



geologi associati
fantucci e stocchi

Sede legale: Via Monte Nero, 27 – 01100 Viterbo
Web: www.geologiassociati.com
PIVA: 01889080568
codice univoco: krrh6b9

Tel: 0761/826034-335/6495926-339/7040030
Email: postageol@gmail.com
fantucci.geologiassociati@gmail.com
PEC: geologiassociati@pec.epap.it

Progetto:

Impianto fotovoltaico

Localizzazione intervento:



Comune di Celleno (VT)
Località: Pian Torena
Pian delle Grotte



Committente:

ICA VII Srl

Timbro e firma Dott. Geol. Rosanna Fantucci



Oggetto:

Relazione Geologica

Data: 23/09/2022

Cod. lavoro: **4440**

Rev. n°	NOTE DI REVISIONE	Data

Indice

1) Premessa e localizzazione.....	3
2) Metodi d'indagine e normativa di riferimento	8
3) Inquadramento fisico generale	14
4) Geomorfologia del terreno	19
5) Geologia del terreno	25
6) Idrogeologia del terreno.....	30
7) Sismicità e tettonica.....	34
8) Modello geotecnico	44
9) Conclusioni	48
10) Bibliografia	49

Relazione di 49 pagine + allegati per totale di pag. 58

1) Premessa e localizzazione

La presente relazione si riferisce al progetto per la realizzazione di un impianto fotovoltaico per la produzione di energia elettrica da fonte solare, della potenza di picco di 40,342 Megawatt (MW) e potenza in immissione di 38,421 Megawatt (MW).

L'impianto è suddiviso in due sottocampi, con un'estensione dell'area di progetto paria circa 62 ettari.

I moduli fotovoltaici saranno installati su strutture di supporto in acciaio del tipo tracker ad inseguimento monoassiale (inseguitori solari installati in direzione nord-sud, capaci di ruotare in direzione est-ovest, consentendo, pertanto, ai moduli di "seguire" il Sole lungo il suo moto diurno).

La Soluzione Tecnica Minima Generale (STMG) prevede che l'impianto sia collegato in antenna a 36 kV con la sezione a 36 kV di una Nuova Stazione Elettrica (SE) di trasformazione a 380/150 kV della RTN da inserire in entra-esce sulla linea 380 kV della RTN "Roma Nord – Pian della Speranza", prevista nella frazione di Grotte Santo Stefano del Comune di Viterbo, località Piscinale.

Si fa presente che la sezione a 380/150 kV della Stazione Elettrica ha già ottenuto il benestare con protocollo GRUPPO TERNA/P20210069264 del 08/09/2021 e l'autorizzazione con Provvedimento Autorizzatorio Unico Regionale n. G13900 del 12/11/2021 - Determinazione n. G13097 del 27/10/2021, mentre per la sezione a 36 kV l'iter autorizzativo è ancora in corso.

Società Proponente

La società Proponente è ICA VII S.r.l., con sede legale in Via Giorgio Pitacco n. 7 - Roma, CF/P.IVA 16294671009, che, in virtù di contratti preliminari in parte di Compravendita ed in parte

di Costituzione del Diritto di superficie, dispone della titolarità all'utilizzo delle aree oggetto di intervento.

Localizzazione del progetto

L'impianto è ubicato nel comune di Celleno, in provincia di Viterbo, in un'area situata a circa 1,2 km in linea d'aria in direzione sud rispetto al centro abitato.

L'impianto occupa due lotti di terreno, nelle località Pian Torena e Pian delle Grotte.

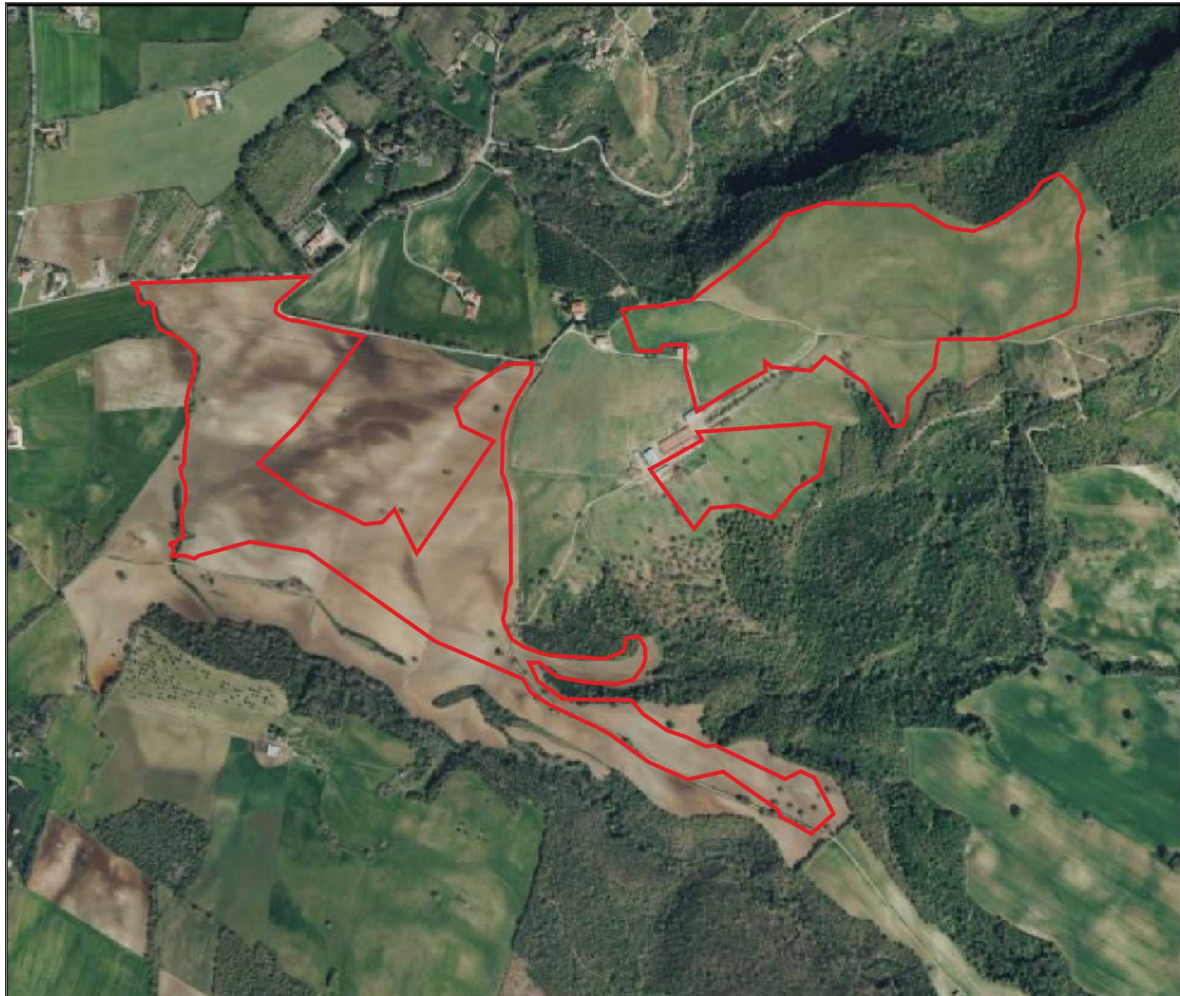
Le coordinate geografiche riferite al baricentro dei lotti sono le seguenti:

- Latitudine 42.547185° N
- Longitudine 12.144481° E

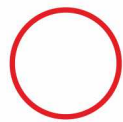
In particolare, sulla Carta Tecnica Regionale della Regione Lazio in scala 1:5.000 l'area di intervento è localizzabile alle sezioni C.T.R. 345061 Pian Torena, 345064 Fastello, 345022 Celleno e 345023 Le Case Nuove; sulla Cartografia IGM in scala 1:25.000 il foglio di riferimento è il 137 IVSE Celleno ([fig1](#)-[fig 2](#)-[fig 3](#)).

Il sito è accessibile mediante viabilità comunale, Strada Acquaforte, che si dirama dalla Strada Provinciale n. 5, Strada Teverina.

Il cavidotto, che sarà completamente interrato, si svilupperà per circa 10,7 km sotto la viabilità esistente ed interesserà i comuni di Celleno e Viterbo.



LEGENDA



Ubicazione aree d'indagine

Fig.1– Ortofoto con ubicazione

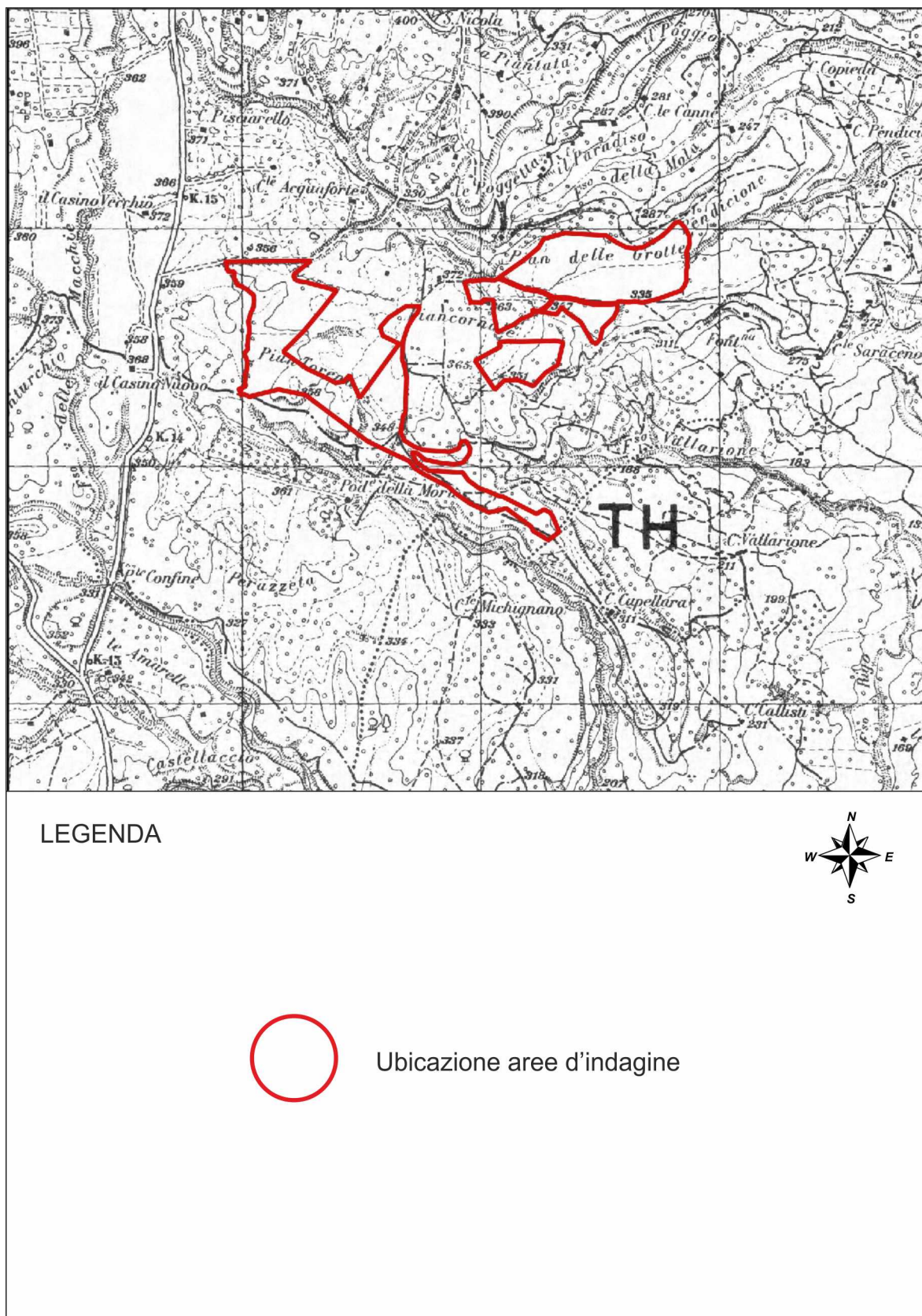


Fig. 2– Carta I.G.M. F°137 IV SE Celleno, scala 1:25.000

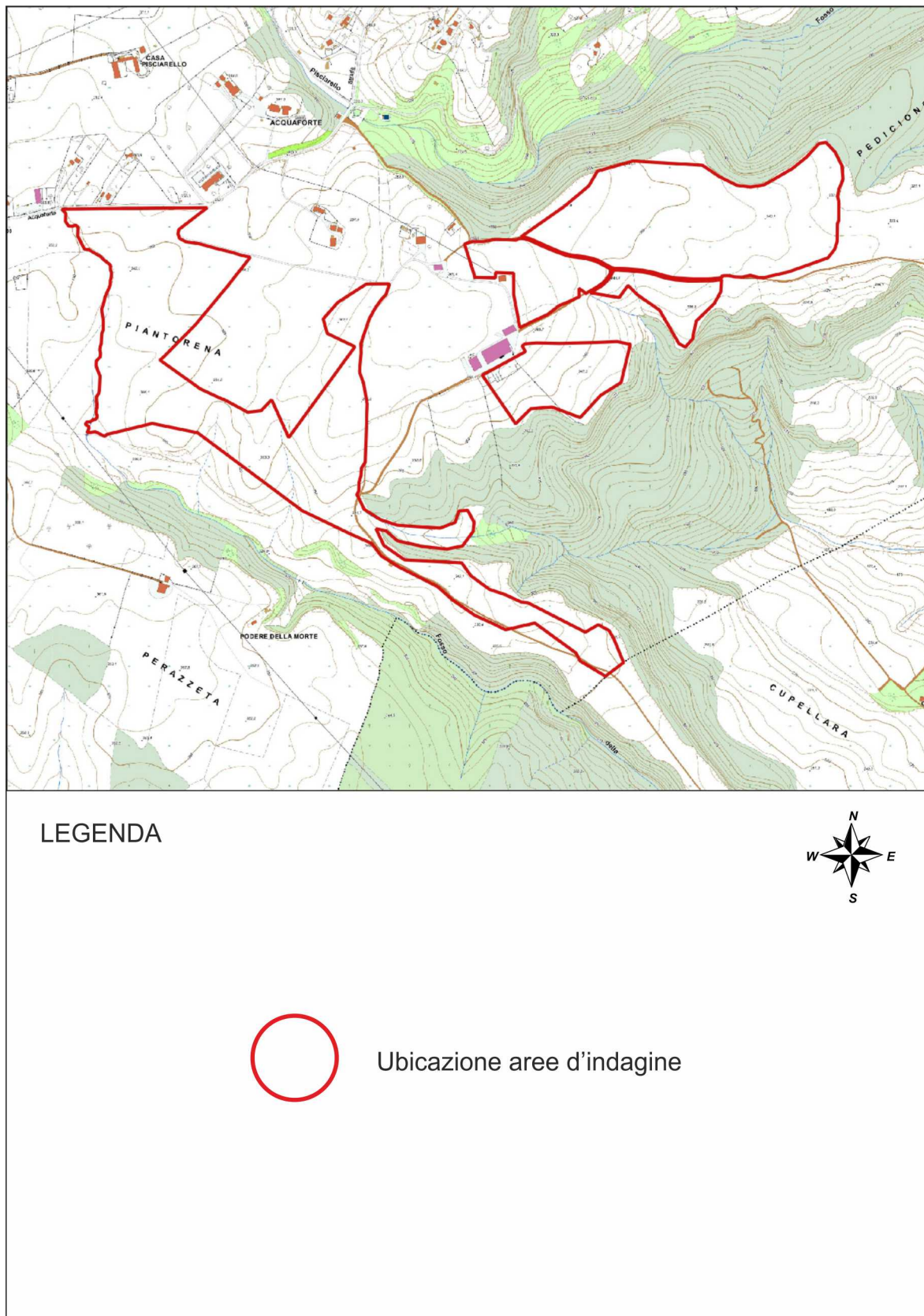


Fig.3—C.T.R. 345061 Pian Torena 345064 Fastello 345022 Celleno 345023 Le case Nuove
scala 1:15.000

2) Metodi d'indagine e normativa di riferimento

Lo studio è stato condotto secondo quanto previsto dalla normativa edilizia vigente:

Legge 02 febbraio 1974, n. 64. Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.

Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici 11 marzo 1988. Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione. Coordinato con la Circolare del Ministero Lavori Pubblici, 24 settembre 1988, n. 30483 - Istruzioni per l'applicazione.

D.P.R. 328 5 giugno 2001, art. 41. Modifiche ed integrazioni della disciplina dei requisiti per l'ammissione all'esame di stato e delle relative prove per l'esercizio di talune professioni nonché della disciplina dei relativi ordinamenti (art.41 – attività professionali del geologo)

DPR 6 giugno 2001, n.380. Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia (Testo A)

Ord.P.C.M. del 20 marzo 2003 n. 3274. Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica. e documenti correlati.

N.T.C. 2018 - Ministero delle Infrastrutture e Trasporti - Norme Tecniche per le Costruzioni

Circolare 7 - 2019. Istruzioni aggiornamento norme tecniche 2018.

Regolamento Regione Lazio D.G.R. 26/2020e s.m.i. D.G.R. n° 189/2021 "Snellimento delle procedure per l'esercizio delle funzioni regionali in materia di prevenzione del rischio sismico.

R.D. 3267/23, R.D. 1126/26, D.G.R. Lazio n° 6215/96, L.R. 53/98 - Regolamento per il vincolo idrogeologico

In accordo con il progettista, vista la consistenza delle opere (classe II), la classificazione sismica locale (classe 2B), la presenza di vincolo idrogeologico ([fig.4](#)) e considerate le conoscenze geologiche della zona nonché il livello di pericolosità medio ([Tabella 1](#)), si è proceduto alle seguenti operazioni:

- a) Rilevamento geologico
- b) Esecuzione di tre prove penetrometriche D.P.S.H. ([foto 1-foto 2](#) - [foto 3](#)), per la valutazione dei parametri geotecnici e per la verifica dell'assetto stratigrafico locale
- c) Esecuzione di tre prove tipo M.A.S.W. ([foto 4-foto 5](#) - [foto 6](#)), per la classificazione sismica del suolo
- d) Esecuzione di due prove tipo H.V.S.R. ([foto 7](#) - [foto 8](#)), per la frequenza di risonanza del sito
- e) Consultazione della bibliografia esistente e dei dati di archivio dell'autore.

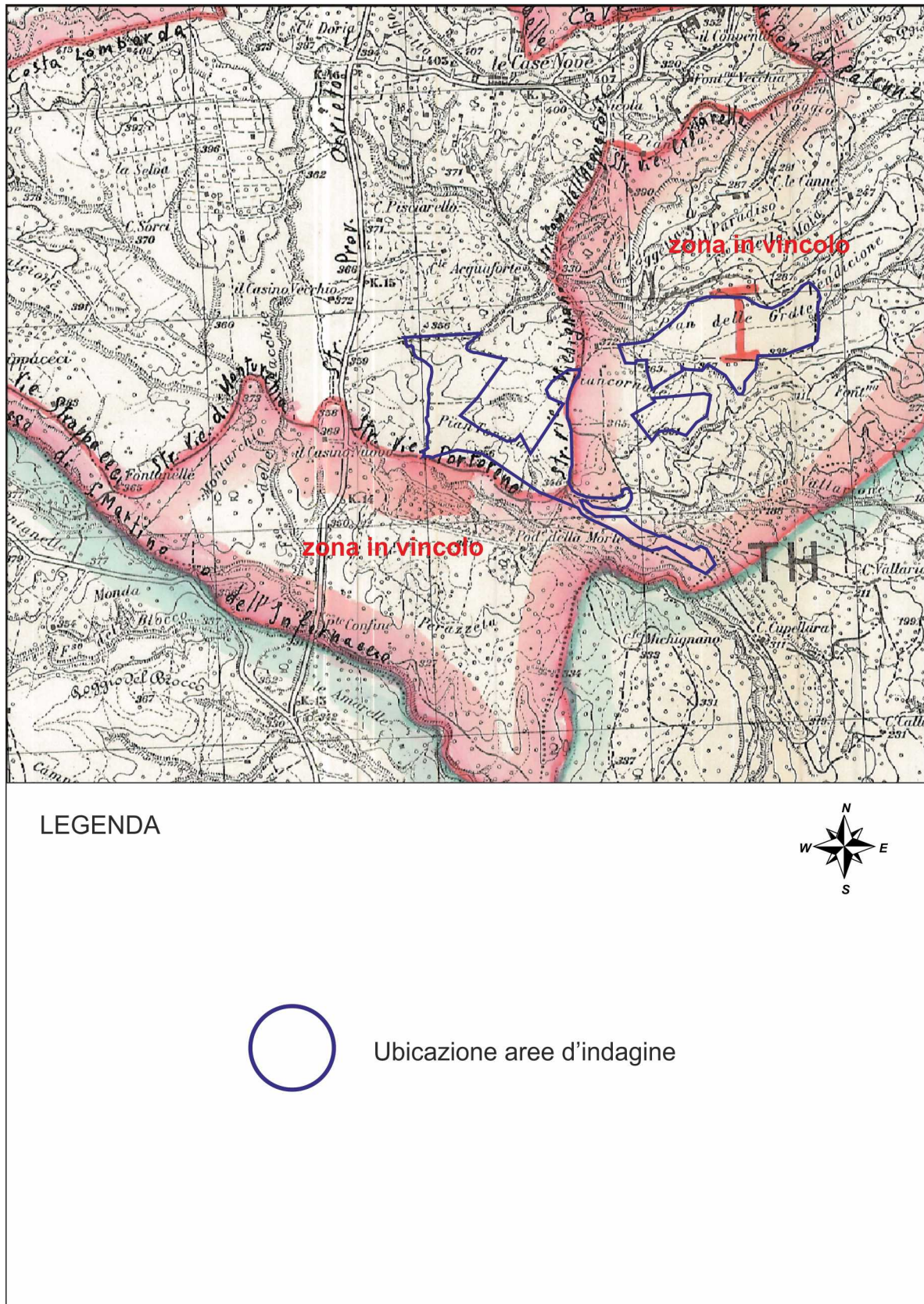


Fig.4—Stralcio carta vincolo idrogeologico, scala 1:25.000

PERICOLOSITA'					
Zona Sismica					
PROGETTI	1	2a	2b	3a	3b
classi d'uso I e II	MEDIO	MEDIO	MEDIO	BASSO	BASSO
classe d'uso III	ALTO	ALTO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
classe d'uso IV	ALTO	ALTO	ALTO	MEDIO	MEDIO

Livello di Rischio Sismico
MEDIO

TERRENI

a) Almeno 1 Sondaggio Geognostico con Prove SPT in foro più 1 Prova Penetrometrica statica (CPT, CPTE, CPTU), dinamica (DPSH) o dilatometriche DMT, oppure, almeno 2 Prove Penetrometriche statiche (CPT, CPTE, CPTU) o dinamiche (DPSH), che consentano di definire le caratteristiche fisico-meccaniche e dinamiche dei terreni coesivi e granulari costituenti il volume significativo fondazionale.

b) In sostituzione delle prove di cui alla lett. a) che precede, solo per le classi III e IV: almeno 1 Sondaggio Geognostico con Prove SPT in foro più 1 Prova Penetrometrica statica (CPT, CPTE, CPTU), dinamica (DPSH) o dilatometriche DMT, che consentano di definire le caratteristiche fisico-meccaniche e dinamiche dei terreni coesivi e granulari costituenti il volume significativo fondazionale.

c) Nel caso di esecuzione del Sondaggio Geognostico: prelievo di campioni quando la litologia consente un campionamento indisturbato o almeno significativo, del terreno fondazionale da sottoporre a Prove Geotecniche di laboratorio, certificate ai sensi dell'articolo 59 del DPR 380/2001, per la definizione delle caratteristiche fisico-meccaniche e dinamiche (Prova di Taglio Diretta, Prova Edometrica, Prova Triassiale, Prova di Taglio Ciclico, Colonna Risonante, ecc.);

d) Almeno 2 Prova Sismiche in sito attive (MASW, SASW, MFT, FTAN, ecc.) o passive (REMI, SPAC, ESAC, f-k, MAAM, ecc.), possibilmente perpendicolari tra di loro per la definizione del profilo di velocità dell'onda S.

e) Almeno 1 Acquisizione di Microtremore Sismico a stazione singola (HVSr), per la definizione della frequenza di risonanza del terreno;

ROCCE AFFIORANTI o SEPOLTE sotto terreni di copertura aventi spessore massimo di 3 metri (Substrato geologico)

a) Almeno 2 Prove Penetrometriche statiche (CPT, CPTE, CPTU), dinamiche (DPSH) o dilatometriche DMT, che attraversino i terreni di copertura, coesivi e granulari, nel caso di ammassi rocciosi sepolti.

b) Caratterizzazione Geomeccanica degli ammassi rocciosi affioranti, mediante esecuzione di rilevamento geostrutturale, laddove possibile, oppure per le classi d'uso III e IV, tramite almeno 1 sondaggio geognostico.

c) Almeno 1 prova Sismica in sito attiva (Seismo Refraction, MASW, SASW, MFT, FTAN, ecc.) o passiva (REMI, SPAC, ESAC, f-k, MAAM, ecc.), per la definizione del profilo di velocità dell'onda S.

d) Almeno 1 Acquisizione di Microtremore Sismico a stazione singola (HVSr), per la definizione della frequenza di risonanza del terreno;

Tabella 1– Livello di pericolosità



Foto 1-Foto 2 – Foto 3 D.P.S.H.



Foto 4-Foto 5 – Foto 6– M.A.S.W.



Foto 7-Foto 8- H.V.S.R.

3) Inquadramento fisico generale

Il territorio in esame appartiene alla porzione meridionale dell'apparato vulcanico vulsino e i terreni affioranti provengono dall'intensa attività eruttiva, pleistocenica (iniziata circa 800.000 anni fa).

I prodotti di tale attività si estendono per diverse decine di chilometri quadrati, con spessori notevoli, soprattutto in prossimità dei centri di emissione ([fig. 5](#)).

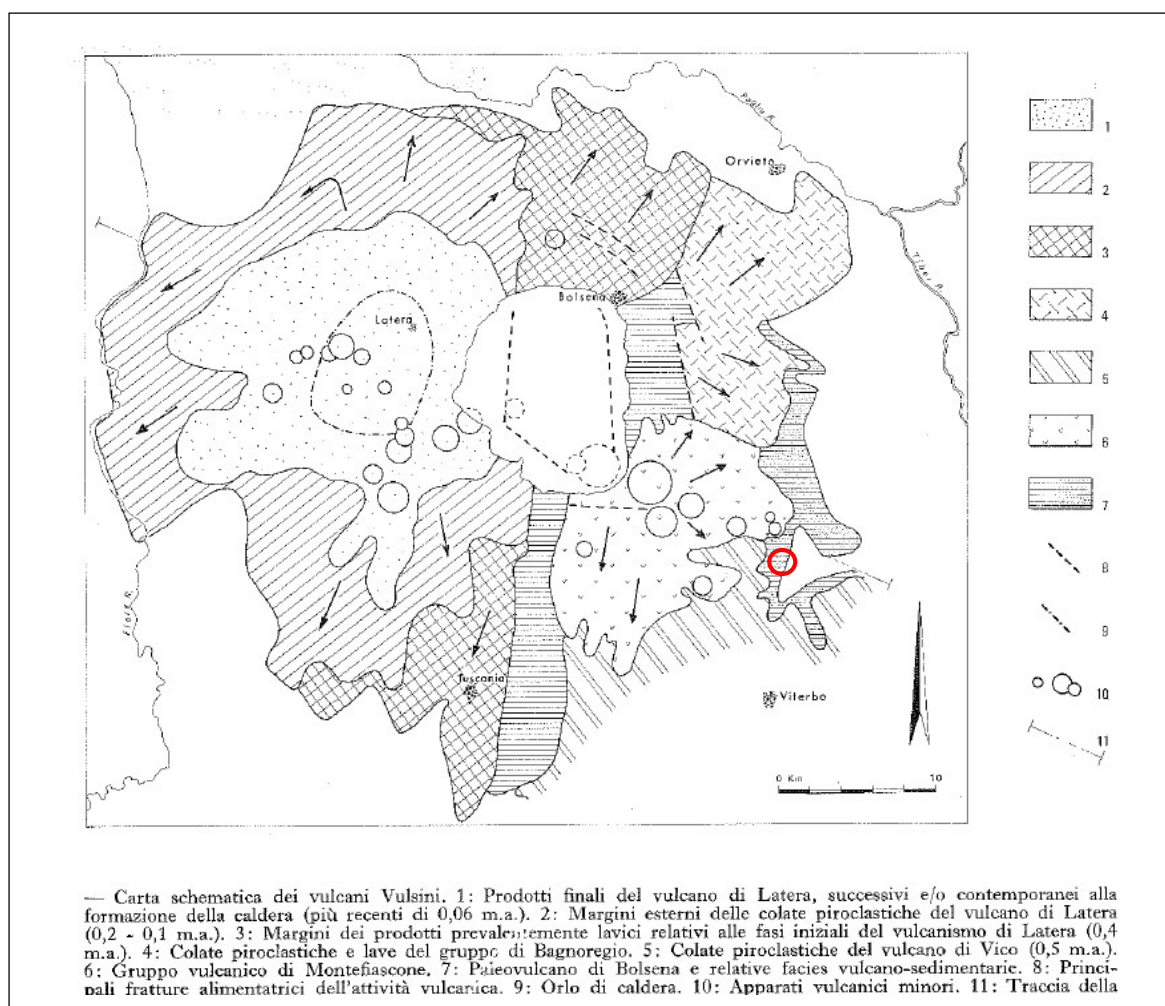


Fig. 5- Schema apparato vulcanico Vulsino con ubicazione area (da: Locardi et al., 1976)

Numerose faglie, ad orientamento nord – sud e nord ovest – sud est, sono localizzate lungo il margine orientale della caldera di Bolsena.

Queste linee tettoniche diedero luogo alle emissioni di imponenti colate laviche, in affioramento in tutto il settore centro orientale dell'apparato vulsino, precedenti lo sprofondamento della caldera del lago di Bolsena.

Le vulcaniti vulsine sovrastano, ad una distanza di circa un chilometro in direzione orientale, i depositi sedimentari marini, sabbiosi e argillosi, plio - pleistocenici, molto diffusi nelle valli limitrofe e lungo la valle del Tevere.

La morfologia della zona è da poco a mediamente acclive, contraddistinta da un plateau vulcanico digradante in direzione orientale con quote comprese tra i 350 – 300 metri sul livello del mare.

Il reticolo idrografico presente sull'altopiano è classificabile come dendritico con rami orientati all'incirca da Ovest ad Est.

L'evoluzione dell'apparato vulsino è suddivisibile in quattro periodi principali: Paleo-Bolsena, Bolsena, Latera e Montefiascone di seguito descritti:

Paleo-Bolsena

L'attività iniziò circa 800.000 anni fa con colate laviche in una zona limitrofa all'attuale lago di Bolsena, seguite da un'imponente ignimbrite basale che ricoprì una superficie di circa 1500 km², datata 570.000 anni, in affioramento nelle aree più distali, nordorientali, dell'apparato (Civitella D'Agliano).

A seguito di questa prima eruzione, vi fu il primo sprofondamento, nella porzione settentrionale dell'attuale lago di Bolsena, con l'emissione di colate di lave, coni di scorie e piroclastiti cineritiche.

