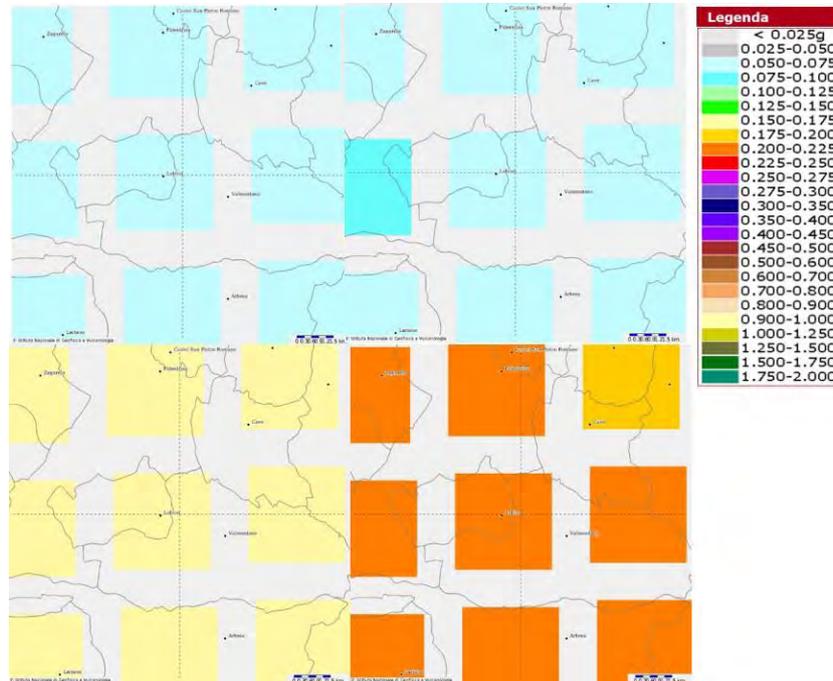


Figura 7.17. *Mappa di pericolosità sismica della Regione Lazio. Picco d'accelerazione del suolo atteso con probabilità di eccedenza del 81%, 63%, 10% e 5% in 50 anni e percentile 50 per il manufatto Colle Sant'Angelo.*

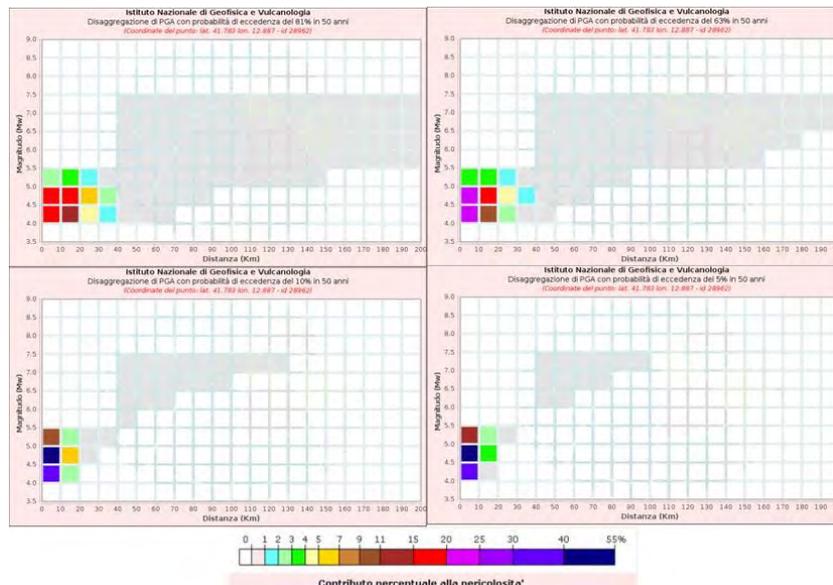


Figura 7.18. *Grafici di disaggregazione relativi all'area in esame per probabilità d'eccedenza del 81%, 63%, 10% e 5% in 50 anni e percentile 50 per il manufatto Colle Sant'Angelo.*

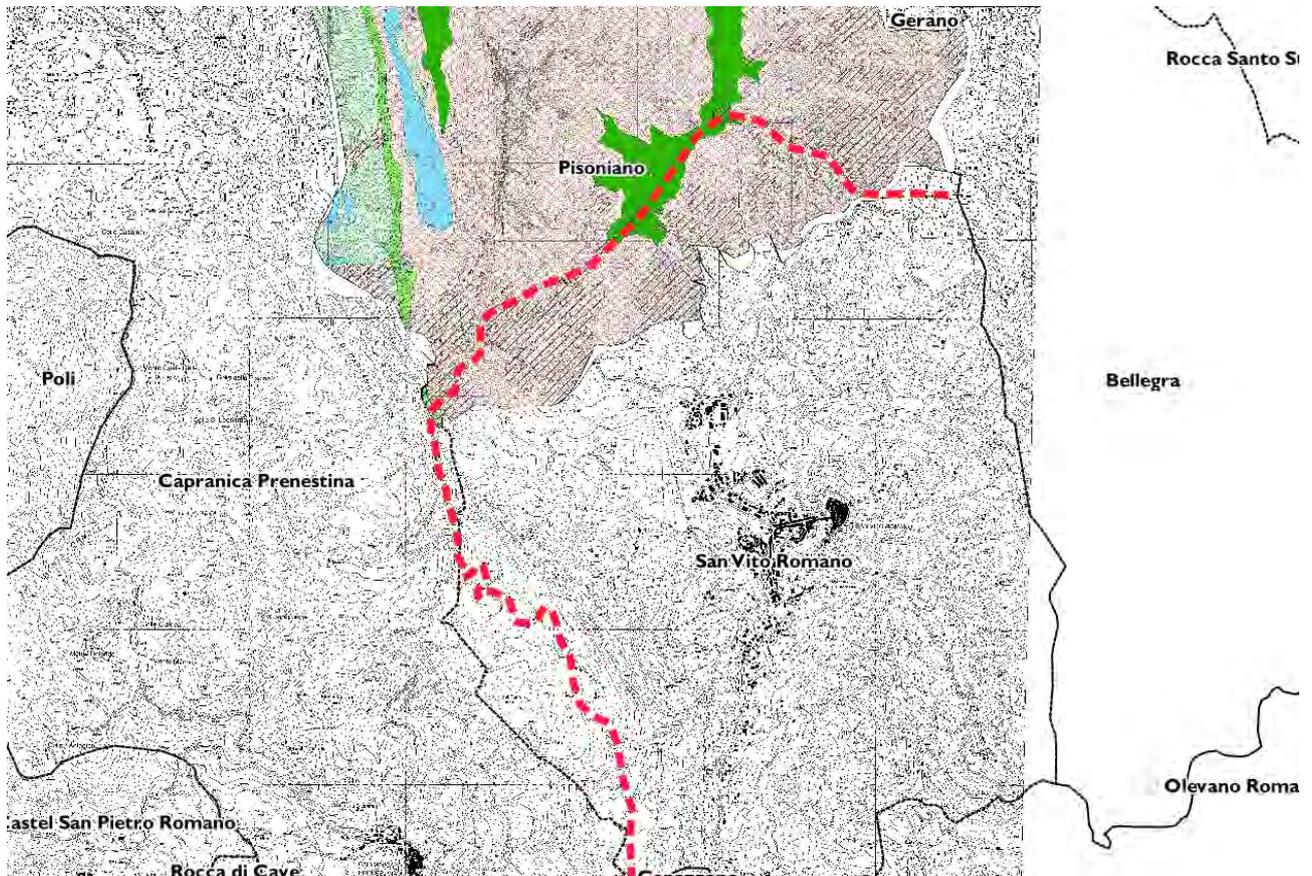
7.2 STUDIO DI MICROZONAZIONE SISMICA DI LIVELLO 1

Ai sensi del D.P.R. 545/2010 che definisce le linee guida per gli studi di microzonazione sismica nel territorio della Regione Lazio, lo Studio di Livello 1 di microzonazione sismica **relativo all'elaborazione della Carta delle aree suscettibili di effetti locali o delle** microzone omogenee in prospettiva sismica (MOPS) è pubblicato per i seguenti comuni:

- Comune di Pisoniano (Figura 7.19);
- Comune di Capranica Prenestina (Figura 7.20);
- Comune di San Vito Romano (Figura 7.21);
- Comune di Genazzano (Figura 7.22);
- Comune di Cave (Figura 7.23);
- Comune di Valmontone (Figura 7.24).

In linea generale, l'opera di progetto interessa:

- Zone Stabili, corrispondenti al substrato calcareo lapideo stratificato nei pressi di San Vito Romano;
- Zone stabili suscettibili di amplificazione locale, corrispondenti alle alternanze marnoso-arenacee di Pisoniano, calcari micriti e marne calcaree nel territorio comunale di Capranica, depositi alluvionali nel territorio di Genazzano e depositi piroclastici di Cave e Valmontone;
- Zone suscettibilità di instabilità corrispondenti alle aree in frana.



Zone stabili

1011 Substrato lapideo stratificato calcareniti e calciruditi bioclastiche in strati decimetrici/metrici.

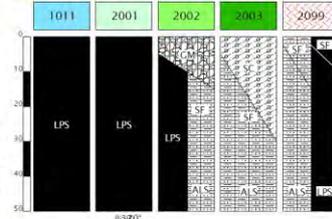
Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali

- 2001** Zona 1. Substrato lapideo stratificato con pendenze > 30°.
- 2002** Zona 2. Depositi di falda con spessori massimi stimati inferiori ai 15 m, al di sopra del substrato geologico.
- 2003** Zona 3. Depositi alluvionali di piana pedemontana con spessori massimi stimati intorno ai 30 m, al di sopra del substrato geologico.
- 2099** Zona 4. Alternanza di litotipi alterato/fratturato stratificato: arenarie, peliti, peliti arenacee, marne e marne calcaree in strati decimetrici/metrici, con spessori massimi stimati inferiori ai 15 m, al di sopra del substrato geologico caratterizzato da spessori elevati; calcareniti e calciruditi bioclastiche in strati decimetrici/metrici alterate/fratturate con spessori massimi stimati inferiori ai 10 m, al di sopra del substrato geologico caratterizzato da spessori elevati.

Forme di superficie e sepolte

- Falda detritica
- Orlo di scarpata morfologica naturale o artificiale (10-20 m)
- Orlo di scarpata morfologica naturale o artificiale (>20 m)
- Cresta
- Punti di misura di rumore ambientale**
- Punto di misura di rumore ambientale con indicazione del valore di f0

Colonne litostratigrafiche rappresentative

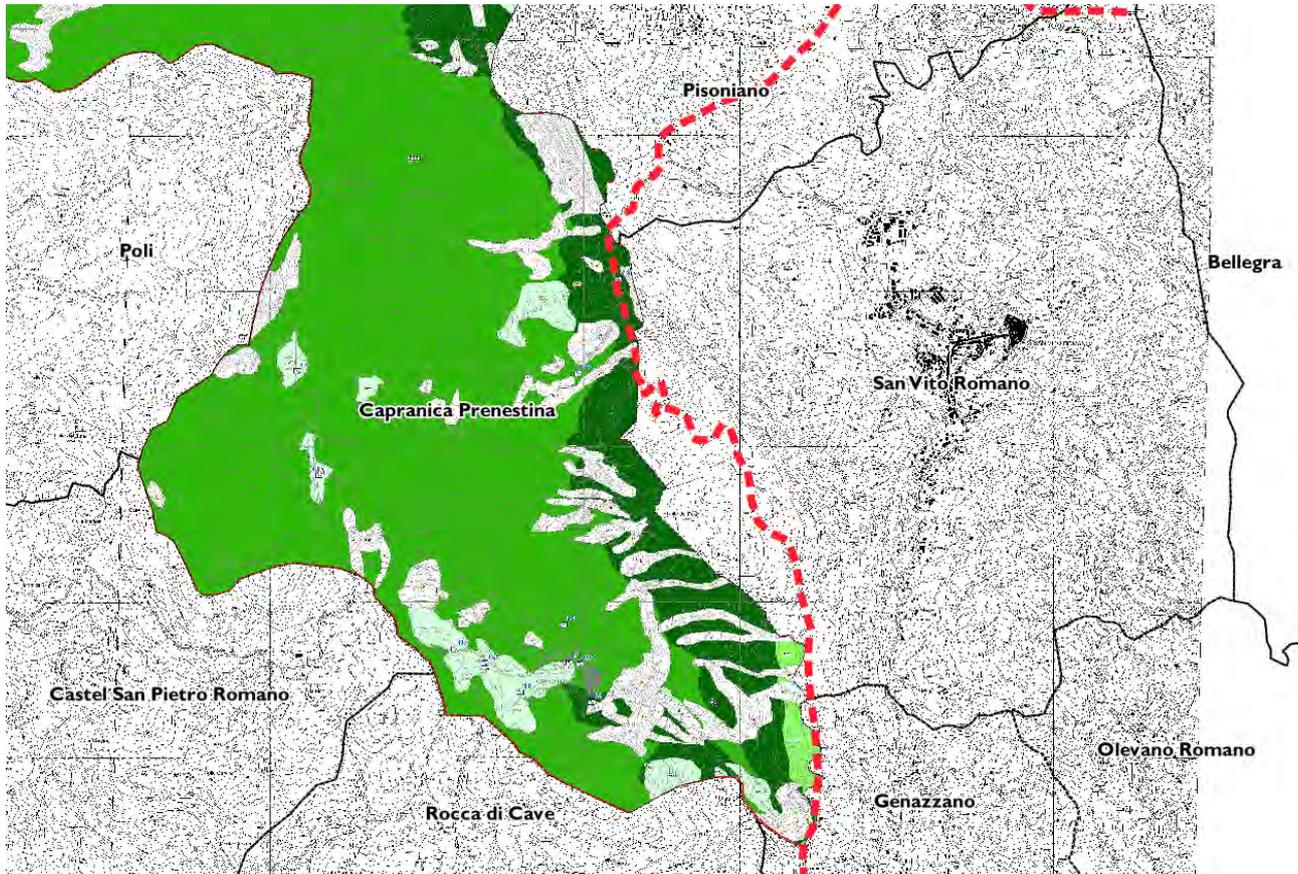


- LPS** Substrato lapideo stratificato
- SF** Substrato lapideo stratificato fratturato/alterato
- ALC** Alternanza di litotipi stratificato
- SF** Alternanza di litotipi fratturato/alterato stratificato
- FI** Ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo: depositi di falda detritica
- SC** Sabbie argillose, miscela di sabbia e argilla: depositi alluvionali di piana pedemontana

Zone di attenzione per instabilità

- ZAR** - Zona di attenzione per instabilità di versante - Zona2
- ZAR** - Zona di attenzione per instabilità di versante - Zona3
- ZAR** - Zona di attenzione per instabilità di versante - Zona99

Figura 7.19. Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica – Regione Lazio, Comune di Pisoniano (RM). Tratteggiato in rosso il tracciato di progetto T1.



Zone stabili

Zona 1 - Aree di affioramento del substrato rigido formato da calcari micritici con intercalazioni di calcareniti bioclastiche e marne calcaree, fratturati, con spessori di centinaia di metri, velocità sismiche degli strati $V_s > 700$ m/s e versanti con pendenza $< 30^\circ$

Zone suscettibili di instabilità

Zona 1 - Instabilità di versante: non definita (comprende le aree che presentano evidenti segni di instabilità di versante e le aree caratterizzate da pendenze dei versanti $> 30^\circ$)

Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali

Zona 1 - Aree caratterizzate da uno strato di terreno di copertura formato da detrito di falda frammito a depositi eluvio-colluviali, con spessori inferiori a 10 m, poggiati su terreni del sub-strato rigido formato da alternanze di marne calcaree, marne e marne siltoso-argillose, in strati da centimetrici a decimetrici, con frequenti intercalazioni di strati e lenti di calcareniti, da fratturati a molto fratturati, fino a clivaggiati, con spessori di centinaia di metri.

Zona 2 - Aree caratterizzate da uno strato di terreno di copertura formato da depositi alluvionali e vulcanici, con spessori inferiori a 20 m, poggiati su terreni del sub-strato rigido formati da calcari micritici con intercalazioni di calcareniti bioclastiche e marne calcaree, da fratturati a molto fratturati, con spessori di centinaia di metri.

Zona 3 - Aree caratterizzate da una sequenza di centinaia di metri di depositi del sub-strato rigido formati da alternanze di marne calcaree, marne e marne siltoso-argillose, in strati da centimetrici a decimetrici, con frequenti intercalazioni di strati e lenti di calcareniti, da fratturati a molto fratturati, fino a clivaggiati. Calcareniti, da fratturati a molto fratturati, fino a clivaggiati.

Zona 4 - Aree caratterizzate da una sequenza di centinaia di metri di depositi del sub-strato rigido formati da calcari micritici con intercalazioni di calcareniti bioclastiche e marne calcaree, da fratturati a molto fratturati.

Colonnine stratigrafiche rappresentative

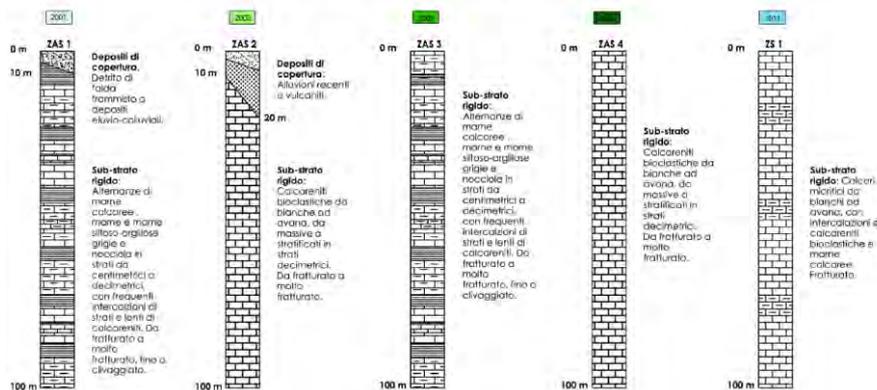


Figura 7.20. Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica – Regione Lazio, Comune di Capranica (RM). Tratteggiato in rosso il tracciato di progetto di T1.

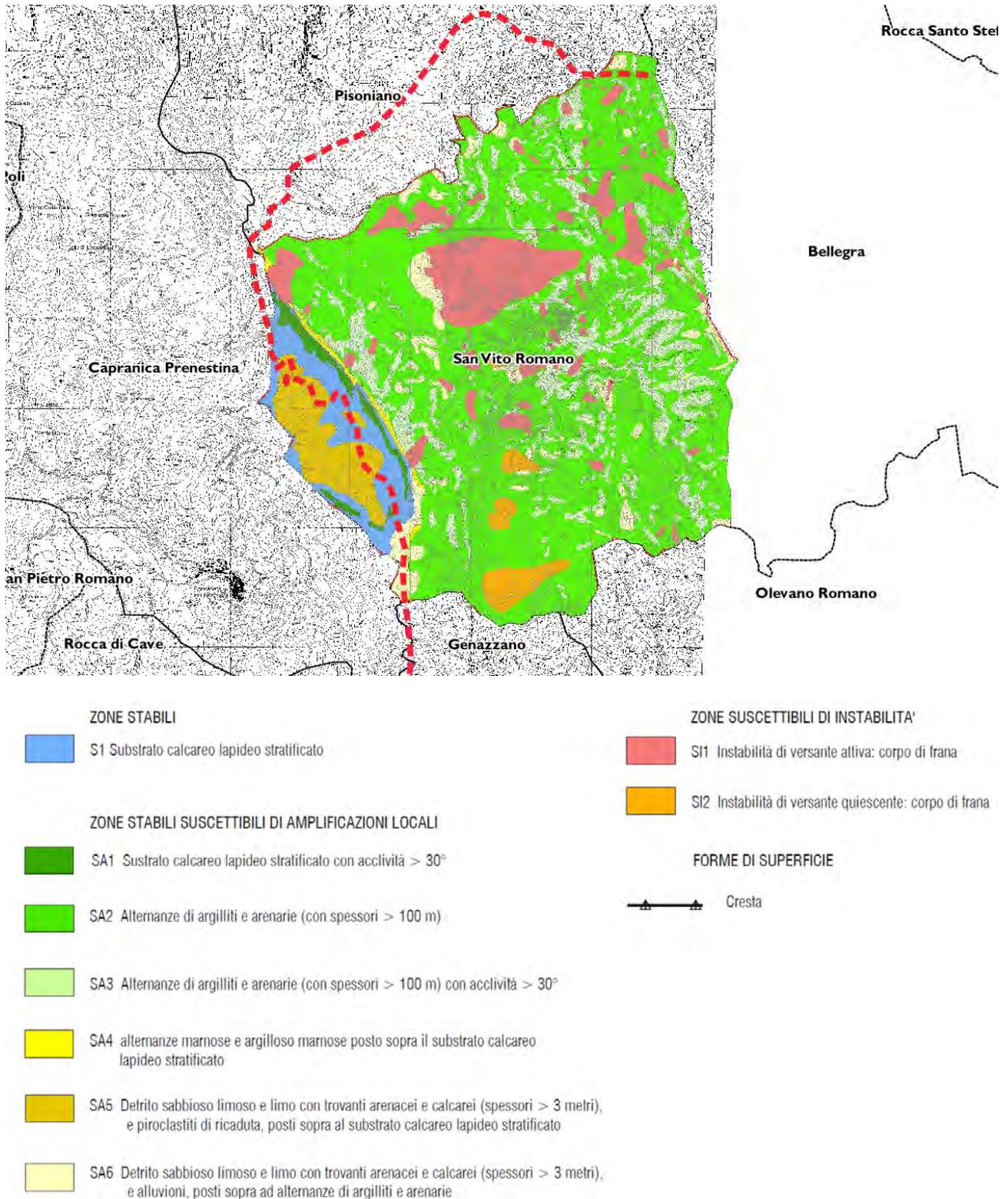
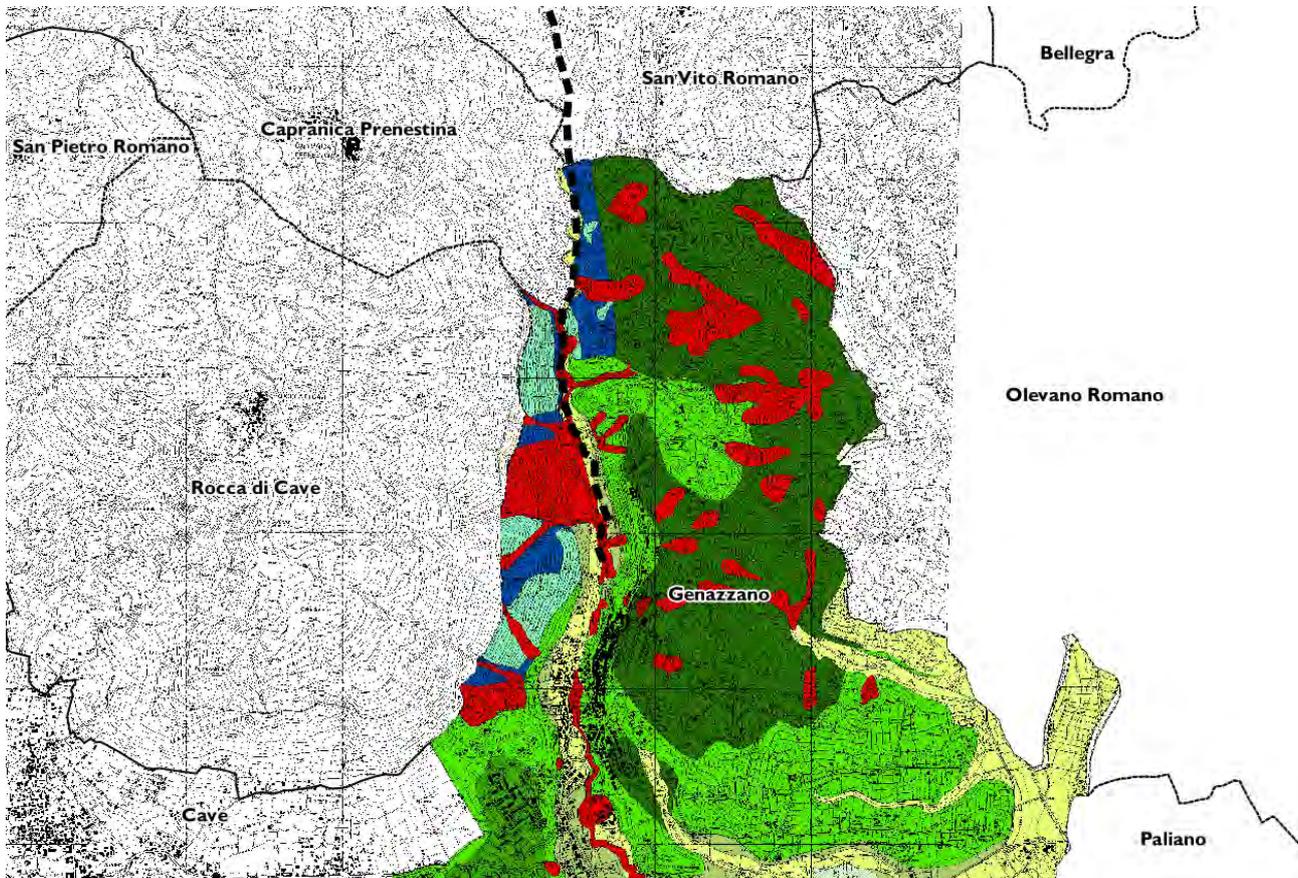


Figura 7.21. Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica – Regione Lazio, Comune di San Vito Romano(RM). Tratteggiato in rosso il tracciato di progetto T1.



MICROZONE OMOGENEE

ZS - ZONE STABILI

Substrato Calcereo-Marnoso

ZAS - ZONE SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONE LOCALI

- ZAS_1 - Depositi vulcanici
- ZAS_2 - Depositi vulcanici Argillitici
- ZAS_3 - Depositi marnoso-arenacei
- ZAS_4 - Depositi Colluviali e Fluvio lacustri
- ZAS_5 - Depositi travertinosi
- ZAS_6 - Depositi alluvionali
- ZAS_7 - Aree in ZS con pendenza > 30°

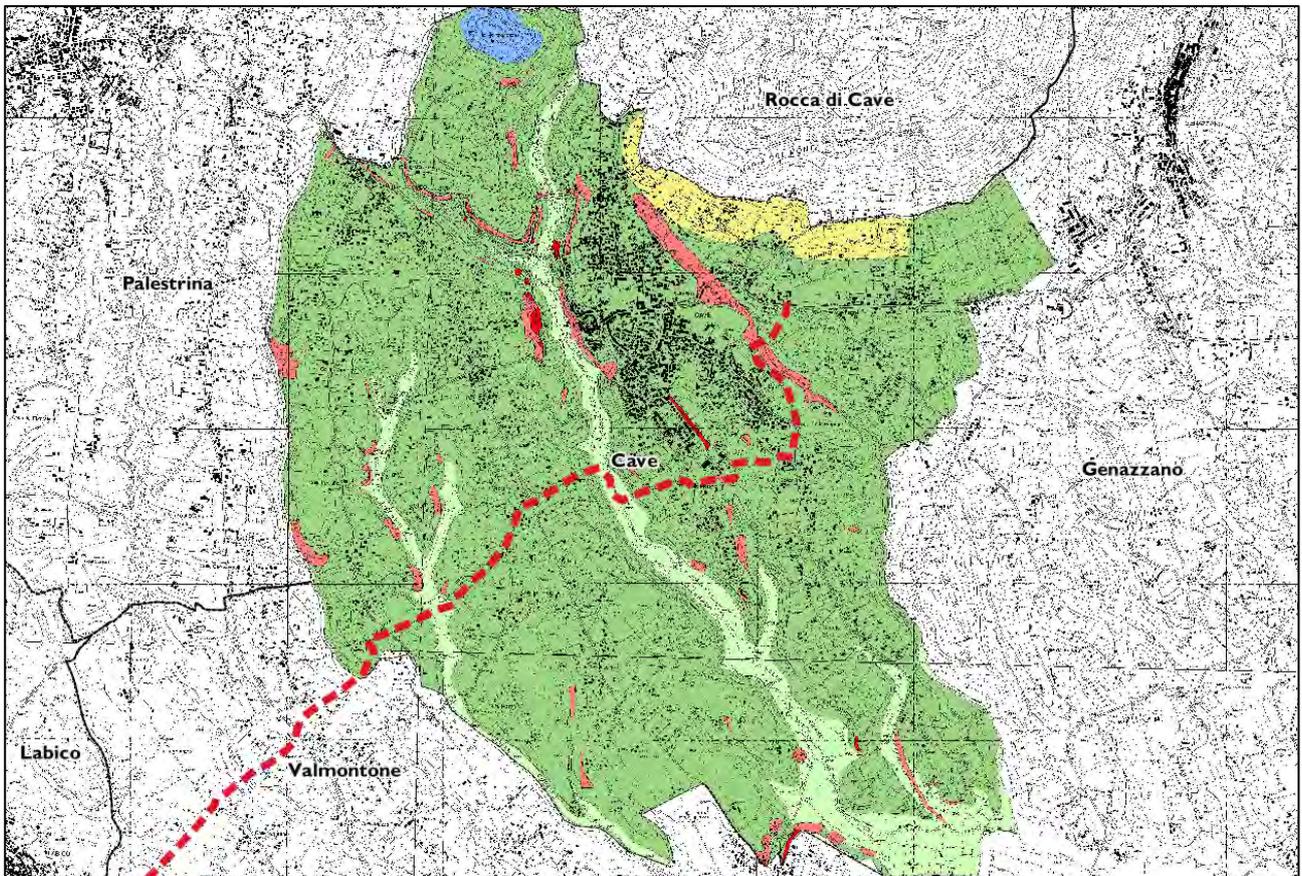
ZI - ZONE SUSCETTIBILI DI INSTABILITA'

ZI - Aree in frana

LEGENDA DEI SIMBOLI STRATIGRAFICI

	Substrato Litoide Stratificato	
	Marna Argillose	Depositi Marini
	Argille Marnose	
	Limi e Argille	
	Deposito Vulcanico Rimaneggiato e terreni residuali	Depositi Vulcanici
	Deposito Piroclastico Cineritico da ricaduta	
	Deposito Pozzolatico	
	Terreno Vegetale	Depositi Continentali
	Depositi Eluvio-Colluviali Ghiaiosi con alternanze Limoso-Argillose	
	Torbe e Limi	
	Limi Sabbiosi	
	Calcar Travertinosi	

Figura 7.22. Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica – Regione Lazio, Comune di Genazzano (RM). Tratteggiato in nero il tracciato di progetto T1.



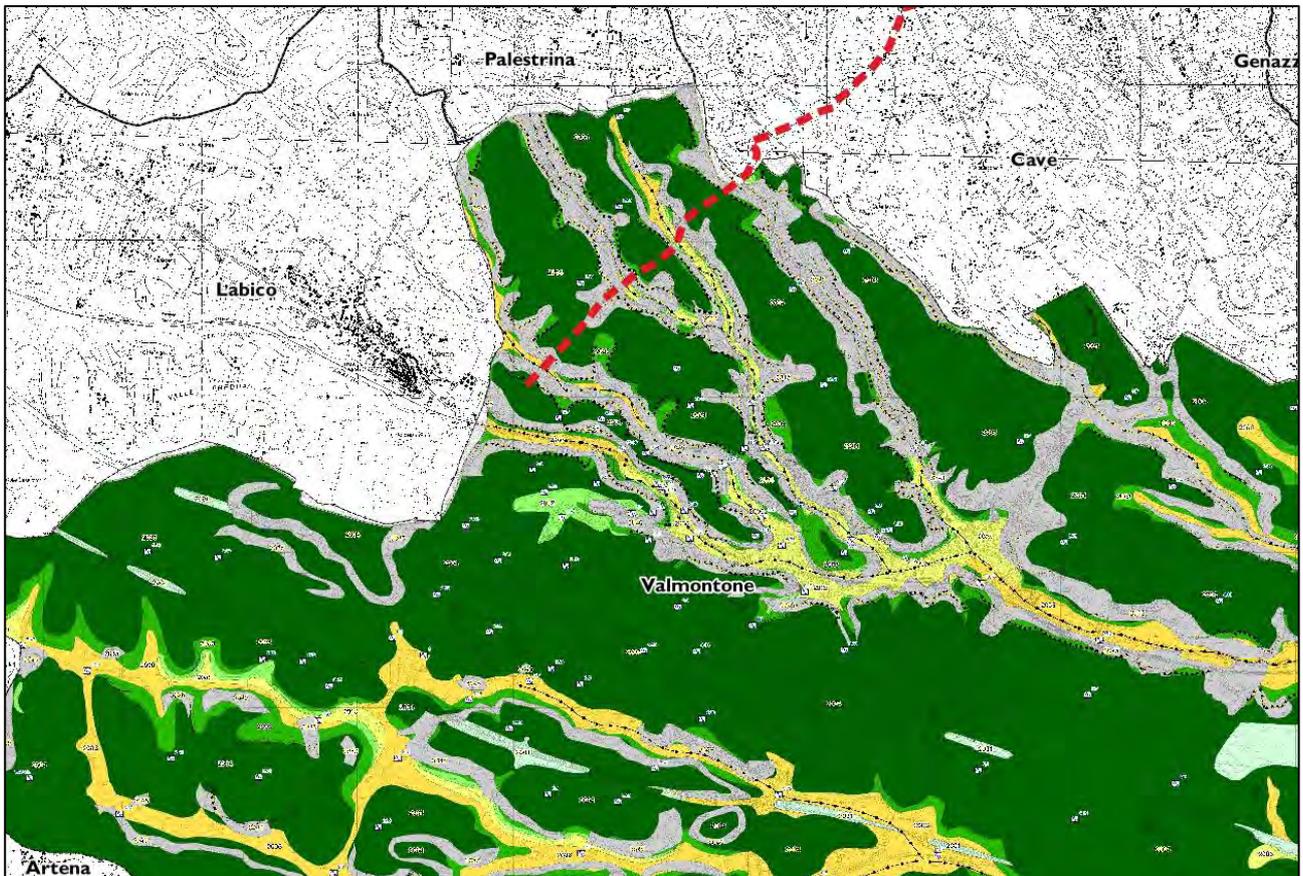
ZONE STABILI ZONE STABILI SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONE LOCALE



ZONE SUSCETTIBILI DI INSTABILITA'

- S11** Instabilità di versante, area soggetta a crolli e ribaltamenti
- S12** Instabilità di versante, area ad elevato pericolo di frana secondo il PSAI (Autorità di Bacino Liri - Garigliano)

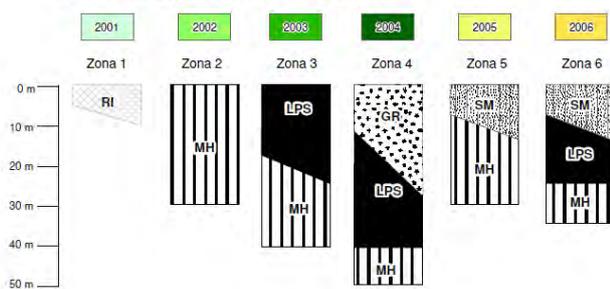
Figura 7.23. Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica – Regione Lazio, Comune di Cave (RM). Tratteggiato in rosso il tracciato di progetto T2.



Schema dei rapporti litostatigrafici delle unità individuate

Legenda

Zone Stabili Suscettibili di Amplificazioni Locali



Informazioni geologico-techniche



Legenda

Zone stabili

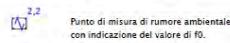
Elemento non presenti

Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali

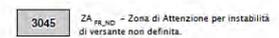
Faglie attive e capaci

Elemento non presente.

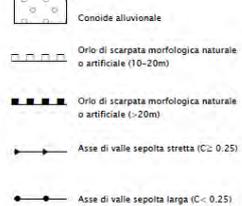
Punti di misura di rumore ambientale



Zone di attenzione per instabilità



Forme di superficie e sepolte



Altri elementi



Figura 7-24. Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica – Regione Lazio, Comune di Valmontone (RM). Tratteggiato in rosso il tracciato di progetto T2.

8. INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOFISICHE

Al fine di caratterizzare dal punto di vista stratigrafico, geotecnico, idrogeologico e geofisico i terreni di fondazione del tracciato di progetto, è stata dapprima svolta una preliminare raccolta di dati derivanti dalla consultazione di articoli scientifici e bibliografia disponibile in letteratura, relazioni tecniche e preesistenti campagne di indagini geognostiche presenti nei pressi **dell'area di studio**.

Successivamente, con le osservazioni ricavate nel corso dei sopralluoghi effettuati, è stata eseguita una campagna di indagini geognostiche e geofisiche eseguite nelle aree di previsto intervento (Figura 8.1 e 8.2).

Di seguito si descrivono le campagne di indagini geognostiche e geofisiche effettuate e consultate per la progettazione:

Campagna geognostica e geofisica 2022

La campagna di indagini geognostiche e geofisiche, effettuata nei mesi di marzo-aprile 2022, è stata articolata come di seguito riportato:

- esecuzione di n. 3 sondaggi geognostici a distruzione spinti fino ad una profondità di 15 m dal p.c.; tali sondaggi sono stati attrezzati con tubazione piezometrica di tipo a tubo aperto;
- esecuzione di n. 3 sondaggi geognostici a carotaggio continuo spinti fino ad una profondità di 30 m dal p.c.; tali sondaggi sono stati attrezzati con tubazione per prova Down-Hole;
- prelievo di n. 7 campioni indisturbati sottoposti a prove di laboratorio geotecnico per la determinazione delle caratteristiche fisico-meccaniche per i terreni e le rocce;
- esecuzione di n. 9 prove S.P.T. (Standard Penetration Test) per la determinazione, in primo luogo, dello stato di addensamento e dei parametri di resistenza per terreni a comportamento granulare;
- esecuzione di n. 21 prove penetrometriche DPSH per la determinazione della resistenza alla penetrazione dei terreni;
- esecuzione di n. 10 prospezioni sismiche a rifrazione con tecnica tomografica 2D;
- esecuzione di n. 4 prospezioni sismiche MASW;
- esecuzione di n. 2 analisi di rumore sismico ambientale (HVSR);

- esecuzione di n. 2 stazioni geomeccaniche su affioramento roccioso.

Inoltre, **al fine di ricostruire l'assetto litostratigrafico dell'area di studio**, sono stati esaminati i dati di repertorio provenienti da preesistenti campagne di indagini geognostiche e geofisiche, presenti nei pressi **dell'area di studio**, articolate come quanto segue (Figura 8.3 e 8.4):

Campagna geognostica e geofisica di repertorio

- esecuzione di n. 12 sondaggi geognostici a rotazione ed a carotaggio continuo, con prelievo di campioni indisturbati, rimaneggiati e spezzoni di roccia;
- esecuzione di prove S.P.T. (Standard Penetration Test) per la determinazione, in primo luogo, dello stato di addensamento e dei parametri di resistenza per terreni a comportamento granulare;
- esecuzione di prove di laboratorio su campioni indisturbati e rimaneggiati prelevati durante le fasi di perforazione e su affioramento;
- installazione di piezometri a tubo aperto fino a fondo foro per il monitoraggio del livello piezometrico;
- esecuzione di n. 5 prove penetrometriche DPM30 per la determinazione della resistenza alla penetrazione dei terreni;
- esecuzione di n. 4 prospezioni sismiche a rifrazione con tecnica tomografica 2D;
- esecuzione di n. 10 prospezioni sismiche MASW;
- esecuzione di n. 1 stazione geomeccanica su affioramento roccioso.

