

COMMITTENTE



PROGETTAZIONE:



DIREZIONE TECNICA

U.O. GEOLOGIA, GESTIONE TERRE E BONIFICHE

PROGETTO DEFINITIVO

LINEA ROMA – VITERBO

RADDOPPIO TRATTA CESANO – VIGNA DI VALLE

EMISSIONE A SEGUITO PARERE CSSLPP

GEOLOGIA, GEOMORFOLOGIA E IDROGEOLOGIA

Relazione Geologica

SCALA:

-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV.

NR1J 01 D 69 RG GE0001 001 B

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	EMISSIONE ESECUTIVA	F. Mancini	Novembre 2018	R. Briganti	Novembre 2018	Paoletti	Novembre 2018	F. Marchese
B	EMISSIONE ESECUTIVA	F. Mancini	Novembre 2019	R. Briganti	Novembre 2019	Paoletti	Novembre 2019	F. Marchese

ITALFERR S.p.A.
Dott. Geologo Francesco MARCHESE
Resp. UO GEOLOGIA, GESTIONE TERRE E BONIFICHE
Ordine Geologi Lazio n. 179 ES

File:....doc

n. Elab.: 32

LINEA ROMA – VITERBO. RADDOPPIO TRATTA
CESANO – VIGNA DI VALLE.

COMMES	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01	D 69 RG	GE 00 01001	B	2 di 122

RELAZIONE GEOLOGICA

INDICE

1	PREMESSA.....	5
2	CONTENUTI DEL DOCUMENTO.....	5
3	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....	6
3.1	DOCUMENTI REFERENZIATI	6
4	LOCALIZZAZIONE GEOGRAFICA.....	7
5	QUADRO GEOLOGICO	8
5.1	EVOLUZIONE PALEOGEOGRAFICA	8
5.2	INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE.....	8
5.3	DISTRETTO VULCANICO SABATINO	11
6	INQUADRAMENTO TETTONICO STRUTTURALE.....	13
7	ASSETTO GEOLOGICO LOCALE	17
7.1	FORMAZIONI DELL' APPARATO VULCANICO SABATINO (PLEISTOCENE).....	18
7.2	FORMAZIONI SEDIMENTARIE CONTINENTALI (OLOCENE).....	20
8	ASSETTO GEOMORFOLOGICO.....	21
8.1	DINAMICHE GEOMORFICHE DEL SITO DI STUDIO	21
8.1.1	<i>Forme, processi e depositi gravitativi.....</i>	21
8.1.2	<i>Forme, processi e depositi dovuti alle acque correnti superficiali.....</i>	22
9	ASSETTO IDROGEOLOGICO	23
9.1	IDROGRAFIA	23
9.2	COMPLESSI IDROGEOLOGICI.....	26
9.2.1	<i>Dati idrologici</i>	27
9.2.2	<i>Generalità sulle permeabilità relativa dei depositi cartografati</i>	30
9.2.3	<i>Sintesi del grado di permeabilità e portate sorgenti.....</i>	30

LINEA ROMA – VITERBO. RADDOPPIO TRATTA
CESANO – VIGNA DI VALLE.

COMMES	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01	D 69 RG	GE 00 01001	B	3 di 122

RELAZIONE GEOLOGICA

9.2.4	<i>Condizioni di deflusso idrico sotterraneo</i>	34
10	COMPAGNA DI INDAGINE.....	39
10.1	SONDAGGI A ROTAZIONE E CAROTAGGIO CONTINUO.....	39
10.1.1	<i>Prove di permeabilità tipo Lefranc e rilievi della falda</i>	40
10.1.2	<i>Prove SPT</i>	42
10.1.3	<i>Stratigrafie geomeccanica</i>	43
10.2	PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO.....	44
10.3	INDAGINI GEOFISICHE.....	47
10.3.1	<i>Metodologie impiegate</i>	47
10.3.2	<i>Risultati delle Prospezioni Sismiche</i>	49
10.4	STOP GEOLOGICI.....	54
10.4.1	<i>STOP 1</i>	54
10.4.2	<i>STOP 2</i>	55
10.4.3	<i>STOP 3</i>	56
10.4.4	<i>STOP 4</i>	57
10.4.5	<i>STOP 5</i>	58
10.4.6	<i>STOP 6</i>	59
10.4.7	<i>STOP 7</i>	60
10.4.8	<i>STOP 8</i>	61
10.4.9	<i>STOP 9</i>	63
10.4.10	<i>STOP 10</i>	64
10.4.11	<i>STOP 11</i>	65
10.4.12	<i>STOP 12</i>	66
10.4.13	<i>STOP 13</i>	67
10.4.14	<i>STOP 14</i>	68

LINEA ROMA – VITERBO. RADDOPPIO TRATTA CESANO – VIGNA DI VALLE. RELAZIONE GEOLOGICA	COMMES	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NR1J	01	D 69 RG	GE 00 01001	B	4 di 122

11	CONCESSIONE MINERARIA “SORGENTI ACQUA CLAUDIA” E INDAGINI BIBBLOGRAFICHE NELL’ABITO DELLA RICERCA	69
12	SISMICITÀ DELL’AREA	76
12.1	SISMICITÀ STORICA	76
12.2	ZONAZIONE SISMICA SECONDO DM 17-01-2018.....	83
12.2.1	<i>Amplificazione stratigrafica: categoria di sottosuolo.....</i>	<i>93</i>
12.3	MAGNITUDO DI RIFERIMENTO.....	100
13	CONDIZIONI E CRITICITÀ GEOLOGICO – GEOMORFOLOGICHE E IDROGEOLOGICHE LUNGO IL TRACCIATO.	103
13.1	ASPETTI GEOLOGICI – GEOMORFOLOGICI.....	103
13.2	ASPETTI IDROGEOLOGICI.....	108
13.3	DESCRIZIONE DEL TRACCIATO.....	109
13.3.1	<i>Tratto da pk 27+769 a pk 29+050.....</i>	<i>110</i>
13.3.2	<i>Tratto da pk 29+050 a pk 29+650.....</i>	<i>110</i>
13.3.3	<i>Tratto da pk 29+650 a pk 29+900.....</i>	<i>111</i>
13.3.4	<i>Tratto da pk 29+900 a pk 31+300.....</i>	<i>111</i>
13.3.5	<i>Tratto da pk 31+300 a pk 32+950.....</i>	<i>112</i>
13.3.6	<i>Tratto da pk 32+950 a pk 34+600.....</i>	<i>112</i>
13.3.7	<i>Tratto da pk 34+600 a pk 36+050.....</i>	<i>113</i>
13.3.8	<i>Tratto da pk 36+050 a pk 37+250.....</i>	<i>114</i>
13.3.9	<i>Tratto da pk 37+250 a pk 38+000.....</i>	<i>114</i>
13.3.10	<i>Tratto da pk 38+000 a pk 39+497.....</i>	<i>115</i>
14	RISCHIO DI LIQUEFAZIONE	116
15	RIFERIMENTI BIBBLOGRAFICI	121

	LINEA ROMA - VITERBO RADDOPPIO TRATTA CESANO – VIGNA DI VALLE					
LINEA ROMA – VITERBO. RADDOPPIO TRATTA CESANO – VIGNA DI VALLE. RELAZIONE GEOLOGICA	COMMES NR1J	LOTTO 01	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO GE 00 01001	REV. B	FOGLIO 5 di 122

1 PREMESSA

Nell’ambito dell’esecuzione dello studio geologico per il “Progetto Definitivo di Raddoppio Cesano – V.di Valle” sono stati effettuati rilievi ed approfondimenti propedeutici alla redazione degli elaborati di sintesi previsti dal progetto stesso.

Il progetto prevede il raddoppio e la velocizzazione di un tratto ferroviario di circa 12 Km, della linea Roma - Viterbo, compreso tra le stazioni di Cesano e Vigna di Valle. Il tracciato di progetto inizia poco oltre la stazione di Cesano e termina alla Stazione di Vigna di Valle.

Il lavoro si è svolto attraverso le seguenti fasi operative:

- acquisizione ed analisi degli studi geologici esistenti riguardanti l’area di interesse;
- approfondimenti conoscitivi mediante studi fotointerpretativi condotti su ortofoto;
- rilievi diretti sul terreno mirati alla definizione delle caratteristiche geologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche dell’area;
- analisi delle indagini geognostiche appositamente realizzate nell’area di interesse progettuale;
- analisi dei dati e redazione delle presenti note di sintesi.

2 CONTENUTI DEL DOCUMENTO

Le presenti note e gli elaborati cartografici ad esse allegati contengono la sintesi dello studio effettuato, rappresentato dal modello geologico, e chiariscono gli aspetti connessi con lo scenario naturale relativamente alla componente geologica in cui si colloca il settore di studio con particolare riguardo agli elementi ritenuti critici dal punto di vista geologico e geomorfologico.

	LINEA ROMA - VITERBO RADDOPPIO TRATTA CESANO – VIGNA DI VALLE					
LINEA ROMA – VITERBO. RADDOPPIO TRATTA CESANO – VIGNA DI VALLE. RELAZIONE GEOLOGICA	COMMES NR1J	LOTTO 01	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO GE 00 01001	REV. B	FOGLIO 6 di 122

3 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

3.1 Documenti Referenziati

Sono stati utilizzati come input per il presente documento i seguenti elaborati:

- Rif. [1] NR1J00D29GEGE0005001A – Relazione Geotecnica Generale;
- Rif. [2] NR1J01D69RGGE0001002A – Relazione di compatibilità Geomorfologica;
- Rif. [3] NR1J01D69SGGE0001001A – 2017 - Indagini Geognostiche e Prove in Situ;
- Rif. [4] NR1J01D69IGGE0001001A – 2017 - Indagini Geofisiche (Down Hole – Masw);
- Rif. [5] NR1J01D69SGGE0001001A – 2018 - Indagini Geognostiche integrative e prove in situ;
- Rif. [6] NR1J01D69SGGE0001003A – 2018 - Indagini Geognostiche integrative bis e prove in situ;
- Rif. [7] NR1J01D69PRGE0001001A – 2017 – Prove di Laboratorio Geotecnico;
- Rif. [8] NR1J01D69PRGE0001002A – 2018 – Prove di Laboratorio Geotecnico Integrative.
- Rif. [9] NR1J01D69SGGE0001001A – 2019 - Indagini Geognostiche integrative e prove in situ;**

	LINEA ROMA - VITERBO RADDOPPIO TRATTA CESANO – VIGNA DI VALLE					
LINEA ROMA – VITERBO. RADDOPPIO TRATTA CESANO – VIGNA DI VALLE. RELAZIONE GEOLOGICA	COMMES NR1J	LOTTO 01	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO GE 00 01001	REV. B	FOGLIO 7 di 122

4 LOCALIZZAZIONE GEOGRAFICA

L'area di studio si colloca nella porzione centrale della regione Lazio, a ridosso del Lago di Bracciano, in corrispondenza del collegamento ferroviario tra le località Vigna di Valle e Cesano. Il progetto prevede la realizzazione del raddoppio della linea ferroviaria attualmente a binario singolo. Il tracciato attraversa i territori comunali di Bracciano, Anguillara Sabazia e Roma (Città metropolitana di Roma).

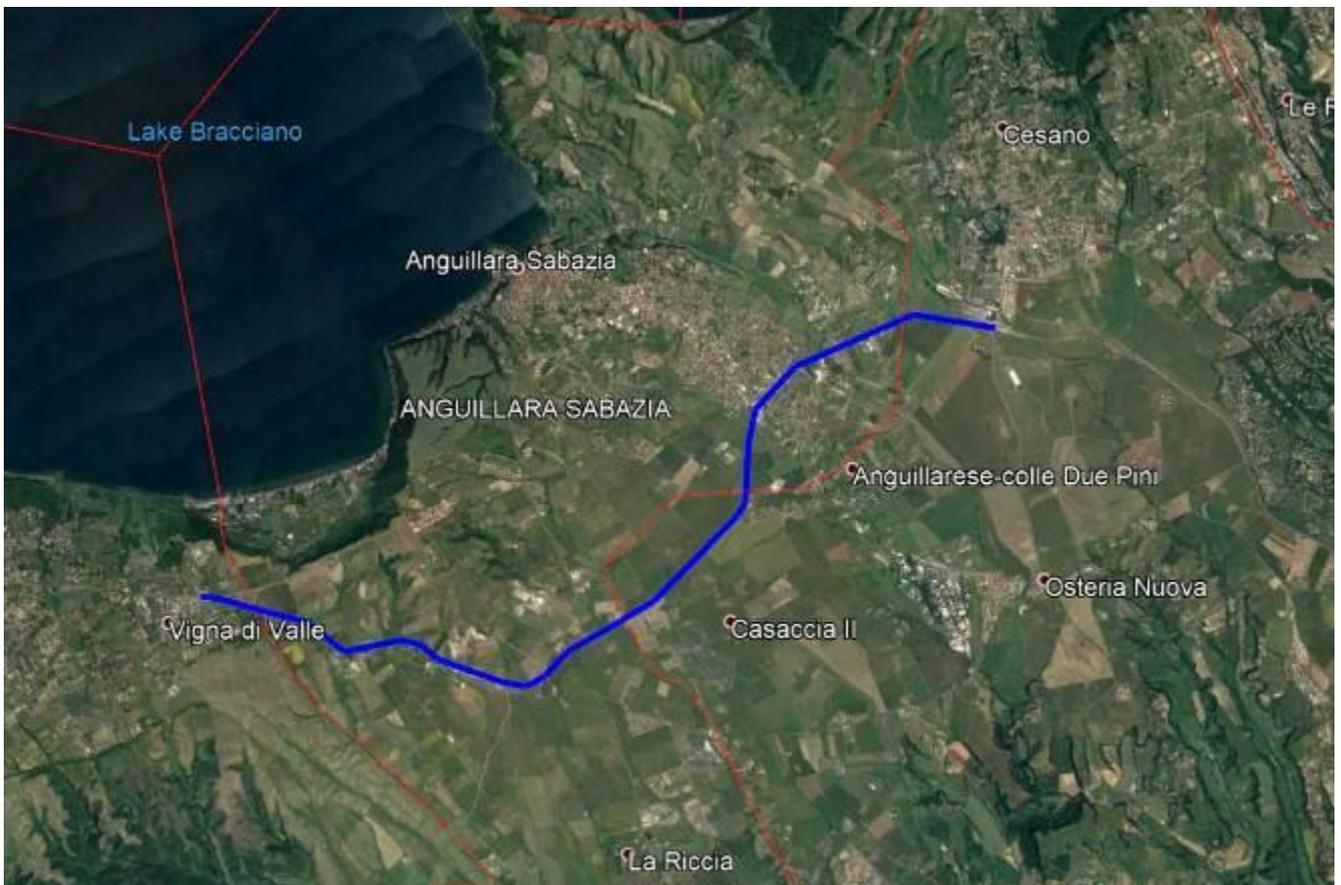


Fig. 4-1 – Localizzazione geografica tracciato di studio

Con riferimento alla Carta Topografica d'Italia edita dall'Istituto Geografico Militare Italiano (I.G.M.I.), l'area oggetto di studio è individuabile all'interno del Foglio 143 (Bracciano) in scala 1:100000, negli elementi n° 364111, 364112, 364122, 364123 in scala 1:5000.

	LINEA ROMA - VITERBO RADDOPPIO TRATTA CESANO – VIGNA DI VALLE					
LINEA ROMA – VITERBO. RADDOPPIO TRATTA CESANO – VIGNA DI VALLE. RELAZIONE GEOLOGICA	COMMES NR1J	LOTTO 01	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO GE 00 01001	REV. B	FOGLIO 8 di 122

5 QUADRO GEOLOGICO

5.1 EVOLUZIONE PALEOGEOGRAFICA

L'evoluzione geodinamica dell'area mediterranea tuttora in corso, ha determinato la complessa storia geologica dell'area di studio.

Il margine tirrenico a partire dal Pliocene viene interessato da un progressivo processo di *rifting*, che porta ad un notevole assottigliamento crostale. A causa di tale processo l'intera area viene sommersa da un mare piuttosto profondo, dal quale emergevano alti strutturali, in cui si accumulava nel tempo una potente serie di terreni prevalentemente argilloso-marnosi dello spessore di diverse centinaia di metri.

Durante il Pleistocene inferiore, si assiste ad un mutamento delle condizioni paleogeografiche del bacino di sedimentazione dovute sia a movimenti tettonici sia dal ripetersi di periodi glaciali e interglaciali che provocarono oscillazioni del livello marino. Tali mutamenti portarono ad una diversificazione dei prodotti di sedimentazione che da depositi prevalentemente argillosi marini passarono progressivamente verso l'alto a sedimenti limosi e sabbiosi di origine continentale.

Tali termini costituiscono la base sedimentaria marina al di sopra della quale si rinvengono tutti i terreni del "Pleistocene Glaciale" (sedimentario e vulcanico) direttamente osservabili entro il territorio di studio e di cui ai paragrafi successivi.

5.2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE

L'area di studio ha una storia geologica complessa; a partire dal Paleozoico (non affiorante) costituito da ammassi di tipo metamorfico a profondità di vari chilometri (oltre 3.000m dal p.c attuale) si sovrappongono le formazioni calcaree del Mesozoico (Trias-Cretaceo) al quale seguono verso l'alto il Flysch della Tolfa (Cretaceo-Oligocene) appartenenti alle liguridi alloctone.

Al di sopra si sono depositi in continuità i depositi argillo, marnoso, sabbiosi paraautoconomi e neoautoctoni che vanno dal Miocene al Quaternario (Pleistocene).

LINEA ROMA – VITERBO. RADDOPPIO TRATTA
CESANO – VIGNA DI VALLE.

COMMES	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01	D 69 RG	GE 00 01001	B	9 di 122

RELAZIONE GEOLOGICA

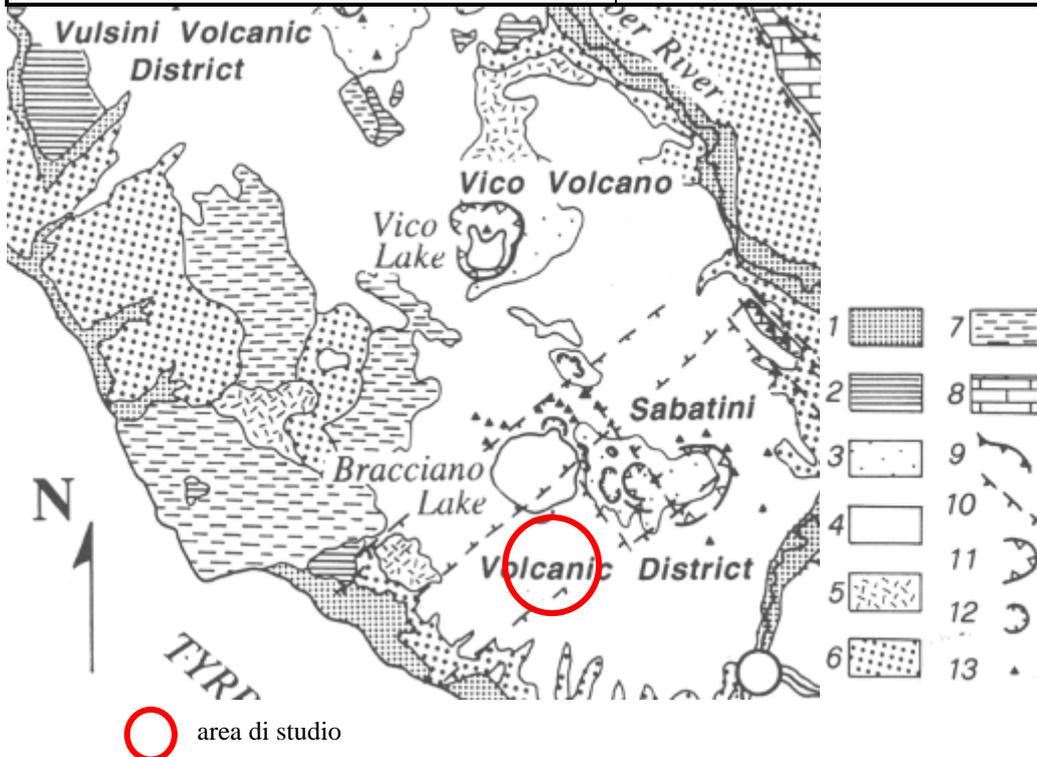


Fig. 5-1 Schema geologico generale d'inquadramento dell'area di studio (1: sedimenti marini e continentali –Pleistocene/Olocene; 2: travertini; 3: unità idromagmatiche; 4: distretto vulcanico acido Tolfa/Cerite/Manziate; 5: prodotti vulcanici K-alcali; 6: sedimenti marini plio-pleistocenici; 7: marne e calcari marnosi oligocenici; 8: calcari e marne meso-cenozoici; 9: sovrascorrimenti; 10: faglie normali; 11: caldere; 12: crateri; 13: coni di scorie. (D. De Rita *et al.*, 1996)

Relativamente ai depositi quaternari di diretto interesse per il presente studio, l'area presenta caratteristiche associabili all'apparato descritto in bibliografia come “**Vulcani Sabatini**”.

Il vulcanesimo sabatino ha avuto un'evoluzione molto complicata e nella suo lungo sviluppo si è articolata in diverse fasi temporalmente distinte e in una serie di apparati separati nello spazio che rendono lo studio di tale area alquanto complesso e incerto relativamente alle attribuzioni stratigrafiche, per le intercalazione ed digitazioni dei prodotti provenienti dai diversi settori.

LINEA ROMA – VITERBO. RADDOPPIO TRATTA
CESANO – VIGNA DI VALLE.

COMMES	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01	D 69 RG	GE 00 01001	B	10 di 122

RELAZIONE GEOLOGICA

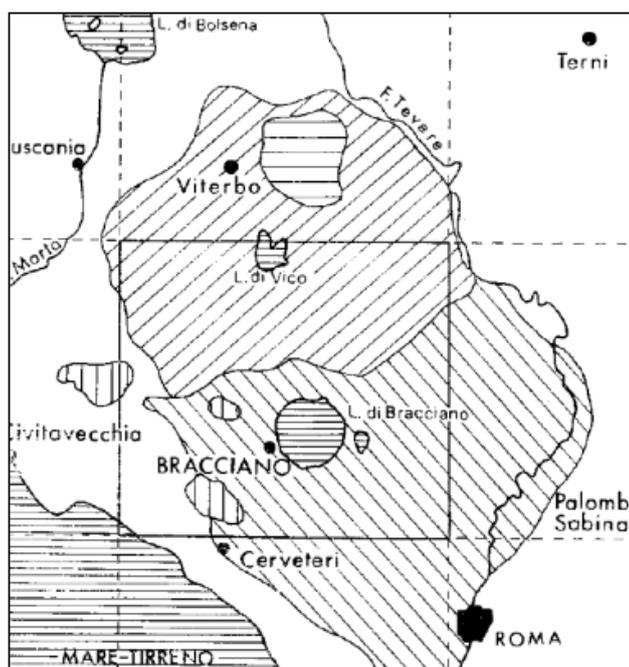


Fig. 5-2 Rappresentazione schematica della diffusione dei prodotti dei singoli apparati vulcanici (Bertini *et al*, 1971).

Le vulcaniti Sabatine sono sempre sottostanti alle vulcaniti di Vico a Nord e sono comunemente sottoposti ai prodotti del vulcano Laziale a Sud. L'area è prevalentemente costituita da un plateau comprendente ignimbriti ed espandimenti lavici.

Al centro di questo plateau si apre la grande depressione vulcano-tettonica di Bracciano, il cui sprofondamento ha smembrato numerosi dei centri minori.

Di diretto interesse sono i crateri e le caldere che si estendono ad oriente del Lago di Bracciano, da Martignano a Sacrofano ed a Baccano. Oltre a questi apparati è opportuno ricordare che le grandi effusioni ignimbritiche del vulcanesimo sabatino sono associate ad apparati fessurali distribuiti su una fascia semicircolare che borda a Sud, ad Est ed Ovest, il gruppo sabatino.

Già vista la difficoltà di una precisa ricostruzione delle fasi vulcaniche sabatine, si possono ad oggi ricostruire con maggiore grado di affidabilità solamente le effusioni più estese ed aventi un carattere regionale:

- due cicli di effusioni ignimbritiche, localmente sovrapposti ai depositi vulcanico sedimentari, sottostanno ad ampie effusioni laviche particolarmente sviluppate nei settori meridionale ed occidentale.
- Un ultimo tardivo ciclo effusivo ha determinato la messa in posto di una serie di colate di probabile natura ignimbritica (mud-flows o lahar) spesso ad alta temperatura: episodi esplosivi e fluvio-lacustri sono ampiamente manifesti in alternanza ai termini maggiori della serie vulcanica.

5.3 DISTRETTO VULCANICO SABATINO

Il distretto Vulcanico Sabatino è parte della provincia Vulcanica Laziale. Sebbene l'origine dell'attività vulcanica sia dibattuta, le recenti interpretazioni definiscono lo stile tettonico come postcollisionale ed il magmatismo associato come connesso ai fenomeni di subduzione piuttosto che a fenomeni di *rifting*.

La più larga struttura vulcanica dell'area è rappresentata dalla depressione areale ora individuata dal Lago di Bracciano. Il principale centro eruttivo è la struttura tipo stratovulcano di Sacrofano. Numerosi altri centri minori rendono l'area con una morfologia a crateri; le attività sono principalmente esplosive, producendo grandi volumi di piroclastiti e subordinatamente effusioni laviche.

Il perimetro del lago di Bracciano è caratterizzato da diversi centri eruttivi minori come Trevignano, Vigna di Valle, Polline e Acquerello.

Di seguito la colonna stratigrafica nei due settori Est ed Ovest del Distretto Vulcanico Sabatino, con uno schema dei prodotti vulcanici presenti.

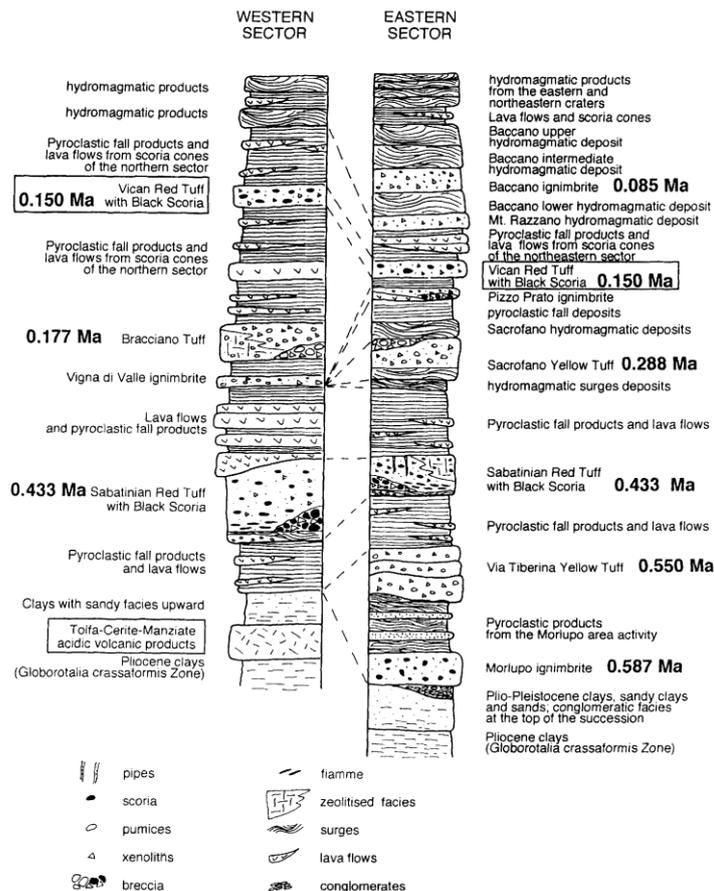


Fig. 5-3 Colonna stratigrafica del distretto vulcanico Sabatino: parte occidentale – parte orientale (D. De Rita *et al.*, 1996).

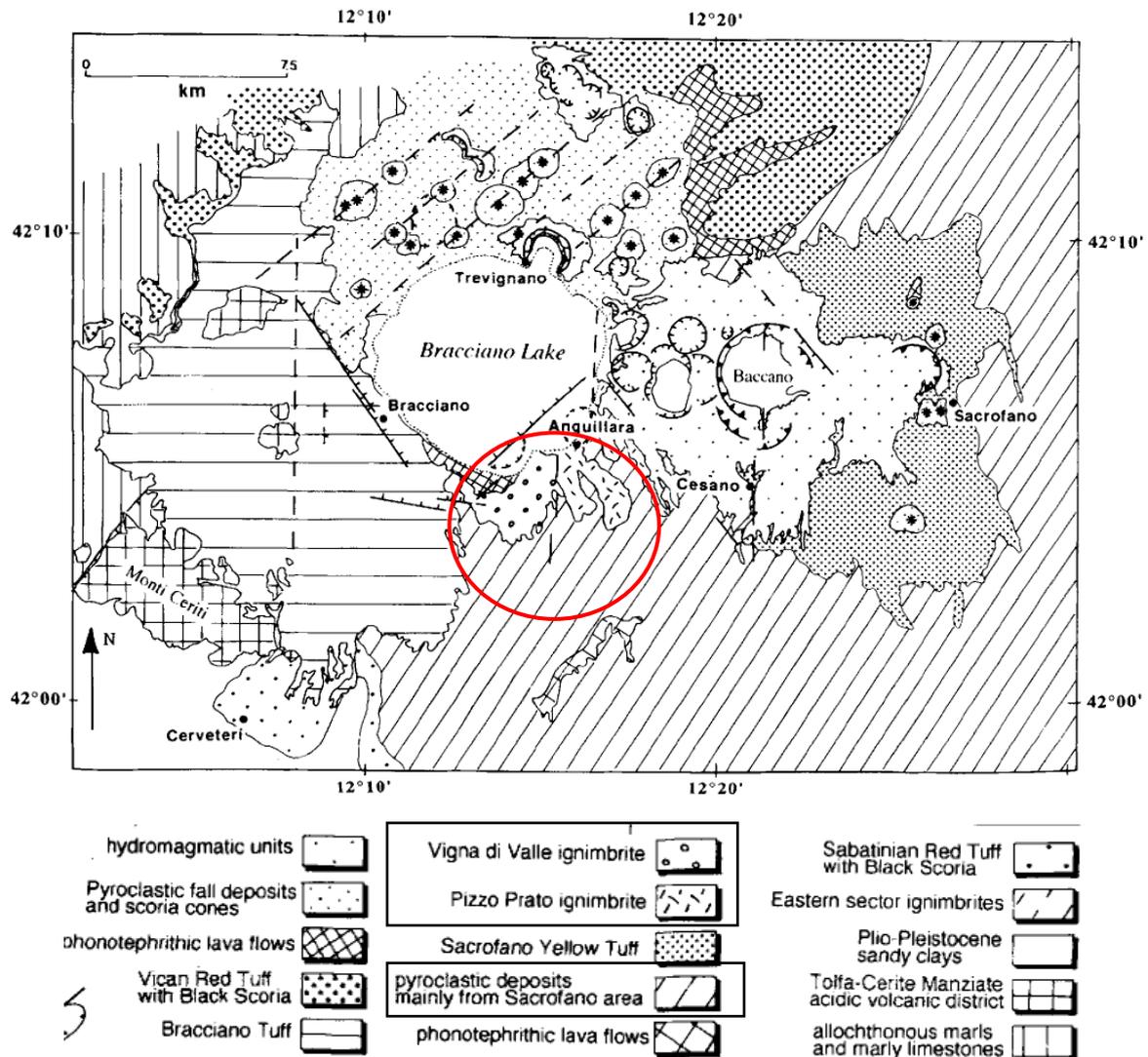


Fig. 5-4 Schema dei prodotti vulcanici del complesso Vulcanico Sabatino (D. De Rita *et al.*, 1996).

La composizione dei prodotti eruttati all'interno del distretto vulcanico Sabatino sono considerati transizionali tra i prodotti mafici delle Leuciti dei Colli Albani (a Sud) ed i prodotti differenziati di Vico e Vulsini (a Nord).

Le rocce vulcaniche giacciono come indicato in precedenza sul basamento sedimentario mesozoico la cui stratigrafia può essere così sintetizzata (Baldi *et al.*, 1974):

- (1) complesso flyscoidale alloctono (tardo Cretaceo – Oligocene – Miocene) costituito da alternanze di calcareniti, calcari marnosi, argille alternate ad calcareniti e arenarie quarzo feldspatiche.
- (2) Complesso carbonatico basale (Tardo Trias?) che consiste in marne, calcari marnosi, e calcari (spessore totale fino 2000m).



LINEA ROMA - VITERBO
RADDOPPIO TRATTA CESANO – VIGNA DI VALLE

LINEA ROMA – VITERBO. RADDOPPIO TRATTA CESANO – VIGNA DI VALLE. RELAZIONE GEOLOGICA	COMMES	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NR1J	01	D 69 RG	GE 00 01001	B	13 di 122

6 INQUADRAMENTO TETTONICO STRUTTURALE

A livello d'inquadramento tettonico-strutturale, il modello crostale regionale sviluppato da dati bibliografici può essere così descritto, dalla superficie fino a circa 30 km di profondità:

- 500 metri di spessore di coperture sedimentarie Plio-Pleistoceniche (caratterizzate da una bassa velocità di propagazione delle onde S);
- 1350 metri circa di unità sedimentarie ascrivibili alle unità Liguridi (caratterizzate da un valore di Vs di circa 2600 m/s). La superficie al passaggio tra unità Plio-Pleistoceniche e Liguridi presenta anche una geometria inclinata;
- 5000 metri circa di unità ascrivibili alle sequenze carbonatiche della falda Toscana (caratterizzate da un valore di Vs di circa 3600 m/s). Questo livello è anche caratterizzato da anisotropia, che può essere speculativamente associata alla fratturazione (generalmente presente nelle unità carbonatiche che, in questo settore, ospitano acquiferi regionali).
- 5300 metri circa appartenenti ad un livello caratterizzato da una Vs di 3800 m/s, che in una prima interpretazione geologico-strutturale può essere ascritto al basamento profondo presente al di sotto delle unità carbonatiche della falda toscana (Basamento Metamorfico).
- al di sotto dello strato ascritto al basamento profondo, è presente uno spesso livello di circa 5100 metri (costituito da due livelli con caratteristiche simili) con una velocità Vs di 2500 m/s, che potrebbe essere dovuto alla presenza di materiale caldo in raffreddamento (corpi magmatici in raffreddamento che in superficie hanno la loro evidenza nei corpi della Tolfa e dei Ceriti), alla presenza di fluidi profondi, oppure essere il riflesso dell'anomalia termica positiva regionale associata all'evoluzione del settore, che viene descritta nei lavori di letteratura sull'esame dei dati di flusso termico sull'intero margine tirrenico.
- 6300 metri circa di un livello caratterizzato da una Vs di 3400 m/s strato probabilmente ascrivibile alla crosta profonda.

Dagli studi eseguiti dalle anomalie di Bouger, queste nel sottosuolo ad W del Lago di Bracciano mostrano andamenti allungati in direzione NW-SE (direttrice appenninica) con una serie di massimi e minimi.

Questa situazione determina un panorama globale ad alti e bassi gravimetrici interpretabili come effetto di un assetto strutturale ad horst e graben, limitati da faglie dirette, prodotte dalla tettonica distensiva tardo miocenica.

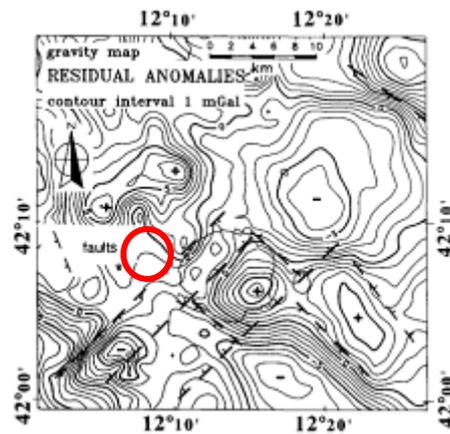
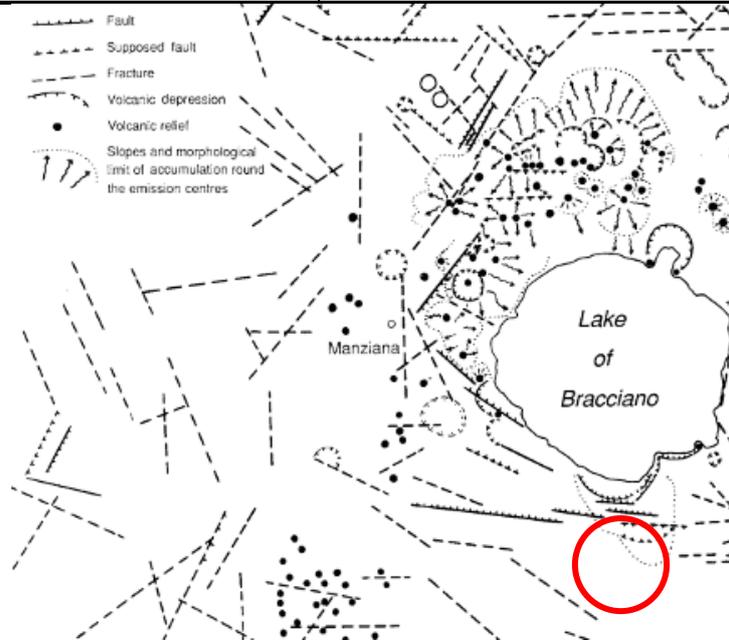
Su tale andamento generale se ne imposta un altro con forme sub circolari legate verosimilmente ad attività vulcano-tettoniche conseguenti il vulcanismo.

Di seguito l'inquadramento dell'area d'interesse, sede di graben a direttrice antiappenninica, che si incrocia con sistemi appenninici.

LINEA ROMA – VITERBO. RADDOPPIO TRATTA
CESANO – VIGNA DI VALLE.

COMMES	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01	D 69 RG	GE 00 01001	B	14 di 122

RELAZIONE GEOLOGICA



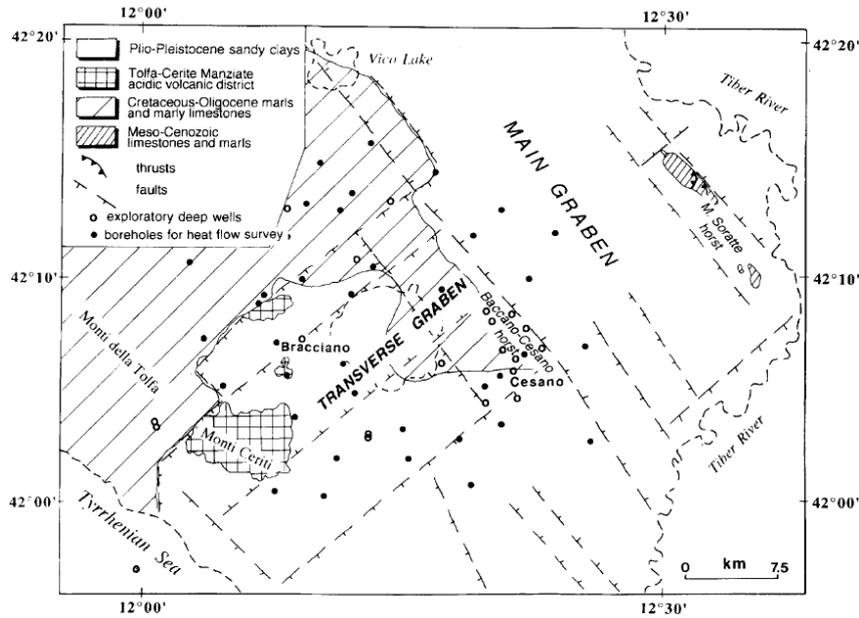
area di studio

Fig. 6-1 – Inquadramento tettonico/strutturale dell'area circostante il Lago di Bracciano: pattern idrografico e lineazioni da evidenze morfologiche (Caputo *et al.*, 1993; D. De Rita *et al.*, 1996).

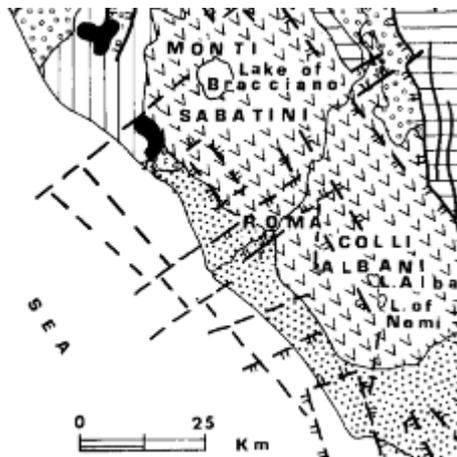
LINEA ROMA – VITERBO. RADDOPPIO TRATTA
CESANO – VIGNA DI VALLE.

COMMES	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01	D 69 RG	GE 00 01001	B	15 di 122

RELAZIONE GEOLOGICA



A contesto pre vulcanico



— Schema geologico-strutturale dell'area in cui si è sviluppato il vulcanismo laziale. 1) Alluvioni recenti ed attuali; 2) vulcaniti alcalino-potassiche; 3) plutoniti e vulcaniti acide; 4) sabbie e argille plio-pleistoceniche; 5) unità sedimentarie umbro-marchigiane (Trias-Miocene superiore); 6) unità carbonatiche laziali-abruzzesi (Trias-Miocene superiore); 7) complessi alloctoni (Sicilidi e Liguridi), falda toscana e unità Monte Modino-Monte Cervarola; 8) autoctono e parautoctono toscano; a) pieghe; b) sovrascorrimenti; c) faglie dirette; d) faglie verticali; e) struttura a Horst e Graben.

B - contesto post-vulcanico

Fig. 6-2 – Schema tettonico/strutturale dell'area circostante il Lago di Bracciano: pre e post vulcanico (D. De Rita *et al.*, 1996)

LINEA ROMA – VITERBO. RADDOPPIO TRATTA
CESANO – VIGNA DI VALLE.