La zona d'indagine ricade sulle formazioni emesse durante questa prima fase dell'apparato vulcanico.

Bolsena

Questa seconda fase iniziò nella porzione nord est dell'attuale lago, con diffuse colate laviche e contemporanee emissioni di coni di scorie, ancora ben visibili in tutta la fascia orientale, compresa tra Bolsena e Montefiascone.

Le eruzioni successive furono di tipo esplosivo, con voluminosi flussi piroclastici (Ignimbrite di Orvieto), risalenti a circa 330.000 anni fa e centro di emissione in prossimità del paese di Bolsena; l'enorme quantità di materiale diede luogo allo sprofondamento della caldera del lago omonimo.

Il collasso avvenne lungo fratture anulari ed il fondo della depressione continuò a sprofondare per molto tempo, anche dopo le eruzioni, probabilmente adattandosi al fondo calcareo del substrato, trascinando verso il basso una parte del bordo della caldera stessa.

Ulteriori emissioni risalenti a circa 250.000 anni fa furono di colate laviche e coni di scorie ad esse associate.

Le ultime eruzioni avvennero circa 127.000 - 100.000 anni fa all'interno del lago quando il magma venne in contatto con le acque; grazie a tali fenomeni i coni di scorie delle isole Bisentina e Martana furono parzialmente distrutti, assumendo la forma attuale.

Latera

Il centro di Latera, nel settore nordoccidentale dell'apparato, iniziò la sua attività circa 400.000 anni fa, con l'emissione di colate di lave e scorie lungo il margine meridionale e sud occidentale dell'attuale caldera.

A questa prima fase seguì quella esplosiva, molto lunga e complessa, tra 280.000 - 160.000 anni fa, con periodi di stasi anche prolungati, nei quali la vegetazione ricopriva di nuovo il territorio, per poi essere sepolta dalle successive emissioni piroclastiche (ceneri, scorie, pomici, ignimbriti), con un volume complessivo di circa 10 km³ di magma.

Le fasi esplosive iniziarono con un'alta colonna eruttiva, seguita da flussi piroclastici che si estesero per un raggio di 20-25 km dal centro di emissione; in direzione di Canino, questi flussi si deposero direttamente sui terreni di origine sedimentaria mentre, sia a nord sia a sud, andarono, a ricoprire i prodotti paleo-vulsini.

Successivamente a queste emissioni, vi fu lo sprofondamento della porzione orientale della caldera di Latera che intersecò quella del lago di Bolsena, assumendo una forma simile a quella odierna.

Tra 158.000 - 144.000 anni fa, all'interno della caldera di Latera e lungo i suoi margini, si formarono numerosi coni di scorie con associate colate di lava, seguite (145.000 - 100.000 anni fa) dalle esplosioni dei centri di Lagaccione e del lago di Mezzano.

Montefiascone

Nella zona meridionale dell'apparato vulsino, circa 280.000 anni fa, iniziò l'attività del centro di Montefiascone, in prossimità del bordo della conca lacustre preesistente.

Le eruzioni iniziali furono di tipo esplosivo, provocate dal contatto tra l'acqua di falda ed il magma; numerosi flussi ricchi di gas (*surge*), seguiti da flussi piroclastici densi, formarono depositi di potenza complessiva di qualche decina di metri, con ceneri miste a pomici, scorie e frammenti rocciosi di vario tipo.

Dopo questi eventi vi fu il collasso di una piccola area di diametro di circa 3 km, che costituì il cratere di Montefiascone, tuttora visibile; le emissioni successive furono sempre esplosive, ma meno violente delle precedenti, in quanto con il progressivo esaurirsi dell'acqua di falda, il magma poteva risalire in superficie senza essere frammentato, dando luogo ad eruzioni di tipo stromboliano, con lanci di brandelli di lava che cadevano al suolo sotto forma di scorie. Uno di questi coni formò un rilievo al limite della depressione calderica, sul quale sorge il paese di Montefiascone; dalle fratture che delimitavano la caldera furono emesse numerose colate di lava di modesto spessore che conclusero l'attività di questo vulcano circa 145.000 anni fa.

4) Geomorfologia del terreno

Come evidenziato nel paragrafo precedente, l'area in esame si trova fuori dal paese, in zona agricola.

Le caratteristiche naturali del terreno sono rimaste praticamente intatte, ad esclusione di piccole modifiche per la viabilità locale e la costruzione di qualche capannone agricolo.

La zona d'indagine è contraddistinta da un altopiano debolmente ondulato, orientato in direzione ovest – est, inciso dai corsi d'acqua, con quote variabili tra 370 – 325 metri sul livello del mare, una quota media di 350 m s.l.m. e pendenze abbastanza basse che aumentano bruscamente lungo le incisioni fluviali poste al limite dei lotti.

Il sito, in particolare, è ubicato in prossimità di una linea di spartiacque idrografico che divide il bacino del fosso Pisciarello a nord dal fosso della Cupellara e fosso Vallerione a sud, affluenti in riva sinistra, del torrente Rigo; gran parte dell'impianto ricade sul lato meridionale dei bacini idrografici Cupellara e Vallerione.

Le pendenze sono abbastanza blande, prevalentemente al di sotto del 10% ed aumentano tra il 10-15% solo lungo le fasce più acclivi del fosso Vallerione.

L'impianto ricade prevalentemente sui versanti dei fossi Vallerione e del fosso Cupellara ed in minor misura su quello meridionale del fosso Pisciarello.

Le valli poste a nord ed a sud dell'area in esame sono molto incise nelle formazioni vulcaniche.

Nella porzione meridionale, in località Piantorena, si segnala la presenza di tre impluvi che defluiscono verso sud nel fosso della Cupellara e di un impluvio che defluisce in direzione Est nel ramo iniziale del fosso Vallerione ([foto 9](#)); durante la realizzazione dell'opera si dovrà tener

conto, in queste zone, della possibilità di fenomeni di erosione concentrata e diffusa, specie in concomitanza di piogge intense e/o prolungate.

Sulla fascia orientale, denominata Pian delle Grotte, si segnala solo un impluvio abbastanza inciso nella zona centrale ([foto 10](#)).



Foto 9– Impluvio lato Sud Piantorena



Foto10- Impluvio lato Sud Pian delle Grotte

Si segnalano anche diverse scarpate di origine fluviale su entrambe i lati della zona meridionale dell'impianto, posta lungo una stretta linea di spartiacque idrografico compreso tra il fosso Vallerione ed il fosso della Cupellara.

Ulteriori scarpate sono presenti al margine del lato meridionale e settentrionale in località Pian delle Grotte; si consiglia di mantenere una fascia di sicurezza da tali linee di circa 10 metri.

Vista la morfologia e l'acclività del terreno, non si rileva la possibilità di amplificazione sismica legata alla topografia; tutta la zona ricade infatti in categoria topografica T1.

Seppur l'altopiano non è interessato da dissesti franosi, si segnala la presenza di frane di tipo complesso, attive e quiescenti, diffuse lungo entrambe i versanti del fosso Vallerione, subito a valle delle scarpate sopra indicate.

Vista la notevole distanza e differenza di quota dagli alvei dei corsi d'acqua non si ritiene possibile alcun rischio di esondazione.

Di seguito sono allegata la carta geomorfologica ([fig. 6](#)), la carta clivometrica ([fig. 7](#)) e lo stralcio della carta dell'ex Bacino del Tevere P.A.I. dove sono riportate le zone a rischio di frana ([fig. 8](#)).

