



COMUNE DI GROTTOLE
PROVINCIA DI MATERA
REGIONE BASILICATA

**PROGETTO DEFINITIVO DI UN IMPIANTO AGRI-FOTOVOLTAICO DI
 POTENZA DI PICCO P=15'146,04 kWp E CON SISTEMA DI
 ACCUMULO PER UNA POTENZA IN IMMISSIONE COMPLESSIVA
 PARI A P=19'999,80 kW**

Proponente

SOLAR ENERGY TRE Srl

VIA SEBASTIAN ALTMANN n. 9 - 39100 BOLZANO

P.I. - C.F. 03004290213

solarenergytre.srl@legalmail.it

Progettazione



Coordinatore scientifico e Direttore tecnico

Prof. Geol. Alfonso Russi (Tecnovia Srl)

TECNOVIA S.r.l

PMI INNOVATIVA

Piazza Fiera, 1 - I-39100 BOLZANO BZ

Tel.: (+39) 0471.282823

e-mail: amministr@tecnovia.it - <http://www.tecnovia.it>

SISTEMA CERTIFICATO UNI EN ISO 9001:2015 e UNI EN ISO 14001:2015

Elaborazione:

Prof. Geol. Alfonso Russi

PROGETTAZIONE DEFINITIVA

Titolo elaborato

**IMPIANTO FOTOVOLTAICO "GROTTOLE MATINA"
 RELAZIONE GEOLOGICA E SISMICA**

Elaborato N.

A.2

Data emissione

11/11/21

Nome file

438_21_CON_GEOLOGICA-SISMICA

N. Progetto

SOLO19a

Pagina

COVER

00

11/11/21

PRIMA EMISSIONE

REV.

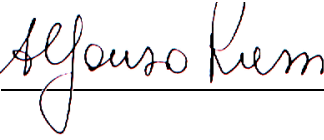
DATA

DESCRIZIONE

Gruppo di lavoro

Coordinatore Scientifico e Direttore tecnico

Prof. Geol. Alfonso Russi (Tecnovia Srl)



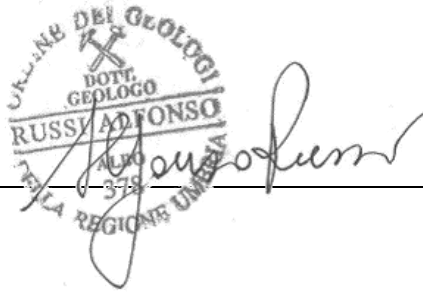
TECNOVIA S.r.l.

Piazza Fiera, 1 - Messeplatz, 1
I - 39100 Bolzano/Bozen - BZ

Partita IVA 01541200216

Professionisti

Prof. Geol. Alfonso Russi



Novembre 2021

Il contenuto del presente documento comprensivo di informazioni, dati, grafici, segni distintivi, testi, conoscenze tecniche, know-how e in genere qualsiasi materiale ivi presente è di proprietà della soc. Tecnovia S.r.l. ed è protetto dalla vigente normativa in materia di diritto d'autore e di proprietà intellettuale ed industriale. Pertanto non può essere copiato, modificato, riprodotto, trasferito o comunque essere in alcun modo utilizzato, in tutto o in parte, senza il preventivo consenso scritto di Tecnovia s.r.l. fatta salva la possibilità dell'uso espressamente autorizzato.

Revisione	Data	Descrizione
00	11/11/2021	Prima Emissione

SOMMARIO

PREMESSE.....	2
1 INQUADRAMENTO DELL'AREA.....	4
1. CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE	8
1.1 Erosione	16
2 CARATTERISTICHE PEDOLOGICHE	19
3 CARATTERISTICHE GEOLOGICHE	29
4 CARATTERISTICHE SISMICHE	38
4.1 Storia sismica dell'area	38
4.2 Classificazione sismica dell'area	43
5 INDAGINE SISMICA ATTIVA DI TIPO MASW.....	56
5.1 Calcolo della Vs,eq.....	57
6 INDAGINI GEOGNOSTICHE – PROVE PENETROMETRICHE	59
6.1 Elaborazione dati e risultati.....	59
7 CARATTERI GEOTECNICI	61
8 STABILITA' DEGLI SCAVI	66
9 CONCLUSIONI.....	67

PREMESSE

La Tecnovia Srl di Bolzano ha affidato allo scrivente l'incarico di eseguire delle analisi geologiche per il progetto di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile fotovoltaica nel territorio del comune di Grottole (MT).

Dette analisi si rendono necessarie al fine di valutare la fattibilità dell'intervento in progetto e fornire utili dati ed indicazioni per la stesura della presente *Relazione geologica e sismica*, secondo i disposti:

- Legge del 2/02/74 n.64 "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche";
- A.G.I. 1977 "Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche";
- D.M. 11/3/88, "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";
- Circolare Ministeriale Applicativa n. 30483 del 24/09/88, "Istruzioni per l'applicazione delle norme di cui al D.M. 11/3/88";
- Circolare del Ministero dei LL.PP. n. 218/24/3 del 09/01/96, "Istruzioni applicative per la redazione della relazione geologica e della relazione geotecnica";
- Ordinanza n. 3274 del 20/03/03 della Presidenza del Consiglio dei Ministri, "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica";
- Ordinanza n. 3431 del 03/05/2005 del Presidente del Consiglio dei Ministri "Ulteriori modifiche ed integrazioni all'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003, recante «Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica»";
- D.M. 14/9/05, "Norme Tecniche per le costruzioni";
- Ordinanza n. 3519 del 29/04/06 della Presidenza del Consiglio dei Ministri, "Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone";
- Direttiva del Presidente del Consiglio dei Ministri 12 ottobre 2007, "Valutazione e riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale con riferimento alle norme tecniche per le costruzioni";
- D.M. 14/1/08, "Nuove Norme Tecniche per le costruzioni", entrato in vigore con Legge n. 77 del 24/06/09;
- Circolare 2 febbraio 2009 n. 617 del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti "Istruzioni per l'applicazione delle «Nuove norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008";
- Legge n. 77 del 24 giugno 2009, "Interventi urgenti di Protezione Civile in materia di prevenzione del rischio sismico";
- Ordinanza n. 3907 del 13/11/10 della Presidenza del Consiglio dei Ministri "Contributi per gli interventi di prevenzione del rischio sismico";
- Decreto Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 17/01/2018 "Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni (NTC 2018)".

438_21_CON_GEOLOGICA-SISMICA

Nella presente relazione saranno presentate le indagini svolte, analizzati i risultati ottenuti e descritto il modello geologico del sito, che sarà orientato alla ricostruzione dei caratteri stratigrafici, litologici, strutturali, geomorfologici e, più in generale, di pericolosità geologica del territorio.

Detto modello sarà sviluppato in modo da costituire un utile elemento di riferimento per l'inquadramento, da parte del progettista, delle problematiche geotecniche a piccola e grande scala.

Il modello geologico di riferimento descritto è stato validato e supportato da indagini specifiche proporzionate, nello specifico, all'importanza dell'opera.

Sulla base di quanto ottenuto, sarà verificata la fattibilità geologica delle opere in progetto.

Infine, sarà definito il modello geotecnico, consistente nella individuazione, in funzione del tipo di opera e/o di intervento, delle caratteristiche chimico-fisiche e meccaniche del terreno, nonché alla valutazione della sicurezza, della funzionalità in relazione alle prestazioni attese, alla durabilità e alla robustezza delle opere.

La presente Relazione Geologica e Sismica è strutturata nei seguenti paragrafi:

- 1) Inquadramento geografico
- 2) Caratteristiche geomorfologiche
- 3) Caratteristiche pedologiche
- 4) Caratteristiche geologiche
- 5) Caratteristiche sismiche
- 6) Indagini sismiche – MASW
- 7) Indagini geognostiche – Prove penetrometriche
- 8) Caratteri geotecnici
- 9) Stabilità degli scavi
- 10) Conclusioni

Allegati:

- Report indagini geognostiche

1 INQUADRAMENTO DELL'AREA

Le aree oggetto del presente Studio di Impatto Ambientale si trovano in Basilicata, a circa 7,4 km a nord-est del comune di Grottole, in provincia di Matera. Gli abitanti censiti a fine 2019 sono 2.079.



Figura 1-1. Localizzazione sul territorio nazionale del Comune di Grottole (MT).

L'abitato di Grottole è situato a 481 metri s.l.m. e sorge tra due fiumi: il Basento e il Bradano. Si estende su una superficie di 117,15 km².

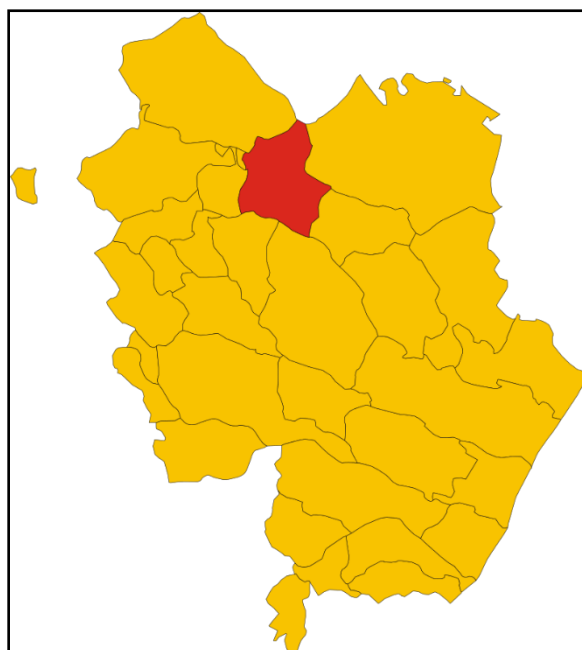


Figura 1-2. Localizzazione sul territorio regionale del comune di Grottole (MT).

Il territorio del Comune di Grottole confina a nord con il comune di Irsina (MT) e Gravina di Puglia (BA), ad est nord-est con Matera, a sud-est con Miglionico, a sud con Salandra e Ferradina e ad ovest con Grassano e Tricarico, tutti in provincia di Matera.



Figura 1-3. Localizzazione della zona di interesse (immagine tratta da GoogleEarth®)

In particolare, l'area è ubicata a nord nord-ovest rispetto all'invaso artificiale "Lago di San Giuliano" il quale fa parte della Riserva Orientata Oasi di San Giuliano, istituita con legge regionale n.39 del 2000 (ZPS-SIC: IT9220144). A sud est, rispetto all'area di progetto, si trova il "Villaggio Timmari" un pianoro collinare boscoso che culmina con i 451 m s.l.m. del Monte Timbro. Il villaggio è una località di interesse archeologico e storico, presso la quale sorge un'importante necropoli apula.

Le coordinate baricentrali dell'area di progetto sono:

- Latitudine 40° 39' 57,70" N – Longitudine 16° 24' 22,72" E

Catastalmente le aree oggetto d'intervento fotovoltaico, risultato distinte in catasto come segue:

- Foglio di mappa 4, particella 90
- Foglio di mappa 15, particelle 97 e 99.

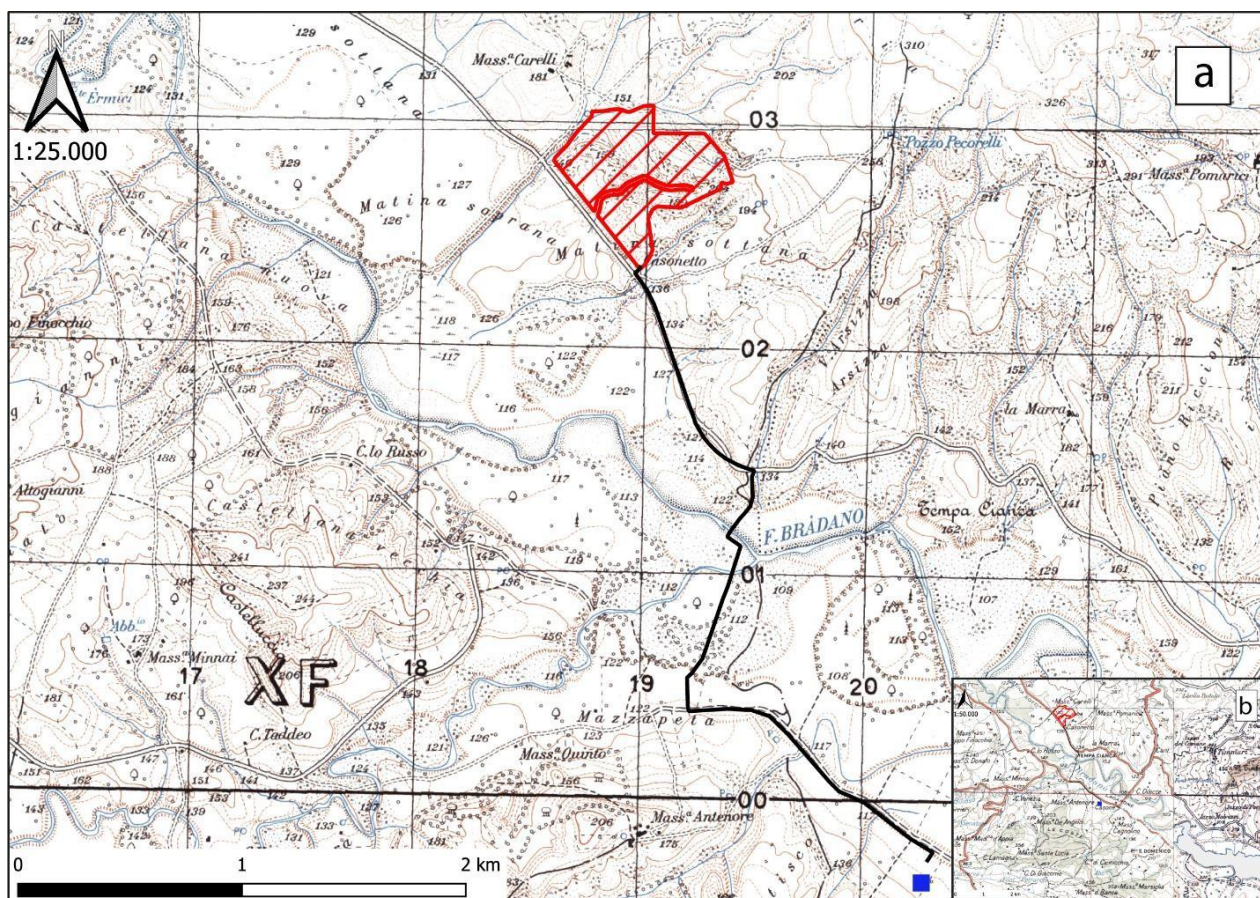


Figura 1-4. Inquadramento area di progetto su base topografica in scala 1:100.000 (b) e in scala 1:25.000 (a). In rosso le aree di progetto, in nero il tracciato del cavidotto e in blu la stazione di servizio.

Il territorio della porzione orientale della Basilicata è caratterizzato da dolci colline di forma tipicamente tabulare con le sommità spianate dai fenomeni erosivi che negli anni hanno agito come agenti modellanti. Il paesaggio collinare risulta interrotto localmente dalla presenza di vallecole incise dal Fiume Bradano e dai suoi affluenti.

438_21_CON_GEOLOGICA-SISMICA



Figura 1-5. Immagine da drone dell'area di progetto



Figura 1-6. Scorcio del paesaggio tipico di questa porzione della Basilicata

1. CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE

Il Comune di Grottole si posiziona nell'estremo orientale della regione Basilicata, al confine con la regione Puglia. Esso ricade nella cartografia I.G.M. nel foglio 188 "Gravina in Puglia" della Carta d'Italia per una piccola porzione e nel foglio 200 "Tricarico" per la restante parte (scala 1:100.000), per gran parte l'areale rientra nella tavoletta 200 I N. E. Grottole, ad eccezione di una sua piccolissima parte che ricade nel bordo meridionale della tavoletta 188 II SE S. Maria D'Irsi, in scala 1:25.000. L'estesa fascia collinare del materano degrada verso nord-est sull'altopiano delle Murge e verso sud-est sulle aree pianeggianti del Metaponto.

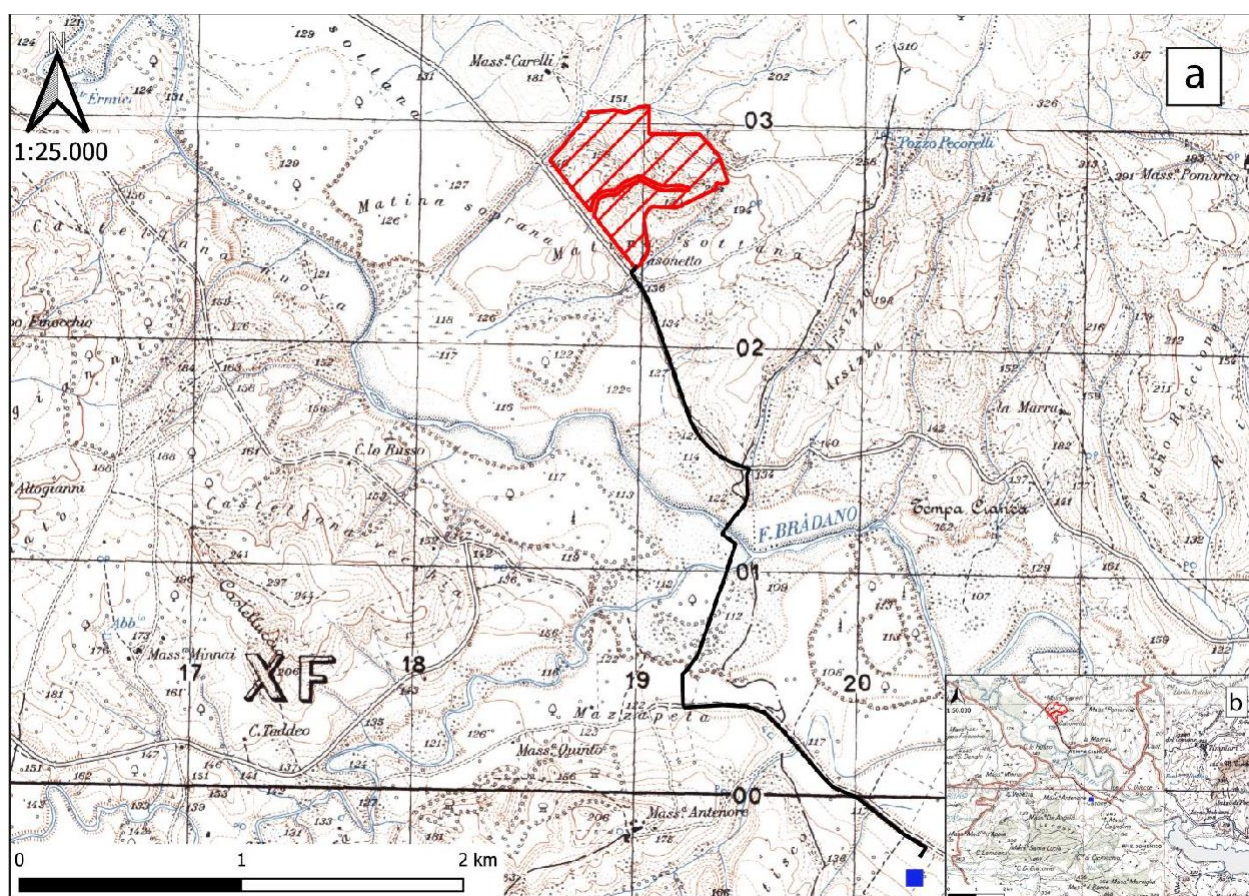


Figura 1-1: Inquadramento area di progetto su base topografica in scala 1:100.000 (b) e in scala 1:25.000 (a). In rosso le aree di progetto, in nero il tracciato del cavidotto e in blu la stazione di servizio.