COMMES	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01	D 69 RG	GE 00 01001	B	16 di 122

RELAZIONE GEOLOGICA

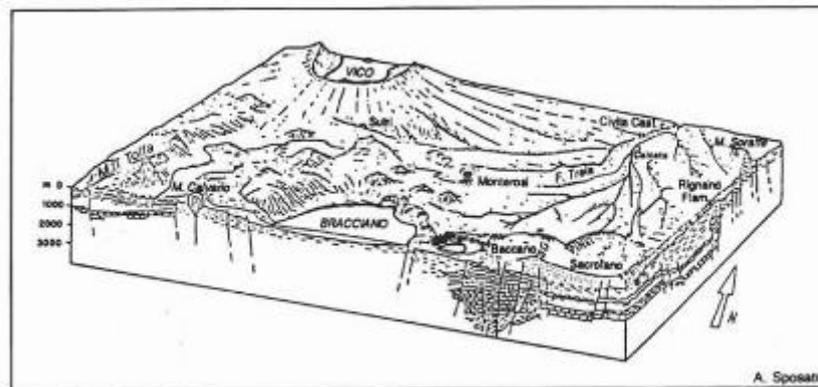
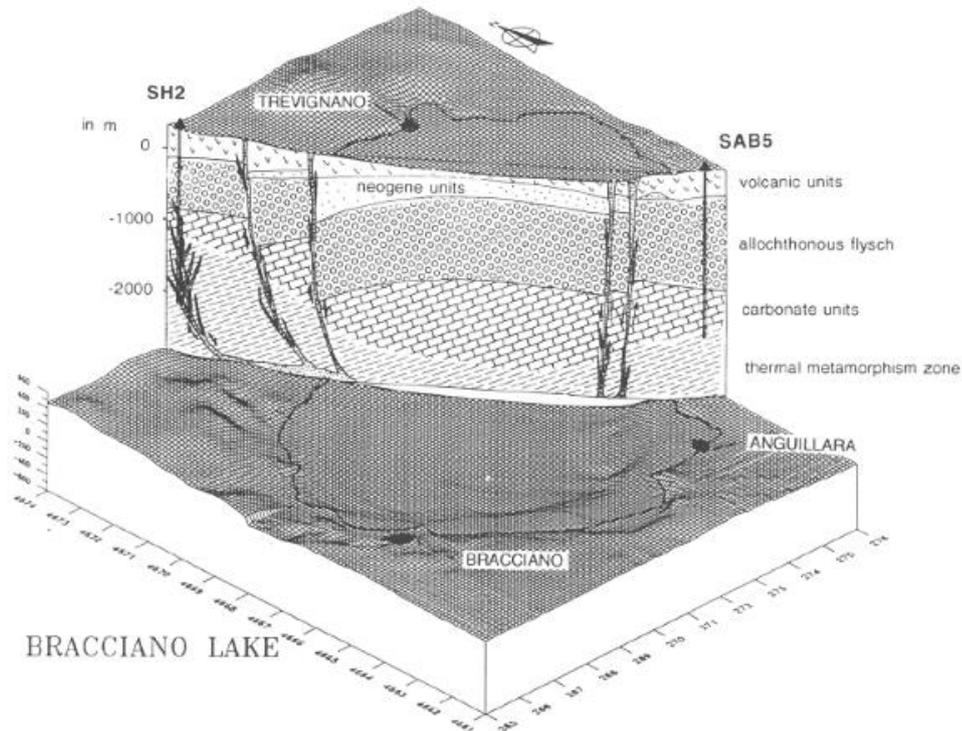


Fig. 6-3 – Schema tettonico/strutturale 3D dell'area della depressione di Bracciano (D. De Rita *et al.*, 1996; Belotti *et al.*, 1997).

	LINEA ROMA - VITERBO RADDOPPIO TRATTA CESANO – VIGNA DI VALLE					
LINEA ROMA – VITERBO. RADDOPPIO TRATTA CESANO – VIGNA DI VALLE. RELAZIONE GEOLOGICA	COMMES NR1J	LOTTO 01	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO GE 00 01001	REV. B	FOGLIO 17 di 122

7 ASSETTO GEOLOGICO LOCALE

Nel presente capitolo vengono descritte le Formazioni vulcaniche e continentali presenti nel corridoio di studio e di diretto interesse. Si fa presente che l'impostazione stratigrafica del presente rapporto fa riferimento ai più recenti studi realizzati dall'Università Roma 3 (Manca *et al*, 2017), ed ai lavori e pubblicazioni relativi alla Regione Vulcanica Sabatina della Provincia di Roma (Ventriglia, 1981; Ventriglia 2001), che hanno un carattere geo-litologico ed idrogeologico e con differenziazione delle *facies* vulcaniche. Per un quadro generale d'insieme si è considerato anche il Foglio 143 “Bracciano” della Carta Geologica d'Italia CGI in scala 1:100.000 (con relative note illustrative, anno 1971), ripreso dalla recente cartografia in scala 1:25.000 della Regione Lazio (anno 2015).

Nell'area in esame sono presenti per gli spessori di interesse le vulcaniti alcaline, basiche ed intermedie del ciclo Sabazio: lave, ignimbriti e tufi vari, oltre alle coltri di copertura e depositi alluvionali-lacustri. I prodotti vulcanici hanno consistenza differente, si va dai termini sciolti/incoerenti con vario grado di addensamento a termini semicoerenti - coerenti/litoidi.

Come già introdotto, le fasi vulcaniche principali di carattere regionale che interessano il ciclo Sabatino sono rappresentate da due cicli di effusioni ignimbritiche, localmente sovrapposti a depositi vulcanico-sedimentari, che sottostanno ad ampie effusioni laviche. Un ultimo tardivo ciclo effusivo ha determinato la messa in posto di una serie di colate di probabile natura ignibritica spesso ad alta temperatura; episodi esplosivi o fluvio-lacustri sono ampliamenti manifesti in alternanza ai termini maggiori della serie vulcanica.

La sez II Bracciano del foglio 143 è rappresentativa per descrivere l'assetto geologico sopradescritto che verrà dettagliato nel paragrafo seguente.

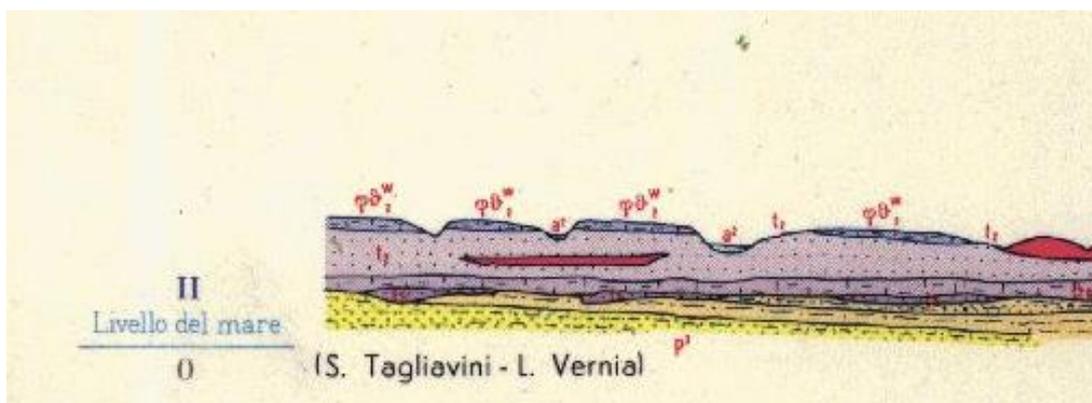


Fig. 7-1 – Sez II Foglio 143 “Bracciano” della CGI

	LINEA ROMA - VITERBO RADDOPPIO TRATTA CESANO – VIGNA DI VALLE					
	LINEA ROMA – VITERBO. RADDOPPIO TRATTA CESANO – VIGNA DI VALLE. RELAZIONE GEOLOGICA	COMMES NR1J	LOTTO 01	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO GE 00 01001	REV. B

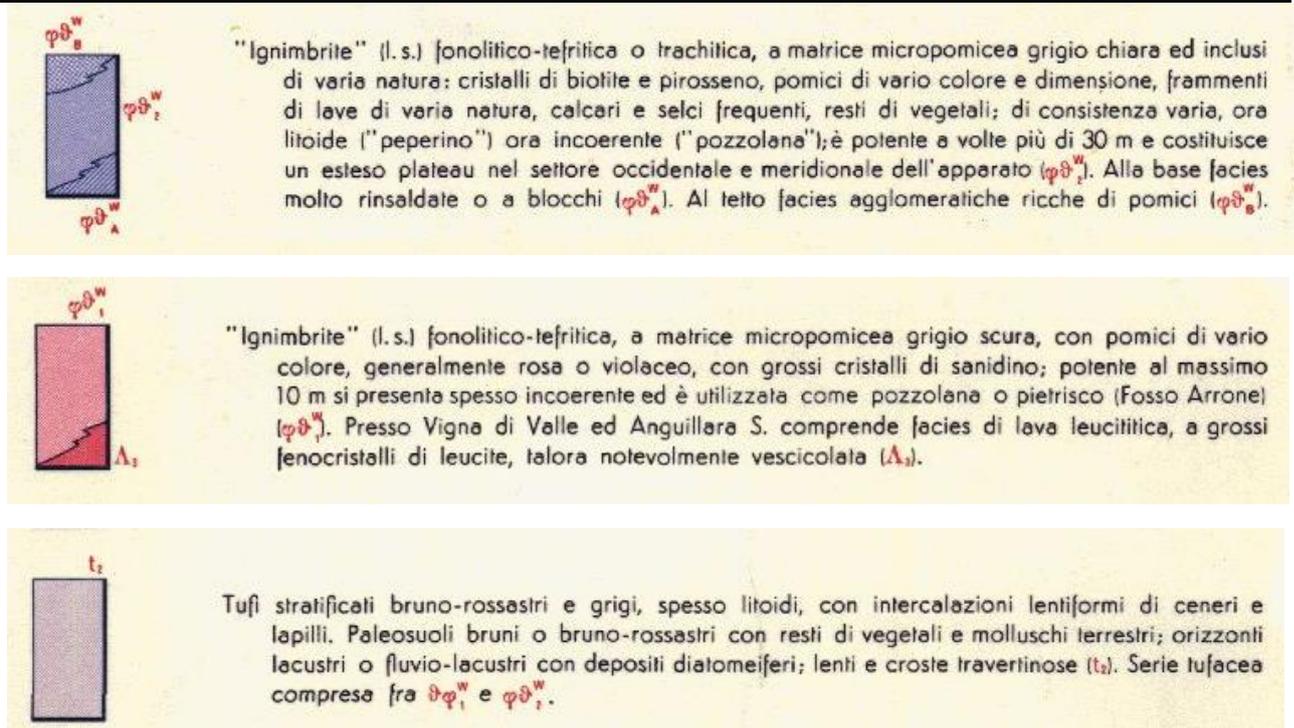


Fig. 7-2 – Legenda del Foglio 143 “Bracciano” della CGI, con riportate le Formazioni Vulcaniche di interesse.

7.1 FORMAZIONI DELL’APPARATO VULCANICO SABATINO (Pleistocene)

Seguendo l’impostazione dei recenti lavori eseguiti nell’area (Manca *et al.*, 2017), i depositi vulcanici dell’apparato Vulcanico Sabatino possono essere suddivisi, in accordo allo stile eruttivo e quindi alla dinamica di deposizione con simili caratteristiche tessiturali (De Rita, 1993):

- Depositi piroclastici di caduta, rappresentano un accumulo di prodotti espulsi da un cratere o da una frattura, caratterizzato da una granulometria variabile, che va dalle scorie alla cenere; essi mostrano una stratificazione che drappeggia la superficie e mantengono uno spessore costante per relativamente brevi distanze.
- Depositi da flusso piroclastico (colata piroclastica), provenienti da eruzioni subaeree di masse fluidizzate di frammenti di roccia e gas. Sono massicci, caotici e per lo più litoidei ma anche con facies semicoerenti – incoerenti, e la loro geometria dipende da la morfologia preesistente.
- Prodotti freatomagmatici, derivati da un’interazione acqua - magma. La geometria del deposito mostra un ispessimento nelle depressioni topografiche ed una sottile stratificazione con livelli a granulometria variabile.
- Lave, risultato della solidificazione di flussi lavici con geometria che dipende dalla morfologia preesistente.

LINEA ROMA – VITERBO. RADDOPPIO TRATTA CESANO – VIGNA DI VALLE. RELAZIONE GEOLOGICA	COMMES	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NR1J	01	D 69 RG	GE 00 01001	B	19 di 122

Nella fattispecie, lungo il corridoio di studio, si rinvencono le unità vulcaniche di seguito descritte, con particolare attenzione a quelle maggiormente rappresentate:

- **H – Prodotti idromagmatici provenienti da Baccano, Martignano e centri emissivi minori (complesso idromagmatico).**

Prodotti stratificati composti da un alternanza di ceneri, lapilli e depositi di *surge*, con stratificazione piana o incrociata. I depositi possono essere alternati con paleosuoli.

- **Bp - Colata piroclastica di Baccano (Depositati da flusso piroclastico):**

Flusso piroclastico in matrice pomiceo – cineritica con pomici eterogenee (fino a 15cm), blocchi di lava (50÷60cm) e litici sedimentari (fino 30cm) – spessore 10÷30m, con distribuzione influenzata dalla paleo morfologia.

Tale deposito è noto anche dagli autori (Ventriglia, 1981) come “Tufo di Baccano” - *Tufo grigio a volte litoide ricco di frammenti di lava, di scorie, di rocce sedimentarie.*

- **CgB – Colata piroclastica a granulometria grossolana di Bracciano (Depositati da flusso piroclastico)**

Flusso piroclastico da semi-coerente ad incoerente, caratterizzato da una matrice sabbioso pomicea e ricca di frammenti di lava e clasti sedimentari ricristallizzati. È ampiamente affiorante su tutto il settore occidentale del Distretto Vulcanico Sabatini con uno spessore superiore a 40 m.

Tale deposito è noto anche dagli autori (Ventriglia, 1981) come “Tufo di Bracciano” – *Da sottilmente stratificati a massivi. Di colore da giallo-biancastro a grigio.*

- **SE - Flussi piroclastici minori sud-orientali - Colata Piroclastica di Vigna di Valle e Pizzo Prato (Depositati da flusso piroclastico)**

Flusso piroclastico da semicoerente - incoerente a massivo in una matrice scoriacea. Sono presenti fitte laminazione parallele o incrociate nelle *facies* a granulometria più fine, secondo la paleo morfologia.

Parte di tale deposito è noto anche dagli autori (Ventriglia, 1981) come “Tufo di Vigna di Valle” - *Da finemente stratificati con laminazione incrociata o senza evidente stratificazione. Di colore da giallo a grigio.*

- **La - Lave tefritico - leucitiche e leucititiche con fenocristalli di leucite di grosse dimensioni**

- **Sfp - Depositati piroclastici da caduta del centro emissivo di Sacrofano**

Questo complesso è composto da depositi di diverse eruzioni alternate a periodi di quiescenza. Pertanto, la sequenza deposizionale è composta da livelli stratificati di scorie, lapilli e ceneri, ricchi di frammenti di pomice, alternati a sedimenti lacustri.

La quasi totalità del tracciato di studio interessa quest’ultima unità (e le sue coltri di alterazione), pertanto viene trattato con particolare attenzione.

	LINEA ROMA - VITERBO RADDOPPIO TRATTA CESANO – VIGNA DI VALLE					
LINEA ROMA – VITERBO. RADDOPPIO TRATTA CESANO – VIGNA DI VALLE. RELAZIONE GEOLOGICA	COMMES NR1J	LOTTO 01	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO GE 00 01001	REV. B	FOGLIO 20 di 122

Tale deposito è noto anche dagli autori (Ventriglia, 1981) come **“Tufo stratificato varicolori de La Storta”** - *Depositi piroclastici di ricaduta, lapillosi e cineritici, in strati contenenti scorie e litici lavici di dimensioni centimetriche, intercalati a livelli vulcanoclastici rimaneggiati e sedimenti lacustri; Colore da marrone a giallo ed a grigio. Costituiti prevalentemente da lapilli e ceneri con intercalati livelli di pomici bianco giallastre. Scorie e Leuciti – Tefriti fino a Leuciti intercalate.*

Come indicato da Ventriglia, con la denominazione di tufo de La Storta si comprende un complesso di strati, dello spessore in genere da 20 ad 80 centimetri, provenienti dall'apparato vulcanico di Sacrofano.

Si tratta di un complesso di livelli da semicoerenti ad incoerenti, in parte argillificati, con elementi di dimensione da cineritica a lapillosa; si riscontrano frequentemente anche livelli costituiti da sole pomici o scorie bianco giallastre. Si trovano anche livelli di colore grigio in prevalenza di un materiale tenace, quasi peperinico, con numerose cavità e con scoriette e frammenti lavici per lo più di pochi centimetri di diametro. In quasi tutti gli strati compaiono delle punteggiature chiare dovute quasi esclusivamente a cristallini di leucite alterata e macchiette nere di pirosseno e di biotite. Talvolta sono presenti alcuni strati costituiti quasi esclusivamente da cristallini di leucite alterati, inclusi in una massa cineritica argillificata di colore marrone scuro.

E' da segnalare che in talune località la sedimentazione è avvenuta in ambiente lacustre e palustre il che giustifica la presenza di fitte stratificazioni dell'ordine di qualche centimetro, con livelli di materiale sedimentario grigiastro, argillificato.

Inoltre anche durante l'attività vulcanica che ha portato al deposito di questi tufi si sono avuti localmente episodi lacustri con formazioni di depositi diatomitici o limoso argillosi. Intercalati ai tufi di La Storta, sono presenti manifestazioni laviche riconosciute petrograficamente come leucitfonoliti, leucitfefriti, leucitfonoliti tefritiche, fonoliti leucitiche e leucititi.

7.2 FORMAZIONI SEDIMENTARIE CONTINENTALI (Olocene)

- **Pv - Depositi alluvionali, eluvio - colluviali**

L'intervallo granulometrico si estende da argille a ghiaia. Lo spessore di questo complesso raggiunge circa 20 m lungo gli assi delle valli principali; prodotti del dilavamento (terreni eluviali colluviali) e alluvioni attuali.

- **Pl - Depositi sartumosi di origine Palustre Lacustre**

Limi, limi sabbiosi e Argille terrose nerastre o grigiastre dovute al colamento di conche palustro-lacustri.

	LINEA ROMA - VITERBO RADDOPPIO TRATTA CESANO – VIGNA DI VALLE					
LINEA ROMA – VITERBO. RADDOPPIO TRATTA CESANO – VIGNA DI VALLE. RELAZIONE GEOLOGICA	COMMES NR1J	LOTTO 01	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO GE 00 01001	REV. B	FOGLIO 21 di 122

8 ASSETTO GEOMORFOLOGICO

L'assetto geomorfologico è strettamente correlato alla combinazione degli effetti delle attività endogene della crosta terrestre e di quelle esogene.

Fra le forze endogene, nell'ambito dell'area di studio sono determinanti le attività eruttive dei complessi vulcanici dei Monti Sabatini che dal Pleistocene medio (circa 600.000 anni fa) al deterioramento climatico dell'ultima fase glaciale di 20.000 anni fa, trasformarono ripetutamente il territorio con imponenti deposizioni di sedimenti prevalentemente piroclastici.

Con l'esaurirsi delle attività vulcaniche costruttive di accumulo, le forze esogene prevalsero con la loro azione sul modellamento dei rilievi del territorio mediante:

- la forza della gravità;
- le attività climatiche (acqua, vento, crioclastismo e termoclastismo);
- i processi fluviali, lacustri e marini di erosione, trasporto e deposizione dei sedimenti.

La struttura paesaggistica del territorio in esame si riconduce fondamentalmente all'ambito degli altopiani di tipo piroclastico e clastico, prodotto da ripetute eruzioni esplosive; in generale l'andamento morfologico del sito di studio è abbastanza dolce e l'erosione torrentizia rompe la monotonia del paesaggio dando vita a forre spesso profonde incise nei prodotti vulcanici. La morfologia del tracciato, che ha un andamento Est – Ovest, è piuttosto monotona, attraversa morfologie pianeggianti e sub-pianeggianti e non si registrano evidenze di particolari dinamiche geomorfologiche.

8.1 DINAMICHE GEOMORFICHE DEL SITO DI STUDIO

Le dinamiche di tipo geomorfologico individuate sono nel complesso di lieve entità, considerata la stabilità generale del territorio. Si possono ricondurre fondamentalmente ai fenomeni di alluvionamento e di erosione dei corsi d'acqua, di cui al seguente paragrafo. Relativamente invece ai processi di evoluzione del versante, quali dissesti e frane, lungo il tracciato ferroviario esistente si riscontra una sostanziale stabilità.

8.1.1 *Forme, processi e depositi gravitativi*

Come precedentemente detto, i fenomeni gravitativi di versante rappresentano un fattore morfologico di scarsa importanza, in quanto scarsamente influenti sul modellamento dei rilievi e sull'evoluzione morfologica generale del territorio di studio. I settori di stretto interesse progettuale, infatti, sono caratterizzati da un assetto regolare e poco accentuato, con versanti a debole pendenza.

Le forme di dissesto, pertanto, sono quasi del tutto assenti e limitate a piccoli sfettamenti superficiali delle scarpate morfologiche che bordano le aree impluviali più importanti ed estese.

LINEA ROMA – VITERBO. RADDOPPIO TRATTA
CESANO – VIGNA DI VALLE.

COMMES	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01	D 69 RG	GE 00 01001	B	22 di 122

RELAZIONE GEOLOGICA

La carta dei dissesti del P.A.I. (Tavola 2.09 – 2.10: Aree sottoposte a tutela per dissesto Idrogeologico – scala 1:25.000) evidenzia zone sottoposte a tutela per pericolo di frana (AREE A PERICOLO B - aree a pericolo di frana elevato, porzioni di territorio interessate da scarpate o in cui sono presenti frane caratterizzate da volumi modesti e/o movimento da rapido a lento). Tali zone sono state riportate nella Planimetria Geologica e Geomorfologica.

8.1.2 Forme, processi e depositi dovuti alle acque correnti superficiali

I tracciato ferroviario è attraversato da fossi con un regime idraulico contraddistinto da eventi di piena con carattere impulsivo e una certa potenzialità di portata e da lunghi periodi di secca (si veda il paragrafo relativo all'idrografia). Durante le fasi di piena si ha trasposto solido di materiali erosi da monte e deposizione nelle tratte dove si realizzano allargamenti d'alveo o diminuzioni della pendenza.

Gli alvei erodono le piroclastiti sabatine sviluppando pareti subverticali profondamente incise. Fenomeni di erosione spondale più o meno intensi possono svilupparsi durante gli eventi di piena. Tali fenomeni erosivi riconosciuti sul territorio associati a pendenze modeste delle aste fluviali suggeriscono che i corsi d'acqua sono in fase erosiva e che non hanno raggiunto ancora un loro equilibrio.



Fig. 8-1 – Incisione torrentizia nelle piroclastiti Sabatine

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA ROMA - VITERBO RADDOPPIO TRATTA CESANO – VIGNA DI VALLE					
LINEA ROMA – VITERBO. RADDOPPIO TRATTA CESANO – VIGNA DI VALLE. RELAZIONE GEOLOGICA	COMMES NR1J	LOTTO 01	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO GE 00 01001	REV. B	FOGLIO 23 di 122

9 ASSETTO IDROGEOLOGICO

9.1 IDROGRAFIA

In generale, la struttura della rete idrografica locale è fortemente influenzata dalle caratteristiche morfologiche del territorio e dalla natura litologica dei terreni affioranti. Il reticolo idrografico presenta uno sviluppo piuttosto ramificato con la presenza di numerosi fossi che attraversano il tracciato ferroviario.

La rete idrografica ha un andamento NS in conseguenza delle linee morfologiche. I principali fossi che attraversano il tracciato sono, da E verso W:

- Fosso Arrone;
- Fosso della Casaccia;
- Fosso della Mainella;
- Fosso di S.Stefano e Fosso della Castagneta;
- Fosso Monte Lungo.

Ad essi si aggiungono fossi minori e canali antropici, utilizzati per la regimazione delle acque correnti superficiali.

I corsi d'acqua che attraversano le rocce vulcaniche hanno portate modeste ma continue. Un caso a parte è il fosso Arrone, la cui portata sembra non risentire direttamente degli afflussi meteorici. Di seguito si definiscono le caratteristiche del bacino del fiume Arrone.

Questo bacino comprende il bacino del lago di Bracciano, di cui l'Arrone è emissario, anche se il contributo del lago alla portata del bacino è sempre molto esiguo, nullo in alcuni mesi dell'anno.

Il bacino ha direzione a monte da NO a SE per circa 3 km ricevendo in questo tratto come affluente da sinistra il Fosso delle Cerque con confluenza a ca 160 m slm. Piega successivamente dirigendosi nell'insieme verso S per 12 km, formando però un semicerchio per aggirare M. Nibbio e M. Loreto. Riceve in questo tratto due affluenti di destra: il fosso della Casaccia e il fosso Rio dei Lucernari di Malvicino proveniente da NNO, con confluenza a ca 60 m di quota assoluta. A valle di quest'ultima il fiume Arrone si dirige nell'insieme a SO verso la foce, presente sul Mar Tirreno ca 1 km a NO di Fregene.

Il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico P.A.I., Autorità dei Bacini Regionali del Lazio (Tavola 2.09 – 2.10: Aree sottoposte a tutela per dissesto Idrogeologico – scala 1:25.000) indica la presenza di Aree di attenzione per pericolo d'inondazione lungo i corsi d'acqua principali classificati pubblici con D.G.R. n° 452 del 01/04/05 (tutti i corsi d'acqua ricompresi negli elenchi delle acque di cui al T.U. 1775/33, come individuato nella D.G.R. n° 452 del 01/04/05, nonché per le altre principali linee di drenaggio individuate nella Tavola 2 di cui all'art. 4, ancorché non classificate pubbliche).

	LINEA ROMA - VITERBO RADDOPPIO TRATTA CESANO – VIGNA DI VALLE					
	LINEA ROMA – VITERBO. RADDOPPIO TRATTA CESANO – VIGNA DI VALLE. RELAZIONE GEOLOGICA	COMMES NR1J	LOTTO 01	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO GE 00 01001	REV. B

Nel dettaglio il tracciato è intersecato e lambito da corsi d'acqua principali classificati pubblici con D.G.R. n° 452 del 01/04/05, su cui vigono i riferimenti degli articoli 9 e 27 del P.A.I..

Per maggiori dettagli si rimanda all'elaborato referenziato "NR1J01D69RGGE0001002A – Relazione di compatibilità Geomorfológica".

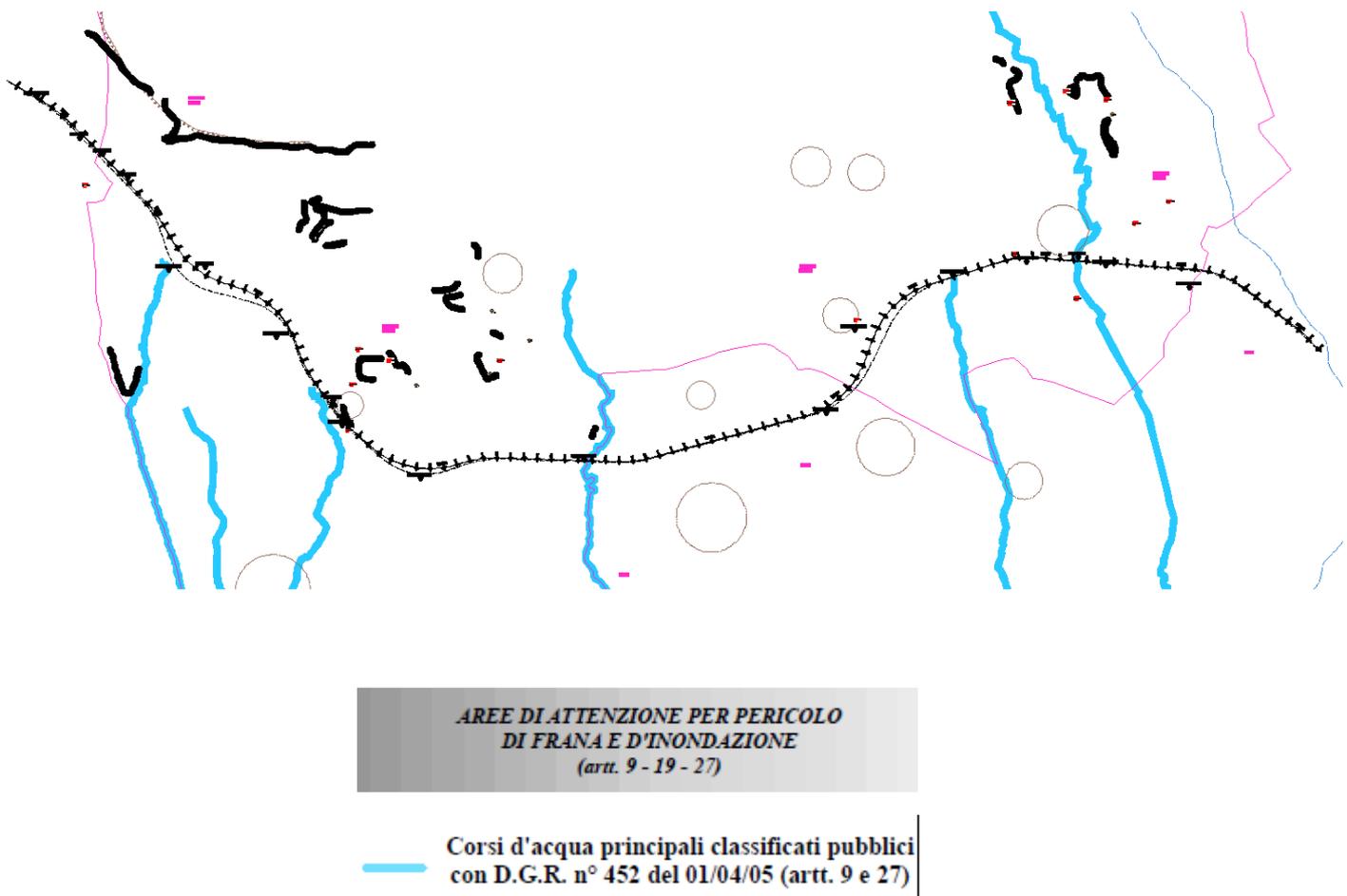
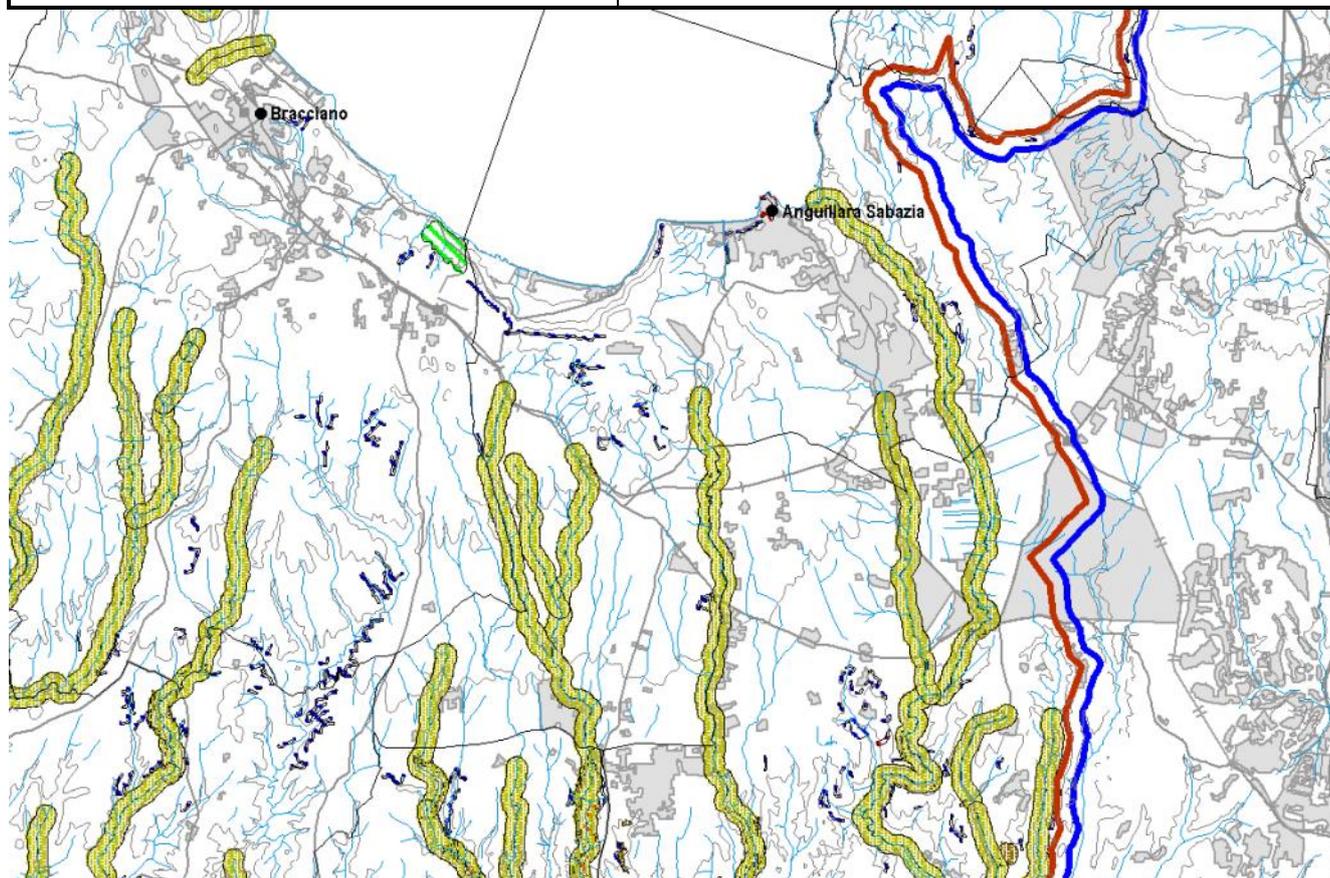


Fig. 9-1. Stralcio planimetria di progetto con individuati i corsi d'acqua principali classificati pubblici con DGR n 452 del 01-04-2005 (AREE DI ATTENZIONE PER PERICOLO D'INONDAZIONE).

LINEA ROMA – VITERBO. RADDOPPIO TRATTA
CESANO – VIGNA DI VALLE.

COMMES	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01	D 69 RG	GE 00 01001	B	25 di 122

RELAZIONE GEOLOGICA



segue rischio idraulico



Aree d'attenzione per pericolo di inondazione

Zone del territorio in cui i dati disponibili indicano la possibilità di potenziali condizioni di pericolo, la cui effettiva sussistenza e gravità potrà essere quantificata a seguito di studi, rilievi e indagini di dettaglio

Fig. 9-2. Stralcio PTPG Provincia di Roma – Tavola RT sad 3.4 (Rischio Idraulico: AREE DI ATTENZIONE PER PERICOLO D'INONDAZIONE).



LINEA ROMA - VITERBO
RADDOPPIO TRATTA CESANO – VIGNA DI VALLE

LINEA ROMA – VITERBO. RADDOPPIO TRATTA
CESANO – VIGNA DI VALLE.

RELAZIONE GEOLOGICA

COMMES	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01	D 69 RG	GE 00 01001	B	26 di 122

9.2 COMPLESSI IDROGEOLOGICI

I caratteri idrogeologici del territorio sono connessi alla variabilità delle caratteristiche litologiche dei terreni presenti. Le argille di base, con la loro permeabilità praticamente nulla, rappresentano il substrato impermeabile per ogni circolazione idrica sotterranea in tutta l'area.

Sopra al substrato impermeabile sono presenti le serie sedimentarie pre-vulcaniche con orizzonti più o meno permeabili, alternati a livelli impermeabili rappresentati da argille.

Su tali sedimenti poggiano le serie vulcaniche del Distretto vulcanico Sabatino che mostrano alternanze di livelli molto permeabili con orizzonti francamente impermeabili.

Il sedimentario sin e post-vulcanico è da considerarsi molto poco permeabile, mentre le alluvioni, collegate ai corsi d'acqua che attraversano il territorio, presentano nel loro seno alternanze lenticolari o stratiformi di orizzonti permeabili.

Le frequenti variazioni di permeabilità, sia in senso orizzontale che in senso verticale, rendono la situazione idrogeologica del territorio abbastanza complessa per la presenza di numerose circolazioni idriche sotterranee, spesso in contatto idraulico tra loro.

Le circolazioni superficiali hanno un andamento fortemente influenzato dalla topografia e dalla morfologia superficiale.

LINEA ROMA – VITERBO. RADDOPPIO TRATTA
CESANO – VIGNA DI VALLE.

COMMES	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01	D 69 RG	GE 00 01001	B	27 di 122

RELAZIONE GEOLOGICA

9.2.1 Dati idrologici

A seguire si riportano i dati pluviometrici relativi alle stazioni di Bracciano e Castello Vici, medie mensili su base ventennale, e in confronto con i dati 2016-2017, a evidenziare il periodo ultimo siccitoso, con equiparate anche le temperature dell'aria.

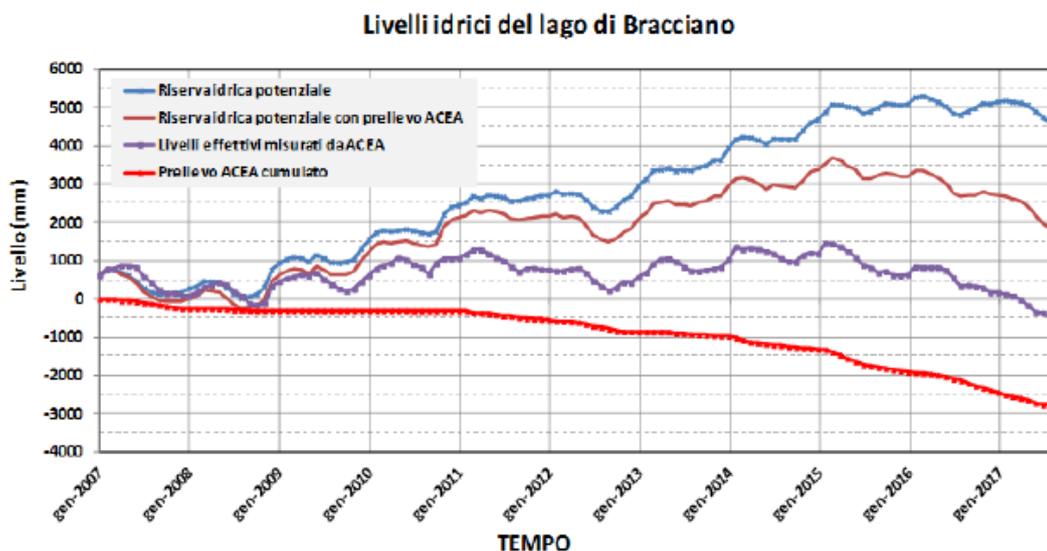
La piovosità media su base ventennale varia da ca 800 a ca 1000 mm dalle due stazioni, con termia media di ca 15.5 °C.

Dai dati di bilancio idrologico medio periodo 2007-2017 relativo al bacino idrografico del Lago di Bracciano, emerge il seguente quadro:

Grandezze del bilancio	Valore (mm)
Precipitazione	939
Evapotraspirazione potenziale	862
Evapotraspirazione reale	528
Evaporazione	1101
Infiltrazione	291
Ruscellamento	125

con un valore d'infiltrazione di ca 291 mm.

Di seguito anche il quadro dei prelievi in relazione alla riserva idrica potenziale del Lago, a denotare uno stato di criticità di gestione dello specchio d'acqua del lago.



LINEA ROMA – VITERBO. RADDOPPIO TRATTA
CESANO – VIGNA DI VALLE.