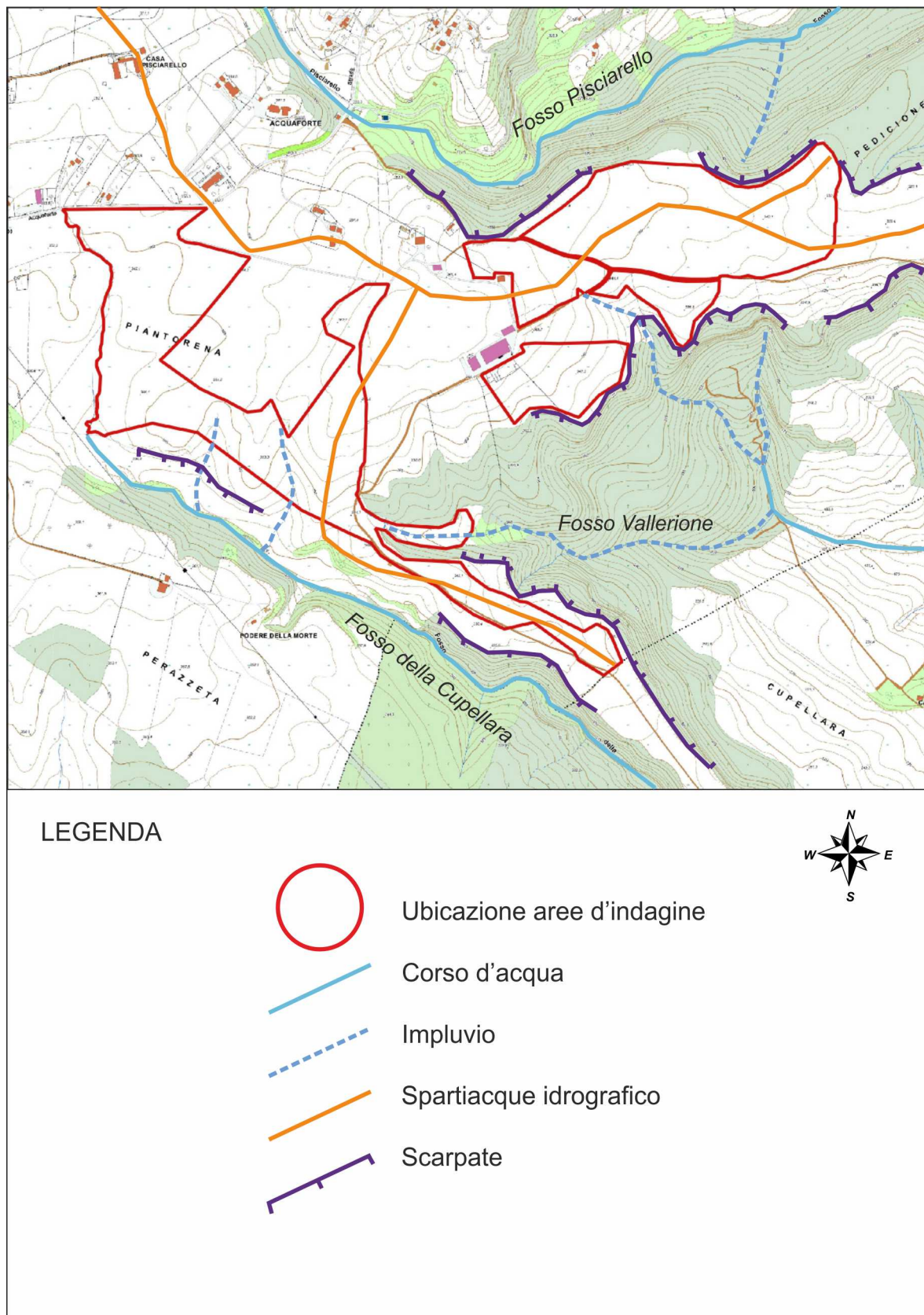


Fig. 6– Carta geomorfologica, scala 1:15.000

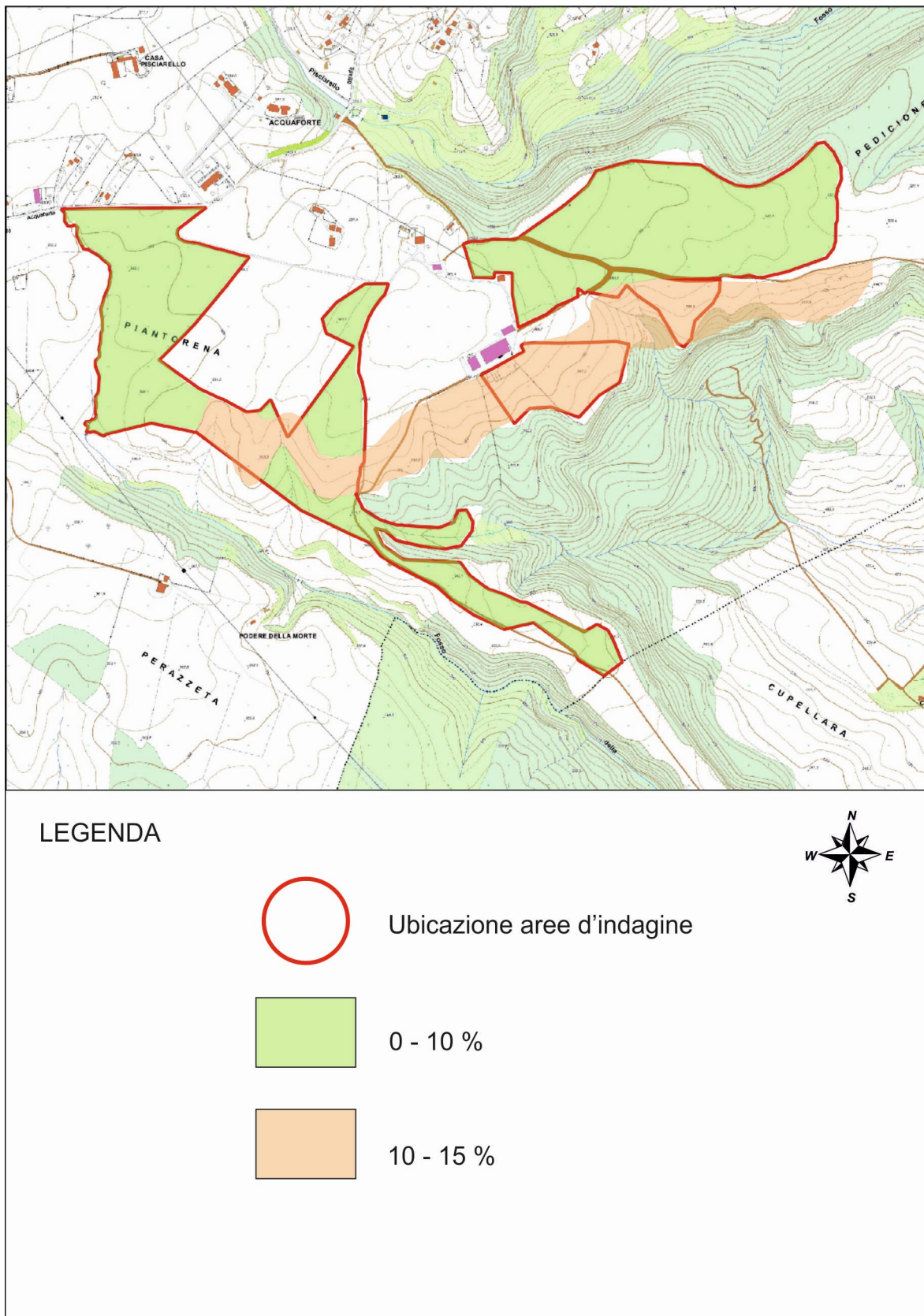


Fig. 7– Carta clivometrica, scala 1:15.000

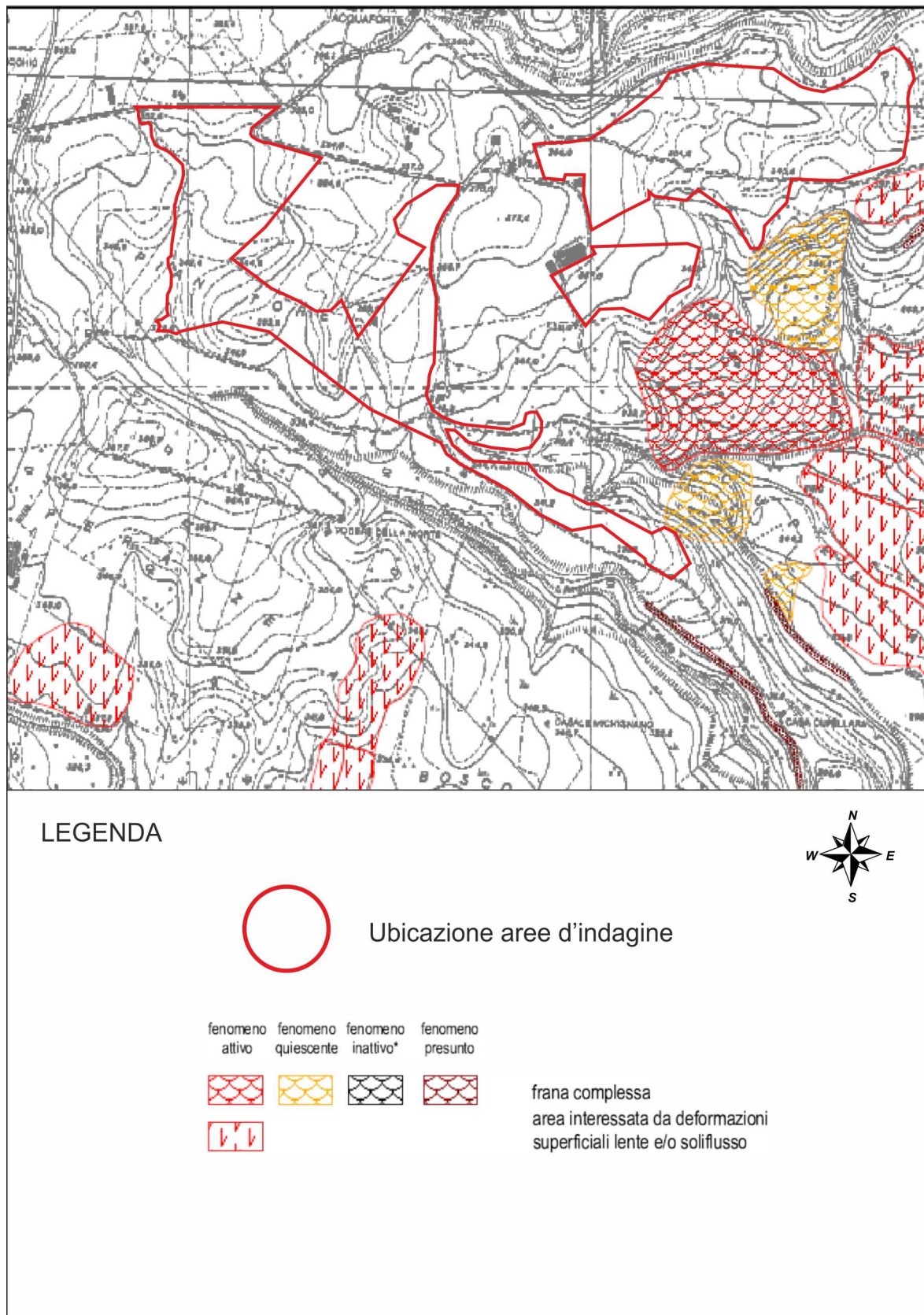


Fig. 8— Stralcio P.A.I. ex Bacino del Tevere - tav.127 nord, scala 1:10.000

5) Geologia del terreno

La zona interessata dallo studio è caratterizzata dagli affioramenti delle propaggini orientali dell'apparato vulsino, ove affiorano le vulcaniti emesse dal centro del Paleo-Bolsena che vanno a ricoprire, aest, i terreni sedimentari più antichi sono di origine marina e non affiorano nell'area.

La Carta Geologica d'Italia, F°137 Viterbo indica, per tutta la zona in esame, l'affioramento dei "Tufi leucitici basali" costituiti da piroclastiti stratificate di colore dal giallo chiaro al grigio, a matrice prevalentemente fine, cineritica, con intercalazioni di livelli pomicei biancastri e possibili intercalazioni di diatomiti e paleosuoli ([foto 11](#)).



Foto 11– Affioramento di tufi leucititici basali stratificati

Queste vulcaniti vanno a ricoprire, lungo le incisioni fluviali, i depositi sedimentari marini più antichi, con strati di sabbie e conglomerati al tetto, relativi alla fine del ciclo regressivo marino plio-pleistocenico, poggianti su terreni di mare più profondo di tipo argilloso e sabbio limoso, con possibili intercalazioni di conglomerati ([fig. 9](#)).

Da uno studio di dettaglio e più recente (Mancini et al., 2004) è stata redatta una carta geologica ([fig.9](#)) ove si evidenzia, anche in questo caso, un'estesa copertura delle successioni vulcaniche e vulcano-sedimentarie dell'apparato vulsino, con spessori che diminuiscono da ovest ad est, in direzione della valle del Tevere.

In particolare, nella zona d'indagine, affiora la formazione dei "Depositi piroclastici" formati da una fitta alternanza di livelli piroclastici a matrice fine cineritica con depositi pomicei ([13](#)).

Questi sovrastano più ad Est, lungo le incisioni fluviali i "Depositi vulcano- sedimentari" ([12](#)) formati da epiclastiti (depositi di origine vulcanica rielaborati), diatomiti di origine lacustre e paleosuoli con spessori che possono raggiungere varie decine di metri; l'età di questi terreni risale a circa 0,149 M.a.

Sotto queste formazioni affiorano, lungo tutte le incisioni fluviali, i depositi sedimentari di origine marina più antichi ed in particolare le "Sabbie siltose e silt" ([27](#)) del Pleistocene inferiore (1,8-1,4 M.a.).

Si segnala la presenza più ad est, nelle valli di Celleno di due lineazioni tettoniche presunte, orientate in direzione NEE-SSO e NNO-SSE che non sono comunque considerate faglie attive e capaci in quanto non indicate nel database dell' I.N.G.V. (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia).

Di seguito viene allegato uno stralcio della carta geologica della Media Valle del Tevere ([fig. 10](#)).

Il modello geologico proposto per tutta la zona di progetto, ottenutodal rilevamento geologico, è composto da un unico orizzonte:

Orizzonte A: Depositi piroclastici e vulcano-clastici a prevalente matrice fine cineritica sabbiosa e limosa con livelli pomicei più grossolani e possibili intercalazioni di diatomiti e paleosuoli dello spessore di decine di metri.

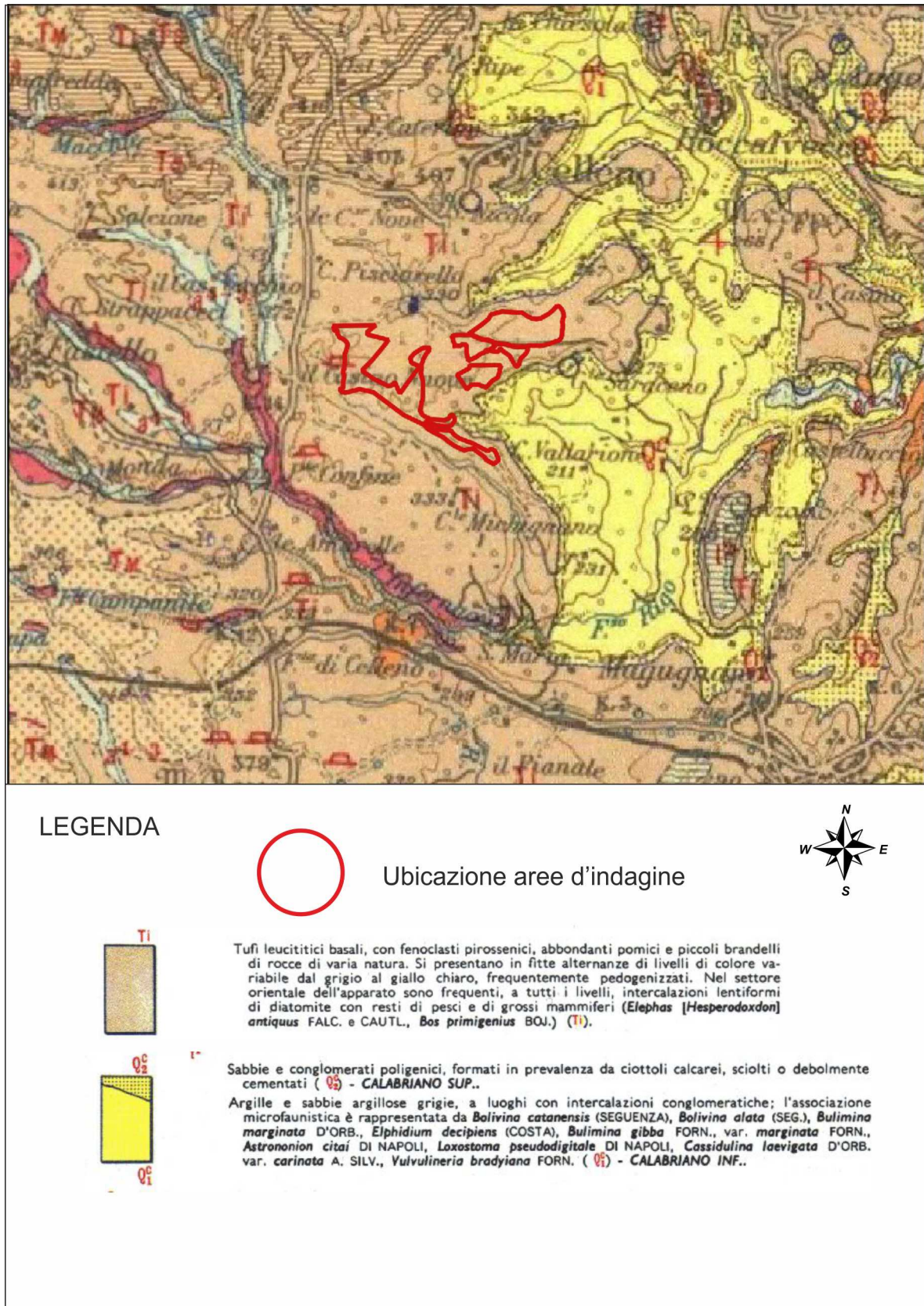


Fig. 9-Estratto carta geologica C.A.R.G. 1: 50.000, fuori scala

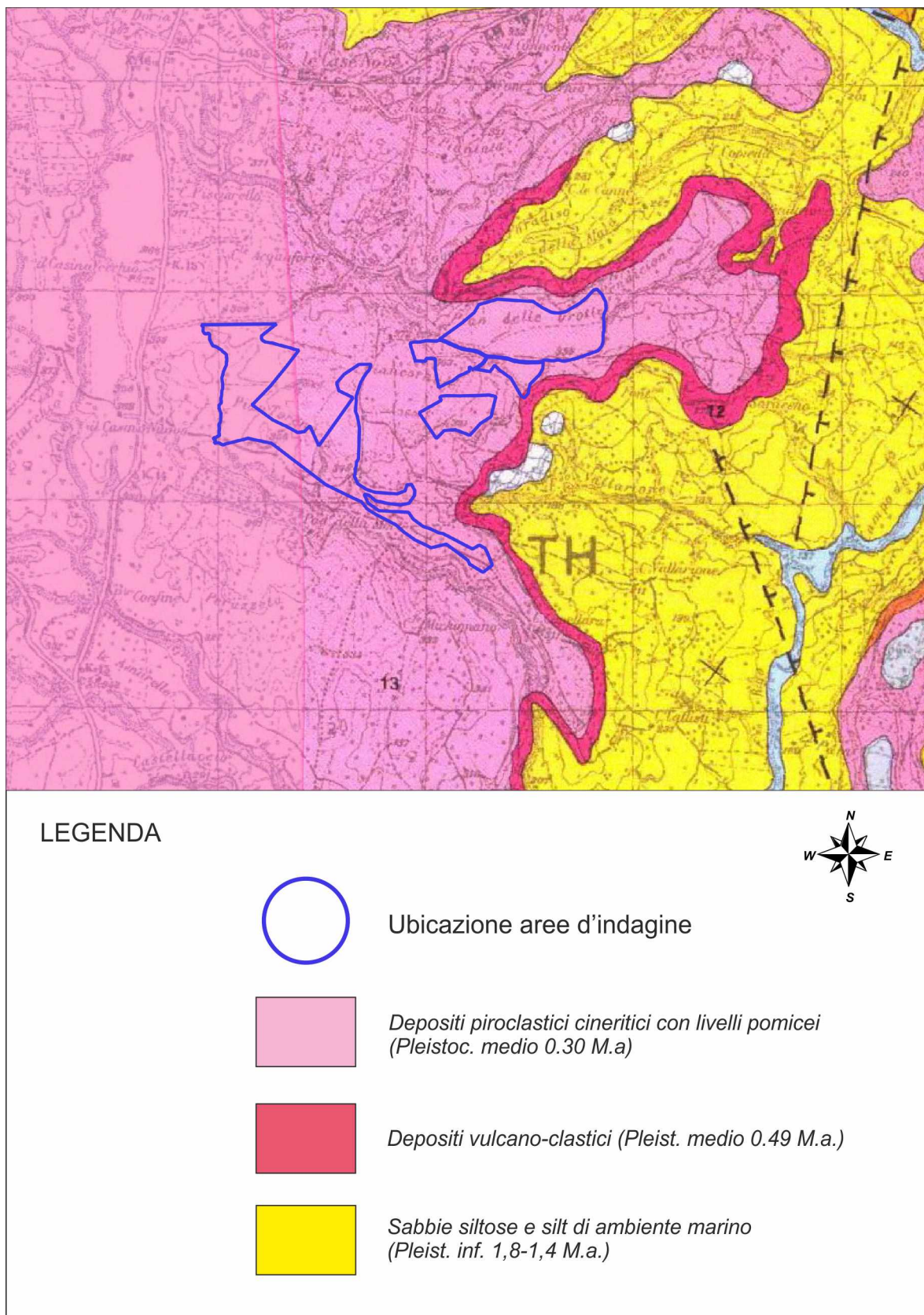


Fig. 10 -Estratto carta geologica della Media Valle del Tevere (Mancini et al. 2004), scala 1: 15.000

6) Idrogeologia del terreno

Dal punto di vista idrogeologico, il comune di Celleno si trova all'interno del "Bacino idrogeologico n.12 dei corsi d'acqua alimentati dai Monti Vulsini sud-orientali" (Capelli et al., 2005).

Questo bacino ha una precipitazione media $P=724$ mm/anno, un'evapotraspirazione $E=428$ mm/anno, un Ruscellamento $R=64$ mm/anno ed una infiltrazione efficace $I=232$ mm/anno.

La carta Idrogeologica della Regione Lazio (2012) segnala la falda acquifera principale delle vulcaniti ad una profondità variabile dai 50-20 metri dal piano di campagna rispettivamente sul lato occidentale e sulle zone orientali e meridionali, con quote delle isopieze variabili tra 320-300 metri sul livello del mare.

La direzione del flusso della falda basale è orientata da ovest ad est con un gradiente idraulico abbastanza elevato, intorno al 2 %.

La discontinuità delle isopieze nella zona di Pian delle Grotte è attribuibile alla probabile assenza di una falda acquifera continua per via della frammentazione della copertura vulcanica.

I terreni affioranti sono compresi nel complesso dei tufi stratificati e delle facies idromagmatiche, dotate di una potenzialità acquifera bassa, contraddistinti da tufi stratificati, tufi terrosi con livelli di pomice, lapilli e prevalente matrice fine cineritica, con bassa permeabilità primaria per porosità.

Questi terreni ricoprono il complesso delle argille, che fungono da substrato impermeabile alla falda contenuta nelle vulcaniti ([fig. 11](#)).

Al contatto tra i depositi vulcanici ed il substrato argilloso possono essere presenti delle sorgenti con portate più o meno importanti; tra queste si segnala una sorgente a nord della zona

in esame, lungo la porzione iniziale del fosso Pisciarello; non sono stati rilevati prelievi idrici di pubblico interesse mentre è possibile la presenza di pozzi privati nelle vicinanze.