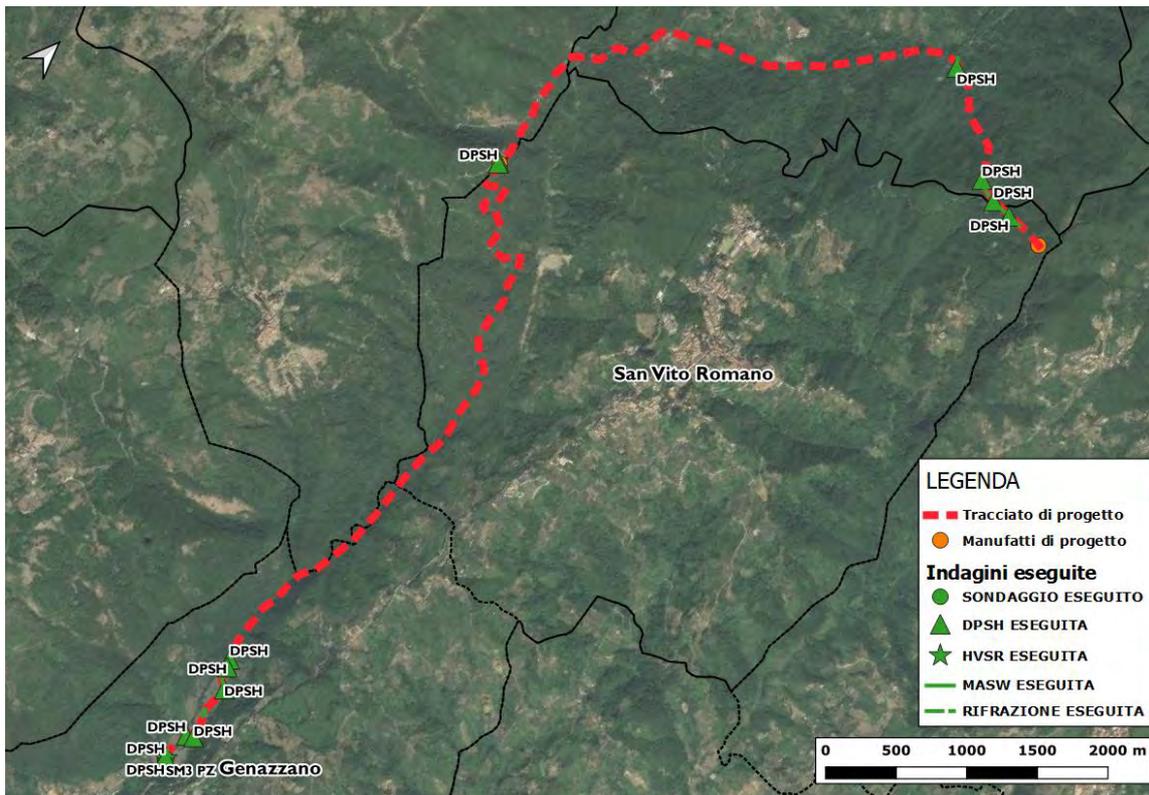


Figura 8.1. Ubicazione delle indagini geognostiche e geofisiche eseguite del tratto T1. Il tracciato di progetto T1 è evidenziato in rosso.

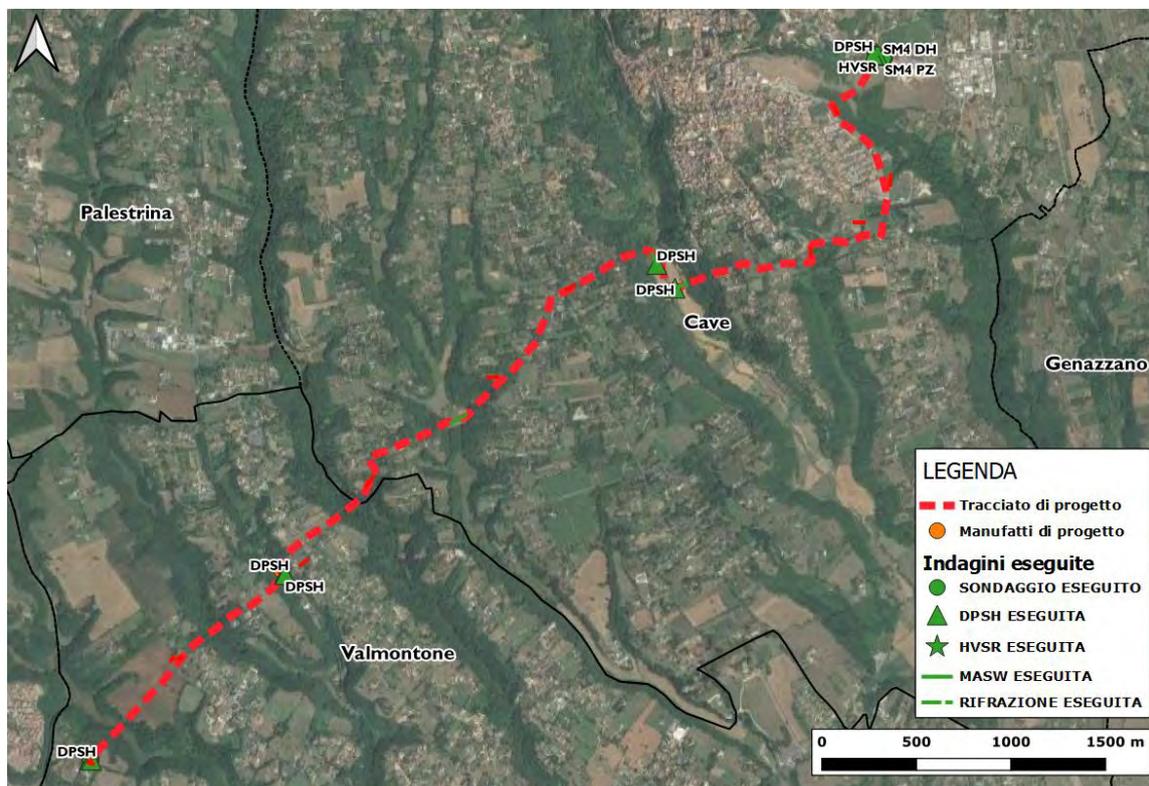


Figura 8.2. Ubicazione delle indagini geognostiche e geofisiche eseguite del tratto T2. Il tracciato di progetto T2 è evidenziato in rosso.



Figura 8.3. Ubicazione delle indagini geognostiche e geofisiche di repertorio del tratto T1. Il tracciato di progetto T1 è evidenziato in rosso.

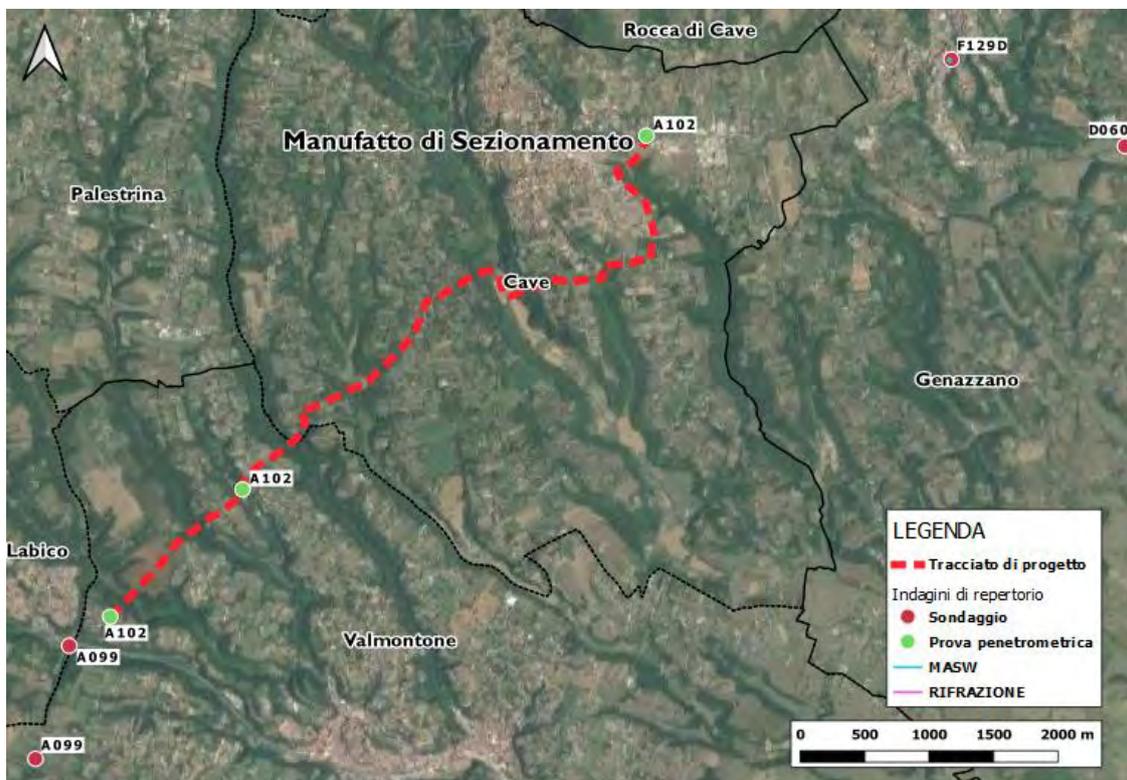


Figura 8.4. Ubicazione delle indagini geognostiche e geofisiche di repertorio del tratto T2. Il tracciato di progetto T2 è evidenziato in rosso.

8.1 *CAMPAGNA INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOFISICHE 2022*

8.1.1 *Stratigrafie di sondaggio e dati piezometrici*

Le stratigrafie ricostruite sulla verticale dei sondaggi a carotaggio continuo eseguiti **confermano in linea generale l'assetto geologico evidenziato dalla cartografia geologica** disponibile e del rilievo geologico di campagna. In allegato si riportano in dettaglio i report dei sondaggi geognostici eseguiti.

Il sondaggio SM3DH, ubicato in adiacenza al piezometro SM3PZ, permette di constatare come il piezometro interessi i seguenti depositi:

- 0 – 0.3: Terreno vegetale;
- 0.3 – 10.3: Ciottoli di arenaria in matrice sabbioso-limosa di colore grigio-bianco on presenza di livello litoide tra 1 e 1,3 m da p.c.;
- 10.3 – 30.0: Argille sabbiose con rari litici di arenaria litoide, di colore grigio scuro;

L'analisi della stratigrafia del sondaggio SM4DH, ubicato in adiacenza al piezometro SM4PZ permette di constatare come il piezometro interessi i seguenti depositi:

- 0 – 5.0: Depositi piroclastici alterati e/o rimaneggiati in matrice argilloso-limosa di colore marrone chiaro a bruno-rossastro. Presenza di litici di lave, pomici, scorie e tufo litoide di colore arancione;
- 5.0 – 30.0: Depositi piroclastici alterati e/o rimaneggiati in matrice sabbioso limosa di colore bruno-arancione. Presenza di litici di tufo litoide, scorie e leucite analcimizzata.

L'analisi della stratigrafia del sondaggio SM6DH, ubicato in adiacenza al piezometro SM6PZ, permette di constatare come il piezometro interessi i seguenti depositi:

- 0 – 0.3: Terreno vegetale di colore marrone scuro;
- 0.3 – 27.0: Depositi piroclastici alterati e/o rimaneggiati in matrice argilloso-limosa, di colore bruno-arancione. Presenza di litici di dimensione <1 cm di lave, pomici e scorie;
- 27.0 – 30.0: Depositi di tufo di colore grigio chiaro, contenenti pomici, litici lavici e leucite analcimizzata. Si presentano litoidi.

La campagna di indagini geognostiche ha previsto l'installazione di piezometri a tubo aperto fino a fondo foro all'interno di n. 3 fori di sondaggio, in particolare nei sondaggi SM3PZ, SM4PZ e SM6PZ. Dal monitoraggio piezometrico condotto nel 2022, è stato possibile misurare i seguenti livelli di falda:

ID Sondaggio	Data misurazione	Livello falda (m dal p.c.)	Livello falda (m s.l.m.)
SM3PZ	Maggio 2022	2,93	323,1
	Luglio 2022	3,70	322,3
SM4PZ	Maggio 2022	14,00	360,5
	Luglio 2022	secco	-
SM6PZ	Maggio 2022	secco	-
	Luglio 2022	secco	-

8.1.2 Standard Penetration Test (S.P.T.)

La prova S.P.T. rappresenta una prova a percussione dinamica e standardizzata secondo le modalità contenute nella norma ASTM D1586/67.

Questa tipologia di prova fornisce informazioni sulla stratigrafia del terreno e stime empiriche sulle proprietà meccaniche dei materiali attraversati. La soluzione adottata per stimare i parametri geotecnici si è rivelata essere quella che presenta una suddivisione generale dei materiali investigati in terreni granulari e terreni coesivi.

Dal valore di N_{spt} , tramite le correlazioni di tipo empirico mostrate nelle Tabelle 8.1.2.1 e 8.1.2.2, rispettivamente riferite ai terreni granulari e ai terreni coesivi, sono state ottenuti i seguenti parametri:

- Descrizione dello stato di addensamento, densità relativa D_r (%) e angolo di attrito ϕ (°) per i materiali granulari

Tabella 8.1.2.1: Stima dei parametri geotecnici fondamentali dei terreni granulari a partire dal valore N_{spt} .

<i>Stato di addensamento</i>	<i>Nspt</i>	<i>Dr (%)</i>	<i>φ (°)</i>
Terreno incoerente			
Molto sciolto	< 4	< 0,2	< 30°
Sciolta	4 + 10	0,2 + 0,4	30° + 35°
Medio	10 + 30	0,4 + 0,6	35° + 40°
Densa	30 + 50	0,6 + 0,8	40° + 45°
Molto densa	> 50	> 0,8	> 45°

- Descrizione dello stato di consistenza, indice di consistenza I_c e coesione non drenata C_u per i materiali coesivi.

Tabella 8.1.2.2: Stima dei parametri geotecnici fondamentali dei terreni coesivi a partire dal valore Nspt.

<i>Definizione della consistenza</i>	<i>Numero dei colpi N (S.P.T.)</i>	<i>Indice di consistenza I_c</i>	<i>Coesione non drenata C_u (bar)</i>
Terreno coerente			
Molto soffice	< 2	~ 0	< 0,1
Soffice	2 + 4	0 + 0,25	0,1 + 0,25
Plastico	4 + 8	0,25 + 0,5	0,25 + 0,5
Duro	8 + 15	0,5 + 0,75	0,5 + 1,0
Molto duro	15 + 30	0,75 + 1,0	1,0 + 2,0
Durissimo	> 30	> 1,0	> 2,0

Essendo i valori tabellati in range, e volendo ottenere numeri interi, utili specialmente per le valutazioni statistiche e grafiche, è stata adottata la seguente logica **nell'attribuzione dei parametri (Dr , ϕ , I_c , C_u): per valori di Nspt compatibili con l'intorno inferiore del range si è preso il valore minimo, per valori di Nspt compatibili con l'intorno superiore del range il valore massimo, per valori intermedi di Nspt nel range di riferimento il valore medio.**

I risultati delle prove SPT (rappresentati dal valore assoluto Nspt) sono stati elaborati quindi al fine di ottenere, per i terreni granulari stime di densità relativa Dr (%) ed **angolo di attrito ϕ (°)**, mentre per i terreni coesivi stime di indice di consistenza I_c e coesione non drenata C_u . In Tabella 8.1.2.3 vengono riportati sia i risultati diretti della prova (Nspt), sia i parametri derivati.

Tabella 8.1.2.3 Risultati ed elaborazioni delle prove S.P.T.

ID sondaggio	Profondità dal p.c. (m)	Quota s.l.m. (m)	COLPI	NSPT	Descrizione litologica	Densità relativa (%)	Angolo di attrito (°)	Indice di consistenza (Ic)	Coesione non drenata (Kg/cmq)
SM3	4.0	323	RIF	RIF	Ciottoli di arenaria in matrice sabbioso-limosa	>80	36		
SM3	9.1	318	23-29-RIF	RIF	Ciottoli di arenaria in matrice sabbioso-limosa	>80	36		
SM3	16.7	310	4-6-10	16	Argille sabbiose			0.75-1.0	2.0
SM4	2.2	375	3-5-5	10	Piroclastiti alterate in matrice argilloso-limosa			0.5-0.75	1.3
SM4	4.5	372	3-3-4	7	Piroclastiti alterate in matrice argilloso-limosa			0.25-0.5	0.7
SM4	7.5	370	3-2-3	5	Piroclastiti alterate in matrice sabbioso-limosa	20	25		
SM4	12.0	365	5-6-6	12	Piroclastiti alterate in matrice sabbioso-limosa	40	28		
SM6	4.5	323	1-2-3	5	Piroclastiti alterate in matrice argilloso-limosa			0.25-0.5	0.5
SM6	7.5	320	4-4-8	12	Piroclastiti alterate in matrice argilloso-limosa			0.5-0.75	1.2
SM6	12.5	315	7-12-15	27	Piroclastiti alterate in matrice argilloso-limosa			0.75-1.0	1.8

Dai risultati desunti dalle prove SPT eseguite durante la perforazione del sondaggio SM3 si osserva che le prime due prove hanno ottenuto un numero di colpi tale da raggiungere il "rifiuto strumentale". Tali prove sono state condotte su depositi contenenti ciottoli di arenaria litoide in matrice sabbioso-limosa molto addensata, caratterizzati da un'elevata resistenza alla penetrazione. La terza prova, condotta alla profondità di 16 metri circa, è caratterizzata da un valore di Nspt pari a 16. Da tale prova si evince un buon grado di consistenza delle argille sabbiose sottostanti.

Dai risultati desunti dalle prove SPT eseguite durante la perforazione del sondaggio SM4 e SM6, si evince che i depositi piroclastici incontrati presentano un grado di addensamento/consistenza medio, caratterizzati da valori di Nspt via via crescenti con la profondità. Tale andamento è giustificato dall'aumentare del carico litostatico con la profondità che determina un incremento dello stato di addensamento/consistenza dei depositi stessi.

8.1.3 Parametri geotecnici da prove di laboratorio

 CNG S.r.l. LABORATORIO GEOTECNICO Via Atlante, 101 - 00133 Roma Tel 062018088 cng@congeo.it	Geovit S.r.l. per ACEA		SOND.: SM6	PAGINA: 1
	Labico Stazione Labico (RM)		CAMP.: 1	N° IDENTIFICATIVO INTERNO 5310
	DATA RICEVIMENTO CAMPIONE	06/05/22	da m: 3,00	a m: 3,60
	DATA ARRIVO PROGRAMMA	06/05/22		

**FOGLIO RIEPILOGATIVO DELLE CARATTERISTICHE
 CHIMICO-FISICO-MECCANICHE DEL CAMPIONE**

CARATTERISTICHE CHIMICHE

FRAZIONE CARBONIO ORG. MEDIA (%)		REAZIONE DEL SUOLO (PH)		TENORE CARBONATI
SOSTANZA ORGANICA S.O.		TENORE SOLFATI		

CARATTERISTICHE FISICHE

LIMITATA NATURALE	W_n	73,0 (%)	PESO DI VOLUME NATURALE	γ_n	14,65 (kN/m ³)
INDICE DEI VUOTI	e	2,16 (-)	PESO DI VOLUME SECCO	γ_d	8,47 (kN/m ³)
POROSITA'	n	68,4 (%)	PESO DI VOLUME SATURO	γ_{sat}	15,17 (kN/m ³)
GRADO DI SATURAZ.	S_r	92,2 (%)	PESO SPECIFICO DEI GRANULI	γ_s	26,77 (kN/m ³)

CARATTERISTICHE GRANULOMETRICHE (SECONDO UDDEN - WENTWORTH)

SABBIA CON LIMO DEB. ARGILLOSA			PASSANTE AL SETACCIO 200 (%) 56,9		
GHIAIA (%) 64 - 2 mm	SABBIA (%) 2 - 0,0625 mm	LIMO (%) 0,0625 - 0,0039 mm	ARGILLA (%) < 0,0039 mm	U.S.C.S.	AASHTO
1,0	45,4	44,8	8,8	MH	A-5

CARATTERISTICHE DI PLASTICITA' E PERMEABILITA'

CLASSIFICAZIONE SECONDO ABACO DI PLASTICITA'		MH-OH	CONSISTENZA DEL MATERIALE SECONDO IC		Solido-plastica
LIMITE DI LIQUIDITA'	W_L	80,2 (%)	LIMITE DI RITIRO	W_s	(%)
LIMITE DI PLASTICITA'	W_p	70,6 (%)	INDICE DI CONSISTENZA	IC	0,75 (-)
INDICE DI PLASTICITA'	IP	9,6 (%)	ATTIVITA' (IP / % < 0,002mm)	Ac	1,4 (-)
PRESSIONE DI RIGONFIAMENTO		(kPa)	PERMEABILITA' IN EDOMETRO	k	2,20E-07 (m/sec)

CARATTERISTICHE MECCANICHE

VAN TEST (MEDIA DATI SU 5 MISURE)		60	C_u (kPa)	POCKET P. (MEDIA DATI SU 5 MISURE)	171	σ'_v (kPa)
ESPANSIONE LATERALE LIBERA				σ'_t	87	(kPa)
				σ'_r	1,5	(%)
PROVA DI TAGLIO DIRETTO TIPO C.D.				VALORI DI PICCO		VALORI RESIDUI
				C^*	12	(kPa)
				ϕ^*	29	(°)
PROVA DI COMPRESIONE TRIASSIALE				CIU		LIU
		C^*	(kPa)	C	(kPa)	C_u
		ϕ^*	(°)	ϕ	(°)	ϕ_u

CARATTERISTICHE EDOMETRICHE

DA σ'_v	A σ'_v	E_{ed}	m_v	c_v	k
(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kPa ⁻¹)	(cm ² /sec)	(cm/sec)
25	49	9159	1,09E-04		
49	98	7010	1,43E-04	2,97E-03	4,23E-08
98	196	6556	1,52E-04	3,54E-03	5,39E-08
196	392	6619	1,51E-04	3,95E-03	5,97E-08
392	785	9419	1,06E-04		
785	1569	14363	6,96E-05		
1569	3138	24799	4,03E-05		

INDICE CBR (2,5) (%) =	CARATTERISTICHE OTTIMALI PROCTOR	P. VOLUME SEC. γ_d (kN/m ³)
INDICE CBR (5,0) (%) =	PESO DI VOL. UMIDO γ_n (kN/m ³)	LIMITATA W (%)

Azienda con Sistema Qualità Certificato n° IT239744

 CNG S.r.l. LABORATORIO GEOTECNICO Via Atlante, 101 - 00133 Roma Tel 062018088 cng@congeo.it	Geovit S.r.l. per ACEA		SOND.: SM6	PAGINA: 20
	Labico Stazione Labico (RM)		CAMP.: 2	N° IDENTIFICATIVO INTERNO 5311
	DATA RICEVIMENTO CAMPIONE	06/05/22	DATA EMISSIONE CERTIFICATI	14/06/22
	DATA ARRIVO PROGRAMMA	06/05/22		

FOGLIO RIEPILOGATIVO DELLE CARATTERISTICHE CHIMICO-FISICO-MECCANICHE DEL CAMPIONE

CARATTERISTICHE CHIMICHE

FRAZIONE CARBONIO ORG. MEDIA (%)		REAZIONE DEL SUOLO (PH)		TENORE CARBONATI
SOSTANZA ORGANICA S.O.		TENORE SOLFATI		

CARATTERISTICHE FISICHE

UMIDITA' NATURALE	W_n	49,9 (%)	PESO DI VOLUME NATURALE	γ_n	12,42 (kN/m ³)
INDICE DEI VUOTI	e	2,23 (-)	PESO DI VOLUME SECCO	γ_d	8,29 (kN/m ³)
POROSITA'	n	69,0 (%)	PESO DI VOLUME SATURO	γ_{sat}	15,06 (kN/m ³)
GRADO DI SATURAZ.	S_r	61,1 (%)	PESO SPECIFICO DEI GRANULI	γ_s	26,75 (kN/m ³)

CARATTERISTICHE GRANULOMETRICHE (SECONDO UDDEN - WENTWORTH)

SABBIA CON LIMO DEB. ARGILLOSA			PASSANTE AL SETACCIO 200 (%)		48,5
GHIAIA (%) 64 - 2 mm	SABBIA (%) 2 - 0,0625 mm	LIMO (%) 0,0625 - 0,0039 mm	ARGILLA (%) < 0,0039 mm	U.S.C.S.	AASHTO
0,9	53,9	38,6	6,6	N.D.	N.D.

CARATTERISTICHE DI PLASTICITA' E PERMEABILITA'

CLASSIFICAZIONE SECONDO ABACO DI PLASTICITA'		N.D.	CONSISTENZA DEL MATERIALE SECONDO IC		/
LIMITE DI LIQUIDITA'	W_L	N.D. (%)	LIMITE DI RITIRO	W_S	(%)
LIMITE DI PLASTICITA'	W_P	N.D. (%)	INDICE DI CONSISTENZA	IC	N.D. (-)
INDICE DI PLASTICITA'	IP	N.D. (%)	ATTIVITA' (IP / % < 0,002mm)	Ac	(-)
PRESSIONE DI RIGONFIAMENTO		(kPa)	PERMEABILITA' IN EDOMETRO	k	5,49E-07 (m/sec)

CARATTERISTICHE MECCANICHE

VAN TEST		Cu (kPa)	POCKET PENETROMETER		σ'_v (kPa)
ESPANSIONE LATERALE LIBERA			σ'_1	65 (kPa)	ϵ 0,9 (%)
PROVA DI TAGLIO DIRETTO TIPO C.D.		VALORI DI PICCO		VALORI RESIDUI	
		C'	9 (kPa)	C_r	(kPa)
		ϕ'	34 (°)	ϕ_r	(°)
PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE	CID		CIU		LUU
	C'	(kPa)	C	(kPa)	C_u (kPa)
	ϕ'	(°)	ϕ	(°)	ϕ_u (°)

CARATTERISTICHE EDOMETRICHE

DA σ'_v	A σ'_v	E_{ed}	m_v	c_v	k
(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kPa ⁻¹)	(cm ² /sec)	(cm/sec)
12,3	24,5	3666	2,73E-04		
25	49	5181	1,93E-04		
49	98	7668	1,30E-04	N.D.	N.D.
98	196	12637	7,91E-05	N.D.	N.D.
196	392	16313	6,13E-05	N.D.	N.D.
392	785	23505	4,25E-05		
785	1569	18242	5,48E-05		
1569	3138	27875	3,59E-05		

INDICE CBR (2,5) (%) =	CARATTERISTICHE OTTIMALI PROCTOR PESO DI VOL. UMIDO γ_n (kN/m ³)	P. VOLUME SEC. γ_d (kN/m ³)
INDICE CBR (5,0) (%) =		UMIDITA' W (%)

Azienda con Sistema Qualità Certificato n° IT239744

 CNG S.r.l. LABORATORIO GEOTECNICO Via Atlante, 101 - 00133 Roma Tel 062018088 cng@cnggeo.it	Geovit S.r.l. per ACEA	SOND.: SM6 CAMP.: 3	PAGINA: 37
	Labico Stazione Labico (RM)	da m: 9,00 a m: 9,60	N° IDENTIFICATIVO INTERNO 5312
	DATA RICEVIMENTO CAMPIONE 06/05/22 DATA ARRIVO PROGRAMMA 06/05/22	DATA EMISSIONE CERTIFICATI 14/06/22	

**FOGLIO RIEPILOGATIVO DELLE CARATTERISTICHE
CHIMICO-FISICO-MECCANICHE DEL CAMPIONE**
CARATTERISTICHE CHIMICHE

FRAZIONE CARBONIO ORG. MEDIA (%)		REAZIONE DEL SUOLO (PH)		TENORE CARBONATI
SOSTANZA ORGANICA S.O.		TENORE SOLFATI		

CARATTERISTICHE FISICHE

UMIDITA' NATURALE	W_n	57,4 (%)	PESO DI VOLUME NATURALE	γ_n	15,09 (kN/m ³)
INDICE DEI VUOTI	e	1,77 (-)	PESO DI VOLUME SECCO	γ_d	9,59 (kN/m ³)
POROSITA'	n	63,9 (%)	PESO DI VOLUME SATURO	γ_{sat}	15,86 (kN/m ³)
GRADO DI SATURAZ.	S_r	87,8 (%)	PESO SPECIFICO DEI GRANULI	γ_s	26,57 (kN/m ³)

CARATTERISTICHE GRANULOMETRICHE (SECONDO UDDEN - WENTWORTH)

LIMO CON SABBIA ARGILLOSO			PASSANTE AL SETACCIO 200 (%)		65,4
GHIAIA (%): 64 - 2 mm	SABBIA (%): 2 - 0,0625 mm	LIMO (%): 0,0625 - 0,0039 mm	ARGILLA (%): < 0,0039 mm	U.S.C.S.	AASHTO
3,0	35,1	51,6	10,3	N.D.	N.D.

CARATTERISTICHE DI PLASTICITA' E PERMEABILITA'

CLASSIFICAZIONE SECONDO ABACO DI PLASTICITA'		N.D.	CONSISTENZA DEL MATERIALE SECONDO IC		i
LIMITE DI LIQUIDITA'	W_L	N.D. (%)	LIMITE DI RITIRO	W_S	(%)
LIMITE DI PLASTICITA'	W_p	N.D. (%)	INDICE DI CONSISTENZA	IC	N.D. (-)
INDICE DI PLASTICITA'	IP	N.D. (%)	ATTIVITA' (IP / % < 0,002mm)	Ac	(-)
PRESSIONE DI RIGONFIAMENTO		(kPa)	PERMEABILITA' IN EDOMETRO	k	7,40E-08 (m/sec)

CARATTERISTICHE MECCANICHE

VAN TEST (MEDIA DATI SU 5 MISURE)		60	C_u (kPa)	POCKET P: (MEDIA DATI SU 5 MISURE)	186	σ'_v (kPa)	
ESPANSIONE LATERALE LIBERA				σ'_1	69 (kPa)	ϵ	1,5 (%)
PROVA DI TAGLIO DIRETTO TIPO C.D.				VALORI DI PICCO		VALORI RESIDUI	
				C'_1	6 (kPa)	C'_2	(kPa)
				ϕ'_1	29 (°)	ϕ'_2	(°)
PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE	CID			CIU		LIU	
	C'_1	(kPa)		C	(kPa)	C_u	(kPa)
	ϕ'_1	(°)		ϕ	(°)	ϕ_u	(°)

CARATTERISTICHE EDOMETRICHE

DA σ'_v	A σ'_v	E_{ed}	m_v	c_v	k
(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kPa ⁻¹)	(cm ² /sec)	(cm/sec)
12,3	24,5	15295	6,54E-05		
25	49	7082	1,41E-04		
49	98	7627	1,31E-04	N.D.	N.D.
98	196	8463	1,18E-04	N.D.	N.D.
196	392	10088	9,91E-05	N.D.	N.D.
392	785	8062	1,24E-04		
785	1569	9282	1,08E-04		
1569	3138	18741	5,34E-05		

INDICE CBR (2,5) (%) =	CARATTERISTICHE OTTIMALI PROCTOR PESO DI VOL. UMIDO γ_n (kN/m ³)	P. VOLUME SEC. γ_d (kN/m ³)
INDICE CBR (5,0) (%) =		UMIDITA' W (%)

Azienda con Sistema Qualità Certificato n° IT239744

MTEr-maggio2022

 CNG S.r.l. LABORATORIO GEOTECNICO Via Atlante, 101 - 00133 Roma Tel 062018088 cng@congeo.it	Geovit S.r.l. per Acea		SOND.: SM4 CAMP.: 1	PAGINA: 1
	Cimitero Comunale Cave (RM)		da m: 1,70 a m: 2,20	N° IDENTIFICATIVO INTERNO 5343
	DATA RICEVIMENTO CAMPIONE 06/05/22 DATA ARRIVO PROGRAMMA 06/05/22		DATA EMISSIONE CERTIFICATI 13/06/22	

**FOGLIO RIEPILOGATIVO DELLE CARATTERISTICHE
CHIMICO-FISICO-MECCANICHE DEL CAMPIONE**

CARATTERISTICHE CHIMICHE

FRAZIONE CARBONIO ORG. MEDIA (%)		REAZIONE DEL SUOLO (PH)		TENORE CARBONATI
SOSTANZA ORGANICA S.O.		TENORE SOLFATI		

CARATTERISTICHE FISICHE

UMIDITA' NATURALE	W_n	28,1 (%)	PESO DI VOLUME NATURALE	γ_n	18,62 (kN/m ³)
INDICE DEI VUOTI	e	0,82 (-)	PESO DI VOLUME SECCO	γ_d	14,54 (kN/m ³)
POROSITA'	n	45,2 (%)	PESO DI VOLUME SATURO	γ_{sat}	18,96 (kN/m ³)
GRADO DI SATURAZ.	S_r	92,2 (%)	PESO SPECIFICO DEI GRANULI	γ_s	26,50 (kN/m ³)

CARATTERISTICHE GRANULOMETRICHE (SECONDO UDDEN - WENTWORTH)

LIMO SABBIOSO DEB ARGILLOSO			PASSANTE AL SETACCIO 200 (%)		84,5
GHIAIA (%): 64 - 2 mm	SABBIA (%): 2 - 0,0625 mm	LIMO (%): 0,0625 - 0,0039 mm	ARGILLA (%): < 0,0039 mm	U.S.C.S.	AASHTO
0,7	19,7	71,9	7,7	ML	A-4
LA CARATTERIZZAZIONE FISICO-GRANULOMETRICA SI RIFERISCE ALLA PARTE BASSA DEL CAMPIONE					

CARATTERISTICHE DI PLASTICITA' E PERMEABILITA'

CLASSIFICAZIONE SECONDO ABACO DI PLASTICITA'		ML-OL	CONSISTENZA DEL MATERIALE SECONDO IC		Semisolida/Solida
LIMITE DI LIQUIDITA'	W_L	40,2 (%)	LIMITE DI RITIRO	W_s	(%)
LIMITE DI PLASTICITA'	W_p	30,3 (%)	INDICE DI CONSISTENZA	IC	1,22 (-)
INDICE DI PLASTICITA'	IP	9,9 (%)	ATTIVITA' (IP / % < 0,002mm)	Ac	1,8 (-)
PRESSIONE DI RIGONFIAMENTO (kPa)			PERMEABILITA' IN EDOMETRO		k 3,18E-07 (m/sec)
LE CARATTERISTICHE DI PLASTICITA' SI RIFERISCONO ALLA PARTE BASSA DEL CAMPIONE					

CARATTERISTICHE MECCANICHE

VAN TEST (MEDIA DATI SU 3 MISURE)		114	C_u (kPa)	POCKET P: (MEDIA DATI SU 3 MISURE)		301	σ'_v (kPa)
ESPANSIONE LATERALE LIBERA				σ'_l	190 (kPa)	ϵ	1,7 (%)
PROVA DI TAGLIO DIRETTO TIPO C.D.				VALORI DI PICCO		VALORI RESIDUI	
				C'_t	1 (kPa)	C'_r	(kPa)
PROVA DI COMPRESIONE TRIASSIALE				ϕ'_t	36 (°)	ϕ'_r	(°)
				CID		CIU	
C'_v		(kPa)	C	(kPa)	C_u	(kPa)	
ϕ'_v		(°)	ϕ	(°)	ϕ_u	(°)	

CARATTERISTICHE EDOMETRICHE

DA σ'_v	A σ'_v	E_{ed}	m_v	c_v	k
(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kPa ⁻¹)	(cm ² /sec)	(cm/sec)
25	49	11699	8,55E-05		
49	98	16887	5,92E-05		
98	196	15551	6,43E-05	1,35E-03	8,66E-09
196	392	19134	5,23E-05	9,98E-04	5,21E-09
392	785	17790	5,62E-05	5,30E-04	2,98E-09
785	1569	17861	5,60E-05		
1569	3138	34286	2,92E-05		

INDICE CBR (2,5) (%) =	CARATTERISTICHE OTTIMALI PROCTOR PESO DI VOL. UMIDO γ_n (kN/m ³)	P. VOLUME SEC. γ_d (kN/m ³)
INDICE CBR (5,0) (%) =		UMIDITA' W (%)

Azienda con Sistema Qualità Certificato n° IT239744

MTEa-maggio2022

 CNG S.r.l. LABORATORIO GEOTECNICO Via Atlante, 101 - 00133 Roma Tel 062018088 cng@congeo.it	Geovit S.r.l. per Acea	SOND.: SM4 CAMP.: 2	PAGINA: 20
	Cimitero Comunale Cave (RM)	da m: 6,00 a m: 6,50	N° IDENTIFICATIVO INTERNO 5344
	DATA RICEVIMENTO CAMPIONE 06/05/22 DATA ARRIVO PROGRAMMA 06/05/22	DATA EMISSIONE CERTIFICATI 13/06/22	

**FOGLIO RIEPILOGATIVO DELLE CARATTERISTICHE
 CHIMICO-FISICO-MECCANICHE DEL CAMPIONE**

CARATTERISTICHE CHIMICHE

FRAZIONE CARBONIO ORG. MEDIA (%)		REAZIONE DEL SUOLO (PH)		TENORE CARBONATI
SOSTANZA ORGANICA S.O.		TENORE SOLFATI		

CARATTERISTICHE FISICHE

UMIDITA' NATURALE	W_n	35,4 (%)	PESO DI VOLUME NATURALE	γ_n	17,97 (kN/m ³)
INDICE DEI VUOTI	e	1,01 (-)	PESO DI VOLUME SECCO	γ_d	13,27 (kN/m ³)
POROSITA'	n	50,3 (%)	PESO DI VOLUME SATURO	γ_{sat}	18,20 (kN/m ³)
GRADO DI SATURAZ.	S_r	95,3 (%)	PESO SPECIFICO DEI GRANULI	γ_s	26,68 (kN/m ³)

CARATTERISTICHE GRANULOMETRICHE (SECONDO UDDEN - WENTWORTH)

LIMO ARGILLOSO SABBIOSO			PASSANTE AL SETACCIO 200 (%)		89,3
GHIAIA (%) 64 - 2 mm	SABBIA (%) 2 - 0,0625 mm	LIMO (%) 0,0625 - 0,0039 mm	ARGILLA (%) < 0,0039 mm	U.S.C.S.	AASHTO
0,3	15,4	65,8	18,6	ML	A-7-5

CARATTERISTICHE DI PLASTICITA' E PERMEABILITA'