COMMES	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01	D 69 RG	GE 00 01001	B	28 di 122

RELAZIONE GEOLOGICA

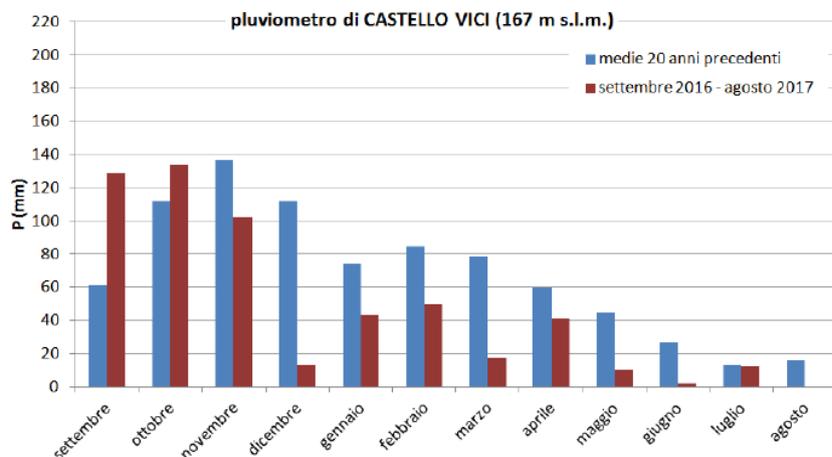
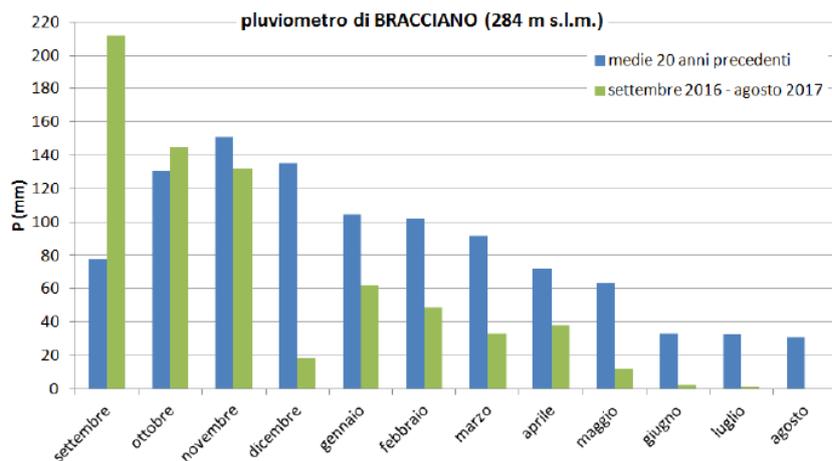


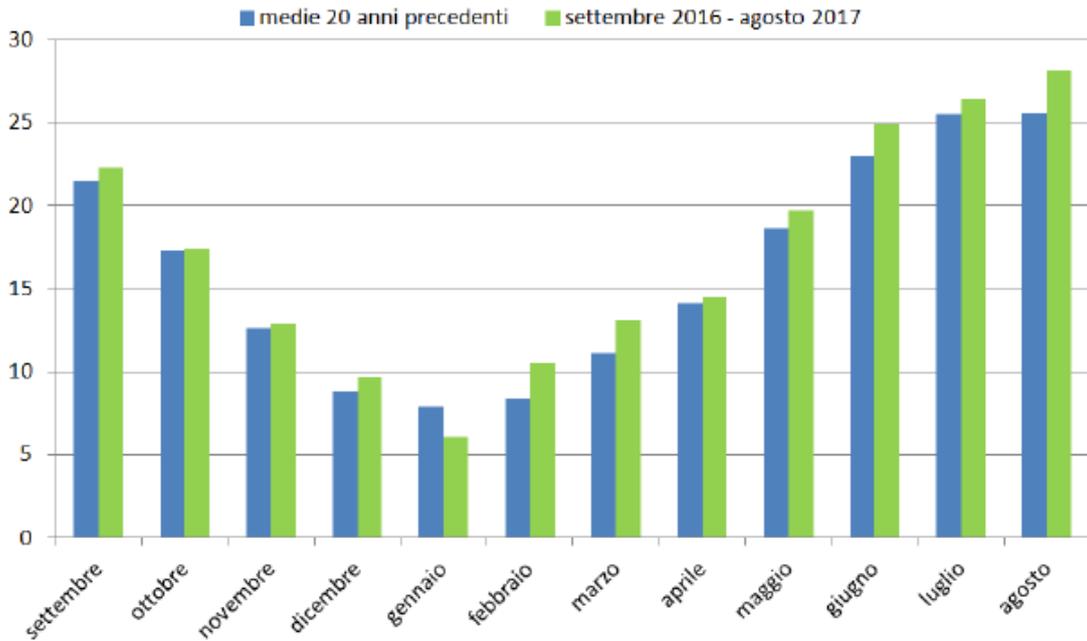
Fig. 9-3 – Piovosità media mensile progressa e attuale (Baccetti *et al.*, 2017)

LINEA ROMA – VITERBO. RADDOPPIO TRATTA
CESANO – VIGNA DI VALLE.

COMMES	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01	D 69 RG	GE 00 01001	B	29 di 122

RELAZIONE GEOLOGICA

Termometro di BRACCIANO



Termometro di CASTELLO VICI

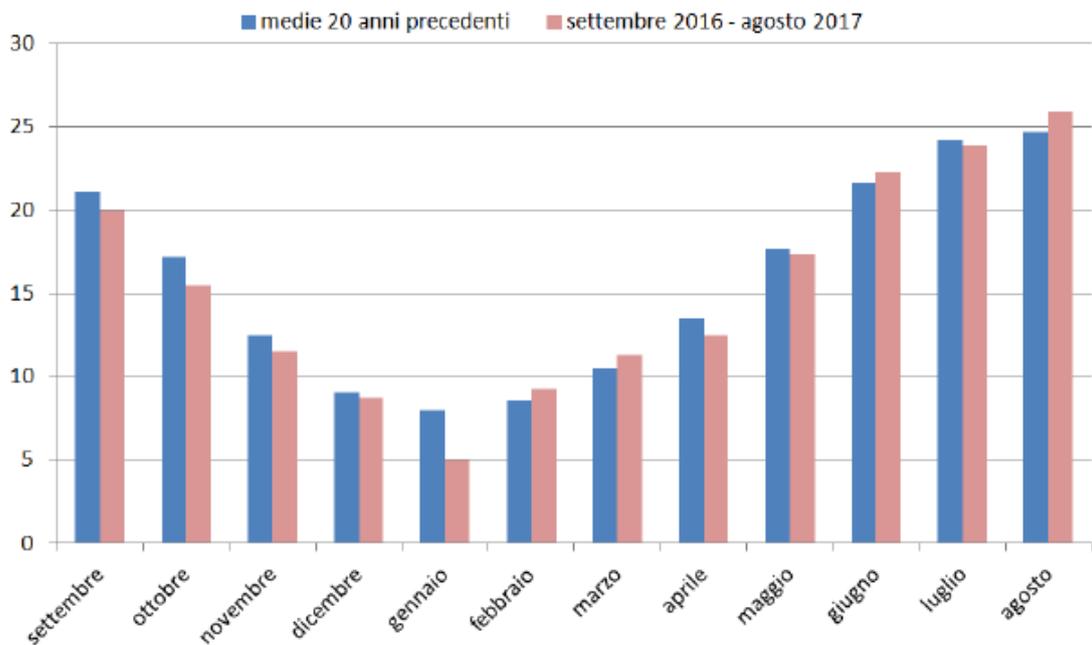


Fig. 9-4 – Termia media mensile pregressa e attuale (Baccetti *et al.*, 2017).

	LINEA ROMA - VITERBO RADDOPPIO TRATTA CESANO – VIGNA DI VALLE					
LINEA ROMA – VITERBO. RADDOPPIO TRATTA CESANO – VIGNA DI VALLE. RELAZIONE GEOLOGICA	COMMES NR1J	LOTTO 01	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO GE 00 01001	REV. B	FOGLIO 30 di 122

9.2.2 Generalità sulle permeabilità relative dei depositi cartografati

In generale si possono definire i seguenti ambiti di permeabilità relativi ai depositi cartografati:

- Depositi alluvionali. Permeabilità variabile per porosità da bassa (limi argillosi e sabbie limose) a media (piroclastiti rimaneggiate e granulometrie sabbiose presenti nelle alluvioni del reticolo idrografico minore) ad alta (sabbie e ghiaie dei depositi del reticolo principale).
- Depositi lacustro-palustri e colluviali intracraterici. Permeabilità variabile per porosità da bassissima (argille torbose e limi) a media (granulometrie sabbiose).
- Depositi piroclastici del Distretto Vulcanico Sabatino. Permeabilità: 1) bassissima o bassa per porosità (cineriti, depositi lapillosi e scoriacei incoerenti interessati da processi di zeolitizzazione; orizzonti pedogenizzati e depositi limno-lacustri); 2) media (livelli vulcanoclastici rimaneggiati, pomici, lapilli); 3) medio-alta per fratturazione (depositi piroclastici litoidi).
- Depositi eruttivi finali del Distretto Vulcanico Sabatino. Permeabilità variabile per porosità da media a medio-alta (depositi piroclastici da cineritici a freatomagmatici lapillosi).

9.2.3 Sintesi del grado di permeabilità e portate sorgenti

Entrando nel dettaglio, a livello di classi di permeabilità sono identificati i seguenti gruppi:

- Rocce permeabili per porosità **Pp**
 1. molto permeabili Pp^1
 2. da molto a mediamente permeabili Pp^{1-2}
 3. mediamente permeabili Pp^2
 4. da mediamente a poco permeabili Pp^{2-3}
 5. poco permeabili Pp^3
- Rocce lapidee permeabili per discontinuità **Pf**
 1. mediamente permeabili Pf^2
 2. da mediamente a poco permeabili Pf^{2-3}
- Rocce lapidee e sciolte a permeabilità ridottissima o nulla **Im**
 1. limitata ai soli orizzonti superficiali Im^1
 2. rocce impermeabili Im^2

L'area del tracciato d'interesse attraversa per lo più terreni di superficie “da mediamente a poco permeabili” e terreni “mediamente permeabili”, permeabili per porosità, nella parte più a E lambisce terreni anche permeabili per fratturazione di medio-bassa permeabilità.

LINEA ROMA – VITERBO. RADDOPPIO TRATTA
CESANO – VIGNA DI VALLE.

COMMES	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01	D 69 RG	GE 00 01001	B	31 di 122

RELAZIONE GEOLOGICA

Le colate del campo lavico più a S del lago di Bracciano sono per lo più permeabili per discontinuità.

Si notano molti punti di captazione idrica (pozzi alla romana, scavati a mano, e del diametro di 1-2 m e che raggiungono la falda), localizzati per lo più c/o loc. Vigna e c/o Stazione di Anguillara, e caratterizzati per lo più da portate fino a 1 l/s

Lungo il tracciato d'interesse, da NW, sono presenti punti d'acqua (pozzi alla romana e pozzi trivellati, questi ultimi di diametro 150-600 mm e che raggiungono il substrato), con portate fino a 1 l/s (fino a 10 l/s c/o Monte Lungo). Punti di emergenza sorgentizia invece si rinvengono nella parte più a E, con la sorgente Acqua Claudia, di tipo mineralizzato, e portata fino a 10 l/s.

Pozzo di alta produttività idrica (120 l/s, profondità 80 m), si ha più a S, c/o La Lupa, a SW della Casaccia, mentre nella stessa zona, più a E, si nota emergenza sorgentizia di 15 l/s di portata, sgorgante dal tufo stratificato de La Storta.

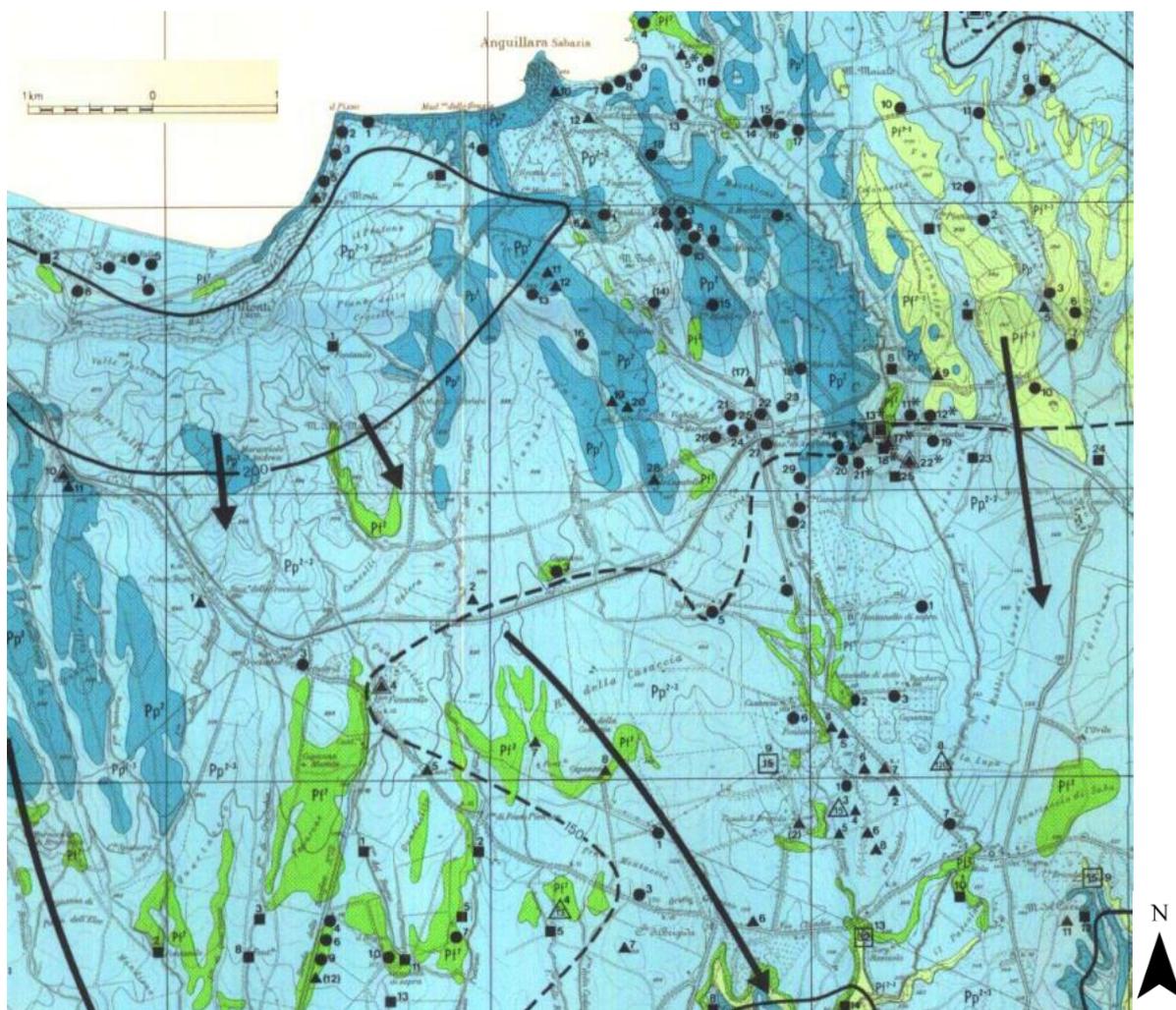


Fig. 9-5 – Carta idrogeologica Provincia di Roma, regione vulcanica sabatina (Ventriglia, 1981).

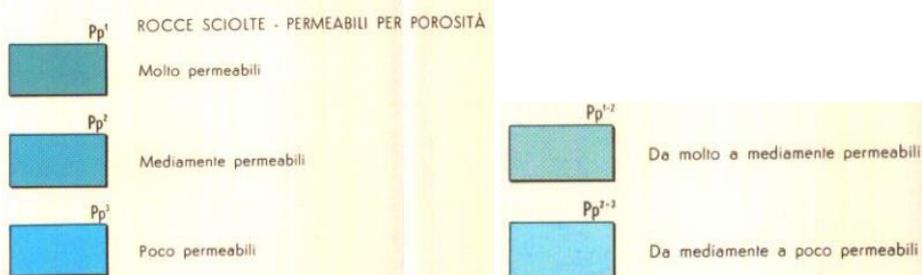
LINEA ROMA – VITERBO. RADDOPPIO TRATTA
CESANO – VIGNA DI VALLE.

COMMES	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01	D 69 RG	GE 00 01001	B	32 di 122

RELAZIONE GEOLOGICA

LEGENDA

GRADO DI PERMEABILITÀ



ROCCE LAPIDEE - PERMEABILI PER DISCONTINUITÀ

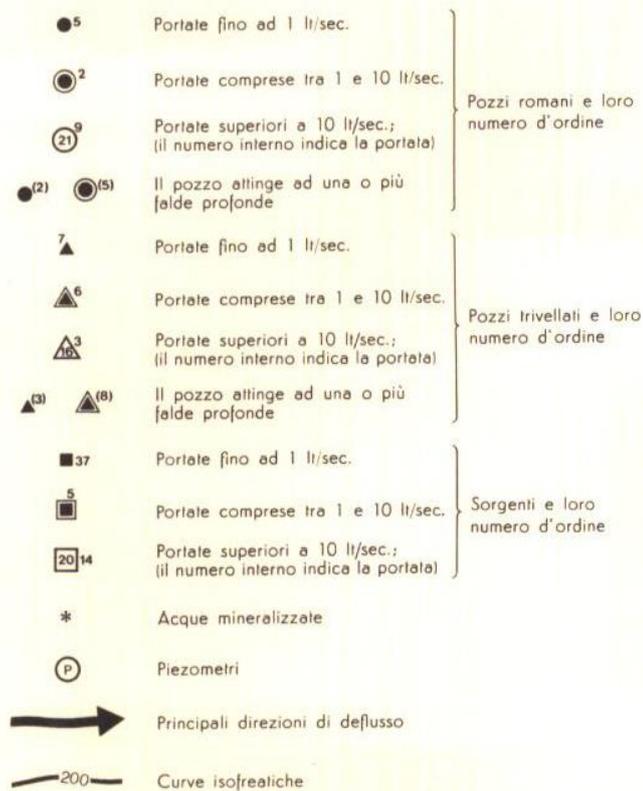


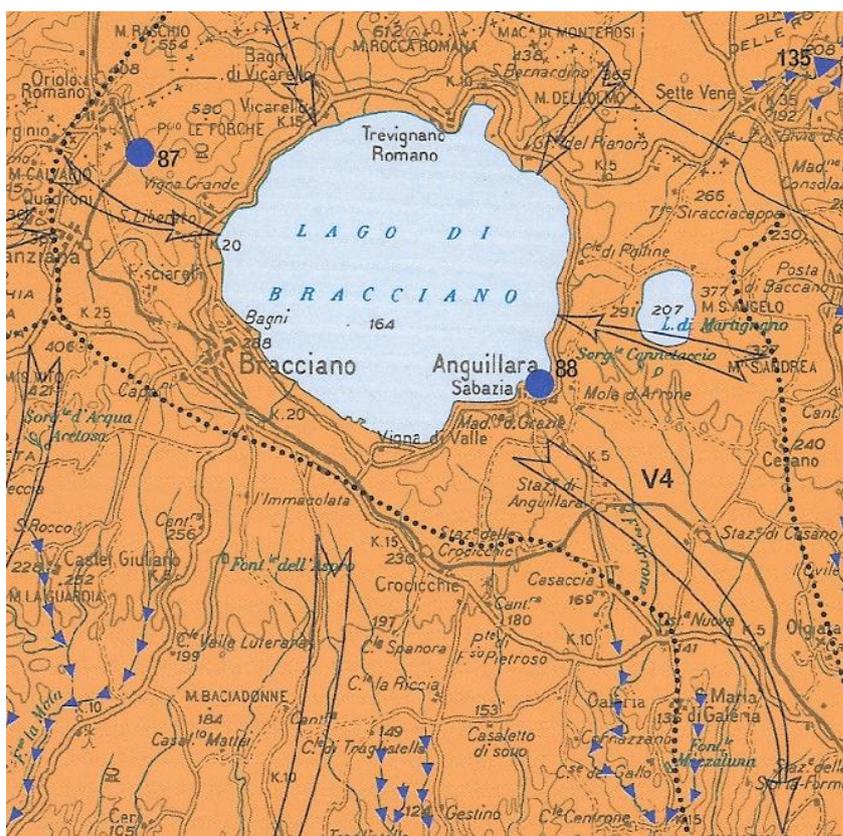
Fig. 9-6 – Legenda di cui alla figura precedente.

LINEA ROMA – VITERBO. RADDOPPIO TRATTA
CESANO – VIGNA DI VALLE.

COMMES	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01	D 69 RG	GE 00 01001	B	33 di 122

RELAZIONE GEOLOGICA

Presso Anguillara Sabazia si colloca “l’Acqua Paola”, che raccoglie varie sorgenti nelle colline boschive a nord-ovest del lago di Bracciano, percorre grossomodo la circonferenza del lago fino ad Anguillara Sabazia ove devia verso Roma sfociando sul Gianicolo.



SORGENTI CON PORTATA MEDIA ≥ 50 L/s

N°	DENOMINAZIONE	QUOTA (m s.l.m.)	PORTATA MEDIA (L/s)
87	Acquedotto Traiano (Bracciano)	350	300
88	Acqua Paola	165	300

Fig. 9-7 – Inquadramento delle sorgenti acquedottistiche.

	LINEA ROMA - VITERBO RADDOPPIO TRATTA CESANO – VIGNA DI VALLE					
LINEA ROMA – VITERBO. RADDOPPIO TRATTA CESANO – VIGNA DI VALLE. RELAZIONE GEOLOGICA	COMMES NR1J	LOTTO 01	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO GE 00 01001	REV. B	FOGLIO 34 di 122

9.2.4 Condizioni di deflusso idrico sotterraneo

Come visto, l'area del tracciato d'interesse attraversa per lo più terreni di superficie “da mediamente a poco permeabili” e terreni “mediamente permeabili”, le direttrici di flusso hanno direzione verso SE, con quote delle isofreatiche decrescenti dallo specchio d'acqua del lago (200 m) verso l'entroterra (100 m a S della Casaccia).

Punto di drenaggio più a Sud è rappresentato dal Fiume Arrone.

Il gradiente idraulico medio generale (salvo i punti di drenaggio naturali) è dell'ordine di 0.5 – 1 %

Le acque circolanti nelle vulcaniti si manifestano in generale con una serie di sorgenti di strato ubicate in corrispondenza del contatto tra tufi e basamento sedimentario, con la potenzialità delle falde sotterranee condizionata in ultima analisi dalle dimensioni e continuità degli affioramenti.

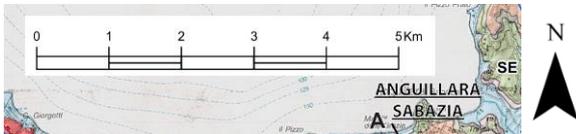
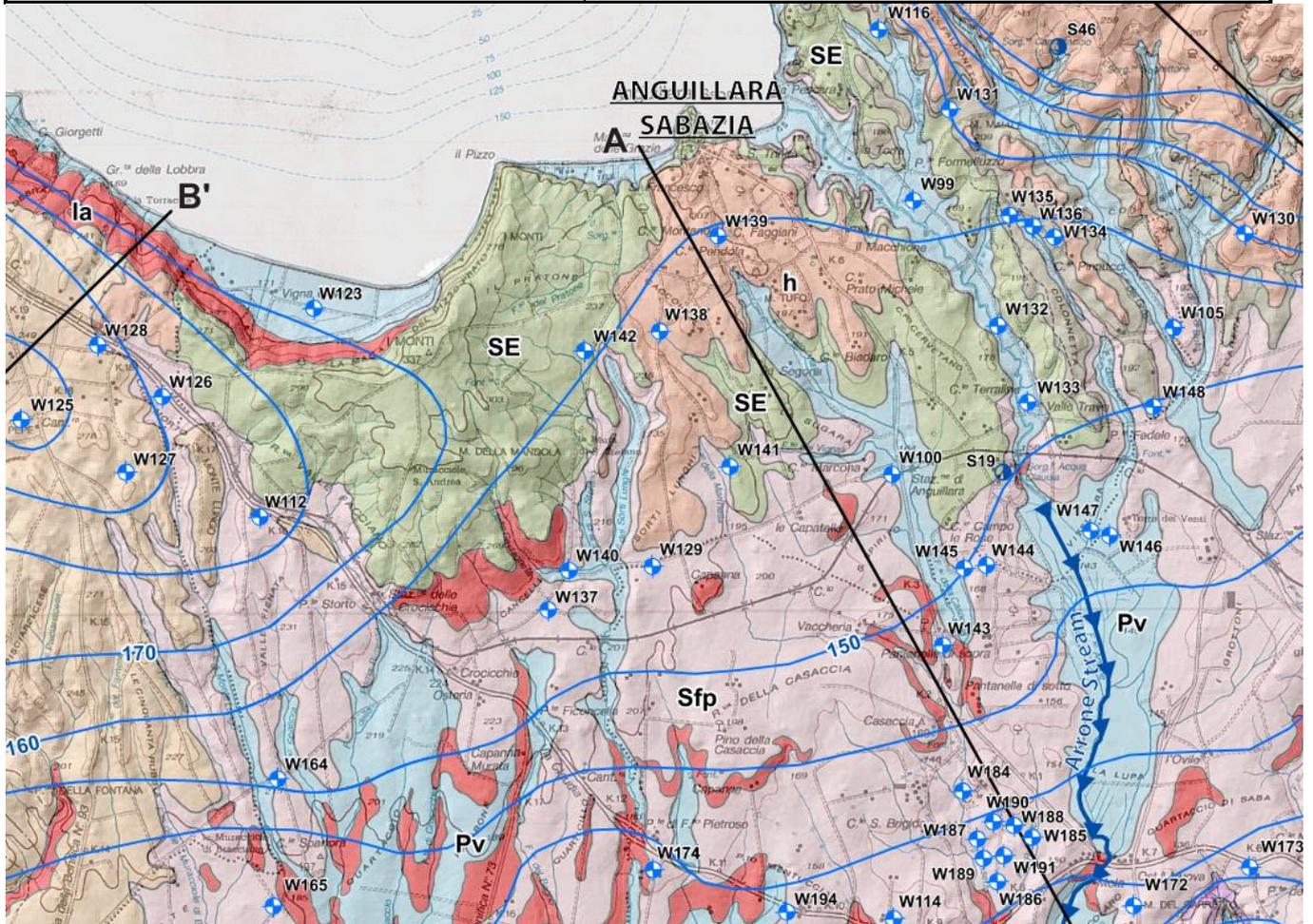
La portata delle sorgenti al contatto fra i livelli di tufi a permeabilità diversa è sempre molto modesta, maggiore al contatto tra lave e tufi e tra tufi e basamento impermeabile, comunque sempre contenuta nell'ordine di qualche litro al secondo. Esiste in tutto il territorio di Roma una falda acquifera principale la cui base è costituita dalle argille plioceniche, tale falda interessa con continuità tutti i terreni vulcanici e sedimentari pleistocenici ed olocenici presenti nella regione.

A causa delle variabilità litologica, e delle conseguenti variazioni di permeabilità, e data l'estensione degli affioramenti delle varie formazioni, la circolazione delle acque nel sottosuolo si distribuisce in più livelli in comunicazione idraulica più o meno lontana e indiretta. Esistono piccole falde sospese, sebbene sporadiche e di estensione limitata, ubicate in genere in corrispondenza di livelli permeabili poggianti su livelli meno permeabili, che quindi non appartengono alla falda principale.

Non si escludono, inoltre, condizioni locali di saturazione degli orizzonti superficiali in occasioni di precipitazioni intense e persistenti, in particolar modo nelle linee di compluvio e nelle aree con difficoltà di drenaggio e di stazionamento delle acque meteoriche (zona lago morto Pk. 38+800 ca).

Delle sorgenti alimentate dalla falda idrica principale, poche si rinvennero al contatto tra terreni piroclastici e basamento impermeabile, nella maggior parte le acque sgorgano direttamente dalle piroclastiti o dalle lave. A livello idrochimico, nel territorio romano prevalgono di gran lunga acque con durezza inferiore a 20 °F, residuo secco molto basso e cloruri variabili da 50 a 200 mg/l.

Un ulteriore confronto su base temporale sovviene dall'analisi della cartografia idrogeologica aggiornata al 2017 (F. Manca *et al.*, 2017), associata a sezioni idrogeologiche, che mostrano l'ubicazione dei punti d'acquastratigrafici, la linea di falda freatica con le zone di saturazione negli acquiferi permeabili, e i livelli impermeabili (aquiclude).



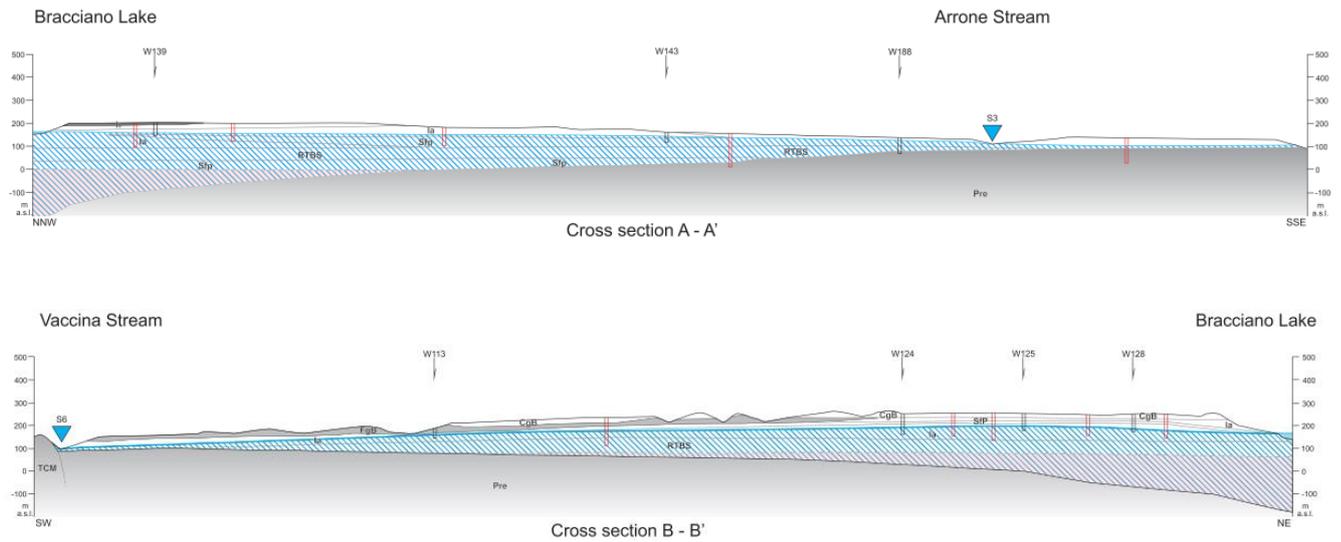
-  Wells
-  Localized springs
-  —120— Water table elevation (m a.s.l.)
-  Thermal and mineral springs
-  ← Linear springs

Fig. 9-8 – Carta idrogeologica dell’area d’interesse (Manca *et al*, 2017).

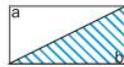
LINEA ROMA – VITERBO. RADDOPPIO TRATTA
CESANO – VIGNA DI VALLE.

COMMES	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01	D 69 RG	GE 00 01001	B	36 di 122

RELAZIONE GEOLOGICA



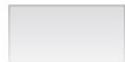
Cross sections legend



Hydrogeological complexes with labels characterized by average - high permeability (Aquifer): a) Unsaturated zone; b) Saturated zone



Saturated zone in undistinguished volcanic deposits



Hydrogeological complexes with labels characterized by low permeability (Aquitlude)



Water table: a) phreatic condition; b) confined condition



Linear springs with reference code



Measured wells with reference code



Borehole stratigraphic data

Fig. 9-9 – Sezioni idrogeologiche dell'area d'interesse (Manca *et al*, 2017).

LINEA ROMA – VITERBO. RADDOPPIO TRATTA
CESANO – VIGNA DI VALLE.

COMMES	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01	D 69 RG	GE 00 01001	B	37 di 122

RELAZIONE GEOLOGICA

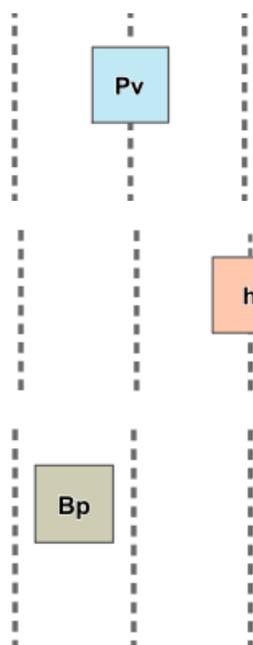
Le direttrici di flusso di falda, si hanno sempre dalla direzione del Lago verso SE, con una locale inversione a NW, zona Prato Igliolo. La sorgente limitrofa acqua Claudia presenta portata di 2 l/s. Si nota dalla cartografia del 1981 un minor carico idraulico di falda zona M. Mandola (isofreatica da 200 a 160 m).

I complessi idrogeologici interessati sono i seguenti:

- depositi post vulcanici (parte centrale) - *media permeabilità*
- complesso idromagmatico (zona Anguillara Sabazia) - *bassa permeabilità*
- complesso piroclastico di Baccano (zona Cesano) – *medio-alta permeabilità*
- complesso piroclastico detritico di Bracciano (zona a W, Bracciano) – *medio-alta permeabilità*
- complesso piroclastico minore sud orientale (zona Anguillara Sabazia) – *medio-alta permeabilità*
- complesso lavico (distribuzione areale) – *permeabilità variabile di tipo secondario*
- complesso piroclastico superiore di Sacrofano (zona a E) – *permeabilità medio-bassa*
- complesso piroclastico di caduta di Sacrofano (interessa tutto la zona d’interesse) – *permeabilità media*

Permeability

High Average Low



Hydrogeological complexes

Post volcanic complex:

Alluvial, colluvial and lacustrine deposits. The granulometric range spans from clays to gravels, with average permeability. In this complex peripheral travertine deposits are also included. The thickness of this complex reaches about 20 m along the axes of the main valleys. More permeable layers may be in hydraulic connection with perched or regional aquifers.

Hydromagmatic complex:

Hydromagmatic products coming from Baccano, Martignano and minor centers. Stratified products composed by an alternation of ash, lapilli and surge deposits, in planar or in crossed beds. The deposits may be interbedded with paleo soils. This complex is characterized by overall low permeability, acting the role of aquiclude.

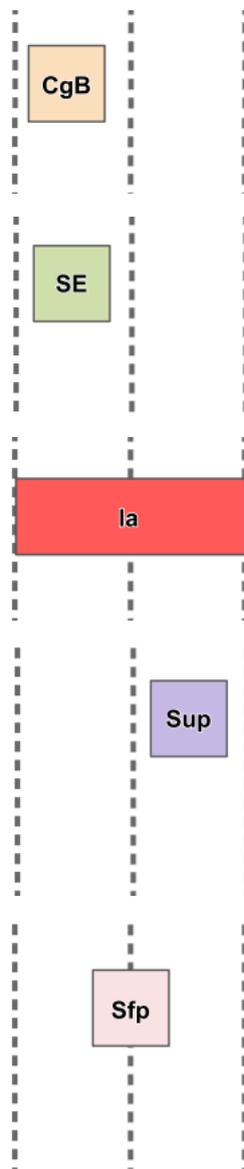
Baccano pyroclastic flow complex:

Pomiceous - ashy matrix flow deposit with heterometric pumices (up to 15 cm), lava blocks (50 - 60 cm) and sedimentary lithics (up to 30 cm). This complex is characterized by average - high permeability. It extends toward S and SW of the present Baccano Caldera, with a 10-30 m ranging thickness. Its areal distribution was strongly influenced by the pre-existing morphology. This complex is interbedded in the lower permeability Hydromagmatic complex (h), so it may host a perched aquifer.

Permeability

High Average Low

Hydrogeological complexes



Coarse grained Bracciano pyroclastic flow complex:

Semi-coherent to incoherent pyroclastic flow deposits, characterized by sandy - pumiceous matrix rich in lava fragments and in recrystallized sedimentary clasts. It is extensively outcropping all over the western sector of the Sabatini Volcanic District with a thickness exceeding 40 m. It is an aquifer complex, characterized by an average – high degree of permeability.

Southeastern minor pyroclastic flows complex:

This aquifer complex appears as a semi-coherent to massive pyroclastic flow deposit in a scoriaceous matrix, with an average - high permeability. Thin parallel or cross laminations are locally present in the minor fine grained matrix facies, according to the paleo morphology. SE complex crops out in the southern and eastern sectors of the Bracciano volcano - tectonic depression, according to its eruptive centers.

Lava complex:

This aquifer complex is composed by all the lava flows outcropping over the Sabatini Volcanic District. It holds a variable secondary permeability, according to fractures occurrence. Drill holes data showed thickness up to 70 m. Whereby lava flows are not fractured, they behave as low permeability horizons determining perched aquifers.

Sacrofano upper pyroclastic flow complex:

This complex includes the upper pyroclastic flow deposits erupted from the Sacrofano eruptive center. It is composed by different facies in response to the pre-existing topography: loosely ashy matrix and cross-bedded pumice layers with accretionary lapilli in correspondence of paleo ridges; it becomes chaotic, massive, and made up of altered pumices in ashy matrix inside the paleo valleys. Different facies determine different permeability classes ranging from low to average. In the eastern area of the SVD it represents an aquitard interbedded with the regional aquifer.

Sacrofano fall pyroclastic complex:

This complex is composed by deposits of several eruptions alternated with quiescent periods. Therefore, the depositional sequence is composed by stratified scoria, lapilli and ash layers, rich in pumice fragments, alternated with lacustrine sediments. The pyroclastic deposits were erupted from the Sacrofano central edifice and interbedded with the Sabatini RTBS. The Sfp complex is characterized by an overall average (lateral) and low (vertical) permeability. Anyway it is an aquifer complex in hydraulic continuity with the Sabatini RTBS.

Fig. 9-10 – Legenda della cartografia idrogeologica dell'area d'interesse (Manca *et al*, 2017).

LINEA ROMA – VITERBO. RADDOPPIO TRATTA
 CESANO – VIGNA DI VALLE.

COMMES	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01	D 69 RG	GE 00 01001	B	39 di 122

RELAZIONE GEOLOGICA

10 COMPAGNA DI INDAGINE

10.1 SONDAGGI A ROTAZIONE E CAROTAGGIO CONTINUO

A supporto della progettazione definitiva, sono stati realizzati n°22 sondaggi geognostici a carotaggio continuo spinti ad una profondità variabile dai 10 ai 30m, suddivisi in tre campagne:

- Indagini anno 2017 (n°12 sondaggi);
- Integrazioni anno 2018 (n°6 sondaggi);
- Integrazioni anno 2019 (n°4 sondaggi).

Durante l'esecuzione delle indagini sono stati prelevati campioni rimaneggiati ed indisturbati e sono state eseguite prove in foro di tipo *SPT* e *Lefranc*. I campioni indisturbati sono stati poi sottoposti a prove di laboratorio geotecnico, per le cui risultanze si rimanda agli elaborati dedicati.

Dove è risultato possibile è stata redatta anche una stratigrafia geomeccanica delle porzioni litoidi attraversate dai sondaggi con indicazione della inclinazione delle fratture scabrezza, alterazione e grado fratturazione e indice RQD.

I sondaggi al termine delle terebrazioni sono stati attrezzati con piezometro a tubo aperto oppure allestiti per successive prove sismiche in foro di tipo *downhole*.

Di seguito il dettaglio dei sondaggi geognostici, con le coordinate fattuali di esecuzione dell'indagine (geografiche - WGS84), profondità raggiunta, prove in foro eseguite e allestimento.

SONDAGGIO	ANNO	N	E	Z (m)	prof (m)	Allestimento	Prove in foro	Lefranc	N°SPT
S01 - PZ - 2017	2017	42°4'75"	12°18'49.25"	151	30	PIEZOMETRO	SPT	--	3
S02 - DH - 2017	2017	42°4'4.72"	12°18'22.46"	159	10	DOWNHOLE	SPT/Lefranc	1	1
S03 - PZ - 2017	2017	42°4'5.09"	12°17'56.92"	166	10		SPT/Lefranc	1	1
S04 - PZ - 2017	2017	42°4'1.30"	12°17'33.63"	166	30	PIEZOMETRO	SPT/Lefranc	1	3
S05 - DH - 2017	2017	42°3'47.39"	12°17'2.70"	186	30	DOWNHOLE	SPT/Lefranc	1	3
S06 - DH - 2017	2017	42°3'14.15"	12°15'37.61"	198	30	DOWNHOLE	SPT/Lefranc	1	2
S07 - PZ - 2017	2017	42°3'8.38"	12°14'45.40"	221	30	PIEZOMETRO	SPT/Lefranc	1	2
S08 - DH - 2017	2017	42°3'41.19"	12°13'58.01	232	30	DOWNHOLE	SPT/Lefranc	1	3
S09 - DH - 2017	2017	42°3'56.59"	12°13'22.86"	247	30	DOWNHOLE	SPT/Lefranc	1	3
S11 - PZ - 2017	2017	42°3'20.43"	12°14'19.79"	230	30	PIEZOMETRO	SPT/Lefranc	1	3
S12 - PZ - 2017	2017	42°3'27.20"	12°16'54.47"	184	30	PIEZOMETRO	SPT/Lefranc	1	3
S13 - PZ - 2017	2017	42°4'37.16"	12°12'38.81"	253	30	PIEZOMETRO	SPT/Lefranc	1	3
S01 - PZ - 2018	2018	42° 4' 18.21"	12° 13' 8.81"	253	30	PIEZOMETRO	SPT/Lefranc	1	3
S02 - PZ - 2018	2018	42° 3' 57.36"	12° 13' 34.40"	256	30	PIEZOMETRO	SPT/Lefranc	1	3
S03 - PZ - 2018	2018	42° 3' 26.26"	12°14'16.74"	232	30	PIEZOMETRO	SPT/Lefranc	1	3
S04 - PZ - 2018	2018	42° 4' 6.54"	12° 18' 13.39"	157	30	PIEZOMETRO	SPT/Lefranc	1	3
S06 - PZ - 2018	2018	42° 4' 23.79"	12° 13' 0.53"	248	30	PIEZOMETRO	SPT/Lefranc	1	3
S07 - PZ - 2018	2018	42° 4' 27.57"	12° 12' 52.94"	247	30	PIEZOMETRO	SPT/Lefranc	1	4
S_X1 - PZ - 2019	2019	42° 3'56.72"	12°17'22.79"		30	PIEZOMETRO	SPT/Lefranc	1	4
S_X2 - PZ - 2019	2019	42° 3'52.47	12°19'26.08"		30	PIEZOMETRO	SPT/Lefranc	1	6
S_X4 - PZ - 2019	2019	42° 4'4.30	12°18'24.33"		45	PIEZOMETRO	SPT/Lefranc	1	6
S_X6 - PZ - 2019	2019	42° 4'4.11"	12°18'37.03"		10	PIEZOMETRO	SPT/Lefranc	2	3

LINEA ROMA – VITERBO. RADDOPPIO TRATTA
 CESANO – VIGNA DI VALLE.

COMMES	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01	D 69 RG	GE 00 01001	B	40 di 122

RELAZIONE GEOLOGICA

L'intero set di dati derivanti dalle indagini di sito ha permesso di configurare, nel complesso, un quadro di conoscenze soddisfacente, in relazione alla specifica fase di progettuale in corso, circa l'assetto litostratigrafico di riferimento per le opere in progetto.