Le acque meteoriche tendono in parte ad infiltrarsi nel terreno ed in parte a scorrere verso i fossi sopra citati.

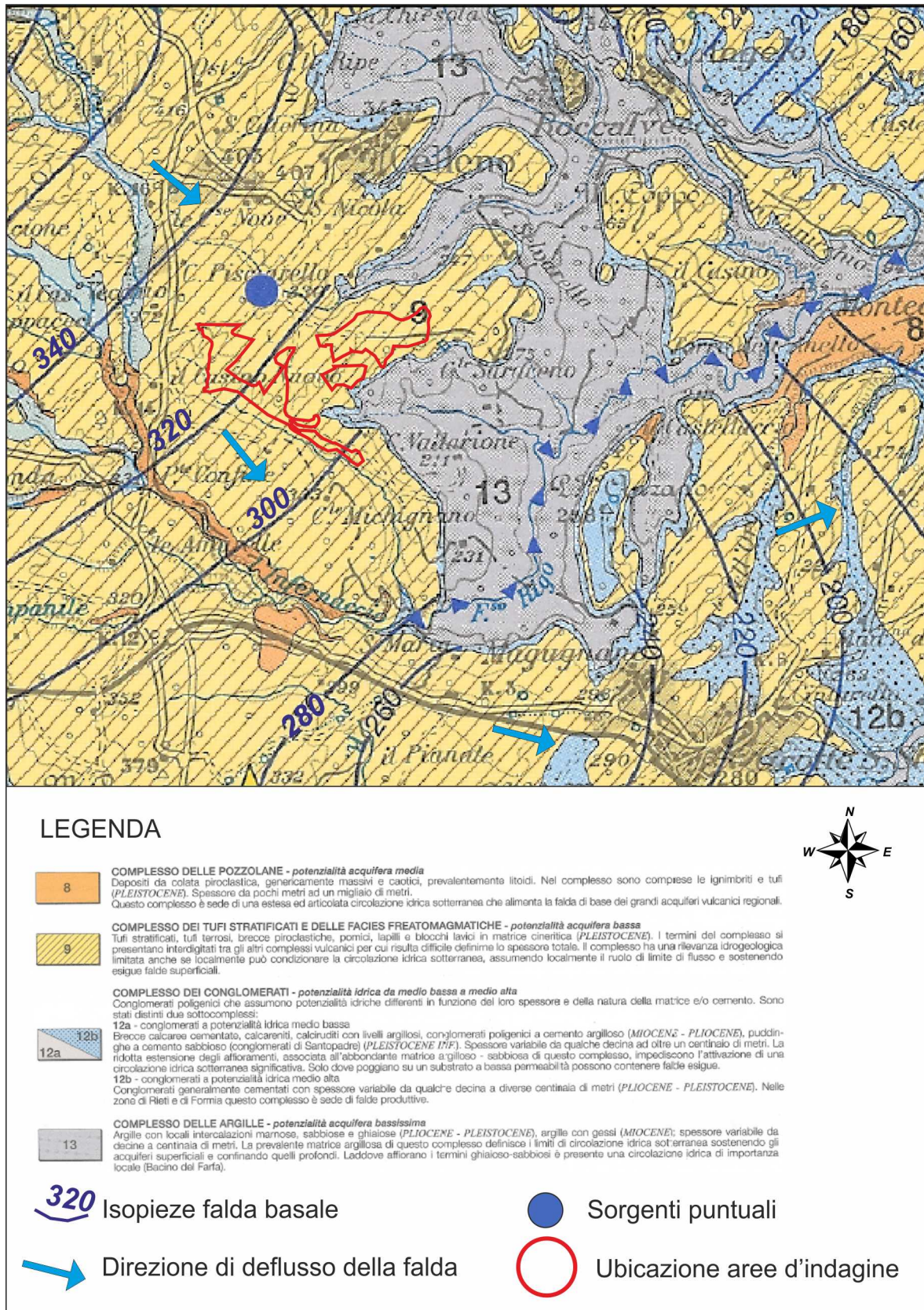


Fig. 11- Carta idrogeologica, scala 1:50.000

I dati della stazione meteorologica disponibile più vicina sono quelli della stazione di Viterbo dove si ha una piovosità media di circa 898 mm annui, con maggiori precipitazioni concentrate nei mesi autunnali ed in primavera ed una temperatura media di 13.9° (fig. 12)

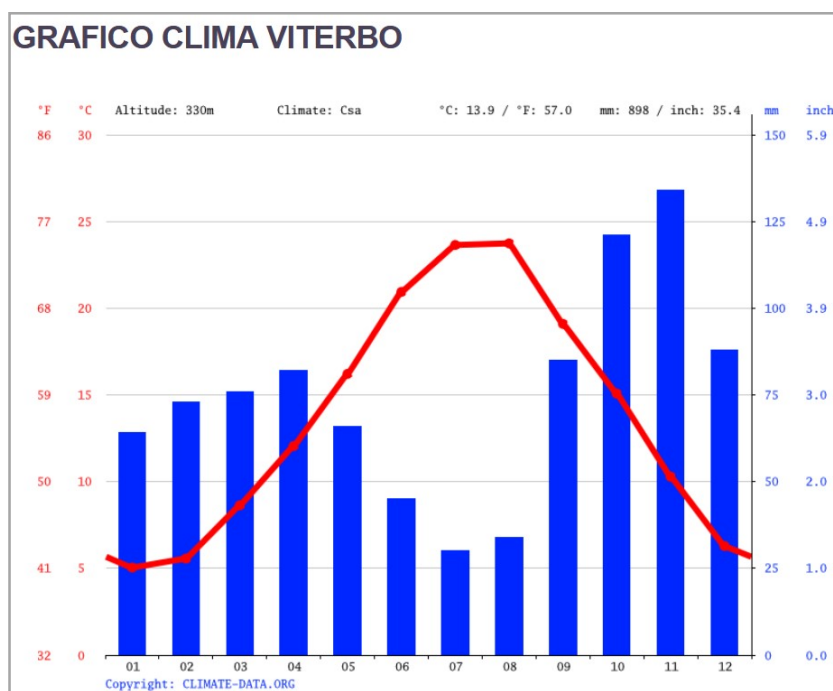


Fig. 12– Dati medi climatici Viterbo
(da: <https://it.climate-data.org/europa/italia/lazio/viterbo-1187/>)

7) Sismicità e tettonica

Dal punto di vista sismico, il territorio comunale di Cellenò è stato interessato da rari terremoti, con epicentri localizzati nel Viterbese o lungo la fascia appenninica; anche dal punto di vista tettonico l'area non sembra essere particolarmente attiva.

Il territorio ricade, in generale, all'interno dell'ampia zona sismogenetica n. 41, allungata parallelamente alla costa tirrenica, in direzione nord ovest – sud est, fino alla zona meridionale della provincia viterbese ([fig. 13](#)).

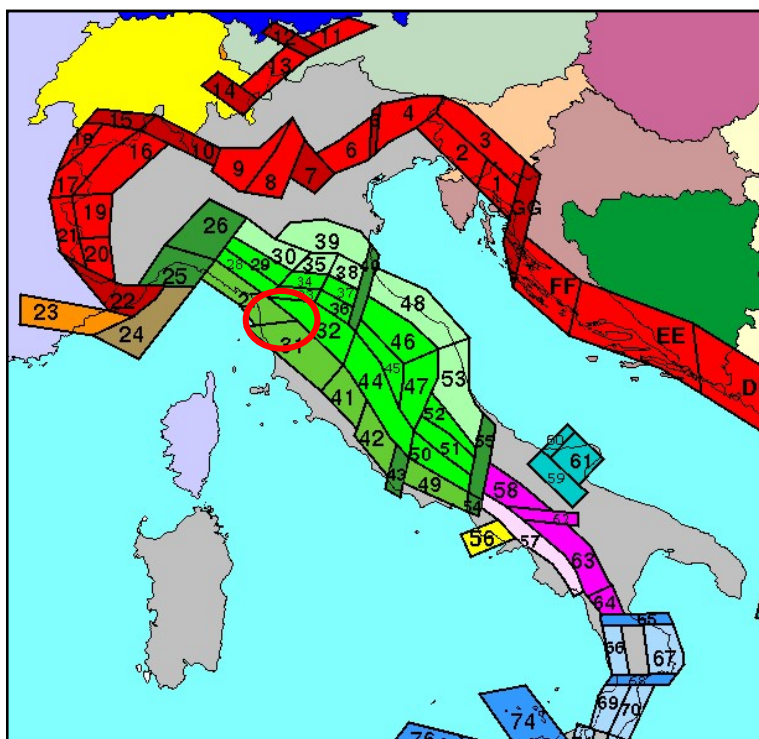


Fig. 13– Zone sismogenetiche in Italia

In base all'O.P.C.M. n° 3274 ed alla sua parziale modifica da parte della Regione Lazio (D.G.R. n. 387 del 22/05/2009) il comune è stato classificato in zona 2B ([fig. 14](#)).

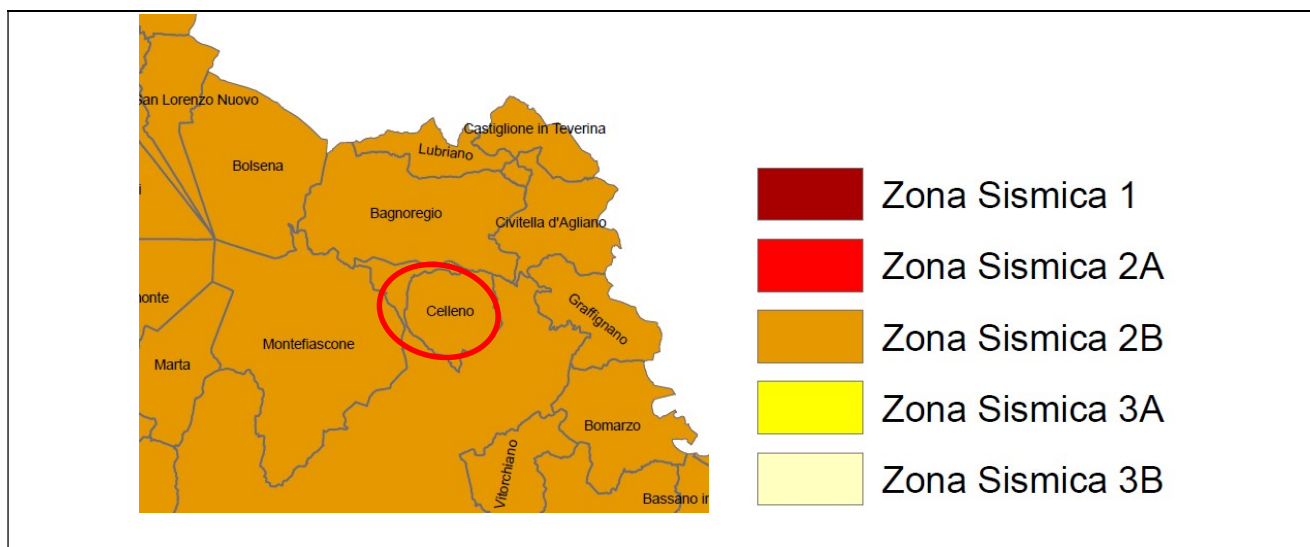


Fig. 14– Classificazione sismica Regione Lazio D.G.R. 387/2009

Al fine di evidenziare gli eventi sismici che hanno raggiunto il sito, sono stati estratti i terremoti dal Catalogo INGV – CPTI 15, dove sono evidenziate le intensità sismiche I_s che hanno raggiunto il comune di Celleno, di tutti i principali eventi sismici catalogati, per i quali sono indicati l'anno, l'area epicentrale, le intensità sismiche all'epicentro I_0 .

Il terremoto che ha raggiunto l'area con maggiore intensità sismica (I_s 8-9° MCS) fu quello con epicentro nel Lazio settentrionale del 1695 ([fig.15](#)).

Come già scritto, data la pendenza media non elevata dell'area, non sono da segnalare possibilità di amplificazioni topografiche, il che permette di classificarlo in categoria T1 ($i < 15^\circ$); si escludono da questa classe topografica tutte le zone più acclivi a valle delle zone esaminate.

Dal database delle faglie sismogenetiche italiane, il comune di Celleno dista circa 25 km dalla faglia attiva più vicina, localizzata in Umbria in provincia di Terni ([fig. 16](#)).

Categoria topografica	Caratteristiche della superficie topografica	Ubicazione dell'opera	St
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$.	-	1,00
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$.	Sommità del pendio	1,20
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$.	Cresta del rilievo	1,20
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$.	Cresta del rilievo	1,40

Effects	Reported earthquakes						
Int.	Year	Mo	Da	Ho	Mi	Se	Epicentral area
8-9	1695	06	11	02	30		Lazio settentrionale
6-7	1832	01	13	13			Valle Umbra
6	1915	01	13	06	52	4	Marsica
6	1931	05	13	00	26		Alto Viterbese
4	1940	10	16	13	17		Val di Paglia
5	1957	12	06	04	54		Orvietano
NF	1963	09	02	00	24	0	Monti Cimini
4	1971	02	06	18	09		Tuscania
3	1971	03	02	18	52	1	Orvietano
4	1979	09	19	21	35	3	Valnerina
3	1980	11	23	18	34	5	Irpinia-Basilicata
NF	1992	02	07	23	17	5	Monti Volsini
NF	1993	06	05	19	16	1	Valle del Topino
4	1997	09	26	00	33	1	Appennino umbro-marchigiano
4-5	1997	09	26	09	40	2	Appennino umbro-marchigiano
3	1997	10	03	08	55	2	Appennino umbro-marchigiano
4	1997	10	06	23	24	5	Appennino umbro-marchigiano

Fig. 15- Scheda terremoti comune Celleno

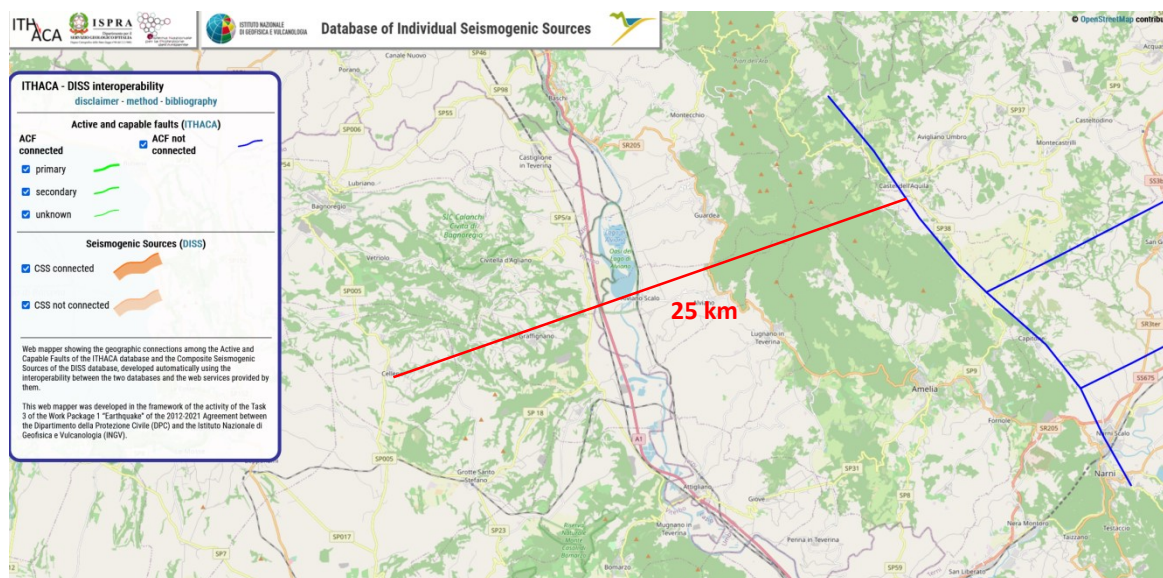


Fig. 16– Mappa faglie sismogenetiche italiane (<https://diss.ingv.it/ithdiss/>)

Al fine di classificare correttamente il sito, secondo quanto previsto dalla normativa vigente, sono state eseguite tre indagini sismiche tipo M.A.S.W. (Multichannel Analysis of Surface Waves).