CLASSIFICAZIONE SECONDO ABACO DI PLASTICITA'		ML-OL	CONSISTENZA DEL MATERIALE SECONDO IC		Solido-plastica
LIMITE DI LIQUIDITA'	W_L	46,9 (%)	LIMITE DI RITIRO	W_s	(%)
LIMITE DI PLASTICITA'	W_p	31,9 (%)	INDICE DI CONSISTENZA	IC	0,77 (-)
INDICE DI PLASTICITA'	IP	15,0 (%)	ATTIVITA' (IP / % < 0,002mm)	Ac	1,3 (-)
PRESSIONE DI RIGONFIAMENTO		(kPa)	PERMEABILITA' IN EDMETRO	k	5,07E-08 (m/sec)

CARATTERISTICHE MECCANICHE

VAN TEST		C_u (kPa)	POCKET P. (MEDIA DATI SU 4 MISURE)		284	σ'_f (kPa)
ESPANSIONE LATERALE LIBERA			σ'_f	166 (kPa)	ϵ	1,4 (%)
PROVA DI TAGLIO DIRETTO TIPO C.D.		VALORI DI PICCO		VALORI RESIDUI		
		C^*	10 (kPa)	C_r	(kPa)	
		ϕ^*	29 (°)	ϕ_r	(°)	
PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE	CID		CIU		LIU	
	C^*	(kPa)	C	(kPa)	C_u	(kPa)
	ϕ^*	(°)	ϕ	(°)	ϕ_u	(°)

CARATTERISTICHE EDMETRICHE

DA σ'_f	A σ'_f	E_{ed}	m_v	c_v	k
(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kPa ⁻¹)	(cm ² /sec)	(cm/sec)
25	49	14504	6,89E-05		
49	98	13843	7,22E-05		
98	196	13568	7,37E-05	2,75E-03	2,02E-08
196	392	10982	9,11E-05	2,38E-03	2,17E-08
392	785	12663	7,90E-05	1,13E-03	8,93E-09
785	1569	19172	5,22E-05		
1569	3138	31566	3,17E-05		

INDICE CBR (2,5) (%) =	CARATTERISTICHE OTTIMALI PROCTOR PESO DI VOL. UMIDO γ_n (kN/m ³)	P. VOLUME SEC. γ_d (kN/m ³)
INDICE CBR (5,0) (%) =		UMIDITA' W (%)

Azienda con Sistema Qualità Certificato n° IT239744

MTEa-maggio2022

 CNG S.r.l. LABORATORIO GEOTECNICO Via Atlante, 101 - 00133 Roma Tel 062018088 cng@congeo.it	Geovit S.r.l. per ACEA	SOND.: SM3 CAMP.: 1	PAGINA: 1
	Genazzano (RM)	da m: 16,20 a m: 16,70	N° IDENTIFICATIVO INTERNO 5346
	DATA RICEVIMENTO CAMPIONE 06/05/22 DATA ARRIVO PROGRAMMA 06/05/22	DATA EMISSIONE CERTIFICATI 13/06/22	

**FOGLIO RIEPILOGATIVO DELLE CARATTERISTICHE
CHIMICO-FISICO-MECCANICHE DEL CAMPIONE**
CARATTERISTICHE CHIMICHE

FRAZIONE CARBONIO ORG. MEDIA (%)		REAZIONE DEL SUOLO (PH)		TENORE CARBONATI
SOSTANZA ORGANICA S.O.		TENORE SOLFATI		

CARATTERISTICHE FISICHE

UMIDITA' NATURALE	W_n	22,7 (%)	PESO DI VOLUME NATURALE	γ_n	20,47 (kN/m ³)
INDICE DEI VUOTI	e	0,60 (-)	PESO DI VOLUME SECCO	γ_s	16,68 (kN/m ³)
POROSITA'	n	37,6 (%)	PESO DI VOLUME SATURO	γ_{sat}	20,47 (kN/m ³)
GRADO DI SATURAZ.	S_r	100 (%)	PESO SPECIFICO DEI GRANULI	γ_s	26,72 (kN/m ³)

CARATTERISTICHE GRANULOMETRICHE (SECONDO UDDEN - WENTWORTH)

LIMO CON ARGILLA SABBIOSO			PASSANTE AL SETACCIO 200 (%)		90,3
GHIAIA (%) 64 - 2 mm	1,6	SABBIA (%) 2 - 0,0625 mm	11,1	LIMO (%) 0,0625 - 0,0039 mm	61,7
				ARGILLA (%) < 0,0039 mm	25,6
				U.S.C.S.	AASHTO
				CL	A-6

CARATTERISTICHE DI PLASTICITA' E PERMEABILITA'

CLASSIFICAZIONE SECONDO ABACO DI PLASTICITA'		CL	CONSISTENZA DEL MATERIALE SECONDO IC		Solido-plastica
LIMITE DI LIQUIDITA'	W_L	39,9 (%)	LIMITE DI RITIRO	W_s	(%)
LIMITE DI PLASTICITA'	W_p	19,2 (%)	INDICE DI CONSISTENZA	IC	0,83 (-)
INDICE DI PLASTICITA'	IP	20,7 (%)	ATTIVITA' (IP / % < 0,002mm)	Ac	1,2 (-)
PRESSIONE DI RIGONFIAMENTO		(kPa)	PERMEABILITA' IN EDOMETRO	k	2,51E-07 (m/sec)

CARATTERISTICHE MECCANICHE

VAN TEST (MEDIA DATI SU 4 MISURE)		134	C_u (kPa)	POCKET P. (MEDIA DATI SU 4 MISURE)		263	q (kPa)
ESPANSIONE LATERALE LIBERA				σ_r	180 (kPa)	ϵ	2,5 (%)
PROVA DI TAGLIO DIRETTO TIPO C.D.				VALORI DI PICCO		VALORI RESIDUI	
		C^*	15 (kPa)	C_r	(kPa)		
		ϕ^*	27 (°)	ϕ_r	(°)		
PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE	CID			CIU		UU	
	C^*	(kPa)	C	(kPa)	C_u	(kPa)	
	ϕ^*	(°)	ϕ	(°)	ϕ_u	(°)	

CARATTERISTICHE EDOMETRICHE

DA σ'	A σ'	E_{ed}	m_v	c_v	k
(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kPa ⁻¹)	(cm ² /sec)	(cm/sec)
49	98	7248	1,38E-04		
98	196	9834	1,02E-04	3,30E-03	3,35E-08
196	392	12183	8,21E-05	2,04E-03	1,68E-08
392	785	12071	8,28E-05	1,30E-03	1,08E-08
785	1569	26231	3,81E-05		
1569	3138	50245	1,99E-05		

INDICE CBR (2,5) (%) =	CARATTERISTICHE OTTIMALI PROCTOR PESO DI VOL. UMIDO γ_n (kN/m ³)	P. VOLUME SEC. γ_d (kN/m ³)
INDICE CBR (5,0) (%) =		UMIDITA' W (%)

Azienda con Sistema Qualità Certificato n° IT239744

MTEr-maggio2022

8.1.4 Prove penetrometriche dinamiche di tipo DPSH

La prova penetrometrica dinamica consiste nell'infiggere verticalmente nel terreno una punta conica metallica battendo sulle aste con un maglio a caduta libera e contando il numero di colpi necessari all'avanzamento della punta, di successive quantità costanti. Anche per questa prova esistono numerose correlazioni empiriche che consentono dal numero di colpi di risalire ad alcuni parametri geomeccanici dei terreni investigati.

Di seguito, i risultati relativi a ciascuna prova penetrometrica rappresentati in grafici **aventi sull'asse delle ascisse il numero di colpi N20 e sull'asse delle ordinate la profondità di investigazione.**

In allegato alla presente relazione geologica vengono riportati dettagliatamente i risultati relativi alle prove penetrometriche dinamiche DPSH.

DPSH 1 DPSH 2 DPSH 3

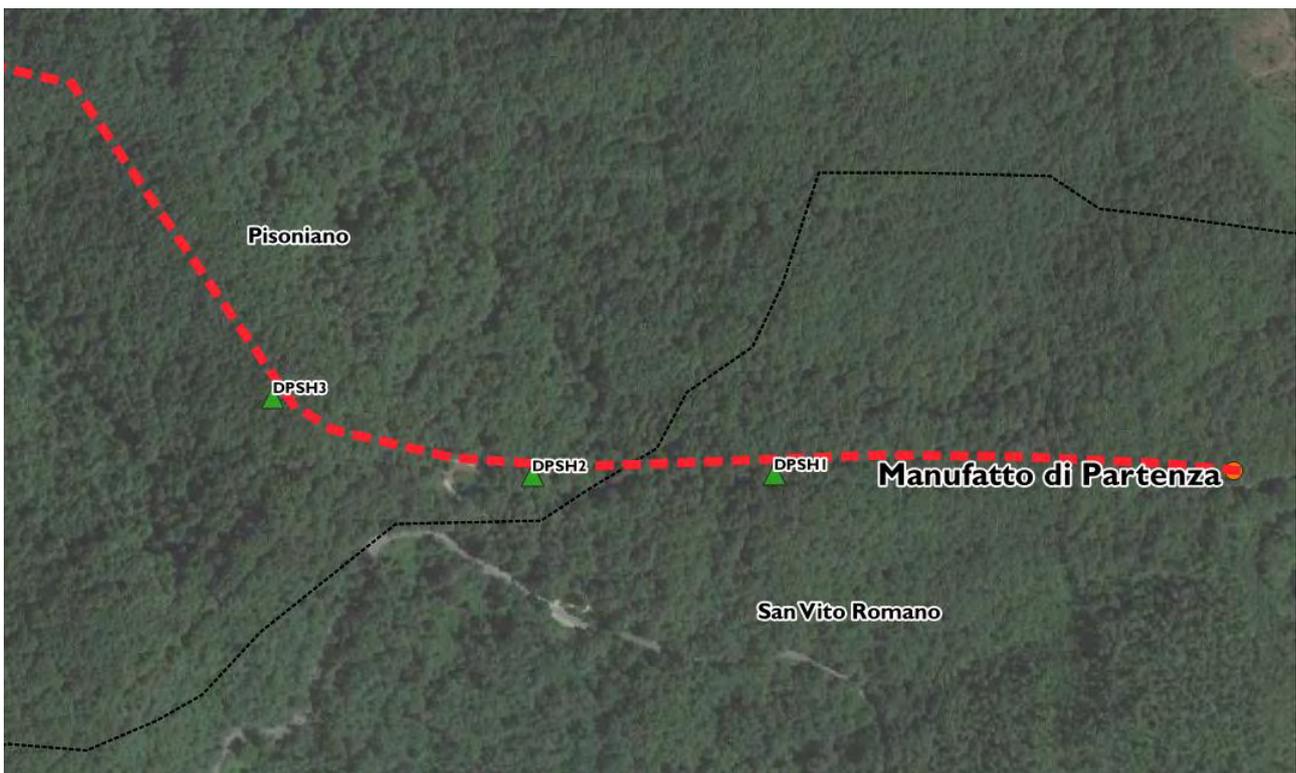


Figura 8.5. Ubicazione DPSH 1-2-3 nei pressi del Manufatto di Partenza "Monte Castellone alto".

DPSH 1

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH 1
 Strumento utilizzato... Deep Drill SP200-SM

Certificato Nr. 34 del 2022
 Verbale di accettazione nr. 85/22
 Codice commessa nr. 01063

Committente: Acea Elaborispa
 Descrizione: Nuovo Acquedotto Monte Castellone - Sant'Angelo
 Località: San Vito Romano - Pisoniano - Genazzano - Cave

10-03-2022

Scala 1:13

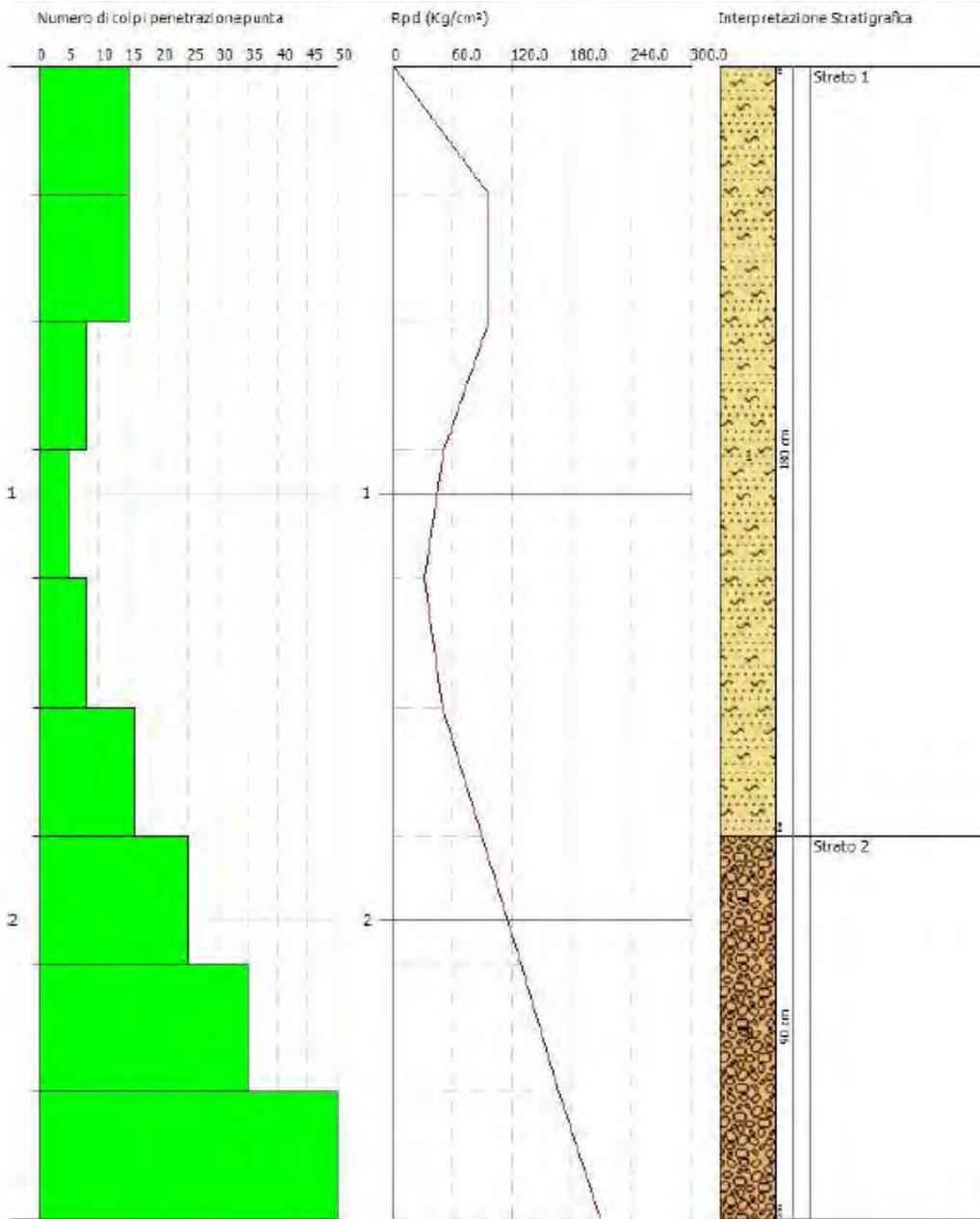


Figura 8.6. Risultati della prova penetrometrica DPSH1.

DPSH 2

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH 2
 Strumento utilizzato... Deep Drill SP200-SM

Certificato Nr.34 del 2022
 Verbale di accettazione nr.85/22
 Codice commessa nr. 01083

Committente: Acea Elabiori spa
 Descrizione: Nuovo Acquedotto Monte Castellone - Sant'Angelo
 Località: San Vito Romano - Pisoniano - Genazzano - Cave

10-03-2022

Scala 1:10

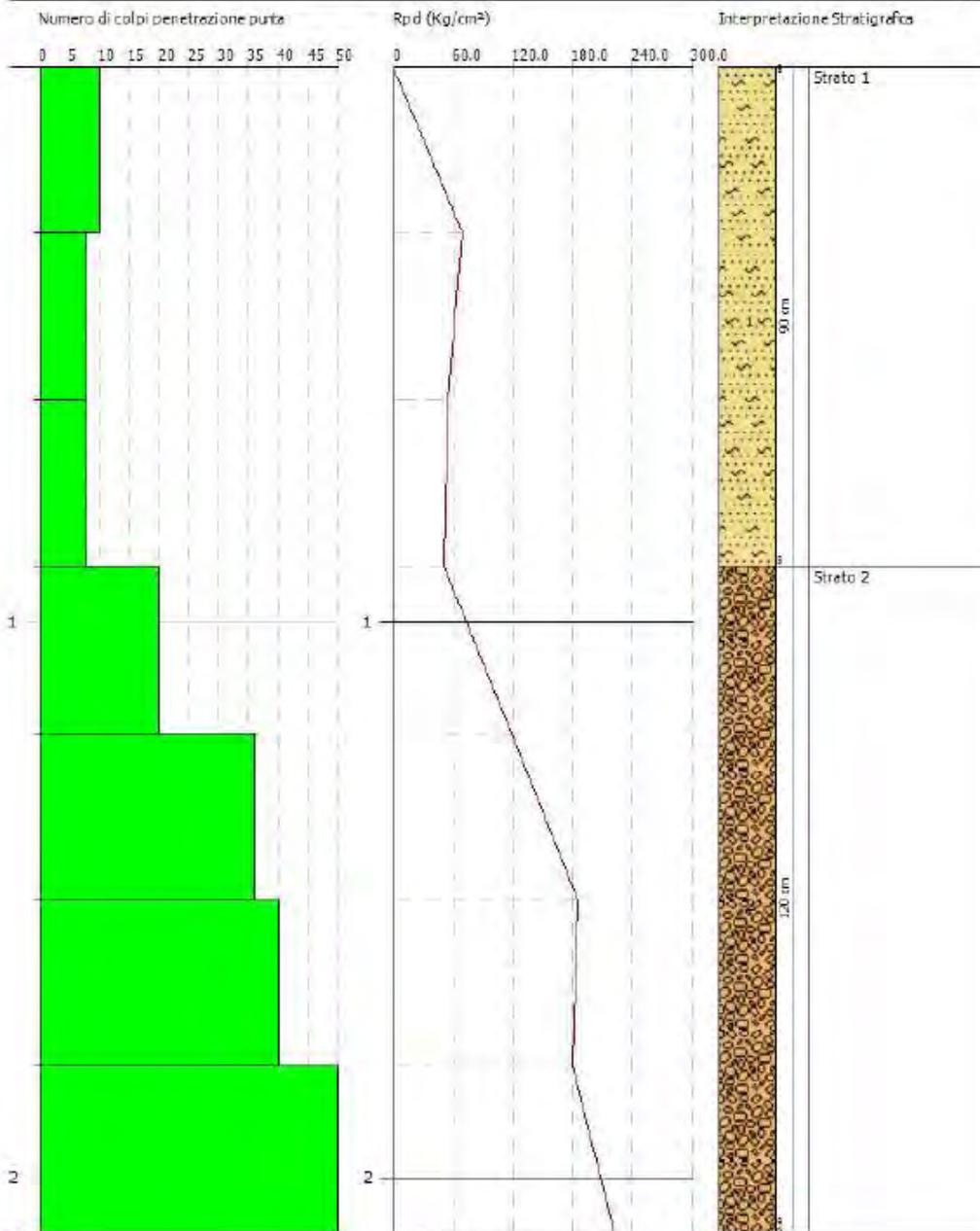


Figura 8.7. Risultati della prova penetrometrica DPSH2.

DPSH 3

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH 3
 Strumento utilizzato... Deep Drill SP200-SM

Certificato Nr. 34 del 2022
 Verbale di accettazione nr. 85/22
 Codice commessa nr. 01083

Committente: Acea Elabori spa
 Descrizione: Nuovo Acquedotto Monte Castellone - Sant'Angelo
 Località: San Vito Romano - Pisoniano - Genzano - Cave

10-03-2022

Scala 1:10

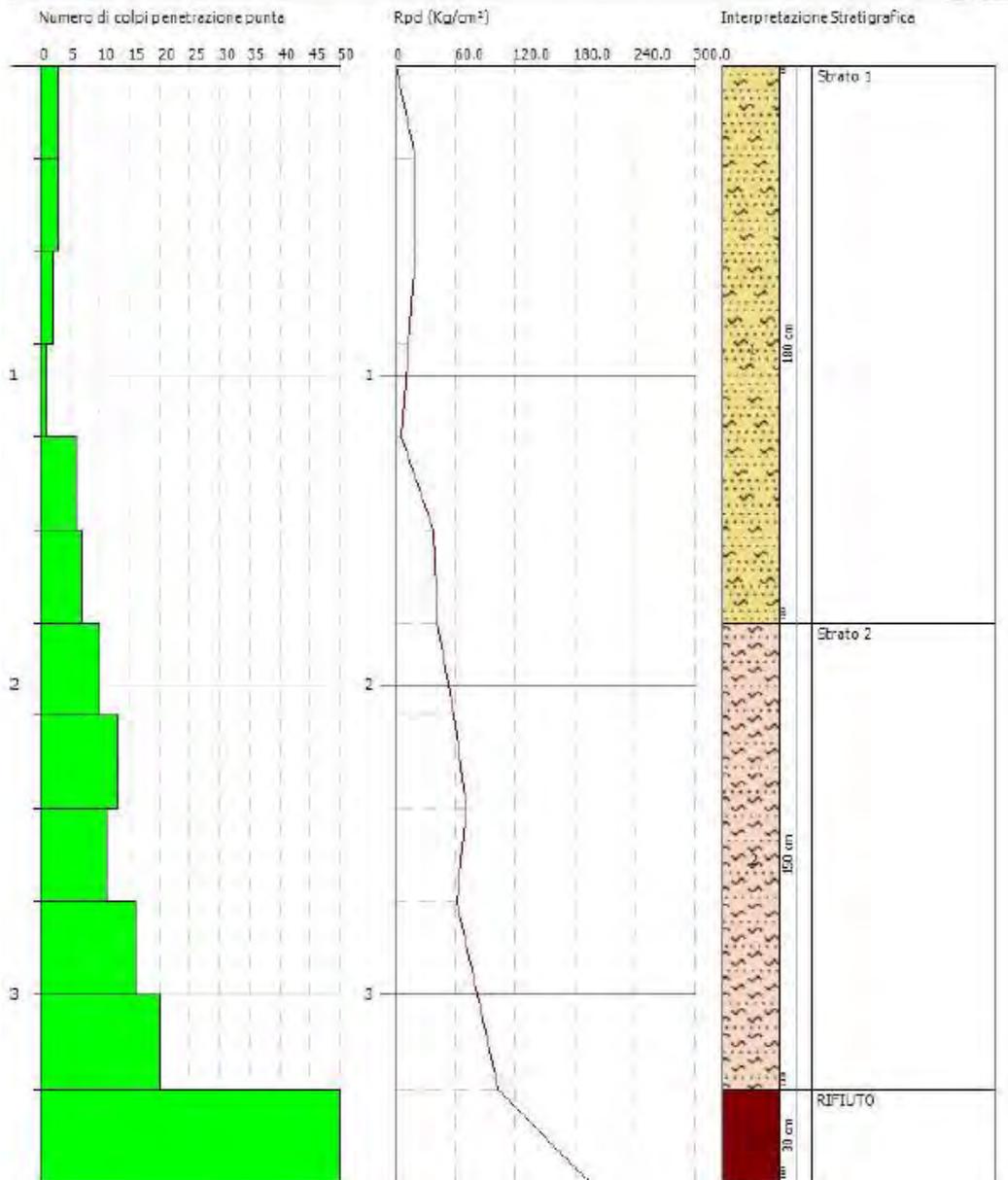


Figura 8.8. Risultati della prova penetrometrica DPSH3.

Dai risultati desunti dalle prove penetrometriche DPSH1, DPSH2 e DPSH 3 si evince che il substrato flyschoidale presenta una prima porzione di alterazione, di spessore variabile nell'ordine di 1-2 metri, caratterizzato da un numero di colpi 10-15. Al di sotto di esso,

il numero di colpi aumenta **notevolmente fino a raggiungere il "rifiuto strumentale"** ad una profondità massima di circa 3 metri (3,3 m per la prova DPSH3).

DPSH 4

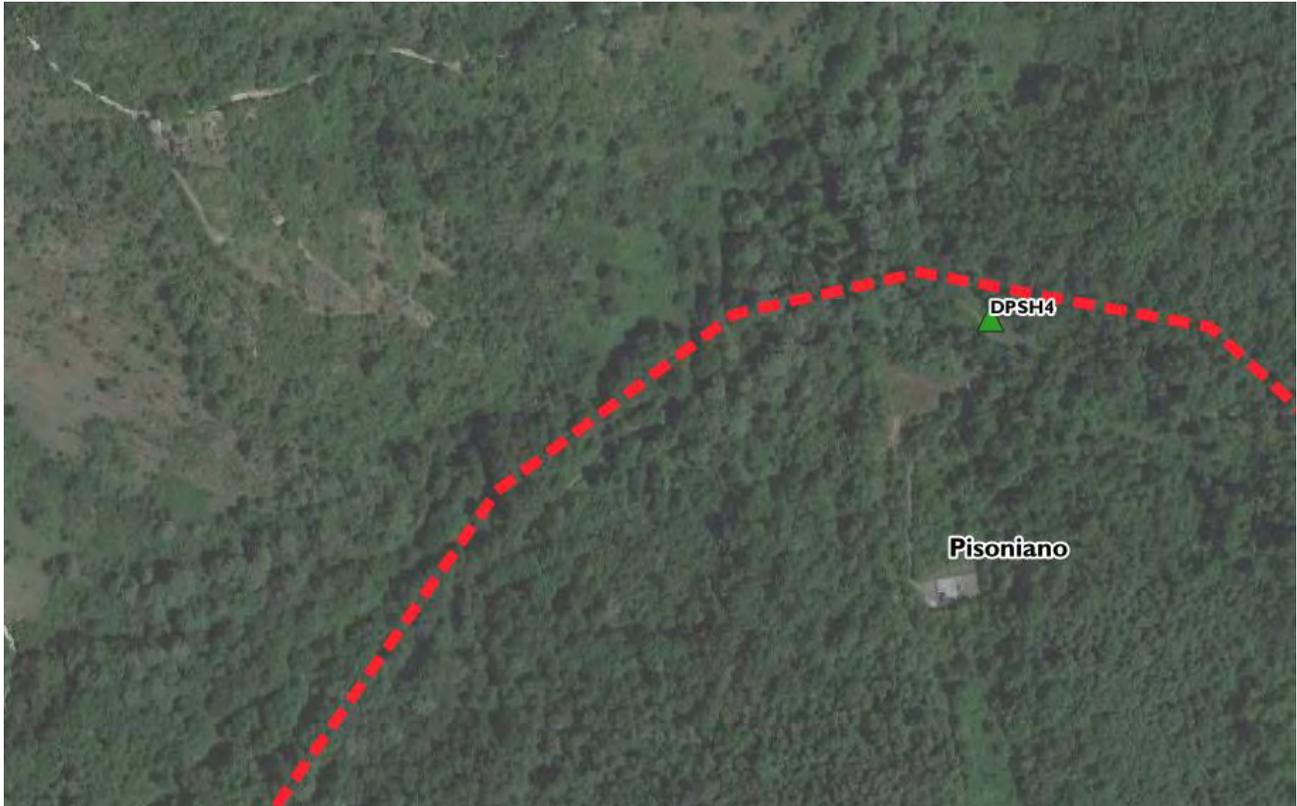


Figura 8.9. Ubicazione DPSH 4 nel territorio comunale di Pisoniano.

Dai risultati desunti dalla prova penetrometrica DPSH4 si evince uno spessore poco addensato di circa 3 metri costituito da un numero di colpi non superiore a 10, per poi **arrestarsi per raggiungimento del "rifiuto strumentale"**. Tale materiale attraversato è ascrivibile ai depositi alluvionali come riportato nella cartografia ufficiale - Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000 "Foglio 357 TIVOLI" (Figura 4.5).

DPSH4

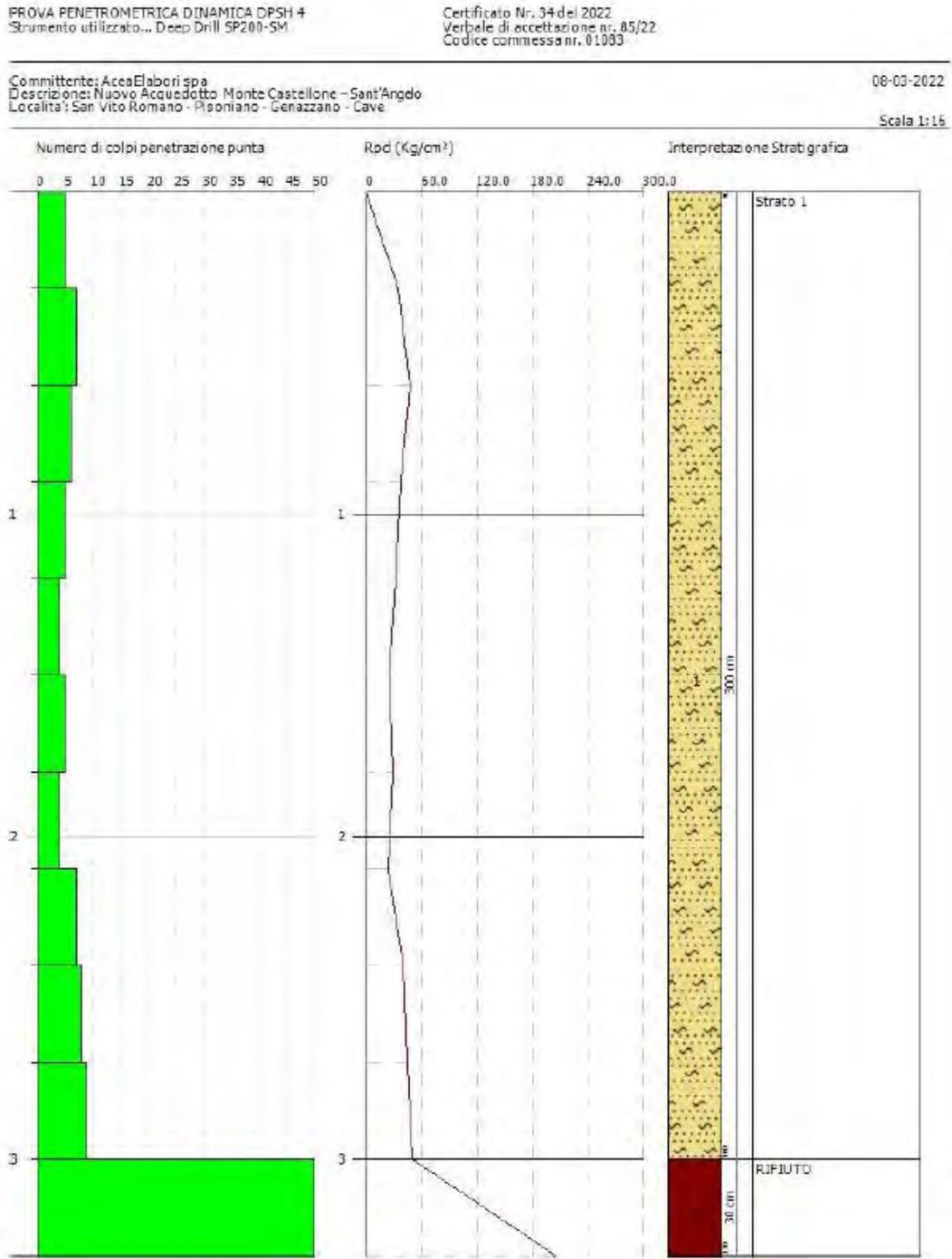


Figura 8.10. Risultati della prova penetrometrica DPSH4.

DPSH 5 DPSH6



Figura 8.11. Ubicazione DPSH 5 E 6 nel territorio comunale di Genazzano.

Le prove penetrometriche DPSH5 e DPSH6 sono state eseguite nella porzione terminale del tratto T1, nei pressi della valle alluvionale del T. Rio, nel comune di Genazzano. Nonostante le due prove siano vicini tra loro, esse presentano due risultati differenti. La prova DPSH 5 si arresta per rifiuto strumentale molto precocemente, alla profondità di 1,3 m dal p.c.. La prova DPSH 6, invece, presenta un numero di colpi piuttosto costante con la profondità, compreso tra 5 e 15, per poi arrestarsi alla profondità di 7 metri dal p.c.

Tale differenza è imputabile alla presenza di trovanti di arenaria litoide che hanno arrestato precocemente la prova DPSH 5, come riscontrato direttamente nel sondaggio SM3 eseguito poco più a valle della prova penetrometrica.

DPSH 5

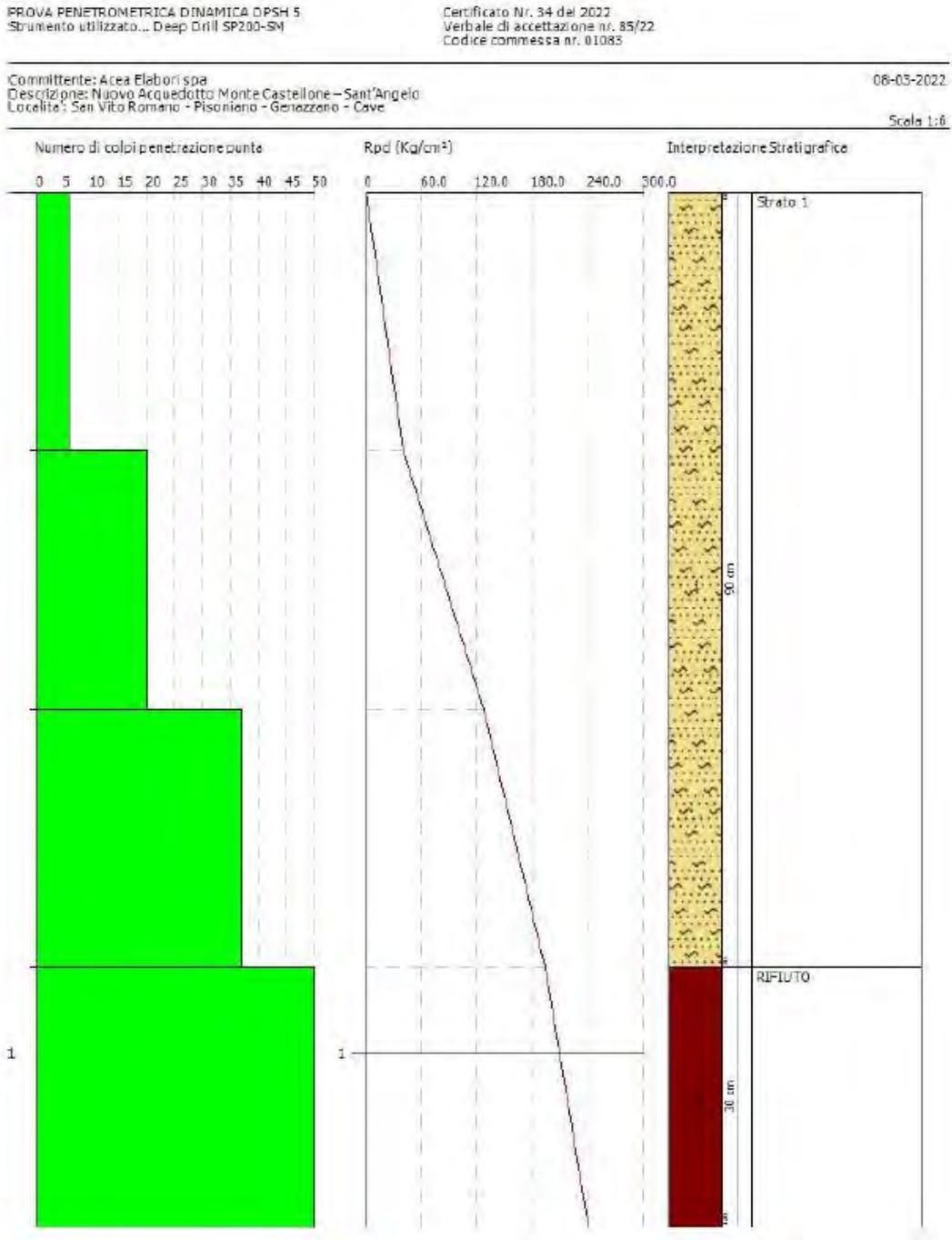


Figura 8.12. Risultati della prova penetrometrica DPSH5.

DPSH 6

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH 6
 Strumento utilizzato... Deep Drill SP200-SM

Certificato Nr. 34 del 2022
 Verbale di accettazione nr. 85/22
 Codice commessa nr. 01063

Committente: Acea Elabori spa
 Descrizione: Nuovo Acquedotto Monta Castellone - Sant'Angelo
 Località: San Vito Romano - Pisoniano - Genazzano - Cave

08-03-202

Scala 1:3

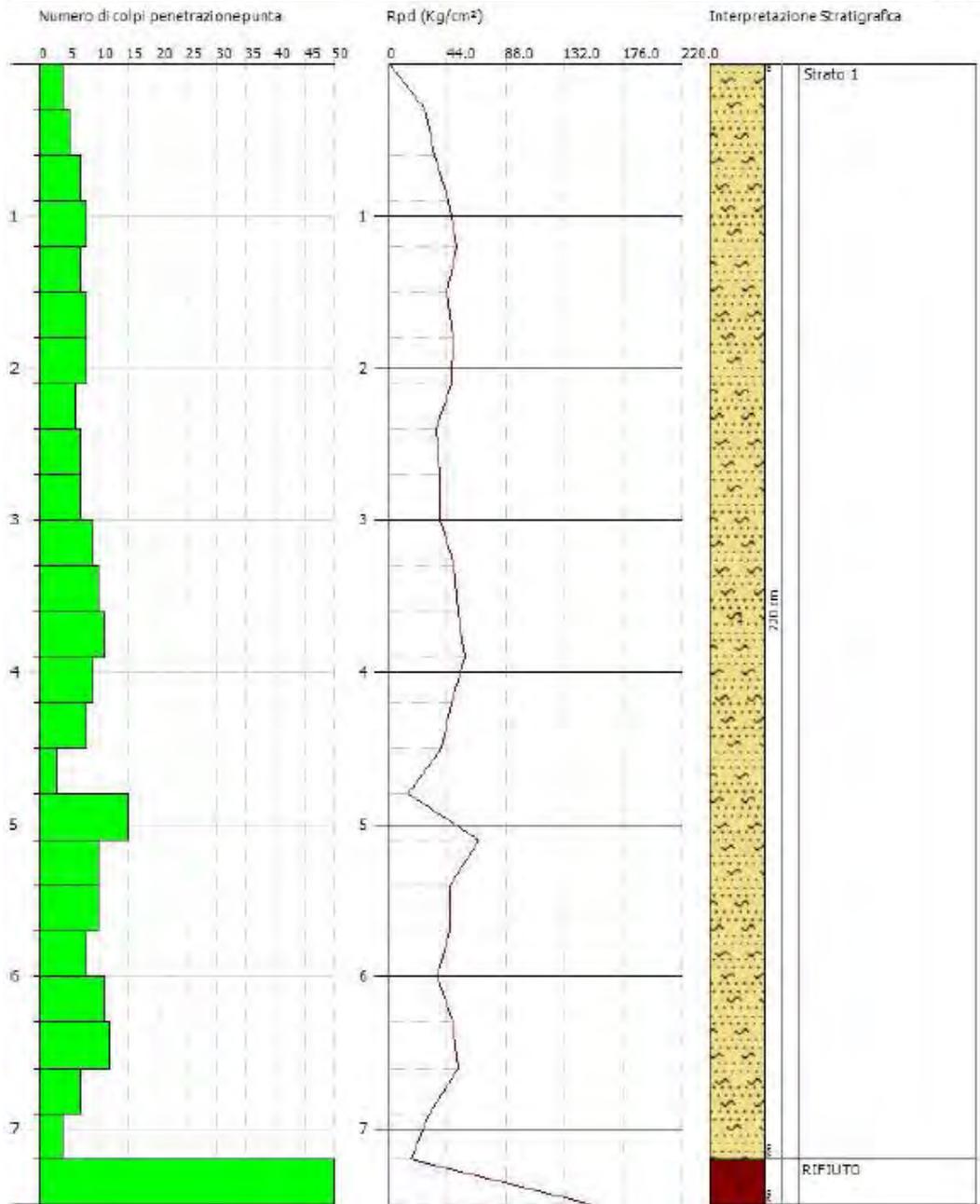


Figura 8.13. Risultati della prova penetrometrica DPSH6.