Per le risultanze della campagna sondaggi 2017 – 2018 - 2019 (stratigrafie, foto cassette catalogatrici, certificati delle prove di Permeabilità in foro) si rimanda ai documenti referenziati.

Di seguito si riportano le risultanze delle prove di permeabilità Lefranc, prove SPT e le stratigrafie geomeccaniche.

10.1.1 Prove di permeabilità tipo Lefranc e rilievi della falda

Le prove di permeabilità Lefranc (carico variabile) hanno restituito i seguenti valori di permeabilità (cm/sec).

sondaggio	profondità prova	K media
<i>n.</i>	<i>da (m)</i>	<i>(cm/s)</i>
S02- DH - 2017	6.50	3.35E-03
S03 - PZ - 2017	10.50	1.35E-02
S04 - PZ - 2017	8.00	1.48E-03
S05 - DH - 2017	5.00	3.98E-03
S06 - DH - 2017	10.50	3.35E-03
S07 - PZ - 2017	20.00	6.68E-03
S08 - DH - 2017	15.00	1.00E-03
S09 - DH - 2017	10.50	3.17E-03
S11 - PZ - 2017	10.50	4.60E-03
S12 - PZ - 2017	15.00	5.49E-03
S13 - PZ - 2017	20.50	1.71E-02
S01 - PZ - 2018	8.00	2.16E-03
S02 - PZ - 2018	7.00	2.12E-03
S03 - PZ - 2018	11.00	8.13E-04
S04 - PZ - 2018	16.00	6.58E-04
S06 - PZ - 2018	9.00	2.80E-04
S07 - PZ - 2018	14.00	3.76E-05
S_X1 - PZ - 2019	3.00	9.88E-05
S_X2 - PZ - 2019	3.00	1.11E-04
S_X4 - PZ - 2019	3.00	3.07E-03
S_X6 - PZ - 2019	3.00	1.38E-05
S_X6 - PZ - 2019	7.00	5.30E-05

Tali prove hanno interessato principalmente i depositi piroclastici afferenti all'unità Sfp - "Tufi stratificati Varicolori di La Storta".

LINEA ROMA – VITERBO. RADDOPPIO TRATTA
CESANO – VIGNA DI VALLE.

COMMES	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01	D 69 RG	GE 00 01001	B	41 di 122

RELAZIONE GEOLOGICA

In particolare:

- *Prove di permeabilità sull'unità Sfp - "Tufo stratificati varicolori di La Storta":*

S02 2017 (6.50m) – S03 2017 (10.50m) – S05 2017 (5.00m) – S12 2017 (15.00m) – S06 2017 (10.50m) – S11 2017 (10.50m) – S09 2017 (10.50m) – S03 2018 (11.00m) - S04 2018 (16.00m) - S08 2017 (15.00m) - S13 2017 (20.50m) – S06 2018 (9.00m) – S07 2018 (14.00m); SX2 2019; SX6 2019; SX4 2019; SX1 2019.

- *Prove di permeabilità sull'unità SE - Flussi piroclastici minori sud-oriental):*

S01 2018 (8.00) - S02 2018 (7.00m);

- *Prove di permeabilità sull'unità Pv - depositi eluvio colluviali di alterazione del substrato:*

S04 2017 (8.00m);

- *Prove di permeabilità sull'unità La - lave Leucitiche / Tefritiche intercalate:*

S07 2017 (20.00m).

Per quanto riguarda i rilievi della falda sulle verticali attrezzate a piezometro (livelli riportati sul profilo ed utilizzati per ricostruire la quota di falda), la seguente tabella riassume le misurazioni eseguite da pc:

SONDAGGIO	ANNO	prof (m)	Allestimento	FALDA (m)
S01 - PZ - 2017	2017	30	PIEZOMETRO	-9
S04 - PZ - 2017	2017	30	PIEZOMETRO	-10.7
S07 - PZ - 2017	2017	30	PIEZOMETRO	non rilevata
S11 - PZ - 2017	2017	30	PIEZOMETRO	non rilevata
S12 - PZ - 2017	2017	30	PIEZOMETRO	non rilevata
S13 - PZ - 2017	2017	30	PIEZOMETRO	non rilevata
S01 - PZ - 2018	2018	30	PIEZOMETRO	non rilevata
S02 - PZ - 2018	2018	30	PIEZOMETRO	non rilevata
S03 - PZ - 2018	2018	30	PIEZOMETRO	non rilevata
S04 - PZ - 2018	2018	30	PIEZOMETRO	-4.5
S06 - PZ - 2018	2018	30	PIEZOMETRO	non rilevata
S07 - PZ - 2018	2018	30	PIEZOMETRO	non rilevata
S_X1 - PZ - 2019	2019	30	PIEZOMETRO	-12.38
S_X2 - PZ - 2019	2019	30	PIEZOMETRO	-19.96
S_X4 - PZ - 2019	2019	45	PIEZOMETRO	-5.38
S_X6 - PZ - 2019	2019	10	PIEZOMETRO	-6.56

Si precisa che tali letture fanno riferimento ad una unica misurazione (con possibili oscillazioni stagionali ed innalzamenti in corrispondenza di eventi meteorici intensi e persistenti).

LINEA ROMA – VITERBO. RADDOPPIO TRATTA
 CESANO – VIGNA DI VALLE.

COMMES	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01	D 69 RG	GE 00 01001	B	42 di 122

RELAZIONE GEOLOGICA

10.1.2 Prove SPT

La seguente tabella riporta i valori SPT registrati durante l'esecuzione dei sondaggi. Le prove hanno interessato sia i depositi di copertura eluvio colluviale – alluvionale, sia i depositi sciolti e semicorenti-coerenti del substrato piroclastico.

SONDAGGIO	prof (m)	N1	N2	N3	Nspt
S01 - 2017	2.00	2	4	5	9
S01 - 2017	5.00	2	7	11	18
S01 - 2017	8.00	2	2	3	5
S02 - 2017	5.00	R			R
S03 - 2017	10.50	7	11	13	24
S04 - 2017	7.30	2	4	5	9
S04 - 2017	11.80	3	5	6	11
S04 - 2017	20.00	9	12	19	31
S05 - 2017	2.00	1	2	4	6
S05 - 2017	4.50	2	4	5	9
S05 - 2017	9.00	3	2	3	5
S06 - 2017	7.30	19	35	15	50
S06 - 2017	11.80	12	32	48	80
S07 - 2017	10.30	13	23	31	54
S07 - 2017	15.00	R			R
S08 - 2017	1.80	3	3	4	7
S08 - 2017	4.30	2	3	3	6
S08 - 2017	7.30	39	R		R
S09 - 2017	6.80	12	17	21	38
S09 - 2017	11.80	14	19	24	43
S09 - 2017	20.00	25	34	39	73
S11 - 2017	2.90	10	13	19	32
S11 - 2017	3.70	11	31	28	59
S11 - 2017	5.30	7	10	14	24
S12 - 2017	7.00	2	2	3	5
S12 - 2017	12.00	4	5	4	9
S12 - 2017	20.00	9	13	18	31
S13 - 2017	11.00	22	33	41	74
S13 - 2017	15.50	6	9	11	20
S13 - 2017	18.50	5	8	13	21

SONDAGGIO	prof (m)	N1	N2	N3	Nspt
S01 - 2018	2.00	2	2	4	6
S01 - 2018	8.00	3	4	6	10
S01 - 2018	13.30	7	9	10	19
S02 - 2018	3.60	12	24	45	69
S02 - 2018	8.00	24	31	36	67
S02 - 2018	18.00	12	19	20	39
S03 - 2018	3.60	3	3	5	8
S03 - 2018	10.20	9	12	23	35
S03 - 2018	22.00	17	23	29	52
S04 - 2018	4.00	7	11	14	25
S06 - 2018	2	4	3	3	6
S06 - 2018	4	6	7	11	18
S06 - 2018	11	9	13	15	28
S07 - 2018	2	3	5	5	10
S07 - 2018	5	5	7	11	18
S07 - 2018	10	R			R
S07 - 2018	20	R			R
S_X1 - 2019	3	1	2	2	4
S_X1 - 2019	6	5	6	7	13
S_X1 - 2019	9	9	10	9	19
S_X1 - 2019	12.2	18	25	29	54
S_X2 - 2019	3	3	3	4	7
S_X2 - 2019	6.3	2	4	5	9
S_X2 - 2019	9.32	4	6	8	14
S_X2 - 2019	12	13	22	36	58
S_X2 - 2019	15	R			R
S_X2 - 2019	18	R			R
S_X4 - 2019	3	6	26	31	57
S_X4 - 2019	6	18	27	35	62
S_X4 - 2019	9	R			R
S_X4 - 2019	12	R			R
S_X4 - 2019	15	R			R
S_X4 - 2019	18	R			R
S_X6 - 2019	3	2	3	5	8
S_X6 - 2019	5.3	R			R
S_X6 - 2019	9	R			R

LINEA ROMA – VITERBO. RADDOPPIO TRATTA
 CESANO – VIGNA DI VALLE.

COMMES	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01	D 69 RG	GE 00 01001	B	43 di 122

RELAZIONE GEOLOGICA

10.1.3 Stratigrafie geomeccanica

Di seguito si sintetizzano le “stratigrafie geomeccaniche” eseguite sui sondaggi che hanno intercettato porzioni litoidi del substrato piroclastico.

STRATIGRAFIA GEOMECCANICA SONDAGGIO S02_DH

MANOVRA	TIPO	INCLINAZIONE	SCABREZZA	ALTERAZIONE	GRADO FESSURAZIONE	RIEMPIMENTO	RQD
5,00-6,50m	FR	0-10°	8-10	2-3	4		
6,50-8,00m	FR	0-10°	10-12	2	4	AG	
8,00-9,50m	FR	0-10°	8-10	4	4	AG	
9,50-10,00m	FR	0-10°	8-10	3	4	AG	

STRATIGRAFIA GEOMECCANICA SONDAGGIO S06_DH

MANOVRA	TIPO	INCLINAZIONE	SCABREZZA	ALTERAZIONE	GRADO FESSURAZIONE	RIEMPIMENTO	RQD
13,50-15,00m	FR	10°- 80°	8-10	2	3		62,00%
15,00-16,50m	FR	10°-60°	4-6	2	2		90,00%
16,50-18,00m	FR	10°- 80°	8-10	2-3	3	ag	23,00%
18,00-19,50m	FR	10°	8-10	2	2		78,00%
19,50-21,00m	FR	10°- 60°	10-12	2	2	rare ox	80,00%
21,00-22,50m	FR	10°- 60°	14-16	2	3	ox	60,00%
22,50-24,00m	FR	60°	8-10	2	2		94,70%
24,00-25,50m	FR	10° - 60°	8-10	2	2		93,30%
25,50-27,00m	FR	10°	8-10	2	2		98,70%
27,00-28,50m	FR	10°	8-10	2	2		92,00%
28,50-30,00m	FR	10°	8-10	2	2		96,00%

STRATIGRAFIA GEOMECCANICA SONDAGGIO S07_PZ

MANOVRA	TIPO	INCLINAZIONE	SCABREZZA	ALTERAZIONE	GRADO FESSURAZIONE	RIEMPIMENTO	RQD
18,00-19,50m	FR	10°- 40°	18-20	2	3		59,30%
19,50-21,00m	FR	10°- 45°	4-6	1	2		88,00%
21,00-22,50m	FR	10° - 70°	4-6	1	2		68,00%
22,50-24,00m	FR	10° - 70°	8-10	2	3	DEBOLE OX	61,30%
24,00-25,50m	FR	10° - 70°	16-18	2	3-4	DEBOLE OX	45,30%
25,50-27,00m	FR	10° - 70°	16-18	2	3	DEBOLE OX	70,00%
27,00-28,50m	FR	10° - 70°	8-10	2	2		86,70%
28,50-30,00m	FR	10°	10-12	2	2		84,00%

STRATIGRAFIA GEOMECCANICA SONDAGGIO S11_PZ

MANOVRA	TIPO	INCLINAZIONE	SCABREZZA	ALTERAZIONE	GRADO FESSURAZIONE	RIEMPIMENTO	RQD
24,00-25,50m	FR	10° - 30°	14-16	2-3	3	DEBOLE OX	82,00%
25,50-27,00m	FR	10° - 30°	8-10 16-18	2	3	DEBOLE OX	84,50%
27,00-28,30m	FR	10° - 40°	8-10 16-18	1-2	2	DEBOLE OX	87,70%
28,30-29,70m	FR	10°	8-10	1	1	DEBOLE OX	97,10%
29,70-30,00m	FR	10° - 15°	8-10	1	1	DEBOLE OX	

	LINEA ROMA - VITERBO RADDOPPIO TRATTA CESANO – VIGNA DI VALLE					
LINEA ROMA – VITERBO. RADDOPPIO TRATTA CESANO – VIGNA DI VALLE. RELAZIONE GEOLOGICA	COMMES NR1J	LOTTO 01	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO GE 00 01001	REV. B	FOGLIO 44 di 122

10.2 PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO

Sui campioni indisturbati (CI) e rimaneggiati (CR) prelevati nei sondaggi stratigrafici descritti al paragrafo precedente, sono state eseguite le prove di laboratorio geotecniche. In particolare, oltre all'apertura ed alla descrizione dei campioni, sono state effettuate le seguenti prove:

- proprietà fisiche (γ , w_n);
- limiti di Atterberg;
- analisi granulometrica;
- prova di taglio diretto CD;
- prova di compressione triassiale CU;
- prova ad espansione laterale libera ELL;
- prova di compressione edometrica.

Nelle tabelle che seguono si riporta un riepilogo dei risultati delle prove geotecniche (fisiche e meccaniche), per il dettaglio delle prove effettuate si rimanda ai documenti referenziati (NR1J01D69PRGE0001001A – 2017 – Prove di Laboratorio Geotecniche; NR1J01D69PRGE0001002A – 2018 – Prove di Laboratorio Geotecniche Integrative).

LINEA ROMA – VITERBO. RADDOPPIO TRATTA
 CESANO – VIGNA DI VALLE.

 COMMES LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO
 NR1J 01 D 69 RG GE 00 01001 B 45 di 122

RELAZIONE GEOLOGICA

SONDAGGIO	campione	prof		Wn (%)	γ_s (kg/m ³)	γ (kg/m ³)	γ_d (kg/m ³)	Analisi granulometrica				Limiti di Atterberg				
		da (m)	a (m)					Ghiaia (%)	Sabbia (%)	Limo (%)	Argilla (%)	Wl (%)	Wp (%)	Ip (%)	Ic (%)	A (%)
S3-2018	CI1	3	3.6	20.6	2701	2076	1722	7.6	12.32	63.76	16.32	26.5	19.2	7.3		0.45
S4-2018	CI1	5.4	6	27	2686	1928	1518	17.9	30.54	31.13	20.43	33.2	21.1	12.1		0.59
S1-2018	CR1	19.5	19.9					0.24	26.57	70.62	2.57					
S2-2018	CR1	7.4	7.8					24.29	52.34	23.06	0.31					
S3-2018	CR1	8.2	8.7					2.78	29.54	64.33	3.38					
S4-2018	CR1	22.5	22.9					11.3	25.75	60.76	2.19					
S01 PZ	CI1	4.5	5	43.09	24.67	15.51	10.84	4	22	67	7	45	29	16.1	0.14	2.29
S01 PZ	CI2	10.5	11	48.93	24.21	15.66	10.51	7	54	24	15	54	35	19.3	0.26	1.28
S01 PZ	CI3	16.5	17	49.71	24.32	15.72	10.5	1	47	32	20	55	32	23.3	0.24	1.16
S02 DH	CR1	5	5.4		25.45	21.62										
S03 PZ	CI1	2	2.6	17.54	25.89	17.03	14.49	2	37	51	10	24	18	6	1.08	0.6
S03 PZ	CI2	5	5.7	29.96	24.33	14.99	10.71	0	8	84	8	42	34	8.2	0.3	1.03
S03 PZ	CI3	8	8.7	66.68	24.91	14.48	8.69	3	18	70	10	71	56	15.1	0.26	1.51
S04 PZ	CI1	4.5	5	40.03	25.58	15.91	11.36	7	15	56	22	50	29	20.8	0.49	0.95
S04 PZ	CI2	10	10.5	37	25.37	16.22	11.84	32	40	24	4	41	27	14.1	0.3	3.52
S05 DH	CI1	7.5	8	42.02	24.84	15.32	10.79	8	45	41	6	76	55	20.9	1.61	3.49
S05 DH	CI2	12	12.5	27.16	25.98	17.56	13.81	14	50	33	3	30	18	11.9	0.24	3.97
S05 DH	CR3	18	19		26.22			38	26	33	3	23	19	4.2		1.41
S05 DH	CR4	22.4	22.7		25.08	21.18										
S06 DH	CI1	2	2.5	36.62	26.12	16.11	11.79	14	61	22	3	40	34	6.2	0.57	2.06
S06 DH	CI2	4.5	5	72.35	24.03	14.18	8.23	5	32	59	4	76	62	13.7	0.28	3.41
S06 DH	CR3	14.3	14.7		27.47	27.25										
S07 PZ	CI1	4.5	5	33.82	24.13	15.49	11.57	9	30	57	4	41	32	8.9	0.8	2.22
S07 PZ	CI2	10	10.5	45.71	25.17	15.27	10.48	2	39	54	5	74	65	8.3	3.37	1.66
S07 PZ	CR3	19	19.4		27.76	27.12										
S08 DH	CR1	66	6.3		25.8			5	22	36	37	47	24	22.4		0.61
S08 DH	CI2	7	7.5	28.01	26.26	17.3	13.39	12	30	26	32	61	31	30	1.1	0.94
S08 DH	CR3	8	8.5		25.12			42	26	24	8	32	25	7		0.88
S08 DH	CI4	12	12.5	19.1	25.61	17.21	14.45	33	32	23	12	35	25	10.1	1.58	0.84
S08 DH	CI5	20.5	21	18.52	25.66	17.72	14.96	32	34	22	12	35	22	13	1.23	1.08
S09 DH	CI1	2	2.5	16.63	25.91	17.7	15.19	4	32	52	12	32	20	12.2	1.27	1.02
S09 DH	CR2	4	4.3		26.01			1	16	48	35	36	22	14.6		0.42
S09 DH	CI3	5	5.5	27.56	26.12	17.8	13.96	2	23	54	21	46	27	19.3	0.96	0.92
S09 DH	CI4	9	9.5	30.09	26.01	17.93	13.79	36	48	13	3			NP		
S11 PZ	CI1	7.5	8	17.28	26.34	17.53	14.95	18	66	10	6	46	31	15	1.93	2.5
S11 PZ	CI2	12	12.4	31.06	25.6	16.95	12.93	27	56	14	3			NP		0
S11 PZ	CI3	19.5	20	76.87	24.5	14.43	8.16	7	25	60	8	85	68	16.6	0.47	2.07
S11 PZ	CR4	24.5	25		27.17	24.66										
S12 PZ	CI1	2	2.5	44.08	25.26	15.3	10.62	0	8	81	11	59	37	21.8	0.67	1.98
S12 PZ	CI2	4.5	5	65.87	24.62	14.9	8.98	0	25	62	13	69	44	25.2	0.13	1.94
S12 PZ	CI3	7.5	8	34.1	25.71	16.45	12.27	3	39	51	7	36	32	4.6	0.45	0.66
S13 PZ	CR1	2	3		25.54			7	37	48	8	39	30	9.1		1.14
S13 PZ	CI2	4.5	5	36.77	24.69	14.81	10.83	23	60	14	3			NP		0
S13 PZ	CI3	10.5	11	23.84	25.81	17.46	14.1	15	66	14	5			NP		0
S13 PZ	CI4	20	20.5	35.1	25.92	16.31	12.07	17	63	16	4			NP		0

Tabella 9-1 Tabella riassuntiva delle prove fisiche eseguite sui campioni.

LINEA ROMA – VITERBO. RADDOPPIO TRATTA
 CESANO – VIGNA DI VALLE.

 COMMES LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO
 NR1J 01 D 69 RG GE 00 01001 B 46 di 122

RELAZIONE GEOLOGICA

SONDAGGIO	campione	prof		T-CD		ELL	Edometria				Tx-CU		PP
		da (m)	a (m)	C' (kPa)	Ø' (°)		Mpa	σ (kPa)	E (kPa)	K (mm/s)	Cv (mm ² /s)	C' (kPa)	
S3-2018	CI1	3	3.6				49	1504					230
S4-2018	CI1	5.4	6								20	28.8	213
S1-2018	CR1	19.5	19.9	73.1	30.4								
S2-2018	CR1	7.4	7.8	0	42.6								
S3-2018	CR1	8.2	8.7	7.7	34.5								
S4-2018	CR1	22.5	22.9	14.2	37.1								
S01 PZ	CI1	4.5	5	6.44	24.73								
S01 PZ	CI2	10.5	11	7.51	27.72								
S01 PZ	CI3	16.5	17	5.79	27.67								
S02 DH	CR1	5	5.4			4.74							
S03 PZ	CI1	2	2.6	10.51	26.26								
S03 PZ	CI2	5	5.7	12.17	23.16								
S03 PZ	CI3	8	8.7	8.59	24.28								
S04 PZ	CI1	4.5	5	12.77	24.19								
S04 PZ	CI2	10	10.5	4.86	30.03								
S05 DH	CI1	7.5	8	6.12	27.66								
S05 DH	CI2	12	12.5	5	30.54								
S05 DH	CR3	18	19										
S05 DH	CR4	22.4	22.7			8.235							
S06 DH	CI1	2	2.5	3.45	30.45								
S06 DH	CI2	4.5	5	8.59	26.98								
S06 DH	CR3	14.3	14.7			58.11							
S07 PZ	CI1	4.5	5	5.46	25.14								
S07 PZ	CI2	10	10.5	4.25	24.8								
S07 PZ	CR3	19	19.4			83.88							
S08 DH	CR1	66	6.3										
S08 DH	CI2	7	7.5	20.49	25.43								
S08 DH	CR3	8	8.5										
S08 DH	CI4	12	12.5	5.78	30.62								
S08 DH	CI5	20.5	21	6.3	29.06								
S09 DH	CI1	2	2.5	8.29	24.99								
S09 DH	CR2	4	4.3										
S09 DH	CI3	5	5.5	16.65	23.78								
S09 DH	CI4	9	9.5	3.12	33.02								
S11 PZ	CI1	7.5	8	4.87	30.48								
S11 PZ	CI2	12	12.4	3.97	30.76								
S11 PZ	CI3	19.5	20	7.31	25.4								
S11 PZ	CR4	24.5	25			17.59							
S12 PZ	CI1	2	2.5	11.43	24.85								
S12 PZ	CI2	4.5	5	10.74	24.92								
S12 PZ	CI3	7.5	8	9	27								
S13 PZ	CR1	2	3										
S13 PZ	CI2	4.5	5	2.55	31.54								
S13 PZ	CI3	10.5	11	4.03	20.33								
S13 PZ	CI4	20	20.5	3.35	30.72								

Tabella 9-2 Tabella riassuntiva delle prove meccaniche eseguite sui campioni.

	LINEA ROMA - VITERBO RADDOPPIO TRATTA CESANO – VIGNA DI VALLE					
LINEA ROMA – VITERBO. RADDOPPIO TRATTA CESANO – VIGNA DI VALLE. RELAZIONE GEOLOGICA	COMMES NR1J	LOTTO 01	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO GE 00 01001	REV. B	FOGLIO 47 di 122

10.3 INDAGINI GEOFISICHE

Le indagini geofisiche sono state realizzate impiegando tecniche sismiche per onde superficiali con metodologie M.A.S.W. e sismiche in foro, con metodologie Down Hole:

- MASW nei pressi del foro di sondaggio S02;
- DOWN HOLE nei fori di sondaggio S05_DH, S06_DH, S08_DH ed S09_DH;

Per quanto concerne le risultanze delle indagini sismiche (qui brevemente descritte) si rimanda alla relazione sulle Indagini Geofisiche (elaborato NR1J01D69IGGE0001001A). Nell’elaborato referenziato si fa riferimento alla categoria di sottosuolo secondo le norme NTC2018 (categoria individuata dal valore di Vseq), precisando che sono presenti, a determinate profondità, inversioni di velocità nel profilo di Vs.

10.3.1 Metodologie impiegate

1.1.1.1 MASW

La propagazione delle onde superficiali (o di Rayleigh) avviene, in un mezzo eterogeneo, secondo modalità dispersive. Cioè, a differenti frequenze, corrispondono velocità di fase diverse: in particolare la dispersione geometrica, in opposizione alla dispersione intrinseca dei materiali, dipende dalle geometrie (spessori) delle formazioni o delle stratificazioni attraversate.

In un terreno non omogeneo o stratificato avente proprietà meccaniche variabili, il comportamento delle onde superficiali varia con tali caratteristiche. Differenti lunghezze d’onda, pertinenti a diverse profondità, coinvolgono materiali con disuguali proprietà meccaniche: ciascuna lunghezza d’onda si propaga secondo velocità di fase dipendenti dalle medesime proprietà meccaniche di cui sopra.

Le onde di superficie dunque non possiedono una singola velocità bensì una velocità di fase in funzione della frequenza; la relazione tra frequenza e velocità di fase è contenuta nelle curve di dispersione e di attenuazione. Attraverso un procedimento matematico di inversione è possibile risalire ai profili verticali delle onde di taglio S, proporzionali alle velocità di fase delle onde di superficie secondo un coefficiente invariabile.

Il metodo MASW, impiegato qualitativamente ai fini della ricostruzione sismostratigrafica di massima, è invece efficace per il calcolo speditivo del parametro Vseq (secondo NTC2018 par 3.2.2):

LINEA ROMA – VITERBO. RADDOPPIO TRATTA
CESANO – VIGNA DI VALLE.

COMMES	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01	D 69 RG	GE 00 01001	B	48 di 122

RELAZIONE GEOLOGICA

$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{S,i}}} \quad [3.2.1]$$

con:

- 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, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_s non inferiore a 800 m/s.

Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio $V_{S,eq}$ è definita dal parametro $V_{S,30}$, ottenuto ponendo $H=30$ m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

1.1.1.2 DOWN HOLE

La prova sismica DHT è un metodo di indagine sismica finalizzato alla determinazione dei profili di velocità delle onde di taglio SH e di compressione P di depositi di terreno.

I profili di velocità ottenuti dalle misure DHT rappresentano valori di velocità medi sullo spessore degli strati poiché sono calcolati lungo percorsi dei raggi sismici inclinati. Tali percorsi sono poi stati corretti per essere riportati ad un percorso rettilineo lungo la verticale.

L'importante particolarità di tale metodo è quella di studiare i parametri di stato e di comportamento riferendoli a volumi di terreno rappresentativi dei caratteri megastrutturali dei depositi, attraverso misure capaci di dare valori medi e non solo puntuali dei parametri geotecnici dei geomateriali.

Caratteristica essenziale del metodo sismico utilizzato è quella di consentire la determinazione dei parametri di deformabilità riferendoli a valori molto bassi dei livelli di deformazione (<10-5 m), al di sotto della soglia di deformazione lineare ciclica.

Per l'interpretazione dei dati è stata usata la tecnica diretta, che rappresenta un metodo nel quale la velocità delle onde P e SH è calcolata dalle pendenze dei tratti di dromocrone generate in dipendenza delle posizioni consecutive dei sensori alle diverse profondità all'interno del foro. Nel nostro caso le misurazioni sono state eseguite ogni metro.

I parametri calcolabili con l'ausilio del metodo DHT sono:

- il Coefficiente di Poisson dinamico,
- il modulo di elasticità dinamico (o di Young),
- il modulo di taglio dinamico (o modulo di rigidità),
- il Bulk modulus (modulo di incompressibilità) e pertanto
- il modulo di compressibilità dinamico.

LINEA ROMA – VITERBO. RADDOPPIO TRATTA
 CESANO – VIGNA DI VALLE.

COMMES	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01	D 69 RG	GE 00 01001	B	49 di 122

RELAZIONE GEOLOGICA

I valori dinamici calcolati con tali tecniche possono risultare differenti dai valori provenienti da prove di tipo statico puntuali (normalmente anche di un ordine di grandezza), specie in tipologie di materiali quali quelli in oggetto.

Il parametro V_{seq} è calcolato come già descritto nel precedente paragrafo.

10.3.2 Risultati delle Prospezioni Sismiche

MASW SU S02

Sismostrato	Spessore (m)	Profondità (m dal p.c.)	V_s (m/s)
1	1	0	213
2	1	1	220
3	1	2	321
4	1	3	405
5	1	4	497
6	1	5	591
7	1	6	677
8	1	7	748
9	1	8	801
10	1	9	839
11	1	10	863
12	1	11	876
13	1	12	882
14	1	13	882
15	1	14	879
16	1	15	875
17	1	16	872
18	1	17	870
19	1	18	871
20	1	19	874
21	1	20	881
22	1	21	891
23	1	22	903
24	1	23	919
25	1	24	937
26	1	25	957
27	1	26	979
28	1	27	1002
29	1	28	1027
30	INF	29	1053

$V_{Seq(8m)} = 374$ m/s (Categoria suolo fondazione “B”, cautelativamente attribuibile ad “E”).

LINEA ROMA – VITERBO. RADDOPPIO TRATTA
 CESANO – VIGNA DI VALLE.

COMMES	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01	D 69 RG	GE 00 01001	B	50 di 122

RELAZIONE GEOLOGICA

DH S05
FORO S05 – VELOCITA' ONDE P

Strato	Profondità [m]	Spessore [m]	Velocità media P [m/s]
1	da -1 a -3 m	2	348
2	da -3 a -5 m	2	1217
3	da -5 a -11 m	6	1390
4	da -11 a -22 m	11	2228
5	da -22 a -30 m	8	2232

FORO S05 – VELOCITA' ONDE SH

Strato	Profondità [m]	Spessore [m]	Velocità media SH [m/s]
1	da -1 a -3 m	2	202
2	da -3 a -5 m	2	339
3	da -5 a -11 m	6	221
4	da -11 a -22 m	11	538
5	da -22 a -30 m	8	646

FORO S05 – PARAMETRI DINAMICI

Strato	Profondità [m]	Spessore [m]	γ (kN/m ³)	Poisson (σ)	Taglio μ [MPa]	Young E [MPa]	Bulk κ [MPa]
1	da -1 a -3 m	2	16.70	0.25	166.48	66.81	109.21
2	da -3 a -5 m	2	18.43	0.46	605.78	207.75	2400.49
3	da -5 a -11 m	6	18.78	0.49	267.52	89.95	3438.45
4	da -11 a -22 m	11	20.46	0.47	1705.99	580.65	9183.95
5	da -22 a -30 m	8	20.46	0.45	2435.92	837.50	8881.18

$V_{seq(30m)} = 371$ m/s (Categoria suolo fondazione “B” al limite con la “C” - Inversione di velocità alla profondità compresa tra 5 m e 11 m dal piano campagna).

LINEA ROMA – VITERBO. RADDOPPIO TRATTA
 CESANO – VIGNA DI VALLE.

COMMES	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01	D 69 RG	GE 00 01001	B	51 di 122

RELAZIONE GEOLOGICA

DH S06
FORO S06 – VELOCITA' ONDE P

Strato	Profondità [m]	Spessore [m]	Velocità media P [m/s]
1	da -1 a -2 m	1	311
2	da -2 a -6 m	4	523
3	da -6 a -10 m	4	534
4	da -10 a -12 m	2	658
5	da -12 a -15 m	3	1169
6	da -15 a -20 m	5	1169
7	da -20 a -25 m	5	2353
8	da -25 a -30 m	5	2353

FORO S06 – VELOCITA' ONDE SH

Strato	Profondità [m]	Spessore [m]	Velocità media SH [m/s]
1	da -1 a -2 m	1	231
2	da -2 a -6 m	4	293
3	da -6 a -10 m	4	372
4	da -10 a -12 m	2	441
5	da -12 a -15 m	3	441
6	da -15 a -20 m	5	271
7	da -20 a -25 m	5	487
8	da -25 a -30 m	5	1112

FORO S06 – PARAMETRI DINAMICI

Strato	Profondità [m]	Spessore [m]	γ (kN/m ³)	Poisson [σ]	Taglio μ [MPa]	Young E [MPa]	Bulk κ [MPa]
1	da -1 a -2 m	1	16.62	0.03	157.45	76.76	55.32
2	da -2 a -6 m	4	17.05	0.26	370.37	146.46	261.96
3	da -6 a -10 m	4	17.07	0.03	476.50	231.63	168.46
4	da -10 a -12 m	2	17.32	0.09	721.45	330.26	294.89
5	da -12 a -15 m	3	18.34	0.42	991.21	349.75	1991.25
6	da -15 a -20 m	5	18.34	0.47	388.72	132.07	2281.49
7	da -20 a -25 m	5	20.71	0.48	1423.23	481.59	10600.50
8	da -25 a -30 m	5	20.71	0.36	6810.72	2510.92	7894.73

$V_{seq(25m)} = 341$ m/s (Categoria suolo fondazione “E” - inversione di velocità alla profondità compresa tra 15 m e 20 m dal piano campagna).

LINEA ROMA – VITERBO. RADDOPPIO TRATTA
 CESANO – VIGNA DI VALLE.

COMMES	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01	D 69 RG	GE 00 01001	B	52 di 122

RELAZIONE GEOLOGICA

DH S08
FORO S08 – VELOCITA' ONDE P

Strato	Profondità [m]	Spessore [m]	Velocità media P [m/s]
1	da -1 a -2 m	1	265
2	da -2 a -4 m	2	357
3	da -4 a -7 m	3	885
4	da -7 a -16 m	9	914
5	da -16 a -20 m	4	1342
6	da -20 a -30 m	10	2052

FORO S08 – VELOCITA' ONDE SH

Strato	Profondità [m]	Spessore [m]	Velocità media SH [m/s]
1	da -1 a -2 m	1	135
2	da -2 a -4 m	2	224
3	da -4 a -7 m	3	355
4	da -7 a -16 m	9	584
5	da -16 a -20 m	4	628
6	da -20 a -30 m	10	975

FORO S08 – PARAMETRI DINAMICI

Strato	Profondità [m]	Spessore [m]	γ (kN/m ³)	Poisson [σ]	Taglio μ [MPa]	Young E [MPa]	Bulk κ [MPa]
1	da -1 a -2 m	1	16.53	0.32	78.28	29.54	74.45
2	da -2 a -4 m	2	16.71	0.18	193.33	82.24	99.24
3	da -4 a -7 m	3	17.77	0.40	616.75	219.62	1072.08
4	da -7 a -16 m	9	17.83	0.16	1377.47	596.29	665.52
5	da -16 a -20 m	4	18.68	0.36	1965.28	722.63	2336.40
6	da -20 a -30 m	10	20.10	0.35	5076.13	1874.21	5802.70

$V_{seq(20m)} = 370$ m/s (Categoria suolo fondazione “B” – cautelativamente attribuibile ad “E”, si rimanda all’elaborato NR1J01D69IGGE0001001A).

LINEA ROMA – VITERBO. RADDOPPIO TRATTA
 CESANO – VIGNA DI VALLE.

COMMES	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01	D 69 RG	GE 00 01001	B	53 di 122

RELAZIONE GEOLOGICA

DH S09
FORO S09 – VELOCITA' ONDE P

Strato	Profondità [m]	Spessore [m]	Velocità media P [m/s]
1	da -1 a -2 m	1	256
2	da -2 a -6 m	4	552
3	da -6 a -10 m	4	885
4	da -10 a -20 m	10	975
5	da -20 a -31 m	11	1108

FORO S09 – VELOCITA' ONDE SH

Strato	Profondità [m]	Spessore [m]	Velocità media SH [m/s]
1	da -1 a -2 m	1	135
2	da -2 a -6 m	4	271
3	da -6 a -10 m	4	572
4	da -10 a -20 m	10	682
5	da -20 a -31 m	11	760

FORO S09 – PARAMETRI DINAMICI

Strato	Profondità [m]	Spessore [m]	γ (kN/m ³)	Poisson [σ]	Taglio μ [MPa]	Young E [MPa]	Bulk κ [MPa]
1	da -1 a -2 m	1	16.51	0.31	77.17	29.51	66.77
2	da -2 a -6 m	4	17.10	0.34	330.44	123.19	346.85
3	da -6 a -10 m	4	17.77	0.14	1301.45	570.17	604.67
4	da -10 a -20 m	10	17.95	0.02	1671.90	818.77	581.72
5	da -20 a -31 m	11	18.22	0.06	2178.68	1031.83	817.34

 $V_{seq(30m)} = 466$ m/s (Categoria suolo fondazione “B”).

LINEA ROMA – VITERBO. RADDOPPIO TRATTA
CESANO – VIGNA DI VALLE.

RELAZIONE GEOLOGICA

COMMES	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01	D 69 RG	GE 00 01001	B	54 di 122

10.4 STOP GEOLOGICI

Nei prossimi punti si riportano delle descrizioni sintetiche dei principali stop geologici eseguiti durante il rilievo in campo (foto panoramiche e dettagli sui campioni prelevati). L'ubicazione in pianta degli stop è riportata nella carta geologica.

10.4.1 STOP 1

Cava a cielo aperto - Depositi da flusso piroclastico - Colata piroclastica trachitica con abbondante leucite a matrice scoriacea-pomicea. Prevalentemente litoide, di colore da giallo a grigio. (Tufo Vigna di Valle).



LINEA ROMA – VITERBO. RADDOPPIO TRATTA
CESANO – VIGNA DI VALLE.

RELAZIONE GEOLOGICA

COMMES	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01	D 69 RG	GE 00 01001	B	55 di 122

10.4.2 STOP 2

Cava a cielo aperto – Lave leucitiche

Facies compatta di colore grigio da chiaro a scuro; presenza di fenocristalli centimetrici di leucite alterata.



LINEA ROMA – VITERBO. RADDOPPIO TRATTA
CESANO – VIGNA DI VALLE.

COMMES	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01	D 69 RG	GE 00 01001	B	56 di 122

RELAZIONE GEOLOGICA

10.4.3 STOP 3

Cava a cielo aperto - Lave tefritico leucitiche

Lave tefritico leucitiche e leucitiche con abbondanti fenocristalli di leucite, augite e plagioclasio labradoritico, grigio scure, dure e compatte. Frattura scheggiosa e fessurazione prismatica colonnare. La pasta di fondo è costituita da augite e plagioclasio.



LINEA ROMA – VITERBO. RADDOPPIO TRATTA
CESANO – VIGNA DI VALLE.

RELAZIONE GEOLOGICA

COMMES	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01	D 69 RG	GE 00 01001	B	57 di 122

10.4.4 STOP 4

Affioramento di depositi piroclastici da caduta lapillosi e cineritici. Colore da marrone ed a grigio. Debolmente cementato (Tufi stratificati varicolori de La Storta)



LINEA ROMA – VITERBO. RADDOPPIO TRATTA
CESANO – VIGNA DI VALLE.

RELAZIONE GEOLOGICA

COMMES	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01	D 69 RG	GE 00 01001	B	58 di 122

10.4.5 STOP 5

Depositi da flusso piroclastico (Colata piroclastico di Baccano) stratificato/laminato, in matrice pomiceo – cineritica.



LINEA ROMA – VITERBO. RADDOPPIO TRATTA
CESANO – VIGNA DI VALLE.

COMMES	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01	D 69 RG	GE 00 01001	B	59 di 122

RELAZIONE GEOLOGICA

10.4.6 STOP 6

Affioramento di depositi piroclastici da caduta, semicoerenti lapillosi e cineritici, in strati di spessore 10-15cm (parte bassa). Di colore dal grigio al giallastro. Intercalati livelli di pomici giallastre (Tufi stratificati varicolori de La Storta).



LINEA ROMA – VITERBO. RADDOPPIO TRATTA
CESANO – VIGNA DI VALLE.

RELAZIONE GEOLOGICA

COMMES	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01	D 69 RG	GE 00 01001	B	60 di 122

10.4.7 STOP 7

Depositi da flusso piroclastico, semicorente senza evidente stratificazione. Giallastro.



LINEA ROMA – VITERBO. RADDOPPIO TRATTA
CESANO – VIGNA DI VALLE.

RELAZIONE GEOLOGICA

COMMES	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01	D 69 RG	GE 00 01001	B	61 di 122

10.4.8 STOP 8

Lago morto – area con probabile presenza di depositi siltuosi di origine palustre-lacustre. Area stazionamento acque meteoriche e difficoltà di drenaggio.



LINEA ROMA – VITERBO. RADDOPPIO TRATTA
CESANO – VIGNA DI VALLE.

RELAZIONE GEOLOGICA

COMMES	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01	D 69 RG	GE 00 01001	B	62 di 122



LINEA ROMA – VITERBO. RADDOPPIO TRATTA
CESANO – VIGNA DI VALLE.

RELAZIONE GEOLOGICA

COMMES	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01	D 69 RG	GE 00 01001	B	63 di 122

10.4.9 STOP 9

Affioramento di deposito da flusso piroclastico: ignimbrite fonolitico/tefritica di colore grigio, prevalentemente incoerente (pozzolana). Si osservano inclusi di varia natura in una matrice micropomicea - scoriacea: pomici di varie dimensioni, frammenti di lave e rocce sedimentarie, grossi cristalli di leucite.



LINEA ROMA – VITERBO. RADDOPPIO TRATTA
CESANO – VIGNA DI VALLE.