L'esecuzione delle M.A.S.W. (fig.17 - [fig.18](#) – [fig.19](#)) ha permesso di esaminare il sottosuolo fino alla profondità di circa 35 metri dal piano di campagna.

Il sito ha mostrato un valore minimodi $V_{s,eq} = 381$ m/s, pertanto può essere inserito nella categoria di suolo B ([Tabella 2](#)).

Classe	Descrizione	S_s
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori 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.	1,00
B	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 fra 360 m/s e 800 m/s.	$1,00 \leq 1,40 - 40F_0 a_{\text{bedrock}} \leq 1,20$
C	Depositi 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 delle velocità equivalenti compresi fra 180 e 360 m/s.	$1,00 \leq 1,70 - 0,60F_0 a_{\text{bedrock}} \leq 1,50$
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati oppure 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.	$0,90 \leq 2,40 - 1,50F_0 a_{\text{bedrock}} \leq 1,80$
E	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.	$1,00 \leq 2,00 - 1,10F_0 a_{\text{bedrock}} \leq 1,60$

Tabella 2– Classi sismiche di suolo da N.T.C. 2018

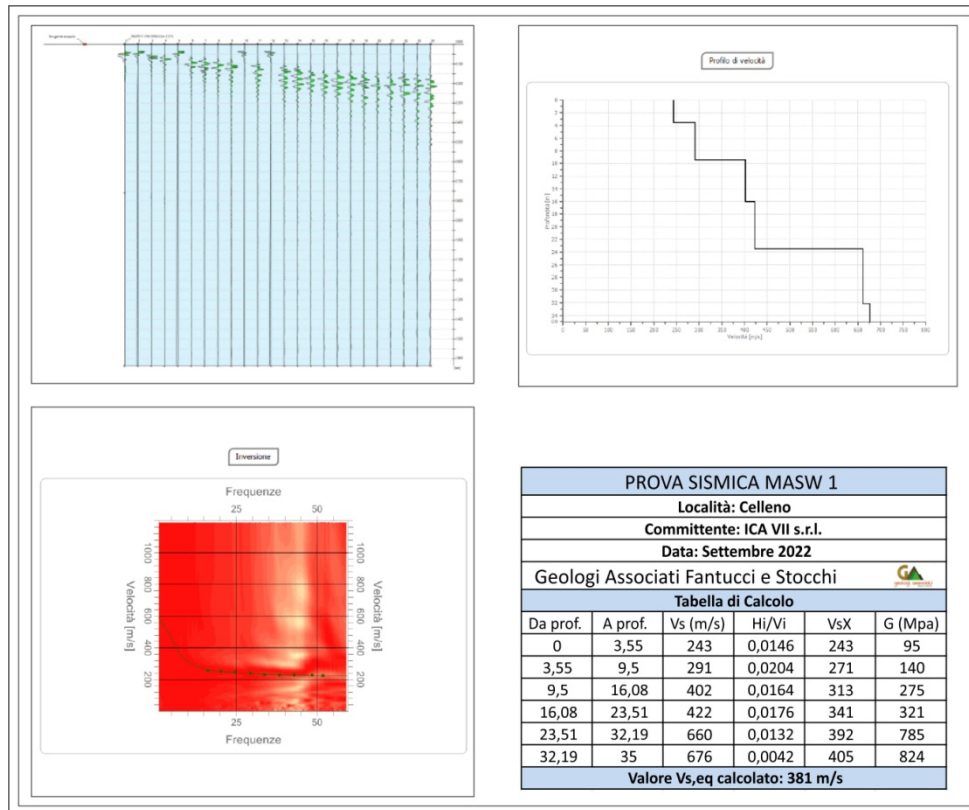


Fig. 17– M.A.W.S. 1

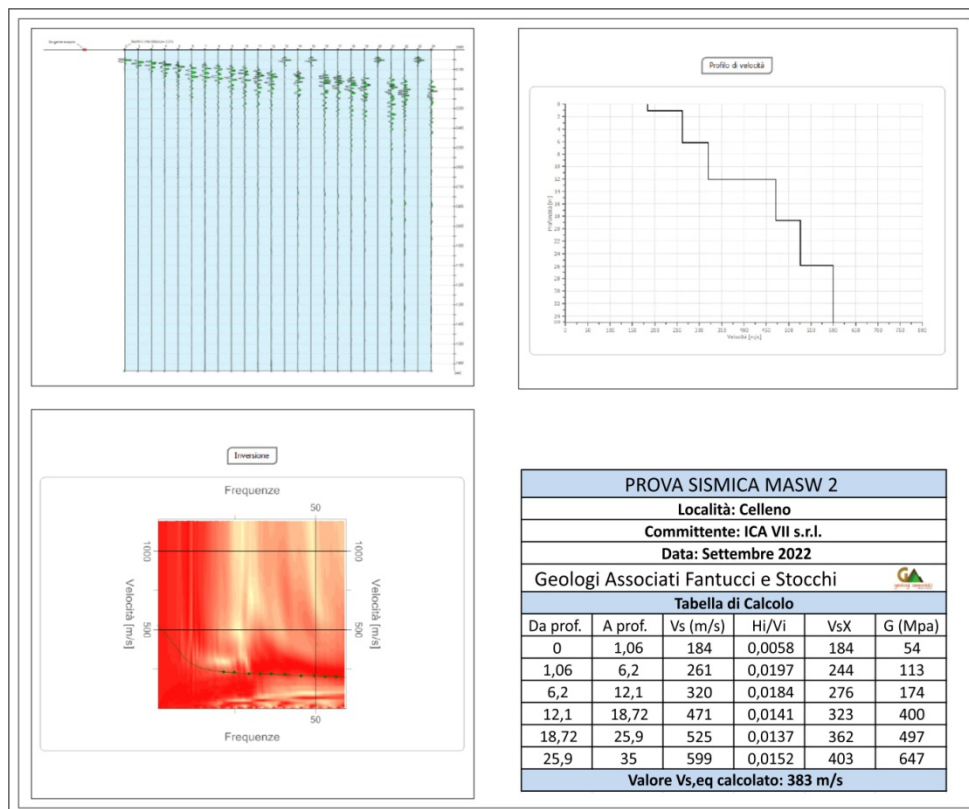


Fig. 18– M.A.W.S. 2

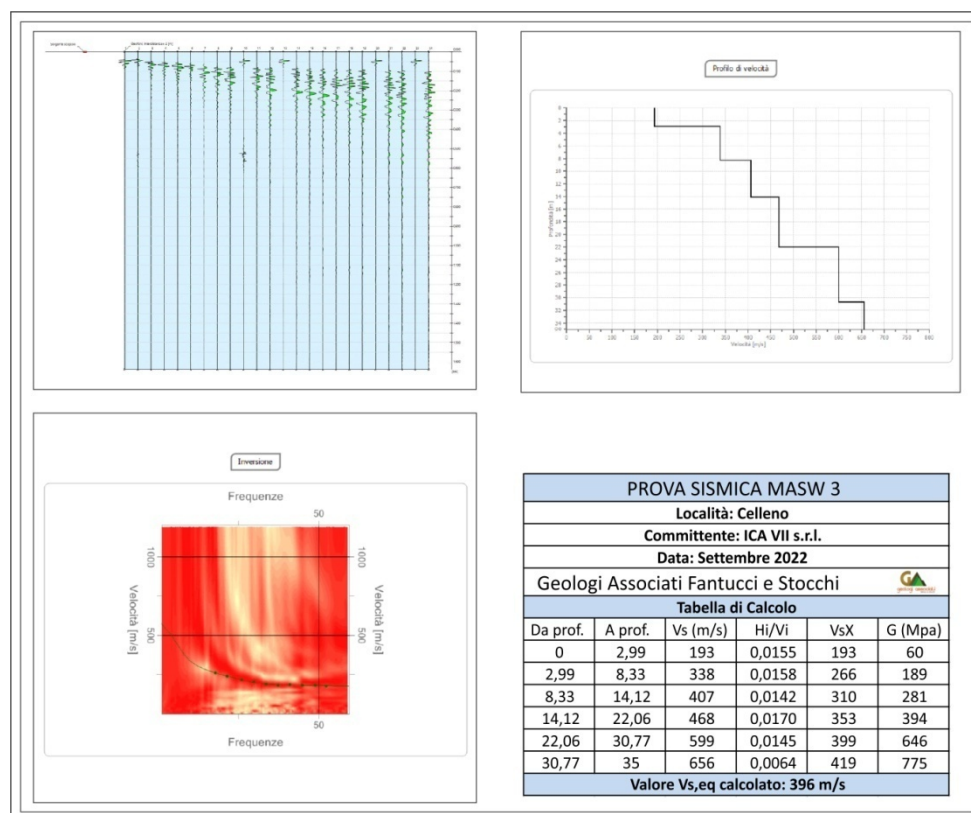


Fig. 19 – M.A.S.W. 2

In particolare nella definizione della pericolosità sismica sono stati considerati i dati del progetto S1-INGV, variabili in funzione delle coordinate geografiche, interpolate con la griglia realizzata per tutto il territorio nazionale in base al D.M. 14-01-2008.

In funzione delle coordinate geografiche medie del luogo (Lat N42,501153° – Long E 11,810944°) sono stati calcolati i parametri sismici a_g , F_o e T_{C^*} , k_h , k_v , $e_{d_{max}}$ per i diversi tempi di ritorno T_R (da 30 a 975 anni); nel calcolo dei coefficienti è stata ipotizzata un'opera di Classe II, un terreno di fondazione (suolo B), un assetto topografico (categoria T1) ed una vita nominale V_n pari a 50 anni.

Nelle seguenti tabelle sono riportati in grassetto i valori per lo SLV corrispondente ad un tempo di ritorno T_{R475} anni.

TABELLA PARAMETRI SISMICI DI SITO

STATO LIMITE	Tr (Anni)	$a_g(g)$	F_0	$T_c^* (s)$	C_c	$T_b(s)$	$T_c (s)$	$T_d(s)$	S_s	S_T	S
SLO	30	0,050	2,503	0,253	1,448	0,122	0,367	1,799	1,200	1,000	1,200
SLD	50	0,061	2,526	0,265	1,434	0,127	0,381	1,845	1,200	1,000	1,200
SLV	475	0,144	2,487	0,290	1,409	0,136	0,408	2,175	1,200	1,000	1,200
SLC	975	0,179	2,524	0,295	1,404	0,138	0,414	2,315	1,200	1,000	1,200

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,011	0,013	0,041	0,051
kv	0,005	0,007	0,021	0,026
Amax [m/s ²]	0,584	0,720	1,689	2,103
Beta	0,180	0,180	0,240	0,240

Il comune di Cellenò è dotato di uno studio di Microzonazione Sismica di Livello I, validata dalla Regione Lazio, di cui si allega uno stralcio della carta delle MOPS con l'area indagata ([fig. 20](#)).

Da tale studio si nota che il sito rientra in zona stabile soggetta ad amplificazione sismica (codice 2001 - depositi sabbiosi su substrato coesivo); si segnalano anche su questa cartografia le diffuse aree in frana su entrambe i versanti del fosso Vallerione, a sud e ad est dell'impianto.

Sono state eseguite due prospezioni sismiche passive con il metodo H.V.S.R. (Horizontal to Vertical Spectrum Ratio - [fig. 21](#) – [fig. 22](#)).

I risultati, visibili in allegato, ottenuti mediante l'impiego di un geofono triassiale EEG ed elaborati con software dedicato non hanno evidenziato picchi di frequenza significativi.

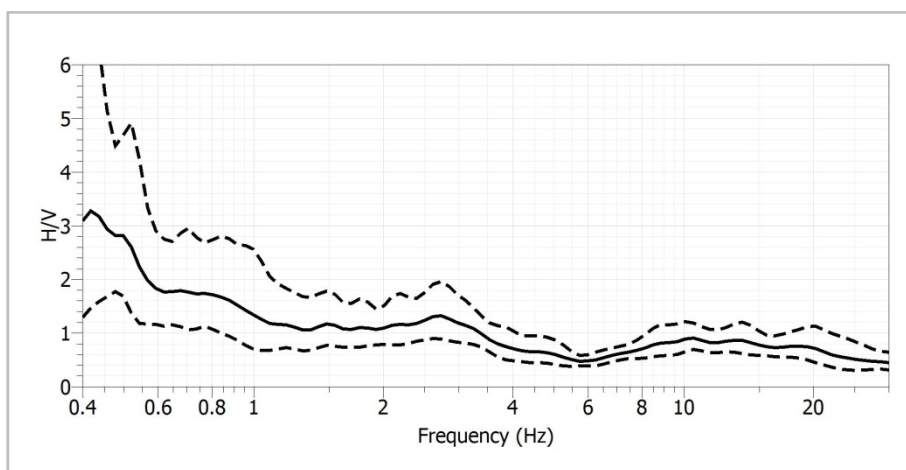


Fig. 21– H.V.S.R. 1

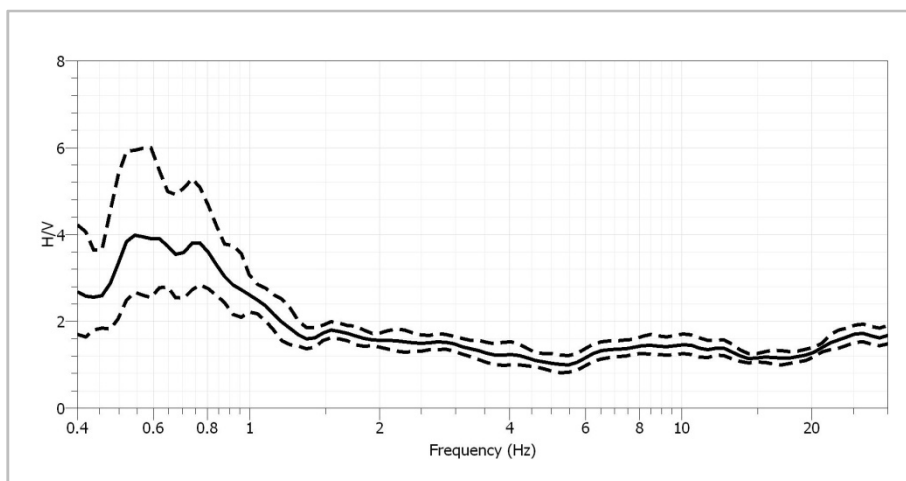


Fig. 22 – H.V.S.R. 2

8) Modello geotecnico

Nell'ambito del presente studio sono state effettuate tre prove penetrometriche tipo D.P.S.H, per la stima dell'assetto litostratigrafico del sito e delle principali proprietà geotecniche dei terreni in affioramento, come riportato nella carta delle Indagini ([fig. 23](#)) e negli allegati delle prove.

Il litotipo affiorante è composto da una coltre di terreni piroclastici a matrice prevalentemente sabbiosa e sabbio limosa, da poco a mediamente addensata, con una copertura di suolo di circa un metro.

L'orizzonte stratigrafico, riportato nella modellazione geologica ed i dati disponibili, ottenuti dalle indagini in situ, ha permesso la ricostruzione di un modello geotecnico con caratteristiche meccaniche discrete.