DPSH 7 e DPSH 8

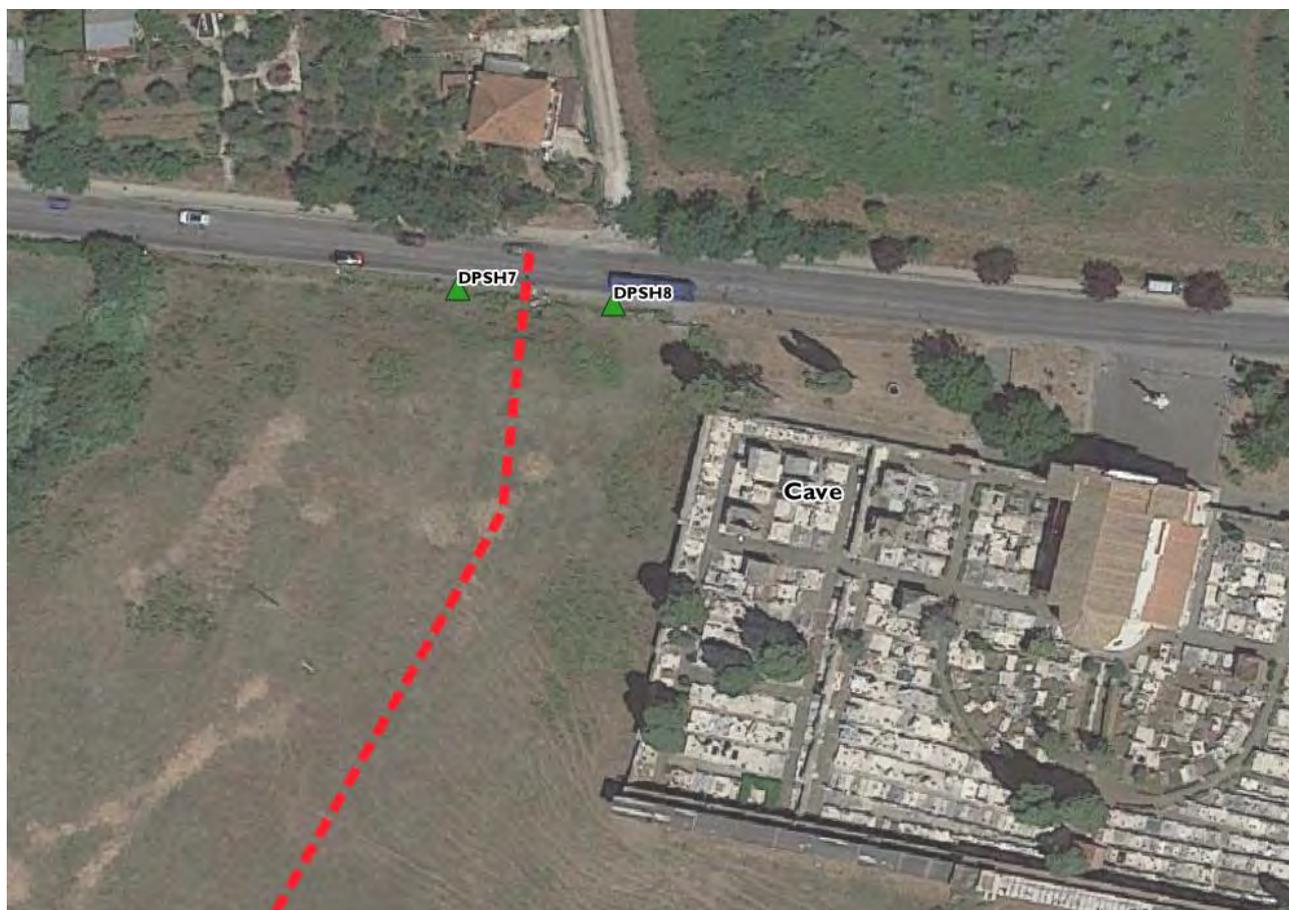


Figura 8.14. Ubicazione DPSH 7 e 8 nel territorio comunale di Cave (Tratto T2).

Le prove penetrometriche DPSH7 e DPSH8 sono state eseguite nella porzione iniziale del tratto T2, nei pressi del cimitero del comune di Cave. Le due prove, in termini di numero di colpi/profondità, restituiscono lo stesso trend caratterizzato da: un primo livello mediamente consistente/addensato, spesso 4 metri, con n. di colpi di circa 10; un secondo livello, nel quale si osserva una diminuzione sensibile del n. di colpi inferiore a 5 fino alla profondità di 10 metri dal p.c.; un terzo livello più addensato/consistente con n. di colpi crescente fino a 15. La prova è stata interrotta alla profondità di 11,8 metri dal p.c..

DPSH 7

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH 7
 Strumento utilizzato... Deep Drill SP200-SM

Certificato Nr. 34 del 2022
 Verbale di accettazione nr. 85/22
 Codice commessa nr. 01083

Committente: AceaElabori spa
 Descrizione: Nuovo Acquedotto Monte Castellone - Sant'Angelo
 Località: San Vito Romano - Pisoniano - Genazzano - Cave

08-03-2022

Scala 1:58

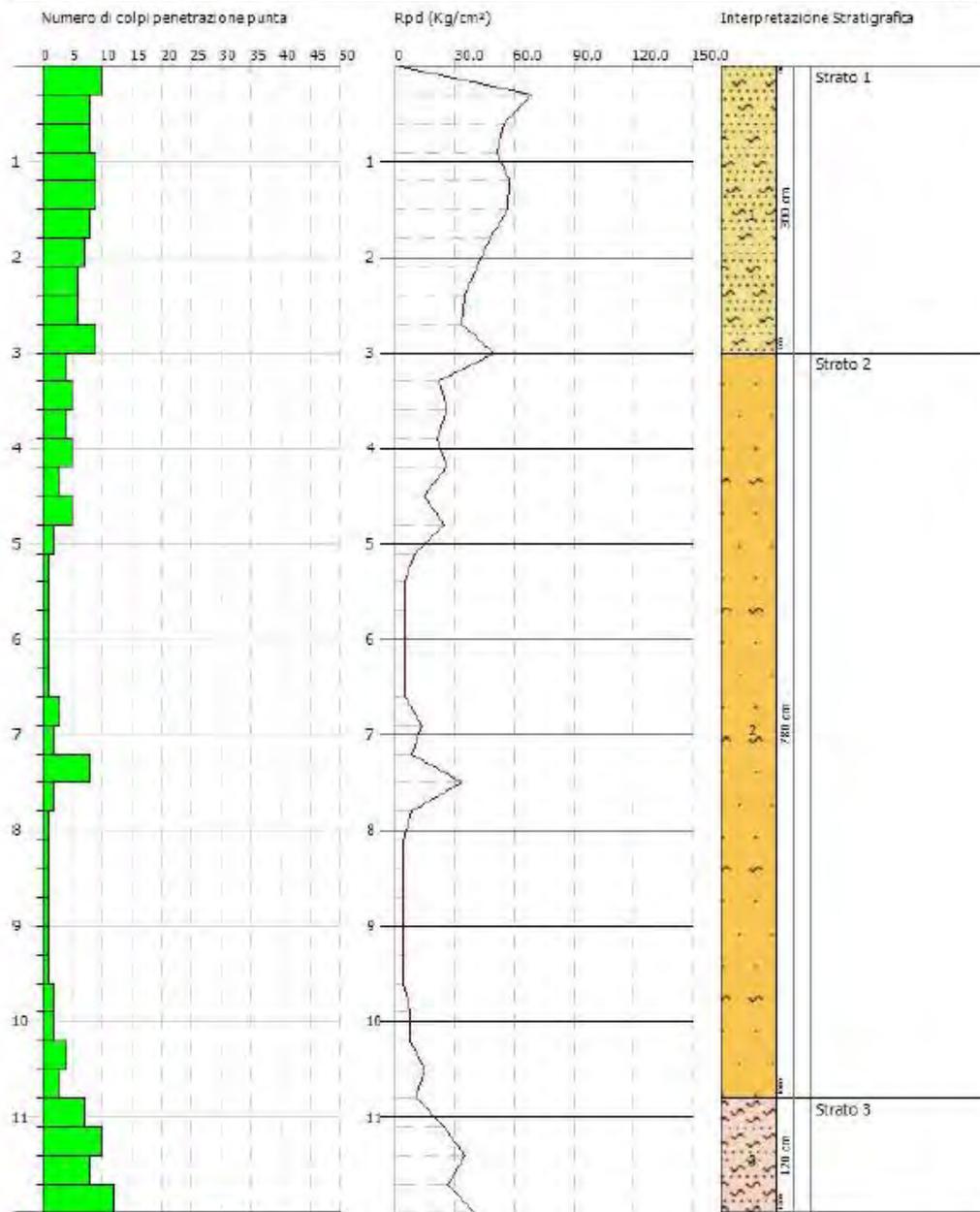


Figura 8.15. Risultati della prova penetrometrica DPSH7.

DPSH8

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH 8
 Strumento utilizzato... Deep Drill SP200-SM

Certificato Nr. 04 del 2022
 Verbale di accettazione nr. 05/22
 Codice commessa nr. 01063

Committente: AceaElabori spa
 Descrizione: Nuovo Acquedotto Monte Castellone - Sant'Angelo
 Località: San Vito Romano - Pisoniano - Genazzano - Cave

08-03-2022

Scala 1:58

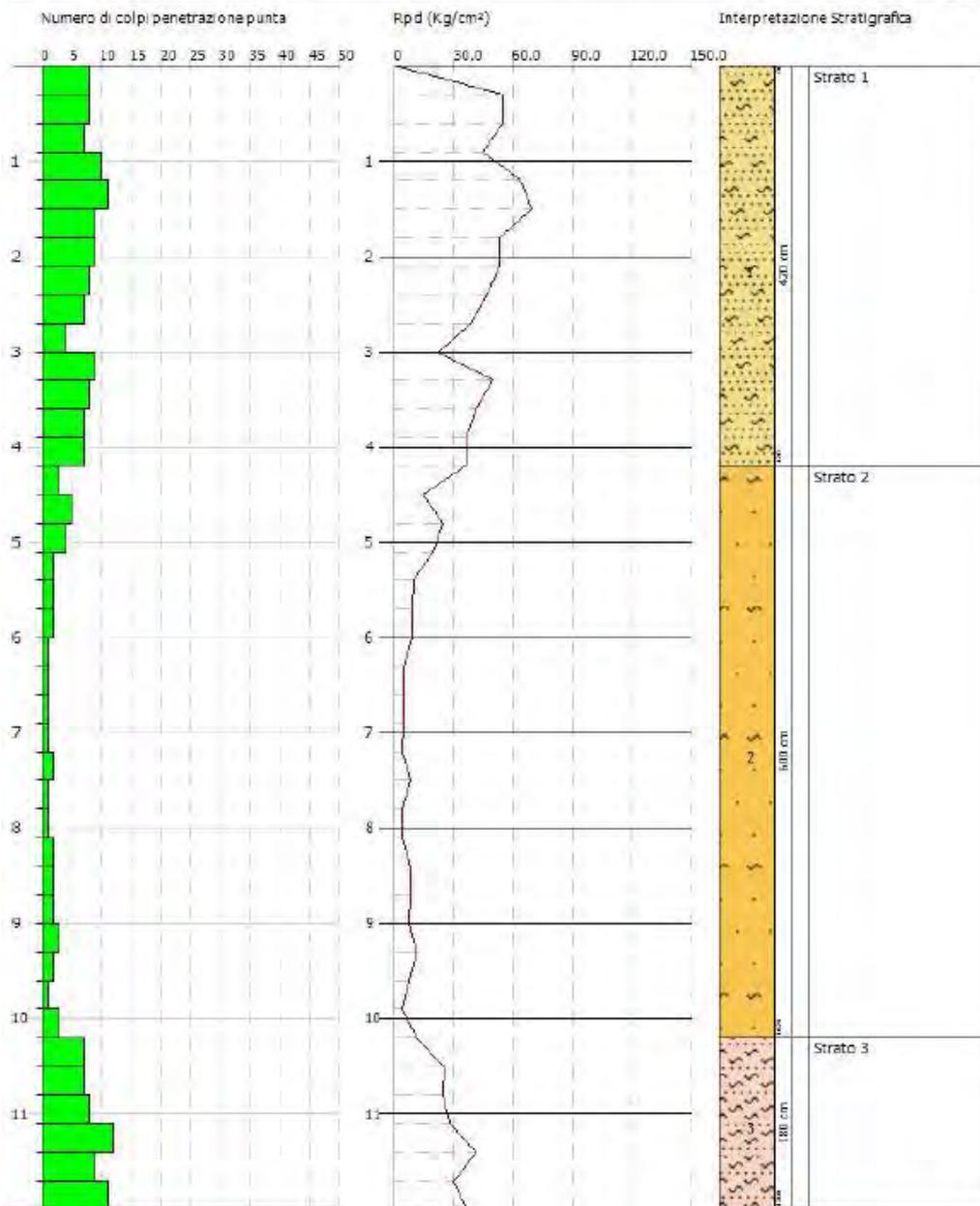


Figura 8.16. Risultati della prova penetrometrica DPSH8.

DPSH 9 e DPSH 10



Figura 8.17. Ubicazione DPSH 9 e 10 nel territorio comunale di Cave (Tratto T2).

Le prove penetrometriche DPSH9 e DPSH10 sono state eseguite nella porzione del tratto T2, nei pressi della Valle Collerano, nel comune di Cave. Nonostante le due prove siano vicini tra loro, esse presentano due risultati differenti. La prova DPSH 9 presenta 3 differenti livelli: il primo, spesso 2 m circa, costituito da un n. di colpi inferiore a 10; un secondo livello meno consistente/addensato, spesso 4,5 m circa, costituito da un numero di colpi inferiore a 5; il terzo livello costituito da un n. di colpi maggiore compreso tra 5 e 10 fino al termine della prova corrispondente a quasi 12 metri di profondità. La prova DPSH 10 presenta, invece, un n. di colpi variabile per poi arrestarsi precocemente alla profondità di 4,6 metri dal piano campagna. Tale risultanza è attribuibile alla presenza di un trovante litoide di natura piroclastica che ne ha arrestato la prova ad una quota inferiore.

DPSH 9

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH 9
 Strumento utilizzato... Deep Drill SP200-5M

Certificato Nr. 34 del 2022
 Verbale di accettazione nr. 05/22
 Codice commessa nr. 01063

Committente: Acea Elabori spa
 Descrizione: Nuove Acquedotto Monte Castellone - Sant'Angelo
 Località: San Vito Romano - Pisoniano - Genazzano - Cave

08-03-20

Scala 1:

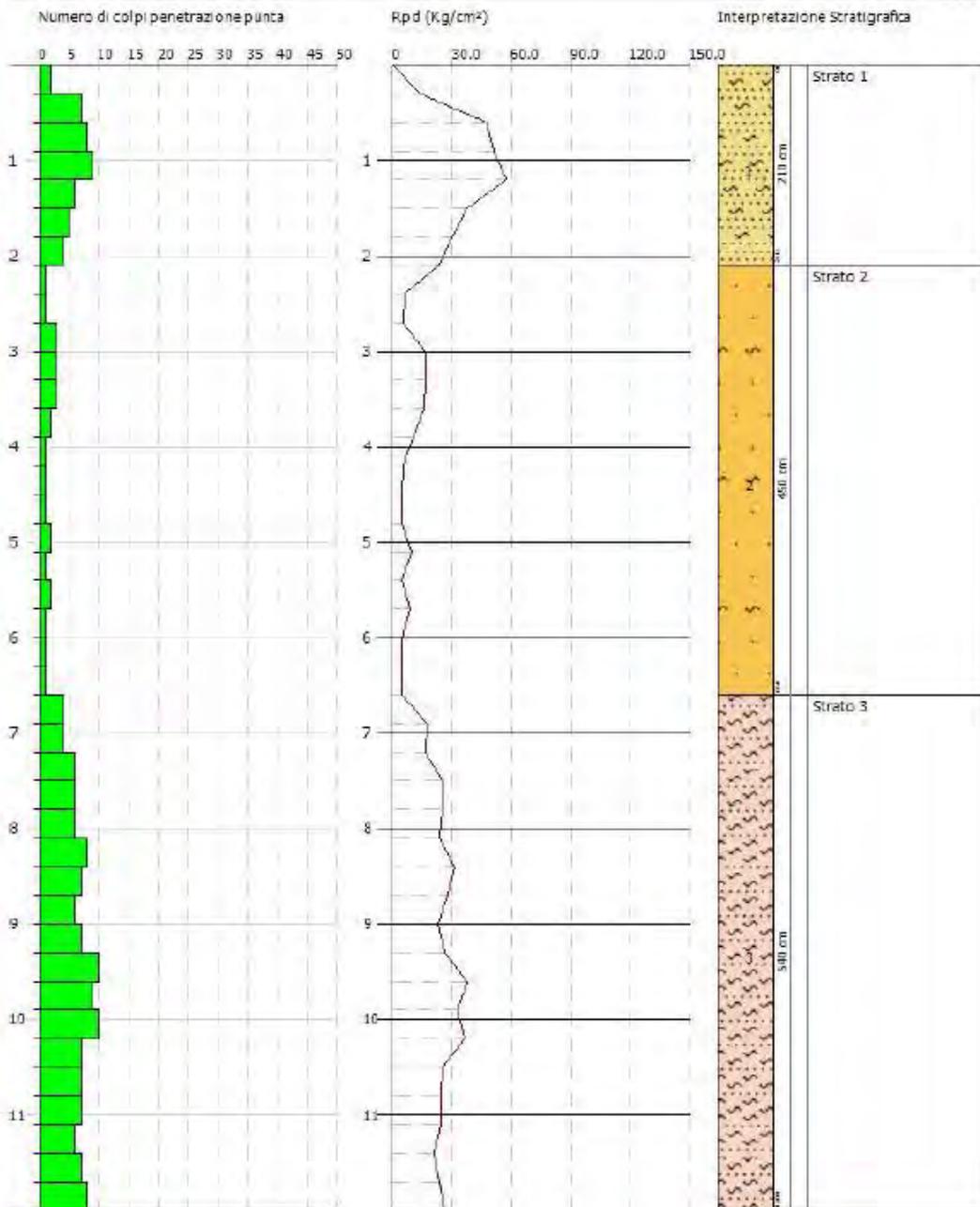


Figura 8.18. Risultati della prova penetrometrica DPSH9.

DPSH 10

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH 10
 Strumento utilizzato... Deep Drill SF200-SM

Certificato Nr. 34 del 2022
 Verbale di accettazione nr. 85/22
 Codice commessa nr. 01083

Committente: Acea Elabori spa
 Descrizione: Nuovo Acquedotto Monte Castellone - Sant'Angelo
 Località: San Vito Romano - Pisoniano - Genazzano - Cave

08-03-2022

Scale 1:25

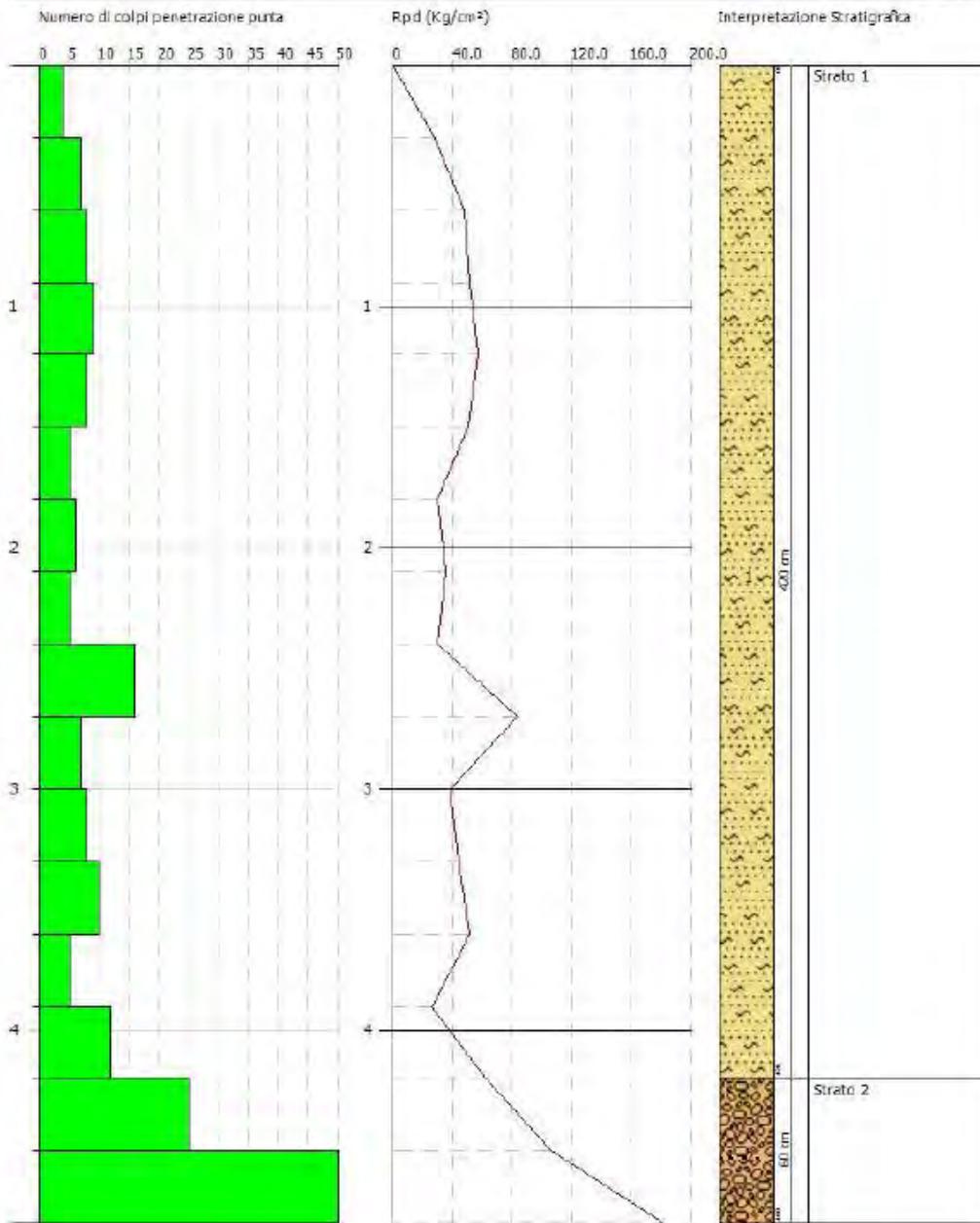


Figura 8.19. Risultati della prova penetrometrica DPSH10.

DPSH 11 e DPSH 12



Figura 8.20. Ubicazione DPSH 11 e 12 nei pressi del Manufatto Partitore "Colle S. Angelo" (Tratto T2).

Le prove penetrometriche DPSH11 e DPSH12 sono state eseguite nei pressi del manufatto Partitore "Colle S. Angelo" nel comune di Valmontone. Da entrambe le prove si evince un comportamento omogeneo per tutta la verticale investigata fino alla profondità di 15 metri dal piano campagna. Il numero di colpi, quasi sempre inferiore a 10, indica un grado di addensamento/consistenza medio basso dei depositi piroclastici, in accordo con le risultanze stratigrafiche del sondaggio geognostico SM6.

DPSH 11

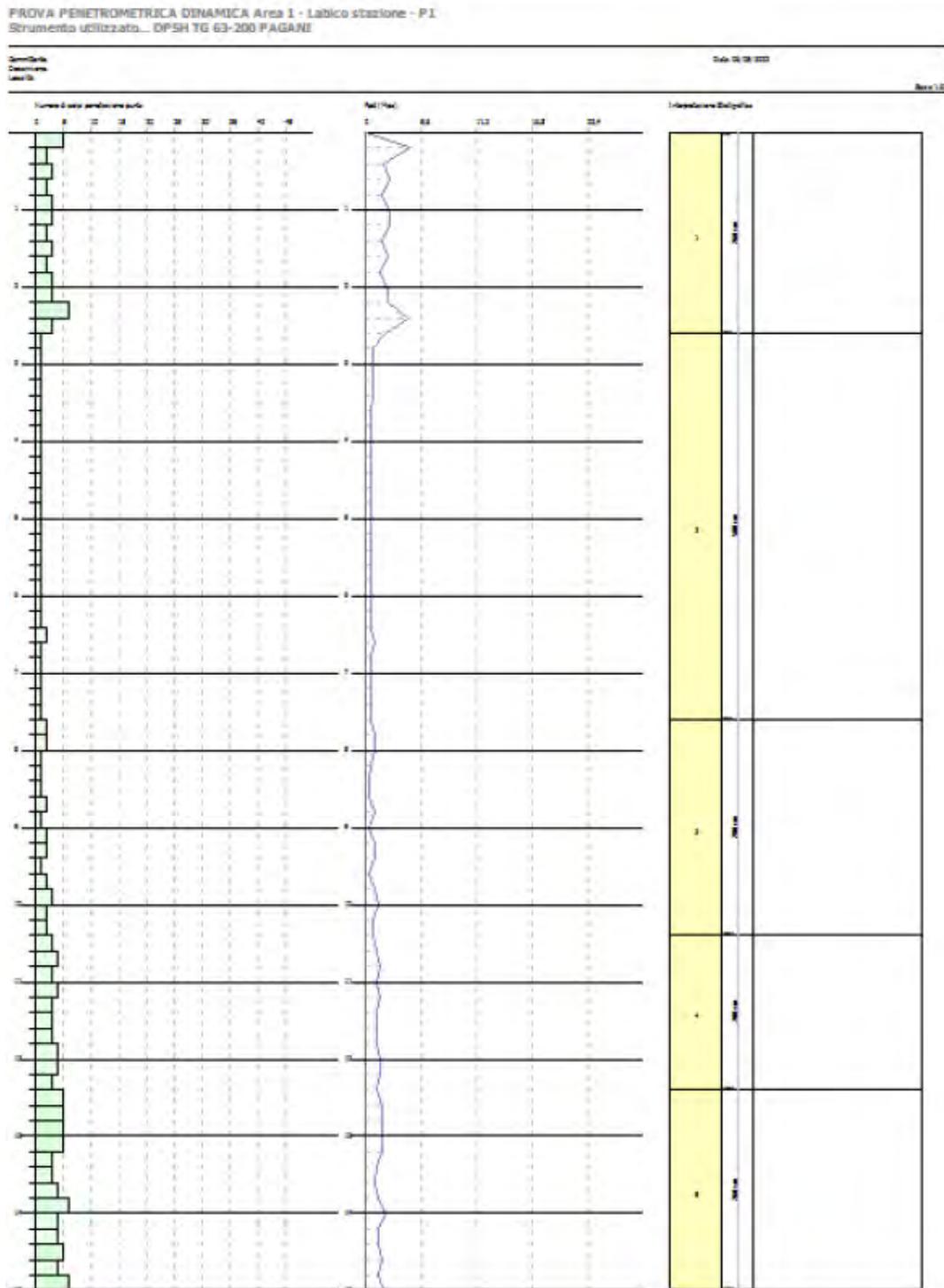


Figura 8.21. Risultati della prova penetrometrica DPSH11.

DPSH 12

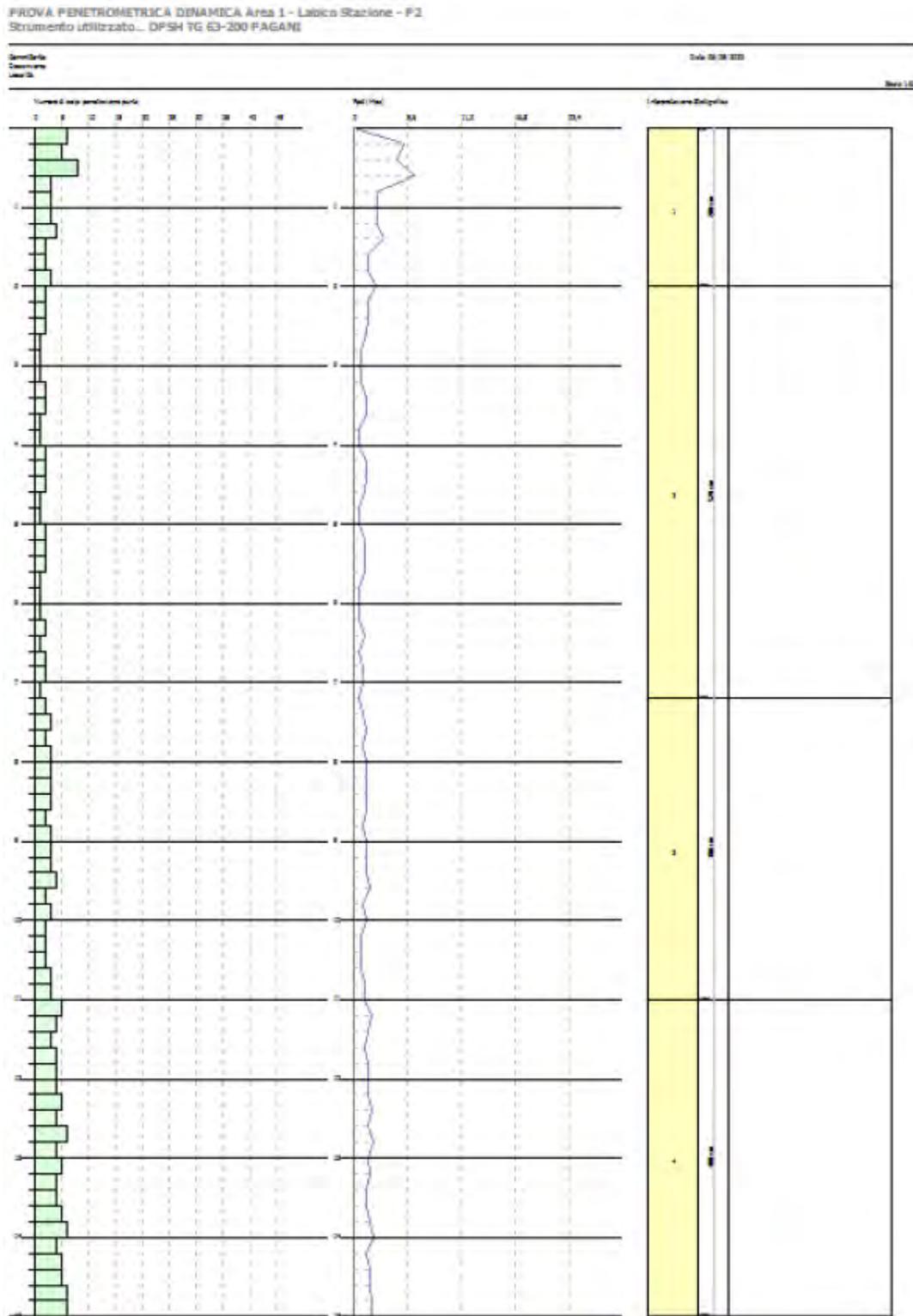


Figura 8.22. Risultati della prova penetrometrica DPH11.

DPSH 13 e DPSH 14



Figura 8.23. Ubicazione DPH 13 e 14 nei pressi del Manufatto "Colle Illirio" (Tratto T2).

Le prove penetrometriche DPH13 e DPH14 sono state eseguite nei pressi del manufatto "Colle Illirio" nel comune di Valmontone. Da entrambe le prove si evince un primo livello spesso circa 7 m, costituito da un numero di colpi basso (n. colpi < 5), per poi incrementare regolarmente con la profondità ed arrestarsi alla profondità di circa 11 m per "rifiuto strumentale".

DPSH 14

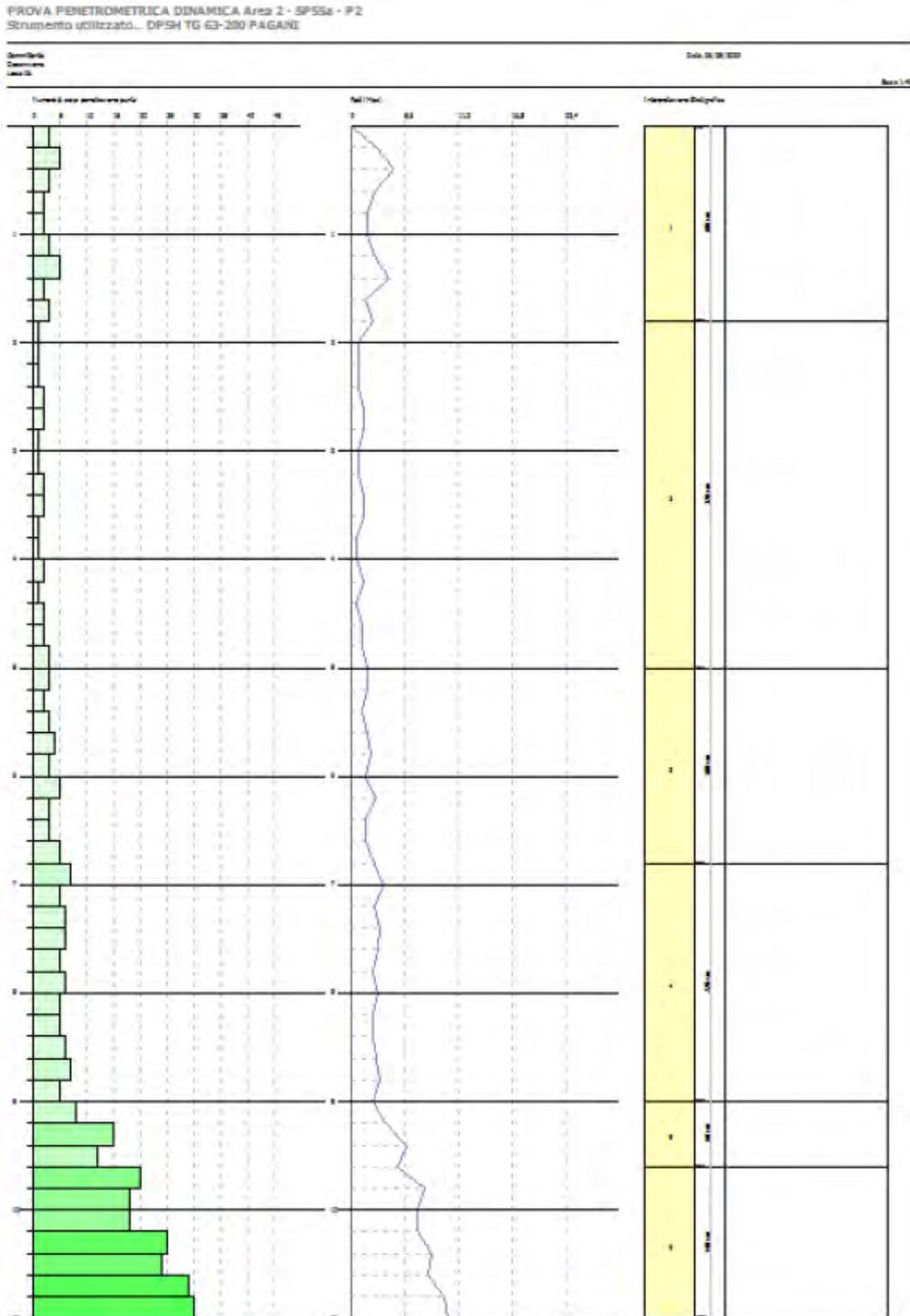


Figura 8.24. Risultati della prova penetrometrica DPSH14.

DPSH 15, DPSH 16, DPSH 17, DPSH 18 e DPSH 19

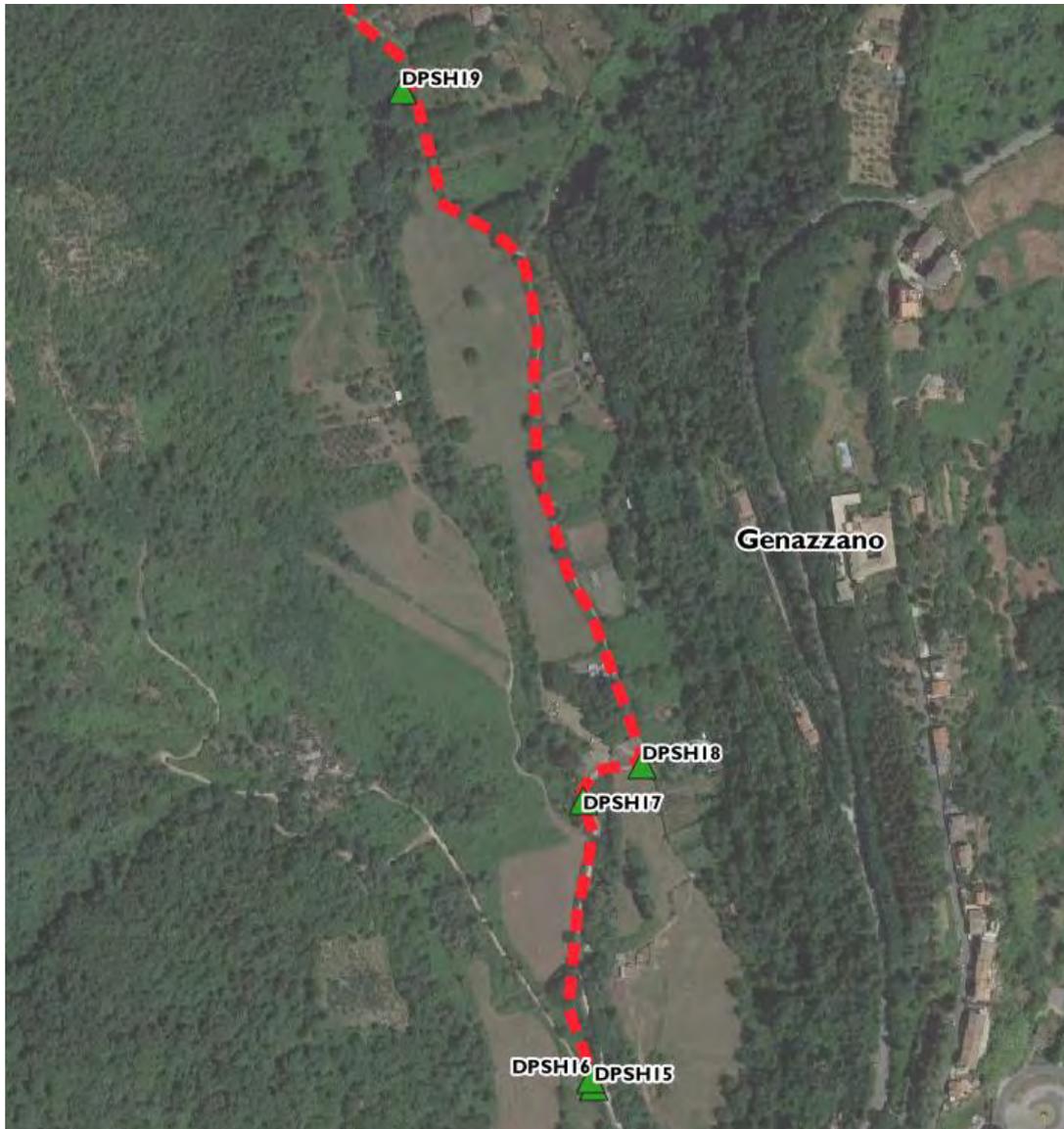


Figura 8.25. Ubicazione DPSH 15-16-17-18 e 19 nella porzione terminale del tratto T1 nel comune di Genazzano.