L'elemento peculiare di questa porzione orientale della regione Basilicata è rappresentato dai rilievi collinari di tipo tabulare a sommità pianeggiante, che costituiscono dorsali poste a 600-500 m s.l.m., separate da corsi d'acqua. Dal punto di vista idrografico l'area è sita in sinistra idrografica rispetto al Fiume Bradano, uno dei corsi d'acqua più importanti della Basilicata, con una lunghezza di 120 km.

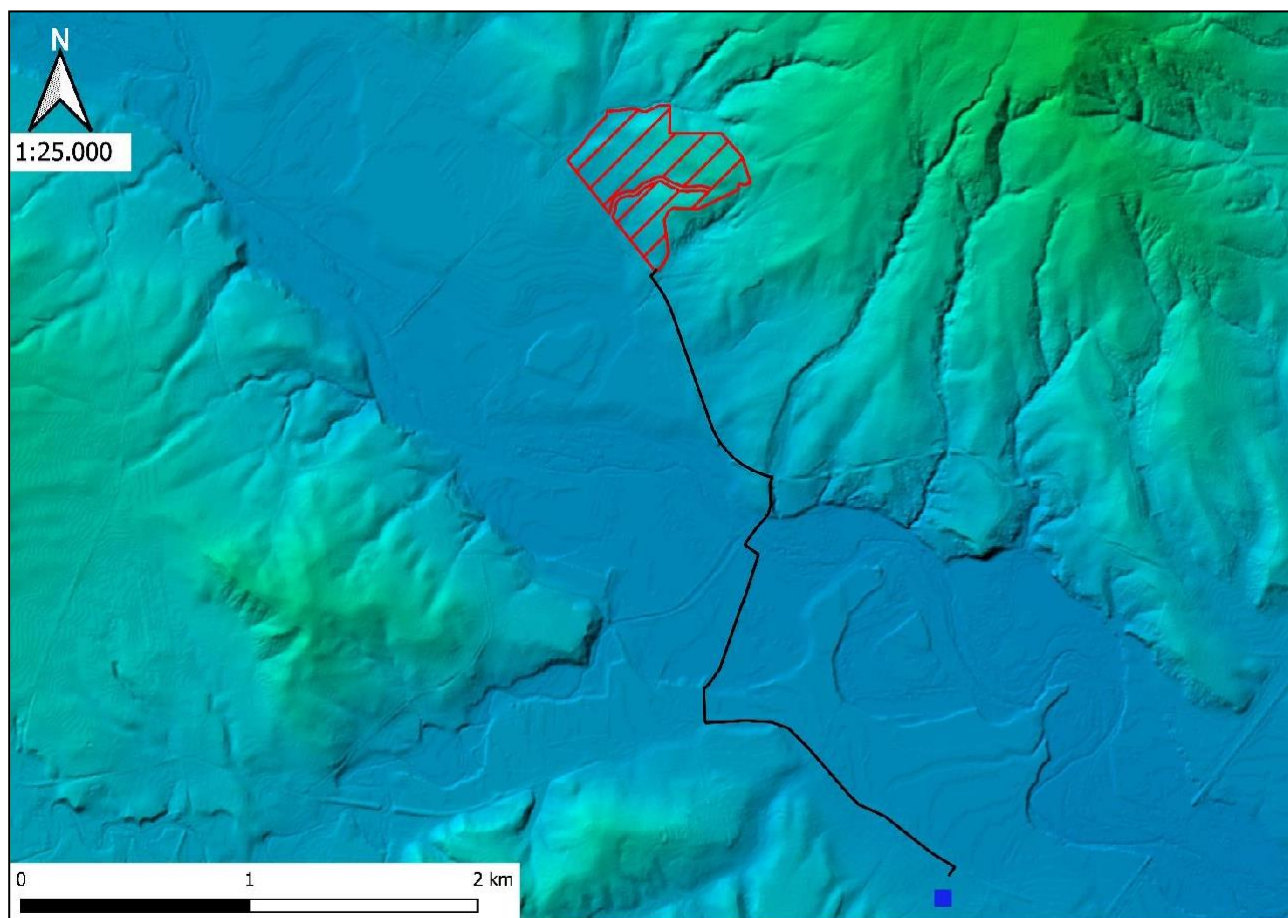


Figura 1-2: Stralcio cartografico dell'area di progetto in sovrapposizione al DTM (Digital Terrain Model), in verde le zone con quote maggiori e in azzurro quelle con quote più basse.

L'orografia del territorio presenta dal punto di vista altimetrico un'elevata variabilità dovuta al singolare assetto geologico-strutturale che contraddistingue l'Italia centro-meridionale.

I rilievi caratterizzanti il paesaggio della Fossa Bradanica, in relazione alle loro condizioni litologiche e giaciture, presentano caratteristiche geomorfologiche dovute a processi di erosione differenziata. Nello specifico l'area in esame si trova a quote comprese tra 136 e 204 m s.l.m. le superfici pianeggianti corrispondono a lembi relitti di superfici strutturali, impostate su depositi terrigeni sabbiosi e ghiaiosi, di origine sia marina (piane di regressione) o fluviale (piane alluvionali). Le sommità delle dorsali, costituite in prevalenza da sedimenti sabbioso-conglomeratici, sono a luoghi delimitate da gradini, cui seguono verso il basso, in corrispondenza degli affioramenti argillosi, tratti meno inclinati. Spesso i fianchi delle colline risultano interessati da incisioni di tipo calanchivo, essi costituiscono un'importante morfotipo.

Le superfici pianeggianti poste sulle sommità dei rilievi corrispondono a più piane costiere formatesi in relazione alla regressione marina durante il Pleistocene inferiore. Su di esse è riconoscibile un reticolo idrografico ormai relitto rappresentato da brevi vallecicole. Tratti più elevati dei versanti dei rilievi collinari sono costituiti da depositi colluviali provenienti dallo smantellamento delle parti più elevate delle colline. Questi sedimenti possono coprire e modellare corpi di antiche frane le cui nicchie di distacco contornano le piatte sommità delle colline stesse.

L'approfondimento dei corsi d'acqua a partire da questa superficie originale è stato graduale ed è marcato dalla presenza di lembi di terrazzi alluvionali disposti a varie quote sui fianchi delle principali valli. Localmente, soprattutto nei bacini dei Fiumi Bradano e Basento, si distinguono tre ordini di terrazzi.



Figura 1-3: Veduta panoramica delle forme collinari caratterizzanti la Fossa Bradanica.

In corrispondenza dell'avanfossa, caratterizzata da forte subsidenza, a causa della intensa compressione dovuta dalla tettonica a placche si instaura la migrazione orogenetica responsabile della formazione delle catene montuose.

La Fossa Bradanica, sulla quale è situata la parte orientale della Basilicata, si estende sul confine della catena appenninica ed è costituita da formazioni rocciose autoctone. Dal punto di vista orogenetico la zona di avanfossa subisce la costante spinta orizzontale della catena appenninica creando sovrascorrimenti di elevata ampiezza, sovrapponendo le formazioni rocciose più antiche al di sopra di quelle più recenti.

L'assetto geomorfologico quindi e la sedimentazione all'interno del bacino risentono dell'attività tettonica e delle caratteristiche geologiche della zona.

Le linee fondamentali dell'assetto geomorfologico sono caratterizzate soprattutto dalla presenza dei terreni di natura sedimentaria, localmente terrazzati con giacitura sub-orizzontale e depositatesi nel Pliocene Sup. – Pleistocene Inf. Si tratta di una formazione di depositi prevalentemente argilloso-sabbiosi.

Dall'insieme dei caratteri si denota, nonostante gli interventi antropici nei tratti coltivati e la diffusa copertura nelle aree a verde che si concentrano lungo le sponde dei principali corsi d'acqua, la giovinezza dell'assetto morfologico.

L'intera area è interessata da processi fluvio-denudazionale associabili a fenomeni di instabilità, sia lenti che rapidi, come scorrimenti, colamenti e da fenomeni di erosione superficiale spesso in stretta interazione con i processi di erosione idrica concentrata e lineare accelerata. I processi morfogenetici dominanti sono legati all'azione delle acque incanalate e non, e alla forza di gravità che, visto le pendenze, gioca un ruolo piuttosto limitato, favorendo comunque lo sviluppo di fenomeni erosivi superficiali quali i gully erosion, i rill erosion, il soliflusso e i mudcracks, nonché di movimenti in massa superficiali e lenti.

Le aree marginali, a contatto con i versanti di origine fluvio-denudazionale, risentono dei fenomeni che si esplicano in quest'ultima, fungendo da aree di richiamo che tendono ad evolvere verso condizioni di maggiore instabilità.

I morfotipi presenti nell'areale in esame sono tutti legati all'azione della gravità e, per quanto riguarda le litologie a prevalente componente pelitica, anche all'azione plasticizzante delle acque.

L'intervento antropico ha nel tempo, attraverso un'intensa attività agricola, fortemente interessato la zona in esame, pur conservando i caratteri propri dei terrazzi alluvionali.

Lungo i margini vallivi dei numerosi affluenti del F. Bradano, la tettonica e la continua azione di approfondimento dei torrenti, hanno nel tempo causato condizioni favorevoli all'instaurarsi di fenomeni franosi, di varia entità e stato.

L'area di intervento è sita a circa 685 m di distanza, verso nord-ovest, da una zona identificata dall'Autorità di Bacino distrettuale dell'Appennino Meridionale – Sede Basilicata, a pericolosità idraulica non definita, essa corrisponde al letto e alle sponde del Fiume Bradano.

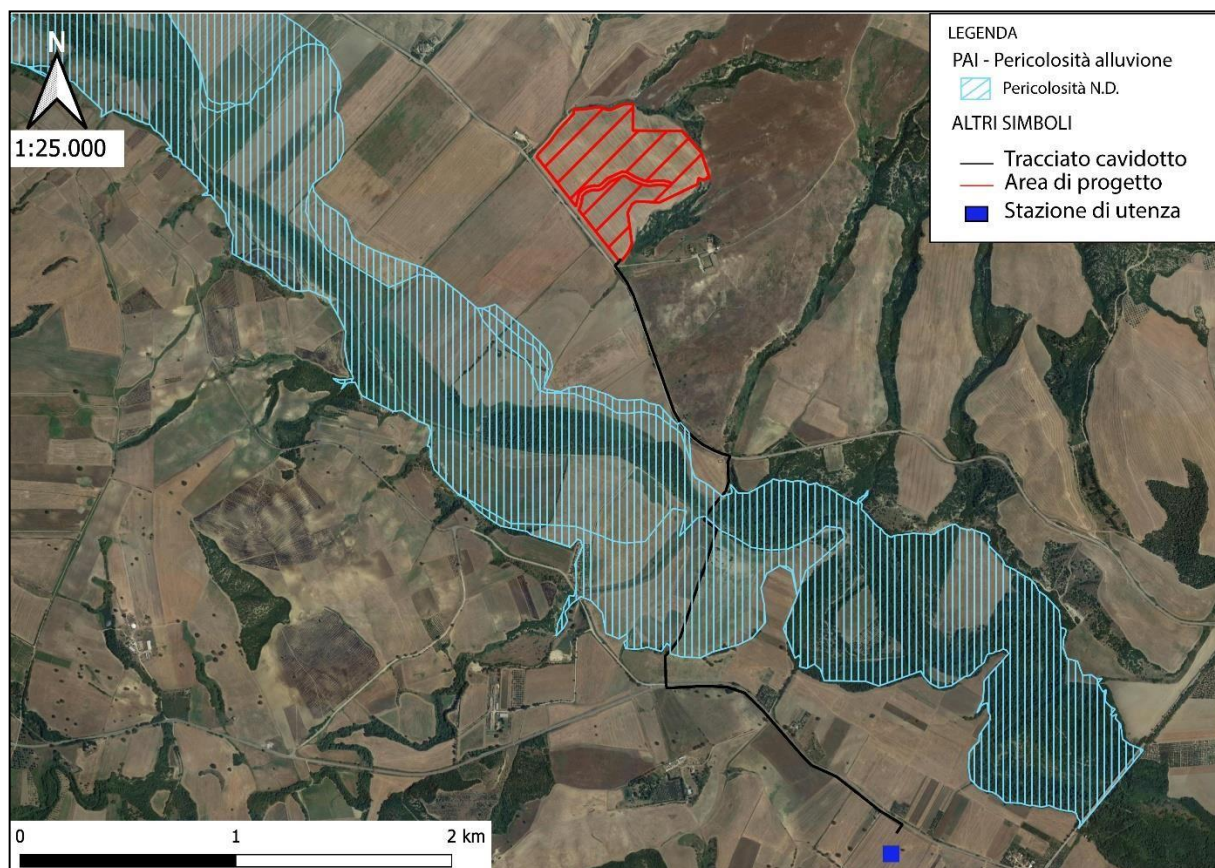


Figura 1-4: Stralcio cartografico del PAI, dove sono riportate le aree con pericolosità da frana e alluvione (dall'Autorità di Bacino distrettuale dell'Appennino Meridionale – Sede Basilicata, 2015)

L'area a nord-est rispetto alla zona di ubicazione del campo fotovoltaico è interessata da numerosi fenomeni franosi quasi tutti con un rischio moderato (R1), ad eccezione di una piccola area classificata a rischio medio (R2).

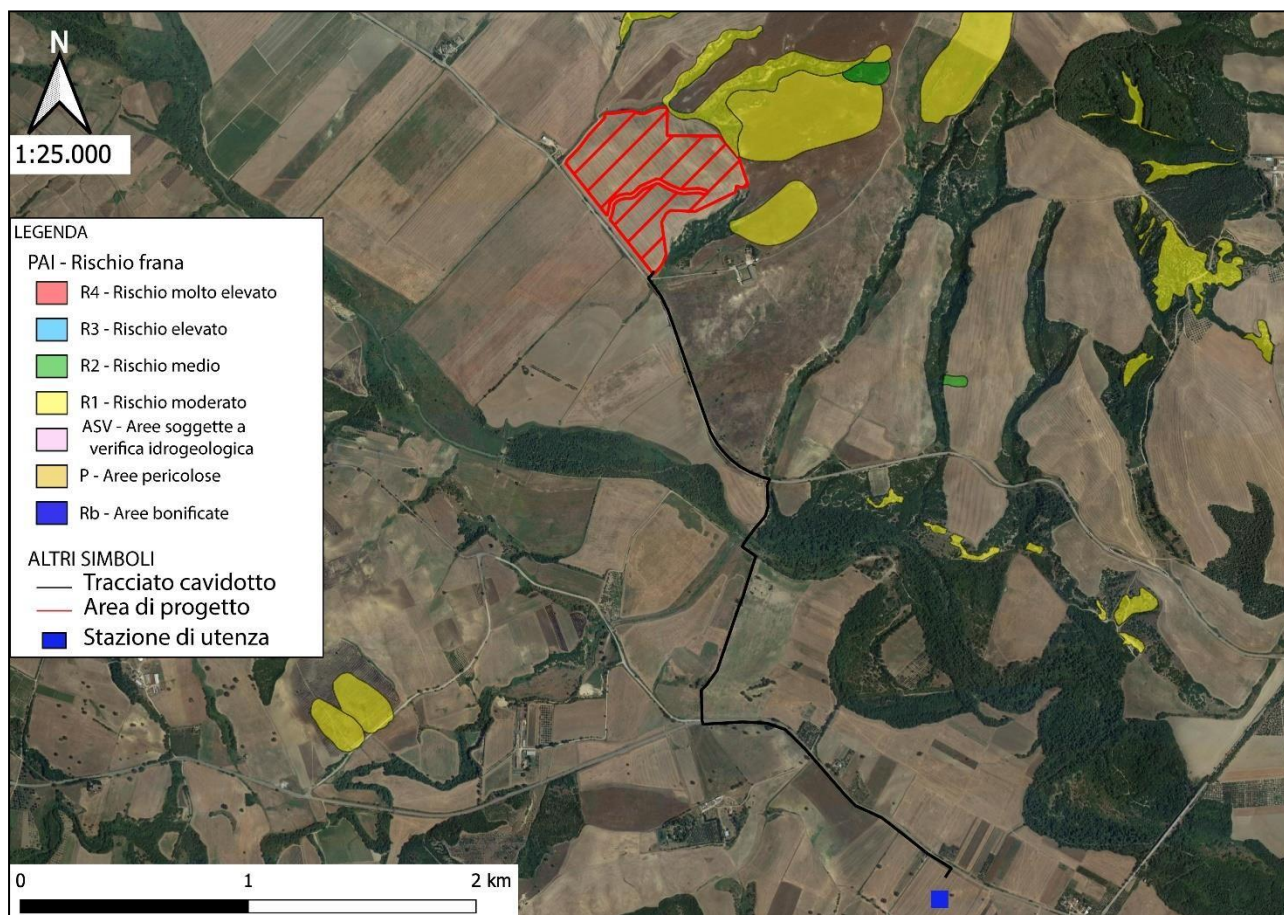


Figura 1-5: Stralcio cartografico del PAI, dove sono riportate le aree con rischio da frana (Autorità di Bacino distrettuale dell'Appennino Meridionale – Sede Basilicata, 2015).

La zona circostante l'area di impianto risulta soggetta a fenomeni di franosità diffusa oltre che da frane con movimento riferibile al colamento lento e rapido come mostrato dalla cartografia del progetto IFFI (Inventario Fenomeni Franosi Italiani) riportata di seguito. Essi non interessano direttamente le aree di installazione dei pannelli fotovoltaici ma sono presenti nelle aree limitrofe.