L'attrezzatura utilizzata per le prove D.P.S.H. è dotata delle seguenti caratteristiche:

Peso del maglio	63,5 Kg
Altezza di caduta	0,75 m
Peso delle aste	6,35 Kg/m
Diametro punta	5,05 cm
Passo di avanzamento	0,20 m
Peso della testa di battuta	0,5 Kg

L'elaborazione dei dati delle prove penetrometriche, per l'identificazione dei principali parametri geotecnici è stata condotta secondo le trattazioni seguenti:

Angolo di Attrito interno (Peck-Hanson&Thornburn)

Il metodo di Peck –Hanson&Thornburn è valido per le sabbie in genere e trova le sue condizioni ottimali di applicabilità per profondità di prova inferiori a circa 5 m per terreni sopra falda e inferiori a circa 8 m per terreni in falda (pressione efficace inferiore a 8-10 t/mq).

$$\varphi = 27,2 + 0,28N_{spt}$$

Densità relativa (Schultze&Menzenbach)

Il metodo di Schultze&Menzenbach (1961) è valido per le sabbie da fini a ghiaiose, per qualunque valore di pressione efficace, in depositi normalmente consolidati. Nel caso di depositi ghiaiosi il valore di $Dr(\%)$ viene sovrastimato, nei depositi limosi viene sottostimato.

$$\ln(Dr\%) = 0,478 \ln(N_{spt}) - 0,262 \ln(\sigma) + 2,84$$

Modulo Young (Stroud)

Il metodo si basa sulla seguente relazione:

$$E(MPa) = \alpha N_{spt}$$

dove N_{spt} è il numero di colpi medio nello strato mentre α è una grandezza che varia in funzione di N_{spt} secondo la formula:

$$\alpha = -0.00107 N_{spt}^2 + 0.136 N_{spt} + 1.503.$$

Modulo di deformazione di taglio (Crespellani e Vannucchi)

Il metodo di Crespellani e Vannucchi, valido per le sabbie in generale, si basa sulla seguente relazione:

$$G_0(t/mq) = 794 N_{spt}^{0,611}$$

Modulo Edometrico Incoerenti (Menzenbach e Malcev)

Il metodo di Menzenbach e Malcev è valido per le sabbie in genere. Il metodo non considera l'influenza della pressione efficace, che porta a parità di N_{spt} ad una diminuzione di M con la profondità.

$$M(kg/cmq) = 3,54 N_{spt} + 38 \text{ (Sabbia fine)}$$

$$M(kg/cmq) = 4,46 N_{spt} + 38 \text{ (Sabbia media)}$$

$$M(kg/cmq) = 10,46 N_{spt} + 38 \text{ (Sabbia + ghiaia)}$$

$$M(kg/cmq) = 11,84 N_{spt} + 38 \text{ (Sabbia ghiaiosa)}$$

I valori delle prove penetrometriche sono stati sottoposti ad analisi statistica preliminare, per la definizione dei **parametri caratteristici** (basata su campione di dati limitato, con t di Student).

$$\varphi_k = \varphi_m - t_{n-1}^{0,05} \left(\frac{S_\varphi}{\sqrt{n}} \right)$$

dove:

- φ_k = valore caratteristico dell'angolo di resistenza al taglio;
- φ_m = valore medio dell'angolo di resistenza al taglio;
- n = numero di misure;

s_{ϕ}, s_c = deviazione
 = standard del campione;
 $t_{n-1}^{0,05}$ = t di Student per n-1 gradi di libertà e
 probabilità di superamento del 5%

Il modello geotecnico è costituito da un solo livello di spessore minimo stimato di 15 metri, comprendente il volume significativo, dotato dei seguenti parametri geotecnici medi, da considerare come caratteristici:

LIVELLO A – Piroclastiti sabbiose-limose mediamente addensate	
Profondità dal p.c. (m)	da 0,00 m
Spessore minimo stimato	15 m
Angolo di attrito interno	$\phi'_K = 30^\circ$
Coesione drenata	$c'_K = 0$ kPa
Peso di volume naturale	$\gamma = 16,5$ kN/mc
Densità relativa	$D_r = 65$ %
Modulo Young	$E = 35.737$ kPa
Modulo edometrico	$E_d = 8.975$ kPa
Modulo di taglio	$G = 35.101$ kPa
N_{SPT} equivalente	$N_{SPT} = 12$

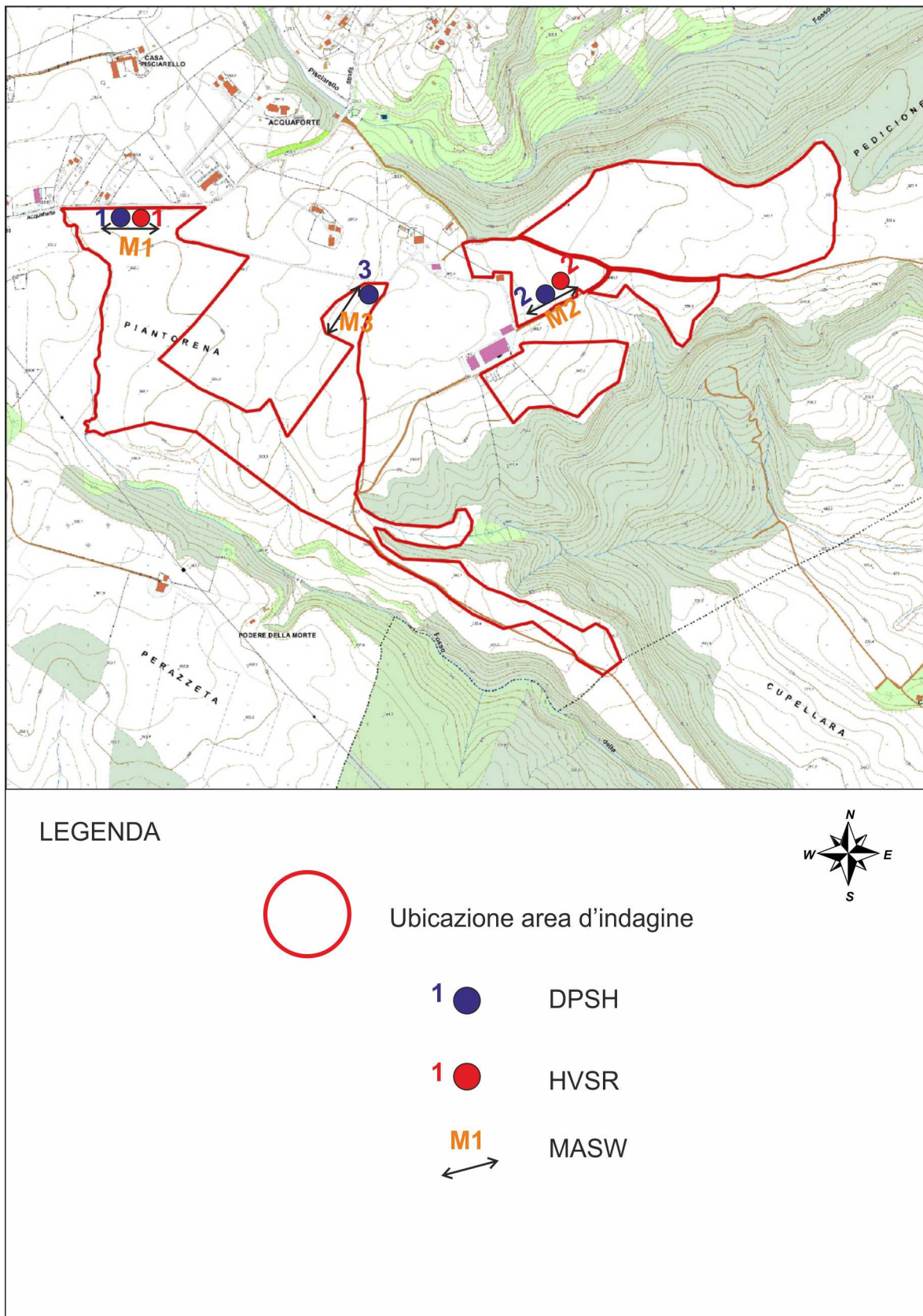


Fig. 23–Carta delle indagini, scala 1:15.000

9) Conclusioni

Dai risultati dello studio eseguito possono essere schematizzate le seguenti note conclusive:

- La zona d'indagine si trova in località Piantorenae Pian delle Grotte, nel comune di Celleno (VT), a circa 1,2km in direzione Sud dal centro abitato, ad una quota media di circa 350 metri sul livello del mare.

Il terreno ricade sui versanti del fossoPisciarello a nord e dei fossi Cupellara e Vallerione a sud; si segnalano più linee di impluvio in località Piantorena delle quali si dovrà tenere conto per il rischio di erosione concentrata in caso di piogge intense e/o prolungate.

Le pendenze sono in gran parte sotto il 10 % ed in minor misura tra il 10 e il 15 %. La porzione meridionale di Piantorena e quella meridionale di Pian delle Grotte sono prossime a scarpate di origine fluviale, dalle quali si consiglia di mantenere una distanza minima di 10 metri. I versanti del fosso Vallerione sono interessati da numerosi dissesti franosi che non interessano direttamente l'area in esame. Il terreno è al riparo da eventuali fenomeni di esondazioni, vista la distanza e differenza di quota.

- Su tutta l'area affiora la formazione dei "Tufi leucititici basali vulsini" o "Depositi Piroclastici vulsini", costituiti da piroclastitistratificate a matrice sabbioso limosa, cineritica, di colore avana, con intercalazioni di livelli pomicei chiari, paleosuoli e diatomiti, da poco a mediamente addensati, con proprietà geotecniche discrete ed una potenza minima stimata di 15 metri ma che può raggiungere varie decine di metri sul lato occidentale.
- Dal punto di vista idrogeologico è segnalata una falda acquifera a profondità variabili dai 50 metri ad ovest fino a 20 metri ad est, con quote delle isopieze comprese tra 320 – 300 m s.l.m.

- Il terreno non è coinvolto in fenomeni franosi e non è segnalato come area a rischio dalla cartografia del Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico dell'ex Bacino del Tevere.
- Dal punto di vista sismico, le M.A.S.W. hanno rilevato un suolo B con un valore minimo delle $V_{s,eq}=381$ m/s; le prove H.V.S.R. non hanno mostrato picchi di frequenza di risonanza significativi.
- Il sito ricade in classe topografica T1 e nella cartografia della Microzonazione sismica di Livello 1 in aree stabili, suscettibili di amplificazione. Il terreno non è suscettibile di fenomeni di liquefazione sismica poiché la falda è più profonda di 10 metri.
- Il terreno, quindi, è ritenuto idoneo all'installazione dell'impianto fotovoltaico, considerando le caratteristiche fisiche rilevate in sito.

10) Bibliografia

- Carta Geologica d'Italia F°137 Viterbo – scala 1:100.000 e relative note illustrative
- Carta Idrogeologica Regione Lazio 2012 – scala 1:250.000
- Capelli G., Mazza R., Gazzetti C. (2005): Strumenti e strategie per la tutela e l'uso compatibile della risorsa idrica nel Lazio.
- Ingegneria geotecnica e geologia applicata di F. Cetrara
- Locardi E., Lombardi G., Funicello R., Parotto M. (1976): *The main volcanic groups of Latium (Italy): relations between structural evolution and petrogenesis*. Geologica Romana, vol. XV, pp 279-300.
- Mancini M., Girotti O., Cavinato G.P. (2004): *Il Pliocene ed il Quaternario della Media Valle del Tevere (Appennino Centrale)*. Geologica Romana, 37 (2003-2004), 175-236.
- Prove Geotecniche In Situ di A. Bruschi



Dott. Geol. Rosanna Fantucci

Allegati

Prove penetrometriche dinamiche D.P.S.H.

Carta Geologica d'Italia scala 1:50.000



Geologi Associati Fantucci e Stocchi
Via Monte Nero 27
01100 Viterbo - 0761 826034

Committente: ICA VII S.r.l.

Località: Celleno

Data: 10/09/22

Attrezzatura: PAgani TG 63 100 EMILIA

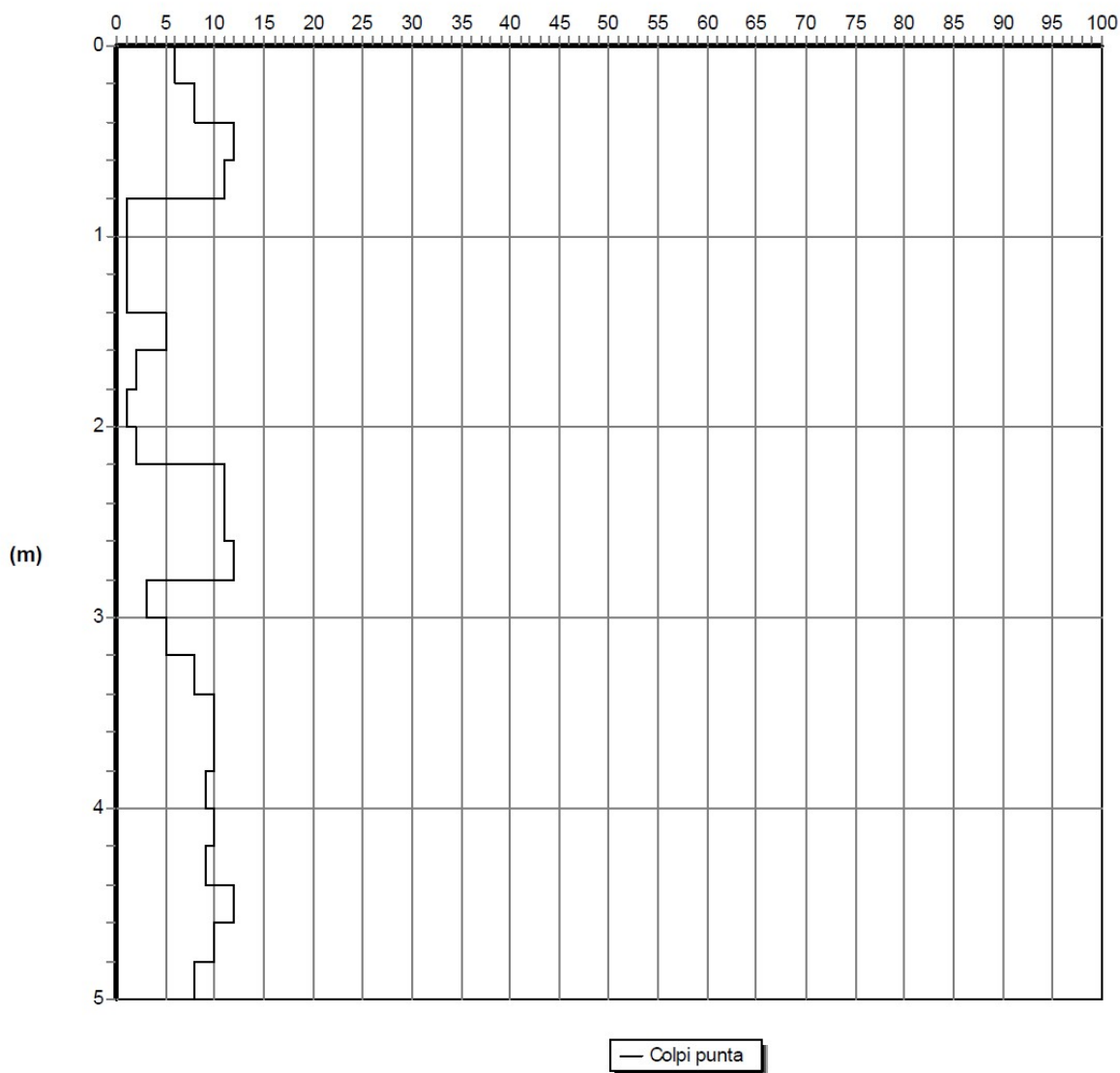
Note:

Quota(m): p.c.

Sigla: \P1

Grafico della prova

Profondità della falda dal p.c.(m): Non rilevata





Geologi Associati Fantucci e Stocchi

Via Monte Nero 27

01100 Viterbo - 0761 826034

Committente: ICA VII S.r.l.