COMMES	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01	D 69 RG	GE 00 01001	B	64 di 122

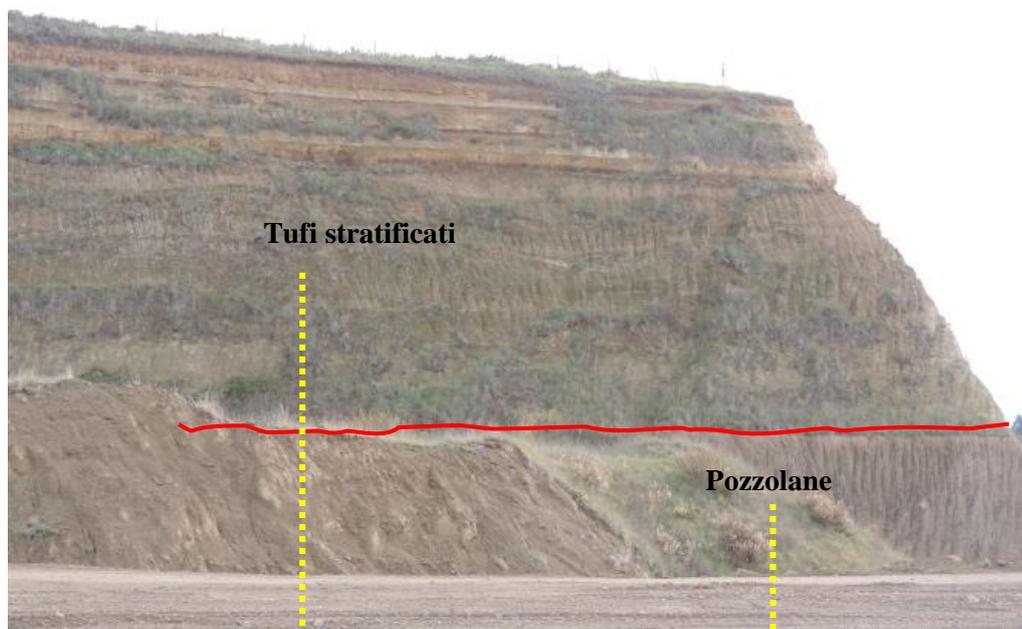
RELAZIONE GEOLOGICA

10.4.10 STOP 10

Cava – Tufi e Pozzolane

In alto si osservano successioni tufacee stratificate/laminate: Tufi grigi – giallastro - semi litoidi stratificati, in strati pluricentricimetrici, presenza di frammenti di lava, lapilli e scorie di rocce sedimentarie. Ricco di pomice gialle e biancastre.

Nella parte bassa affiora una formazione ad aspetto ingimbricato, in una matrice micropomicea - scoriacea di colore grigio scuro sono immerse pomice sparse di varie dimensioni e colore (grigie violacee, rosa) contenenti cristalli sparsi di leucite e sanidino, talora passante ad una tipica *facies* a pozzolana.



LINEA ROMA – VITERBO. RADDOPPIO TRATTA
CESANO – VIGNA DI VALLE.

COMMES	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01	D 69 RG	GE 00 01001	B	65 di 122

RELAZIONE GEOLOGICA

10.4.11 STOP 11

Affioramento di deposito da flusso piroclastico, senza evidente stratificazione: Ingimbrite *fonolitico/tefritica- facies pozzolana*: in una matrice micropomicea - scoriacea di colore grigio scuro sono immerse pomici sparse di varie dimensioni e colore contenenti cristalli sparsi di leucite.



LINEA ROMA – VITERBO. RADDOPPIO TRATTA
CESANO – VIGNA DI VALLE.

RELAZIONE GEOLOGICA

COMMES	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01	D 69 RG	GE 00 01001	B	66 di 122

10.4.12 STOP 12

Affioramento di deposito da flusso piroclastico: ingimbrite semicoerente, matrice pomicea colore dal grigio al marrone chiaro, con immerse pomici sparse di varie dimensioni e cristalli di leucite.



LINEA ROMA – VITERBO. RADDOPPIO TRATTA
CESANO – VIGNA DI VALLE.

RELAZIONE GEOLOGICA

COMMES	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01	D 69 RG	GE 00 01001	B	67 di 122

10.4.13 STOP 13

Piccolo affioramento a ridosso del fosso Arrone

Lave tefritico – leucitiche, si notano grossi fenocristalli di leucite, grigio scure, dure e compatte. Tipica frattura scheggiata.



LINEA ROMA – VITERBO. RADDOPPIO TRATTA
CESANO – VIGNA DI VALLE.

RELAZIONE GEOLOGICA

COMMES	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01	D 69 RG	GE 00 01001	B	68 di 122

10.4.14 STOP 14

Deposito alluvionali-colluviali stratificazione lentiforme: alternanze di livelli a granulometria limo-sabbiosa con strati ghiaiosi sabbiosi. Lenti di argilla e argilla torbosa.



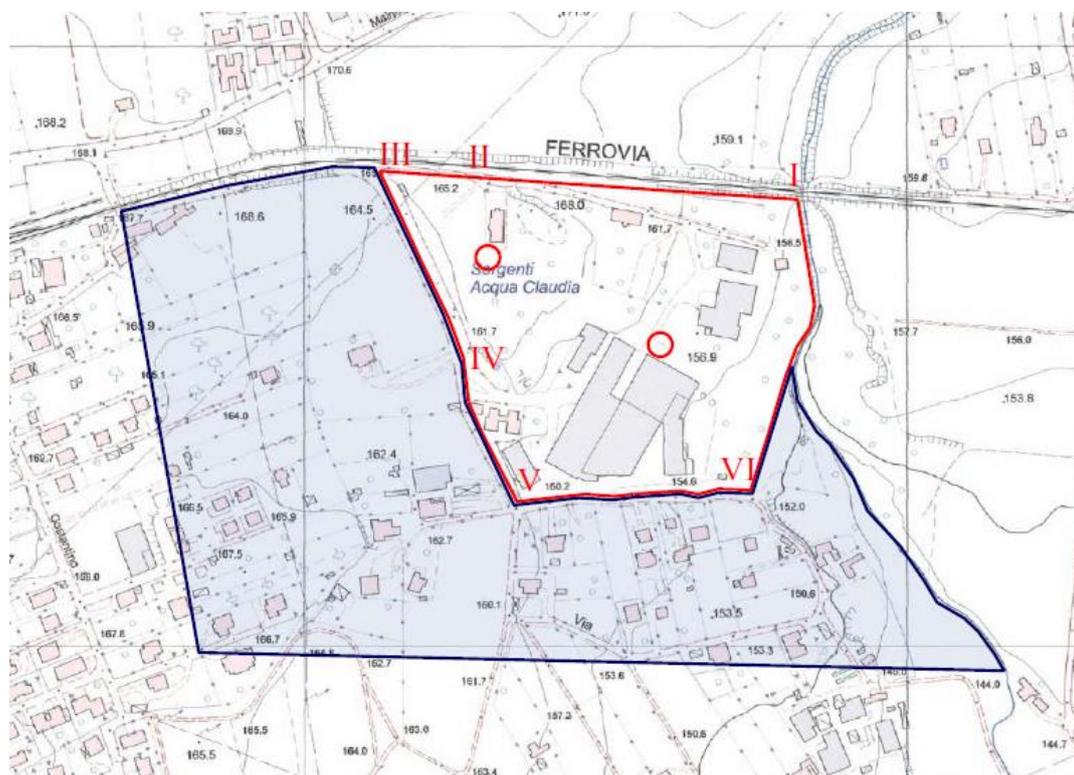
LINEA ROMA – VITERBO. RADDOPPIO TRATTA
CESANO – VIGNA DI VALLE.

COMMES	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01	D 69 RG	GE 00 01001	B	69 di 122

RELAZIONE GEOLOGICA

11 CONCESSIONE MINERARIA “SORGENTI ACQUA CLAUDIA” e INDAGINI BIBLIOGRAFICHE NELL’ABITO DELLA RICERCA

Nella seguente immagine sono rappresentate le perimetrazioni delle aree di protezione della concessione mineraria Claudia (da “Tav. 9 - Corografia con individuazione delle aree di protezione della concessione mineraria Claudia - Estratto da CTR scala 1:5.000, elemento 364122 «Stazione di Cesano»” - *Rinnovo della Concessione Mineraria - Concessione Mineraria «Sorgenti dell’Acqua Claudia. Marzo 2019»*).



○ Zona di protezione igienica ristretta (assoluta) dei pozzi Claudia e Claudia2

□ Zona di protezione igienica (assoluta) coincidente con il perimetro della concessione mineraria

□ Zona di rispetto - protezione ambientale, della concessione mineraria e dell’acqua Claudia

Fig. 11-1 – Stralcio “tav.9 Corografia con individuazione delle aree di protezione della concessione mineraria Claudia - Estratto da CTR scala 1:5.000, elemento 364122 «Stazione di Cesano»” - Regione Lazio - Comune di Anguillara Sabazia Concessione Mineraria «Sorgenti dell’Acqua Claudia» Rinnovo della Concessione Mineraria.

	LINEA ROMA - VITERBO RADDOPPIO TRATTA CESANO – VIGNA DI VALLE					
	LINEA ROMA – VITERBO. RADDOPPIO TRATTA CESANO – VIGNA DI VALLE. RELAZIONE GEOLOGICA	COMMES NR1J	LOTTO 01	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO GE 00 01001	REV. B

Nell'ambito della ricerca mineraria sono state eseguite delle perforazioni, con valenza stratigrafica, a carotaggio continuo, realizzate negli anni 1996 e 2000:

SONDAGGIO	ANNO	N	E	Z (m)	prof (m)
Sondaggio 1 storico	1996	42° 4'4.36"	12°18'8.01"	151	46.5
Sondaggio 2 storico	1996	42° 4'3.61"	12°18'11.47"	159	30
Claudia pozzo 2 storico	2000	42° 4'3.56"	12°18'1.35"	166	51

Tali indagini bibliografiche, di seguito riportate, sono state tenute in considerazione nella ricostruzione del modello geologico.



Fig. 11-2 – Ubicazione sondaggi nell'ambito della concessione mineraria “Sorgenti acqua claudia”

LINEA ROMA – VITERBO. RADDOPPIO TRATTA
CESANO – VIGNA DI VALLE.

COMMES	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01	D 69 RG	GE 00 01001	B	71 di 122

RELAZIONE GEOLOGICA

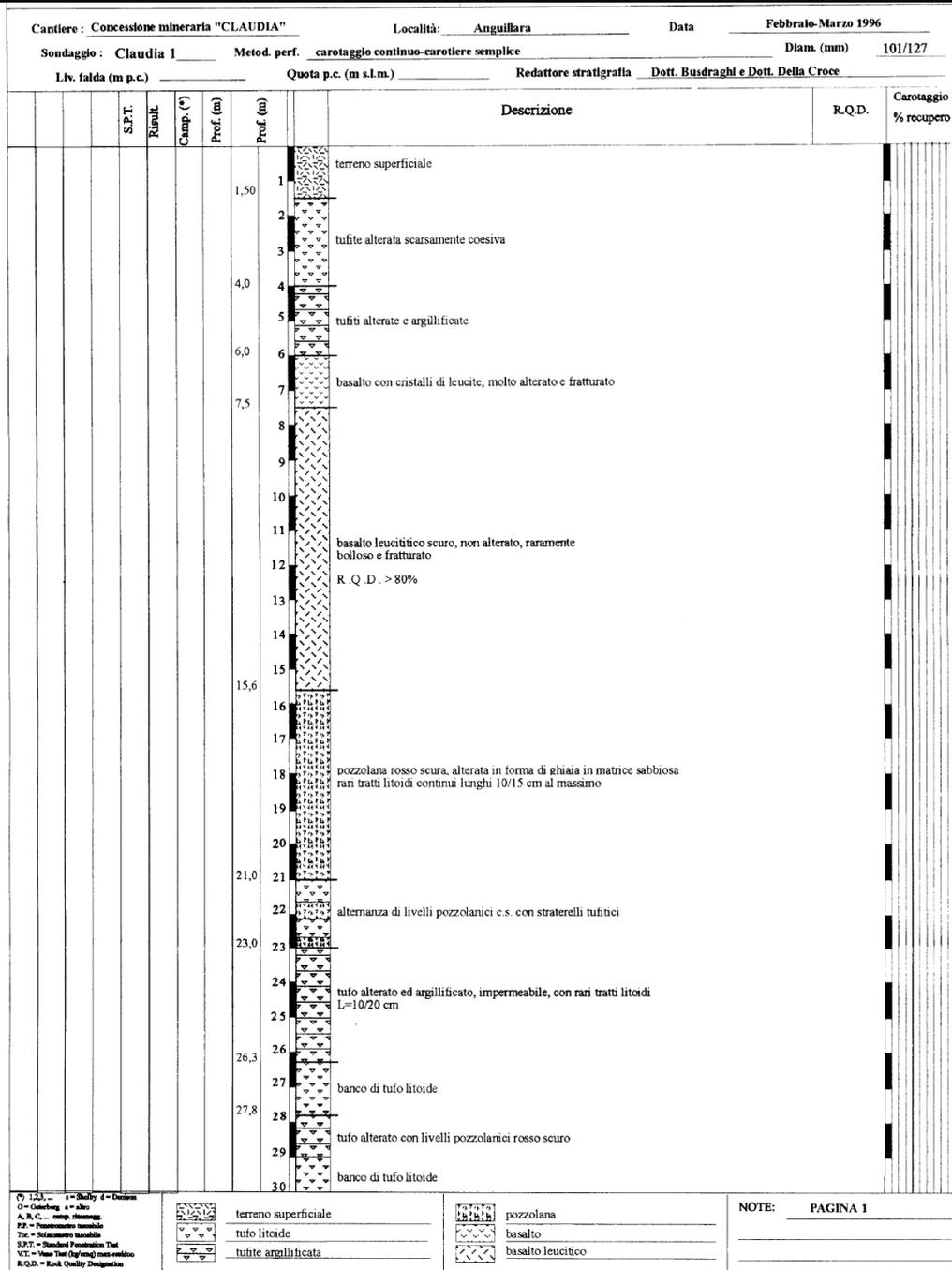


Fig. 11-3 – Sondaggio 1 storico (1/2)

LINEA ROMA – VITERBO. RADDOPPIO TRATTA
CESANO – VIGNA DI VALLE.

COMMES	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01	D 69 RG	GE 00 01001	B	72 di 122

RELAZIONE GEOLOGICA

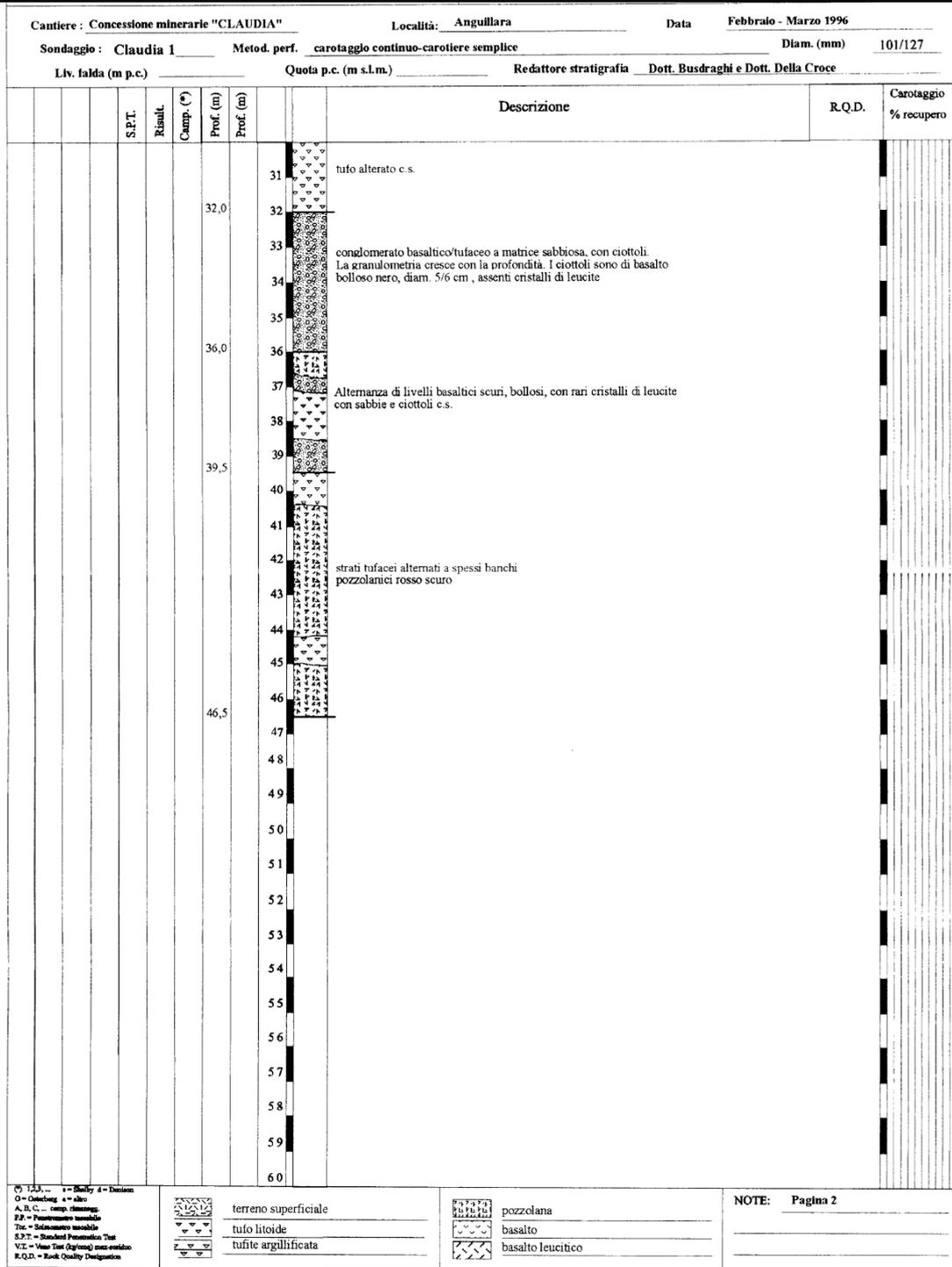


Fig. 11-4 – Sondaggio 1 storico (2/2)

LINEA ROMA – VITERBO. RADDOPPIO TRATTA
CESANO – VIGNA DI VALLE.

COMMES	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01	D 69 RG	GE 00 01001	B	73 di 122

RELAZIONE GEOLOGICA

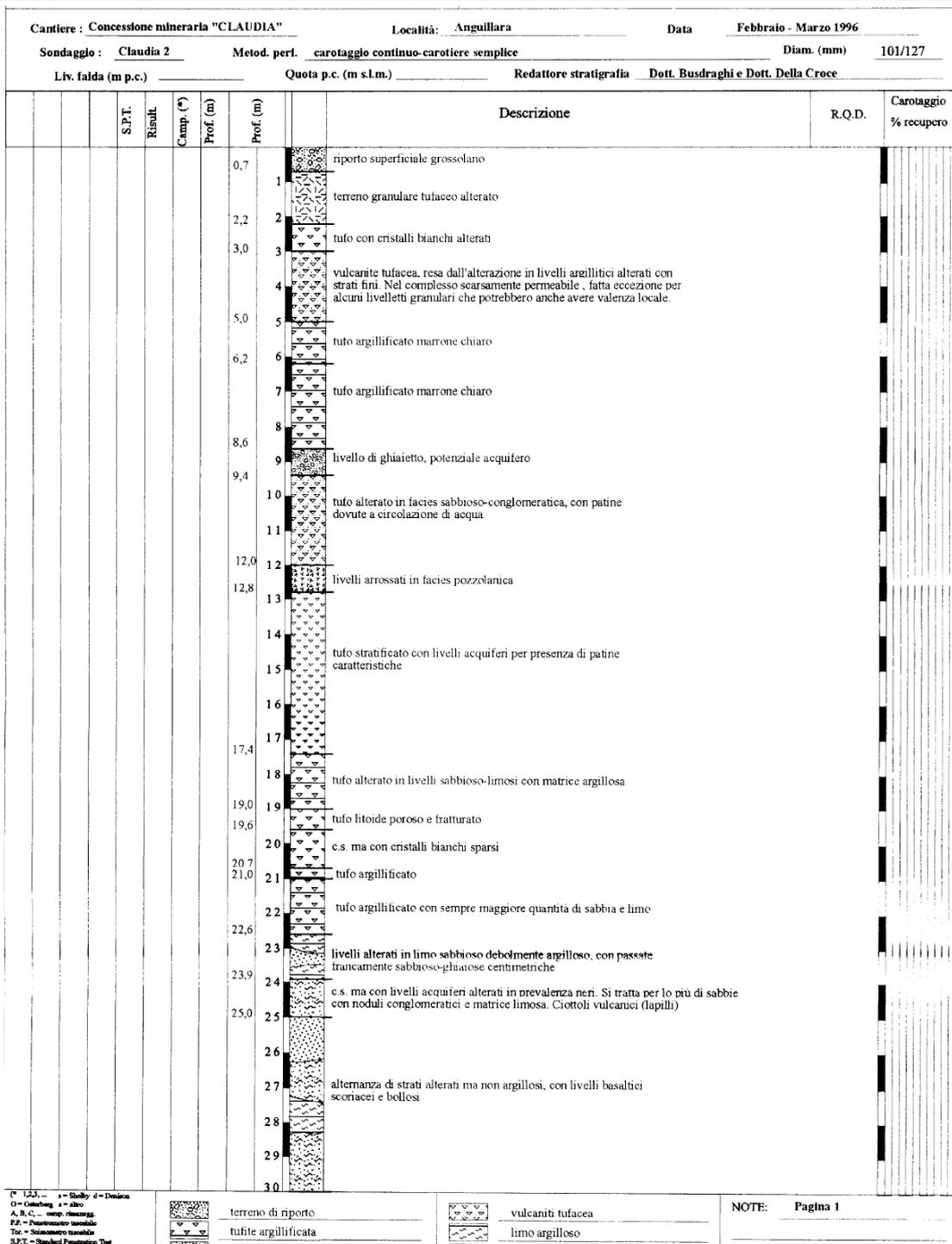


Fig. 11-5 – Sondaggio 2 storico (1/2)

LINEA ROMA – VITERBO. RADDOPPIO TRATTA
CESANO – VIGNA DI VALLE.

COMMES	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01	D 69 RG	GE 00 01001	B	74 di 122

RELAZIONE GEOLOGICA

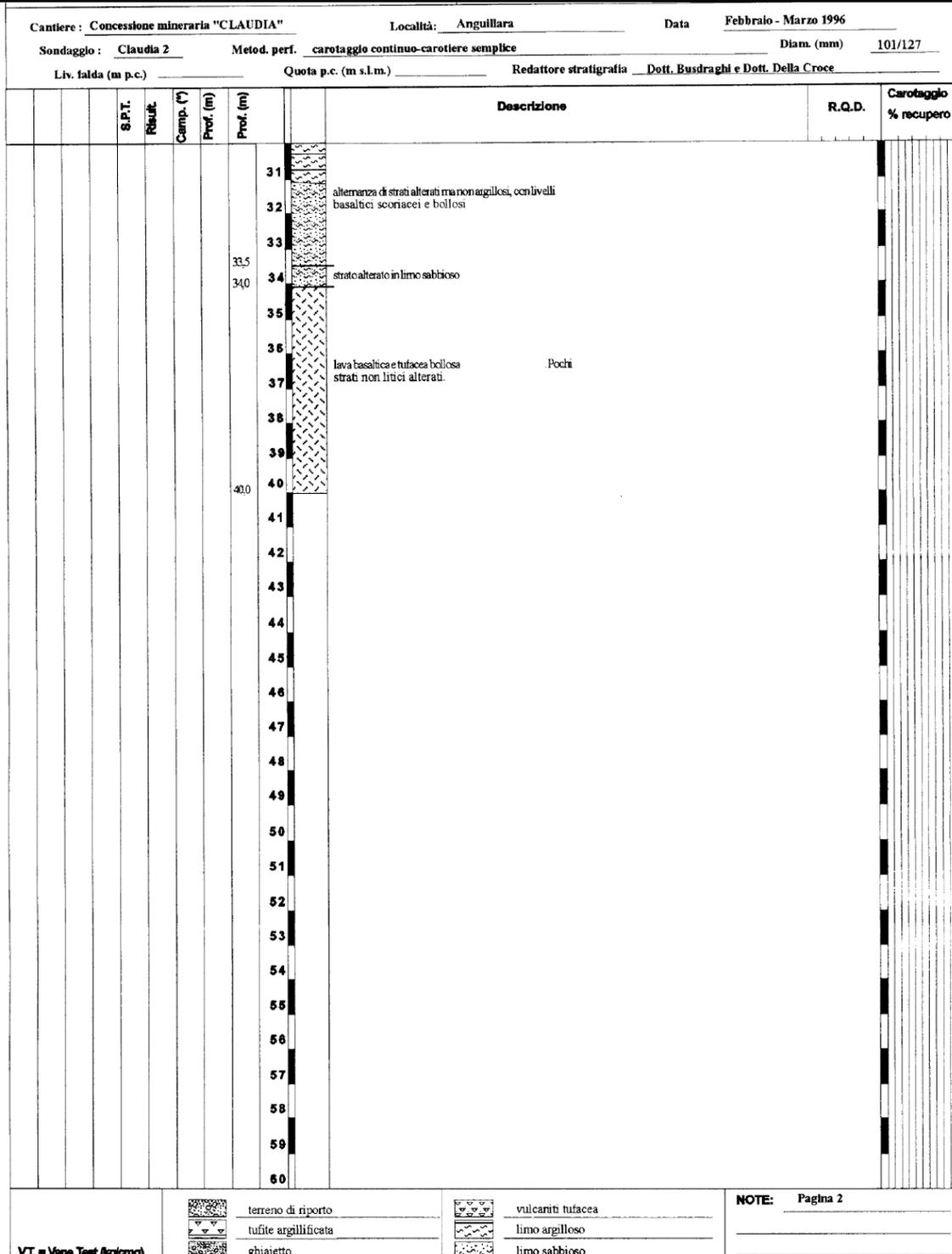


Fig. 11-6 – Sondaggio 2 storico (1/2)

LINEA ROMA – VITERBO. RADDOPPIO TRATTA
CESANO – VIGNA DI VALLE.

COMMES	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01	D 69 RG	GE 00 01001	B	75 di 122

RELAZIONE GEOLOGICA

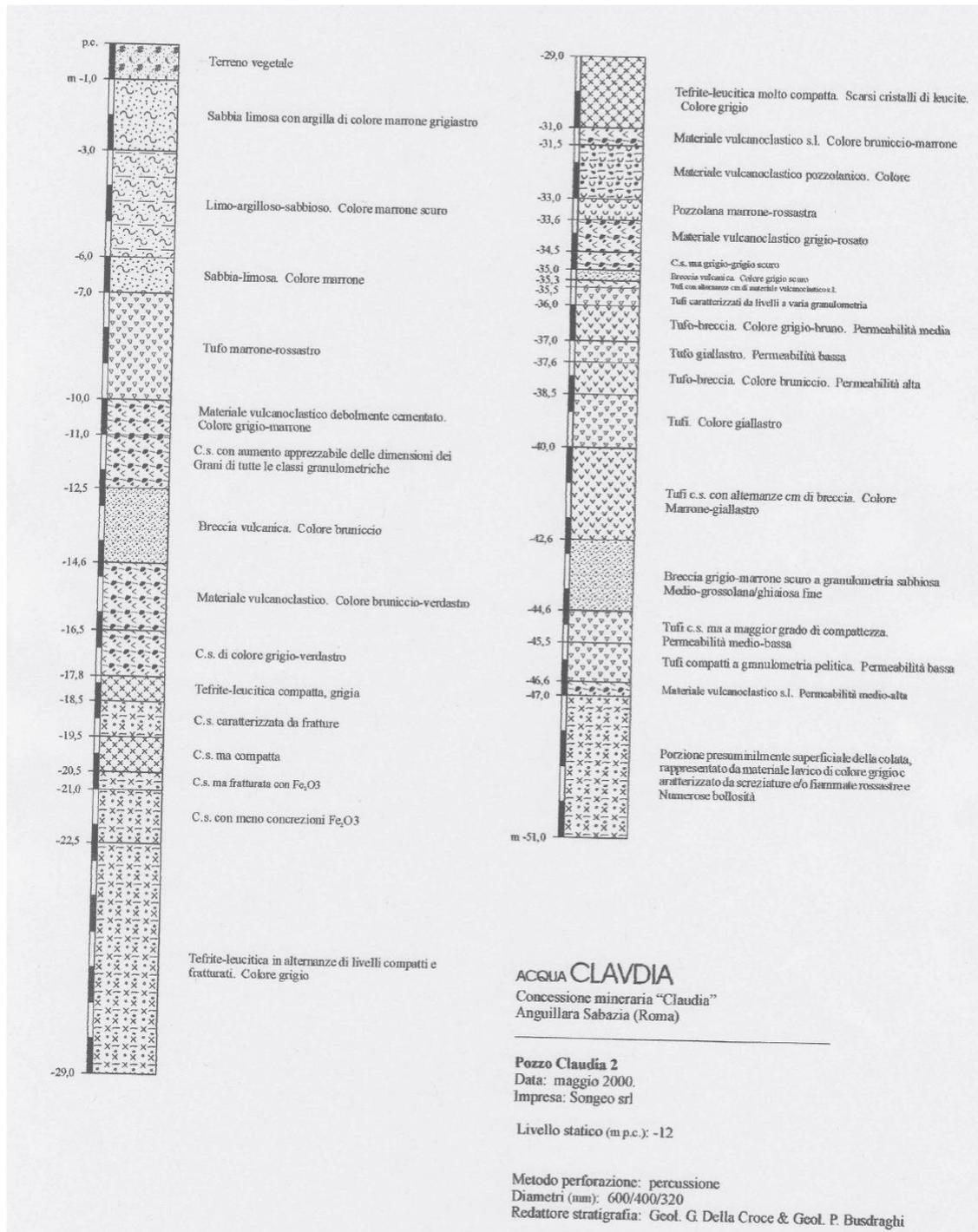


Fig. 11-7 – Claudia 2 pozzo storico

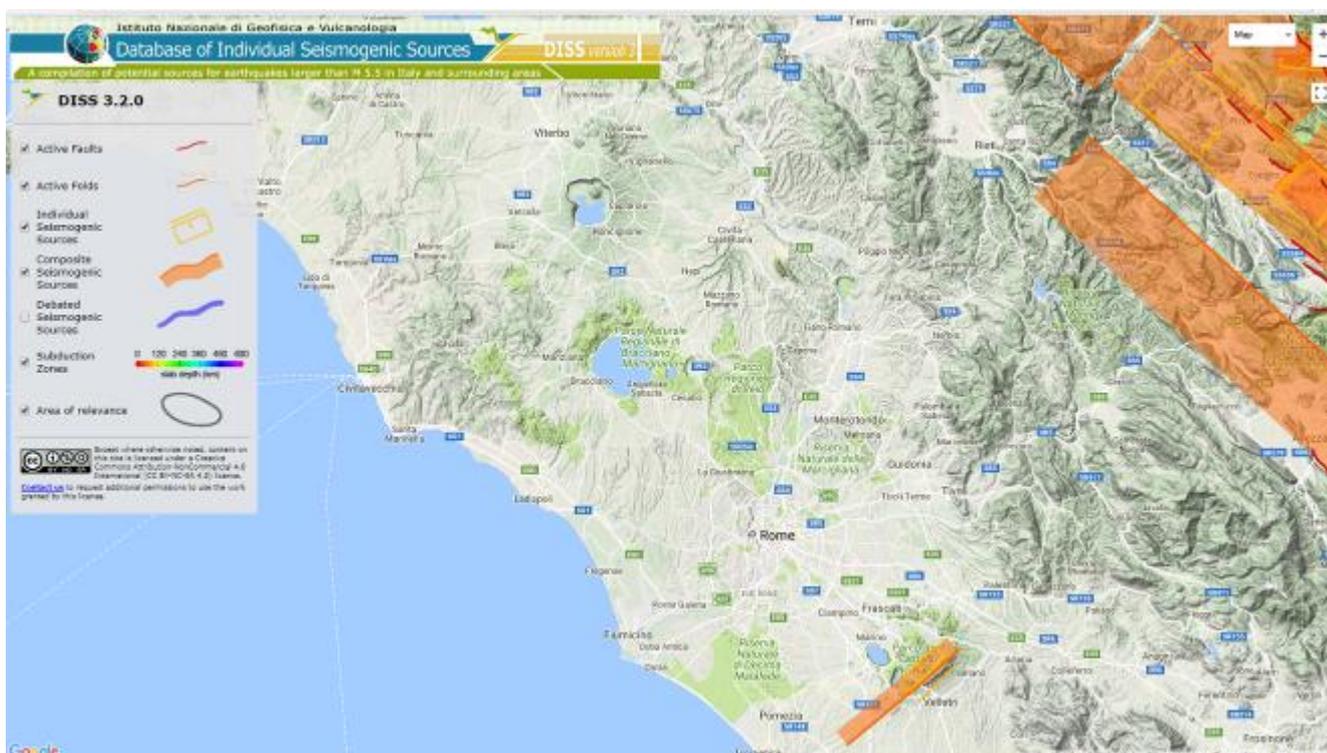
LINEA ROMA – VITERBO. RADDOPPIO TRATTA
CESANO – VIGNA DI VALLE.

COMMES	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01	D 69 RG	GE 00 01001	B	76 di 122

RELAZIONE GEOLOGICA

12 SISMICITÀ DELL'AREA

La consultazione del database DISS (2010), relativo alle potenziali sorgenti sismogenetiche con magnitudo maggiore di 5,5, mostra che il tracciato di progetto non risulta interessato dalla presenza di potenziali faglie sismogenetiche.



12.1 SISMICITÀ STORICA

Utilizzando i cataloghi sismici nazionali sono stati reperiti dati relativi ai terremoti storici che hanno portato effetti macrosismici nei territori comunali attraversati dal tracciato (Bracciano, Anguillara Sabazia, Roma)

La seguente figura, tratta dal catalogo dei terremoti italiani DBMI15 (DataBase Macrosismico Italiano, edizione 2015), prodotta dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, mostra le registrazioni storiche effettuate in termini di intensità sismica.

LINEA ROMA – VITERBO. RADDOPPIO TRATTA
CESANO – VIGNA DI VALLE.

COMMES	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01	D 69 RG	GE 00 01001	B	77 di 122

RELAZIONE GEOLOGICA



Fig. 12-1 – Terremoti storici che hanno prodotto effetti macrosismici nel territorio di Anguillara Sabazia



Fig. 12-2 – Terremoti storici che hanno prodotto effetti macrosismici nel territorio di Bracciano

LINEA ROMA – VITERBO. RADDOPPIO TRATTA
CESANO – VIGNA DI VALLE.

COMMES	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01	D 69 RG	GE 00 01001	B	78 di 122

RELAZIONE GEOLOGICA

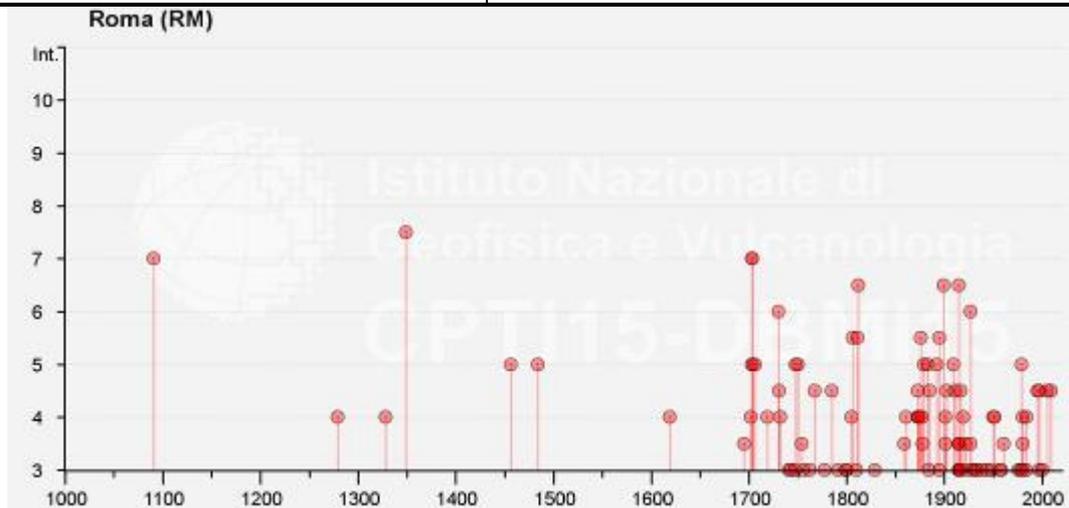


Fig. 12-3 – Terremoti storici che hanno prodotto effetti macrosismici nel territorio di Roma

Nelle tabelle che seguono sono riportati i dati completi della storia sismica per i tre comuni.

- Is = intensità in sito (MCS);
- Anno = anno Me = mese Gi = giorno Or = ora;
- NMDP = numero di osservazioni macrosismiche del terremoto;
- Io = intensità massima (MCS);
- Mw = magnitudo momento.

LINEA ROMA – VITERBO. RADDOPPIO TRATTA
CESANO – VIGNA DI VALLE.

COMMES	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01	D 69 RG	GE 00 01001	B	79 di 122

RELAZIONE GEOLOGICA

Seismic history of	Anguillara Sabazia				
PlaceID	IT_53606				
Coordinates (lat, lon)	42.091, 12.270				
Municipality (ISTAT 2015)	Anguillara Sabazia				
Province	Roma				
Region	Lazio				
No. of reported earthquakes	10				
Intensity	Year Mo Da Ho Mi Se	Epicentral area	NMDP	Io	Mw
4-5	1899 07 19 13 18 54.00	Colli Albani	122	7	5.1
4-5	1909 08 31 13 41	Roma	44	5	4.15
3	1911 04 10 09 43	Colli Albani	79	6	4.74
6	1915 01 13 06 52 43.00	Marsica	1041	11	7.08
2	1919 10 22 06 10	Anzio	142	6-7	5.22
4	1927 12 26 15 06 14.00	Colli Albani	38	7	4.89
2	1969 07 02 07 55	Monti della Tolfa	72	7	4.77
3	1971 02 06 18 09	Tuscania	89	7-8	4.83
3	1997 09 26 00 33 12.88	Appennino umbro-marchigiano	760	7-8	5.66
NF	2005 12 15 13 28 39.59	Val Nerina	350	5	4.14

Seismic history of	Bracciano				
PlaceID	IT_53687				
Coordinates (lat, lon)	42.103, 12.176				
Municipality (ISTAT 2015)	Bracciano				
Province	Roma				
Region	Lazio				
No. of reported earthquakes	17				
Intensity	Year Mo Da Ho Mi Se	Epicentral area	NMDP	Io	Mw
2-3	1895 11 01	Campagna romana	94	6-7	4.83
2	1898 06 27 23 38	Reatino	186	8	5.5
NF	1902 10 23 08 51	Reatino	77	6	4.74
NF	1909 08 25 00 22	Crete Senesi	259	7-8	5.34
3-4	1909 08 31 13 41	Roma	44	5	4.15
5	1915 01 13 06 52 43.00	Marsica	1041	11	7.08
3	1919 10 22 06 10	Anzio	142	6-7	5.22
NF	1938 08 12 02 28 33.00	Appennino laziale-abruzzese	55	5-6	4.56
4-5	1969 07 02 07 55	Monti della Tolfa	72	7	4.77
4	1971 02 06 18 09	Tuscania	89	7-8	4.83
4	1979 09 19 21 35 37.00	Valnerina	694	8-9	5.83
3	1984 05 07 17 50	Monti della Meta	912	8	5.86
3	1984 05 11 10 41 49.27	Monti della Meta	342	7	5.47
NF	1997 09 26 00 33 12.88	Appennino umbro-marchigiano	760	7-8	5.66
NF	1997 10 14 15 23 10.64	Valnerina	786		5.62
3	2005 08 22 12 02 07.40	Costa laziale	57	5-6	4.78
NF	2005 12 15 13 28 39.59	Val Nerina	350	5	4.14

LINEA ROMA – VITERBO. RADDOPPIO TRATTA
 CESANO – VIGNA DI VALLE.

COMMES	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01	D 69 RG	GE 00 01001	B	80 di 122

RELAZIONE GEOLOGICA

Seismic history of	Roma				
PlaceID	IT_54180				
Coordinates (lat, lon)	41.899, 12.477				
Municipality (ISTAT 2015)	Roma				
Province	Roma				
Region	Lazio				
No. of reported earthquakes		158			
Intensity	Year Mo Da Ho Mi Se	Epicentral area	NMDP	Io	Mw
7	1091 01 27	Roma	1	7	5.1
F	1231 06 01 11	Cassinese	3	7	5.1
4	1279 04 30 18	Appennino umbro-marchigiano	17	9	6.2
F	1298 12 01	Monti Reatini	5	9-10	6.26
NC	1315 12 03	Aquilano	4	8	5.56
4	1328 12 01	Valnerina	13	10	6.49
7-8	1349 09 09	Appennino laziale-abruzzese	17	9	6.27
5	1456 12 05	Appennino centro-meridionale	199	11	7.19
5	1484 01 19	Sabina	6	6-7	5.02
F	1599 11 06 01 25	Valnerina	20	9	6.07
4	1619 07 07 22	Aquilano	5	7-8	5.33
NF	1639 10 07	Monti della Laga	39	9-10	6.21
F	1654 07 24 00 25	Sorano	44	9-10	6.33
F	1672 06 08 17 30	Monti della Laga	10	7-8	5.33
F	1688 06 05 15 30	Sannio	215	11	7.06
3-4	1695 06 11 02 30	Lazio settentrionale	50	8-9	5.8
4	1702 10 18	Valnerina	5	5	4.16
7	1703 01 14 18	Valnerina	197	11	6.92
5	1703 01 16 13 30	Appennino laziale-abruzzese	22		
7	1703 02 02 11 05	Aquilano	69	10	6.67
5	1703 05 25	Sabina	3		
F	1705 11 29	Abruzzo-Lazio	4		
5	1706 11 03 13	Maiella	99	10-11	6.84
4	1719 06 27 06 30	Valnerina	16	8	5.59
2-3	1727 12 14 19 45	Valle del Metauro	32	7	5.24
6	1730 05 12 05	Valnerina	115	9	6.04
4-5	1731 03 20 03	Tavoliere delle Puglie	49	9	6.33
4	1732 11 29 07 40	Irpinia	183	10-11	6.75
3	1741 04 24 09 20	Fabrianese	135	9	6.17
3	1743 02 20	Ionio settentrionale	84	9	6.68
3	1747 04 17	Appennino umbro-marchigiano	63	9	6.05
5	1748 09 10 23 40	Colli Albani	3	5-6	4.4
5	1750 02 08	Colli Albani	6	5	4.5
F	1751 07 27 01	Appennino umbro-marchigiano	66	10	6.38
3-4	1754 06 08 05 05	Colli Albani	8	5	4.47
3	1756 10 22 14	Napoletano	5	6-7	3.5
3	1762 10 06	Aquilano	13	8	5.54
4-5	1767 06 05 01 30	Valle Umbra	10	7-8	5.45
2-3	1768 10 19 23	Appennino forlivese	45	9	5.99
3	1777 06 06 16 15	Tirreno meridionale	9		
F	1782 09 24	Colli Albani	3	6	4.63
4-5	1785 10 03 00 30	Monti Tiburtini	6	5-6	4.5
F	1785 10 09 03 15	Monti Reatini	33	8-9	5.76
F	1786 07 31	Aquilano	7	6	4.89
3	1791 10 11 13 05	Appennino umbro-marchigiano	54	8	5.57
3	1799 07 28 22 05	Appennino marchigiano	70	9	6.18
3	1800 12 29 10 15	Colli Albani	7	6	4.74
4	1805 07 26 21	Molise	220	10	6.68
F	1806 07 21 09	Cassinese	5	5-6	4.4

LINEA ROMA – VITERBO. RADDOPPIO TRATTA
 CESANO – VIGNA DI VALLE.