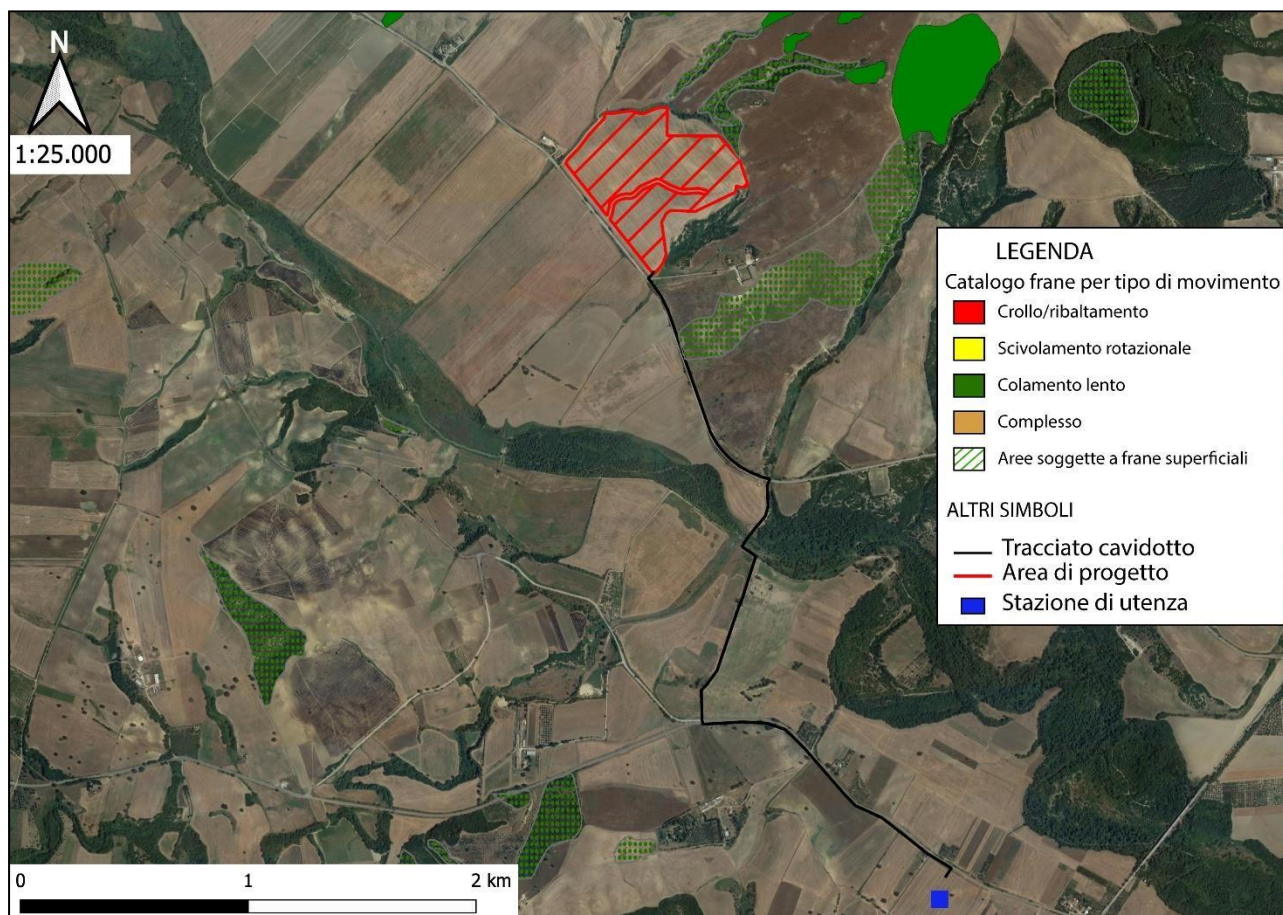


Figura 1-6: Tipologia di movimento franoso nell'area in esame (Progetto IFFI).

Infine, è stato considerato il Piano di Gestione del Rischio Alluvioni distretto idrografico dell'Appennino Meridionale (PGRA DAM), redatto nel 2016 e aggiornato nel 2021. Analizzando sia la componente della pericolosità che quella del rischio, si evince che l'area in esame non interessa zone con pericolosità idraulica, esse sono poste a sud-ovest rispetto all'area di progetto, interessando l'areale circostante il Fiume Bradano, qui troviamo infatti aree classificate a pericolosità elevata (P3), media (P2) e bassa (P1). Per quanto riguarda il rischio idraulico, dalla cartografia è possibile notare che le aree classificate con rischio merio (R2) e moderato (R1) ricadono a sud dell'area di ubicazione del campo fotovoltaico. Considerando sia la pericolosità che il rischio è quindi possibile notare che essi non interessano direttamente l'areale studiato.

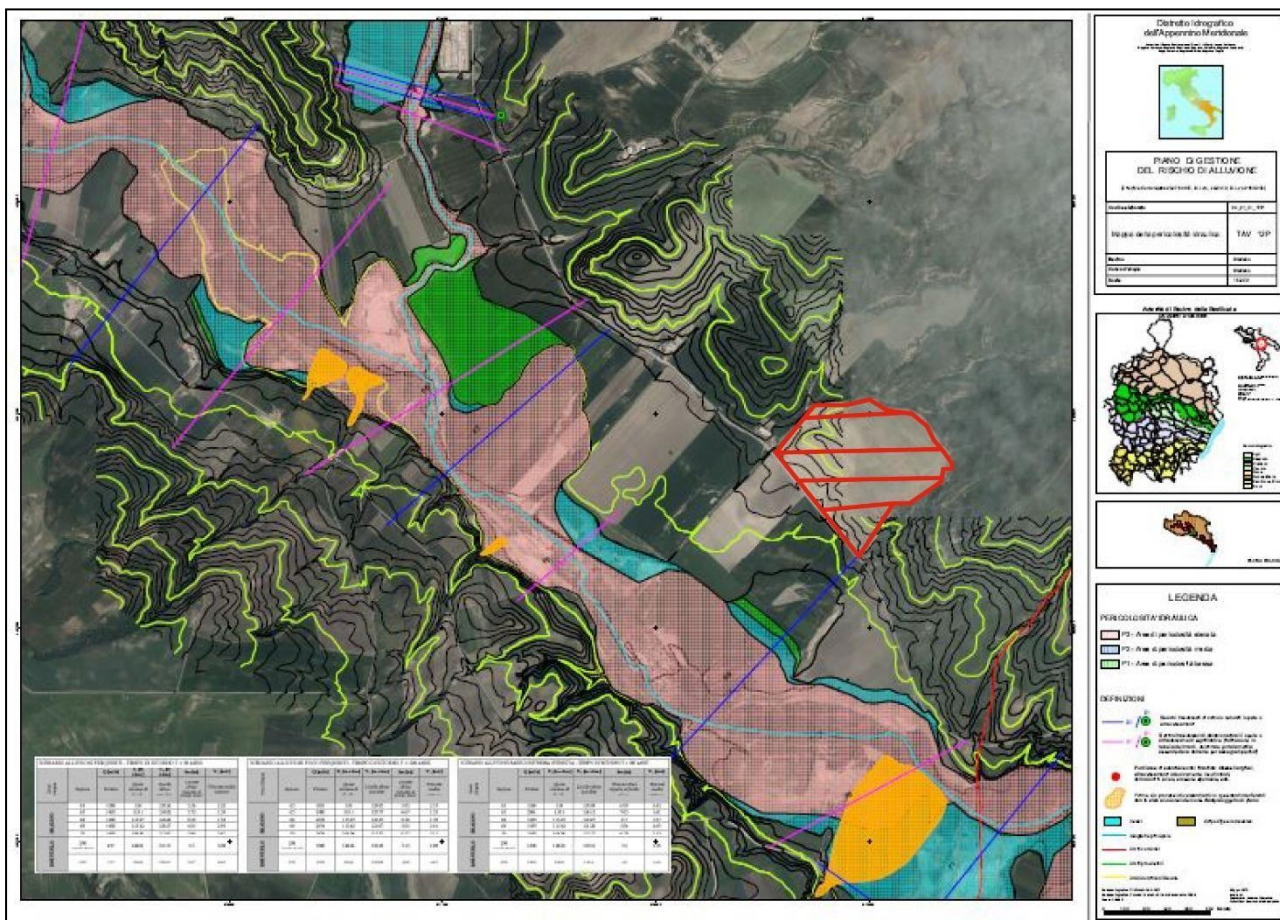


Figura 1-7: Stralcio cartografico del PGRA Distretto Idrografico dell'Appennino Meridionale, carta della pericolosità da alluvione, l'area di progetto è delimitata dal poligono in rosso.

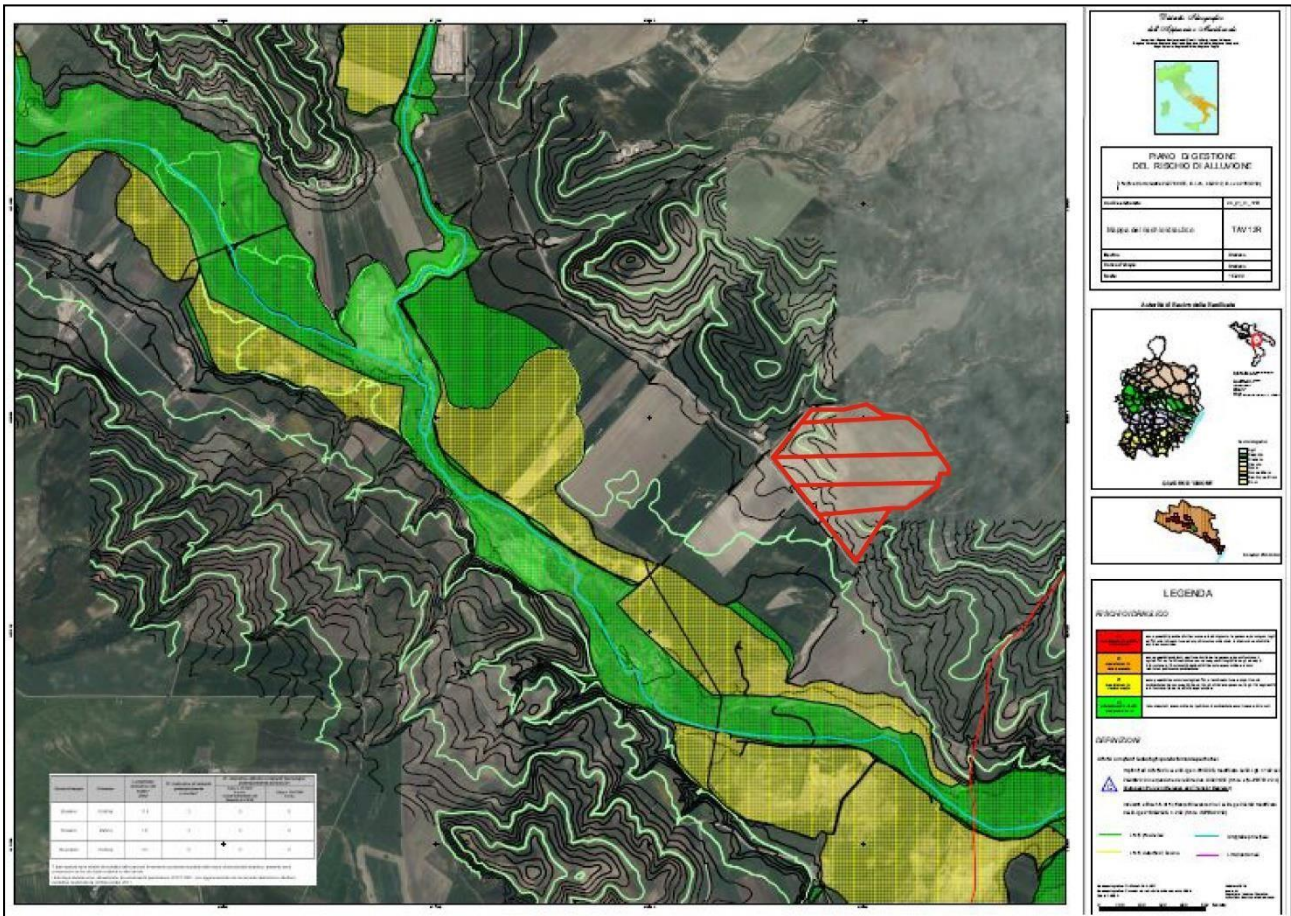


Figura 1-8: Stralcio cartografico del PGRA Distretto Idrografico dell'Appennino Meridionale, carta del rischio da alluvione, l'area di progetto è delimitata dal poligono in rosso.

1.1 Erosione

L'erosione dei suoli è certamente una delle più subdole forme di degrado ambientale innescate spesso proprio dalla scorretta gestione del suolo.

Generalmente, la sua lenta evoluzione è causa di un atteggiamento di scarsa attenzione da parte dei soggetti preposti al controllo e alla gestione del territorio. Ancora più subdolo e dannoso è l'approccio mirato al problema, visto come la sola "sottrazione di suolo" e non come un più generale e diffuso danno all'intero ecosistema dell'area erosa. È opportuno, infatti, ricordare che il suolo è la "base", il primo gradino della scala della vita (vegetale prima, animale poi).

Anche l'approccio alla conoscenza scientifica del problema risente di limiti; ed è soprattutto la difficile stima dell'erosione ad essere l'oggetto principale dell'attenzione degli studiosi. Poiché l'erosione dipende infatti da molteplici e differenti fattori ambientali ed antropici, la sua quantificazione è spesso soggetta ad ampi intervalli di giudizio.

Una delle metodologie più note per la stima della quantità di materiale asportabile per erosione lungo i pendii è quella elaborata da Fournier, basata prevalentemente su elementi climatici. L'unità di misura è espressa in $t \cdot km^2 \cdot anno$.

438_21_CON_GEOLOGICA-SISMICA

La relazione è la seguente:

$$\log E = 2,65 \cdot \log (P_1^2 / P) + 0,46 \cdot \log H \cdot \text{tg } a_m - 1,56$$

dove:

E = sedimento trascinato ($t \cdot \text{km}^2 \cdot \text{anno}$)

P_1 = precipitazione del mese più piovoso (mm)

P = precipitazione media annuale (mm)

H = altitudine media del pendio (km s.l.m.)

a_m = inclinazione media del pendio (°)

Dalla interpretazione della formula risulta evidente l'elevato contributo attribuito alle precipitazioni e, in particolare, al rapporto P^2/P . Un significativo contributo, oggetto di una successiva modifica dell'indice di Fournier è dato dalla quota del bacino e dalla pendenza, vincolati da proporzionalità diretta e con crescita esponenziale.

Un altro aspetto da prendere in considerazione è la componente data dalla *splash erosion*, ovvero l'effetto battente delle gocce di pioggia che accentua, nei periodi di aridità degli ambienti mediterranei, l'erosione superficiale.

EROSIONE secondo Fournier			
P_1 – precipitazione del mese più piovoso (mm)			69
P – precipitazione media annuale (mm)			53
H – altitudine media del pendio (m s.l.m.)			200
a_m – inclinazione media del pendio (°)			5
E – sedimento trascinato ($t \cdot \text{km}^2 \cdot \text{anno}$)			3,876.50
Superficie del bacino (km^2)			10
E_t - erosione totale nel bacino ($t \cdot \text{anno}$)			38,764.95

Figura 1-9: Calcolo dell'erosione secondo Fournier.

438_21_CON_GEOLOGICA-SISMICA

In riferimento ai fenomeni erosivi presenti in zona è opportuno rilevare che essi sono favoriti sia da componenti antropiche che dalle caratteristiche geolitologiche dell'area.

Infatti, le modalità di coltivazione meccanizzata dei campi sono poco corrette nel rispetto delle caratteristiche pedologiche ed ambientali spingendo i profondi solchi d'aratura realizzati con vomere fino al limite massimo della proprietà e, spesso, invadendo le aree demaniali e creando i presupposti per una erosione concentrata in fossi (*gully erosion*), favorita anche dalle elevate pendenze del versante.

La loro difesa e il miglioramento ecologico, con un ampliamento della fascia boscata, sarà oggetto di uno specifico progetto di mitigazione/compensazione a cui si rimanda per gli approfondimenti del caso.

La geolitologia dell'area di intervento è caratterizzata da una spiccata componente argillosa, la quale è causa di fenomeni erosivi quali *mudcracks*. Essi si formano quando un deposito di terreno limoso/argilloso umido subisce un rapido fenomeno di disseccamento con successiva contrazione, essa crea delle fessure abbastanza larghe in superficie che tendono a chiudersi in profondità.



Figura 1-10: Particolare dell'area interessata da fenomeni erosivi di tipo *mud cracks*.

Possiamo quindi concludere dicendo che le caratteristiche geomorfologiche dell'area oggetto del presente studio di impatto ambientale non interferiscono con la messa in opera del progetto.

2 CARATTERISTICHE PEDOLOGICHE

La Regione Basilicata si è dotata di una Carta Pedologica per tutto il territorio, in scala 1:250.000, facendo ricorso ad un sistema informativo pedologico che prevede la definizione di diversi livelli informativi, corrispondenti a diverse scale cartografiche e a diversi livelli di utilizzazione dei dati.

I livelli attualmente attivi sono tre, corrispondenti a scale di rappresentazione rispettivamente 1:5.000.000 (regioni pedologiche), 1:1.000.000 (province pedologiche) e 1:250.000 (sottosistemi pedologici).

Secondo la carta proposta a livello nazionale, in Basilicata sono presenti cinque regioni pedologiche, che corrispondono ai principali ambienti litomorfológicos del territorio regionale.