Le prove penetrometriche DPSH15, DPSH16, DPSH17, DPSH18 e DPSH19 sono state eseguite nella porzione terminale del tratto T1, nel comune di Genazzano. Le prove penetrometriche hanno raggiunto una profondità massima di 2 m dal p.c. per poi arrestarsi per rifiuto strumentale. Da tali risultati emerge dunque che i depositi alluvionali investigati presentano in superficie un'abbondante matrice clasto-sostenuta.

GEOSTRU
 GEOVIT SRL

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Area 4 - genazzano - P1
 Strumento utilizzato: DPH 63-200 PAGANI

Sezione
 Data 07/08/2021

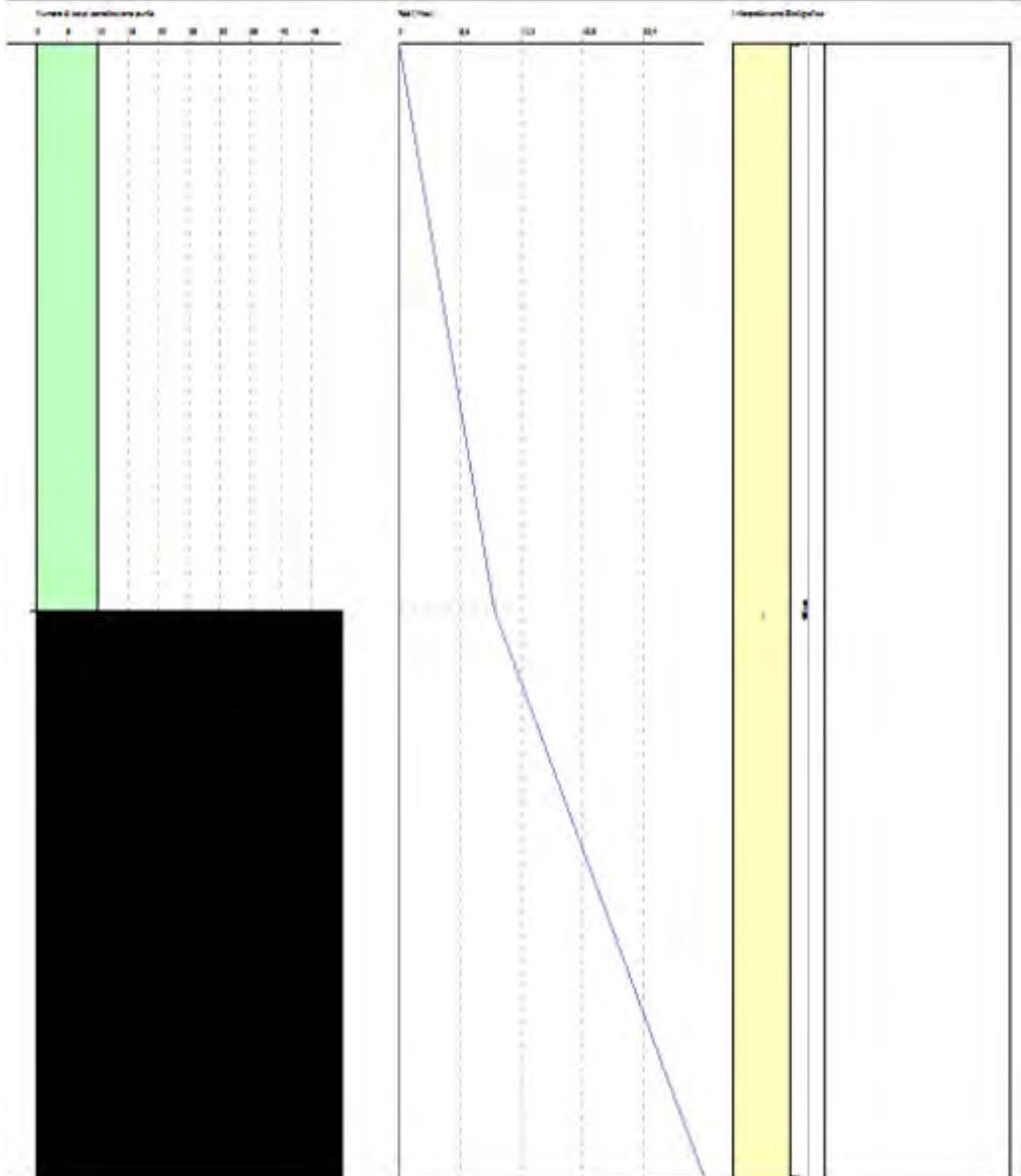


Figura 8.26. Risultati della prova penetrometrica DPSH15.

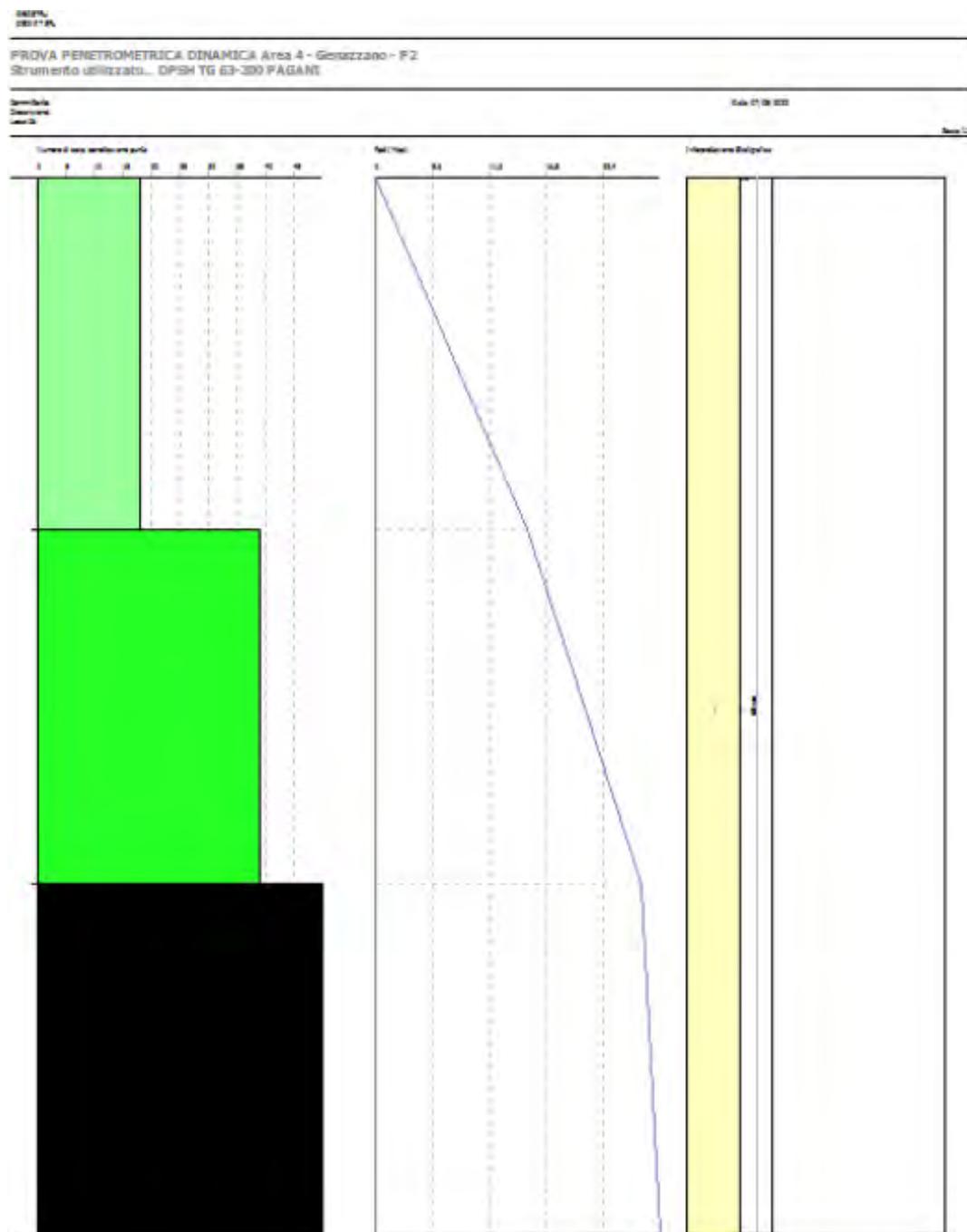


Figura 8.27. Risultati della prova penetrometrica DPM16.

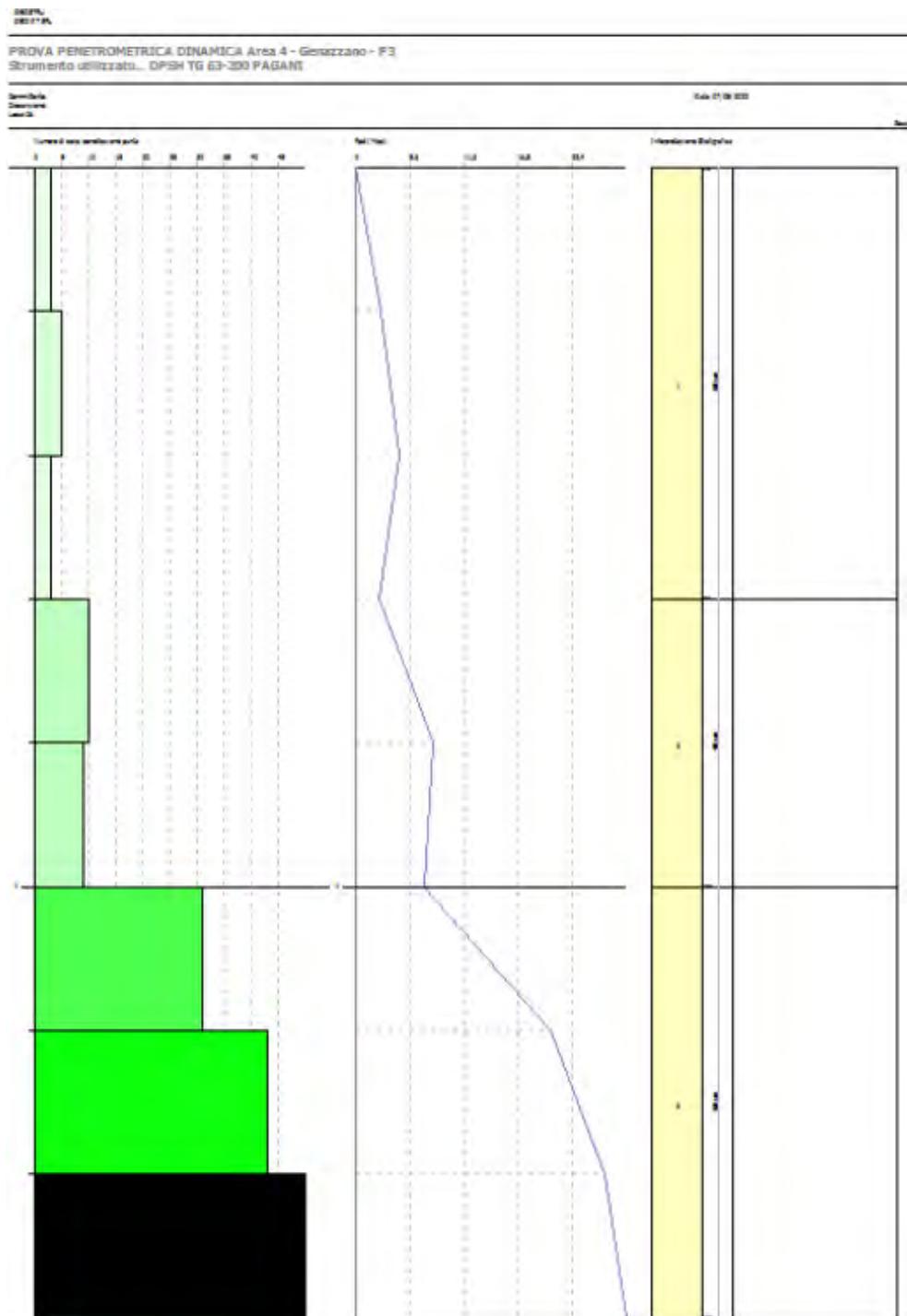


Figura 8.28. Risultati della prova penetrometrica DPSH17.

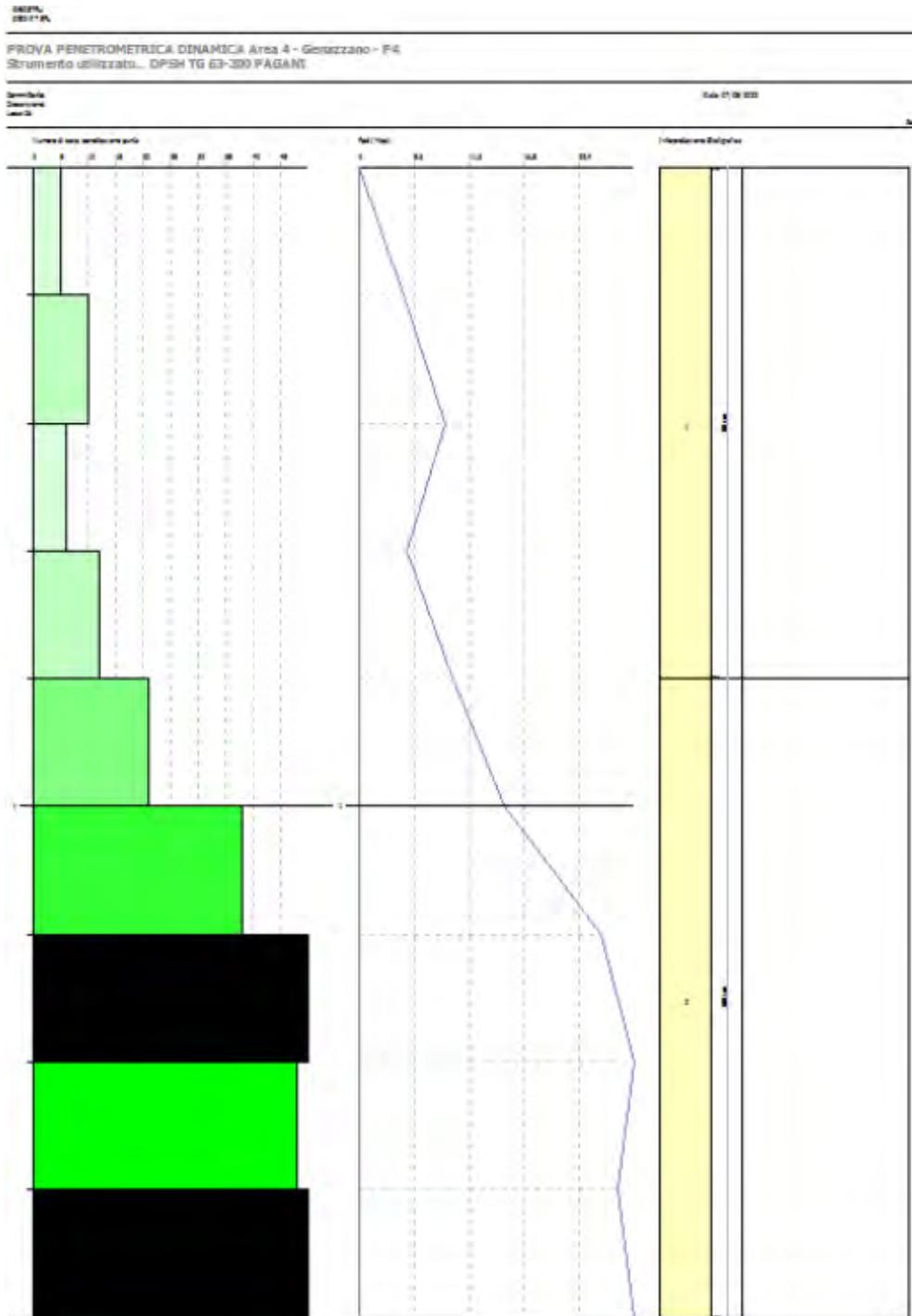


Figura 8.29. Risultati della prova penetrometrica DPSH18.

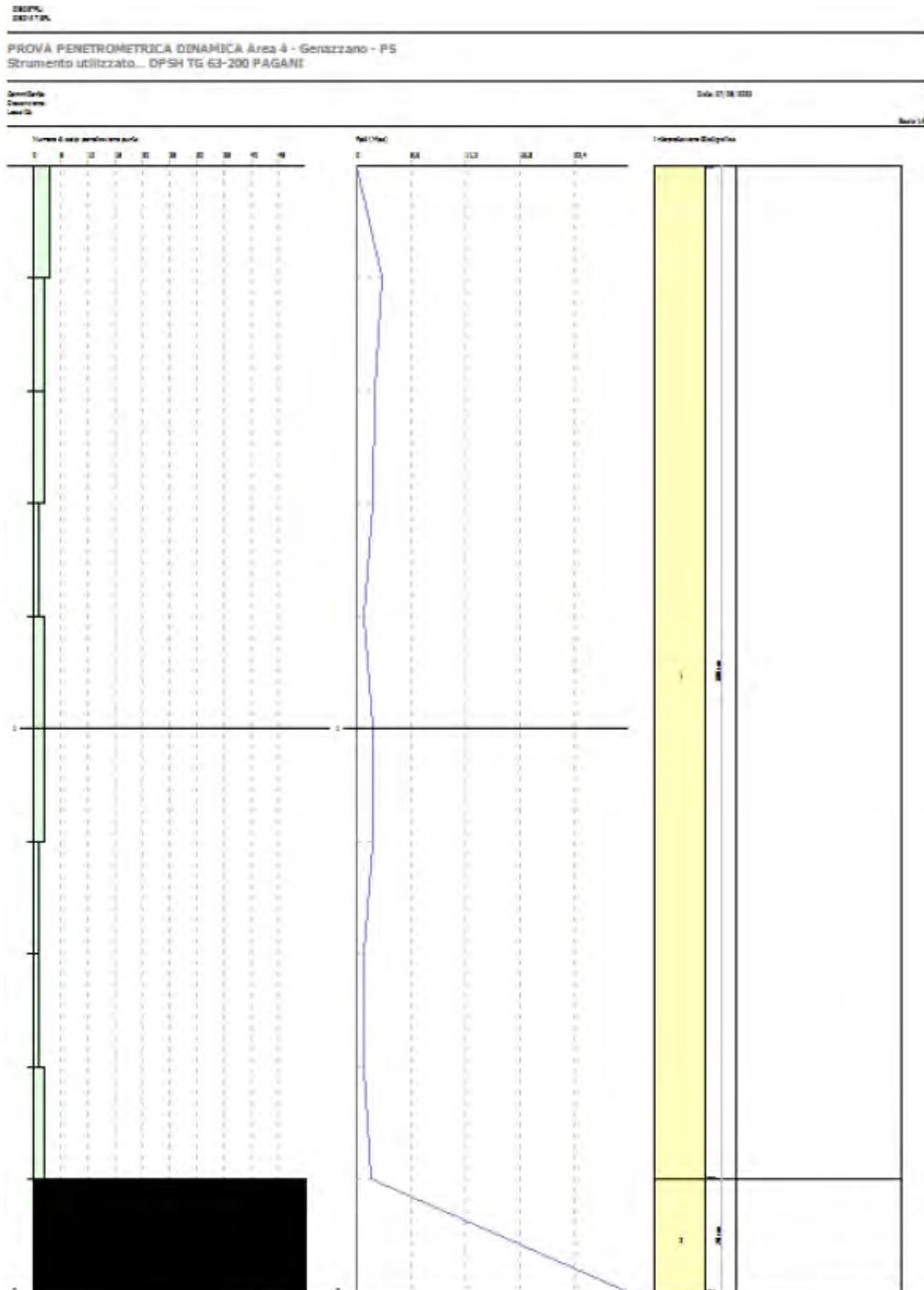


Figura 8.30. Risultati della prova penetrometrica DPSH19.

DPSH 20 e DPSH 21

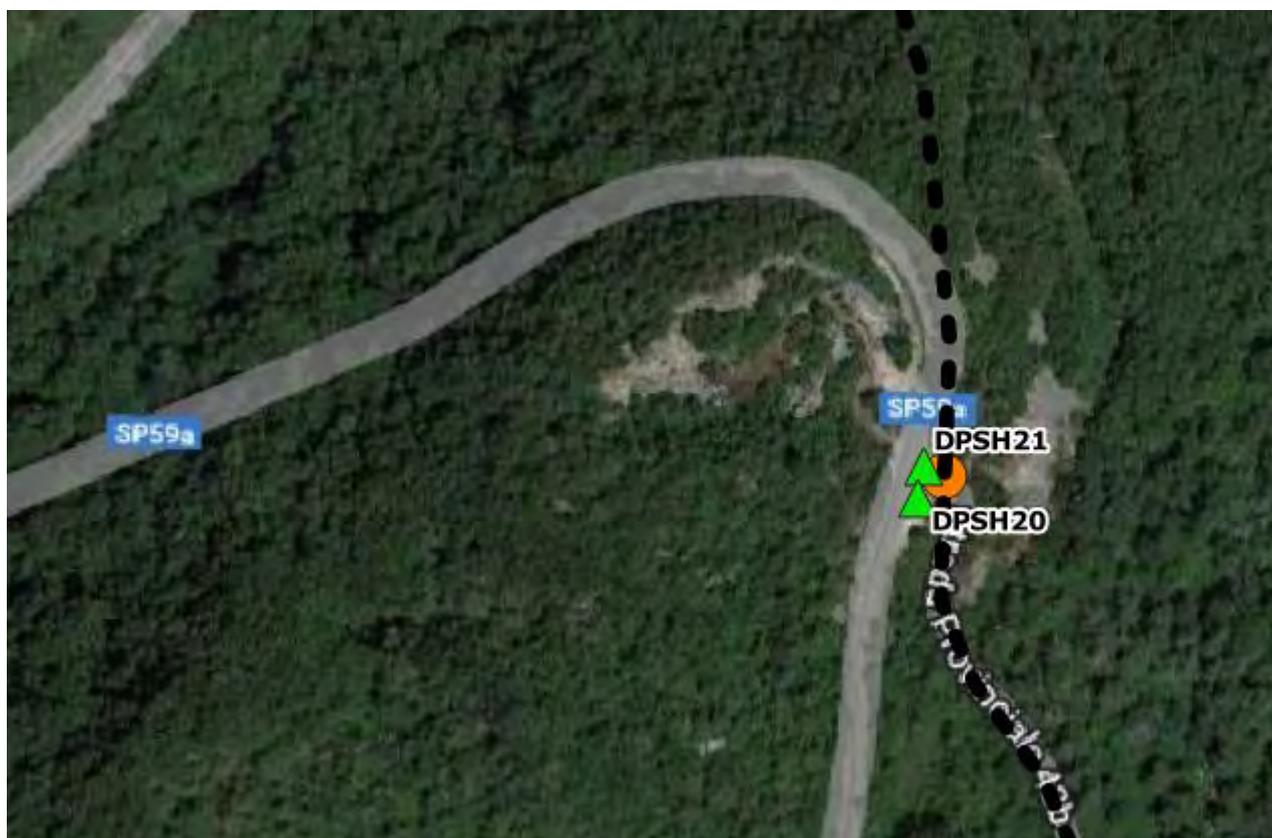


Figura 8.25. Ubicazione DPSH 20 e 21 nel tratto T1 lungo la strada provinciale SP59a.

Le prove penetrometriche DPSH20 e DPSH21 sono state eseguite nella porzione di tratto T1, lungo la strada provinciale SP59a. Le prove penetrometriche si sono arrestate dopo 20 cm per rifiuto strumentale a causa del substrato calcarenitico affiorante.

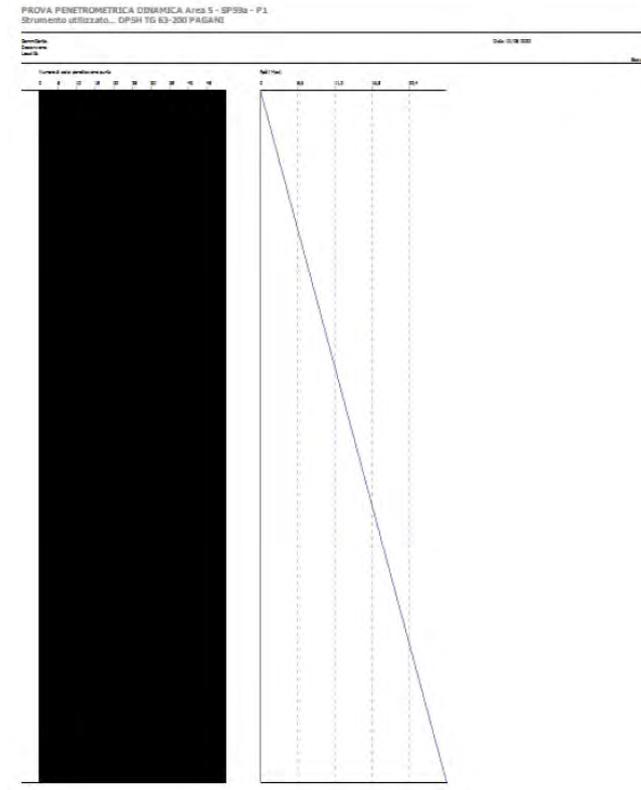


Figura 8.30. Risultati della prova penetrometrica DPSH20.

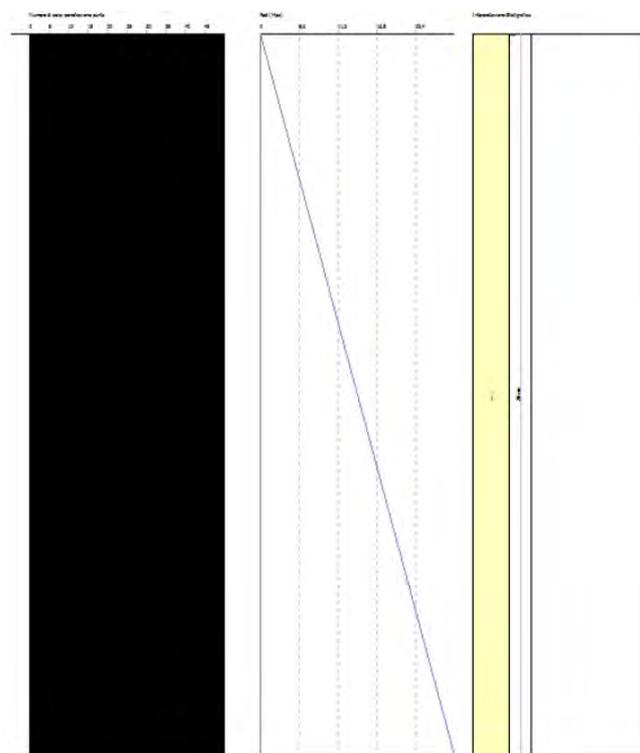


Figura 8.30. Risultati della prova penetrometrica DPSH21.

8.1.5 Prospezioni sismiche MASW

Il sistema MASW è una tecnica di indagine non invasiva che consente la definizione del profilo di velocità delle onde Vs nel sottosuolo, basandosi sulla misura delle onde superficiali fatta in corrispondenza di diversi sensori posti sulla superficie topografica. Il contributo predominante alle onde superficiali è dato dalle onde di Rayleigh, che si trasmettono con una velocità correlata alla rigidità della porzione di terreno interessata dalla propagazione delle onde. In un mezzo stratificato le onde di Rayleigh sono dispersive, in cui la velocità di fase (o di gruppo) dipende dalla frequenza di propagazione. Tramite le MASW è possibile determinare il profilo di velocità delle onde di taglio Vs, e quindi della Categoria di sottosuolo (A, B, C, D, E, come da NTC2018).

La velocità delle onde S viene stimata su un modello di strati del terreno che viene implementato con un processo iterativo fino a trovare la combinazione finale di velocità delle onde di taglio e spessori degli strati, tale da minimizzare gli scarti fra la curva di dispersione calcolata sul modello e quella misurata sullo spettro della dispersione delle onde superficiali. Essendo questo tipo di elaborazione un procedimento inverso, esso risente di tutti i problemi e delle limitazioni dovute alla convergenza dei metodi iterativi ed alla non unicità delle soluzioni.

Lo strumento è composto da una sorgente artificiale di onde sismiche, da un numero di geofoni stabilito in base alle esigenze e da un dispositivo per la registrazione dei dati

Le NTC 2018 attuano la classificazione del sottosuolo (A, B, C, D, E) in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle **onde di taglio Vs,eq definita dall'espressione:**

$$V_{s,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{s,i}}}$$

- h_i = spessore dell' i -esimo strato
- $V_{s,i}$ = **velocità delle onde di taglio nell' i -esimo strato**
- N = numero di strati
- H = profondità del substrato, avente $V_s > 800$ m/s

Per maggiori dettagli sulle caratteristiche della strumentazione e delle modalità esecutive della prova, così come sui grafici e sui dati di dettaglio, si rimanda alle descrizioni presenti nei report in allegato.

In Tabella 8.1.4.1 si riporta l'ubicazione (consultabile con maggior dettaglio negli allegati) e i risultati delle indagini MASW effettuate, in termini di $V_{s,eq}$ e categoria di suolo. I risultati delle indagini MASW sono stati utilizzati per migliorare la ricostruzione del modello concettuale geologico dell'area di interesse caratterizzazione sismica dell'area.

Tabella 8.1.4.1: Risultati delle prospezioni sismiche MASW.

Codice Indagine geofisica	Località - Comune	Risultati indagine	Profondità investigata dal p.c.	Categoria di sottosuolo
MASW1	Genazzano	$V_{s,eq} = 264$ m/s	0-30 m	C
MASW2	Genazzano	$V_{s,eq} = 235$ m/s	0-30 m	C
MASW3	Cave	$V_{s,eq} = 183$ m/s	0-30 m	C
MASW4	Cave	$V_{s,eq} = 232$ m/s	0-30 m	C
MASW1	Valmontone (Manufatto Colle S. Angelo)	$V_{s,eq} = 236$ m/s	0-30 m	C
MASW2	Valmontone (Manufatto Colle S. Angelo)	$V_{s,eq} = 234$ m/s	0-30 m	C
MASW3	Valmontone (Manufatto Colle S. Angelo)	$V_{s,eq} = 320$ m/s	0-30 m	C
MASW4	Valmontone (Manufatto Colle S. Angelo)	$V_{s,eq} = 319$ m/s	0-30 m	C
MASW5	Capranica Prenestina (Partitore località Vadarna)	$V_{s,eq} = 398$ m/s	0-30 m	B
MASW6	Capranica Prenestina (Partitore località Vadarna)	$V_{s,eq} = 405$ m/s	0-30 m	B
MASW7	San Vito Romano	$V_{s,eq} = 373$ m/s	0-30 m	B
MASW8	San Vito Romano	$V_{s,eq} = 381$ m/s	0-30 m	B

8.1.6 Prospezioni sismiche a rifrazione con tecnica tomografica 2D

Lungo il tracciato di progetto è stata eseguita una campagna di indagini sismiche a rifrazione 2D acquisite con tecnica tomografica, al fine di determinare la velocità delle onde sismiche nel terreno.

Il metodo di indagine è basato sulla misura dei tempi di percorso che le onde elastiche longitudinali (onde P - più veloci) e trasversali (onde S - più lente), generate da **un'esplosione o da un impatto, impiegano a raggiungere una serie di ricevitori (geofoni)** opportunamente allineati sul terreno. Con i tempi di percorso si tracciano i diagrammi tempi - distanze (dromocrone) che consentono di calcolare le velocità di propagazione delle onde e lo spessore degli strati interessati dai percorsi delle stesse onde elastiche. Con cinque o più punti di scoppio opportunamente ubicati è possibile determinare **l'andamento degli strati anche qualora le superfici di separazione degli stessi siano** inclinate oppure ondulate, in questi ultimi casi un numero maggiore di energizzazioni consente una migliore definizione della geometria. Il metodo di elaborazione con tecnica tomografica permette la ricostruzione di situazioni stratigraficamente complesse non risolvibili con altre tecniche di indagine sismica, limitando i problemi derivanti dalla presenza di strati con spessore particolarmente ridotto ed evidenziando in alcuni casi la eventuale presenza di zone a velocità inferiore.

L'elaborazione delle prospezioni sismiche restituisce sismosezioni caratterizzate dalla presenza di terreni dotati di velocità regolarmente crescenti con la profondità. Ai fini degli interventi da realizzare assume particolare importanza la valutazione **dell'escavabilità dei terreni in sito. Tale parametro è stato ricavato dal valore della** velocità delle **onde sismiche V_p , attraverso l'esecuzione di prospezioni sismiche a** rifrazione elaborate con tecnica tomografica.

In letteratura sono disponibili numerosi studi volti a correlare la velocità delle onde sismiche con le caratteristiche di escavabilità e rippabilità degli ammassi rocciosi.

Il più conosciuto è quello sintetizzato nella tabella riportata nel Caterpillar Performance **Handbook che però generalmente risulta eccessivamente "ottimista", nel senso che, ad** esempio, ammassi rocciosi con velocità sino a 2200 m/s sono definiti rippabili, quando **in realtà richiedono l'uso di martello demolitore.**

Una ricerca approfondita nella letteratura internazionale ha permesso di rintracciare correlazioni alternative che, nella pratica, risultano più realistiche, soprattutto considerate le attrezzature normalmente utilizzate nelle nostre zone.

Esse sono riportate nella Tabella 8.1.6.1 e sono quelle utilizzate per le valutazioni **successive, permettendo la divisione degli ammassi rocciosi presenti nell'area indagata** nelle seguenti classi:

Tabella 8.1.6.1. Classi di escavabilità e rippabilità degli ammassi rocciosi.

V_p	Descrizione	Classificazione
$V_p < 600$ m/s	Terreno vegetale e di alterazione superficiale	Ammasso roccioso scavabile
$600 < V_p < 1000$ m/s	Formazione litoide da alterata a parzialmente alterata	Ammasso facilmente rippabile
$1000 < V_p < 1400$ m/s	Substrato litoide più o meno integro	Ammasso rippabile con difficoltà
$V_p > 1400$ m/s	Substrato litoide integro	Ammasso non rippabile (indispensabile l'uso di martellone demolitore)

Nel dettaglio, sono stati acquisiti n. 10 profili sismici a rifrazione in onde P a 12 canali, di cui 8 con interspazio di 5 m e 2 con interspazio di 4 m. In allegato alla presente relazione geologica vengono riportati dettagliatamente i risultati relativi ai 10 profili sismici ottenuti tramite prospezione sismica a rifrazione 2D in onde P con tecnica tomografica. I report delle indagini contenenti le modalità di esecuzione ed interpretazione congiuntamente ai risultati **sono consultabili nell'ALLEGATO 1 in calce** alla presente Relazione Geologica.

RIFRAZIONE 1 RIFRAZIONE 2 RIFRAZIONE 3



Figura 8.31. Ubicazione indagini sismiche a rifrazione n.1, 2 e 3.

Dal manufatto di partenza sono state eseguite tre prospezioni sismiche a rifrazione, come riportato in figura 8.31.

La prima prospezione sismica a rifrazione effettuata è riportata in figura 8.32, nella quale si evincono variazioni delle Vp comprese in un range tra 500 m/s e 2300 m/s. Tali significative variazioni delle Vp sono state riscontrate in una profondità di indagine pari a circa 25m, per una lunghezza totale dello stendimento pari a 60m. Dall'analisi del dato sismico, correlato alle informazioni derivanti dalle prove geotecniche di sito effettuate, è stato possibile discriminare tale profondità di indagine attraverso tre strati principali, delimitati in figura 8.32 mediante linee rosse tratteggiate. Il primo strato più superficiale è rappresentato dalla "coltre di alterazione", il secondo strato intermedio è definito "substrato fratturato ed alterato", mentre lo strato più profondo è denominato "substrato litoide". La coltre di alterazione presenta uno spessore pari a circa 2m da P.C. ed è costituita principalmente da terreno vegetale o depositi di alterazione superficiale. Il substrato fratturato ed alterato (da 2.5m a circa 16m da P.C.) e il substrato litoide (oltre i 16m da P.C.) sono invece rappresentati dalla Unità Arenaceo – Pelitica, Litofacies Arenacea (UAPa), con un progressivo aumento delle Vp all'aumentare della profondità. Nella figura 8.32 è inoltre riportata mediante una linea nera la profondità del piano di posa della fondazione della condotta in progetto.