COMMES	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01	D 69 RG	GE 00 01001	B	81 di 122

RELAZIONE GEOLOGICA

5-6	1806 08 26 07 35	Colli Albani	35	8	5.61
3	1810 07 13 13	Colli Albani	3	5-6	4.4
5-6	1811 02 18 02 15	Colli Albani	3	4-5	3.93
6-7	1812 03 22 02 20	Campagna romana	1	6-7	4.86
F	1815 09 03 23	Valnerina	24	8	5.58
3	1829 06 01 09	Colli Albani	25	7	4.87
F	1832 01 13 13	Valle Umbra	101	10	6.43
NF	1846 08 14 12	Colline Pisane	121	9	6.04
F	1854 01 17 09	Narni	6	5-6	4.71
F	1855 06 29 03 03	Colli Albani	5	4	4.27
NF	1857 12 16 21 15	Basilicata	340	11	7.12
3-4	1859 08 22	Valnerina	20	8-9	5.73
4	1861 12 12 06 10	Colli Albani	4	5	4.16
4-5	1873 03 12 20 04	Appennino marchigiano	196	8	5.85
NF	1873 06 29 03 58	Alpago Cansiglio	197	9-10	6.29
4	1873 07 12 06 06	Val Comino	61	7-8	5.38
4	1874 02 24 06 52	Aquilano	26	6-7	5.12
4	1874 12 06 15 50	Val Comino	43	7-8	5.48
2	1875 03 17 23 51	Costa romagnola	144	8	5.74
2-3	1875 12 06	Gargano	97	8	5.86
5-6	1876 10 26 14 18	Monti Prenestini	29	7	5.06
4	1877 08 24 02 45	Lazio meridionale	54	7	5.21
2	1878 02 13 19 30	Cascia	8	4-5	4.22
3-4	1878 09 15 07 20	Valle Umbra	34	8	5.46
5	1879 02 23 18 30	Valnerina	15	8	5.59
2	1879 04 27 04 06	Appennino tosco-emiliano	20	7	5.03
2	1881 09 10 07	Chietino	43	7-8	5.41
2	1882 06 06 05 40	Isernino	50	7	5.2
2	1883 07 28 20 25	Isola d'Ischia	27	9-10	4.26
5	1883 09 02 07 03	Colli Albani	27	5-6	4.67
3	1884 08 07 02 15	Colli Albani	19	5	4.38
2	1885 02 26 20 48	Pianura Padana	78	6	5.01
4-5	1885 04 10 01 44	Appennino laziale-abruzzese	44	5	4.57
F	1887 03 11 14 45	Liguria occidentale	20		
NF	1889 12 08	Gargano	122	7	5.47
NF	1891 05 09 00 16	Val Roveto	41	5	4.42
2	1891 06 07 01 06 14.00	Valle d'Ilasi	403	8-9	5.87
5	1892 01 22	Colli Albani	81	7	5.14
NF	1895 06 30 03 48 50.00	Poggio Pienze	10	4-5	3.93
3	1895 08 09 17 38 20.00	Adriatico centrale	103	6	5.11
5-6	1895 11 01	Campagna romana	94	6-7	4.83
6-7	1899 07 19 13 18 54.00	Colli Albani	122	7	5.1
4	1901 04 24 14 20	Sabina	44	8	5.25
3-4	1901 07 31 10 38 30.00	Sorano	76	7	5.16
NF	1902 09 21 20 12 06.00	Ciocciaria	23	4-5	4.02
4-5	1902 10 23 08 51	Reatino	77	6	4.74
F	1904 02 24 15 53 26.00	Marsica	56	8-9	5.68
2	1904 02 25 00 29 13.00	Marsica	34	5-6	4.56
2	1906 02 21 20 49	Colli Albani	42	5	4.08
NF	1909 01 13 00 45	Emilia Romagna orientale	867	6-7	5.36
5	1909 08 31 13 41	Roma	44	5	4.15
4-5	1911 04 10 09 43	Colli Albani	79	6	4.74
6-7	1915 01 13 06 52 43.00	Marsica	1041	11	7.08
F	1915 01 13 16 44	Marsica	2		4.79
F	1915 01 13 20 19	Marsica	4		4.74
3-4	1915 01 14 01 50	Marsica	9		4.64
3	1915 01 14 07 17	Marsica	12	5-6	4.88
F	1915 01 14 16 55 22.00	Marsica	5	4	4.6
2-3	1915 01 18 20 08	Marsica	2		4.98
3	1915 01 18 23 31	Marsica	2		5.02
3-4	1915 01 21 12 29 28.00	Marsica	4	4	4.83

LINEA ROMA – VITERBO. RADDOPPIO TRATTA
 CESANO – VIGNA DI VALLE.

RELAZIONE GEOLOGICA

COMMES	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01	D 69 RG	GE 00 01001	B	82 di 122

3-4	1915 04 05 06 18 58.00	Valle dell'Aniene	21	6	4.8
3	1915 09 23 18 07	Marsica	18	6	5.07
3	1916 01 26 12 22	Sorano	34	6	4.72
3	1916 11 16 06 35	Alto Reatino	40	8	5.5
2	1917 01 03 01 35	Marsica	57		
2	1917 05 12 15 34 36.00	Ternano	34	7-8	5.03
4-5	1917 07 08 02	Appennino laziale-abruzzese	44	5-6	4.68
F	1919 06 29 15 06 13.00	Mugello	565	10	6.38
4	1919 10 22 06 10	Anzio	142	6-7	5.22
3-4	1922 12 29 12 22 06.00	Val Roveto	119	6-7	5.24
3	1923 05 13 14 30 59.00	Valle del Salto	21	5	4.33
2	1925 09 24 13 33 46.00	Molise occidentale	50	7	5.26
3-4	1927 10 11 14 45 08.00	Marsica	81	7	5.2
6	1927 12 26 15 06 14.00	Colli Albani	38	7	4.89
NF	1929 04 10 05 44	Bolognese	87	6	5.05
3	1930 07 23 00 08	Irpinia	547	10	6.67
3	1930 10 30 07 13	Senigallia	268	8	5.83
2-3	1931 10 21 07 35	Ciociaria	23	5	4.23
3	1933 09 26 03 33 29.00	Maiella	325	9	5.9
3	1938 08 12 02 28 33.00	Appennino laziale-abruzzese	55	5-6	4.56
3	1943 10 03 08 28 29.00	Ascolano	170	8	5.67
2-3	1948 12 17 21 18 02.00	Monti Reatini	3	5-6	4.4
3	1948 12 31 03 32	Monti Reatini	95	8	5.42
4	1950 09 05 04 08	Gran Sasso	386	8	5.69
4	1951 08 08 19 56	Gran Sasso	94	7	5.25
3	1957 04 11 16 19	Valle del Salto	46	6	4.94
3	1958 06 24 06 07	Aquilano	222	7	5.04
3-4	1961 10 31 13 37	Reatino	84	8	5.09
2-3	1967 12 03 21 29 59.00	Aquilano	32	5	4.37
NF	1967 12 09 03 09 56.00	Adriatico centrale	22		4.36
2-3	1971 02 06 18 09	Tuscania	89	7-8	4.83
3	1976 05 06 20	Friuli	770	9-10	6.45
3	1978 07 30 05 19 23.00	Ternano	25	7	4.32
5	1979 09 19 21 35 37.00	Valnerina	694	8-9	5.83
3	1980 02 28 21 04 40.00	Valnerina	146	6	4.97
3-4	1980 06 14 20 56 50.00	Marsica	69	5-6	4.96
2	1980 10 01 00 57 38.00	Frusinate	41	5	4.26
4	1980 11 23 18 34 52.00	Irpinia-Basilicata	1394	10	6.81
NF	1984 04 29 05 02 59.00	Umbria settentrionale	709	7	5.62
4	1984 05 07 17 50	Monti della Meta	912	8	5.86
3	1984 05 11 10 41 49.27	Monti della Meta	342	7	5.47
2-3	1989 10 23 21 19 17.62	Colli Albani	65	6	4.32
4-5	1995 06 12 18 27 43.38	Campagna romana	125	5-6	3.79
4-5	1997 09 26 00 33 12.88	Appennino umbro-marchigiano	760	7-8	5.66
3	1997 09 26 09 40 26.60	Appennino umbro-marchigiano	869	8-9	5.97
3	2000 03 11 10 35 27.49	Valle dell'Aniene	214	6	4.25
4-5	2005 08 22 12 02 07.40	Costa laziale	57	5-6	4.78
4-5	2009 04 06 01 32 40.40	Aquilano	316	9-10	6.29

	LINEA ROMA - VITERBO RADDOPPIO TRATTA CESANO – VIGNA DI VALLE					
	LINEA ROMA – VITERBO. RADDOPPIO TRATTA CESANO – VIGNA DI VALLE. RELAZIONE GEOLOGICA	COMMES NR1J	LOTTO 01	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO GE 00 01001	REV. B

12.2 ZONAZIONE SISMICA SECONDO DM 17-01-2018

In base al DM 14-01-2008 “Norme tecniche per le costruzioni” per un determinato sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria A) si definisce una pericolosità sismica di base; in particolare vengono forniti i valori di accelerazione orizzontale massima a_g e dei parametri che permettono di definire gli spettri di risposta ai sensi delle NTC, nelle condizioni di sito di riferimento rigido orizzontale; ciò avviene in corrispondenza dei punti di un reticolo (reticolo di riferimento) i cui nodi sono sufficientemente vicini fra loro (non distano più di 10 km) e per diversi periodi di ritorno TR ricadenti in un intervallo di riferimento compreso almeno tra 30 e 2475 anni, estremi inclusi.

In particolare le tabelle allegate alle NTC2008 (Allegati A e B) forniscono i seguenti valori:

- a_g accelerazione orizzontale massima del terreno;
- F_0 valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- T_c^* periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Qualora il sito in esame non coincida con uno dei nodi del reticolo di riferimento i valori dei suddetti parametri possono essere calcolati come media pesata del valore da essi assunto nei quattro vertici della maglia all'interno della quale si trova il sito, utilizzando come pesi gli inversi delle distanze tra il punto in questione ed i quattro vertici. Il tracciato in questione, essendo lungo 12 km circa, è stato suddiviso in 3 tratti per i quali, in corrispondenza dei punti estremi, sono stati calcolati i parametri sismici.

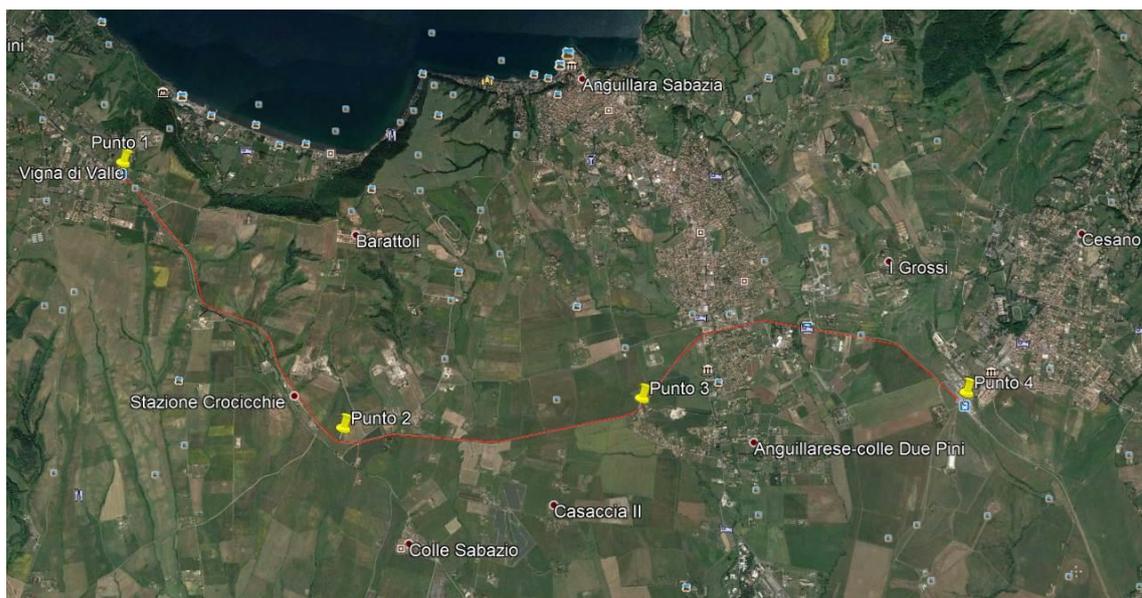


Fig. 12-4 Punti in corrispondenza dei quali sono stati calcolati i parametri sismici

Dalle seguenti coordinate geografiche decimali ED50 di riferimento per il sito in esame si ricava la seguente tabella:

LINEA ROMA – VITERBO. RADDOPPIO TRATTA
CESANO – VIGNA DI VALLE.

COMMES	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01	D 69 RG	GE 00 01001	B	84 di 122

RELAZIONE GEOLOGICA

Punto 1

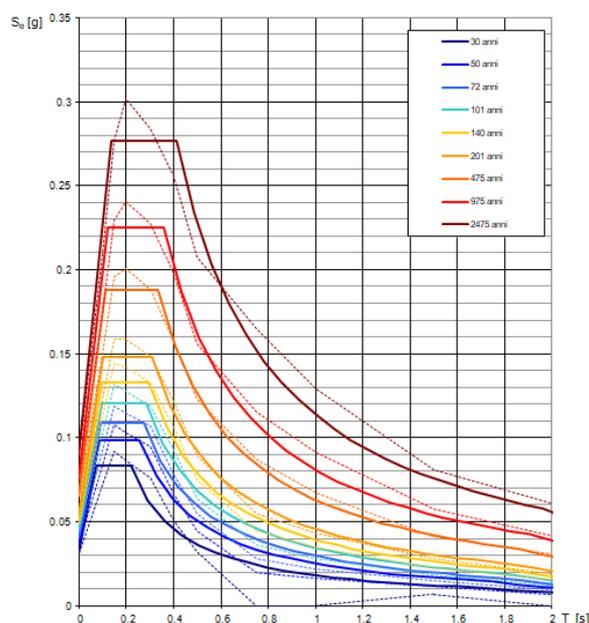
Coordinate geografiche (ED50):

LONGITUDINE: 12.21144°

LATITUDINE: 42.07800°

T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
30	0.032	2.643	0.218
50	0.037	2.665	0.256
72	0.041	2.672	0.272
101	0.045	2.689	0.284
140	0.049	2.717	0.295
201	0.053	2.769	0.309
475	0.065	2.881	0.336
975	0.076	2.967	0.359
2475	0.091	3.053	0.411

Spettri di risposta elastici per i periodi di ritorno T_R di riferimento



NOTA:
Con linea continua si rappresentano gli spettri di Normativa, con linea tratteggiata gli spettri del progetto S1-INGV da cui sono derivati.

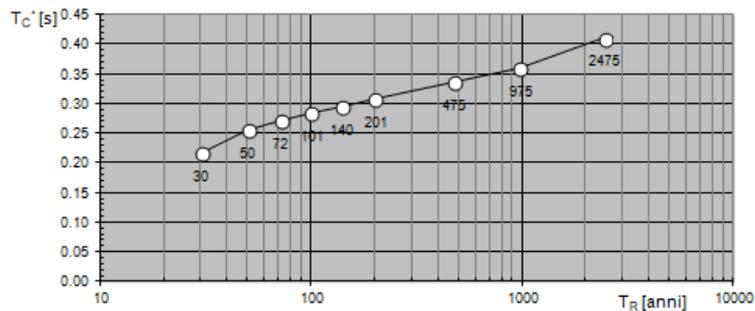
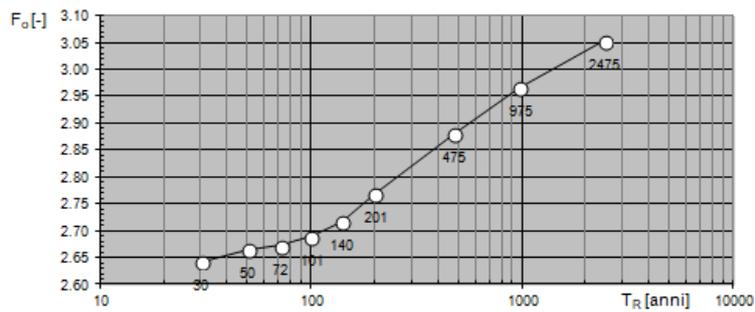
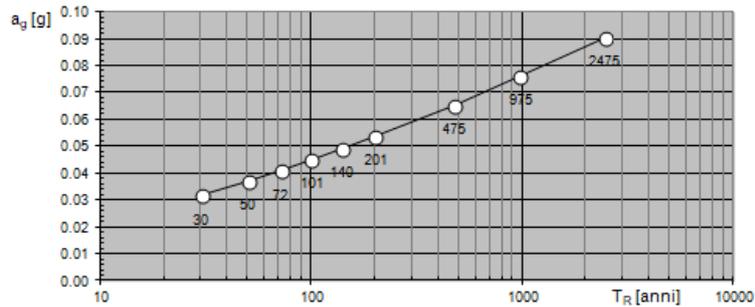
La verifica dell'adeguatezza del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

LINEA ROMA – VITERBO. RADDOPPIO TRATTA
CESANO – VIGNA DI VALLE.

COMMES	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01	D 69 RG	GE 00 01001	B	85 di 122

RELAZIONE GEOLOGICA

Valori dei parametri a_g , F_o , T_C^* : variabilità col periodo di ritorno T_R



La verifica dell' idoneità del programma, l' utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell' utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall' utilizzo dello stesso.

LINEA ROMA – VITERBO. RADDOPPIO TRATTA
CESANO – VIGNA DI VALLE.

COMMES	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01	D 69 RG	GE 00 01001	B	86 di 122

RELAZIONE GEOLOGICA

Punto 2

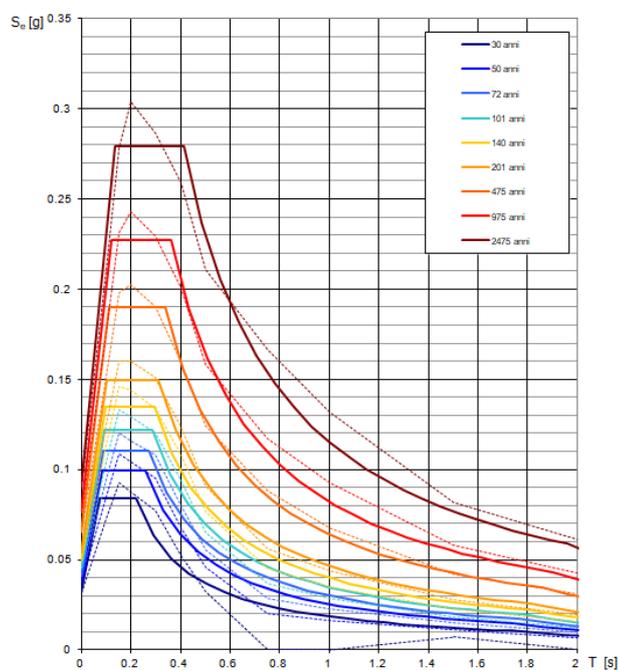
Coordinate geografiche (ED50):

LONGITUDINE: 12.24575°

LATITUDINE: 42.05365°

T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
30	0.032	2.636	0.219
50	0.037	2.662	0.257
72	0.041	2.668	0.273
101	0.045	2.689	0.284
140	0.050	2.718	0.296
201	0.054	2.774	0.310
475	0.066	2.894	0.337
975	0.076	2.983	0.361
2475	0.091	3.079	0.413

Spettri di risposta elastici per i periodi di ritorno T_R di riferimento



NOTA:

Con linea continua si rappresentano gli spettri di Normativa, con linea tratteggiata gli spettri del progetto S1-INGV da cui sono derivati.

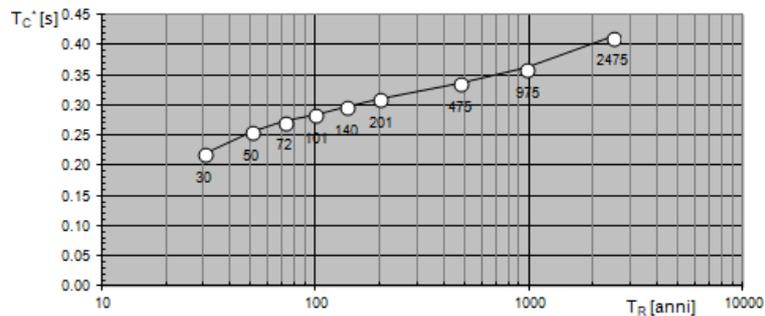
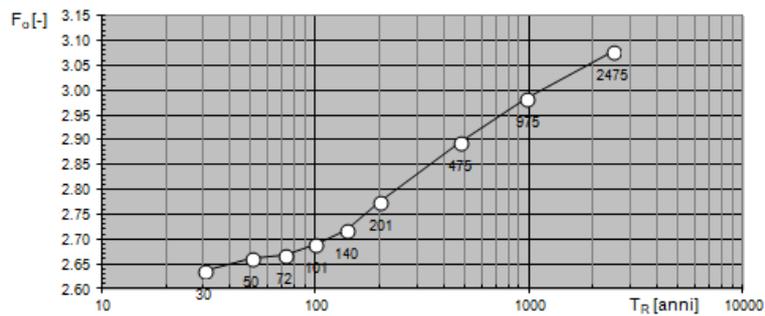
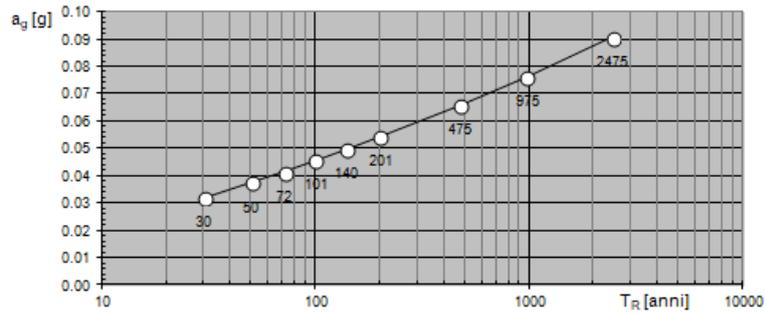
La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

LINEA ROMA – VITERBO. RADDOPPIO TRATTA
CESANO – VIGNA DI VALLE.

COMMES	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01	D 69 RG	GE 00 01001	B	87 di 122

RELAZIONE GEOLOGICA

Valori dei parametri a_g , F_o , T_C^* : variabilità col periodo di ritorno T_R



La verifica dell' idoneità del programma, l' utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell' utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall' utilizzo dello stesso.

LINEA ROMA – VITERBO. RADDOPPIO TRATTA
CESANO – VIGNA DI VALLE.

RELAZIONE GEOLOGICA

COMMES	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01	D 69 RG	GE 00 01001	B	88 di 122

Punto 3

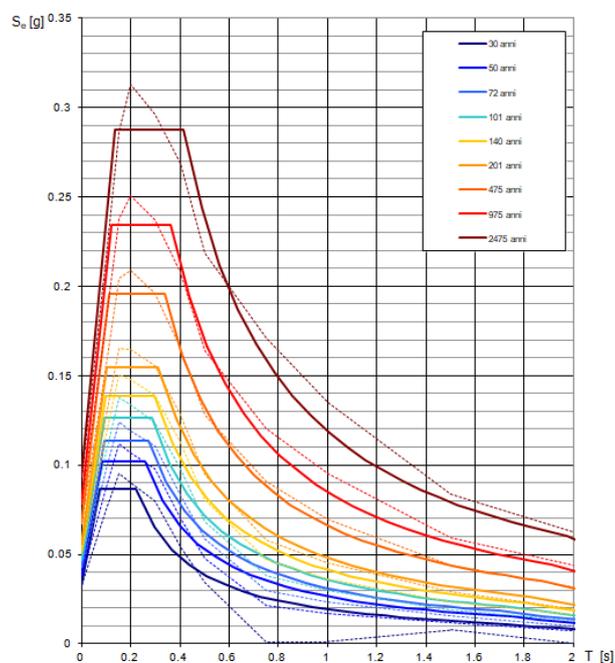
Coordinate geografiche (ED50):

LONGITUDINE: 12.28446°

LATITUDINE: 42.05939°

T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
30	0.033	2.630	0.222
50	0.038	2.660	0.259
72	0.043	2.664	0.274
101	0.047	2.694	0.285
140	0.051	2.722	0.298
201	0.056	2.782	0.312
475	0.068	2.894	0.337
975	0.078	2.988	0.362
2475	0.093	3.081	0.413

Spettri di risposta elastici per i periodi di ritorno T_R di riferimento



NOTA:

Con linea continua si rappresentano gli spettri di Normativa, con linea tratteggiata gli spettri del progetto S1-INGV da cui sono derivati.

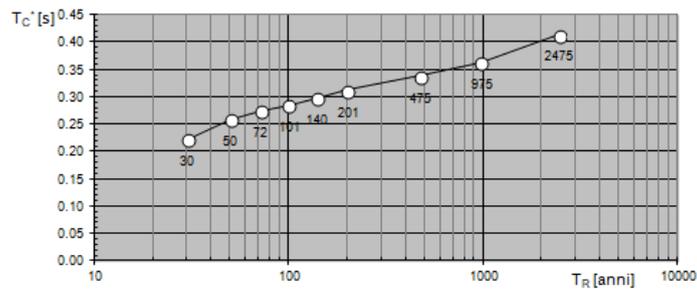
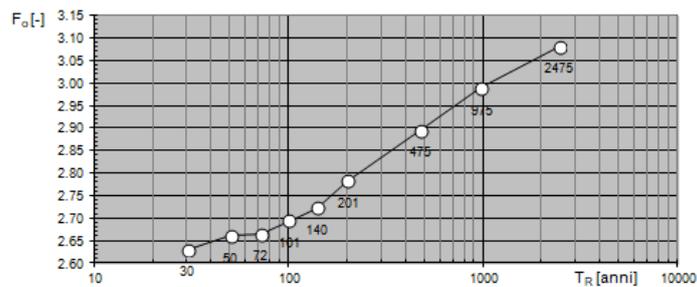
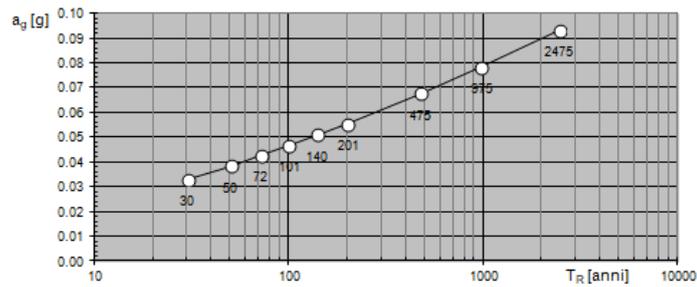
La verifica dell' idoneità del programma, l' utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell' utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall' utilizzo dello stesso.

LINEA ROMA – VITERBO. RADDOPPIO TRATTA
CESANO – VIGNA DI VALLE.

COMMES	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01	D 69 RG	GE 00 01001	B	89 di 122

RELAZIONE GEOLOGICA

Valori dei parametri a_g , F_o , T_C : variabilità col periodo di ritorno T_R



La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

LINEA ROMA – VITERBO. RADDOPPIO TRATTA
CESANO – VIGNA DI VALLE.

RELAZIONE GEOLOGICA

COMMES	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01	D 69 RG	GE 00 01001	B	90 di 122

Punto 4

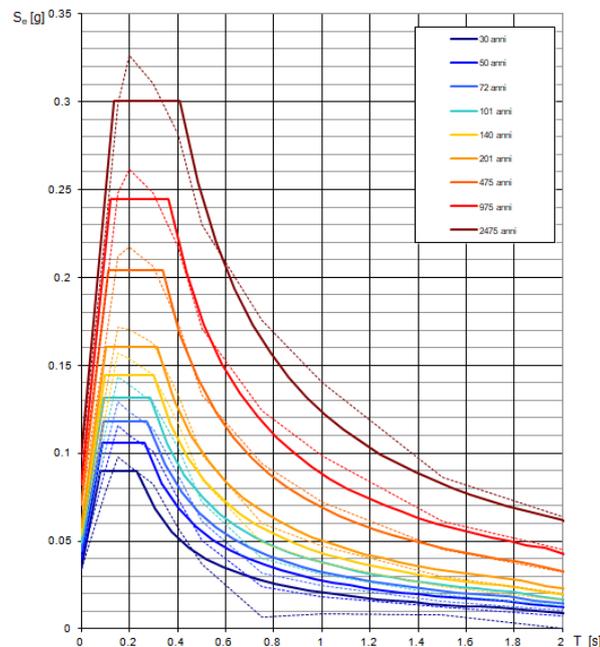
Coordinate geografiche (ED50):

LONGITUDINE: 12.32726°

LATITUDINE: 42.06302°

T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
30	0.034	2.622	0.232
50	0.040	2.656	0.261
72	0.044	2.665	0.274
101	0.049	2.697	0.287
140	0.053	2.726	0.299
201	0.058	2.788	0.313
475	0.071	2.893	0.338
975	0.082	2.981	0.361
2475	0.098	3.065	0.411

Spettri di risposta elastici per i periodi di ritorno T_R di riferimento



NOTA:
Con linea continua si rappresentano gli spettri di Normativa, con linea tratteggiata gli spettri del progetto S1-INGV da cui sono derivati.

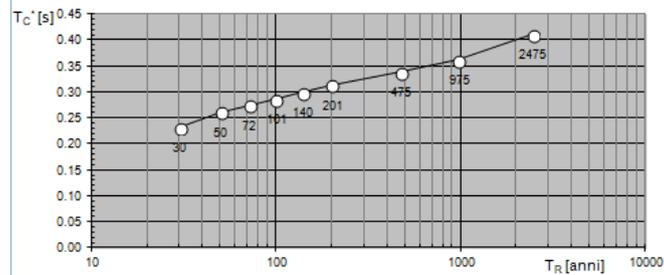
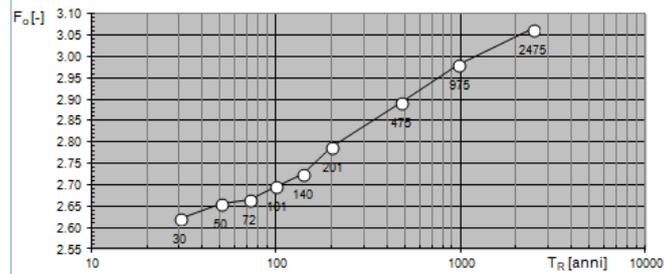
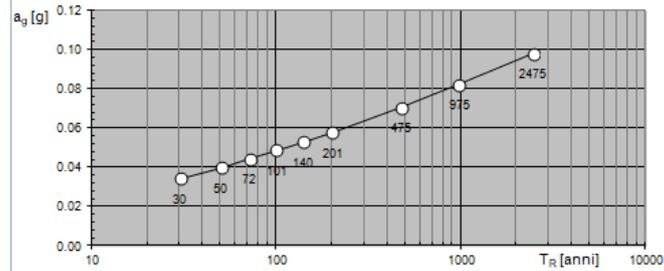
La verifica dell' idoneità del programma, l' utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell' utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall' utilizzo dello stesso.

LINEA ROMA – VITERBO. RADDOPPIO TRATTA
CESANO – VIGNA DI VALLE.

COMMES	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01	D 69 RG	GE 00 01001	B	91 di 122

RELAZIONE GEOLOGICA

Valori dei parametri a_g , F_o , T_C : variabilità col periodo di ritorno T_R



La verifica dell' idoneità del programma, l' utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell' utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall' utilizzo dello stesso.

LINEA ROMA – VITERBO. RADDOPPIO TRATTA
 CESANO – VIGNA DI VALLE.

RELAZIONE GEOLOGICA

COMMES	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01	D 69 RG	GE 00 01001	B	92 di 122

Nel caso di Vita Nominale della costruzione pari a $V_n=75$ anni ed una classe d'uso II (Coefficiente uso $C_u=1.0$ → periodi di riferimento $V_r=75$ anni), si ottengono i seguenti risultati riferiti ai 4 punti considerati in termini di azioni sismiche:

Punto 1

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
SLO	45	0.036	2.660	0.248
SLD	75	0.041	2.674	0.274
SLV	712	0.071	2.929	0.349
SLC	1462	0.082	3.004	0.381

Punto 2

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
SLO	45	0.036	2.657	0.249
SLD	75	0.042	2.671	0.274
SLV	712	0.071	2.944	0.350
SLC	1462	0.082	3.024	0.383

Punto 3

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
SLO	45	0.037	2.654	0.251
SLD	75	0.043	2.669	0.275
SLV	712	0.074	2.946	0.351
SLC	1462	0.085	3.028	0.384

Punto 4

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
SLO	45	0.039	2.649	0.255
SLD	75	0.045	2.670	0.276
SLV	712	0.077	2.942	0.351
SLC	1462	0.089	3.017	0.382

LINEA ROMA – VITERBO. RADDOPPIO TRATTA CESANO – VIGNA DI VALLE. RELAZIONE GEOLOGICA	COMMES	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NR1J	01	D 69 RG	GE 00 01001	B	93 di 122

L'azione sismica così individuata viene successivamente variata, nei modi chiaramente precisati dalle NTC, per tener conto delle modifiche prodotte dalle condizioni locali stratigrafiche del sottosuolo effettivamente presente nel sito di costruzione e dalla morfologia della superficie. Tali modifiche caratterizzano la risposta sismica locale di cui ai paragrafi successivi.

12.2.1 Amplificazione stratigrafica: categoria di sottosuolo

Con riferimento alla tabella 3.2.II delle NTC2018, per la definizione dell'azione sismica locale ci si è basati (approccio semplificato) sull'individuazione di categorie di sottosuolo stimate a partire dai valori di V_s , eq ottenuti dalle indagini sismiche precedentemente descritte (indagini *Down Hole-Masw*):

$$V_{s,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{s,i}}} \quad [3.2.1]$$

con:

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, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_s non inferiore a 800 m/s.

Secondo la normativa vigente, per le fondazioni superficiali, la profondità del substrato è riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali è riferita alla testa dei pali. La presente microzonazione è riferita al p.c.

Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio V_S , eq è definita dal parametro $V_{S,30}$, ottenuto ponendo $H=30$ m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

Tab. 3.2.II – Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.</i>
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.</i>
C	<i>Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.</i>
D	<i>Depositati di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.</i>
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.</i>

LINEA ROMA – VITERBO. RADDOPPIO TRATTA
CESANO – VIGNA DI VALLE.

COMMES	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01	D 69 RG	GE 00 01001	B	94 di 122

RELAZIONE GEOLOGICA

Come evidenziato dal paragrafo 10.3.2 e con maggiore grado di dettaglio nel Report sulle Indagini Geofisiche, la categoria di sottosuolo è stata individuata secondo le NTC2018, a partire dalle prospezioni sismiche eseguite.

Si riportano nelle seguenti immagini i profili di Vs fino a 30m con relativo valore di Vseq ottenuti dalle indagini geofisiche.

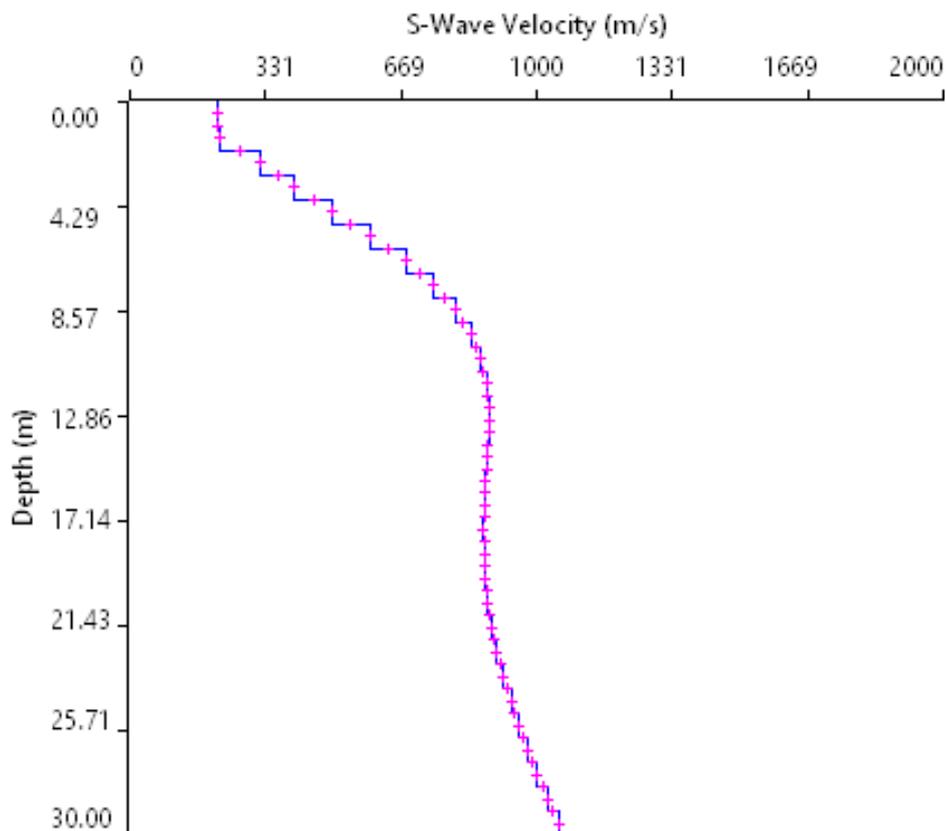


Fig. 12-5 – Profilo Vs MASW S02 – Vs eq (8m) = 374 m/s – CAT B cautelativamente attribuibile ad E.

LINEA ROMA – VITERBO. RADDOPPIO TRATTA
CESANO – VIGNA DI VALLE.

COMMES	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01	D 69 RG	GE 00 01001	B	95 di 122

RELAZIONE GEOLOGICA

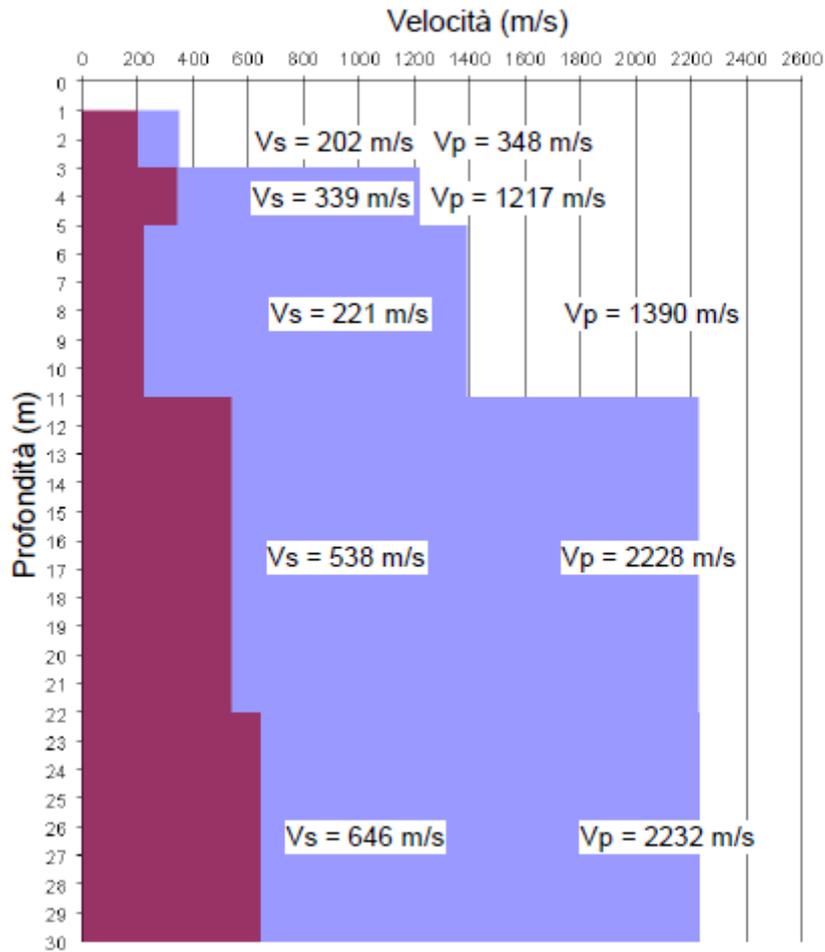


Fig. 12-6 – Profilo Vs DHS05 - Vs eq (30m) = 371 m/s - CAT B al limite con C.