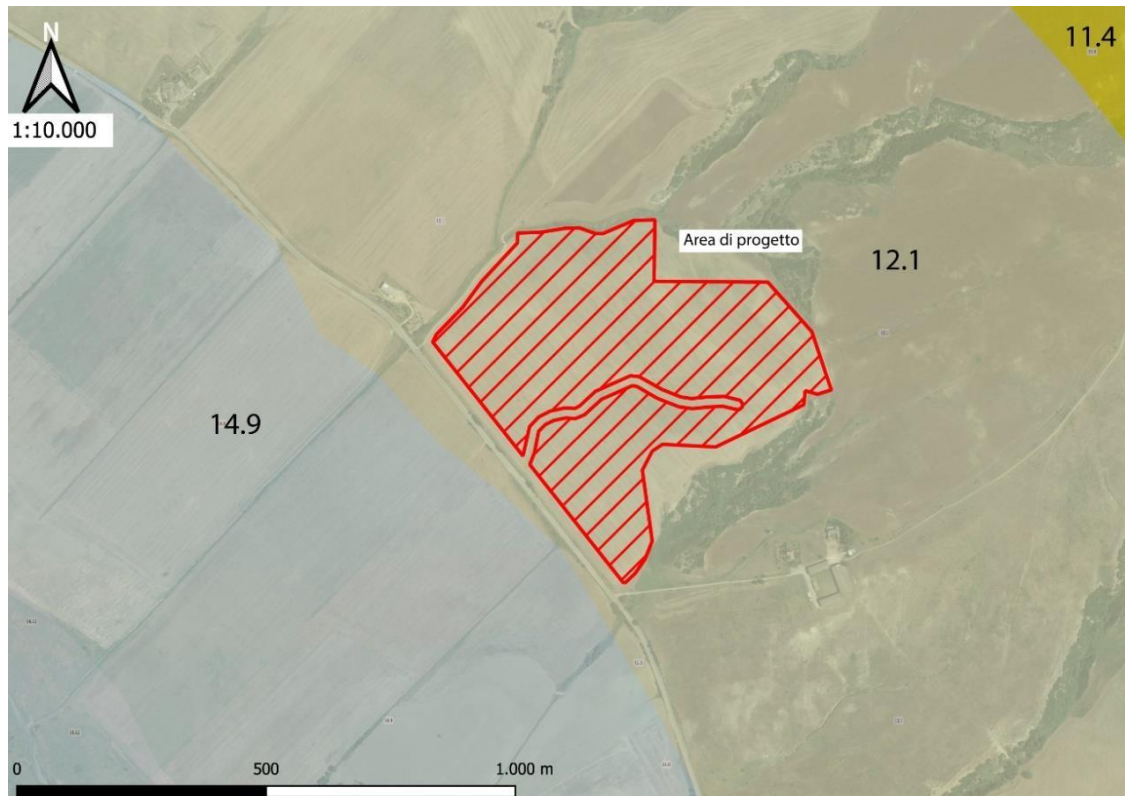


Figura 2-1: Corografia delle regioni pedologiche della Basilicata

Alla diffusione in Basilicata delle formazioni geologiche a litologia argillosa, sia nella fossa bradanica che nei rilievi appenninici, è legata la consistente presenza di suoli a tessitura fine, che si fessurano profondamente nelle stagioni secche (*mud cracks*) e si rigonfiano in quelle umide.

Questi suoli, che rientrano nell'ordine dei *Vertisols*, hanno in genere scarsa potenzialità per le foreste o per le colture legnose agrarie, a causa dei danni meccanici che possono causare alle radici delle piante arboree. Hanno ottime potenzialità per il pascolo o per le colture agrarie annuali.

In alcuni casi, vi sono inoltre delle forti limitazioni a causa del rischio di erosione, essendosi sviluppati su versanti ripidi ed erosi di formazioni della fossa bradanica.






LEGENDA	
PROVINCIA PEDOLOGICA 11 - SUOLI DELLE COLLINE SABBIOSE E CONGLOMERATICHE DELLA FOSSA BRADANICA	
	<p>11.4 PAESAGGIO: Versanti interessati da antichi movimenti di massa, con scarpate ripide e frastagliate verso monte, nelle quali affiora il substrato. Nelle aree di accumulo sono presenti versanti lineari, poco ondulati. Le pendenze sono molto variabili, da deboli a forti. Le quote vanno da 100 a 580 m s.l.m. Uso del suolo prevalente agricolo (seminativi, oliveti); sono presenti in via subordinata, nei versanti più ripidi, aree a vegetazione naturale, per lo più arbustiva ed erbacea.</p> <p>SUOLI PRINCIPALI: Suoli Pomarico: molto scarsamente calcarei, molto profondi, a tessitura argilloso sabbiosa e scheletro da scarso ad assente. La reazione è neutra in superficie e subacida in profondità, e il tasso di saturazione in basi è alto. Hanno permeabilità moderatamente bassa e drenaggio mediocre.</p> <p>Suoli Concone: profondi, moderatamente calcarei in superficie, molto calcarei in profondità. La tessitura è franco sabbioso argilloso in superficie e franco argilloso in profondità, e lo scheletro è scarso o assente. Hanno reazione alcalina, alto tasso di saturazione in basi, permeabilità moderatamente bassa e drenaggio mediocre.</p> <p>Suoli Timmari: profondi, franco sabbiosi in superficie e sabbiosi in profondità, con scheletro scarso o assente. Sono molto calcarei in tutto il profilo, talora moderatamente calcarei negli orizzonti superficiali, hanno reazione alcalina in superficie e molto alcalina in profondità e alta saturazione in basi. La permeabilità è alta e il drenaggio buono.</p>
PROVINCIA PEDOLOGICA 12 - SUOLI DELLE COLLINE ARGILLOSE	
	<p>12.1 PAESAGGIO: Superfici ondulate, da sub-pianeggianti a moderatamente acclivi, con limitati fenomeni calanchivi. La litologia è costituita da depositi marini argillosi e argilloso-limosi, prevalentemente pliocenici, talora da sottili coperture alluvionali argilloso-limose. Le quote variano da 40 a 630 m s.l.m. Uso del suolo a seminativi avvicendati; molto subordinati, i pascoli e gli oliveti.</p> <p>SUOLI PRINCIPALI: Suoli Elemosina: molto profondi, franco limoso argilloso o argilloso limosi, privi di scheletro, con marcati caratteri vertici. Moderatamente calcarei in superficie e molto calcarei in profondità, hanno reazione alcalina in tutti gli orizzonti; in orizzonti profondi, prossimi al substrato, può essere presente un eccesso di sodio nel complesso di scambio. Il loro drenaggio è buono nei periodi secchi e mediocre nei periodi umidi, la permeabilità bassa.</p> <p>Suoli Mattina Grande: molto profondi, privi di scheletro, a tessitura franco limosa nell'orizzonte superficiale, da argillosa a franco argillosa negli orizzonti immediatamente sottostanti, franco limoso argilloso in profondità. Sono scarsamente calcarei in superficie e fortemente calcarei in profondità, e hanno reazione alcalina. Ben drenati, presentano bassa permeabilità e moderati caratteri vertici.</p>
PROVINCIA PEDOLOGICA 14 - SUOLI DELLE PIANURE ALLUVIONALI	
	<p>14.9 PAESAGGIO: Fondivalle dei principali fiumi tributari dello Ionio. Superfici pianeggianti o sub-pianeggianti comprese tra i terrazzi più antichi o i versanti e le aree più inondabili limitrofe ai corsi d'acqua. I sedimenti che le hanno originate sono di varia natura e composizione. Le quote variano dal livello del mare fino a 490 m s.l.m. Uso del suolo prevalentemente agricolo: le aree più rilevate ospitano vigneti e oliveti, mentre le superfici servite da canali di irrigazione sono intensamente coltivate.</p> <p>SUOLI PRINCIPALI: Suoli Servino: molto profondi, franchi o franco sabbiosi in superficie, spesso a tessitura più fine in profondità, privi di scheletro. Da molto a scarsamente calcarei, hanno reazione da alcalina ad estremamente alcalina, sono ben drenati e a permeabilità moderatamente alta.</p> <p>Suoli Rivolta: molto profondi, privi di scheletro, hanno tessitura franco limosa, drenaggio da buono a mediocre e permeabilità moderatamente alta. Sono molto calcarei e molto alcalini in tutti gli orizzonti.</p>

Figura 2-2: Particolare della Carta pedologica regionale (provincia pedologica 12) con l'area d'intervento.

Il rilevamento pedologico, effettuato tramite osservazioni dirette, ha permesso di riscontrare una copertura di terreno di significativa potenza.

Questa regione pedologica presenta formazioni limo argillose debolmente sabbiose. È caratterizzata da un uso agricolo estensivo, in prevalenza cereali e, a luoghi, alcuni oliveti con una rara attività extragricola (settore agroindustriale e zootecnico).

Sono presenti lungo le aree a maggior acclività dei fenomeni erosivi, di vario numero ed entità, con relativo aumento del suolo eroso e impoverimento delle caratteristiche pedo-agronomiche.

Il rilevamento di dettaglio tramite osservazioni dirette, eseguito il 16 ottobre 2021, ha comportato anche il prelievo di n.1 campione di terreno (vedi punto riportato nella corografia alla pagina precedente) che è stato sottoposto ad analisi di laboratorio presso la Chem Service Italia di Catania.



Figura 2-3: Corografia ubicazione stazione n.1

Il suolo è profondo, con potenza media di 0,8 ÷ 1,2 m; la costituzione è prevalentemente limoso-argillosa e la colorazione è marrone chiaro in superficie passante al marrone più scuro in profondità.

La granulometria è prevalentemente limosa (42%), passante a sabbiosa (33%) e argillosa (25%). Nelle aree in oggetto lo scheletro è quasi assente.

Dato l'andamento acclive del versante, il ricorso a particolari sistemazioni del terreno per ridurre l'eccessiva velocità di scorrimento delle acque è particolarmente consigliato, soprattutto lungo le cunette e i fossi di guardia che si presentano con scarsissimo livello di manutenzione.

Inoltre, in questo appezzamento di terreno, le attività di coltivazione sono poco consone ed hanno comportato un aumento dell'erosione superficiale diffusa (*sheet erosion*) e dell'erosione concentrata in rivoli (*rill erosion*).

La corretta progettazione degli impianti, che prevederà le misure di mitigazione necessarie, apporterà un significativo miglioramento dell'attuale stato di erosione dei suoli. A tal proposito, si rimanda al capitolo sulle caratteristiche geomorfologiche per gli approfondimenti del caso.

Il campione è stato prelevato in *minipit* (pozzetto a sezione variabile, profondo circa 30 cm e largo 25x25 cm) nel punto di interesse di seguito indicato:

- Campione n.4 (rapporto di prova 21/10015-00) - Coordinate: 40° 39' 58"– 16° 24' 35"

Dai rilievi effettuati in sito e dai risultati delle citate analisi di laboratorio (in allegato i relativi rapporti di prova) si evince quanto segue:

Campione 4

- a) La quota della stazione è di 146 m s.l.m.
- b) La pendenza dell'area all'intorno è compresa tra 6 ÷ 13% (superficie a debole pendenza).
- c) L'esposizione è SO.
- d) In base ai dati granulometrici si ottiene:
 - 32,8% Sabbia
 - 42,2% Limo
 - 25,0% Argilla
- e) Pertanto, il terreno si può definire come F "Franco".
- f) In base alle Munsell Soil Color Charts si può definire 4/6 Tab.7,5 YR
- g) Il pH (logaritmo negativo della concentrazione idrogenionica della soluzione acquosa del suolo), indica il grado di acidità e di alcalinità del terreno. Questo campione, con pH pari a 7,3 si può definire "Neutro".
- h) Per la dotazione di Sostanza Organica (S.O. = $1,72 \cdot C_{org}$) il giudizio sulla valutazione agronomica si può definire "Normale".
- i) Per la dotazione di CSC la valutazione agronomica si può definire "Alta".

438_21_CON_GEOLOGICA-SISMICA



Figura 2-4: Minipit relativo al campione pedologico n.4

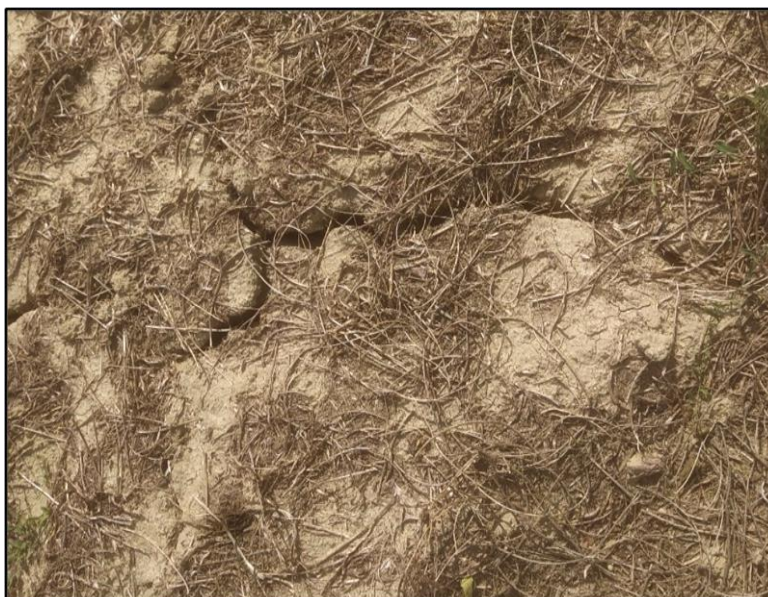


Figura 2-5: Particolare dei fenomeni di *mud cracks*, tipici dei Vertisuoli

RILIEVO PEDOLOGICO

Parametro		Unità di misura Standard adottato	Valore	Definizione Classificazione
1	Colore	<i>Munsell (hue-value-chroma)</i>	7,5 YR – 4/6	
2	Quota	<i>m s.l.m.</i>	146	
3	Clivometria	%	6 ÷ 13	Superficie a debole pendenza
4	Esposizione	°	SO	
5	Uso suolo	<i>ISSDS 97</i>	210	Seminativo
6	Rocciosità	%	0	Assente
7	Pietrosità	%	<7,5 (0 ÷ 0,3)	Piccola – Molto scarsa
8	Substrato	<i>Carnicelli&Wolf</i>	LA	Limo-Argilloso
9	Curvatura morfometrica	<i>Shoeneberger</i>	VL	Convesso-Lineare
10	Forma	<i>Carnicelli&Wolf</i>	EVN	Versante non aggradato
11	Durezza	<i>Shoeneberger</i>	D	Duro
12	Erosione reale	<i>ISSDS 97</i>	2	Diffusa incanalata (rill erosion)
13	Rischio inondazione	<i>Carnicelli&Wolf</i>	0	Assente
14	Adesività	<i>Carnicelli&Wolf</i>	32	Debolmente adesivo
15	Grado di aggregazione	<i>ISSDS 97</i>	3	Debolmente sviluppata
16	Densità apparente	<i>USDA</i>	3	Moderatamente bassa
17	Drenaggio interno	<i>SSM</i>	5	Piuttosto mal drenato
18	Capacità di accettazione piogge	<i>Jarvis e Mackney</i>	4	Bassa
19	Conducibilità idraulica	<i>SSM</i>	A-25 / S-33	Moderatamente Bassa
20	Presenza radici	<i>SSM</i>	2 ÷ 5	Medie e fini
21	Presenza tracce attività biologica	<i>SINA</i>	1 – 3	Roditori (rari) e Artropodi

RAPPORTO DI PROVA Nr. 21/10015-00 Del 29/10/2021 Pagina 1 di 2

DATI DEL CLIENTE

Nome / Ragione Sociale **TECNOVIA SRL**
Indirizzo **Piazza Fiera, 1 - 39100 Bolzano**

DATI DEL CAMPIONE

Etichetta campione **(4) Grottole SOL 19a**
Descrizione del campione **Suolo agricolo**
Esame richiesto **Analisi Pedologiche complete – Vostro Rif. 437/21/CON – Nr. Fornitura 973/21**
Luogo prelievo **Grottole**
Metodo campionamento **D.M. 13/09/1999**
Prelievo eseguito da **Alfonso Russi** Data prelievo **18/10/2021**
Data di accettazione **21/10/2021** Note in accettazione **//**
Data inizio prova **25/10/2021** Data fine prova **29/10/2021**

RISULTATI DELLE PROVE

Parametri chimici	Risultato	U ±	U.M	Metodo	V.N.
Scheletro	Assente	-	%	D.M. 13/09/1999 G.U. n°248 21/10/99 Met. II.1 + D.M. 25/03/2002 G.U. n°84 10/04/2002	-
pH in acqua a 20 °C	Estratto saturo 7,3	0,1	Unità pH	D.M. 13/09/1999 G.U. n°248 21/10/99 Met. III.1 + D.M. 25/03/2002 G.U. n°84 10/04/2002	6,5 - 7,5
Conducibilità elettrica a 25 °C	Estratto saturo 1,99	0,04	mS/cm	D.M. 13/09/1999 G.U. n°248 21/10/99 Met. IV.1 + D.M. 25/03/2002 G.U. n°84 10/04/2002	0,2 - 2,0
Azoto Totale	N 2,38	0,12	g/Kg	D.M. 13/09/1999 G.U. n°248 21/10/99 Met. XIV.2, XIV.3 + D.M. 25/03/2002 G.U. n°84 10/04/2002	> 1
Carbonio Organico	1,12	0,06	%	D.M. 13/09/1999 G.U. n°248 21/10/99 Met. VII.2 +D.M. 25/03/2002 G.U. n°84 10/04/2002	> 1,7
Sostanza Organica	1,93	0,10	%	D.M. 13/09/1999 G.U. n°248 21/10/99 Met. VII.2 +D.M. 25/03/2002 G.U. n°84 10/04/2002	> 3
Granulometria					
Argilla	25,0	-	%	D.M. 13/09/1999 G.U. n°248 21/10/99 Met. II.6 +	3 - 25
Limo	42,2			D.M. 25/03/2002 G.U. n°84 10/04/2002	15 - 40
Sabbia	32,8				50 - 85
Calcare Totale	CaCO ₃ 25,6	1,3	%	D.M. 13/09/1999 G.U. n°248 21/10/99 Met. V.1 + D.M. 25/03/2002 G.U. n°84 10/04/2002	10 - 15
Calcare Attivo	CaCO ₃ 7,2	0,4	%	D.M. 13/09/1999 G.U. n°248 21/10/99 Met. V.2 + D.M. 25/03/2002 G.U. n°84 10/04/2002	< 10
Fosforo assim.	P ₂ O ₅ 57	3	mg/Kg	D.M. 13/09/1999 G.U. n°248 21/10/99 Met. XV.3 + D.M. 25/03/2002 G.U. n°84 10/04/2002	60 - 140
Calcio scamb.	Ca 2545	127	mg/Kg	D.M. 13/09/1999 G.U. n°248 21/10/99 Met. XIII.5 + D.M. 25/03/2002 G.U. n°84 10/04/2002	5000 - 6500
Magnesio scamb.	Mg 1007	50	mg/Kg	D.M. 13/09/1999 G.U. n°248 21/10/99 Met. XIII.5 + D.M. 25/03/2002 G.U. n°84 10/04/2002	400 - 650
Sodio scamb.	Na 14	1	mg/Kg	D.M. 13/09/1999 G.U. n°248 21/10/99 Met. XIII.5 + D.M. 25/03/2002 G.U. n°84 10/04/2002	< 300 (400)
Potassio scamb.	K 378	19	mg/Kg	D.M. 13/09/1999 G.U. n°248 21/10/99 Met. XIII.5 + D.M. 25/03/2002 G.U. n°84 10/04/2002	150 - 300
C.S.C.	22,0	-	meq/100g	D.M. 13/09/1999 G.U. n°248 21/10/99 Met. XIII.2 + D.M. 25/03/2002 G.U. n°84 10/04/2002	25 - 30

RIFERIMENTI I valori normali si riferiscono, con le opportune specifiche valutazioni agronomiche, ai terreni a tessitura medio impasto. I risultati delle prove sono espressi sulla sostanza secca come indicato nel D.M. 13/09/1999 G.U. n°248 21/10/99 Met. II.2 .