RIFRAZIONE - 1 onde P

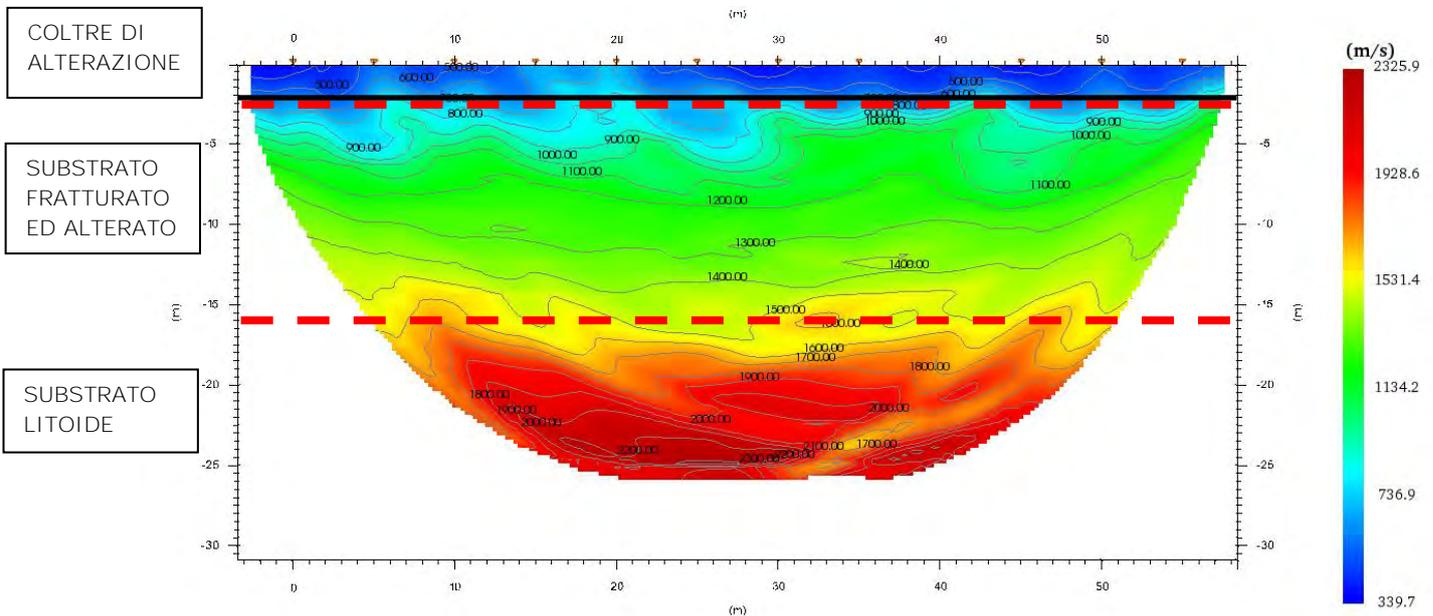


Figura 8.32. Risultati prospezione sismica rifrazione 1, in onde P.

Tenendo conto della classificazione riportata in tabella 8.1.5.1 in cui sono riportate le classi di escavabilità e rippabilità degli ammassi rocciosi è possibile affermare come **nell'area esaminata i terreni/ammassi risultano scavabili e facilmente rippabili fino ad una profondità massima compresa tra circa 6 metri dal piano campagna, mentre a profondità massime superiori a 6 m dal p.c. risultano rippabili con difficoltà.**

La seconda prospezione sismica a rifrazione effettuata è riportata in figura 8.33, nella quale si evincono variazioni delle Vp comprese in un range tra 500 m/s e 2800 m/s. Tali significative variazioni delle Vp sono state riscontrate in una profondità di indagine pari a circa 22m, per una lunghezza totale dello stendimento pari a 60m. Dall'analisi del dato sismico, correlato alle informazioni derivanti dalle prove geotecniche di sito effettuate, è stato possibile discriminare tale profondità di indagine attraverso tre strati principali, delimitati in figura 8.33 mediante linee rosse tratteggiate. Il primo strato più superficiale è rappresentato dalla "coltre di alterazione", il secondo strato intermedio è definito "substrato fratturato ed alterato", mentre lo strato più profondo è denominato "substrato litoide". La coltre di alterazione presenta uno spessore pari a circa 2m da P.C. ed è costituita principalmente da terreno vegetale o depositi di alterazione superficiale. Il substrato fratturato ed alterato (da 2m a circa 6m da P.C.) e il substrato litoide (oltre i 6m da P.C.) sono invece rappresentati dalla Unità Arenaceo - Pelitica, Litofacies Arenacea (UAPa), con un progressivo aumento delle Vp all'aumentare della profondità. Nella figura 8.33 è inoltre riportata mediante una linea nera la profondità del piano di posa della fondazione della condotta in progetto.

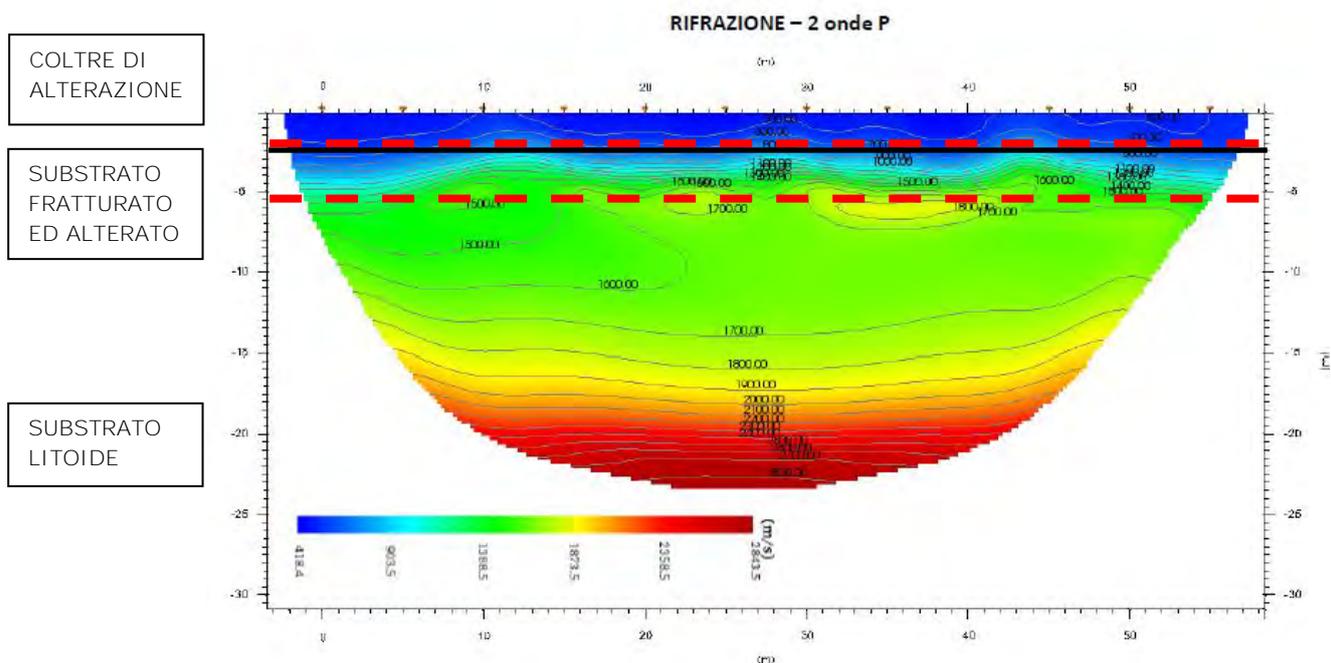


Figura 8.33. Risultati prospezione sismica rifrazione 2, in onde P.

Tenendo conto della classificazione riportata in tabella 8.1.5.1 in cui sono riportate le classi di escavabilità e rippabilità degli ammassi rocciosi è possibile affermare come **nell'area esaminata i terreni/ammassi risultano scavabili e facilmente rippabili fino ad** una profondità massima compresa tra circa 3 metri dal piano campagna, mentre a profondità massime superiori a 3 m dal p.c. risultano rippabili con difficoltà.

La terza prospezione sismica a rifrazione effettuata è riportata in figura 8.34, nella quale si evincono variazioni delle Vp comprese in un range tra 400 m/s e 2900 m/s. Tali significative variazioni delle Vp sono state riscontrate in una profondità di indagine pari a circa 26m, per una lunghezza totale dello stendimento pari a 60m. Dall'analisi del dato sismico, correlato alle informazioni derivanti dalle prove geotecniche di sito effettuate, è stato possibile discriminare tale profondità di indagine attraverso tre strati principali, delimitati in figura 8.34 mediante linee rosse tratteggiate. Il primo strato più superficiale è rappresentato dalla "coltre di alterazione", il secondo strato intermedio è definito "substrato fratturato ed alterato", mentre lo strato più profondo è denominato "substrato litoide". La coltre di alterazione presenta uno spessore pari a circa 2.5m da P.C. ed è costituita principalmente da terreno vegetale o depositi di alterazione superficiale. Il substrato fratturato ed alterato (da 2.5m a circa 10m da P.C.) e il substrato litoide (oltre i 10m da P.C.) sono invece rappresentati dalla Unità Arenaceo - Pelitica, Litofacies Arenacea (UAPa), con un progressivo aumento delle Vp all'aumentare della profondità. Nella figura 8.34 è inoltre riportata mediante una linea nera la profondità del piano di posa della fondazione della condotta in progetto.

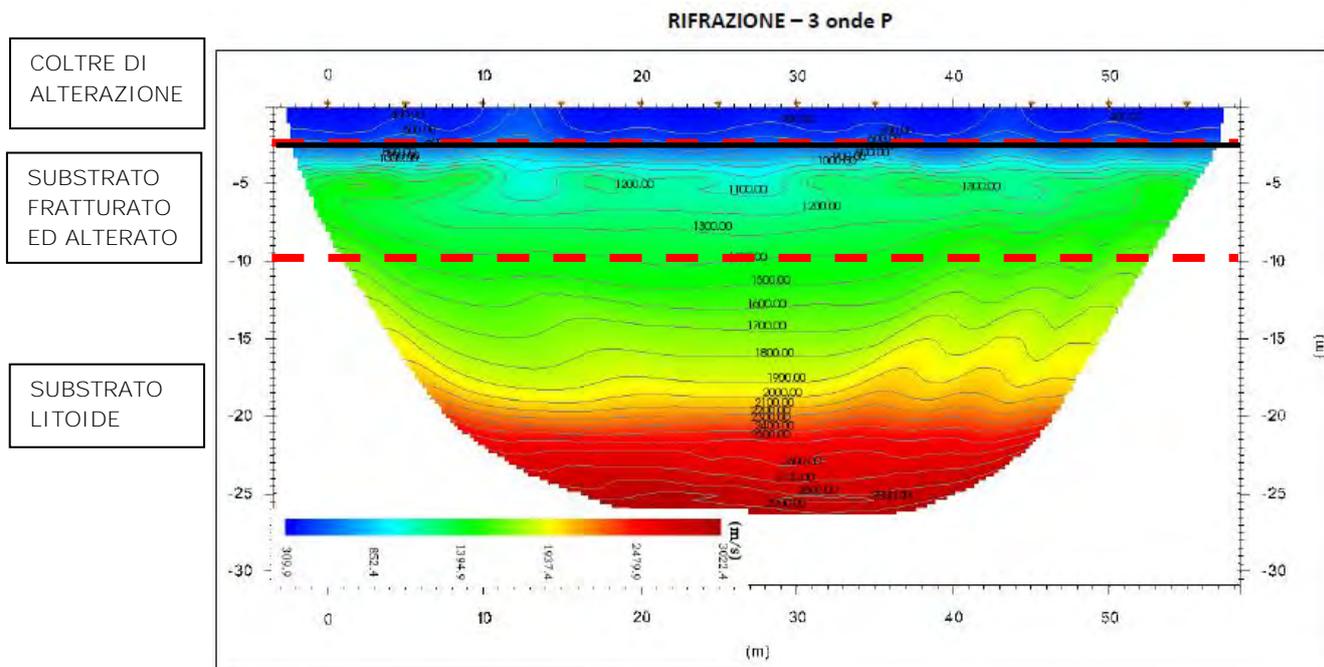


Figura 8.34. Risultati prospezione sismica rifrazione 3, in onde P.

Tenendo conto della classificazione riportata in tabella 8.1.5.1 in cui sono riportate le classi di escavabilità e rippabilità degli ammassi rocciosi è possibile affermare come **nell'area esaminata i terreni/ammassi risultano scavabili e facilmente rippabili fino ad una profondità massima compresa tra circa 4 metri dal piano campagna, mentre a profondità massime superiori a 4 m dal p.c. risultano rippabili con difficoltà.**

RI FRAZIONE 4



Figura 8.35. Ubicazione indagini sismiche a rifrazione n.4.

La quarta prospezione sismica a rifrazione effettuata è riportata in figura 8.36, nella quale si evincono variazioni delle V_p comprese in un range tra 300 m/s e 2900 m/s. Tali significative variazioni delle V_p sono state riscontrate in una profondità di indagine pari a circa 26m, per una lunghezza totale dello stendimento pari a 60m. **Dall'analisi del dato sismico, correlato alle** informazioni derivanti dalle prove geotecniche di sito effettuate, è stato possibile discriminare tale profondità di indagine attraverso tre strati principali, delimitati in figura 8.36 mediante linee rosse tratteggiate. Il primo strato più superficiale è **rappresentato dalla "coltre di alterazione"**, il **secondo strato intermedio è definito "substrato fratturato ed alterato"**, mentre lo strato più profondo è **denominato "substrato litoide"**. La coltre di alterazione presenta uno spessore pari a circa 2.5m da P.C. ed è costituita principalmente da terreno vegetale o depositi di alterazione superficiale. Il substrato fratturato ed alterato (da 2.5m a circa 10m da P.C.) e il substrato litoide (oltre i 10m da P.C.) sono invece rappresentati dalla Unità Arenaceo - Pelitica, Litofacies Arenaceo - pelitica (UAPb), con un progressivo aumento delle V_p **all'aumentare della profondità**. Nella figura 8.36 è inoltre riportata mediante una linea nera la profondità del piano di posa della fondazione della condotta in progetto.

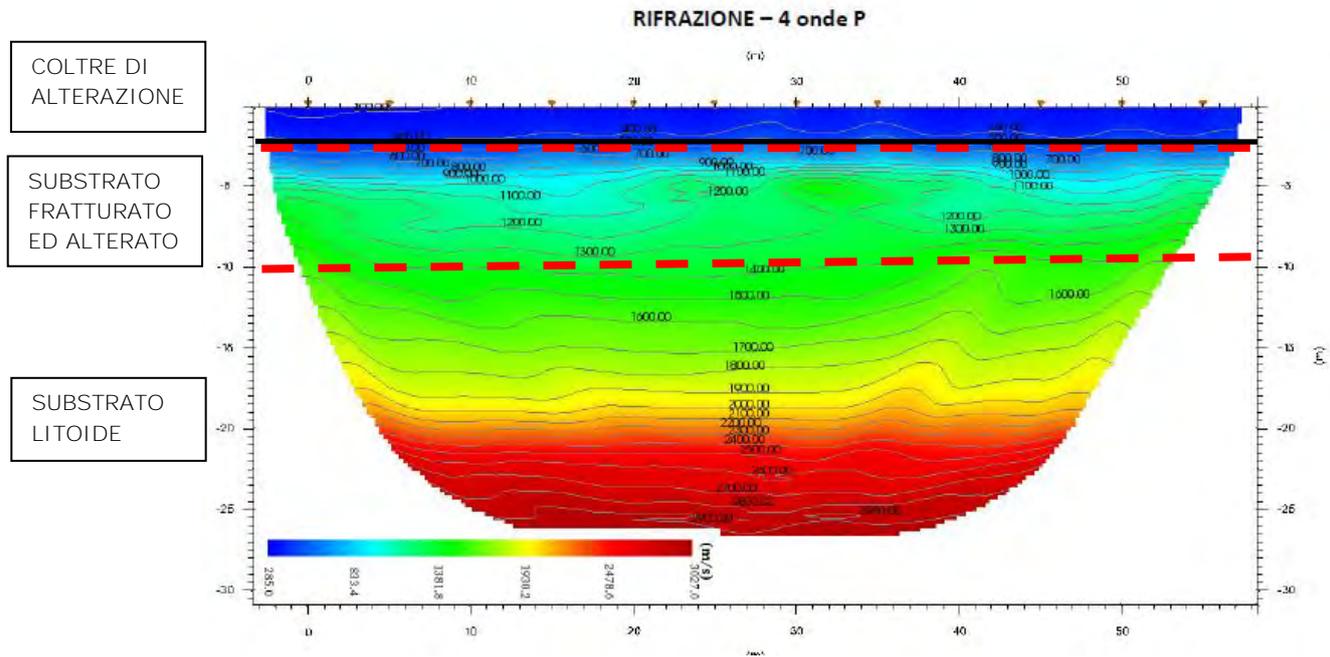


Figura 8.36. Risultati prospezione sismica rifrazione 4, in onde P.

Tenendo conto della classificazione riportata in tabella 8.1.5.1 in cui sono riportate le classi di escavabilità e rippabilità degli ammassi rocciosi è possibile affermare come **nell'area esaminata i terreni/ammassi risultano scavabili e facilmente rippabili fino ad una profondità massima compresa tra circa 4.5 metri dal piano campagna, mentre a profondità massime superiori a 4.5 m dal p.c. risultano rippabili con difficoltà.**

RIFRAZIONE 5 -6



Figura 8.37. Ubicazione indagini sismiche a rifrazione n.5, 6.

La quinta prospezione sismica a rifrazione effettuata è riportata in figura 8.38, nella quale si evincono variazioni delle V_p comprese in un range tra 400 m/s e 2100 m/s. Tali significative variazioni delle V_p sono state riscontrate in una profondità di indagine pari a circa 25m, per una lunghezza totale dello stendimento pari a 60m. Dall'analisi del dato sismico, correlato alle informazioni derivanti dalle prove geotecniche di sito effettuate, è stato possibile discriminare tale profondità di indagine attraverso tre strati principali, delimitati in figura 8.38 mediante linee rosse tratteggiate. Il primo strato più superficiale è rappresentato dalla "depositi alluvionali poco addensati", il secondo strato intermedio è definito "depositi alluvionali moderatamente addensati", mentre lo strato più profondo è denominato "substrato litoide". I depositi alluvionali poco addensati presentano uno spessore pari a circa 3m da P.C. ed è costituita principalmente da terreno vegetale e/o depositi alluvionali. I depositi alluvionali mediamente addensati (da 3m a circa 14m da P.C.) e il substrato litoide (oltre i 14m da P.C.) sono invece rappresentati dalla Unità arenaceo pelitica (UAPb), con un progressivo aumento delle

Vp all'aumentare della profondità. Nella figura 8.38 è inoltre riportata mediante una linea nera la profondità del piano di posa della fondazione della condotta in progetto.

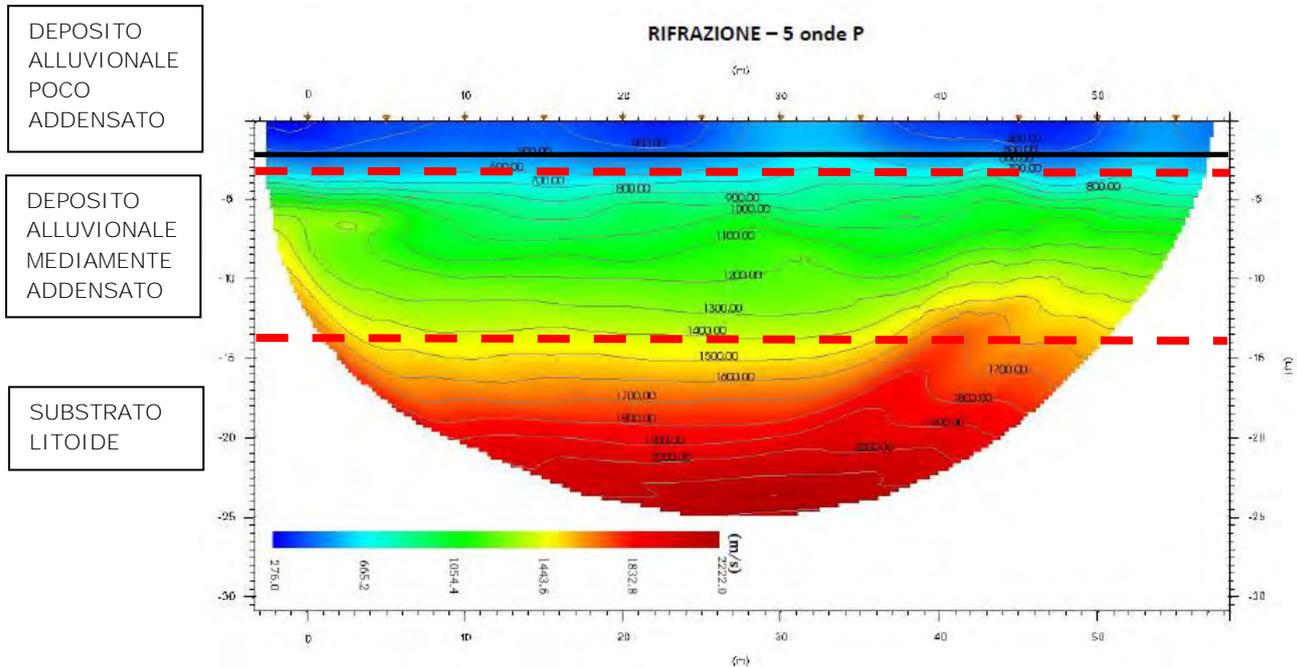


Figura 8.38. Risultati prospezione sismica rifrazione 5, in onde P.

Tenendo conto della classificazione riportata in tabella 8.1.5.1 in cui sono riportate le classi di escavabilità e rippabilità degli ammassi rocciosi è possibile affermare come **nell'area esaminata i terreni/ammassi** risultano scavabili e facilmente rippabili fino ad una profondità massima compresa tra circa 5 metri dal piano campagna, mentre a profondità massime superiori a 5 m dal p.c. risultano rippabili con difficoltà.

La sesta prospezione sismica a rifrazione effettuata è riportata in figura 8.39, nella quale si evincono variazioni delle Vp comprese in un range tra 400 m/s e 1600 m/s. Tali significative variazioni delle Vp sono state riscontrate in una profondità di indagine pari a circa 9m, per una lunghezza totale dello stendimento pari a 60m. Dall'analisi del dato sismico, correlato alle informazioni derivanti dalle prove geotecniche di sito effettuate, è stato possibile discriminare tale profondità di indagine attraverso tre strati principali, delimitati in figura 8.39 mediante linee rosse tratteggiate. Il primo strato più superficiale è rappresentato dalla "depositi alluvionali poco addensati", il secondo strato intermedio è definito "depositi alluvionali moderatamente addensati", mentre lo strato più profondo è denominato "substrato litoide". I depositi alluvionali poco addensati presentano uno spessore pari a circa 2m da P.C. e sono costituiti principalmente da terreno vegetale e/o depositi alluvionali. I depositi alluvionali mediamente addensati (da 2m a circa 5m da P.C.) e il substrato litoide (oltre i 5m da P.C.) sono invece rappresentati, appartenenti all'Unità arenaceo pelitica (UAPb) che incrementano le velocità delle onde P che anche a basse profondità mostrano Vp pari a 1600 m/s. Nella figura 8.39 è inoltre riportata mediante una linea nera la profondità del piano di posa della fondazione della condotta in progetto.

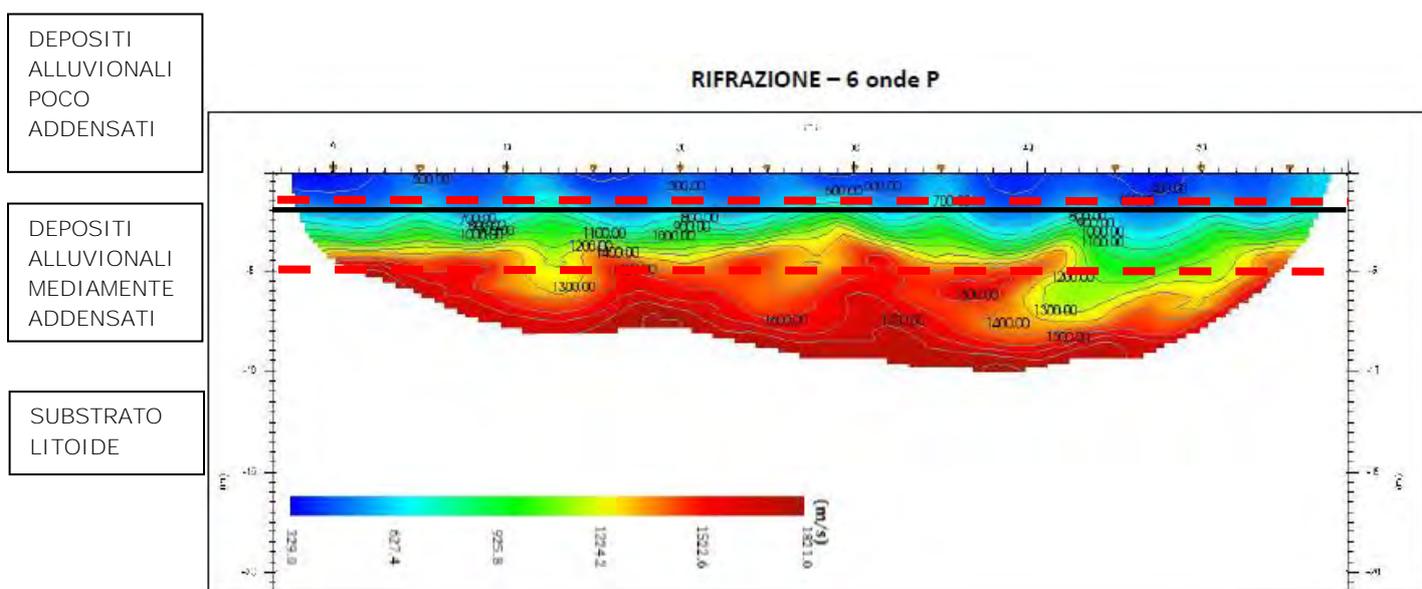


Figura 8.39. Risultati prospezione sismica rifrazione 6, in onde P.

Tenendo conto della classificazione riportata in tabella 8.1.5.1 in cui sono riportate le classi di escavabilità e rippabilità degli ammassi rocciosi è possibile affermare come **nell'area esaminata** i terreni/ammassi risultano scavabili e facilmente rippabili fino ad una profondità massima compresa tra circa 3 metri dal piano campagna, mentre a profondità massime superiori a 3 m dal p.c. risultano rippabili con difficoltà.

RIFRAZIONE 7 -8



Figura 8.40. Ubicazione indagini sismiche a rifrazione n.7, 8.

La settima prospezione sismica a rifrazione effettuata è riportata in figura 8.41, nella quale si evincono variazioni delle V_p comprese in un range tra 300 m/s e 2000 m/s. Tali significative variazioni delle V_p sono state riscontrate in una profondità di indagine pari a circa 30m, per una lunghezza totale dello stendimento pari a 60m. Dall'analisi del dato sismico, correlato alle informazioni derivanti dalle prove geotecniche di sito effettuate, è stato possibile ricostruire un modello geologico che vede per i primi 5 metri depositi alluvionali, ai quali seguono depositi piroclastici caratterizzati da un progressivo aumento delle V_p all'aumentare della profondità (Figura 8.41). Nella figura 8.41 è inoltre riportata mediante una linea nera la profondità del piano di posa della fondazione della condotta in progetto.

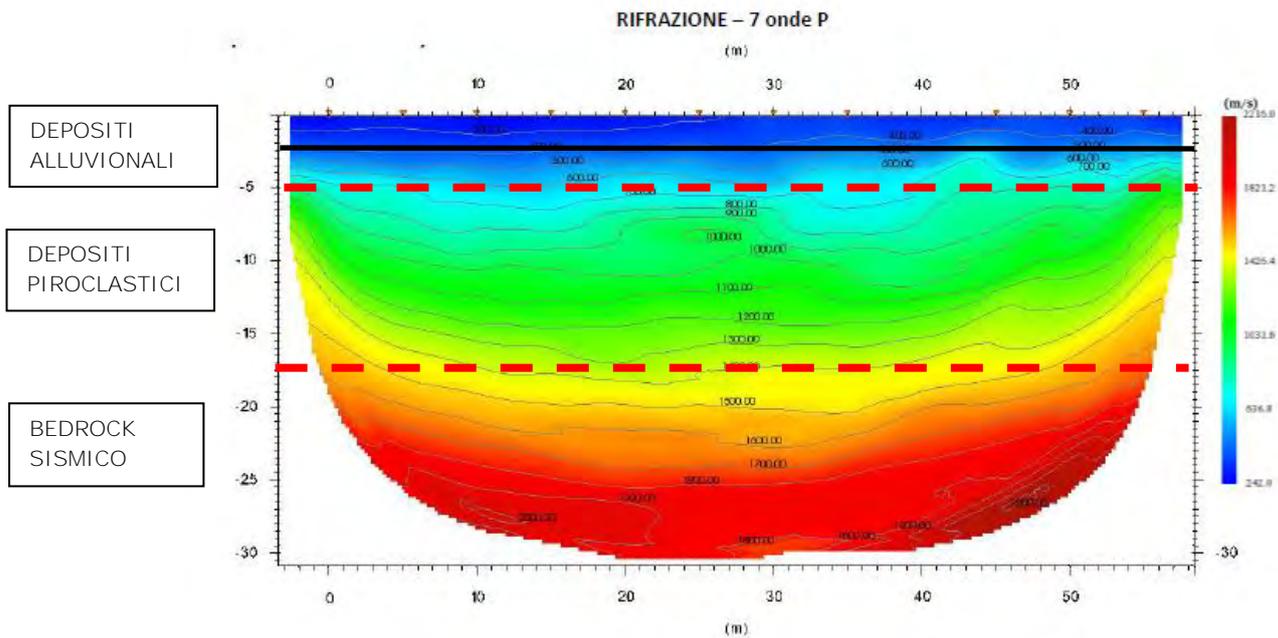


Figura 8.41. Risultati prospezione sismica rifrazione 7, in onde P.

Tenendo conto della classificazione riportata in tabella 8.1.5.1 in cui sono riportate le classi di escavabilità e rippabilità degli ammassi rocciosi è possibile affermare come **nell'area esaminata i terreni/ammassi risultano scavabili e facilmente rippabili fino ad una profondità massima compresa tra circa 7 metri dal piano campagna, mentre a profondità massime superiori a 7 m dal p.c. risultano rippabili con difficoltà.**

L'ottava prospezione sismica a rifrazione effettuata è riportata in figura 8.42, nella quale si evincono variazioni delle Vp comprese in un range tra 400 m/s e 1800 m/s. Tali significative variazioni delle Vp sono state riscontrate in una profondità di indagine pari a circa 25m, per una lunghezza totale dello stendimento pari a 60m. Dall'analisi del dato sismico, correlato alle informazioni derivanti dalle prove geotecniche di sito effettuate, è stato possibile ricostruire un modello geologico caratterizzato per i primi 4 metri dalla presenza di depositi vulcanici a cui seguono depositi piroclastici caratterizzati da un progressivo aumento delle Vp all'aumentare della profondità (Figura 8.42).

Nella Figura 8.42 è inoltre riportata mediante una linea nera la profondità del piano di posa della fondazione della condotta in progetto.

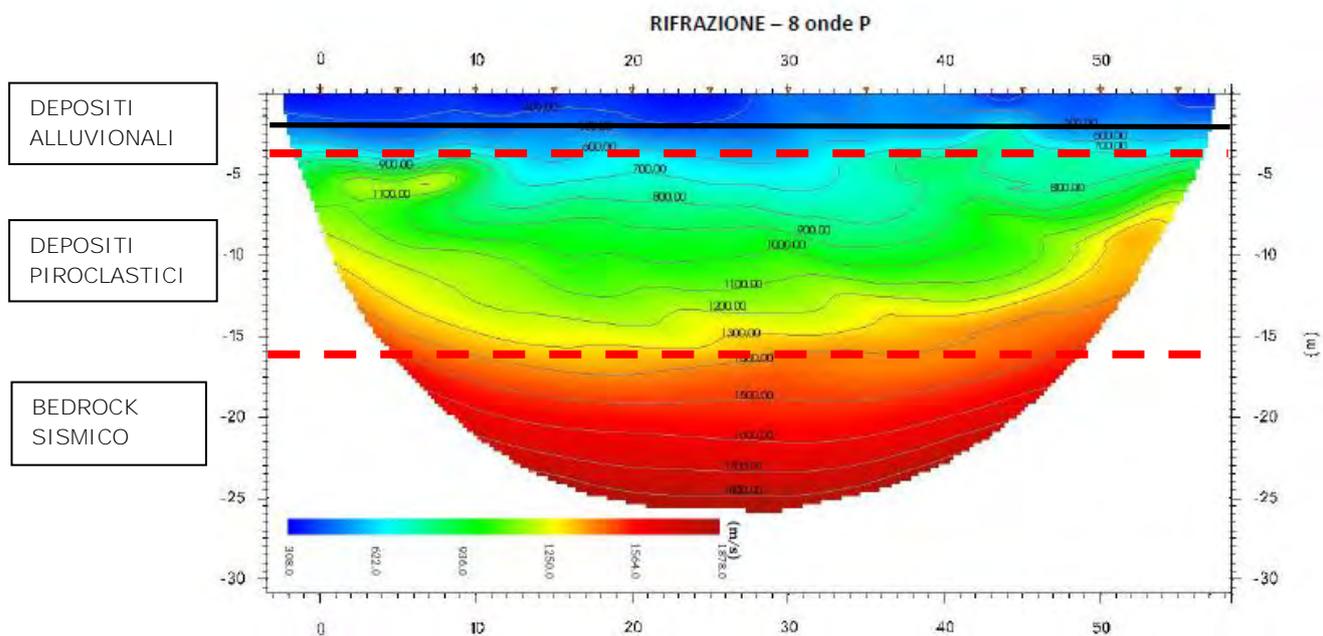


Figura 8.42. Risultati prospezione sismica rifrazione 8, in onde P.

RIFRAZIONE 9.1 -9.2



Figura 8.43. Ubicazione indagini sismiche a rifrazione n.9.1, 9.2.

La prospezione sismica a rifrazione 9.1 effettuata è riportata in figura 8.44, nella quale si evincono variazioni delle V_p comprese in un range tra 400 m/s e 1600 m/s. Tali significative variazioni delle V_p sono state riscontrate in una profondità di indagine pari a circa 17m, per una lunghezza totale dello stendimento pari a 48m. Dall'analisi del dato sismico, correlato alle informazioni derivanti dalle prove geotecniche di sito effettuate, è stato possibile ricostruire un modello geologico il quale vede la presenza di depositi alluvionali per i primi 4 m da p.c. a cui seguono depositi piroclastici caratterizzati da un progressivo aumento delle V_p all'aumentare della profondità (Figura 8.44). Nella Figura 8.44 è inoltre riportata mediante una linea nera la profondità del piano di posa della fondazione della condotta in progetto.

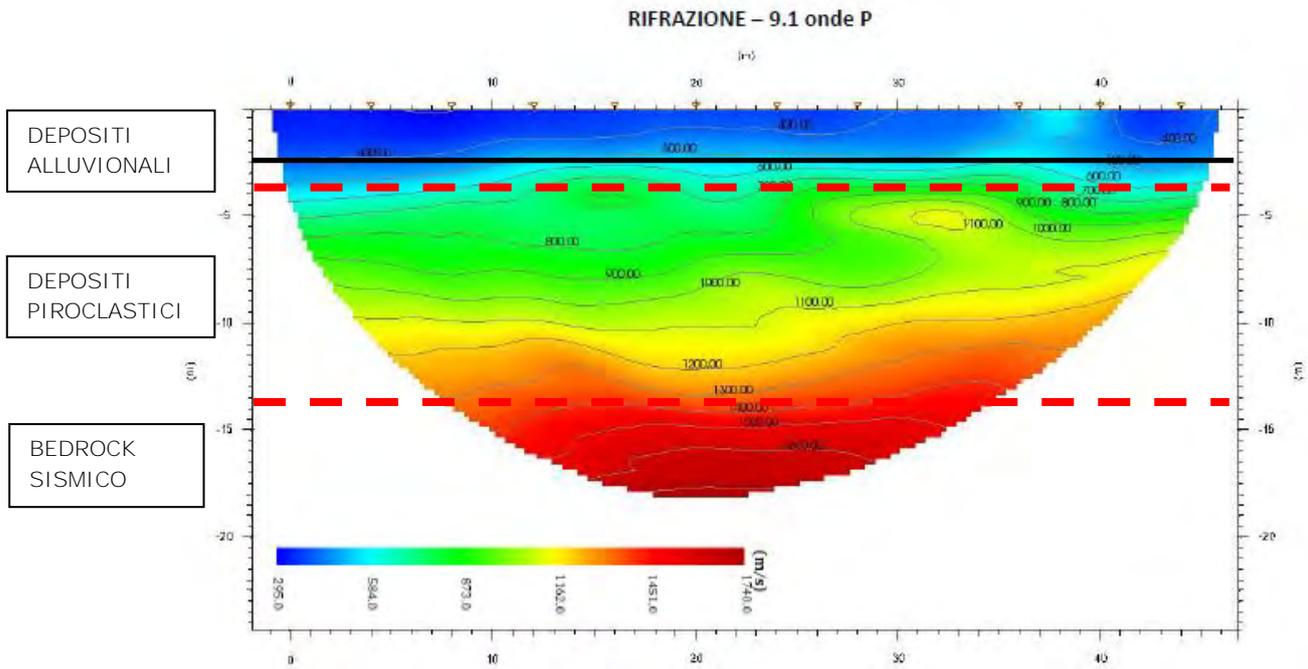


Figura 8.44. Risultati prospezione sismica rifrazione 9.1, in onde P.

Tenendo conto della classificazione riportata in tabella 8.1.5.1 in cui sono riportate le classi di escavabilità e rippabilità degli ammassi rocciosi è possibile affermare come **nell'area esaminata i terreni/ammassi risultano scavabili e facilmente rippabili fino ad una profondità massima compresa tra circa 6 metri dal piano campagna, mentre a profondità massime superiori a 6 m dal p.c. risultano rippabili con difficoltà.**

La prospezione sismica a rifrazione 9.2 effettuata è riportata in figura 8.45, nella quale si evincono variazioni delle Vp comprese in un range tra 400 m/s e 2100 m/s. Tali significative variazioni delle Vp sono state riscontrate in una profondità di indagine pari a circa 22m, per una lunghezza totale dello stendimento pari a 48m. Dall'analisi del dato sismico, correlato alle informazioni derivanti dalle prove geotecniche di sito effettuate, è stato possibile ricostruire il modello geologico il quale vede inizialmente la presenza di depositi alluvionali per i primi 2.5 m da p.c. seguiti da depositi piroclastici caratterizzati da un progressivo aumento delle Vp all'aumentare della profondità (Figura 8.45). Nella Figura 8.45 è inoltre riportata mediante una linea nera la profondità del piano di posa della fondazione della condotta in progetto.