LINEA ROMA – VITERBO. RADDOPPIO TRATTA
CESANO – VIGNA DI VALLE.

COMMES	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01	D 69 RG	GE 00 01001	B	96 di 122

RELAZIONE GEOLOGICA

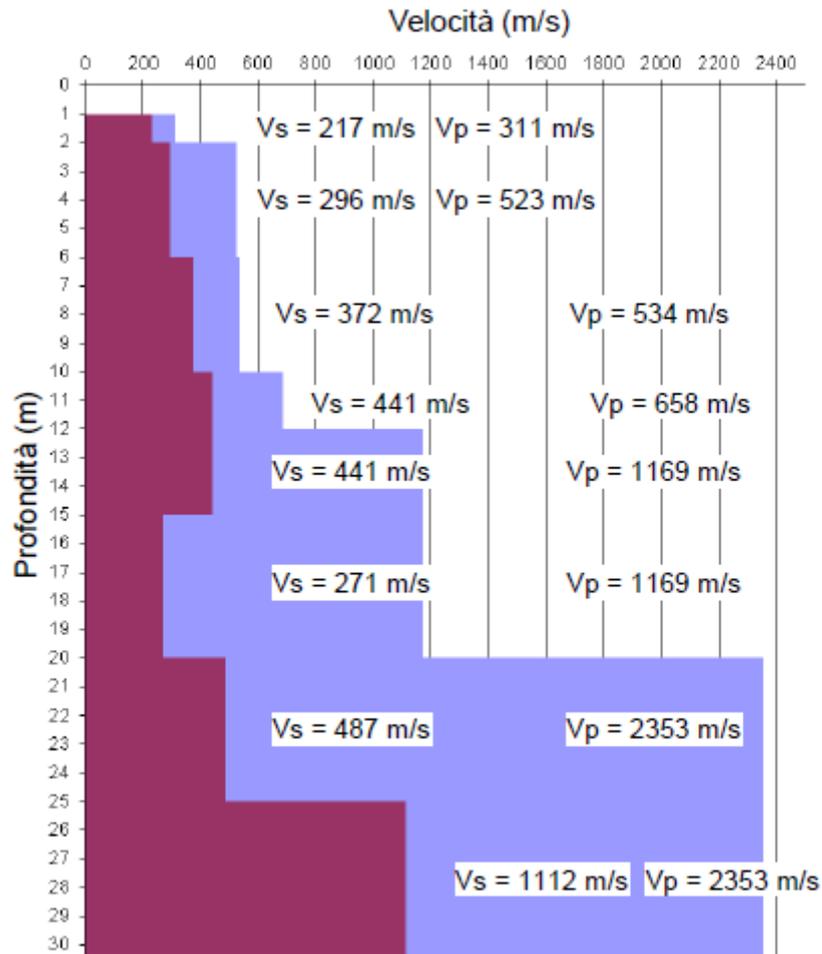


Fig. 12-7 – Profilo Vs DHS06 - Vs eq (25m) = 341 m/s - CAT E.

LINEA ROMA – VITERBO. RADDOPPIO TRATTA
CESANO – VIGNA DI VALLE.

COMMES	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01	D 69 RG	GE 00 01001	B	97 di 122

RELAZIONE GEOLOGICA

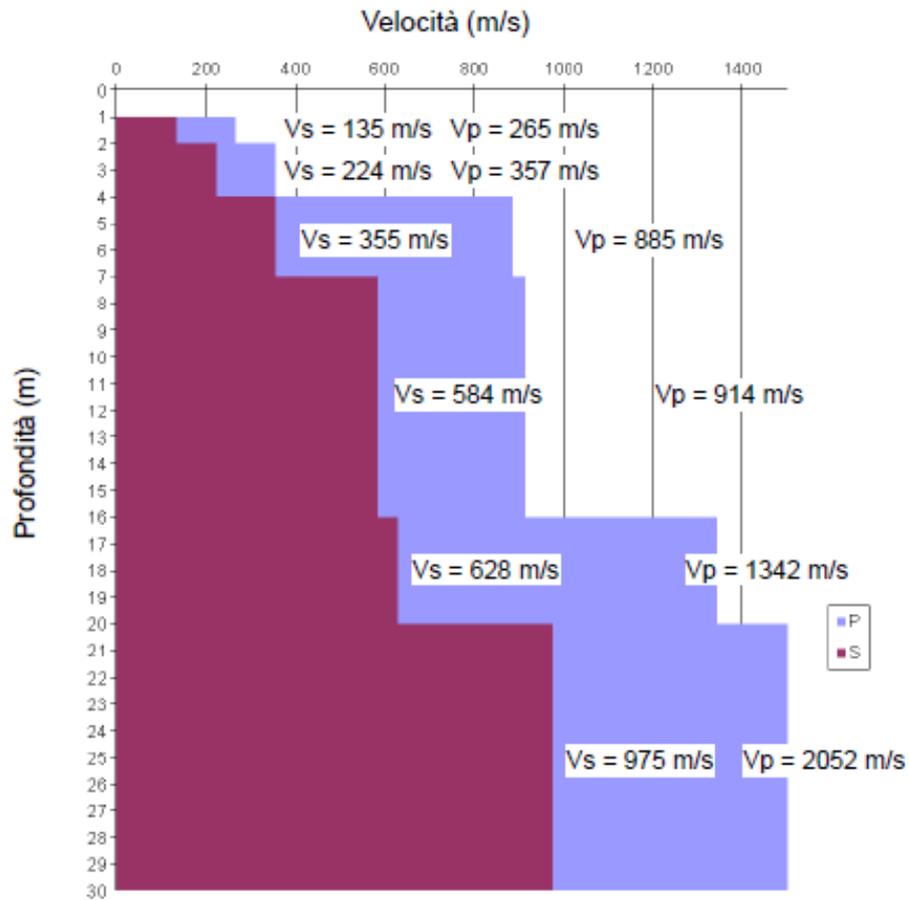


Fig. 12-8 – Profilo Vs DHS08 - Vs eq (20m) = 370 m/s - CAT B, cautelativamente attribuibile ad “E”.

LINEA ROMA – VITERBO. RADDOPPIO TRATTA
CESANO – VIGNA DI VALLE.

COMMES	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01	D 69 RG	GE 00 01001	B	98 di 122

RELAZIONE GEOLOGICA

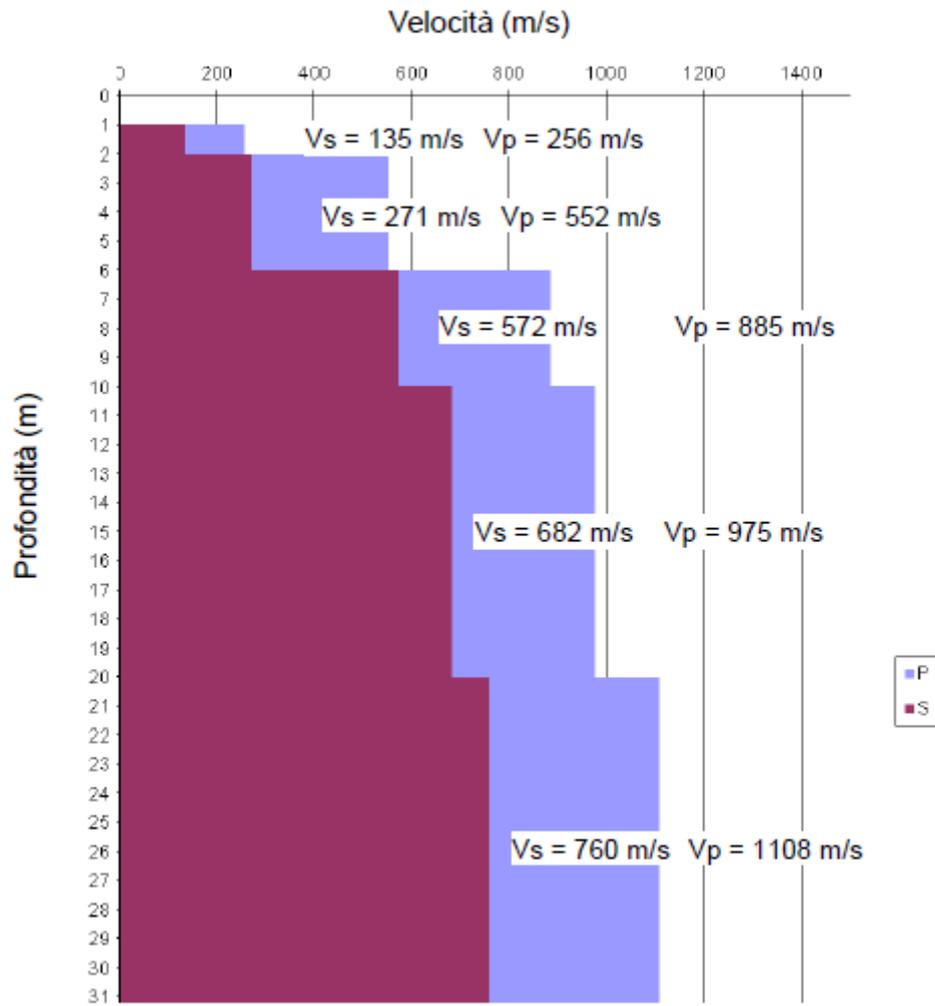


Fig. 12-9 – Profilo Vs DHS09 - Vs eq (30m) = 466 m/s - CAT B.

	LINEA ROMA - VITERBO RADDOPPIO TRATTA CESANO – VIGNA DI VALLE					
LINEA ROMA – VITERBO. RADDOPPIO TRATTA CESANO – VIGNA DI VALLE. RELAZIONE GEOLOGICA	COMMES NR1J	LOTTO 01	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO GE 00 01001	REV. B	FOGLIO 99 di 122

Amplificazione topografica

La modifica delle caratteristiche del moto sismico per effetto della geometria superficiale del terreno va attribuita alla focalizzazione delle onde sismiche in prossimità della cresta dei rilievi a seguito dei fenomeni di riflessione delle onde sismiche ed all'interazione tra il campo d'onda incidente e quello diffratto. I fenomeni di amplificazione cresta-base aumentano in proporzione al rapporto tra l'altezza del rilievo e la sua larghezza.

La categoria topografica del sito di interesse è nella maggior parte dei casi la T1, il coefficiente di amplificazione topografica è 1. Localmente, da valutare opera per opera in base all'ubicazione, può essere assunta la T2 ove i pendii abbiano una inclinazione media >15°.

Tab. 3.2.III – *Categorie topografiche*

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Tab. 3.2.V – *Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica S_T*

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	S_T
T1	-	1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media minore o uguale a 30°	1,2
T4	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media maggiore di 30°	1,4

	LINEA ROMA - VITERBO RADDOPPIO TRATTA CESANO – VIGNA DI VALLE					
LINEA ROMA – VITERBO. RADDOPPIO TRATTA CESANO – VIGNA DI VALLE. RELAZIONE GEOLOGICA	COMMES NR1J	LOTTO 01	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO GE 00 01001	REV. B	FOGLIO 100 di 122

12.3 MAGNITUDO DI RIFERIMENTO

Sulla base delle originali elaborazioni relative alla definizione delle sorgenti sismogenetiche (DISS2.0-2001) è stato elaborato un modello sintetico che descrive la localizzazione delle sorgenti di futuri terremoti, la magnitudo massima che questi potranno raggiungere ed i rate di sismicità attesa zona per zona. Questo modello, che si pone come base per la redazione della carta di pericolosità sismica è rappresentato dalla mappa delle zone sismogenetiche ZS9 (Meletti & Valensise, 2004).

In base alla zonazione sismogenetica ZS9 del territorio nazionale, la sismicità in Italia può essere distribuita in 36 zone, a ciascuna delle quali è associata una legge di ricorrenza della magnitudo, espressa in termini di magnitudo momento M_w .

Nel caso di siti che ricadono al di fuori di tali zone si dovrà eseguire un'analisi accoppiata magnitudo distanza per il calcolo del valore di magnitudo in relazione alla distanza minima di ogni sito dalle zone sismogenetiche circostanti.

Il territorio in oggetto non ricade all'interno di nessuna zona sismo genetica, ma risulta essere ubicato a 18 km dalla zona sismogenetica 921 “Etruria” ($M_w=6.14$), a 20 km dalla zona sismogenetica 920 “Ciociaria” ($M_w=6.14$) ed a 25 km dalla zona sismogenetica 922 “Colli Albani” ($M_w=5.45$); pertanto risulta necessaria l'analisi magnitudo-distanza in riferimento a tali zone sismogenetiche. In particolare, si verifica per ciascuna zona se la magnitudo della zona sismogenetica $M_w(i)$ è inferiore o superiore alla magnitudo $M_s(i)$ fornita dalla seguente relazione:

$$M_{S(i)} = 1 + 3 \cdot \log(R_i) \quad (\text{Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica - ICMS, 2017})$$

dove R_i è la minima distanza del sito dalla zona sismogenetica i .

Nel caso in oggetto, i due valori di $M_s(i)$ così definiti risultano:

$$M_{S(920)} = 1 + 3 \cdot \log(20) = 4.90$$

$$M_{S(921)} = 1 + 3 \cdot \log(18) = 4.76$$

$$M_{S(922)} = 1 + 3 \cdot \log(25) = 5.19$$

Nel caso in cui almeno una $M_s(i)$ calcolata per le zone sismogenetiche circostanti è inferiore alla $M_w(i)$ della stessa zona per la quale è stata calcolata $M_s(i)$, si assume come M_w il valore di Magnitudo più alto tra le zone sismogenetiche circostanti; se invece tutte le $M_s(i)$ calcolate sono superiori alle $M_w(i)$, si determina la con il metodo della disaggregazione (<http://esse1-gis.mi.ingv.it/>).

Nel caso in oggetto, tutte le $M_s(i)$ calcolate sono inferiori alle M_w delle sorgenti sismogenetiche; pertanto, considerando la Zona Sismigenetica con la magnitudo più alta (ZS921-ZS920) può essere definita la seguente magnitudo di riferimento **$M_{wmax}=6,14$** .

LINEA ROMA – VITERBO. RADDOPPIO TRATTA
 CESANO – VIGNA DI VALLE.

COMMES	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01	D 69 RG	GE 00 01001	B	101 di 122

RELAZIONE GEOLOGICA

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
nome ZS	N ZS	DISS2 MwMax	CPTI2 MwMax	CPTI2 MwMax (classe)	CPTI2 completo 04.2	Az1	Mw Max1	Az2	Mw Max2
Savoia	901		5.79	5.68	5.68	+1(a)	5.91	+2(d)	6.14
Vallese	902		6.10	6.14	6.14		6.14		6.14
Grigioni-Valtellina	903		5.79	5.68	5.22	+3(b)	5.91	+4(d)	6.14
Trieste -Monte Nevoso	904		5.71	5.68	5.68		5.68	+2(d)	6.14
Friuli -Veneto Orientale	905	6.4	6.66	6.60	6.60		6.60		6.60
Garda-Veronese	906	6.2	6.49	6.60	6.60		6.60		6.60
Bergamasco	907	5.9	5.67	5.68	5.68	G	5.91	+2(d)	6.14
Piemonte	908		5.67	5.68	5.68		5.68	+2(d)	6.14
Alpi Occidentali	909		5.54	5.45	5.45	+1(a)	5.68	+3(d)	6.14
Nizza-Sanremo	910	6.3	6.29	6.37	6.37		6.37		6.37
Tortona-Bobbio	911		5.67	5.68	5.68		5.68	+2(d)	6.14
Dorsale Ferrarese	912	6.2	5.88	5.91	5.91	G	6.14	G	6.14
Appennino Emiliano-Romagn.	913		5.85	5.91	5.91		5.91	+1(d)	6.14
Forlivese	914		5.97	5.91	5.91		5.91	+1(d)	6.14
Garfagnana-Mugello	915	6.4	6.49	6.60	6.60		6.60		6.60
Versilia-Chianti	916		5.52	5.45	5.45	+1(c)	5.68	+3(d)	6.14
Rimini-Ancona	917	6.1	5.94	5.91	5.91	G	6.14	G	6.14
Medio-Marchigiana/Abruzz.	918		6.23	6.14	6.14	+1(a)	6.37	+1(a)	6.37
Appennino Umbro	919	6.0	6.33	6.37	6.37		6.37		6.37
Val di Chiana-Ciociaria	920		5.57	5.68	5.45	+1(b)	5.68	+3(d)	6.14
Etruria	921		5.91	5.91	5.91		5.91	+1(d)	6.14
Colli Albani	922		5.53	5.45	5.45		5.45		5.45
Appennino Abruzzese	923	6.7	6.99	7.06	7.06		7.06		7.06
Molise-Gargano	924	6.7	6.73	6.83	6.83		6.83		6.83
Ofanto	925		6.72	6.83	6.83		6.83		6.83
Basento	926	5.8	5.84	5.91	5.91		5.91	+1(d)	6.14
Sannio-Irpinia -Basilicata	927	6.8	6.96	7.06	7.06		7.06		7.06
Ischia-Vesuvio	928		5.78	5.68	5.68	+1(a)	5.91	+1(a)	5.91
Calabria Tirrenica	929	7.0	7.24	7.29	7.29		7.29		7.29
Calabria Ionica	930	6.0	6.60	6.60	6.60		6.60		6.60
Canale d'Otranto	931		6.90	6.83	6.83		6.83		6.83
Eolie-Patti	932	6.1	6.06	6.14	6.14		6.14		6.14
Sicilia settentrionale	933		5.89	5.91	5.91	+1(c)	6.14	+1(c)	6.14
Belice	934		6.12	6.14	6.14		6.14		6.14
Iblei	935		7.41	7.29	7.29		7.29		7.29
Etna	936		5.30	5.22	5.22	+1(a)	5.45	+1(a)	5.45

Figura 12-1 Valori di Mwmax per le zone sismogenetiche di ZS9

LINEA ROMA – VITERBO. RADDOPPIO TRATTA
 CESANO – VIGNA DI VALLE.

COMMES	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01	D 69 RG	GE 00 01001	B	102 di 122

RELAZIONE GEOLOGICA

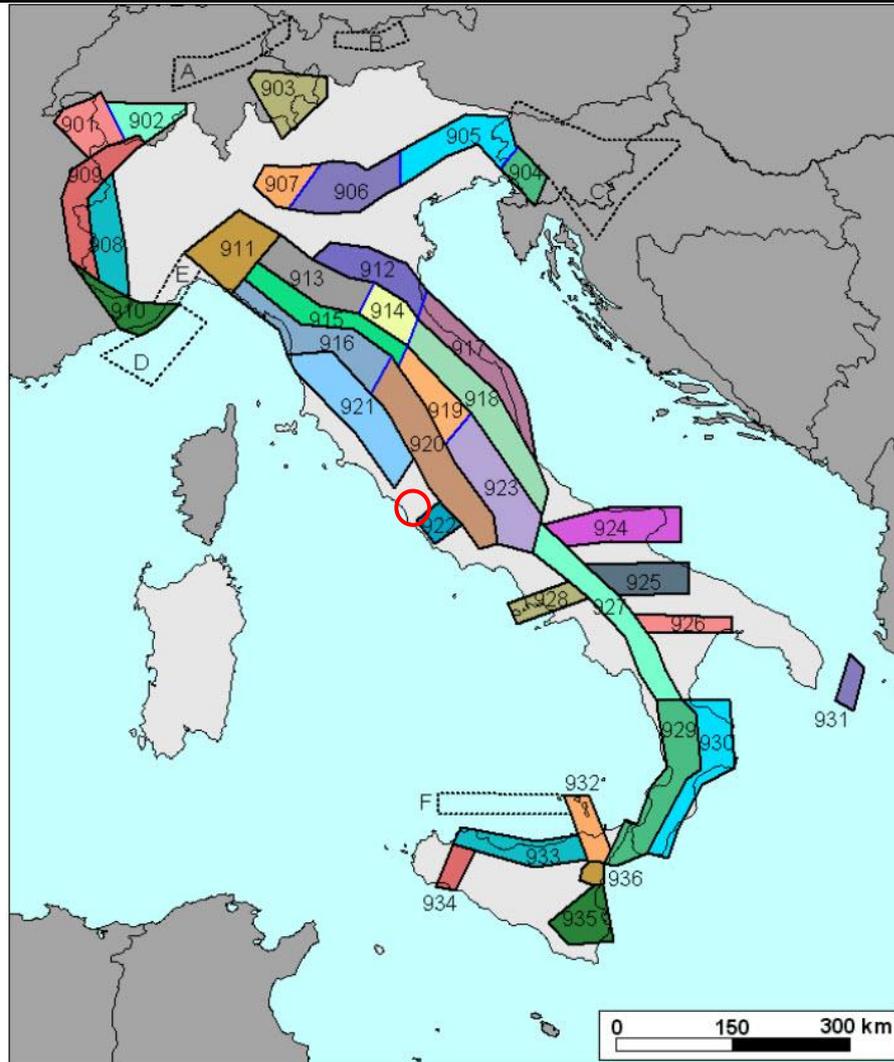


Fig. 12-10: Zone sismogenetiche per la mappa di pericolosità sismica di base di riferimento

	LINEA ROMA - VITERBO RADDOPPIO TRATTA CESANO – VIGNA DI VALLE					
LINEA ROMA – VITERBO. RADDOPPIO TRATTA CESANO – VIGNA DI VALLE. RELAZIONE GEOLOGICA	COMMES NR1J	LOTTO 01	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO GE 00 01001	REV. B	FOGLIO 103 di 122

13 CONDIZIONI E CRITICITÀ GEOLOGICO – GEOMORFOLOGICHE e IDROGEOLOGICHE LUNGO IL TRACCIATO.

I rilievi geologici geomorfologici eseguiti in sito, unitamente agli studi bibliografici reperiti ed alle indagini geognostiche realizzate, hanno permesso di inquadrare le caratteristiche dell’area di studio e di configurare lo scenario naturale in cui si collocano gli interventi in progetto.

Nel capitolo che segue sono riassunti i principali elementi per la tratta in esame, suddivisi in aspetti geologici, geomorfologici e idrogeologici, con particolare riferimento alle potenziali criticità.

13.1 ASPETTI GEOLOGICI – GEOMORFOLOGICI

Relativamente agli aspetti geologici, il substrato del tracciato ferroviario è rappresentato, per buona parte del suo tragitto, da formazioni vulcaniche caratterizzate, nel complesso, da depositi piroclastici stratificati da caduta, riconducibili all’unità vulcanica Sfp – “Tufo stratificato varicolori de La Storta (Depositati piroclastici da caduta del centro emissivo di Sacrofano, par 7.1). In generale, questi sono costituiti da livelli stratificati di scorie e litici lavici, lapilli e ceneri, ricchi di frammenti di pomice, alternati a sedimenti lacustri e livelli vulcanoclastici rimaneggiati.

Nel complesso risultano da incoerenti (da sciolti a mediamente addensati), a tratti con bassi valori SPT (S4 - 2017, S12 - 2017, SX2 - 2019, SX6 - 2019; SX1 - 2019,..), a semicoerenti. Le stratigrafie dei sondaggi ne indicano una estrema variabilità spaziale dei vari livelli sia in termini granulometrici, sia di addensamento. Le prove di laboratorio eseguite su tali depositi evidenziano granulometrie che vanno dalle ghiaie con sabbia e limo ai limi sabbiosi argillosi.



Fig. 13-1 Affioramento di Tufi Stratificati a ridosso dell’asse Ferroviario.

	LINEA ROMA - VITERBO RADDOPPIO TRATTA CESANO – VIGNA DI VALLE					
LINEA ROMA – VITERBO. RADDOPPIO TRATTA CESANO – VIGNA DI VALLE. RELAZIONE GEOLOGICA	COMMES NR1J	LOTTO 01	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO GE 00 01001	REV. B	FOGLIO 104 di 122

Solo in limitate aree si incontrano i complessi dei depositi da flusso piroclastico, provenienti da eruzioni subaeree di masse fluidizzate di frammenti di roccia e gas (unità vulcanica SE – Flussi piroclastici minori sud orientali: colata piroclastica di Vigna di Valle e di Pizzo Prato). Questi hanno un aspetto tendenzialmente caotico con una matrice pomiceo – cineritica - scoriacea; la loro geometria dipende dalla morfologia preesistente. Anche in tal caso le stratigrafie dei sondaggi ne indicano una estrema variabilità spaziale sia in termini granulometrici sia di addensamento (S02 – 2018..).

In generale i depositi piroclastici mostrano dei buoni valori di velocità delle onde di taglio, come evidenziano i profili Vs delle prove DownHole, anche dove i rapporti stratigrafici li descrivono in *facies* sciolta/debolmente addensata (S05 DH – S06 DH). Si segnalano, ad ogni modo, locali inversioni di velocità con bassi valori di Vs, che potrebbero configurare strati a minore consistenza (DHS05 da 5 a 11m – DHS06 da 15 a 20m).

In superficie, con spessori anche significativi e di diretto interesse per il tracciato ferroviario, sono presenti coperture di natura eluvio colluviale – alluvionale e localmente possibili depositi di natura lacustre.

Tali depositi si individuano nelle aree pianeggianti e prossimali ai corsi d’acqua e, sulla base delle risultanze dei sondaggi geognostici in particolari i valori di N_{spt}, si presumono, a luoghi, con scarse caratteristiche geotecniche. Dal punto di vista granulometrico si riconoscono sia terreni prevalentemente fini (limi – limi sabbiosi argillosi – limi con argilla - ..), sia terreni prevalentemente granulari (sabbie – sabbie limose ghiaiose).

Si individua un’area depressa denominata “Lago Morto”, localizzata ad inizio tracciato vicino alla Stazione di Vigna di Valle (Pk. 38+800 ca), che è cartografata dalla CGI (1971) come deposito sartumoso di origine palustro-lacustre (Unità Pl). Quest’area potrebbe rappresentare un criticità geologica, in ragione della possibile presenza di materiali fini poco consistenti e di condizioni di scarso drenaggio della acque superficiali.



Fig. 13-2 Foto Panoramica dell’area “Lago Morto”.

	LINEA ROMA - VITERBO RADDOPPIO TRATTA CESANO – VIGNA DI VALLE					
	LINEA ROMA – VITERBO. RADDOPPIO TRATTA CESANO – VIGNA DI VALLE. RELAZIONE GEOLOGICA	COMMES NR1J	LOTTO 01	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO GE 00 01001	REV. B

Come si osserva dal profilo geologico, le coperture eluvio colluviali di alterazione e disfacimento dei sottostanti prodotti piroclastici sono spesso presenti in superficie. Localmente risulta difficile differenziare e discriminare tra i prodotti piroclastici sciolti-incoerenti superficiali e le coperture eluviali poiché le descrizioni stratigrafiche spesso convergono (come ad inizio tracciato: Sondaggio S01 - 2017).

In superficie, inoltre, ove il binario in allargamento (dispari) ricade su parte dei rilevati dell'attuale linea ferroviaria, sono presenti i terreni di riporto a granulometria grossolana dei rilevati e sottofondi esistenti con spessori in funzione della loro altezza.

Relativamente agli aspetti geomorfologici, come esaminato in precedenza, il settore di stretto interesse progettuale si colloca in corrispondenza di una superficie con deboli pendenze caratterizzate da blande colline.

I rilievi di campo condotti hanno evidenziato una sostanziale stabilità dell'area. Secondo quanto riportato negli studi del Piano di Assetto Idrogeologico, nell'area di studio si riconoscono localmente aree sottoposte a tutela per pericolo di frana (AREE A PERICOLO B - aree a pericolo di frana elevato, porzioni di territorio interessate da scarpate o in cui sono presenti frane caratterizzate da volumi modesti e/o movimento da rapido a lento); una di queste ricade in prossimità del tracciato (Area di interscambio Crocicchie).

Si riporta la planimetria PAI e di progetto, con una sezione geologica rappresentativa dell'area.

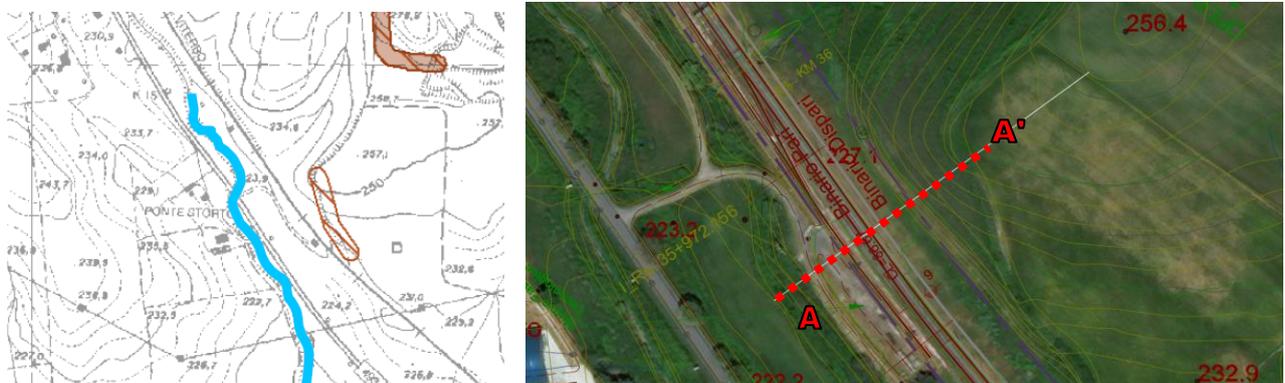


Fig. 13-3 Traccia della sezione Geologica, area stazione di Crocicchie

LINEA ROMA – VITERBO. RADDOPPIO TRATTA
CESANO – VIGNA DI VALLE.

COMMES	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01	D 69 RG	GE 00 01001	B	106 di 122

RELAZIONE GEOLOGICA

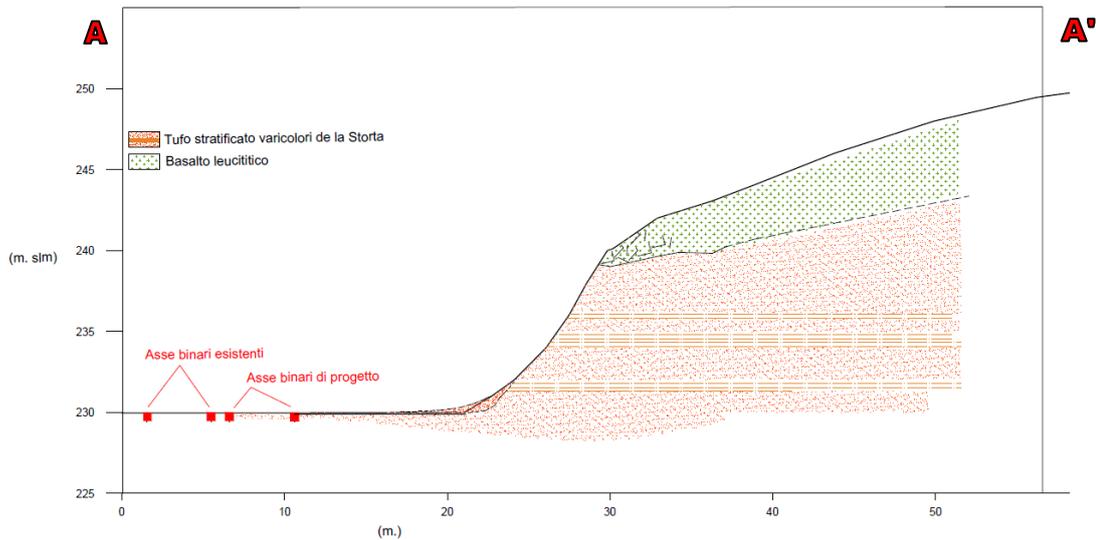


Fig. 13-4 Sezione Geologica rappresentativa, area stazione di Crocicchie

Dai sopralluoghi eseguiti in tale area a ridosso del versante lato monte si sono evidenziati i seguenti aspetti:

- Taglio nelle bancate di tufo ad elevata pendenza;
- Assenza di detrito alla base (o comunque ricoperto da vegetazione);
- Profilo regolare del versante;
- Assenza di selle e contropendenze.

Per quanto riportato sopra, allo stato attuale nelle condizioni di stato di fatto, non si notano degli elementi di dissesto tendenti ad instabilità di versante.



Fig. 13-5 Sopralluogo presso la stazione di Crocicchie (Ottobre 2018)

	LINEA ROMA - VITERBO RADDOPPIO TRATTA CESANO – VIGNA DI VALLE					
LINEA ROMA – VITERBO. RADDOPPIO TRATTA CESANO – VIGNA DI VALLE. RELAZIONE GEOLOGICA	COMMES NR1J	LOTTO 01	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO GE 00 01001	REV. B	FOGLIO 107 di 122



Fig. 13-6 Sopralluogo presso la stazione di Crocicchie (Ottobre 2018)

Con riferimento agli aspetti geologici e geomorfologici di cui sopra si individuano lungo il tracciato le seguenti aree critiche:

- Tratte in cui sono presenti spessori considerevoli delle coltri eluvio colluviali del sottostante substrato vulcanico, con basse caratteristiche geotecniche; distribuzioni areali e spessori delle coltri di difficile previsione.
- Tratte in cui sono presenti depositi lacustri e siltuosi.
- Tratte in cui il substrato vulcanico presenta minori caratteristiche geotecniche (livelli sciolti rimaneggiati, livelli cineritici, sedimenti lacustri, ecc). Tali livelli, inquadrati dalla bibliografia ed evidenziati anche dalle indagini (inversioni di velocità dei profili Vs, locali bassi valori SPT), sono di difficile previsione spaziale per la complessità stessa della dinamica deposizionale delle piroclastiti. Come evidenziato dalle stratigrafie dei sondaggi, tali depositi possiedono una marcata variabilità spaziale sia in termini granulometrici sia di addensamento.

Le criticità collegate a tali punti si riferiscono fondamentalmente agli aspetti elencati di seguito che verranno dettagliati, lungo lo sviluppo del tracciato, nel par 13.3:

- Cedimenti

Il sovraccarico dei nuovi rilevati ferroviari in affiancamento indurrà cedimenti sui terreni di fondazione (possibili cedimenti differenziali rispetto ai rilevati già presenti). Aspetto importante è anche la granulometria (e quindi la permeabilità) dei depositi che controlla il processo di consolidazione. Particolarmente critiche risultano quindi le aree con terreni di fondazione caratterizzati da deformabilità elevate e granulometrie fini.

- Liquefazione

Potenziale criticità per i depositi a matrice sabbiosa (limi-sabbiosi) in falda, con bassi valori SPT.



LINEA ROMA - VITERBO
RADDOPPIO TRATTA CESANO – VIGNA DI VALLE

LINEA ROMA – VITERBO. RADDOPPIO TRATTA
CESANO – VIGNA DI VALLE.

COMMES	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01	D 69 RG	GE 00 01001	B	108 di 122

RELAZIONE GEOLOGICA

13.2 ASPETTI IDROGEOLOGICI

Come illustrato nei paragrafi sulle caratteristiche idrologiche e idrogeologiche, l'area d'interesse è attraversata da una complessa rete di drenaggio superficiale, caratterizzata da portate modeste ma continue in corrispondenza dei vari litotipi vulcanici acidi (essenzialmente ignimbriti e depositi piroclastici), di cui il F. Arrone rappresenta l'asta fluviale principale a direzione NS, quale sorgente lineare a partire dalla loc. Sorgente Acqua Claudia, emergenza di ca 2 l/s. Il tracciato è intersecato e lambito da corsi d'acqua principali classificati pubblici con D.G.R. n° 452 del 01/04/05, su cui vigono i riferimenti degli articoli 9 e 27 del P.A.I. (aree di attenzione idraulica per pericolo inondazione).

L'area è caratterizzata da un substrato impermeabile equivalente alle argille di base, acquiclude per ogni circolazione idrica sotterranea in tutta l'area, con al di sopra le serie sedimentarie pre-vulcaniche, a seguire le vulcaniti acquifere del Distretto vulcanico Sabatino, con alternanze di livelli molto permeabili con orizzonti francamente impermeabili, a seguire il sedimentario sin e post-vulcanico fino alle alluvioni, a permeabilità variabile in relazione alla granulometria di questi sedimenti detritici.

L'area del tracciato d'interesse attraversa per lo più terreni di superficie da mediamente a poco permeabili (Sfp - complesso piroclastico da caduta di Sacrofano: "Tufo de la Storta" - permeabilità media laterale, permeabilità bassa verticale) e terreni con permeabilità medio/medio – alta (complessi da flusso piroclastico: Bp - Tufo di Baccano ; Cgb - Tufo di Bracciano ; SE - Flussi piroclastici minori sud-orientali), per porosità, con colate più a S mediamente permeabili per discontinuità (flussi lavici leucititici), comunque in funzione del grado di fratturazione.

Le prove Lefranc realizzate nell'ambito della serie del "Tufo de la Storta" (di media permeabilità laterale, bassa verticale, con locali variazioni in relazione alla situazione litologica locale), hanno restituito dei valori di permeabilità variabile da $1.38 \cdot 10^{-5}$ cm/sec a $1.71 \cdot 10^{-2}$ cm/s (n°13 prove eseguite); per i depositi da flusso piroclastico (Flussi piroclastici minori sud-orientali) si registrano permeabilità di $2.1 \cdot 10^{-3}$ cm/sec (solo n°2 prove eseguite).

L'area è sede di molti punti d'acqua, in particolare pozzi, con profondità variabile, sovente di alta profondità quelli più recenti, anche fino a oltre 200 m, e qualche punto sorgentizio, con rete di flusso freatico a direttrice da NW a SE, e alimentazione d'infiltrazione sotterranea efficace media annua di circa 290 mm, e temperatura sui 15.5 °C. Dai rilievi freatimetrici da cartografia del 1981 e attuali, si nota un minor carico idraulico di monte.

Si identifica una falda acquifera areale principale, la cui base è costituita dalle argille plioceniche, e che interessa con continuità tutti i terreni vulcanici e sedimentari pleistocenici ed olocenici presenti nella regione.

In genere si hanno sorgenti di strato al contatto fra i livelli di tufi a permeabilità diversa, con portate dell'ordine di qualche litro al secondo.

A causa delle variabilità litologica, e delle conseguenti variazioni di permeabilità, e data l'estensione degli affioramenti delle varie formazioni, la circolazione delle acque nel sottosuolo si distribuisce in più livelli in comunicazione idraulica più o meno lontana e indiretta, con la potenzialità delle falde sotterranee condizionata dalle dimensioni e continuità degli affioramenti, fino ad elevate portate riscontrate in corrispondenza di pozzi trivellati dell'ordine della decina di litri/s.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA ROMA - VITERBO RADDOPPIO TRATTA CESANO – VIGNA DI VALLE												
LINEA ROMA – VITERBO. RADDOPPIO TRATTA CESANO – VIGNA DI VALLE. RELAZIONE GEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMES</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>NR1J</td> <td>01</td> <td>D 69 RG</td> <td>GE 00 01001</td> <td>B</td> <td>109 di 122</td> </tr> </tbody> </table>	COMMES	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NR1J	01	D 69 RG	GE 00 01001	B	109 di 122
COMMES	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NR1J	01	D 69 RG	GE 00 01001	B	109 di 122								

13.3 DESCRIZIONE DEL TRACCIATO

Di seguito viene illustrato, in maniera schematica, l'assetto geologico ricostruito in asse al tracciato di progetto, con indicazione degli elementi di potenziale rischio e criticità introdotti nei paragrafi precedenti.

Per coerenza con i modelli geotecnici individuati nell'elaborato Relazione Geotecnica Generale (rif. NR1J00D29GEGE0005001A) la descrizione del tracciato verrà sviluppata secondo queste tratte:

- da pk 27+769 a pk 29+050
- da pk 29+050 a pk 29+650
- da pk 29+650 a pk 29+900
- da pk 29+900 a pk 31+300
- da pk 31+300 a pk 32+950
- da pk 32+950 a pk 34+600
- da pk 34+600 a pk 36+050
- da pk 36+050 a pk 37+250
- da pk 37+250 a pk 38+000
- da pk 38+000 a pk 39+497

Il profilo geologico (al quale si rimanda per una migliore comprensione di quanto di seguito esposto) costituisce una ricostruzione interpretativa basata essenzialmente sui dati di terreno, integrati, in alcune zone, dai risultati delle indagini geognostiche. È utile ricordare come, in assenza di indagini, l'estrapolazione del dato superficiale nel sottosuolo può essere affetta da un livello di incertezza che tende a crescere in relazione alla complessità geologica e all'aumentare della profondità cui il dato viene proiettato.

In quest'ottica il profilo deve essere letto come una immagine del sottosuolo che ne esprime ragionevolmente le caratteristiche, pur tuttavia con un margine di indeterminazione che si incrementa all'aumentare degli spessori coinvolti nella ricostruzione, della complessità della stessa e in relazione alla distanza e al numero dei punti di indagine.

Le valutazioni sulla granulometria dei depositi derivano dai risultati delle prove di laboratorio e dalle descrizioni stratigrafiche dei sondaggi ricadenti all'interno alla tratta considerata.

Per quanto concerne la potenziale criticità del fenomeno della liquefazione, questa viene valutata (da pc attuale), tratta per tratta, in funzione delle indagini di riferimento ricadenti all'interno (dati SPT, quota falda, ecc), fermo restando la marcata variabilità spaziale granulometrica e di addensamento dei depositi presenti lungo il tracciato.

	LINEA ROMA - VITERBO RADDOPPIO TRATTA CESANO – VIGNA DI VALLE					
LINEA ROMA – VITERBO. RADDOPPIO TRATTA CESANO – VIGNA DI VALLE. RELAZIONE GEOLOGICA	COMMES NR1J	LOTTO 01	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO GE 00 01001	REV. B	FOGLIO 110 di 122

Inoltre si fa presente che le quote di falda indicate nel profilo derivano da un unico rilievo sui piezometri installati, e che potrebbero, pertanto, essere soggette a possibili oscillazioni stagionali ed innalzamenti in corrispondenza di eventi meteorici particolarmente intensi e persistenti.