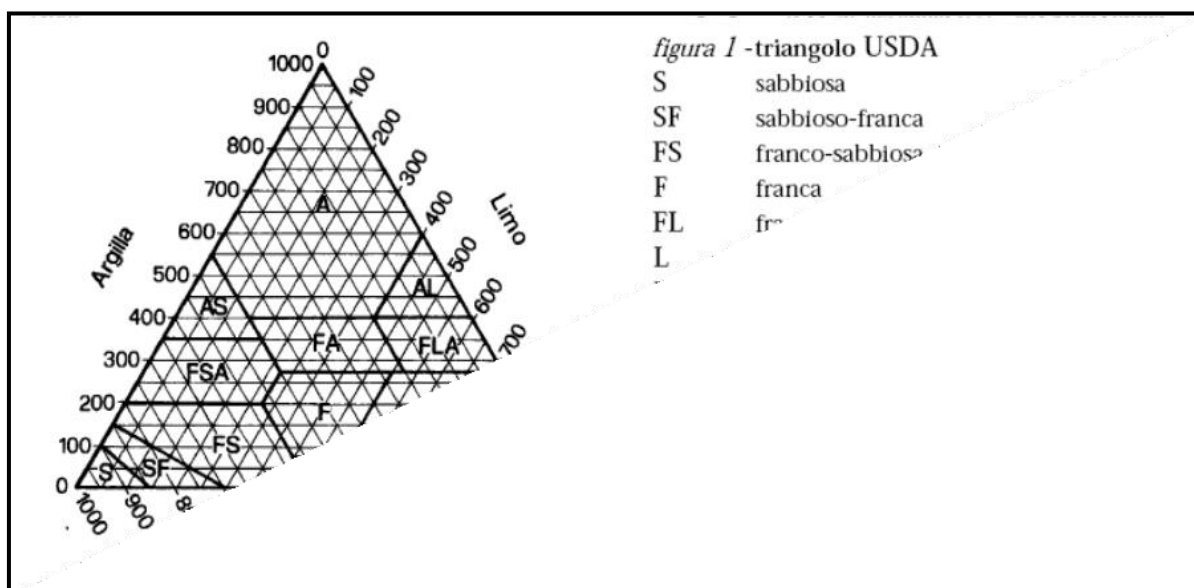


Figura 2-6: Diagramma granulometrico ternario USDA.

Grottole (MT)	
Classificazione (pH in acqua)	Reazione
Ultra acido	< 3,5
Estremamente acido	3,5 - 4,4
Molto fortemente acido	4,5 - 5,0
Fortemente acido	5,1 - 5,5
Moderatamente acido	5,6 - 6,0
Debolmente acido	6,1 - 6,5
Neutro	6,6 - 7,3
Debolmente alcalino	7,4 - 7,8
Moderatamente alcalino	7,9 - 8,4
Fortemente alcalino	8,5 - 9,0
Molto fortemente alcalino	> 9,0

Figura 2-7: Classificazione pH (in H₂O)

Grottole (MT)

Figura 2-8: Classificazione dotazione Sostanza organica

Grottole (MT)	
C.S.C. (meq/100 g di suolo)	Valutazione agronomica (terreni)
< 5	Molto bassa
5 – 10	Bassa
11 – 20	Media
> 20	Alta

Figura 2-9: Classificazione di valutazione agronomica – CSC

Pertanto, gli interventi in oggetto, che saranno correttamente progettati e realizzati, sono compatibili con gli aspetti pedologici dell'area e non comportano rischi per detta componente ambientale.

Per meglio definire il livello di assorbimento e permeabilità nella parte più superficiale del suolo, interessato spesso da attività agricola come le arature o da fessure di disseccamento (*mud cracks*), che ne hanno modificato la permeabilità sub-superficiale favorendone un aumento nei primi centimetri (max 0,8 m), sono state eseguite n. 2 prove di permeabilità a carico variabile in pozzetto superficiale, secondo lo standard A.G.I. 1977:

$$Permeabilità (K) = h_1 - \frac{h_2}{t_2} - t_1 * 1 + \frac{\left(\frac{2h_m}{b}\right)}{27 * \left(\frac{h_m}{b}\right) + 3}$$

Le prove sono state effettuate per tre volte nei *mini-pit* dei saggi pedologici e i risultati sono stati mediati per ottenere un valore di permeabilità più attendibile.

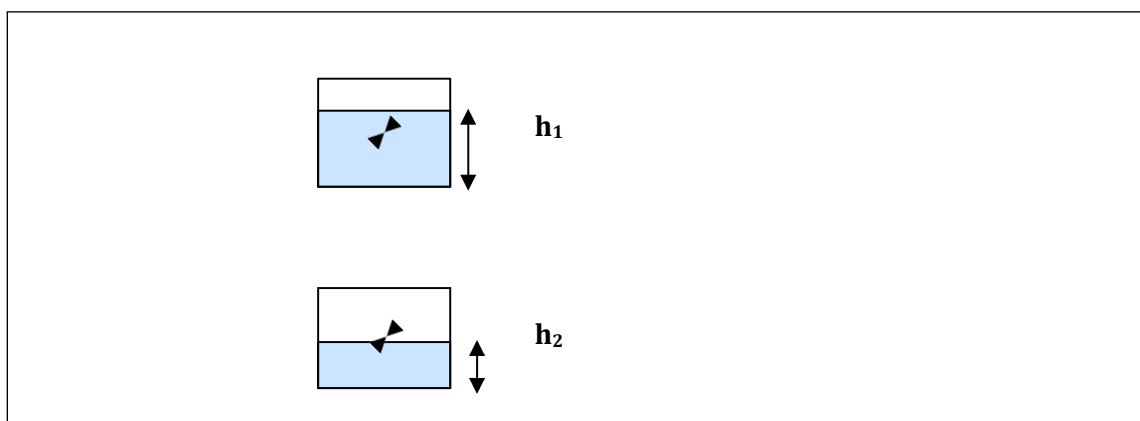


Figura 2-10: Prova di permeabilità a carico variabile in pozzetto superficiale (standard AGI, 1977)

DATI	Unità di misura	Misura 1	Misura 2	Misura 3	Media
h_1 = altezza iniziale del livello dell'acqua	cm	17,0	15,5	14,5	
h_2 = altezza finale del livello dell'acqua	cm	15,5	14,5	13,5	
$t_2 - t_1$ = tempo trascorso per il raggiungimento di h_2	sec	92	114	138	
h_m = altezza media tra h_1 e h_2	cm	16,3	15,0	14,0	
b = lato della base del pozzetto	cm	25,0	25,0	25,0	
K = coefficiente di permeabilità	cm/sec	0,00003	0,00002	0,00001	0,00002

Figura 2-11: Prova di permeabilità a carico variabile in pozzetto n.1

k (m/s)	1	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}	10^{-6}	10^{-7}	10^{-8}	10^{-9}	10^{-10}	10^{-11}
GRADO DI PERMEABILITÀ	alto			medio		basso		molto basso		impermeabile		
DRENAGGIO	buono					povero			praticamente impermeabile			

Figura 2-12: Schema sintetico dei rapporti tra il coefficiente di permeabilità e il drenaggio.

Come si evince dai risultati delle Prove di permeabilità a carico variabile in pozzetto superficiale (standard A.G.I. 1977), il grado di permeabilità è "Basso" e, di conseguenza, il drenaggio è "Povero".

Ciò è imputabile prevalentemente alle caratteristiche granulometriche del suolo che, come si evince dalle prove di laboratorio eseguite, presenta una significativa componente limo-argillosa.

3 CARATTERISTICHE GEOLOGICHE

La Basilicata è una regione per lo più montuosa, bordata ad occidente dai massicci montuosi del Pollino e del Sirino che toccano punte di 2000 m s.l.m., ad oriente è costituita da una fascia collinare che comprende il territorio del materano, della Piana Metapontina e della Valle dell'Ofanto. A nord est della catena appenninica è situato il massiccio vulcanico del Vulture che si eleva oltre i 1300 m s.l.m.

L'assetto geostrutturale della Basilicata è il risultato di una lunga evoluzione geodinamica iniziata nel Triassico con la suddivisione del continente Pangea che ha causato ad oriente la subduzione della Paleotetide e l'apertura della Neotetide e, ad occidente, l'apertura dell' Atlantico.

Durante l'era Mesozoica (250 - 65 milioni di anni fa) tutta la regione era occupata dal mare e godeva di un clima tropicale, per cui sui bassi fondali oceanici si venivano a formare potenti banchi calcarei, a volte anche di origine corallina. Questa era è caratterizzata dalla presenza di ampie piattaforme carbonatiche e di bacini marini profondi che hanno subito periodi di sollevamento e di sprofondamento.

Dall'inizio dell'era Cenozoica (65 milioni di anni fa) essa veniva coinvolta nell'orogenesi alpina e si sollevava in maniera non uniforme. L'evoluzione di questo sistema ha determinato la sovrapposizione, da W verso E, dei diversi domini paleogeografici.

L'appennino meridionale è costituito da una serie di unità tettoniche sovrapposte con vergenza orientale, derivanti dai seguenti domini paleogeografici:

- I terreni alloctoni che costituiscono la parte più interna della catena e sono attribuiti al Complesso liguride (Flysch Calabro-Lucano e Unità del Frido);
- La piattaforma carbonatica appenninica;
- Il bacino Lagonegrese, formato da depositi pelagici e calcareo-clastici, provenienti dai margini delle piattaforme o dalle aree emerse.
- La piattaforma apula, formata da una successione di piattaforma carbonatica, che rappresenta l'elemento basale della catena in quanto si estende al di sotto del sovrascorrimento basale delle Unità Lagonegresi;
- I sedimenti pelagici delle Argille Varicolori, appartenenti al Complesso Sicilide. Questa unità datata Cretaceo-Oligocene, si sarebbe deposta in corrispondenza di un'area di transizione situata tra l'oceano della Tetide alpina e la Piattaforma Appenninica.

Durante il Miocene inferiore (23 milioni di anni fa) inizia la deformazione collisionale provocando la traslazione delle Unità interne Liguridi e Sicilidi sulla Piattaforma Campano-Lucana, dopo l'accavallamento di quest'ultima sulle Unità Lagonegresi.

Tra il Langhiano (15,8 milioni di anni fa) e il Tortoniano (11 Milioni di anni fa) la Piattaforma Campano-Lucana viene deformata ed inclusa nella catena. Il Bacino di Lagonegro è interessato da sedimentazione mista con apporti calcareoclastici provenienti dalla Piattaforma Apula, mentre gli apporti silicoclastici provengono dal fronte della catena in avanzamento.

Durante il Pliocene (5,3 milioni di anni fa), inizia la formazione di un dominio deposizionale bacinale a sedimentazione silicoclastica rappresentato dall'Avanfossa Bradanica. La tettonica distensiva interessa i settori più interni della catena, che risultano dislocati da sistemi di faglie ad andamento prevalente NO-SE. A partire dal Pliocene inferiore termina la subduzione dell'Avampaese Apulo e inizia il sollevamento delle aree esterne della catena e dell'Avanfossa Bradanica. Questa fase tettonica compressiva è tutt'ora attiva.

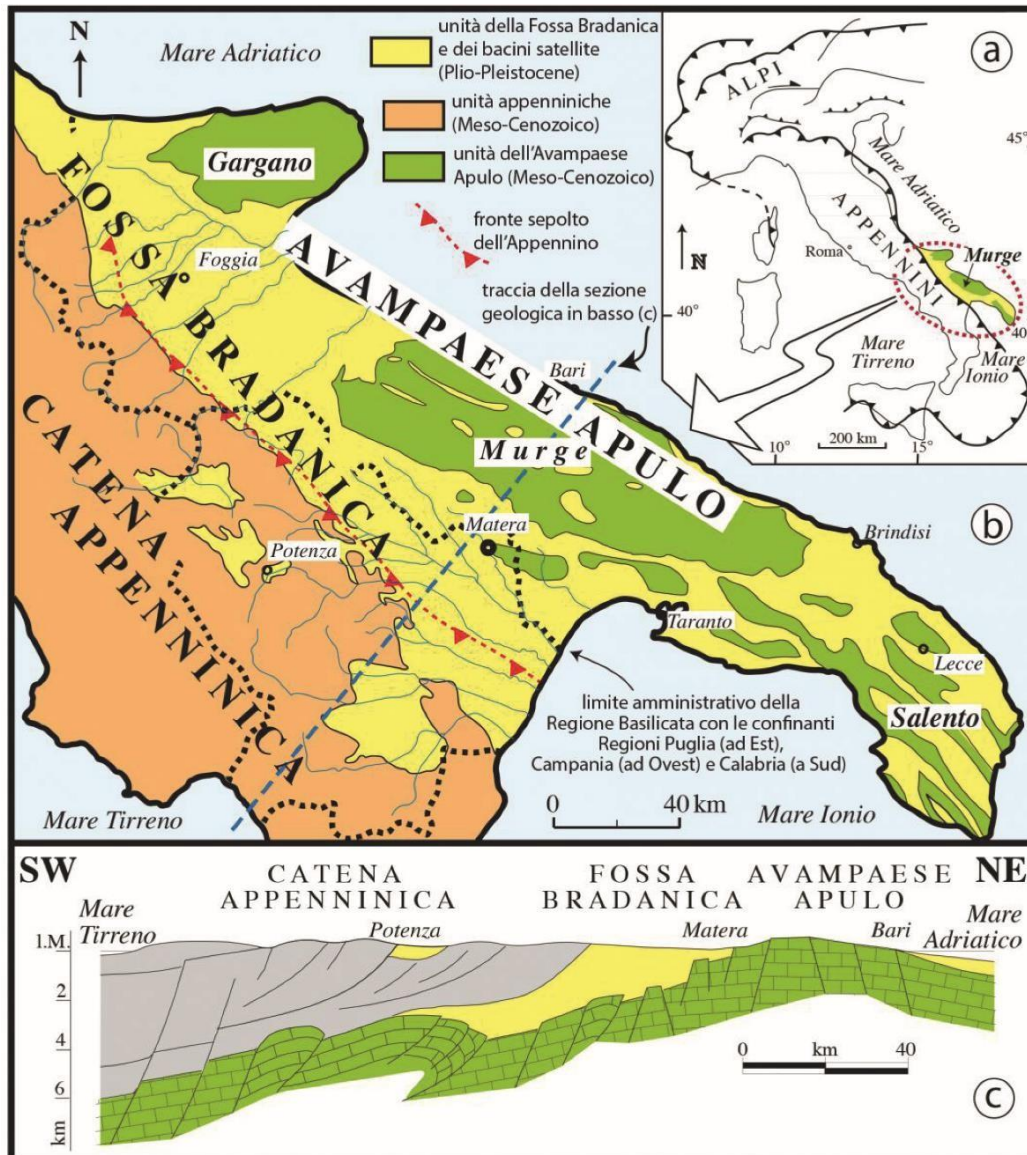


Figura 3-1: Carta geologica schematica dell'Appennino meridionale; a) posizione dell'Avampaese Apulo e della Fossa Bradanica lungo la penisola italiana; b) schema geologico dell'Italia meridionale (da Pieri et al., 1997, mod). c) sezione geologica schematica dell'Italia meridionale (da Sella et al., 1988, mod.).

L'area oggetto di studio ricade in gran parte nell'estremo nord orientale del foglio 200 "Tricarico" e per una piccolissima porzione nel foglio 188 "Gravina di Puglia" della Carta Geologica d'Italia, in scala 1:100.000 e si trova nel foglio CARG 472 "Matera", in scala 1:50.000, non ancora redatto, le cui caratteristiche geologico strutturali sono simili a quelle del foglio adiacente 471 "Irsina".

I depositi che vi affiorano fanno parte del ciclo deposizionale plio-pleistocenico dell'Avanfossa Bradanica. Si tratta di un bacino di sedimentazione depositatosi nel Plio-Pleistocene compreso tra la catena appenninica meridionale ad ovest e le Murge ad est.

La fossa Bradanica è bordata ad occidente da un margine interno, a sedimentazione silicoclastica, costituito da thrust attivi appenninici che provocano la deformazione delle unità tettoniche precedentemente accavallatesi sui depositi di avanfossa pliocenici autoctoni. Il margine orientale invece è costituito da una sedimentazione carbonatica.

In un contesto paleogeografico piuttosto articolato si è formato il complesso di sedimenti che costituisce la successione della Fossa Bradanica, le cui litologie, facies e spessori variano in funzione della loro posizione rispetto ai due margini e possono essere schematicamente ricondotti a :

- Successioni silicoclastiche connesse al margine occidentale del bacino;
- Successioni carbonatiche connesse al margine orientale del bacino;
- Successioni silicoclastiche e miste di colmamento del bacino.

Le successioni silicoclastiche sono in genere costituite da sedimenti siltoso-argillosi con livelli sabbiosi, di notevole spessore (Argille subappennine), all'interno di essi si rinvencono corpi ghiaiosi deltizi (Conglomerato di Serra del Cedro).

Le successioni carbonatiche sono rappresentate dalla Calcarenite di Gravina che passa verso l'alto alle Argille Subappennine. Esse costituiscono i termini trasgressivi della successione della Fossa Bradanica.

Infine le successioni silicoclastiche e miste di colmamento rappresentano la parte alta del ciclo sedimentario bradanico e sono costituite da unità sabbiose e conglomeratiche silicoclastiche e/o miste. Queste poggiano stratigraficamente sulle Argille subappennine con un passaggio, verso l'alto, graduale o erosivo. Questi rappresentano i termini regressivi bradanici, legati alla successiva fase di emersione.