Località: Celleno

Data: 10/09/22

Attrezzatura: PAgani TG 63 100 EMILIA

Note:

Quota(m): p.c.

Sigla: \P1

Tabulato della prova

<i>Profondità (m)</i>	<i>N. colpi della punta misurato</i>	<i>N.colpi del rivestimento</i>	<i>N. colpi SPT equivalenti</i>	<i>N. colpi del rivestimento corretto</i>
0,2	6		9	
0,4	8		12	
0,6	12		18	
0,8	11		16	
1	1		1	
1,2	1		1	
1,4	1		1	
1,6	5		7	
1,8	2		3	
2	1		1	
2,2	2		3	
2,4	11		16	
2,6	11		16	
2,8	12		18	
3	3		4	
3,2	5		7	
3,4	8		12	
3,6	10		15	
3,8	10		15	
4	9		13	
4,2	10		15	
4,4	9		13	
4,6	12		18	
4,8	10		15	
5	8		12	



Geologi Associati Fantucci e Stocchi

Via Monte Nero 27
01100 Viterbo - 0761 826034

Committente: ICA VII S.r.l.

Località: Celleno

Data: 10/09/22

Attrezzatura: PAgani TG 63 100 EMILIA

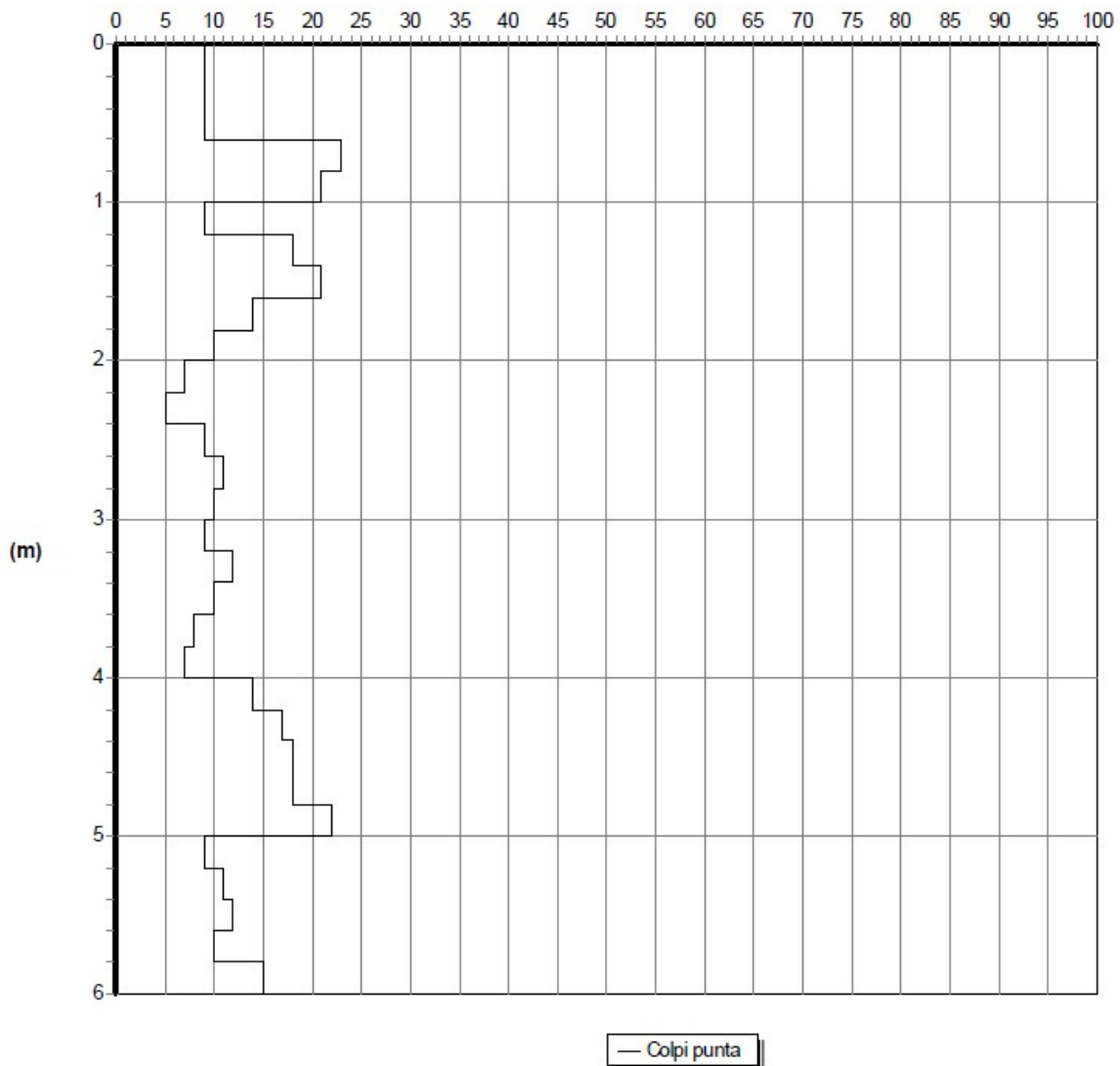
Note:

Quota(m): p.c.

Sigla: \P2

Grafico della prova

Profondità della falda dal p.c.(m): Non rilevata





Geologi Associati Fantucci e Stocchi

Via Monte Nero 27

01100 Viterbo - 0761 826034

Committente: ICA VII S.r.l.

Località: Celleno

Data: 10/09/22

Attrezzatura: PAgani TG 63 100 EMILIA

Note:

Quota(m): p.c.

Sigla: \P2

Tabulato della prova

Profondità (m)	N. colpi della punta misurato	N.colpi del rivestimento	N. colpi SPT equivalenti	N. colpi del rivestimento corretto
0,2	9		13	
0,4	9		13	
0,6	9		13	
0,8	23		34	
1	21		31	
1,2	9		13	
1,4	18		26	
1,6	21		31	
1,8	14		21	
2	10		15	
2,2	7		10	
2,4	5		7	
2,6	9		13	
2,8	11		16	
3	10		15	
3,2	9		13	
3,4	12		18	
3,6	10		15	
3,8	8		12	
4	7		10	
4,2	14		21	
4,4	17		25	
4,6	18		26	
4,8	18		26	
5	22		32	
5,2	9		13	
5,4	11		16	
5,6	12		18	
5,8	10		15	
6	15		22	



Geologi Associati Fantucci e Stocchi

Via Monte Nero 27
01100 Viterbo - 0761 826034

Committente: ICA VII S.r.l.

Località: Celleno

Data: 10/09/22

Attrezzatura: PAgani TG 63 100 EMILIA

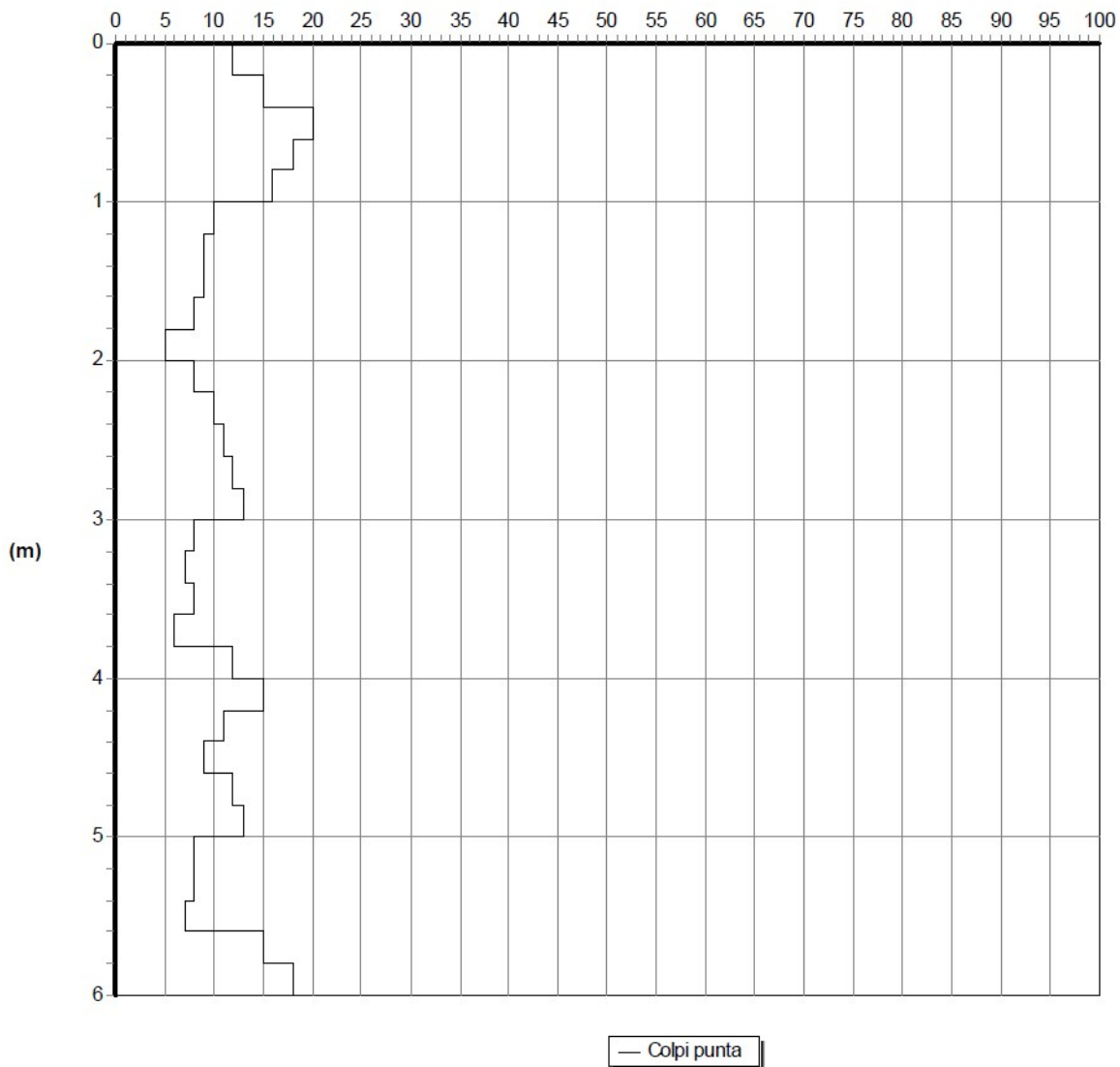
Note:

Quota(m):

Sigla: \P3

Grafico della prova

Profondità della falda dal p.c.(m): Non rilevata





Geologi Associati Fantucci e Stocchi

Via Monte Nero 27

01100 Viterbo - 0761 826034

Committente: ICA VII S.r.l.

Località: Celleno

Data: 10/09/22

Attrezzatura: PAgani TG 63 100 EMILIA

Note:

Quota(m):

Sigla: \P3

Tabulato della prova

<i>Profondità (m)</i>	<i>N. colpi della punta misurato</i>	<i>N.colpi del rivestimento</i>	<i>N. colpi SPT equivalenti</i>	<i>N. colpi del rivestimento corretto</i>
0,2	12		18	
0,4	15		22	
0,6	20		29	
0,8	18		26	
1	16		24	
1,2	10		15	
1,4	9		13	
1,6	9		13	
1,8	8		12	
2	5		7	
2,2	8		12	
2,4	10		15	
2,6	11		16	
2,8	12		18	
3	13		19	
3,2	8		12	
3,4	7		10	
3,6	8		12	
3,8	6		9	
4	12		18	
4,2	15		22	
4,4	11		16	
4,6	9		13	
4,8	12		18	
5	13		19	
5,2	8		12	
5,4	8		12	
5,6	7		10	
5,8	15		22	
6	18		26	



Geologi Associati Fantucci e Stocchi

Via Monte Nero 27

01100 Viterbo - 0761 826034

Committente: ICA VII S.r.l.

Località: Celleno

Data: 10/09/22

Attrezzatura: PAGANI TG 63 100 EMILIA

Note:

Quota(m): p.c.

Sigla: \P1

Metodi di calcolo dei parametri geotecnici

Profondità base strato(m)	Angolo di resistenza al taglio (°)	Mod. edom. incoerenti (kPa)	Coesione non drenata (kPa)	Mod.edom. coesivi (kPa)	Densità relativa (%)	Modulo di Young (kPa)	Mod.dinamico di taglio incoerenti (kPa)	Mod.dinamico di taglio coesivi (kPa)	Rapporto di sovra consolidazione
0,8	Peck	Menzebach e Malcev Sabbia media			Schultze & Menzembach	Stroud	Crespellani e Vannucchi		
5	Peck	Menzebach e Malcev Sabbia media			Schultze & Menzembach	Stroud	Crespellani e Vannucchi		



Geologi Associati Fantucci e Stocchi

Via Monte Nero 27

01100 Viterbo - 0761 826034

Committente: ICA VII S.r.l.

Località: Celleno

Data: 10/09/22

Attrezzatura: PAGANI TG 63 100 EMILIA

Note:

Quota(m): p.c.

Sigla: \P1

Parametri geotecnici

Profondità base strato(m)	Nspt medio equivalente	Descrizione litologica dello strato	Velocità onde S (m/s)	Rapporto Tau/Sigma	Angolo d'attrito(°)	Peso di volume naturale (kN/mc)	Densità relativa %	Modulo di Young (kPa)	Mod.edo incoerenti (kPa)	Coesione non drenata (kPa)	Mod.edom. coesivi (kPa)	O. C. R.	Mod. dinamico di taglio (kPa)	Pres. eff. a metà strato (kPa)
0,8	10	Suolo	120	0,28	30	16	85	26506	8101				31807	6,4
5	7	Tufi poco addensati	168	0,11	29	16,5	52	16175	6788				25579	47,45

Profondità della falda (m): non rilevata



Geologi Associati Fantucci e Stocchi

Via Monte Nero 27

01100 Viterbo - 0761 826034

Committente: ICA VII S.r.l.

Località: Celleno

Data: 10/09/22

Attrezzatura: PAGANI TG 63 100 EMILIA

Note:

Quota(m): p.c.

Sigla: \P2

Parametri geotecnici

Profondità base strato(m)	Nspt medio equivalente	Descrizione litologica dello strato	Velocità onde S (m/s)	Rapporto Tau/Sigma	Angolo d'attrito(°)	Peso di volume naturale (kN/mc)	Densità relativa %	Modulo di Young (kPa)	Mod.edo incoerenti (kPa)	Coesione non drenata (kPa)	Mod.edom. coesivi (kPa)	O. C. R.	Mod. dinamico di taglio (kPa)	Pres. eff. a metà strato (kPa)
6	16	Tufi mediamente addensati	155	0,24	32	16,5	77	52399	10725				42388	49,5

Profondità della falda (m): non rilevata



Geologi Associati Fantucci e Stocchi

Via Monte Nero 27

01100 Viterbo - 0761 826034

Committente: ICA VII S.r.l.

Località: Celleno

Data: 10/09/22

Attrezzatura: PAgani TG 63 100 EMILIA

Note:

Quota(m):

Sigla: \P3

Parametri geotecnici

Profondità base strato(m)	Nspt medio equivalente	Descrizione litologica dello strato	Velocità onde S (m/s)	Rapporto Tau/Sigma	Angolo d'attrito(°)	Peso di volume naturale (kN/mc)	Densità relativa %	Modulo di Young (kPa)	Mod.edo incoerenti (kPa)	Coesione non drenata (kPa)	Mod.edom. coesivi (kPa)	O. C. R.	Mod. dinamico di taglio (kPa)	Pres.eff. a metà strato (kPa)
1	20	Suolo	142	0,52	33	16	85	72999	12475				48579	8
6	13	Tufi mediamente addensati	194	0,19	31	16,5	67	38637	9413				37337	57,25

Profondità della falda (m): non rilevata