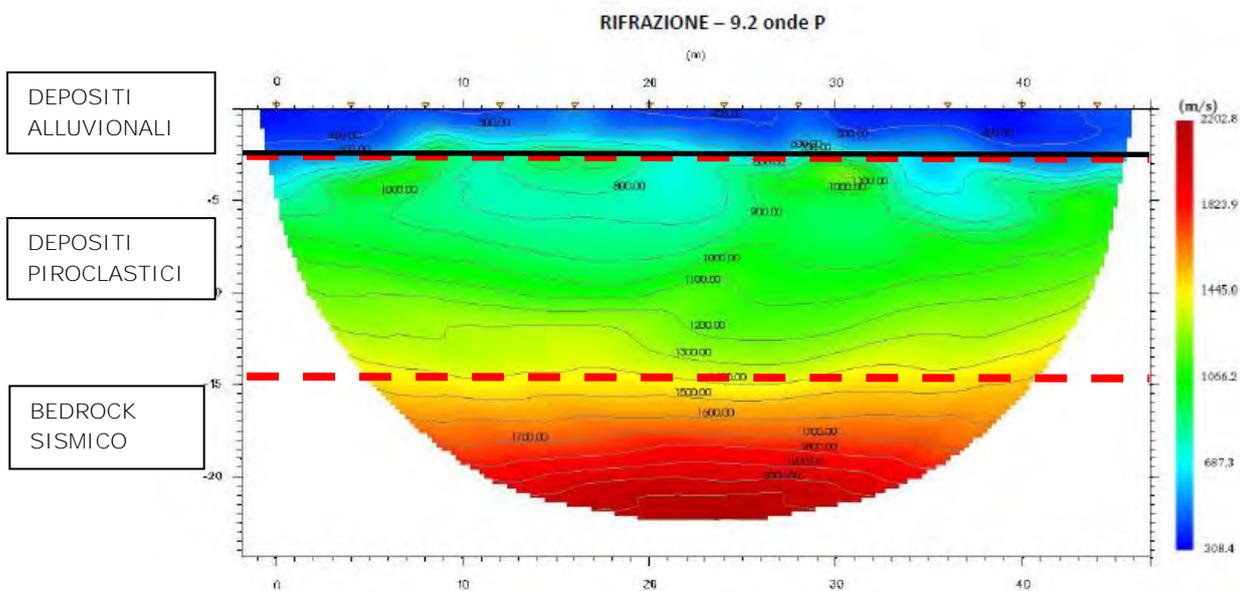


Figura 8.45. Risultati prospezione sismica rifrazione 9.2, in onde P.

8.1.7 *Analisi di rumore sismico ambientale HVSR*

La metodologia HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio, o nota anche come tecnica di Nakamura) si svolge partendo da registrazioni di rumore sismico ambientale per ottenere gli spettri delle componenti orizzontali (N-S; E-O) e verticali (up-down), rapportandole tra loro e ottenendo i picchi di rapporto spettrale. Le misure devono essere effettuate attraverso velocimetri e tromometri perché sono strumenti con alta sensibilità e riescono a misurare le deboli vibrazioni del rumore sismico ambientale. La tecnica dei rapporti spettrali H/V consiste nel calcolo del rapporto degli spettri di Fourier del rumore della componente orizzontale H, calcolato come media degli spettri delle componenti orizzontali NS ed EW, su quella verticale V registrate entrambe in una singola stazione di misura.

Attraverso tale prova, quindi, è possibile determinare:

- la frequenza fondamentale di risonanza del terreno
- **l'individuazione della profondità del bedrock sismico**

La frequenza fondamentale di risonanza è descritta dalla seguente relazione:

$$f = \frac{Vs}{4h}$$

- Vs = è la velocità delle onde di taglio nello strato che risuona
- h = è lo spessore dello strato che risuona

Per maggiori dettagli sulle caratteristiche della strumentazione e delle modalità esecutive della prova, così come sui grafici e sui dati di dettaglio, si rimanda alle descrizioni presenti nei report in allegato.

I risultati delle analisi HVSR, in termini di frequenza fondamentale di risonanza (Hz) del **picco del rapporto H/V con un errore inferiore all'unità, sono riportati in Tabella 8.1.7.1.** In Tabella 8.1.7.1 si riporta anche **l'ubicazione (consultabile con maggior dettaglio negli allegati).**

I risultati delle indagini HVSR sono stati utilizzati per migliorare la ricostruzione del **modello concettuale geologico dell'area di interesse e la caratterizzazione sismica dell'area.**

Tabella 8.1.7.1: Risultati delle analisi HVSR.

Codice Indagine geofisica	Località	Lat (N)	Long (E)	Risultati indagine
HVSR 1	Genazzano	41.838560°	12.972492°	Frequenza del picco del rapporto H/V: 0.95 Hz ±0.43 Hz
HVSR 2	Cave	41.819426°	12.943623°	Frequenza del picco del rapporto H/V: 3.20 Hz ±0.40 Hz
HVSR 1	Valmontone (Labico Stazione)	41.785996°	12.895985°	Frequenza del picco del rapporto H/V: 2.81 Hz ±1.35 Hz
HVSR 2	Valmontone (Labico Stazione)	41.785996°	12.895985°	Frequenza del picco del rapporto H/V: 3.06 Hz ±0.32 Hz
HVSR 3	Valmontone (SP55a)	41.794073°	12.907302°	Frequenza del picco del rapporto H/V: 5.38 Hz ±6.41 Hz
HVSR 4	Valmontone (SP55a)	41.794073°	12.907302°	Frequenza del picco del rapporto H/V: 6.88 Hz ±0.31 Hz
HVSR 5	Cave (Cimitero di Cave)	41.821244°	12.944021°	Frequenza del picco del rapporto H/V: 1.25 Hz ±4.52 Hz
HVSR 6	Genazzano	41.841900°	12.972519°	Frequenza del picco del rapporto H/V: 3.00 Hz ±0.88 Hz
HVSR 7	Capranica Prenestina (SP59a)	41.886410°	12.960508°	Frequenza del picco del rapporto H/V: 7.56 Hz ±1.5 Hz
HVSR 8	Capranica Prenestina (SP59a)	41.886410°	12.960508°	Frequenza del picco del rapporto H/V: 7.94 Hz ±0.31 Hz
HVSR 9	San Vito Romano	41.903624°	12.991320°	Frequenza del picco del rapporto H/V: 4.69 Hz ±6.3 Hz
HVSR 10	San Vito Romano	41.903624°	12.991320°	Frequenza del picco del rapporto H/V: 13.13 Hz ±2.62 Hz

8.1.8 Prova sismica in foro di tipo Down Hole

La prova downhole è una tecnica sismica per la determinazione delle proprietà fisico-meccaniche dei terreni; in particolare permette di determinare la velocità di propagazione delle onde sismiche P ed S a diverse profondità, misurando il tempo che tali onde impiegano nel tragitto tra la sorgente (in superficie) e il ricevitore (posto all'interno di un foro di sondaggio opportunamente predisposto), e di ricavare i parametri dei terreni attraversati.

Le componenti indispensabili per una misura accurata consistono:

- una sorgente meccanica in grado di generare onde elastiche.
- uno o più geofoni tridimensionali dotati di un sistema di ancoraggio alle pareti del foro;
- **un sismografo multicanale, in grado di registrare le forme d'onda in modo digitale e di registrarle su un dispositivo;**
- un trasduttore (trigger) alloggiato nella sorgente necessario per **l'identificazione dell'istante di partenza della sollecitazione dinamica** effettuata mediante massa battente.

La prova è impiegata per la caratterizzazione geotecnica del sottosuolo al fine di ottenere una ricostruzione sismo-stratigrafica del terreno.

Per maggiori dettagli sulle caratteristiche della strumentazione e delle modalità esecutive della prova, così come sui grafici e sui dati di dettaglio, si rimanda alle descrizioni presenti nei report in allegato.

I sondaggi SM3, SM4, SM6, sono stati attrezzati per eseguire la prova DH.

In Tabella 8.1.8.1 sono indicati i risultati riassuntivi delle prove downhole eseguite, con il numero di sismostrati individuati e le categorie di sottosuolo ottenute dalle Vs, eq.

Tabella 8.1.8.1 Risultati riassuntivi delle prove downhole.

Codice Sondaggio	Risultati indagine	Profondità investigata da pc (m)	Categoria di sottosuolo	N° Sismostrati
SM3	$V_{s,eq} = v_{s 30} = 511.4 \text{ m/s}$	0 - 30	B	4
SM4	$V_{s,eq} = v_{s 30} = 226.5 \text{ m/s}$	0 - 30	C	7
SM6	$V_{s,eq} = v_{s 30} = 282.9 \text{ m/s}$	0 - 30	C	5

I dati ottenuti sono stati sintetizzati in Tabella 8.1.8.1: essi hanno permesso di rappresentare le informazioni inerenti alla velocità delle onde di taglio V_s , sia in funzione della profondità a cui è stata effettuata la prova sia della Formazione geologica potenzialmente indagata durante la prova.

Dall'analisi eseguita è stato possibile indagare il valore di V_s medio per sismo strati afferenti alle differenti Formazioni geologiche.

8.1.9 Stazioni geomeccaniche su ammassi rocciosi

Nel mese di maggio 2022 sono state effettuate n. 2 stazioni geomeccaniche volte alla caratterizzazione degli ammassi rocciosi (in termini di caratteristiche fisiche, meccaniche e dei parametri di deformabilità e resistenza) riconducibili alla formazione CBZ3 - Calcareni a briozoi, lungo la strada provinciale SP59a (Figure 8.47, 8.48).

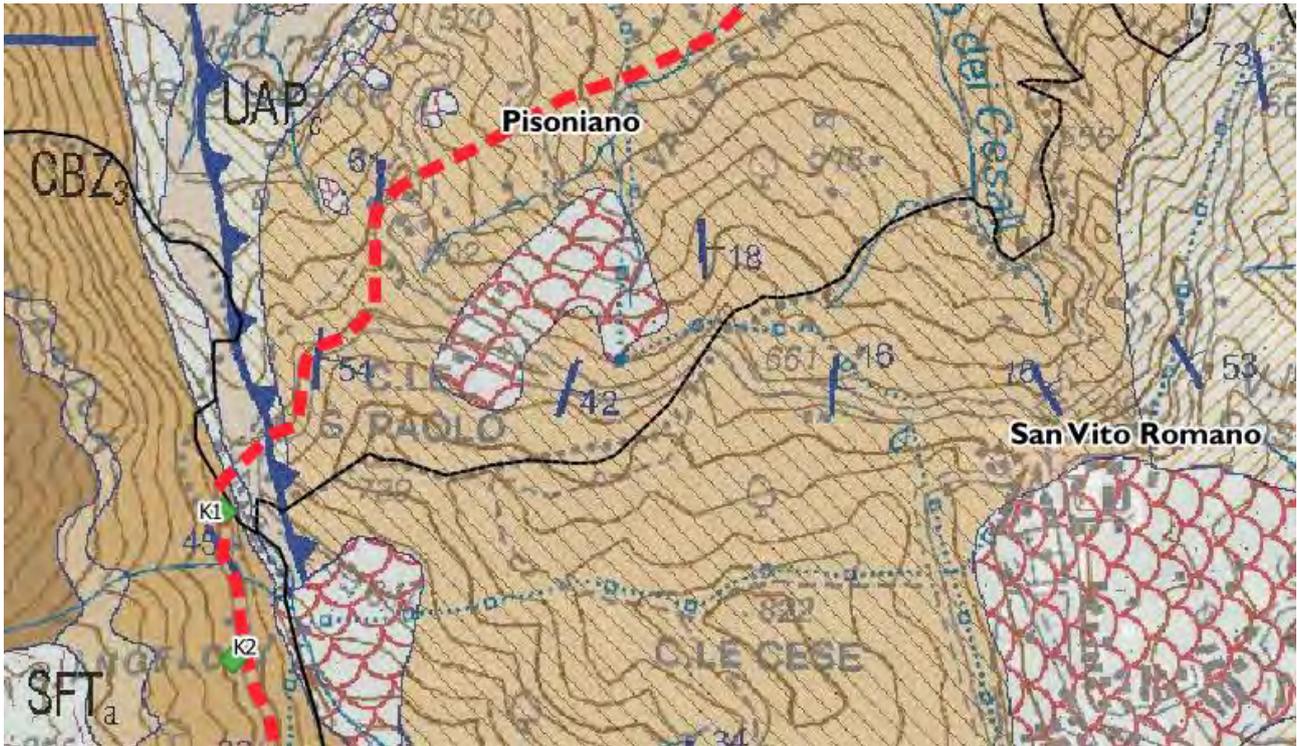


Figura 8.46. Ubicazione delle stazioni geomeccaniche K1 e K2.

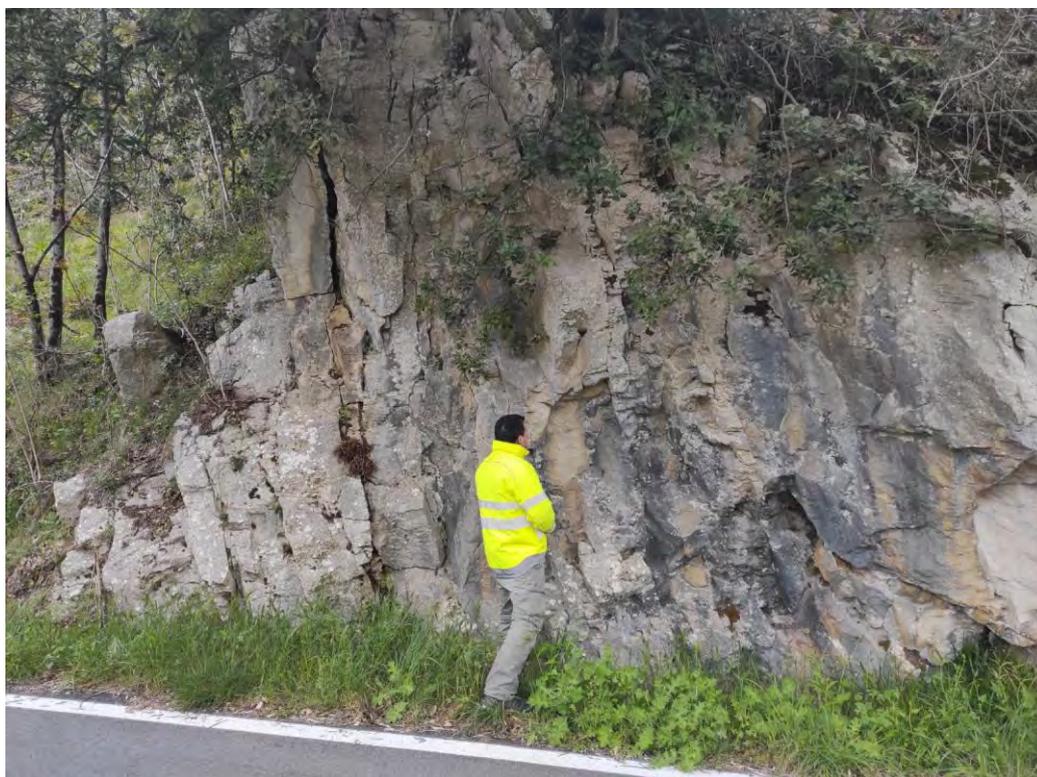


Figura 8.47. Fotografia della stazione geomeccanica K1.



Figura 8.48. Fotografia della stazione geomeccanica K2.

In Tabella 8.1.9.1 sono evidenziate le informazioni anagrafiche di ogni stazione geomeccanica rilevata: la sigla identificativa (data dalla lettera K e da un numero progressivo), la data di esecuzione, le coordinate geografiche espresse in gradi decimali **di latitudine e longitudine, l'altitudine, la formazione geologica alla quale è ascrivibile l'affioramento rilevato ed il rispettivo acronimo utilizzato nella cartografia geologica ufficiale CARG**, così come riportato sul foglio n° 375 Tivoli.

Tabella 8.1.9.1: Informazioni anagrafiche di base per ogni stazione geomeccanica effettuata.

Stazione geomeccanica	Data esecuzione	Longitudine WGS84	Latitudine WGS84	Quota (m s.l.m.)	Formazione geologica	CARG
K1	maggio 2022	41.887729°	12.952847°	670	Calcareniti a briozoi	CBZ3
K2	maggio 2022	41.885188°	12.953283°	680	Calcareniti a briozoi	CBZ3

Obiettivo di tali indagini, in particolare, è stato quello di:

- Caratterizzare in ciascuna stazione di misura le discontinuità presenti **nell'ammasso roccioso, in termini di parametri geometrici, morfologici e di alterazione**, definendo inoltre i principali *set* di discontinuità;
- Ricavare per ogni stazione geomeccanica i parametri fisico-meccanici **d'ammasso**;
- **Attribuire all'ammasso roccioso una classificazione in termini di *Rock Mass Rating* (RMR) e *Geological Strenght Index* (GSI)**;
- Individuare i criteri per una possibile definizione di unità litotecniche tramite accorpamento e/o suddivisione delle Formazioni geologiche affioranti, sulla base dei parametri geomeccanici rilevati da affioramento e, in particolare, delle caratteristiche litologiche e di stato di fratturazione.

Dal rilievo condotto è emerso che gli ammassi rocciosi presentano una stratificazione caratterizzata da una giacitura con immersione a N-NW. Essi sono caratterizzati da un sistema di fratture riconducibile a tre famiglie di discontinuità principali.

Le loro caratteristiche principali sono riportate sinteticamente nelle tabelle seguenti.

STAZIONE GEOMECCANICA N. 1											
Litologia		Ubicazione					Immersione affioramento		Inclinazione affioramento		GSI
Calcareniti a Briozoi		LAT:	41.887729	LONG:	12.952847	80		80		65	
N.	Tipo	Immersione	Inclinazione	Resistenza discontinuità (JCS)	Spaziatura (m)	Persistenza (cm/m)	Apertura (mm)	Scabrezza (JRC)	Riempimento	Alterazione	Condizioni idrauliche
1	S	300	75	55	0.35	0.5-2	1	10-12	secondario e primario	medio bassa	secco
2	J1	50	60	61	0.3	0.3-0.5	1-5	10-12	secondario e primario	medio bassa	secco
3	J2	240	60	52	0.3	0.3	1-5	10-12	secondario e primario	medio bassa	secco

STAZIONE GEOMECCANICA N. 2											
Litologia		Ubicazione					Immersione affioramento		Inclinazione affioramento		GSI
Calcareniti a Briozoi		LAT:	41.885188	LONG:	12.953283	140		40		55	
N.	Tipo	Immersione	Inclinazione	Resistenza discontinuità (JCS)	Spaziatura (m)	Persistenza (cm/m)	Apertura (mm)	Scabrezza (JRC)	Riempimento	Alterazione	Condizioni idrauliche
1	S	360	30	53	0.25	0.4	2-10	10-12	secondario	media	secco
2	J1	330	70	58	0.3	0.5-1	0-30	10-12	primario	medio alta	secco
3	J2	220	85	54	0.3	0.1-0.4	0-30	10-12	secondario	media	umido

Al fine di definire i caratteri geostrutturali degli ammassi rocciosi dal punto di vista geotecnico, è stato effettuato un rilievo geostrutturale finalizzato allo studio e l'identificazione dei sistemi di giunti che caratterizzano la roccia in affioramento.

È stato svolto, pertanto, un rilievo geomeccanico dell'ammasso roccioso, catalogando, per le discontinuità degli ammassi rocciosi ricadenti all'interno di una finestra individuata sul versante, le loro caratteristiche medie di comportamento meccanico e di resistenza, la loro disposizione nello spazio e la loro frequenza e persistenza.

Il numero dei sistemi di discontinuità è il numero di famiglie di giunti presenti in un ammasso roccioso che si ripetono sistematicamente con la stessa giacitura. Oltre a definire l'aspetto esterno della massa rocciosa, tale parametro ne influenza sia il comportamento meccanico, determinando la misura in cui la stessa può deformarsi senza che si provochi fratturazione della roccia integra, sia la stabilità, tanto minore quanto maggiore è il numero di sistemi e quanto più è sfavorevole la loro orientazione rispetto al fronte considerato.

Le grandezze misurate, secondo le procedure stabilite dalla normativa internazionale (ISRM, 1978), sono sinteticamente riportate di seguito.

Giacitura del fronte: La giacitura del versante deve essere espressa mediante il valore dell'azimut della linea di massima pendenza (direzione di immersione, *dip direction*) e dell'inclinazione di questa rispetto all'orizzontale (inclinazione, *dip*).

Distanza dei giunti dall'inizio dello stendimento: si intende la distanza in metri del giunto rilevato dall'inizio dello stendimento; è utile nelle elaborazioni successive per risalire alla *spaziatura* delle discontinuità e di conseguenza, alle dimensioni dei blocchi e congiuntamente all'orientazione, le modalità di rottura di un ammasso roccioso: in genere, una spaziatura larga tende a favorire meccanismi di rottura di tipo traslazionale, mentre una spaziatura estremamente stretta tende a favorire meccanismi di tipo rotazionale.

Giacitura delle superfici dei giunti: è descritta attraverso l'inclinazione rispetto all'orizzontale e la direzione di immersione della linea di massima pendenza, misurata in senso orario a partire dal Nord.

La direzione di immersione (*dip direction*) rappresenta l'angolo azimutale che la proiezione sul piano orizzontale della linea di massima pendenza della superficie di discontinuità forma con il Nord geografico in senso orario; questa definisce la direzione geografica verso cui immerge il giunto ed è espressa in gradi con un numero di tre cifre, da 000° a 360°N.

L'inclinazione (*Dip*) rappresenta l'angolo zenitale che la linea di massima pendenza del piano di discontinuità forma con il piano orizzontale; questo viene misurato con il clinometro ed espresso in gradi sessagesimali con un numero di due cifre variabile da un minimo di 0.0° (discontinuità orizzontale) ad un massimo di 90° (discontinuità verticale). Una volta nota la posizione delle singole discontinuità presenti nell'ammasso in studio, è possibile individuare l'eventuale presenza di famiglie di giunti e quindi le possibili intersezioni tra i sistemi di discontinuità e il fronte in studio, in modo da definire la geometria dei blocchi potenzialmente instabili e i meccanismi di rottura innescabili.

Persistenza dei giunti: è la lunghezza della traccia di una discontinuità osservata in un affioramento, fornente una stima grossolana della sua estensione areale e della sua

profondità di penetrazione nell'ammasso. È uno dei parametri più importanti per la valutazione delle **caratteristiche meccaniche dell'ammasso** ma è, **al contempo**, uno dei più difficili da valutare dato che al più delle volte, il rilevamento geostrutturale è condotto su fronti rocciosi di ampiezza limitata. Questo parametro esprime la reale possibilità del verificarsi di un dissesto ed è legato alla gerarchizzazione che si stabilisce in natura fra le diverse famiglie di giunti.

Non essendo sempre possibile fare alcuna misura dell'estensione nella terza dimensione della discontinuità in affioramento, ci si basa su studi empirici che hanno dimostrato un legame stretto tra lunghezza in affioramento e persistenza.

Per la classificazione descrittiva delle lunghezze medie dei giunti si fa riferimento a quanto sviluppato dall'ISRM, che ha proposto una catalogazione secondo cinque ordini di grandezza variabili da meno di 1 m a più di 20 m, affiancati da un codice letterale che stabilisce le condizioni degli estremi della discontinuità: **R = terminazione in roccia intatta, D = terminazione contro un'altra discontinuità, X = terminazione fuori affioramento e non visibile.**

Apertura: la distanza ortogonale tra le pareti di una discontinuità aperta, influenzante la conducibilità idraulica di un ammasso roccioso e la sua resistenza al taglio complessiva. È catalogata attraverso un codice letterale in tre intervalli standard: se <0,5 mm, la discontinuità è catalogata chiusa; per distanze comprese tra 0,5 e 10 mm, la discontinuità è classificata come *gapped*; per distanze >10 mm, la discontinuità è considerata aperta. Queste ultime due possono verificarsi per fenomeni di trazione, **dilavamento, dissoluzione, erosione ecc...** **Nello sviluppo del metodo di classificazione dell'ammasso è necessario conoscere il grado di apertura dei giunti, in quanto per discontinuità aperte risulta nulla la resistenza a taglio.**

Riempimento: tipo di riempimento di discontinuità aperte.

Condizioni di umidità: **eventuale presenza d'acqua all'interno del giunto.**

Irregolarità delle discontinuità (Forma e Scabrezza del giunto): la rugosità o scabrezza delle pareti delle discontinuità è una caratteristica importante per la valutazione delle resistenze disponibili lungo il piano stesso [Barton & Choubey, 1977]. **L'importanza della rugosità di una superficie diminuisce all'aumentare dell'apertura,**

dello spessore del riempimento o **dell'entità degli spostamenti avvenuti in precedenza** lungo la medesima. In genere, essa è caratterizzata da ondulazione a grande scala (di primo ordine) e da rugosità vera e propria (o irregolarità della superficie) a scala minore (di secondo ordine).

Le ondulazioni di primo ordine a grande scala e bassa inclinazione presenti sulla superficie del giunto, condizionano la direzione dello scorrimento di taglio potenziale che può verificarsi in esso.

L'ondulazione a grande scala è difficilmente apprezzabile in affioramento (a meno di manifestazioni macroscopiche) e si fanno osservazioni qualitative (superfici planari, regolari, ondulate, seghettate), mentre la rugosità (di secondo ordine) è valutabile in modo soggettivo secondo il metodo proposto da *Barton & Choubey [1977]* per mezzo di un profilometro (*Shape Tracer* o pettine di Barton). Queste ondulazioni a piccola scala e ad elevata inclinazione presenti sulla superficie del giunto influenzano la resistenza al taglio disponibile lungo la stessa; si tratta in sostanza di piccole asperità che devono essere fisicamente superate affinché possa avvenire lo scorrimento relativo tra i blocchi di roccia separati dal giunto stesso. In pratica il profilometro è in grado di riprodurre il profilo delle pareti delle discontinuità lungo un tratto di 10 cm. Tale profilo può essere confrontato con altri riportati in una tabella in cui sono riportati dieci profili standard. A ciascuno dei dieci profili standard corrisponde un indice di rugosità (JRC - *Joint Roughness Coefficient*) variabile tra 0 (superficie perfettamente liscia) a 20 (superficie estremamente rugosa).

Compattezza (**Misure sclerometriche JCS "Joint wall Compressive Strength"**): è la resistenza a compressione uniassiale delle pareti delle discontinuità.

Per ottenere informazioni sufficientemente dettagliate sulle caratteristiche di resistenza e di deformabilità dell'ammasso roccioso interessato alla progettazione, è possibile utilizzare un metodo empirico che permetta di risolvere i problemi dovuti alla scarsa quantità di dati in una determinata area.

Una discontinuità orientata nello spazio può essere raffigurata su un piano reticolare mediante proiezioni di tipo stereografico, tra cui quella più frequente in meccanica delle rocce è la Equiareale di Schmidt: secondo questo metodo, facente uso di una sfera con centro giacente sul piano della superficie geologica considerata, una discontinuità

può essere rappresentata in modo univoco tramite una Ciclografica (semicerchio dato dall'intersezione tra il piano della discontinuità e la superficie dell'emisfero inferiore di riferimento) o tramite un Polo (punto di intersezione tra la normale al piano della discontinuità e l'emisfero inferiore stesso). Attraverso questa rappresentazione è possibile osservare l'orientazione spaziale dei blocchi o degli strati o altre forme in cui è suddiviso l'ammasso roccioso.

In Figura 8.49 è possibile osservare la rappresentazione grafica dell'orientazione spaziale dei giunti di discontinuità (*stereonet*) che condizionano la stabilità dei versanti in roccia.

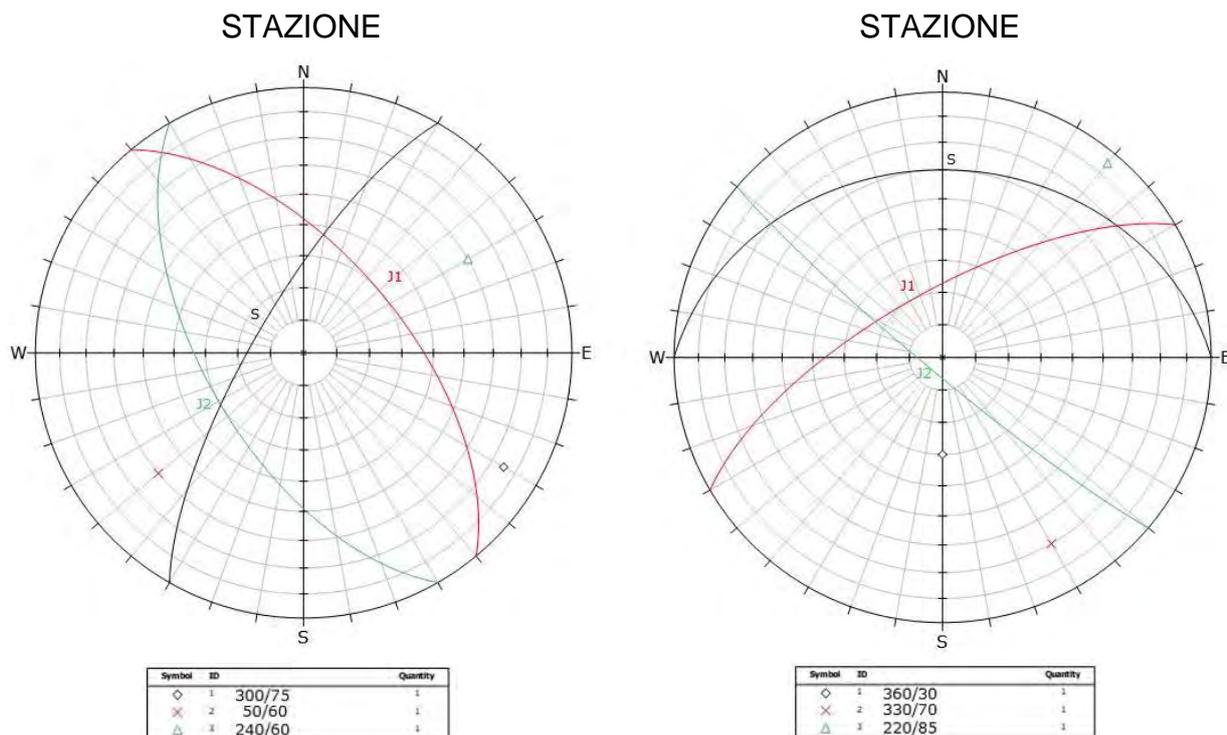


Figura 8.49 – Proiezioni stereografiche dei giunti di discontinuità per ogni stazione geomeccanica (stereogrammi equiareali di Schmidt-Lambert).

Attraverso tutte le misurazioni effettuate per ogni set di discontinuità è stato possibile inoltre descrivere quantitativamente l'ammasso roccioso in termini di:

- Indice dei blocchi (I_b) che rappresenta una stima delle dimensioni medie dei blocchi:

$$I_b = \frac{S_1 + S_2 + S_3}{3}$$

- Volume dei blocchi (V_b) che valuta in questo caso il volume dei blocchi dell'ammasso che possono potenzialmente mobilizzarsi:

$$V_b = \frac{S_1 \times S_2 \times S_3}{\sin \gamma_1 + \sin \gamma_2 + \sin \gamma_3}$$

dove γ rappresenta l'angolo che si forma tra le discontinuità.

I valori di V_b ottenuti possono essere classificati come suggerito da *Palmstrom*, 1996 e riportato in tabella:

Classi di volume	Valore di V_b m ³
Very small	10 – 200 cm ³
Small	0,2 – 10 dm ³
Moderate	10 - 200 dm ³
Large	0,2-10 m ³
Very large	≥10 m ³

- *Volumetric joint count* (J_v) ovvero numero volumetrico delle discontinuità (o numero di giunti per m³). Questo parametro, introdotto dal Palmstrom nel 1974, viene ricavato attraverso il conteggio dei giunti di discontinuità su tre differenti stese perpendicolari tra loro, divise per la lunghezza della rispettiva stesa e calcolata la media aritmetica:

$$J_v = \frac{\sum_n^1 \frac{S_n}{l_n}}{n}$$

I valori di J_v sono classificati sulla base della tabella seguente:

	Very low	Low	Moderate	High	Very high	Crushed
$J_v =$	<1	1-3	3-10	10-30	30-60	>60

- *Rock Quality Designation* (RQD) che fornisce una misura media del grado di fratturazione lungo una sezione da analizzare. Questo parametro è stato sviluppato da Deere nel 1963 per stimare la qualità di un ammasso roccioso dai log delle carote di sondaggio. Esiste comunque una correlazione empirica tra J_v e RQD (Palmstrom) per gli ammassi rocciosi:

$$RQD = 115 - 3,3 J_v$$

Dove: $RQD = 0$ per $J_v > 35 \text{ j/m}^3$ e $RQD = 100$ per $J_v < 4,5 \text{ j/m}^3$

Di seguito una tabella di sintesi riportante le caratteristiche quantitative degli ammassi rocciosi rilevati:

Stazione geomeccanica	I_b	$V_b \text{ (m}^3\text{)}$	Classe di volume	J_v	Classe J_v	RQD
1	0.32	0.012	Moderato	9.5	Moderato	83.7
2	0.28	0.009	Moderato	10.7	Moderato-Alto	79.7

L'elaborazione di tutti i dati acquisiti sul campo ha consentito infine di classificare l'ammasso roccioso utilizzando sia la **Classificazione R.M.R.** (*Rock Mass Rating*, Z. T. Bieniawski 1973) che la **G.S.I.** (*Geological Strength Index*, E. Hoek 1994).

- **Classificazione R.M.R.** (*Rock Mass Rating*)

La classificazione geomeccanica di Bieniawski si basa sulla valutazione di cinque parametri (vedi Tabella seguente) e di un indice di correzione per l'orientazione del pendio (I_c). La somma degli indici parziali fornisce un indice di qualità (BRMR - *Basic Rock Mass Rating*) dell'ammasso roccioso; applicando a tale indice la correzione per l'orientazione del pendio, si ottiene l'indice RMR (*Rock Mass Rating*):

$$BRMR = (A_1 + A_2 + A_3 + A_4 + A_5)$$

Tali parametri sono stati valutati con le seguenti modalità:

- *Resistenza roccia intatta*: Prove di compressione uniassiale su campioni di roccia, prelevati per ogni stazione geomeccanica;
- *RQD*: correlazione empirica tra J_v e RQD (Palmstrom) per gli ammassi rocciosi;
- *Spaziatura giunti*: rilievo geomeccanico;
- *Condizione giunti*: rilievo geomeccanico;
- *Condizioni idrauliche*: rilievo geomeccanico.

A. CLASSIFICAZIONE DEI PARAMETRI E LORO INDICI									
PARAMETRI			CAMPO VALORI						
1	RESISTENZA ROCCIA INTATTA	Carico puntuale	> 10 MPa	4-10 MPa	2-4 MPa	1-2 MPa	Per tale campo di valori è preferibile eseguire prove di compressione monoassiale		
		Compressione uniassiale	> 250 MPa	100-250 MPa	50-100 MPa	25-50 MPa	5-25 MPa	1-5 MPa	< 1 MPa
	INDICE	15	12	7	4	2	1	0	
2	RQD		90% - 100%	75% - 90%	50% - 75%	25% - 50%	< 25%		
	INDICE		20	17	13	8	3		
3	SPAZIATURA GIUNTI		> 2 m	0.6-2 m	200-600 m	60-200 mm	< 60 mm		
	INDICE		20	15	10	8	5		
4	CONDIZIONE GIUNTI (vedi E)		Superfici molto scabre non continue Pareti roccia dura	Superfici scabre Apertura < 1 mm Pareti roccia dura	Superfici scabre Apertura < 1 mm Pareti roccia dura	Superfici lisce o laminate o riempimento < 5 mm o apertura 1-5 mm Giunti continui	Riempimento tenero spessore > 5 mm o giunti aperti > 5 mm Giunti continui		
	INDICE		30	25	20	10	0		
5	CONDIZIONI IDRAULICHE	Afflusso per 10m lunghezza tunnel (l/m)	Assente	<10	10-25	25-125	>125		
		Pressione acqua nei giunti Rapp. Soll. nat. in situ	0	<0.1	0.1-0.2	0.2-0.5	>0.5		
		Condizioni generali	Completamente asciutto	Umido	Molto umido	Stillicidio	Severi problemi idraulici		
	INDICE		15	10	7	4	0		

Una volta ottenuto l'indice di qualità della roccia, si verifica in quale classe ricade facendo riferimento alla seguente tabella:

C. ROCK MASS CLASSES DETERMINED FROM TOTAL RATINGS

Rating	100 ← 81	80 ← 61	60 ← 41	40 ← 21	< 20
Class No.	I	II	III	IV	V
Description	Very good rock	Good rock	Fair rock	Poor rock	Very poor rock

Nella classificazione di Bieniawski sono proposte delle formule empiriche, correlate direttamente al BRMR, che forniscono una stima dei parametri geomeccanici, tra i quali l'angolo d'attrito e la coesione equivalente, ed il modulo elastico dell'ammasso roccioso:

$$\varphi(^{\circ}) = 5 + \frac{BRMR}{2}$$

$$c (MPa) = 0,005 \times BRMR$$

$$E(GPa) = 10 \frac{BRMR-10}{40}$$

Di seguito la tabella riassuntiva relativa ai range di valori dei parametri di resistenza al taglio dell'ammasso roccioso per ogni classe di ammasso:

D. MEANING OF ROCK MASS CLASSES

Class No	I	II	III	IV	V
Average stand-up time	10 years for 5 m span	6 months for 4 m span	1 week for 3 m span	5 hours for 1,5 m span	10 minutes for 0,5 m span
Cohesion of the rock mass	> 300 kPa	200 - 300 kPa	150 - 200 kPa	100 - 150 kPa	< 100 kPa
Friction angle of the rock mass	> 45°	40° - 45°	35° - 40°	30° - 35°	< 30°

Si porta di seguito una tabella di sintesi relativa ai valori di BRMR, RMR e la relativa classe di appartenenza degli ammassi rocciosi indagati nel corso del rilievo geologico-tecnico:

stazione geomeccanica	BRMR	Classe	$\varphi' (^{\circ})$	$c' (MPa)$	E (GPa)
1	59	Mediocre	35	0.30	16.8
2	54	Mediocre	32	0.27	12.6

- GSI (*Geological Strenght Index*)

Il GSI (Geological Strenght index) è un sistema classificativo geomeccanico proposto da Hoek e collaboratori (Hoek, 1994; Hoek et alii, 1995; Hoek & Brown, 1997) e successivamente perfezionato per includere ammassi di qualità scarsa, rocce eterogenee e stratificate (Hoek et alii, 1998; Marinos & Hoek, 2000, 2001; Marinos et alii, 2005) e ofioliti (Marinos et alii, 2006), basato sull'osservazione qualitativa dei fattori che influenzano il comportamento degli ammassi rocciosi, rappresentati essenzialmente da:

- Proprietà della matrice rocciosa.
- Grado di fratturazione dell'ammasso e grado di alterazione delle discontinuità.
- Libertà dei frammenti di scorrere o ruotare in funzione dei caratteri dell'interfaccia

Partendo da osservazioni geologiche di campo sulla struttura della roccia e sulle condizioni delle discontinuità che la permeano, la classificazione di Hoek prevede quindi l'attribuzione di un punteggio complessivo all'ammasso roccioso in esame facendo uso di appositi grafici proposti dal medesimo autore: quello utilizzato è relativo a rocce omogenee fratturate (mono-litologiche). Tale valutazione viene effettuata direttamente sugli affioramenti tramite analisi visiva.