La Fossa Bradanica è solcata longitudinalmente dal Fiume Bradano e dal Fiume Basento, essi sono bordati da depositi alluvionali terrazzati formatosi nel Pliocene medio-superiore a causa di sollevamenti dell'area e da variazioni del livello marino. Essi in genere si trovano stratigraficamente sulle Argille subappennine e sono costituiti da terrazzi di tipo poligenico, con superfici subpianeggianti, leggermente inclinate verso l'alveo e limitate da ripide scarpate. Sono formati per lo più da ghiaie e ciottoli con lenti sabbioso-limose e con spessore limitato.

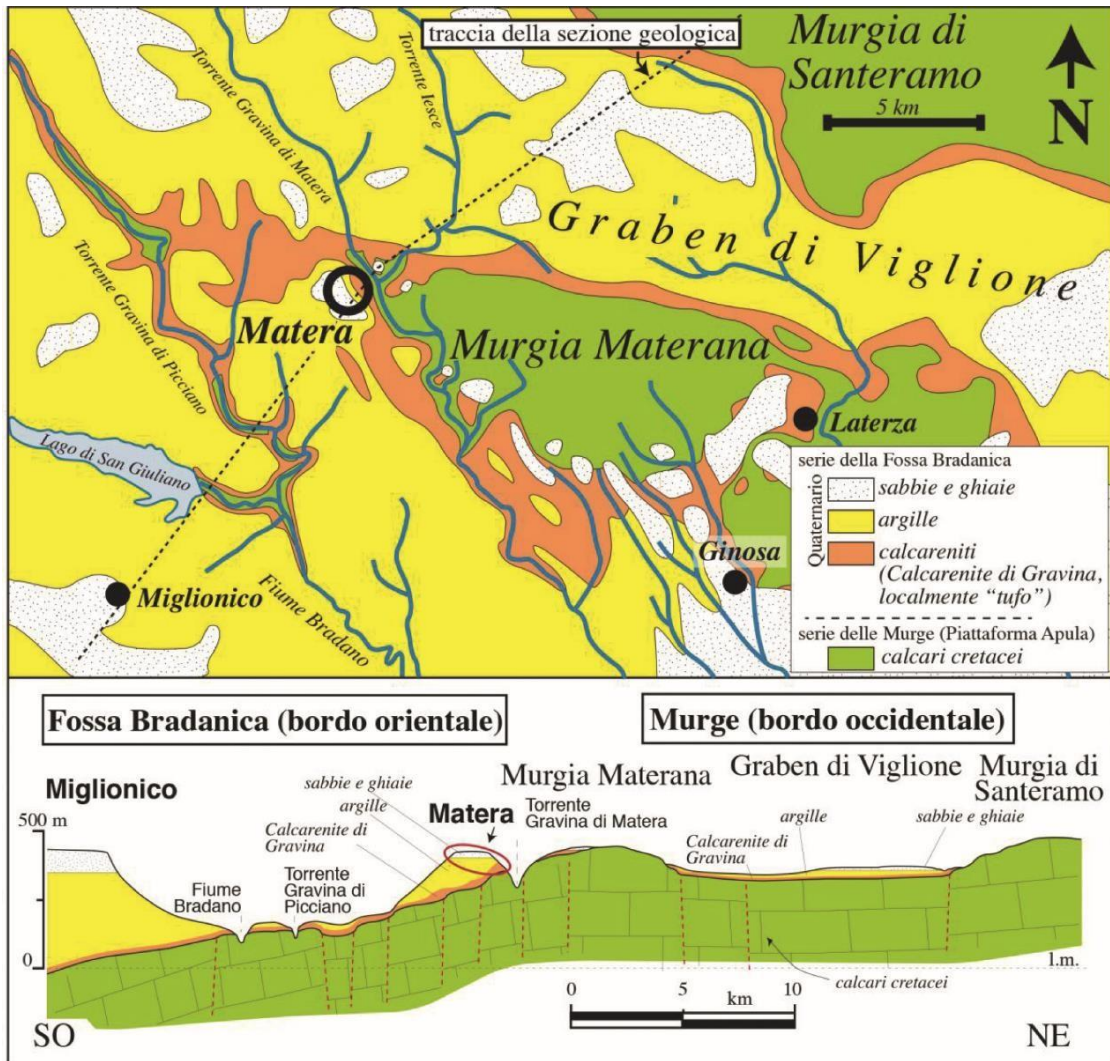


Figura 3-2: Mappa e sezione geologica schematiche della Murgia Materana (da Beneduce et al., 2004).

Nel dettaglio i terreni affioranti in zona appartengono all'unità della Fossa Bradanica, a questa successione sono state attribuite due unità formazionali: le Argille Subappennine, cui si intercala un membro conglomeratico e la sovrastante formazione di Monte San Marco, cui si intercalano sette lenti conglomeratiche. Nei vecchi fogli geologici, in scala 1:100.000 i depositi affioranti nelle porzioni sommitali delle colline della Fossa Bradanica venivano riferiti alla formazione delle Sabbie di Monte Marano passante verso l'alto alla formazione del Conglomerato di Irsina. Nei recenti fogli CARG, in scala 1:50.000 non è stata considerata tale distinzione.

438_21_CON_GEOLOGICA-SISMICA

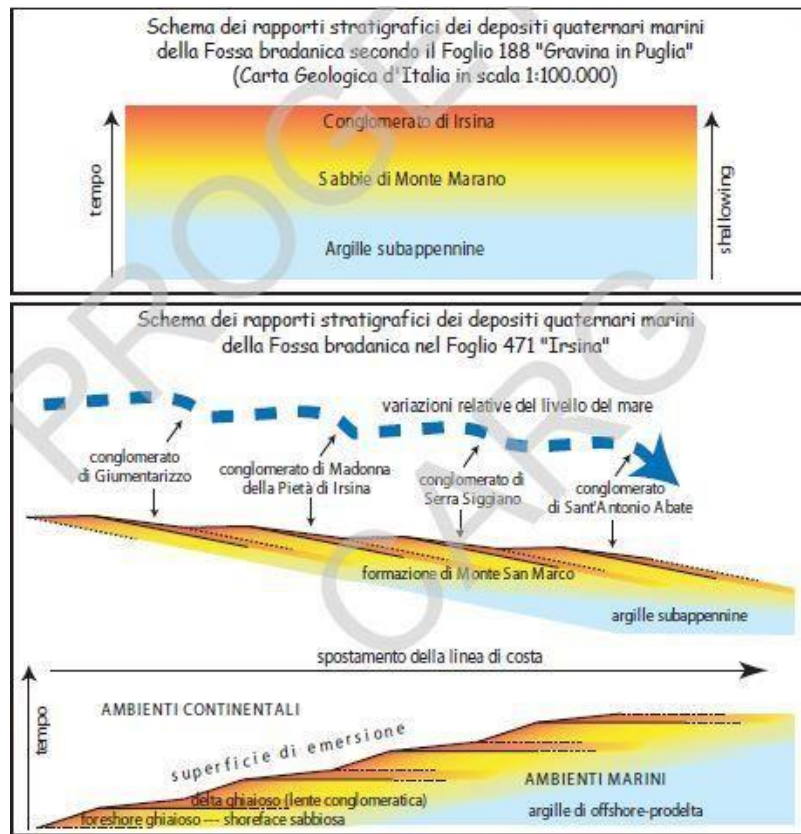


Figura 3-3: In alto, lo schema stratigrafico derivante dalla Carta Geologica d'Italia, Foglio 188 "Gravina in Puglia" (scala 1:100.000); in basso, schema stratigrafico derivante dai rilevamenti del Foglio 471 "Irsina" (scala 1:50.000) (da Sabato et alii, 2004)

L'area di progetto è sita sulle propaggini orientali del Fiume Bradano, i terreni circostanti per la maggior parte sono caratterizzati da sedimenti di copertura formati dai depositi attuali e recenti terrazzati e da depositi alluvionali terrazzati ciottolosi e sabbiosi Olocenici e Pleistocenici. Sono inoltre presenti unità afferenti alla formazione della Fossa Bradanica, denominate nella carta Geologica d'Italia, "Argille di Gravina" o "Argille Subappennine".

- Le "Argille di Gravina" o Argille Subappennine si presentano con uno spessore di circa 400 metri e si tratta della porzione emipelagica post-torbiditica della successione di riempimento della Fossa Bradanica che, in base a dati di profondità, raggiunge uno spessore di almeno 2.000 metri. La formazione è rappresentata da argille siltose, silt argillosi e, a luoghi, da silt sabbiosi di colore grigio-azzurro, con intercalazioni sabbiose o conglomeratiche. L'immersione degli strati è principalmente verso NE con valori massimi di 10-15°. Solo in corrispondenza di alcuni lineamenti tettonici si osserva un andamento differente, con immersioni a NO. Lo spessore degli strati si presenta variabile da pochi centimetri a oltre un metro. L'ambiente di sedimentazione è riferibile a quello di rampa.

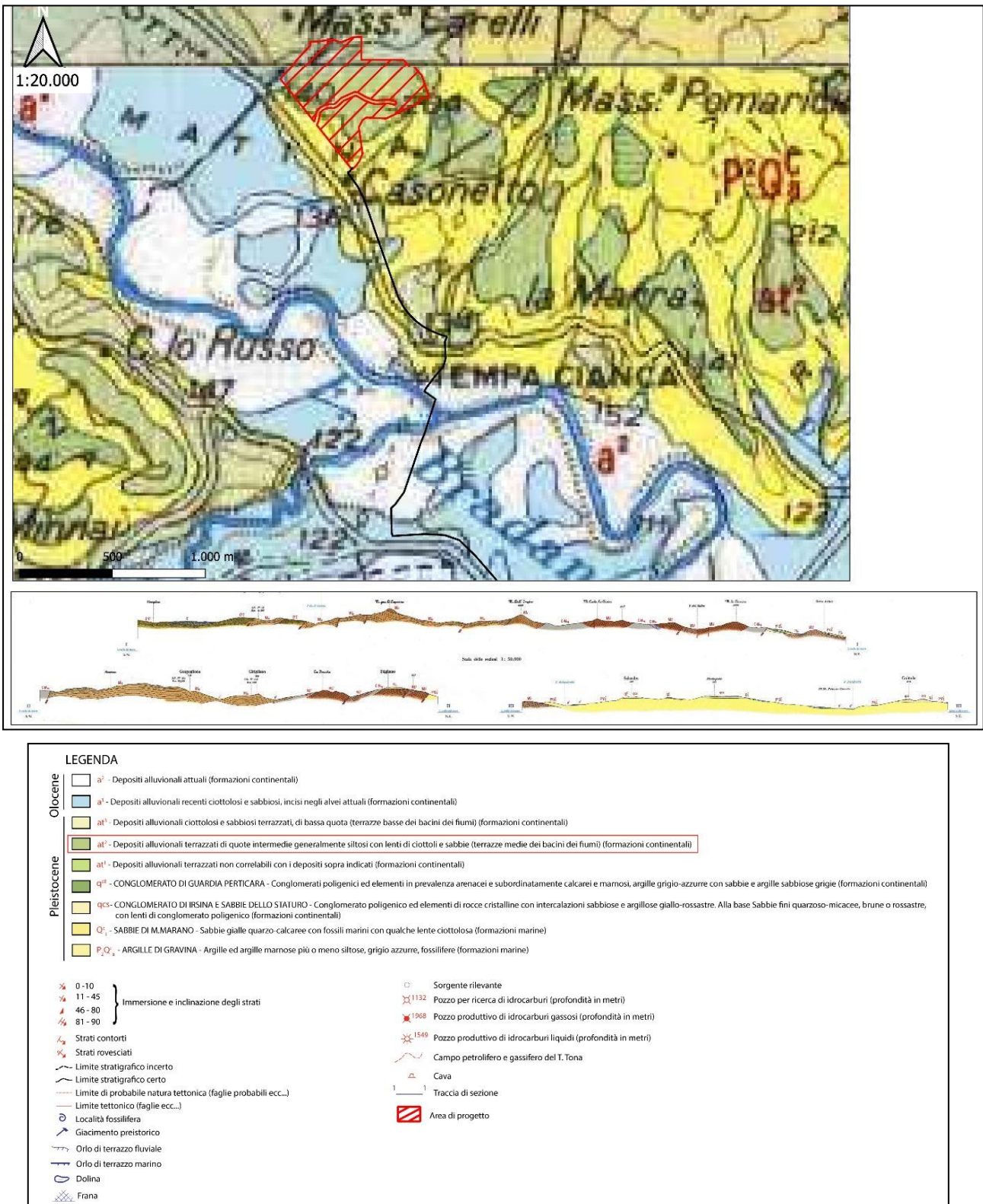


Figura 3-4: Stralcio della carta geologica d'Italia, in scala 1:100.000, foglio 188 "Gravina di Puglia" e 200 "Tricarico"

438_21_CON_GEOLOGICA-SISMICA

Sovrapponendo le aree di progetto con le tavolette I NE “Grottole 1” del foglio 200 “Tricarico” e quella II SE “Santa Maria D’Irsi” del foglio 188 “Gravina di Puglia”, in scala 1:25.000, si ha un dettaglio maggiore di quanto riportato sopra. Le aree in cui verranno ubicati i pannelli e il relativo cavidotto interessano le formazioni descritte in precedenza.

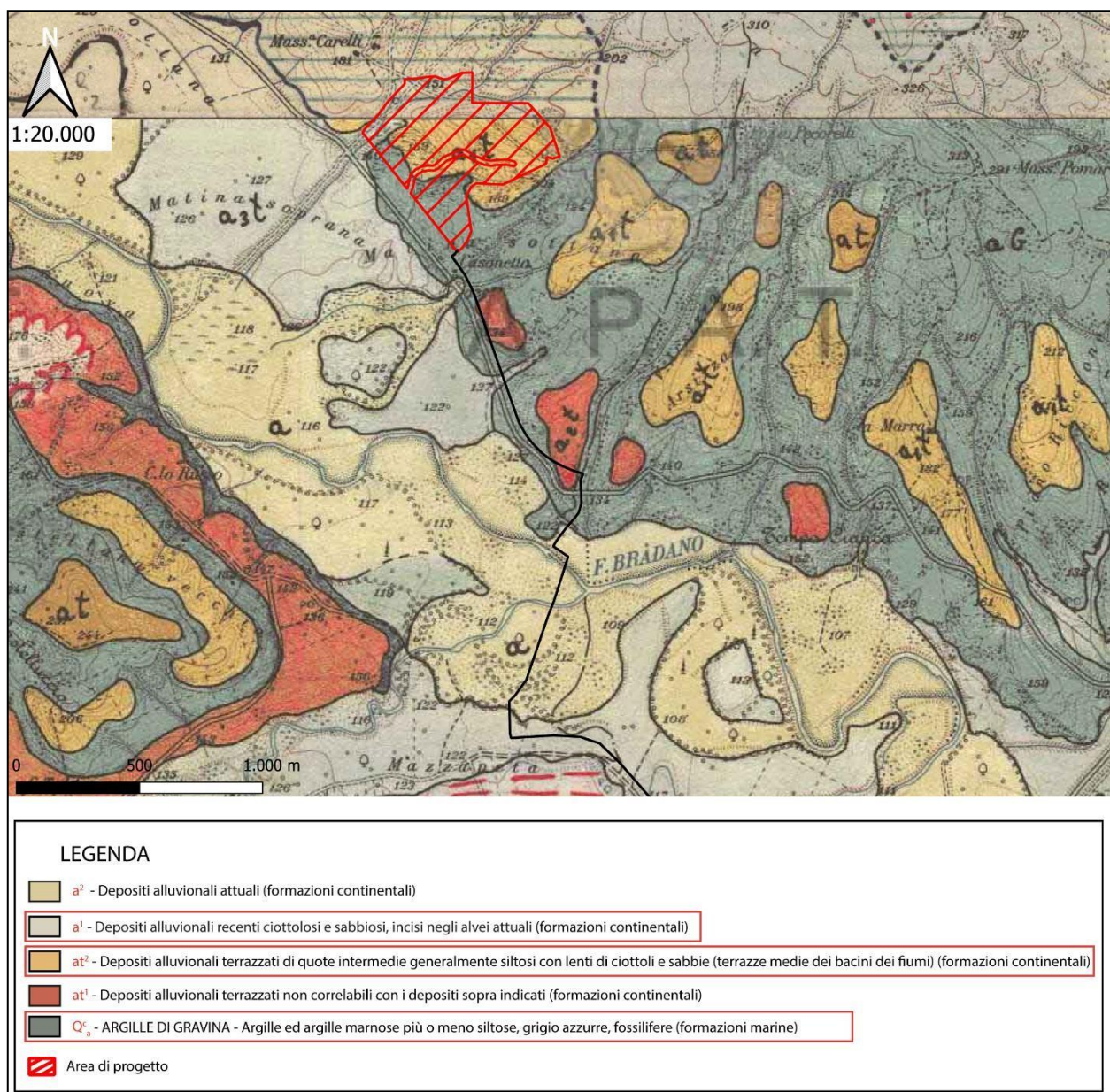


Figura 3-5: Stralcio cartografico, in scala 1:25.000, delle tavolette 200 I NE “Grottole 1” e 188 II SE “Santa Maria D’Irsi”

L'assetto strutturale di questa porzione di Appennino è ampiamente documentato in relazione al sistema Avanfossa-Avampaese da un imponente numero di sondaggi e linee sismiche per ricerca di idrocarburi. Il segmento di catena qui considerato è caratterizzato da un sistema di sovrascorrimenti e pieghe adriatico-vergenti di età neogenico-quaternaria, intersecati da alcune strutture trastensive orientate in direzione antiappenninica. Il dominio di avanfossa si presenta più blando, solo localmente risulta interessato da faglie subverticali. Ad Ovest dell'area di studio si osserva il contatto tra il dominio di catena e quello di avanfossa, ben rappresentato dal thrust Oppido-Lucano-Tricarico, con orientazione NO-SE. L'elemento strutturale più antico dell'unità tettonica di Vaglio di Basilicata è rappresentato da una struttura medio-miocenica che ha causato la sovrapposizione tettonica di unità argillitiche sul flysch numidico. La fossa bradanica si presenta strutturalmente piuttosto blanda, la formazione di Monte San Marco, che si sovrappone stratigraficamente alle argille subappennine, non mostra giaciture indotte da tettonica. Solo localmente la successione risulta disturbata da faglie ad alto angolo.