Le criticità e gli elementi di potenziale rischio di seguito individuati sono debitamente trattate ed approfondite nella Relazione Geotecnica Generale (rif. NR1J00D29GEGE0005001A).

13.3.1 Tratto da pk 27+769 a pk 29+050

Indagine di riferimento: S01PZ – 2017; SX2PZ-2019

Il tracciato parte dalla stazione di Cesano e si sviluppa fino alla pk 29+050 con tratte in scavo ed in rilevato. Per buona parte della tratta si attraversano depositi riconducibili all'unità Sfp - depositi piroclastici da caduta ("Tufi Stratificati di La Storta"), incoerenti e classificabili generalmente dal punto di vista granulometrico come sabbie limose/limi sabbiosi argillosi; il sondaggio SX2PZ mostra in superficie bassi valori SPT e livelli di tufo litoidi a partire da 11.4m da pc. Localmente si segnala la presenza di depositi alluvionali ed eluvio-colluviali (unità Pv) prossimali ai fossi e corsi d'acqua con bassi valori SPT.

Potenziali elementi di rischio:

- **Rischio Frane:** il tratto in esame non presenta criticità geomorfologiche degne di nota.
- **Rischio Liquefazione:** si segnala la potenziale criticità del fenomeno della liquefazione per i depositi a matrice sabbiosa (limi-sabbiosi) in falda, in considerazione anche di possibili innalzamenti stagionali dei livelli piezometrici. Le indagini di riferimento mostrano, in superficie, bassi valori SPT.
- **Rischio Cedimenti:** potenziale criticità per le tratte in rilevato, in particolare negli attraversamenti delle coltri eluvio colluviali superficiali prossimali ai fossi e corsi d'acqua; possibili cedimenti differenziali rispetto ai rilevati in affiancamento già presenti.

13.3.2 Tratto da pk 29+050 a pk 29+650

Indagine di riferimento: S02DH – 2017; SX6PZ – 2019; SX4PZ – 2019;

Il tracciato prosegue con direzione E-W, con tratte in scavo e tratte in rilevato, sempre su litologie afferenti all'unità Sfp – depositi piroclastici da caduta ("Tufi Stratificati di La Storta"), prevalentemente incoerenti in superficie, addensati-cementati da circa 4÷5m in profondità (S02DH-2017; SX6PZ-2019; SX4PZ-2019). Per un breve tratto si attraversano in superficie depositi alluvionali ed eluviali (unità Pv).

Potenziali elementi di rischio:

- **Rischio Frane:** il tratto in esame non presenta criticità geomorfologiche degne di nota.
- **Rischio Liquefazione:** premessa la marcata variabilità spaziale di addensamento dei depositi, le indagini di riferimento riportano, da circa 4÷5m da pc, termini litologici addensati-cementati

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA ROMA - VITERBO RADDOPPIO TRATTA CESANO – VIGNA DI VALLE												
LINEA ROMA – VITERBO. RADDOPPIO TRATTA CESANO – VIGNA DI VALLE. RELAZIONE GEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMES</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>NR1J</td> <td>01</td> <td>D 69 RG</td> <td>GE 00 01001</td> <td>B</td> <td>111 di 122</td> </tr> </tbody> </table>	COMMES	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NR1J	01	D 69 RG	GE 00 01001	B	111 di 122
COMMES	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NR1J	01	D 69 RG	GE 00 01001	B	111 di 122								

(con valori SPT a rifiuto), condizione che certamente esclude, a tali profondità, l’evenienza del fenomeno della liquefazione.

- **Rischio Cedimenti:** potenziale criticità per tratte in rilevato, in particolare negli attraversamenti (limitati in tale settore) delle coltri eluvio colluviali superficiali prossimali ai fossi e corsi d’acqua; possibili cedimenti differenziali rispetto ai rilevati in affiancamento già presenti.

13.3.3 Tratto da pk 29+650 a pk 29+900

Indagine di riferimento: S04PZ - 2018

In questa tratta il tracciato scavalca il fosso Arrone, per la maggior parte su depositi alluvionali ed eluvio-colluviali (unità Pv), con granulometrie eterometriche. Si segnala dal PAI (artt9 e 27) l’Area di attenzione idraulica definita lungo i corsi d’acqua principali classificati pubblici (D.G.R. n° 452 del 01/04/05).

Potenziali elementi di rischio:

- **Rischio Frane:** il tratto in esame non presenta criticità geomorfologiche degne di nota.
- **Rischio Liquefazione:** si segnala la potenziale criticità del fenomeno della liquefazione per i depositi a matrice sabbiosa (limi-sabbiosi) in falda, in considerazione anche di possibili innalzamenti stagionali dei livelli piezometrici. L’indagine di riferimento S04PZ – 2018 mostra quota piezometrica (una misurazione) di circa 4.5m da pc.
- **Rischio Cedimenti:** potenziale criticità per tratte in rilevato, in particolare negli attraversamenti delle coltri eluvio colluviali superficiali prossimali al fosso Arrone; possibili cedimenti differenziali rispetto ai rilevati in affiancamento già presenti.

13.3.4 Tratto da pk 29+900 a pk 31+300

Indagini di riferimento: S03PZ – 2017; S04PZ – 2017; SX1PZ-2019

Il tracciato attraversa con tratte in debole rilevato e tratte in scavo litologie riconducibili a depositi da flusso piroclastico (Unità SE - flussi piroclastici minori sud – orientali) e a depositi piroclastici da caduta (Unità Sfp - “Tufi Stratificati di La Storta”). Entrambi i depositi si presentano in superficie prevalentemente incoerenti con granulometrie limo sabbiose prevalenti, anche con bassi valori SPT (SX1PZ-2019). Nella porzione centrale si attraversa il fosso della Casaccia, su depositi alluvionali ed eluvio colluviali (unità Pv), che mostrano granulometrie limoso argillose deb. sabbiose e bassi valori SPT (S04PZ – 2017). Si segnala dal PAI (artt9 e 27) l’Area di attenzione idraulica definita lungo i corsi d’acqua principali classificati pubblici (D.G.R. n° 452 del 01/04/05);

Potenziali elementi di rischio:

- **Rischio Frane:** il tratto in esame non presenta criticità geomorfologiche degne di nota.

	LINEA ROMA - VITERBO RADDOPPIO TRATTA CESANO – VIGNA DI VALLE					
LINEA ROMA – VITERBO. RADDOPPIO TRATTA CESANO – VIGNA DI VALLE. RELAZIONE GEOLOGICA	COMMES NR1J	LOTTO 01	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO GE 00 01001	REV. B	FOGLIO 112 di 122

- **Rischio Liquefazione:** si segnala la potenziale criticità del fenomeno della liquefazione per i depositi a matrice sabbiosa (limi-sabbiosi) in falda, in considerazione anche di possibili innalzamenti stagionali dei livelli piezometrici; i piezometri di riferimento S04PZ – 2017 e SX1PZ1 - 2019 rilevano quota piezometrica (una misurazione) rispettivamente a circa 10.7m e 12.38m da pc.
- **Rischio Cedimenti:** potenziale criticità per le tratte in rilevato (limitate in tale settore), in particolare nell’area di attraversamento delle coltri eluvio colluviali superficiali; possibili cedimenti differenziali rispetto ai rilevati in affiancamento già presenti.

13.3.5 Tratto da pk 31+300 a pk 32+950

Indagini di riferimento: S05DH – 2017; S12PZ – 2017.

Il tracciato (in parte in variante rispetto alla linea storica) taglia in trincea su depositi piroclastici da caduta prevalentemente incoerenti (unità Sfp - “Tufi Stratificati di La Storta”), con bassi valori SPT in superficie (S12PZ e S05DH) e granulometria limo-sabbiosa debolmente argillosa; intercalati livelli lavici litoidi; il tracciato si immette poi in rilevato in un’area connotata dalla presenza di depositi eluvio colluviali a matrice limosa debolmente argillosa – sabbiosa (unità Pv). Si attraversa il fosso della Mainella.

Potenziali elementi di rischio:

- **Rischio Frane:** il tratto in esame non presenta criticità geomorfologiche degne di nota.
- **Rischio Liquefazione:** Il piezometro installato (L=30m) in tale tratta non rileva falda, condizione che (se stagionale) ne potrebbe escludere l’evenienza.
- **Rischio Cedimenti:** potenziale criticità per tratte in rilevato, in particolare negli attraversamenti delle coltri eluvio colluviali; possibili cedimenti differenziali rispetto ai rilevati in affiancamento già presenti.

13.3.6 Tratto da pk 32+950 a pk 34+600

Indagine di riferimento: S06DH – 2017.

Il tracciato prosegue con tratte in scavo e tratte in rilevato su di un’area caratterizzata dalla presenza di depositi alluvionali ed eluvio-colluviali (unità Pv) a granulometria prevalentemente limoso sabbiosa debolmente argillosa, ed in parte sull’unità Sfp (“Tufi Stratificati di La Storta”). Quest’ultima unità ha carattere prevalentemente incoerente con livelli centimetrici cementati.

Si attraversa il fosso di S.Stefano, in cui il PAI (artt9 e 27) segnala l’Area di attenzione idraulica definita lungo i corsi d’acqua principali classificati pubblici (D.G.R. n° 452 del 01/04/05).

	LINEA ROMA - VITERBO RADDOPPIO TRATTA CESANO – VIGNA DI VALLE					
LINEA ROMA – VITERBO. RADDOPPIO TRATTA CESANO – VIGNA DI VALLE. RELAZIONE GEOLOGICA	COMMES NR1J	LOTTO 01	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO GE 00 01001	REV. B	FOGLIO 113 di 122

Potenziali elementi di rischio:

- **Rischio Frane:** il tratto in esame non presenta criticità geomorfologiche degne di nota.
- **Rischio Liquefazione:** Il sondaggio di riferimento *S06DH – 2017* non rileva falda durante la perforazione (L=30m); inoltre, anche per gli elevati valori SPT (>50), qualora rappresentativi dei depositi della tratta, se ne potrebbero escludere l’evenienza.
- **Rischio Cedimenti:** potenziale criticità per tratte in rilevato, in particolare negli attraversamenti delle coltri eluvio colluviali superficiali prossimali ai fossi e corsi d’acqua; possibili cedimenti differenziali rispetto ai rilevati in affiancamento già presenti.

13.3.7 Tratto da pk 34+600 a pk 36+050

Indagini di riferimento: S07PZ – 2017; S11PZ – 2017; S03PZ – 2018

Il tracciato prosegue con tratte in scavo ed in rilevato (in parte in variante rispetto alla linea storica), attraversando l’unità Sfp (“Tufi Stratificati di La Storta”), prevalentemente incoerente (elevati valori SPT) e con granulometria limo sabbiosa debolmente argillosa. Prossimali ai fossi e corsi d’acqua sono presenti in superficie depositi alluvionali ed eluvio-colluviali (unità Pv) con granulometria limo argilloso - sabbiosa.

Si passano una serie di fossi minori (fosso Crocicchie, fosso del Bagno, ..). Al termine della tratta si attraversa un Area di attenzione idraulica del PAI (artt9 e 27), indicata lungo i corsi d’acqua principali classificati pubblici (D.G.R. n° 452 del 01/04/05);

Potenziali elementi di rischio:

- **Rischio Frane:** secondo quanto riportato negli studi del Piano di Assetto Idrogeologico, presso la stazione di interscambio Crocicchie, si riconosce un area sottoposta a tutela per pericolo di frana (AREE A PERICOLO B - aree a pericolo di frana elevato, porzioni di territorio interessate da scarpate o in cui sono presenti frane caratterizzate da volumi modesti e/o movimento da rapido a lento); dai sopralluoghi eseguiti in tale area a ridosso del versante lato monte, allo stato attuale nelle condizioni di stato di fatto, non si sono notati elementi di dissesto tendenti ad instabilità di versante.
- **Rischio Liquefazione:** I piezometri installati (L=30m) in tale tratta non rilevano falda, condizione per cui (se stagionale) ne potrebbe escludere l’evenienza.
- **Rischio Cedimenti:** potenziale criticità per tratte in rilevato, in particolare negli attraversamenti delle coltri eluvio colluviali superficiali prossimali ai fossi e corsi d’acqua; possibili cedimenti differenziali rispetto ai rilevati in affiancamento già presenti.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA ROMA - VITERBO RADDOPPIO TRATTA CESANO – VIGNA DI VALLE												
LINEA ROMA – VITERBO. RADDOPPIO TRATTA CESANO – VIGNA DI VALLE. RELAZIONE GEOLOGICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMES</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>NR1J</td> <td>01</td> <td>D 69 RG</td> <td>GE 00 01001</td> <td>B</td> <td>114 di 122</td> </tr> </tbody> </table>	COMMES	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NR1J	01	D 69 RG	GE 00 01001	B	114 di 122
COMMES	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NR1J	01	D 69 RG	GE 00 01001	B	114 di 122								

13.3.8 Tratto da pk 36+050 a pk 37+250

Indagine di riferimento: S08DH – 2017.

Il tracciato prosegue con tratte in scavo ed in rilevato (in parte in variante rispetto alla linea storica), attraversando in superficie depositi eluvio colluviali, caratterizzati da bassi valori SPT (S08DH – 2017) e granulometrie prevalentemente fini, con contenuti in argilla anche >30% (unità Pv).

La tratta inizia in prossimità ad un'Area di attenzione idraulica indicata dal PAI (artt9 e 27), lungo i corsi d'acqua principali classificati pubblici (D.G.R. n° 452 del 01/04/05);

Potenziali elementi di rischio:

- **Rischio Frane:** il tratto in esame non presenta criticità geomorfologiche degne di nota.
- **Rischio Liquefazione:** il sondaggio di riferimento per la tratta mostra in superficie bassi valori SPT che ne potrebbero suggerire la criticità; tale verticale non è stata attrezzata a piezometro, mentre i piezometri installati nella tratta precedente non rilevano falda.
- **Rischio Cedimenti:** potenziale criticità per tratte in rilevato, in particolare negli attraversamenti delle coltri eluvio colluviali superficiali; possibili cedimenti differenziali rispetto ai rilevati in affiancamento già presenti.

13.3.9 Tratto da pk 37+250 a pk 38+000

Indagini di riferimento: S02PZ – 2018; S09DH – 2017.

Il tracciato taglia in trincea depositi da flusso piroclastico (Unità SE - flussi piroclastici minori sud – orientali) da incoerenti a semicorenti, con una marcata variabilità granulometrica (da medio fina a grossolana), per poi passare in rilevato su depositi eluvio colluviali prossimali ai fossi e corsi d'acqua (unità Pv), caratterizzati da granulometrie fini con contenuti in argilla dal 12% fino al 35%. Si conclude di nuovo in trincea sull'unità Sfp (“Tufi Stratificati di La Storta”), prevalentemente incoerente.

Per una tratta, il tracciato corre in prossimità ad Aree di attenzione idraulica indicate dal PAI (artt9 e 27), definite lungo i corsi d'acqua principali classificati pubblici (D.G.R. n° 452 del 01/04/05);

Potenziali elementi di rischio:

- **Rischio Frane:** il tratto in esame non presenta criticità geomorfologiche degne di nota.
- **Rischio Liquefazione:** Fermo restando la marcata variabilità spaziale in termini di addensamento dei depositi presenti, i sondaggi S02PZ – 2018 ed S09DH – 2017 indicano elevati valori SPT (>38); il piezometro installato nel sondaggio S02PZ -2018, inoltre (L=30m), non rileva falda, condizione per cui (se stagionale) potrebbero escludere l'evenienza.

	LINEA ROMA - VITERBO RADDOPPIO TRATTA CESANO – VIGNA DI VALLE					
LINEA ROMA – VITERBO. RADDOPPIO TRATTA CESANO – VIGNA DI VALLE. RELAZIONE GEOLOGICA	COMMES NR1J	LOTTO 01	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO GE 00 01001	REV. B	FOGLIO 115 di 122

- *Rischio Cedimenti*: potenziale criticità per tratte in rilevato, in particolare nell’attraversamento delle coltri eluvio colluviali superficiali; possibili cedimenti differenziali rispetto ai rilevati in affiancamento già presenti.

13.3.10 Tratto da pk 38+000 a pk 39+497

Indagini di riferimento: S01PZ – 2018; S06PZ – 2018; S07PZ – 2018; S13PZ – 2018.

Il tracciato prosegue con una prima parte in trincea poi in rilevato fino alla stazione di Vigna di Valle; si attraversano in superficie depositi eluvio colluviali prossimali ai fossi e corsi d’acqua (unità Pv) a granulometria sabbioso limosa con bassi valori SPT, ed un’area in cui la cartografia di riferimento segnala depositi siltuosi di origine palustro-lacustre (Unità Pl), con zone contraddistinte da difficoltà di drenaggio e stazionamento acque meteoriche (unità Pl). Il tracciato termina ancora su depositi eluvio colluviali superficiali (unità Pv), limo sabbiosi debolmente argillosi.

Potenziali elementi di rischio:

- *Rischio Frane*: il tratto in esame non presenta criticità geomorfologiche degne di nota.
- *Rischio Liquefazione*: I piezometri installati (L=30m) in tale tratta non rilevano falda, condizione che (se stagionale) ne potrebbe escludere l’evenienza. Ad ogni modo si fa presente che è stata eseguita una unica lettura piezometrica e che nell’area sono segnalate condizioni di stazionamento delle acque meteoriche con difficoltà di drenaggio.
- *Rischio Cedimenti*: potenziale criticità per tratte in rilevato, in particolare negli attraversamenti delle coltri eluvio colluviali superficiali; possibili cedimenti differenziali rispetto ai rilevati in affiancamento già presenti. Tale criticità è amplificata dalla possibile presenza in tale area di depositi siltuosi di origine palustre lacustre (area lago morto).

LINEA ROMA – VITERBO. RADDOPPIO TRATTA
 CESANO – VIGNA DI VALLE.

COMMES	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01	D 69 RG	GE 00 01001	B	116 di 122

RELAZIONE GEOLOGICA

14 RISCHIO DI LIQUEFAZIONE

Nel seguente paragrafo viene valutata la possibilità di esclusione della verifica a liquefazione secondo quanto indicato dalle Norme Tecniche per le Costruzioni - D.M. 17/01/2018 (punto 7.11.3.4.2).

In particolare la verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

1. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;

Lungo il tracciato di progetto le accelerazioni massime attese (a_{max}) sono superiori a 0.1g, pertanto non è possibile omettere la verifica a liquefazione secondo questa condizione.

Allo Stato limite di Salvaguardia della vita SLV, considerando $Vn=75$ anni, classe d'uso III ($Cu=1.5$) ed una cat. di sottosuolo E, si ottengono per i 4 vertici considerati (cap12):

- $a_{max} = a_g \times S_S \times S_T = 0.071 \text{ g} \times 1.600 \times 1.000 = 0.114 \text{ g}$.
- $a_{max} = a_g \times S_S \times S_T = 0.071 \text{ g} \times 1.600 \times 1.000 = 0.114 \text{ g}$.
- $a_{max} = a_g \times S_S \times S_T = 0.074 \text{ g} \times 1.600 \times 1.000 = 0.118 \text{ g}$.
- $a_{max} = a_g \times S_S \times S_T = 0.089 \text{ g} \times 1.600 \times 1.000 = 0.142 \text{ g}$.

2. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;

Le quote piezometriche registrate nei fori di sondaggio attrezzati a piezometro indicano aree in cui la profondità della falda risulta essere inferiore ai 15m dal pc; pertanto non è possibile omettere la verifica a liquefazione secondo questa condizione lungo l'intero tracciato, in considerazione anche di possibili oscillazioni stagionali.

SONDAGGIO	ANNO	prof (m)	Allestimento	FALDA (m)
S01 - PZ - 2017	2017	30	PIEZOMETRO	-9
S04 - PZ - 2017	2017	30	PIEZOMETRO	-10.7
S07 - PZ - 2017	2017	30	PIEZOMETRO	non rilevata
S11 - PZ - 2017	2017	30	PIEZOMETRO	non rilevata
S12 - PZ - 2017	2017	30	PIEZOMETRO	non rilevata
S13 - PZ - 2017	2017	30	PIEZOMETRO	non rilevata
S01 - PZ - 2018	2018	30	PIEZOMETRO	non rilevata
S02 - PZ - 2018	2018	30	PIEZOMETRO	non rilevata
S03 - PZ - 2018	2018	30	PIEZOMETRO	non rilevata
S04 - PZ - 2018	2018	30	PIEZOMETRO	-4.5
S06 - PZ - 2018	2018	30	PIEZOMETRO	non rilevata
S07 - PZ - 2018	2018	30	PIEZOMETRO	non rilevata
S_X1 - PZ - 2019	2019	30	PIEZOMETRO	-12.38
S_X2 - PZ - 2019	2019	30	PIEZOMETRO	-19.96
S_X4 - PZ - 2019	2019	45	PIEZOMETRO	-5.38
S_X6 - PZ - 2019	2019	10	PIEZOMETRO	-6.56

3. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N1)_{60} > 30$ oppure $qc1N > 180$ dove $(N1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e $qc1N$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;

LINEA ROMA – VITERBO. RADDOPPIO TRATTA
 CESANO – VIGNA DI VALLE.

 COMMES LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO
NR1J 01 D 69 RG GE 00 01001 B 117 di 122

RELAZIONE GEOLOGICA

I valori di $(N1)_{60}$ risultano >30 (caselle verdi nella seguente figura) solo per alcune verticali e per determinate profondità. Pertanto non è possibile omettere la verifica a liquefazione secondo questa condizione lungo l'intero tracciato.

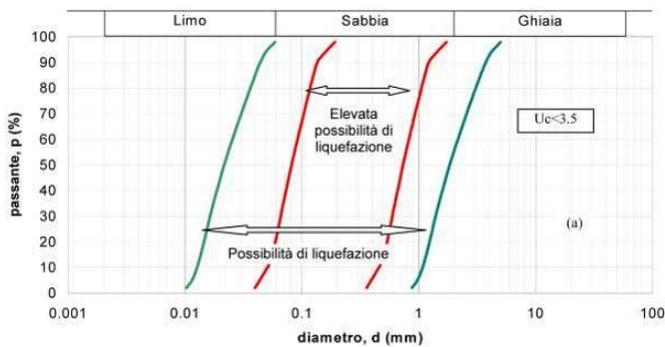
	Z (m)	Nspt	falda (m)	σ_v	su	σ'_v	Ce	Cb	Cs	Cr	Cn	N_{160}	N60
S01 - 2017	2.00	9	9	38	0	38	1	1	1	0.75	1.60673	10.8	6.8
S01 - 2017	5.00	18	9	95	0	95	1	1	1	0.85	1.01618	15.5	15.3
S01 - 2017	8.00	5	9	152	0	152	1	1	1	0.95	0.80336	3.8	4.8
S02 - 2017	5.00	R	10	95	0	95	1	1	1	0.85	1.01618	R	
S03 - 2017	10.50	24	10	199.5	15	184.5	1	1	1	1	0.72918	17.5	24.0
S04 - 2017	7.30	9	10.7	138.7	0	138.7	1	1	1	0.95	0.841	7.2	8.6
S04 - 2017	11.80	11	10.7	224.2	28	196.2	1	1	1	1	0.70711	7.8	11.0
S04 - 2017	20.00	31	10.7	380	110	270	1	1	1	1	0.60277	18.7	31.0
S05 - 2017	2.00	6	30	38	0	38	1	1	1	0.75	1.60673	7.2	4.5
S05 - 2017	4.50	9	30	85.5	0	85.5	1	1	1	0.85	1.07115	8.2	7.7
S05 - 2017	9.00	5	30	171	0	171	1	1	1	0.95	0.75742	3.6	4.8
S06 - 2017	7.30	50	30	138.7	0	138.7	1	1	1	0.95	0.841	39.9	47.5
S06 - 2017	11.80	80	30	224.2	0	224.2	1	1	1	1	0.66148	52.9	80.0
S07 - 2017	10.30	54	30	195.7	0	195.7	1	1	1	1	0.70801	38.2	54.0
S07 - 2017	15.00	R	30	285	0	285	1	1	1	1	0.58669	R	
S08 - 2017	1.80	7	30	34.2	0	34.2	1	1	1	0.75	1.69364	8.9	5.3
S08 - 2017	4.30	6	30	81.7	0	81.7	1	1	1	0.85	1.09578	5.6	5.1
S08 - 2017	7.30	R	30	138.7	0	138.7	1	1	1	0.95	0.841	R	
S09 - 2017	6.80	38	30	129.2	0	129.2	1	1	1	0.95	0.87137	31.5	36.1
S09 - 2017	11.80	43	0	224.2	28	196.2	1	1	1	1	0.70711	30.4	43.0
S09 - 2017	20.00	73	30	380	0	380	1	1	1	1	0.50809	37.1	73.0
S11 - 2017	2.90	32	30	55.1	0	55.1	1	1	1	0.75	1.33432	32.0	24.0
S11 - 2017	3.70	59	30	70.3	0	70.3	1	1	1	0.75	1.18129	52.3	44.3
S11 - 2017	5.30	24	30	100.7	0	100.7	1	1	1	0.85	0.98701	20.1	20.4
S12 - 2017	7.00	5	30	133	0	133	1	1	1	0.95	0.85883	4.1	4.8
S12 - 2017	12.00	9	30	228	0	228	1	1	1	1	0.65594	5.9	9.0
S12 - 2017	20.00	31	30	380	0	380	1	1	1	1	0.50809	15.8	31.0
S13 - 2017	11.00	74	30	209	0	209	1	1	1	1	0.68511	50.7	74.0
S13 - 2017	15.50	20	30	294.5	0	294.5	1	1	1	1	0.57715	11.5	20.0
S13 - 2017	18.50	21	30	351.5	0	351.5	1	1	1	1	0.52829	11.1	21.0
S01 - 2018	2.00	6	30	38	0	38	1	1	1	0.75	1.60673	7.2	4.5
S01 - 2018	8.00	10	30	152	0	152	1	1	1	0.95	0.80336	7.6	9.5
S01 - 2018	13.30	19	30	252.7	0	252.7	1	1	1	1	0.62306	11.8	19.0
S02 - 2018	3.60	69	30	68.4	0	68.4	1	1	1	0.75	1.19759	62.0	51.8
S02 - 2018	8.00	67	30	152	0	152	1	1	1	0.95	0.80336	51.1	63.7
S02 - 2018	18.00	39	30	342	0	342	1	1	1	1	0.53558	20.9	39.0
S03 - 2018	3.60	8	30	68.4	0	68.4	1	1	1	0.75	1.19759	7.2	6.0
S03 - 2018	10.20	35	30	193.8	0	193.8	1	1	1	1	0.71147	24.9	35.0
S03 - 2018	22.00	52	30	418	0	418	1	1	1	1	0.48445	25.2	52.0
S04 - 2018	4.00	25	4.5	76	0	76	1	1	1	0.75	1.13613	21.3	18.8
S06 - 2018	2	6	30	38	0	38	1	1	1	0.75	1.60673	7.2	4.5
S06 - 2018	4	18	30	76	0	76	1	1	1	0.75	1.13613	15.3	13.5
S06 - 2018	11	28	30	209	0	209	1	1	1	1	0.68511	19.2	28.0
S07 - 2018	2	10	30	38	0	38	1	1	1	0.75	1.60673	12.1	7.5
S07 - 2018	5	18	30	95	0	95	1	1	1	0.85	1.01618	15.5	15.3
S07 - 2018	10	R	30	190	0	190	1	1	1	0.95	0.71855	R	
S07 - 2018	20	R	30	380	0	380	1	1	1	1	0.50809	R	
S X1 - 2019	3	4	12.38	57	0	57	1	1	1	0.75	1.31189	3.9	3.0
S X1 - 2019	6	13	12.38	114	0	114	1	1	1	0.85	0.92765	10.3	11.1
S X1 - 2019	9	19	12.38	171	0	171	1	1	1	0.95	0.75742	13.7	18.1
S X1 - 2019	12.2	54	12.38	231.8	0	231.8	1	1	1	1	0.65055	35.1	54.0
S X2 - 2019	3	7	19.96	57	0	57	1	1	1	0.75	1.31189	6.9	5.3
S X2 - 2019	6.3	9	19.96	119.7	0	119.7	1	1	1	0.95	0.90529	7.7	8.6
S X2 - 2019	9.32	14	19.96	177.08	0	177.08	1	1	1	0.95	0.7443	9.9	13.3
S X2 - 2019	12	58	19.96	228	0	228	1	1	1	1	0.65594	38.0	58.0
S X2 - 2019	15	R	19.96	285	0	285	1	1	1	1	0.58669	R	
S X2 - 2019	18	R	19.96	342	0	342	1	1	1	1	0.53558	R	
S X4 - 2019	3	57	5.38	57	0	57	1	1	1	0.75	1.31189	56.1	42.8
S X4 - 2019	6	62	5.38	114	-30	144	1	1	1	0.85	0.82538	43.5	52.7
S X4 - 2019	9	R	5.38	171	0	171	1	1	1	0.95	0.75742	R	
S X4 - 2019	12	R	5.38	228	30	198	1	1	1	1	0.70389	R	
S X4 - 2019	15	R	5.38	285	60	225	1	1	1	1	0.6603	R	
S X4 - 2019	18	R	5.38	342	90	252	1	1	1	1	0.62393	R	
S X6 - 2019	3	8	6.56	57	0	57	1	1	1	0.75	1.31189	7.9	6.0
S X6 - 2019	5.3	R	6.56	100.7	0	100.7	1	1	1	0.85	0.98701	R	
S X6 - 2019	9	R	6.56	171	0	171	1	1	1	0.95	0.75742	R	

LINEA ROMA – VITERBO. RADDOPPIO TRATTA
CESANO – VIGNA DI VALLE.

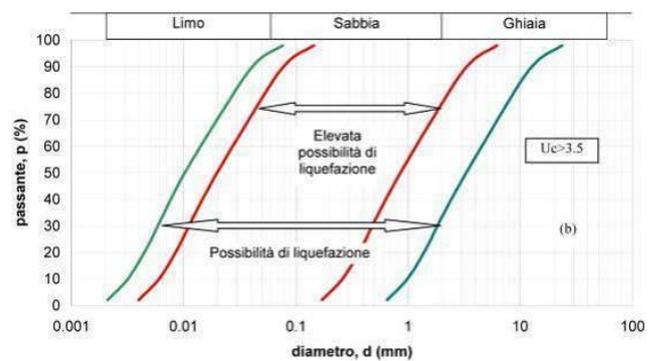
COMMES	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01	D 69 RG	GE 00 01001	B	118 di 122

RELAZIONE GEOLOGICA

4. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate in figura a nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ ed in figura b nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$.

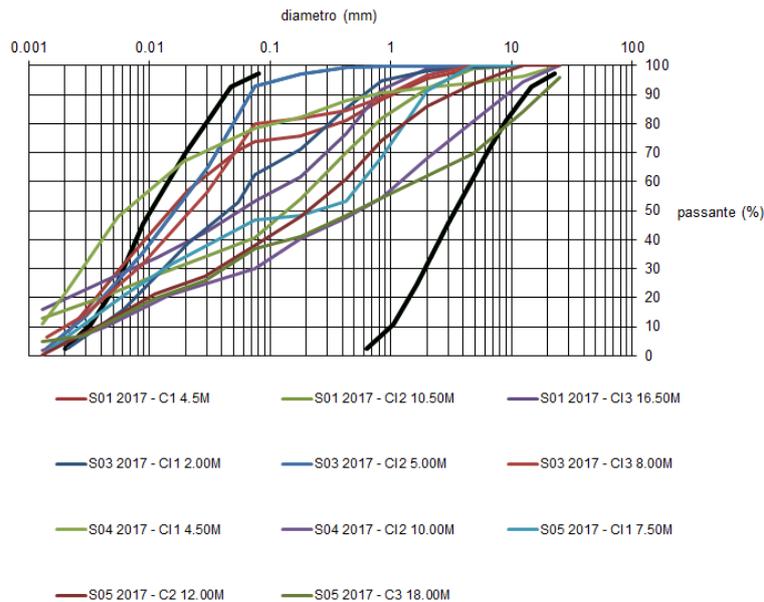


a)



b)

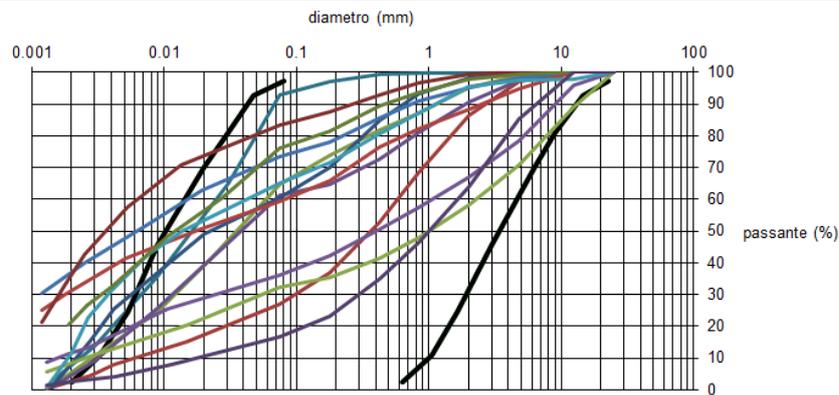
I fusi granulometrici dei campioni prelevati risultano esterni alle zone indicate solo per alcune verticali e per determinate profondità. In considerazione anche della variabilità granulometrica dei depositi non è possibile omettere la verifica a liquefazione secondo questa condizione lungo l'intero tracciato.



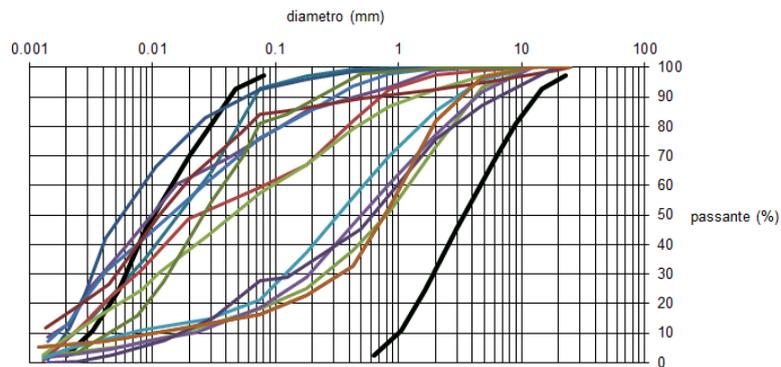
LINEA ROMA – VITERBO. RADDOPPIO TRATTA
CESANO – VIGNA DI VALLE.

COMMES	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01	D 69 RG	GE 00 01001	B	119 di 122

RELAZIONE GEOLOGICA



— S06 2017 - C1 2.00M	— S06 2017 - C2 4.50M	— S07 2017 - C1 4.50M
— S07 2017 - C2 10.00M	— S08 2017 - C1 6.00M	— S08 2017 - C2 7.00M
— S08 2017 - C3 8.00M	— S08 2017 - C1412.00M	— S09 2017 - C11 2.00M
— S09 2017 - C12 4.00M	— S09 2017 - C13 5.00M	— S09 2017 - C14 9.00M



— S11 2017 - C1 7.5.00M	— S11 2017 - C12 12.00M	— S12 2017 - C11 2.00M
— S12 2017 - C12 4.50M	— S12 2017 - C13 7.50M	— S13 2017 - C11 2.00M
— S13 2017 - C12 4.50M	— S13 2017 - C13 10.50M	— S3 2018 - C11 3.00M
— S4 2018 - C11 5.40M	— S1 2018 - Cr1 19.50M	— S2 2018 - Cr1 7.40M
— S11 2017 - C1 7.5.00M		



**LINEA ROMA - VITERBO
RADDOPPIO TRATTA CESANO – VIGNA DI VALLE**

LINEA ROMA – VITERBO. RADDOPPIO TRATTA CESANO – VIGNA DI VALLE. RELAZIONE GEOLOGICA	COMMES	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NR1J	01	D 69 RG	GE 00 01001	B	120 di 122

Sulla base di quanto sopra esposto ed in considerazione dei dati a disposizione, non si può omettere a priori la possibilità di liquefazione lungo l'intero tratto di intervento.

Pertanto, nell'Elaborato Relazione Geotecnica Generale (rif. NR1J00D29GEGE0005001A), è stata condotta l'analisi completa di liquefazione, valutando il coefficiente di sicurezza alla liquefazione (F_L) e l'indice del potenziale di liquefazione I_L , con metodi di analisi semplificata. Si conclude, nell'elaborato citato, scartando la possibilità di liquefazione.

In questa sede vengono riportati i risultati delle suddette analisi (condotte con riferimento alle prove SPT delle verticali elaborate), con relativi fattori di sicurezza ($FSL > 1.25$); si rimanda all'elaborato referenziato (rif. NR1J00D29GEGE0005001A) per la disamina completa.

Sondaggio	m	m	kPa	kPa	n colpi	n colpi	Seed e Idriss, 1971	CSR	Idriss e	Idriss e	Idriss e	Fattore di sicurezza	VERIFICA EC8
									Boulanger, 2004	Boulanger, 2004	Boulanger, 2004		
	Profondità	falda	σ'_v	σ_v	Nspt	N1,60	rd		N1,60cs	CRR,7.5	CRR,M	FSL	FSL > 1.25
S01_Pz	10	9	150	160	5	4	0,907	0,080493227	10	0,115629	0,17536707	2,17865628	OK
SA_04	5	4,5	85	90	25	29	0,96175	0,079429235	35	1,024532	1,56383807	19,56254604	OK
S04_PZ	11,00	10,7	180	192	11	8	0,8803	0,072264414	13	0,142124	0,21555029	2,98280001	OK

	LINEA ROMA - VITERBO RADDOPPIO TRATTA CESANO – VIGNA DI VALLE					
LINEA ROMA – VITERBO. RADDOPPIO TRATTA CESANO – VIGNA DI VALLE. RELAZIONE GEOLOGICA	COMMES NR1J	LOTTO 01	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO GE 00 01001	REV. B	FOGLIO 121 di 122

15 RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

N N. Baccetti, V. Bellucci, S. Bernabei, P. Bianco, G. Braca, M. Bussettini, C. Cascone, L. Ciccarese, S. D’Antoni, A. Grignetti, B. Lastoria, S. Mandrone, S. Mariani, V. Silli e S. Venturelli (2017) - Analisi e valutazione dello stato ambientale del Lago di Bracciano riferito all’estate 2017 – Rapporto ISPRA, 2017;

P. Baldi, F.A Decandia., A. Lazzarotto & A. Calamai (1974): Studio geologico del substrato della copertura vulcanica laziale nella zona dei laghi di Bolsena, Vico e Bracciano. Mem. Soc. Geol. It., 13, 575-606.

P.Belotti, C.Caputo, S.Ciccacci, D. De Rita, S. Donati, P.Fredi, R.Fiunicello, GB La Monica, B.Landini, F.Marra, S.Milli, M.PArotto, F.Pugliese (1997) – *Founfaments for a Geomorphological overview on Roma and its surroundings* - Fourth Internation Conference on Geomorphology;

M. Bertini M, C. D’amico, S. Tagliavini, L. Verna (1971) – *Note illustrative della Carta Geologica d’Italia – foglio 143 Bracciano*

C.Caputo, S.Ciccacci, D.De Rita, P.Fredi, E.Palmieri, F.Salvini (1993) – *Drainage pattern and tectonics in sole volcanic areas of latium (Italy)* – Geologica Romana, 29; pp 1 – 13;

D. De Rita (1993) - *Il vulcanismo* - S. G. Italiana (Ed.), Guide Geologiche Regionali (pp. 50–64). Lazio: BE-Ma.

D.De Rita, M. Di Filippo, C Rosa (1996) – *Structural evolution of the Bracciano volcano – tectonic depression, Sbatini Volcanic District, Italy* - Geological Society, London, Special Publications 1996; v. 110; p. 225-236;

F. Manca, S.Viarioli, R.Mazza (2017) – *Hydrogeology of the Sabatini Volcanic District (Cetnral Italy)* – Journal of Maps 2017, V13, N2; pp 252 – 259;

U. Ventriglia, (2002) - *Geologia del Territorio del Comune di Roma* – Amministrazione Provinciale di Roma;

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>LINEA ROMA - VITERBO RADDOPPIO TRATTA CESANO – VIGNA DI VALLE</p>					
<p>LINEA ROMA – VITERBO. RADDOPPIO TRATTA CESANO – VIGNA DI VALLE.</p> <p>RELAZIONE GEOLOGICA</p>	<p>COMMES NR1J</p>	<p>LOTTO 01</p>	<p>CODIFICA D 69 RG</p>	<p>DOCUMENTO GE 00 01001</p>	<p>REV. B</p>	<p>FOGLIO 122 di 122</p>

Cartografia consultata:

- **Carta Geologica d'Italia (1971)** – Foglio 143 Bracciano, scala 1:100.000

- **Carta Geologica Informatizzata Regione Lazio (2015)**, scala 1:25.000

- **Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico P.A.I., Autorità dei Bacini Regionali del Lazio (2015)** – Tavole 2.09 e 2.10 - Aree sottoposte a tutela per dissesto Idrogeologico, scala 1:25.000

- **F. Manca, S.Viarioli, R.Mazza (2017)** - Hydrogeological Map of the Sabatini Volcanic Complex, scala 1:50.000

- **U. Ventriglia (1981)** – Provincia di Roma; Regione Vulcanica Sabatina - Carta Lito-stratigrafica, scala 1:100.000

- **U. Ventriglia (1981)** – Provincia di Roma; Regione Vulcanica Sabatina - Regione Vulcanica Sabatina - Carta idrogeologica, scala 1:100.000