GEOLOGICAL STRENGTH INDEX FOR JOINTED ROCKS (Hoek and Marinos, 2000)
 From the lithology, structure and surface conditions of the discontinuities, estimate the average value of GSI. Do not try to be too precise. Quoting a range from 33 to 37 is more realistic than stating that GSI = 35. Note that the table does not apply to structurally controlled failures. Where weak planar structural planes are present in an unfavourable orientation with respect to the excavation face, these will dominate the rock mass behaviour. The shear strength of surfaces in rocks that are prone to deterioration as a result of changes in moisture content will be reduced if water is present. When working with rocks in the fair to very poor categories, a shift to the right may be made for wet conditions. Water pressure is dealt with by effective stress analysis.

STRUCTURE	SURFACE CONDITIONS				
	DECREASING SURFACE QUALITY →				
INTACT OR MASSIVE - intact rock specimens or massive in situ rock with few widely spaced discontinuities	90			N/A	N/A
BLOCKY - well interlocked undisturbed rock mass consisting of cubical blocks formed by three intersecting discontinuity sets	80	70			
VERY BLOCKY - interlocked, partially disturbed mass with multi-faceted angular blocks formed by 4 or more joint sets		60			
BLOCKY/DISTURBED/SEAMY - folded with angular blocks formed by many intersecting discontinuity sets. Persistence of bedding planes or schistosity			50		
DISINTEGRATED - poorly interlocked, heavily broken rock mass with mixture of angular and rounded rock pieces			40	30	
LAMINATED/SHEARED - Lack of blockiness due to close spacing of weak schistosity or shear planes				20	
					10
	N/A	N/A			

SURFACE CONDITIONS:
 VERY GOOD: Very rough, fresh unweathered surfaces
 GOOD: Rough, slightly weathered, iron stained surfaces
 FAIR: Smooth, moderately weathered and altered surfaces
 POOR: Slickensided, highly weathered surfaces with compact coatings or fillings or angular fragments
 VERY POOR: Slickensided, highly weathered surfaces with soft clay coatings or fillings

Di seguito si riportano sinteticamente i valori di GSI per ogni stazione geomeccanica:

STAZIONE GEOMECCANICA	GSI
1	65
2	55

8.2 *CAMPAGNA INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOFISICHE INTEGRATIVA*

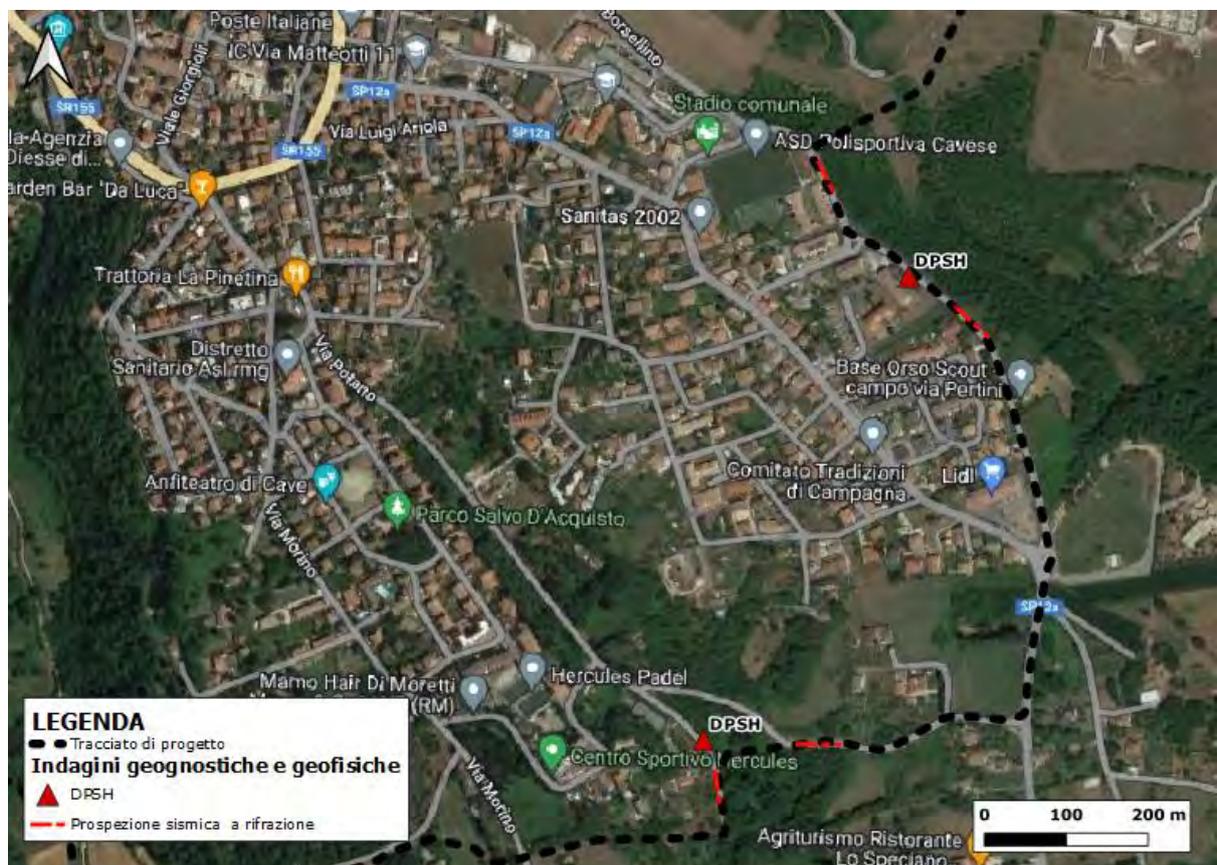
Tutte le indagini geognostiche e geofisiche sono state eseguite compatibilmente agli aspetti logistici ed autorizzativi. Laddove non è stata possibile l'esecuzione a causa degli accessi negati, sono state avanzate le necessarie procedure autorizzative.

È stato quindi predisposto un piano di indagini geognostiche e geofisiche integrativo da svilupparsi entro le prossime fasi progettuali che sarà articolato come di seguito illustrato.

Tale piano integrativo **avrà l'obiettivo di approfondire l'assetto litostratigrafico e geologico-tecnico di dettaglio**, con la particolare attenzione sulle relazioni tra i litotipi presenti, le coltri superficiali e le opere in progetto.

- Esecuzione di prospezioni sismiche a rifrazione con tecnica tomografica come di seguito collocate: n. 3 lungo il tracciato di progetto T1, n. 7 lungo il tracciato di progetto T2;
- Esecuzione di prove penetrometriche dinamiche (DPSH) spinte fino a rifiuto strumentale come di seguito collocate: n. 3 lungo il tracciato di progetto T1, n. 5 lungo il tracciato di progetto T2.

Si riporta di seguito l'ubicazione del piano di indagini integrativo sopra descritto:



9 MODELLO GEOLOGICO-TECNICO

Dalle considerazioni di carattere geologico trattate nei precedenti capitoli, dalla consultazione dei dati geologici, geotecnici, geofisici di repertorio, dalle informazioni di carattere geomeccanico raccolte e dai dati desunti dalla campagna geognostica effettuata, si definiscono le seguenti Unità Litotecniche:

SIGLA	DESCRIZIONE	γ_n (kN/m ³)	σ'_c (MPa)	Jv (j/m ³)	RMR	GSI
A	Formazioni carbonatiche fratturate	26.0	80 - 100	20 - 25	III	50 - 55
B	Formazioni con possibile stratificazione alternata	27.0	100 - 120	15 - 20	III	45 - 50
C	Depositi silicoclastici sin-orogenici	26.0	20 - 50	10 - 15	III	40 - 45

SIGLA	DESCRIZIONE	γ_n (kN/m ³)	c' (KPa)	Φ' (°)	Ed (MPa)	σ'_c (MPa)
D	Depositi piroclastici rimaneggiati	12.5 - 18.5	0 - 15	29 - 36	7.5 - 13.5	-
E	Depositi vulcanici litoidi/pseudolitoidi	15.0 - 17.0	-	-	-	10 - 15
F	Depositi piroclastici semicoerenti	14.0 - 19.0	0 - 40	25 - 36	5 - 15	0.13 - 0.19
G	Terreni delle coperture recenti e quaternarie	16.0 - 19.0	5 - 20	20 - 25	2 - 7	-

10 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

L'intervento si inquadra nei territori a Sud Est dell'ATO2 Lazio Centrale Roma e prevede la realizzazione di una nuova condotta DN 1000/600 che dall'arrivo della condotta DN 800 dell'Acquedotto N.A.S.C. al partitore Monte Castellone (posto nel Comune di S. Vito Romano) raggiunga il partitore Colle S. Angelo (posto in Comune di Valmontone).

Il presente progetto riguarda la realizzazione dei seguenti due tronchi di completamento: il tratto iniziale, dal partitore Monte Castellone del N.A.S.C. (Nuovo Acquedotto Simbrivio Castelli) all'allaccio alla partenza dell'esistente condotta DN 600; il tratto finale, dalla derivazione dall'anzidetta condotta DN 600 lungo la SP Prenestina presso Cave, al partitore di Colle S. Angelo in Comune di Valmontone. La lunghezza complessiva dei due tronchi è pari a circa. 16,5 km.

Dal punto di vista amministrativo l'opera di progetto rientra nell'ambito del territorio della Provincia di Roma. Nel dettaglio, il tronco superiore nei comuni di San Vito Romano, Pisoniano, Capranica Prenestina e Genazzano; il tronco inferiore nei comuni di Cave e Valmontone.

L'area di studio si inquadra nell'ambito della zona di transizione tra la piattaforma carbonatica laziale-abruzzese e il dominio di scarpata umbro-sabina dell'Appennino centrale, poco ad ovest di un importante allineamento tettonico, la linea Olevano-Antrodoco, che determina la sovrapposizione delle unità umbro-sabine su quelle laziali-abruzzese (Cavinato et alii, 1986; Cosentino & Parotto, 1989; 1992).

La **successione stratigrafica che caratterizza un contorno significativo dell'area di studio** relativa al tracciato settentrionale è riferibile alle unità medio-alto mioceniche della serie umbro-sabina e alle unità silicoclastiche alto mioceniche della Formazione di Frosinone, **con l'unica eccezione rappresentata dall'affioramento, nei pressi di Rocca di Cave, di un esiguo lembo di calcari di piattaforma del Cenozoico superiore-Turoniano, unica testimonianza di facies di scogliera sul lato occidentale dello shelf laziale-abruzzese (Maxia, 1954; Carbone et alii, 1971; Parotto & Praturlon, 1975; Praturlon & Sirna, 1976). All'interno della successione torbiditica, lungo la strada San Vito Romano-Genazzano (strada provinciale Empolitana), affiora una successione silicoclastica con intercalazioni di corpi lenticolari calciruditici cementati, contenenti clasti a diverso grado di elaborazione formati a spese dello smantellamento dei rilievi prenestini già emersi. (brecce di Genazzano Autc., Cosentino & Parotto 1988; Corrado, 1995).**

Il settore meridionale è altresì caratterizzato dalla presenza in affioramento di terreni **di origine piroclastica riferibili alle differenti fasi dell'attività parossistica del Distretto vulcanico dei Colli Albani.**

La consultazione del progetto *ITHACA (ITaly HAZard from CApable faults)*, sviluppato dal Servizio Geologico d'Italia – ISPRA, ha permesso di osservare come l'area in esame non è ubicata in vicinanza di faglie capaci che possano produrre una significativa deformazione tettonica permanente in superficie.

La ricostruzione dell'assetto geologico locale, ottenuto mediante la consultazione della Carta Geologica d'Italia e dai risultati della campagna di indagini geognostiche e geofisiche, ha permesso di definire nel dettaglio le litologie interessate dalle opere di progetto.

Per quanto riguarda il tronco acquedottistico superiore, il tracciato di progetto interessa le seguenti formazioni geologiche:

- SFT_b: Deposito alluvionale (Olocene)
- SFT_a: Deposito di versante (Olocene)
- VLC: Unità di Le Vallicelle (Pleistocene medio)
- UAP_a: Unità Arenaceo-Pelitica – litofacies arenacea (Tortoniano p.p.)
- UAP_b: Unità Arenaceo-Pelitica – litofacies arenaceo-pelitica (Tortoniano p.p.)
- UAP_c: Unità Arenaceo-Pelitica – litofacies pelitico-arenacea (Tortoniano p.p.)
- UAM₃: Argille a Orbulina (Tortoniano p.p.)
- CBZ₃: Calcareniti a briozoi (Langhiano p.p – Serravalliano p.p.)

Relativamente al tronco acquedottistico inferiore, il tracciato di progetto interessa le seguenti formazioni geologiche:

- SFT_b: Deposito alluvionale (Olocene)
- FKB_b: Formazione di Madonna degli Angeli – litofacies piroclastica (Pleistocene medio p.p.)
- VSN₂: Pozzolanelle (Pleistocene medio p.p.)
- VSN₁: Tufo Lionato (Pleistocene medio p.p.)
- SLV_b: Formazione Fontana Centogocce – litofacies piroclastica (Pleistocene medio p.p.)

- PNR: Pozzolane Nere (Pleistocene medio p.p.)
- RED: Pozzolane Rosse (Pleistocene medio p.p.)
- LLL_a: Lave di Vallerano (Pleistocene medio p.p.)
- TDC: **Unità di Tor De' Cenci (Pleistocene medio p.p.)**

Il Tratto T1 **del tracciato di progetto interessata un'area caratterizzata da rilievi carbonatici piuttosto acclivi che sono stati incisi, in corrispondenza di linee di debolezza tettonica, dal Fosso Capranica e dal Torrente Rio.** I Monti Prenestini, ad Ovest, si estendono con andamento NNO-SSE per una lunghezza di circa 12 km, dal plateau ignimbrico che caratterizza il bordo settentrionale dei Colli Albani sino alla valle del Fiume Empiglione, che ne costituisce il limite settentrionale. Il settore centro-orientale **della dorsale dei Monti Prenestini (relativamente all'area oggetto di studio) è costituito prevalentemente da depositi calcarei e calcareo marnosi del Miocene inferiore e medio.** Questi definiscono nella zona di cresta una vasta area pianeggiante, che si estende assialmente per gran parte della struttura e che definisce gran parte del nucleo **dell'anticlinale dei Monti Prenestini. Il versante orientale della struttura è contrassegnato da rilievi molto elevati, che spesso superano i 1000 m e che marcano la dorsale dei Monti Caprini.** Questo versante della dorsale, estremamente acclive e regolare, corrisponde alla superficie strutturale data dalla stratificazione dei depositi **carbonatici del Miocene medio, che si riconosce con notevole continuità lungo l'intero fianco orientale della struttura dei Monti Prenestini.** Per quanto riguarda le aree ad Est del tracciato di progetto, queste presentano, invece, morfologie collinari più dolci caratterizzate dalla presenza dei depositi silicoclastici del Miocene superiore.

Per quanto riguarda il Tratto T2, **la morfologia dell'area appare fortemente** caratterizzata dalla presenza del vulcano dei Colli Albani che, con la sua forma tronco conica, si erge dalle pianure circostanti per raggiungere con il Maschio delle Faete la quota massima di 956 metri s.l.m.. Il vulcano comprende due depressioni calderiche: una più interna che si attesta a quota media di 750 metri, denominata delle Faete o dei Campi di Annibale, ed una esterna, la depressione tuscolano-artemisiana, allungata per circa 10 chilometri in direzione Est-Ovest, **con forma ellissoidale. Quest'ultima appare** interrotta, nel settore occidentale, dai laghi di Albano e di Nemi e dalla depressione di **Valle Ariccia, in passato anch'essa occupata da uno specchio lacustre, forme originate** dalla coalescenza di più crateri di esplosione, nonché dal cratere di Giuturna. Il lago di

Albano, in particolare, deve la sua attuale conformazione alla coalescenza di almeno 5 crateri ed è caratterizzato da una elevata profondità, circa 175 metri. Altre forme **crateriche eccentriche, di dimensioni minori, si individuano a Nord dell'area: Valle Marciana, Castiglione, Prata Porci e Pantano Secco.**

L'analisi della topografia consente di individuare, inoltre, sparsi in tutta l'area albana numerosi coni di scorie, con forme pressoché circolari, di dimensioni relativamente modeste, talvolta allineati lungo direttrici di origine probabilmente tettonica.

I versanti esterni del recinto vulcanico sono solcati da un fitto reticolo idrografico ad andamento radiale, principalmente centrifugo, privo di tributari. La parte periferica della struttura vulcanica è rappresentata da un pendio degradante verso il mare costituito da spianate sommitali separate da valli piuttosto incise che ospitano un reticolo idrografico più articolato.

Le caratteristiche di resistenza dei terreni vulcanici, ed il regime pluviometrico, caratterizzato da periodi di intensa precipitazione, hanno favorito la formazione di valli tra loro sub-parallele con andamento radiale, piuttosto strette ma profondamente incise.

Con il fine di valutare il rischio geomorfologico in corrispondenza delle aree di progetto, **si è proceduto all'analisi del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) per il Rischio Frana, redatto dall'Autorità di Bacino dei Fiumi Liri-Garigliano e Volturno (oggi compreso nell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale).**

Sono state consultate le cartografie dei comuni interessati dalle opere di progetto e, **con il fine di dettagliare e rendere omogenea l'analisi del rischio geomorfologico, sono stati scaricati i dati ufficiali in formato vettoriale (shp) dell'AdBD dell'Appennino Meridionale.**

Dalla consultazione delle cartografie ufficiali sopra riportate si evince come sia la gravità a rappresentare il principale agente **morfogenetico dell'area di studio. Le instabilità gravitativa** si distribuiscono principalmente lungo i versanti, in corrispondenza dei molteplici fossi, rivoli e solchi da ruscellamento concentrato.

Nel dettaglio, dalla consultazione del Piano Stralcio per **l'Assetto Idrogeologico – Rischio di Frana del Bacino dei Fiumi Liri, Garigliano e Volturno, si evince che l'opera di progetto** interessa le seguenti aree:

- Area a rischio molto elevato (R4);
- Area di alta attenzione (A4);
- Area a rischio idrogeologico potenzialmente alto (Rpa);
- Area di attenzione potenzialmente alta (Apa);
- Area di media attenzione (A2);
- Area di moderata attenzione (A1);
- Area di possibile ampliamento (C1).

Dalla consultazione dell'Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia si osserva come, per il tratto T1, le formazioni geologiche flyschoidi del versante in sinistra idrografica del Fosso di Capranica, sono caratterizzate principalmente da fenomeni franosi classificati come scivolamenti rotazionali/traslativi (in giallo) e colamenti lenti (in verde scuro). Tali cinematismi sono tipici delle formazioni marnoso-arenacee in quanto gli orizzonti marnoso-argillosi o arenacei poco cementati operano da superficie di scollamento sulle porzioni litoidi.

In destra idrografica del Fosso di Capranica, le formazioni calcaree dei Monti Prenestini sono caratterizzate invece dalla presenza quasi esclusiva di colamenti rapidi (in verde chiaro). Tali forme gravitative superficiali sono attribuiti alle colate di detrito (*debris flow*) che si concentrano lungo i solchi e fossi di ruscellamento concentrato dei pendii carbonatici.

Relativamente al tratto T2, **dalla consultazione dell'Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia** non si evincono forme di dissesto censite in corrispondenza delle opere di progetto.

A supporto di tale studio è stato effettuato un rilevamento geomorfologico di dettaglio **in corrispondenza di tutto il tracciato di progetto, focalizzando l'attenzione in** corrispondenza delle aree cartografate dal PAI con i diversi livelli di rischio e attenzione sopracitati. Sono state prodotte dunque delle schede di sintesi al fine di chiarire gli eventuali fenomeni franosi in atto e o potenziali che possano eventualmente interferire con le opere di progetto. Gli assetti lito-stratigrafico, geomorfologico e idrogeologico dei versanti oggetto del rilievo sono stati illustrati con sezioni e stralci cartografici di dettaglio.

Relativamente al rischio idraulico e fenomeni di esondazione nelle aree di progetto, il **Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico redatto dall'AdB dei Fiumi Liri-Garigliano e Volturno** non segnala la presenza di alcuna area soggetta a tale rischio.

Il contesto idrogeologico all'interno del quale viene a collocarsi l'opera di progetto risulta essere fortemente influenzato dall'evoluzione geologico-strutturale dell'area, la quale attraverso la presenza di importanti lineamenti tettonici ha portato all'interposizione di successioni torbiditiche le quali vengono a porsi a contatto con unità schiettamente calcaree riconducibili a vari ambienti deposizionali variabili da successioni di piattaforma a successioni bacinali. Tale schema strutturale ha visto successivamente, a partire dal Pleistocene inferiore, la genesi di distretti vulcanici, tra cui il Vulcano dei Colli Albani.

Tramite l'analisi dell'elaborato è possibile riscontrare come il tracciato di progetto interessi principalmente tre unità idrogeologiche, di seguito descritte:

- **Unità idrogeologica detritico alluvionale "T9 – Valli dei Fiumi Sacco, Liri e Garigliano"**: tale unità risulta costituita in affioramento da depositi torbiditici prevalentemente afferenti all'unità arenaceo-pelitica (sigla CARG UAP) che per le loro caratteristiche di bassissima permeabilità non permettono l'esistenza di una circolazione idrica significativa. Tale unità, nel settore meridionale è interessato dall'affioramento di depositi alluvionali dell'alto bacino del Fiume Sacco, i quali risultano essere sede di falde di scarso significato idrogeologico;
- **Unità Idrogeologica carbonatica "C10 – Monti Sabini meridionali – Prenestini"**: l'unità idrogeologica dei Monti Sabini meridionali e Prenestini presenta litotipi appartenenti al complesso calcareo marnoso di bacino. Tale complesso è costituito da marne intercalate a calcari marnosi e calcareniti, per spessori di alcune centinaia di metri. Le intercalazioni calcaree, generalmente molto fessurate, sono interessate da un diffuso carsismo che può assumere localmente un particolare sviluppo (Capelli et alii, 1990). Lungo la serie, ove predominano sequenze calcaree e calcarenitiche, sono presenti falde discontinue;
- **Unità Idrogeologica vulcanica "V5 – Colli Albani"**: tale unità presenta un acquifero centrale posto per lo più al di sopra dei 200 m.s.l.m. sostenuto dalla sequenza a bassa permeabilità identificabile con il "Tufo Lionato" (VSN1) e le "Pozzolanelle" (VSN2) e di un acquifero basale ospitato dai depositi che compongono il vulcano strato e sostenuto dal substrato a bassa permeabilità

regionale delle argille marine plio-pleistoceniche. Questi acquiferi presentano circolazioni idriche caratterizzate da direzioni di flusso radiali lungo le pendici **dell'edificio vulcanico.**

L'analisi approfondita dell'assetto idrogeologico, con particolare riguardo al tratto di tracciato T2, ha portato ad una definizione dei complessi idrogeologici, di seguito rappresentata:

- 1 - Complesso dei depositi alluvionali (*potenzialità acquifera da bassa a medio alta*)
Alluvioni ghiaiose, sabbiose, argillose attuali e recenti anche terrazzate e coperture eluviali e colluviali (OLOCENE). Spessore variabile da pochi metri ad oltre un centinaio di metri. Dove il complesso è costituito dai depositi alluvionali **dei corsi d'acqua perenni presenta gli spessori maggiori (da una decina ad oltre un centinaio di metri)** e contiene falde multistrato di importanza regionale. I **depositi alluvionali dei corsi d'acqua minori, con spessori variabili da pochi metri** ad alcune decine di metri, possono essere sede di falde locali di limitata estensione;
- 2 - Complesso dei depositi detritici (*potenzialità acquifera medio alta*)
Detriti di falda e di pendio, depositi morenici, di conoide e di frana e terre rosse (Pleistocene - Olocene) con spessori variabili fino ad alcune decine di metri. Dove poggia su un substrato più permeabile non contiene falde significative, ma contribuisce alla ricarica delle falde del substrato. Dove è sostenuto da un substrato meno permeabile ospita falde sospese che alimentano sorgenti diffuse a regime generalmente stagionale. Le grandi conoidi possono contenere falde perenni alimentate da infiltrazione zenitale e, localmente, da apporti provenienti dagli acquiferi con cui sono in continuità idraulica;
- 3 - Complesso delle lave (*potenzialità acquifera medio alta*)
Il complesso comprende i diversi depositi lavici appartenenti alla serie albana, presenti in diverse posizioni stratigrafiche, comprensive delle litofacies piroclastiche associate (LLL, FKBB). Gli spessori vanno da qualche metro ai circa 25-30 metri delle colate più importanti. Dal punto di vista della potenzialità idrica il complesso può essere sede di circolazione preferenziale, laddove lo stato di

fratturazione lo permetta. Il complesso presenta un grado di permeabilità relativa alto;

- 4 – Complesso del Tufo Lionato (*potenzialità acquifera bassa*)

Questo complesso è costituito dal Tufo Lionato della Formazione di Villa Senni (VSN1). Si tratta di depositi da colata piroclastica, massivi e caotici, litoidi per effetto della zeolitizzazione, costituiti da facies con matrice sia cineritica, alla base, che più grossolana, al tetto. **Gli spessori massimi dell'unità raggiungono i 25 m.** Il complesso si presenta come una bancata piuttosto regolare e continua nel sottosuolo. Per il suo andamento piuttosto continuo e le sue caratteristiche fisiche di aquitard può sostenere la falda superiore, che viene però a mancare laddove si presenta fratturato. Nel complesso, il grado di permeabilità relativa assegnato è medio per fratturazione;

- 5 – Complesso delle vulcaniti albane altamente permeabili (*potenzialità acquifera alta*)

Comprende i termini della successione vulcanica albana caratterizzati da elevata permeabilità (SLVb, VSN2, VSN2b, PNR, RED). È costituito da depositi di colata piroclastica genericamente massivi e caotici, da incoerenti a litoidi, da coni di scorie e dai relativi prodotti vulcanoclastici. Gli spessori sono variabili in funzione della differente natura delle litologie costituenti il complesso e vanno da qualche metro a oltre 50 m. La geometria dei depositi che costituiscono il complesso è **anch'essa variabile, poiché la maggior parte dei prodotti emessi si è deposta** tendendo a livellare la paleomorfologia. Il grado di permeabilità relativa è alto per porosità e subordinatamente per fratturazione;

- 6 – Complesso delle vulcaniti albane scarsamente permeabili (*potenzialità acquifera bassa*)

Nel complesso sono stati accorpati i depositi vulcanici del Distretto dei Colli Albani a bassa permeabilità (KKA, TDC, VLC), sia di deposizione primaria, costituiti prevalentemente da ignimbriti da prossimali a distali, sia da prodotti rimaneggiati. Gli spessori sono variabili, con valori massimi di 10-15 m, che però a volte raggiungono i 30-40 m. La geometria dei depositi che costituiscono il complesso è variabile poiché deriva da colate ignimbritiche che hanno colmato le paleomorfologie. Il grado di permeabilità relativa è scarso;

- 7 – Complesso dei flysch marnoso arenacei (*potenzialità acquifera bassa*)
Associazioni pelitico-arenacea in strati da sottili a medi (Flysch di Frosinone). Spessore di alcune centinaia di metri. Il complesso risulta essere privo di una circolazione idrica sotterranea di importanza regionale, può ospitare falde locali **e discontinue all'interno degli orizzonti calcarenitici fratturati. Il grado di permeabilità risulta essere basso.**
- 8 – Complesso calcareo marnoso di piattaforma (*potenzialità acquifera medio alta*)
Successione di calcari marnosi, marne e calcareniti (Cretacico superiore – Miocene) con spessore fino a centinaia di metri. Gli affioramenti dei litotipi calcarei contribuiscono alla ricarica degli acquiferi carbonatici regionali del dominio di piattaforma. I litotipi marnosi riducono la capacità di ricarica e sostengono falde di modesta entità e di interesse locale. Il grado di permeabilità relativa è medio – alta;
- 9 – Complesso calcareo marnoso di bacino (*potenzialità acquifera medio bassa*)
Successione di marne e calcari marnosi (Eocene-Miocene). Il complesso comprende le formazioni calcareo-marnose che chiudono sia la successione umbro-marchigiana che la successione laziale abruzzese. Spessore massimo di alcune centinaia di metri. Il grado di permeabilità relativa è medio basso;
- 10 – Complesso dei calcari di piattaforma (*potenzialità acquifera molto alta*)
Calcari detritici, micritici, con intercalazioni dolomitiche; calcari organogeni e breccie calcaree della successione laziale (Lias medio – Cretacico superiore). Spessori di centinaia di metri. Quando affiorano con continuità, tale complesso è sede di articolati ed imponenti acquiferi che alimentano importanti sorgenti. Il grado di permeabilità è molto alto.

L'analisi del materiale bibliografico disponibile successivamente verificato ricorrendo **all'utilizzo di n.5 piezometri (n.3 di nuova realizzazione e n.2 piezometri storici realizzati nel corso di campagne pregresse).**

In particolare, **nell'area del tratto T1 i carichi idraulici presentano un massimo nell'area di Monte Castellone (con valori di circa 630 m.s.l.m.). Da quest'area, è presente un deflusso orientato parallelamente al tracciato, fino ad un minimo relativo posto in**

località Cretone, con valori di carico idraulico di ca. 400 m.s.l.m. ca. Proseguendo lungo il tracciato, si assiste ad un aumento delle quote piezometriche le quali dopo aver raggiunto valori superiori ai 600 m.s.l.m. in prossimità del Fosso di Capranica, tornano a ridursi con un deflusso orientato in direzione circa N-S.

Si segnala inoltre come, a partire circa dall'altezza dell'abitato di Capranica Prenestina, il Fosso di Capranica e successivamente il Torrente Rio, ricevano alimentazione dalle acque sotterranee presenti, come desumibile dalle sorgenti lineari rappresentate.

Per il tratto T2, risultano presenti due circolazioni idriche sotterranee orientate in direzione ca. NE-SW. La circolazione idrica più profonda, di carattere regionale, presenta valori di carico idraulico compresi da un massimo di circa 270 m.s.l.m. in prossimità del centro abitato di Cave ad un minimo di poco inferiore ai 200 m.s.l.m. in corrispondenza **di Colle Sant'Angelo.**

La falda più superficiale, la quale presenta direzioni di deflusso del tutto comparabili con **l'acquifero regionale profondo, è ospitata all'interno del membro piroclastico della** Formazione di Madonna degli Angeli e sostenuta dal sottostante membro del Tufo **Lionato della Formazione di Villa Senni. In quest'area, tale circolazione idrica presenta** valori variabili da un massimo di 360 m.s.l.m. in prossimità del centro abitato di Cave **ad un minimo di 310 m.s.l.m. in corrispondenza di Colle Sant'Angelo.**

In merito all'interazione del tracciato di progetto con le falde idriche presenti va innanzitutto sottolineato come tale opera preveda scavi superficiali con profondità medie pari a circa 2-3 metri dal p.c.

Un'opera con un tale andamento altimetrico, si presenta per gran parte dei tracciati dei tratti T1 e T2 tale da non interferire con circolazioni idriche significative presenti.

Per il tratto T1, a partire dal Manufatto Partitore 'Monte Castellone' all'intersezione con il Fosso di Capranica, la falda presente risulta posta a quote sensibilmente inferiori al piano campagna, con valori di soggiacenza massimi in corrispondenza delle dorsali e minimi a ridosso di Fosso della Valle in località Cretone. In tale area si segnala comunque come a quote di fondo scavo variabili tra i 407 e i 410 m.s.l.m. corrispondano valori di carico idraulico pari a ca. 400 m.s.l.m.

Nel successivo tratto posto tra i picchetti 183 e 387 il tracciato di progetto interessa per la sua quasi totalità calcareniti della formazione dei Calcari a Briozoi e Litotamni. Tali litotipi appartenenti al complesso calcareo marnoso di piattaforma, benché dotati di potenzialità acquifera medio-alta, in quest'area presentano una circolazione discontinua, la quale, nell'area interessata dall'attraversamento del tracciato, non segnala evidenze riconducibili a circolazioni idriche presenti, così come desumibile dall'assenza di sorgenti lineari o puntuali.

L'analisi del tratto posto tra il picchetto n.388 e la fine del tratto T1, permette di constatare come in quest'area sia presente una falda posta a quote prossime al piano campagna. Quanto appena detto risulta confermato sia dalla presenza di sorgenti lineari in questo tratto del torrente Rio che dal carico idraulico misurato nel piezometro SM3.

Il tratto interessato dalla presenza del tracciato del tratto T2, presenta uno schema di circolazione idrica caratterizzato dalla presenza di una falda profonda, a carattere regionale posta tra i 200 e i 270 m.s.l.m. ed una falda sospesa, superficiale, con quote variabili tra i 310 e i 370 m.s.l.m.

Lo schema di circolazione idrica sopra descritto, considerando profondità di scavo pari a circa 2-3 m di profondità, lascia presupporre come le opere di progetto possano interferire esclusivamente localmente con la presenza della sola falda sospesa superficiale escludendo qualsiasi sorta di interferenza con la sottostante falda regionale.

Nello specifico, l'interferenza tra la falda superficiale e le opere di progetto, si prevede possibile nei tratti in cui la realizzazione degli scavi venga a porsi in prossimità del contatto tra la sovrastante facies piroclastica della Formazione di Madonna degli Angeli ed il sottostante membro del Tufo Lionato della Formazione di Villa Senni.

Infine, analizzando più dettagliatamente i rapporti tra i singoli manufatti di progetto e l'assetto idrogeologico presente è stato possibile riscontrare quanto segue:

- Per i manufatti *T1-1 'Manufatto Partitore Monte Castellone'* e *T1-1.1. 'Manufatto di misura della portata e TLC'* si esclude qualsiasi potenziale interferenza tra questi ultimi e la circolazione idrica sotterranea, in quanto in quest'area la quota dei manufatti risulta essere di molto superiore alla quota di falda, che si assesta intorno tra i 630 e i 650 m.s.l.m;

- Per il manufatto *T1-2 'Manufatto Partitore Località Vadarna'* si escludono **interferenze tra il manufatto ed eventuali falde presenti. In quest'area, infatti il substrato calcareo come già sottolineato, non presenta indizi di quote di saturazione dell'acquifero** potenzialmente interferenti con il manufatto;
- Il manufatto *T1-3 'Manufatto di collegamento alla condotta Genazzano-Cave'*, vista la sua ubicazione e profondità di fondo scavo (321,7 m.s.l.m. ca.) è tale da interferire con la falda presente, così come evidenziato dai rilievi del livello di falda eseguiti presso il piezometro SM6PZ, dai quali sono emersi valori di carico idraulico variabili tra i 323 e i 322 m.s.l.m.;
- **Per l'area del manufatto T2-1 'Manufatto di partenza da Cave a Colle Sant'Angelo'** si escludono potenziali interferenze con la circolazione idrica sotterranea, così come dimostrato dalla realizzazione del piezometro SM4PZ, il quale dai rilievi effettuati evidenzia una falda a quote di circa 360 m.s.l.m, ovvero circa 10 metri al di sotto della profondità di fondo scavo del manufatto;
- Il manufatto T2-2 ' **Collegamento alla nuova condotta DN500 I Colli – Colle Illirio'** risulta potenzialmente interferente con la falda presente. Tale considerazione **deriva dalla presenza in quest'area, della sorgente Acqua di Maggio**. A tal riguardo si tiene a precisare come questa sorgente, la quale da bibliografia presenta una portata media pari a 0,5 L/s, è connessa ad una falda sospesa, la cui entità risulta molto influenzata dalla stagionalità. A tal proposito si segnala come dai sopralluoghi eseguiti, il fontanile di Acqua di Maggio sia risultato sempre privo di acqua.
- Infine, per il manufatto *T2-3 'Collegamento al Partitore Colle Sant'Angelo'* (quota di fondo scavo pari a 327,7 m.sl.m. ca.) si escludono potenziali interazioni tra il manufatto e la falda. Quanto appena detto è riscontrabile dai rilievi eseguiti piezometro SM6PZ, il quale, fenestrato fino ad una quota di 315 m.s.l.m., non ha evidenziato la presenza di acqua.

La sismicità relativa all'area della media valle del Fiume Aniene è principalmente legata **ai risentimenti dei terremoti prodotti dalle vicine strutture sismogeniche dell'Appennino centrale** (settore aquilano/marsicano con ipocentri a distanza inferiore a 100 km), oltre che di eventuali terremoti regionali (con ipocentri a distanza maggiore di 100 km).

Più localmente, entro un raggio di circa 20 km, dai cataloghi storici risulta una moderata **sismicità relativa all'alta Valle dell'Aniene caratterizzata da scosse isolate o brevi crisi sismiche come quelle relative ai terremoti dell'8 settembre 1941 (Cervara di Roma) e 11 marzo 2000 (Canterano) di magnitudo massima 4.3 e risentimenti nell'area di intensità macrosismica (MCS) massima pari a 7 (Molin et al., 2002) (Pirro & Di Maro, 2002).**

Con la vigente Classificazione Sismica della Regione Lazio (Delibera di Giunta Regionale n. 387 del 22/05/2009), **in recepimento dell'OPCM 3519/2006 recante i criteri generali** per la definizione delle zone sismiche e i relativi valori di pericolosità sismica di base a scala nazionale, i comuni interessati dalle opere di progetto sono tutti classificati nella Zona Sismica 2, Sottozona B **alla quale corrisponde un valore dell'accelerazione orizzontale di picco su suolo rigido compresa tra 0.15 g e 0.20 g.**

Ai sensi del D.P.R. 545/2010 che definisce le linee guida per gli studi di microzonazione sismica nel territorio della Regione Lazio, lo Studio di Livello 1 di microzonazione sismica **relativo all'elaborazione della Carta delle aree suscettibili di effetti locali o delle** microzone omogenee in prospettiva sismica (MOPS) è pubblicato per i seguenti comuni:

- Comune di Pisoniano;
- Comune di Capranica Prenestina;
- Comune di San Vito Romano;
- Comune di Genazzano;
- Comune di Cave;
- Comune di Valmontone.

In linea generale, l'opera di progetto interessa:

- Zone Stabili, corrispondenti al substrato calcareo lapideo stratificato nei pressi di San Vito Romano;
- Zone stabili suscettibili di amplificazione locale, corrispondenti alle alternanze marnoso-arenacee di Pisoniano, calcari micriti e marne calcaree nel territorio comunale di Capranica, depositi alluvionali nel territorio di Genazzano e depositi piroclastici di Cave e Valmontone;
- Zone suscettibilità di instabilità corrispondenti alle aree in frana.

Nel Capitolo 8 “Indagini geognostiche e geofisiche” vengono descritte nel dettaglio tutte le campagne di indagini che sono state effettuate e consultate per la progettazione. Dalle considerazioni di carattere geologico trattate nei precedenti capitoli, dalla consultazione dei dati geologici, geotecnici, geofisici di repertorio, dalle informazioni di carattere geomeccanico raccolte e dai dati desunti dalla campagna geognostica effettuata, è stato possibile proporre l’istituzione delle Unità Litotecniche, le cui caratteristiche sono illustrate nel Capitolo 9 “Unità Litotecniche”.