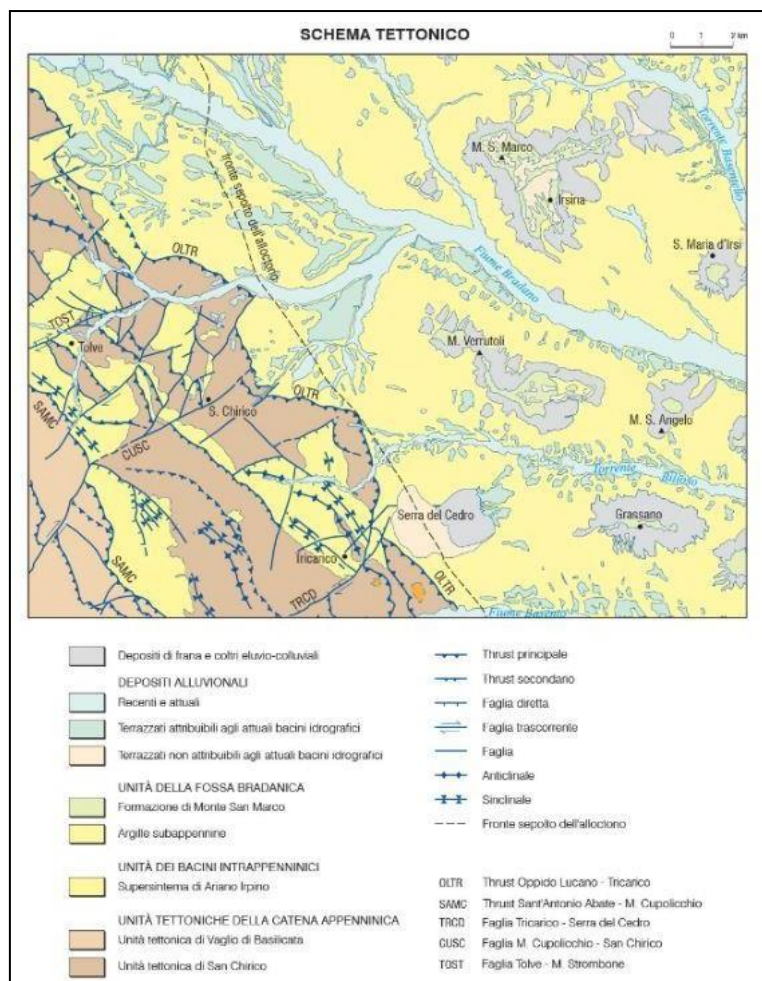


Figura 3-6: Schema tettonico dell'area in esame, estrapolato dal foglio CARG 471 "Irsina", in scala 1:50.000

Dal punto di vista tettonico si osservano dei lineamenti strutturali, orientati in direzione O-E a Sud dell'abitato di Matera. La condizione geostrutturale riconosciuta sul territorio è rappresentata da una sovrapposizione stratigrafica delle formazioni precedentemente descritte ripiegate in anticlinali e sinclinali, con relativo asse di sviluppo.

438_21_CON_GEOLOGICA-SISMICA

Non mancano in un tale contesto strutturale fenomeni tettonici locali quali faglie impostatesi parallelamente agli assi delle suddette pieghe apportando disturbi a tali originarie forme plicative.

Molte di dette faglie hanno rappresentato linee di debolezza lungo le quali si sono impostati i tracciati di varie incisioni torrentizie e fluviali.

Il progetto ITHACA del Dipartimento per il Servizio Geologico d'Italia dell'ISPRA non riporta la presenza di faglie attive e capaci nell'area d'intervento. Gli elementi strutturali capaci di generare terremoti sono tutti siti nelle aree più interne della catana, ad ovest rispetto all'area di progetto.

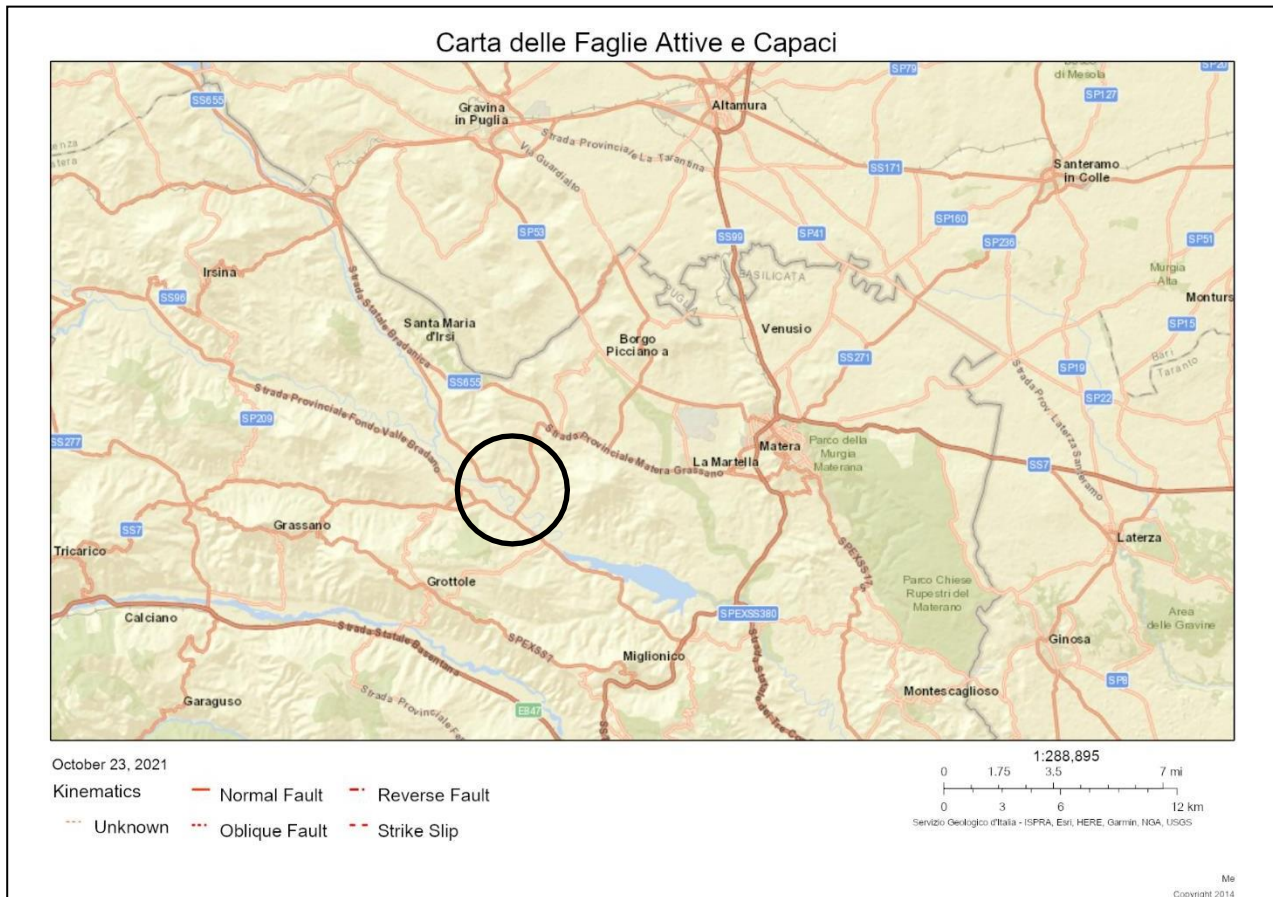


Figura 3-7: Stralcio della cartografia del progetto Ithaca-ISPRA, in nero l'area di progetto.

Gli interventi in oggetto, che saranno correttamente progettati e realizzati, sono compatibili con gli aspetti geologici dell'area e non comportano rischi per detta componente ambientale

4 CARATTERISTICHE SISMICHE

Per la stesura del presente capitolo si sono seguiti i disposti:

- della Legge del 2/02/74 n.64 “Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche”;
- dell’Ordinanza n. 3274 del 20/03/03 della Presidenza del Consiglio dei Ministri, “Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica”;
- del D.M. del 14/09/05 “Norme tecniche per le costruzioni”;
- dall’Ordinanza n. 3519 del 29/04/06 della Presidenza del Consiglio dei Ministri, “Criteri generali per l’individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l’aggiornamento degli elenchi delle medesime zone”;
- del D.M. del 14/01/08 “Nuove Norme tecniche per le costruzioni”, entrato in vigore con Legge n. 77 del 24/06/09;
- della Circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti n. 617 del 2/02/09, “Istruzioni per l’applicazione delle «Nuove norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 14/01/08”;
- del Decreto Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 17/01/2018 “Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni (NTC 2018)”.
- della Deliberazione del Consiglio Regionale n. 731 del 19 novembre 2003 “Prime disposizioni per l’attuazione della Ordinanza della Presidenza del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003 - Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per la costruzione in zona sismica”.

Il modello sismico di riferimento descritto è stato validato e supportato da indagini che lo scrivente ritiene proporzionate, nello specifico, all’importanza dell’opera.

4.1 Storia sismica dell’area

Dall’esame della storia sismica dell’Italia meridionale, che è stato possibile analizzare dall’anno 0 fino ai nostri giorni, è risultato che il territorio in esame è stato interessato da numerosi fenomeni sismici.

Dall’analisi dei dati si è potuto accertare che gli epicentri dei terremoti più significativi sono localizzati soprattutto lungo l’Appennino Meridionale in prossimità con la Campania.

L’area in esame, essendo a ridosso del fronte della catena appenninica ed in prossimità di faglie particolarmente attive, risente di una sismicità i cui effetti hanno avuto ripercussioni sulla stabilità del territorio sin da tempi storici.

L’ultimo evento significativo è stato il terremoto con epicentro in Irpinia nel 1980. La magnitudo di questo evento è stata stimata pari a 6.9 della scala Richter, un valore che comporta effetti fino al grado X della scala Mercalli-Cancani-Sieberg (MCS).

Gli eventi sismici più forti, verificatisi in epoca storica nelle vicinanze dell’area in studio sono:

- il terremoto del 1273, per il quale si dispone di poche notizie e relative alla sola città di Potenza;
- il terremoto dell’8 settembre 1694, che colpì gran parte dell’area appenninica meridionale e causò circa 6.000 morti;

- il terremoto del 16 dicembre 1857 (X-XI grado Mercalli, magnitudo 7.1) che in Basilicata colpì una vasta area e in particolare la Val d'Agri. Moltissime località delle provincie di Potenza e Matera subirono danni e, solo in Basilicata, morirono 9257 persone su un totale di circa 11000 vittime.

La causa dei fenomeni sismici dell'area risiede nelle dinamiche che hanno generato gli Appennini, dinamiche tutt'oggi attive. Durante l'Oligocene, ossia circa 34 ÷ 23 milioni di anni fa, l'attuale Mare Adriatico era costituito da un bacino di mare poco profondo che ospitava una serie di piccole isole calcaree, paragonabili a quelle dell'attuale Dalmazia. Ad ovest di questa placca vi era uno stretto corridoio marino più profondo (Bacino Lagonegrese-Molisano) che nel Miocene ha attivato nel Mediterraneo Occidentale delle dorsali che hanno poi portato alla separazione della Sardegna e della Corsica dal continente.

Oggi in Basilicata l'orogenesi ha ormai interessato anche il Bacino Lagonegrese-Molisano, del quale si rivengono soltanto dei sedimenti argillosi di mare profondo. Esso è andato a ricoprire la parte più occidentale della Piattaforma Apula, che è andata così a costituire l'area di avanfossa dell'Appennino meridionale, un'area ad elevata subsidenza parallela al fronte lungo il quale avanza la catena montuosa. Questa zona è soggetta a tensioni dovute alle spinte dell'Appennino che generano una serie di faglie causa della sismicità.

Durante il Pliocene, ossia 5 ÷ 2 milioni di anni fa, il mare tornò a ricoprire parte della Piattaforma Apula, in particolare l'area più occidentale, che costituisce l'attuale Fossa Bradanica. In questo periodo si depositarono i sedimenti di origine continentale che si rinvergono attualmente, formati dallo smantellamento da parte degli atmosferici della neonata catena appenninica e trasportati dai corsi d'acqua. Quando poi questi territori sono emersi, i fiumi che li hanno percorsi, come il Bradano e il Basento, hanno formato le attuali valli. I sismi che si registrano interessano una zona non lontana dall'area di avanfossa, che risente maggiormente delle tensioni causate dall'orogenesi appenninica.

La Regione Basilicata, con Deliberazione del Consiglio Regionale n.731 del 19 novembre 2003 ha recepito i disposti dell'Ordinanza n. 3274 del 20/03/03 della Presidenza del Consiglio dei Ministri recante "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica", suddividendo il territorio regionale nelle quattro zone previste dalla nuova normativa.

Di queste 4 zone, le prime corrispondono dal punto di vista della relazione con gli adempimenti previsti dalla Legge 64/74 alle zone di sismicità alta (S = 12), media (S = 9) e bassa (S = 6), mentre per la zona 4, di nuova introduzione, si dà facoltà alle regioni di imporre l'obbligo della progettazione antisismica. Come accennato, i terremoti dell'area in esame sono strettamente connessi alla sismicità della fascia appenninica, che sono sede di sismicità rilevante, anche se distribuita in modo non omogeneo.

Il "modello sismogenetico" del GNDT suddivide questa fascia appenninica in alcune zone sismogenetiche. Secondo "NT4.1, un catalogo dei terremoti di area italiana al di sopra della soglia di danno" del GNDT, le zone più attive con riflessi in area sono la 62 e la 63.

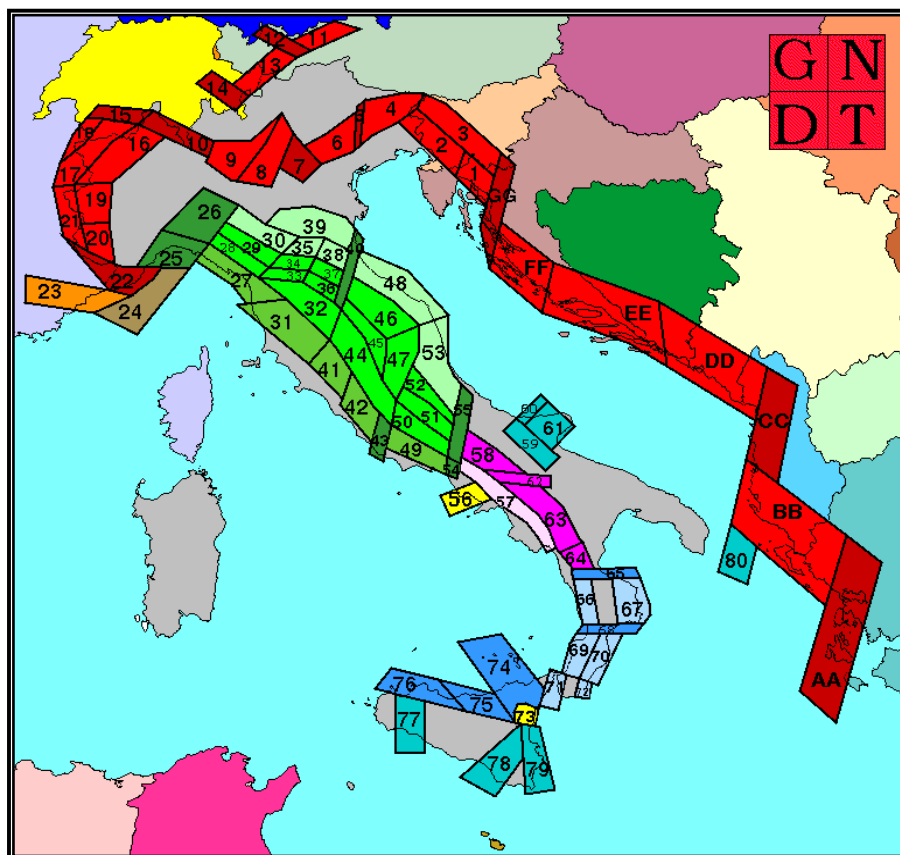


Figura 4-1: Schema della zonazione sismogenetica ZS.4

Zone "62-63"

- Zone legate alla disattivazione del sistema catena-avanfossa nell'Appennino meridionale e alla rotazione antioraria dell'Adria.
- Meccanismi attesi: dip-slip con assi T SW-NE.

Nella più recente zonazione ZS9 il territorio di Grottole ricade nei pressi della zona 926. La zona è orientata O-E ed in essa è da collocare quasi tutta la sismicità dell'area; Grottole ricade in prossimità della faglia sismogenetica ITCS005 Baragianello-Palagianello che è generalmente ritenuta attiva.

Prima del 1983 la classificazione sismica non si basava su studi sismologici approfonditi, ma era definita posteriormente ad un evento sismico attraverso i rilevamenti macrosismici dei danni subiti nei comuni colpiti dai terremoti.

438_21_CON_GEOLOGICA-SISMICA

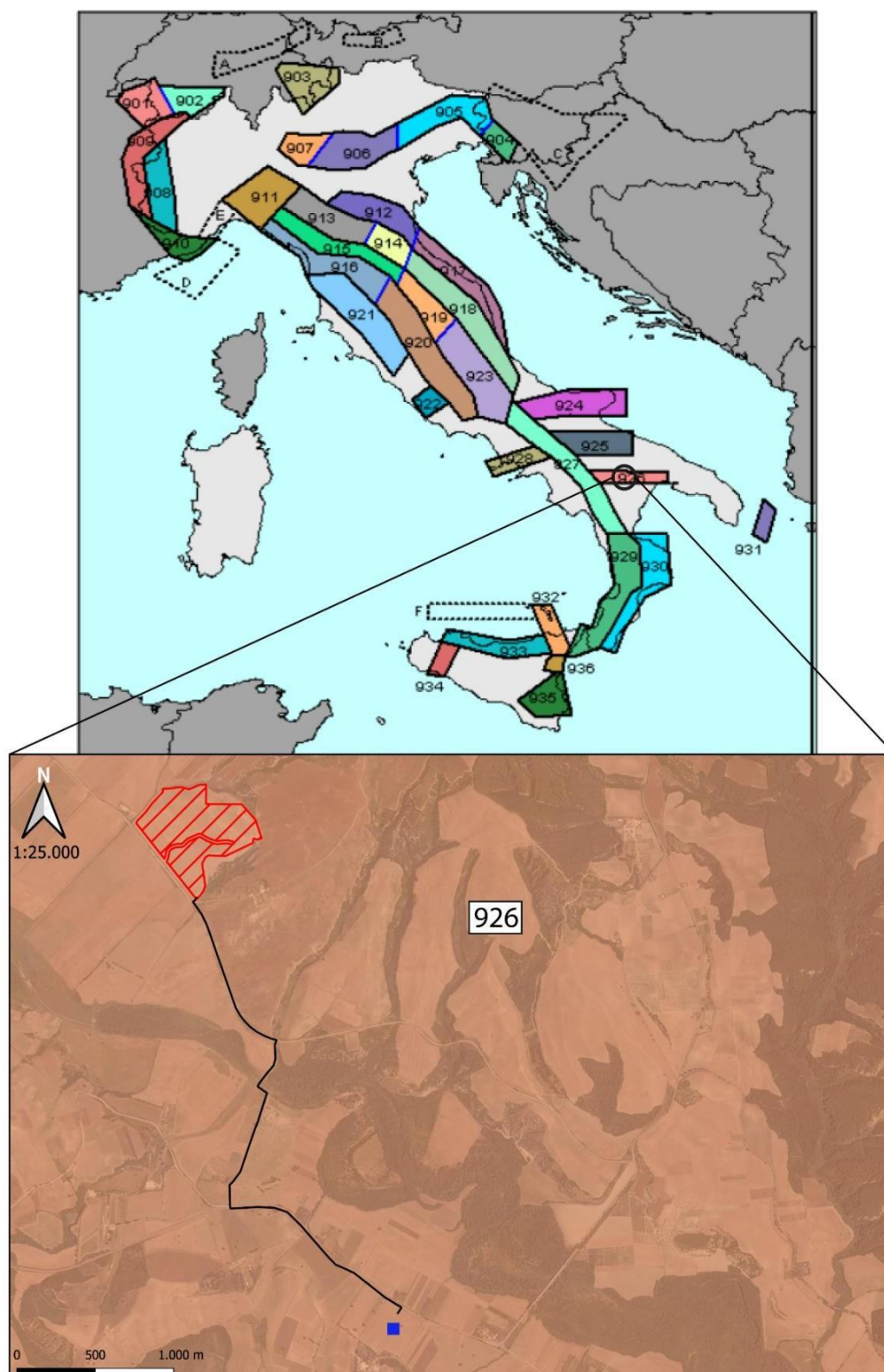


Figura 4-2: Schema delle zone sismogenetiche ZS.9 in alto e overlapping delle aree di intervento in basso.

Di seguito la storia sismica di Grottole, elaborata sulla base dei dati INGV – DBMI15 relativi al Database delle osservazioni macrosismiche dei terremoti italiani.

Int	Ye	Mo	Da	Ho	Mi	Se	Epicentral Area	Io	Mw
8	1857	12	16	21	15		Basilicata	11	7,12
6-7	1885	12	24	10	50		Basilicata	6-7	5,09
4	1887	12	3	3	45		Calabria settentrionale	8	5,55
NF	1905	9	8	1	43		Calabria centrale	10-11	6,95
5-6	1930	7	23	0	8		Irpinia	10	6,67
5-6	1956	1	9	0	44		Materano	6	4,72
NF	1963	2	13	12	45		Potentino	7	5,19
5-6	1978	9	24	8	7	44	Materano	6	4,75
6-7	1980	11	23	18	34	52	Irpinia-Basilicata	10	6,81
6-7	1990	5	5	7	21	29,61	Potentino		5,77
5-6	1990	8	28	19	2	52,35	Potentino		4,21
4	1991	4	18	19	24	3,06	Piana di Metaponto		4,13
5-6	1991	5	26	12	25	59,42	Potentino	7	5,08
3	1996	4	3	13	4	34,98	Irpinia	6	4,9
NF	2006	5	29	2	20	6,26	Gargano		4,64
NF	2006	6	22	19	34	58,34	Costa calabra		4,7

Legenda

Int = Intensità al sito (MCS)
 Ye/Mo/Da/Ho/Mi/Se = Anno-Mese-Giorno-Ora-Minuti- Secondi
 Epicentral Area = Denominazione dell'area dei maggiori effetti
 Io = Intensità massima (MCS)
 Mw = Magnitudo momento

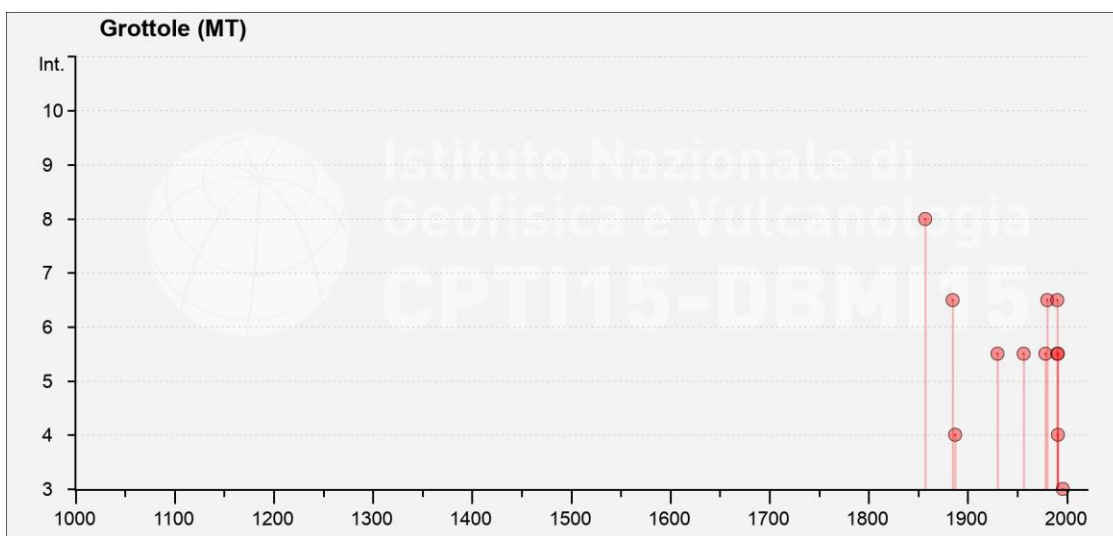


Figura 4-3: Storia sismica di Grottole.

(fonte: INGV - DBMI04, Database osservazioni macrosismiche dei terremoti italiani)

Dal punto di vista sismogenetico, il territorio di Grottole è sito poco a nord di un'importante sorgente denominata nel DISS (Database of Seismogenic Sources) Baragiano-Palagianello, orientata circa Ovest-Est con andamento quasi verticale. Tale struttura risulta attiva fino alla profondità di 22 km, confermata dalla parziale riattivazione di alcuni segmenti durante le sequenze sismiche dell'area nel 1990-91.

Si pensa che questa sorgente sia un sistema di faglie profonde e cieche, una parte del meccanismo tettonico che sembra caratterizzare l'intero dominio sismogenico ad Est della dorsale appenninica meridionale, e forse anche di quelli centrali. Il settore occidentale di questa sorgente comprende la faglia causale del terremoto del 1990, un evento i cui parametri sismologici ricordano molto da vicino le caratteristiche della ben studiata sequenza molisana del 2002 che si è verificata molto a nord di quest'area.

La sequenza 1990-91 ha mostrato che il meccanismo che governa l'attuale riattivazione laterale destra delle zone di taglio regionale profonde e longeve che interessano l'avampiede adriatico non si limita ai segmenti illuminati dai terremoti molisani del 2002, ma piuttosto suggerisce l'esistenza di un ampio dominio sismogenico che pone nuove questioni riguardo alla sua possibile spiegazione e interazione (se presente, ea quale profondità) con estensione lungo l'Appennino. Ad ovest questa sorgente cede il passo all'andamento NO-SE, principale asse estensionale dell'Appennino meridionale.

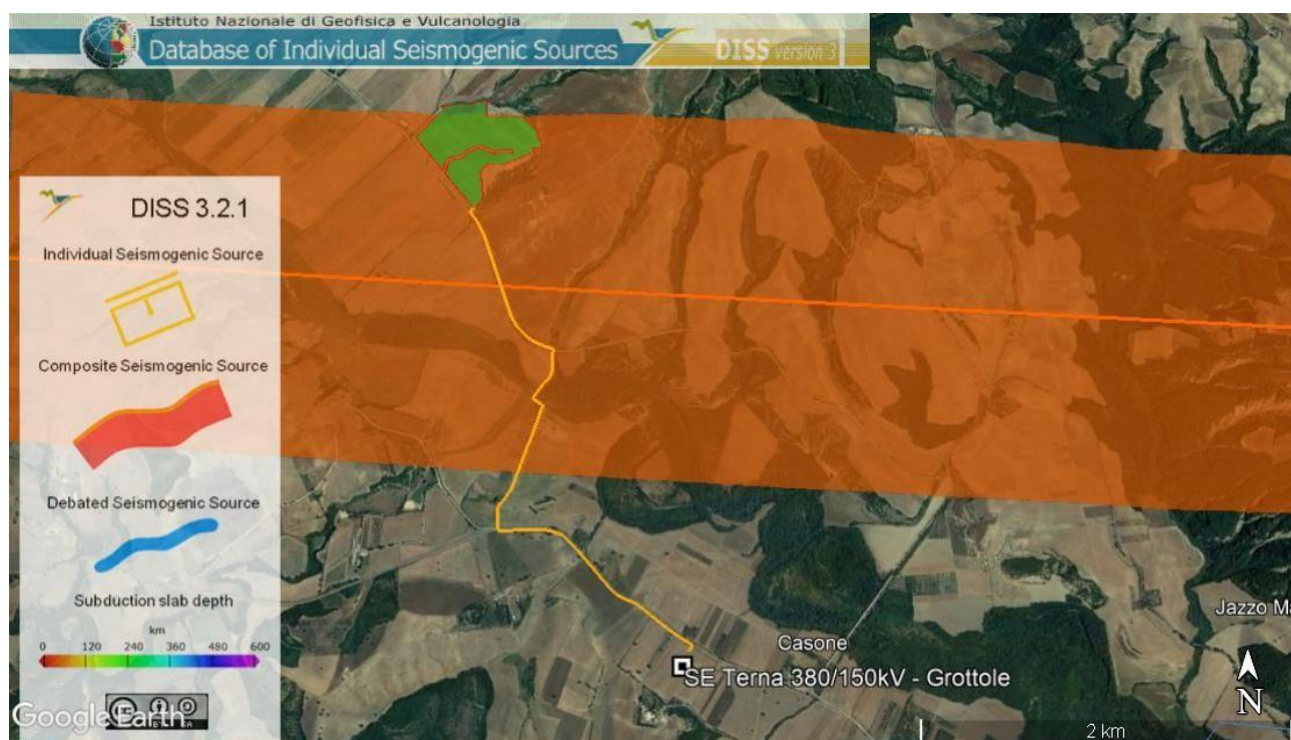


Figura 4-4: Stralcio cartografico del DISS, con overlapping delle aree di progetto.

4.2 Classificazione sismica dell'area

Attualmente le nuove Norme Tecniche sulle Costruzioni, emanate con il D.M. Infrastrutture del 14/01/2008, hanno superato il concetto di sola zonazione sismica. Ciò nonostante, resta pur sempre la valenza della classificazione sismica del 2003 nella scelta delle indagini geologiche e negli studi di microzonazione sismica al fine di garantire un idoneo e differenziato controllo della compatibilità

438_21_CON_GEOLOGICA-SISMICA

geomorfologica in prospettiva sismica. Con l'OPCM 3519/06 l'intero territorio nazionale viene suddiviso in 4 zone sulla base del differente valore dell'accelerazione di picco a_g su terreno a comportamento rigido, derivante da studi predisposti dall'INGV-DPC. Gli intervalli di accelerazione (a_g) con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni sono stati rapportati alle 4 zone sismiche indicate dall'OPCM 3519/06.

ZONA SISMICA	ACCELERAZIONE CON PROBABILITÀ DI SUPERAMENTO PARI AL 10% IN 50 ANNI
1	$a_g > 0,25$
2	
3	
4	

Figura 4-5: Suddivisione zone sismiche in relazione all'accelerazione di picco su terreno rigido.

Con la classificazione sismica ai sensi dell'O.P.C.M. 3274/2003, il territorio del Comune di Grottole ricade in "Zona sismica 3", ritenuta a bassa sismicità e che può essere soggetta a scuotimenti modesti.

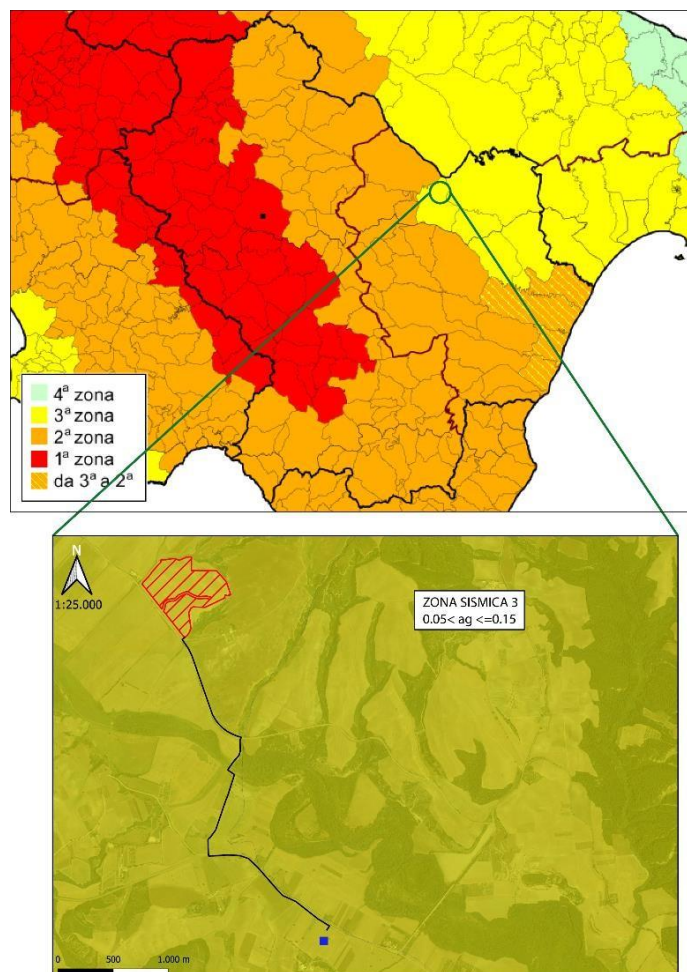


Figura 4-6: Stralcio della Zonizzazione Sismica della Regione Basilicata (O.P.C.M. 3274/2004).

438_21_CON_GEOLOGICA-SISMICA

Sulla base degli elaborati dell'OPCM n.3519/06, si rileva che l'area in esame è interessata da valori di a_g pari a $0,150 \div 0,175$.

Tali valori presentano una variabilità non sostanziale, per una probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (tempo di ritorno 475 anni) che si tramuta in valori di possibile intensità del terremoto molto simile fra le diverse zone del territorio.

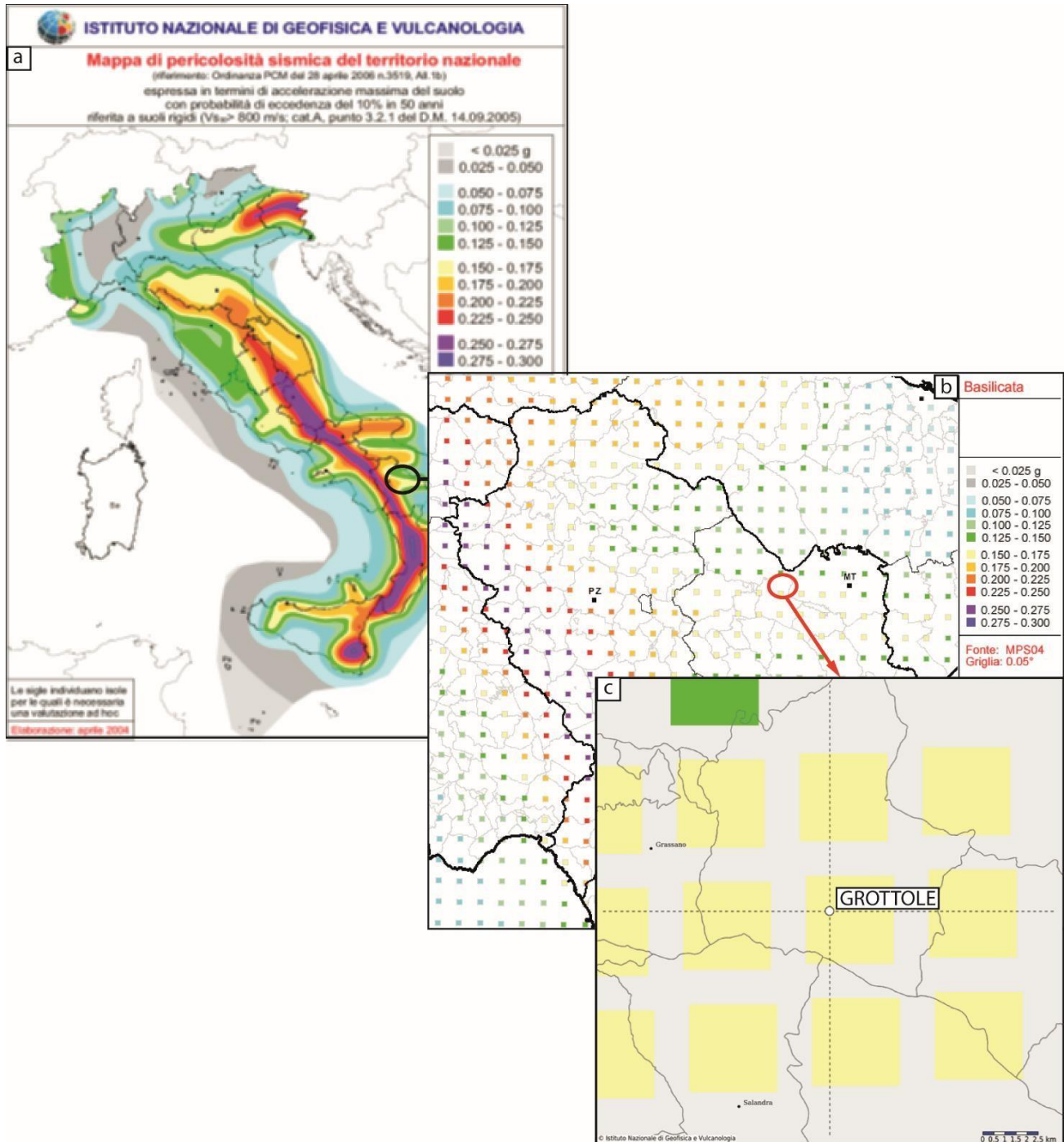


Figura 4-7: a) Mapa di pericolosità sismica (INGV, 2004); b) Mapa di pericolosità sismica (punti di griglia: parametri dello scuotimento a_g ; probabilità di superamento del 10% in 50 anni; percentile 50); c) Particolare - mappa di pericolosità sismica.

438_21_CON_GEOLOGICA-SISMICA

La magnitudo media (magnitudo locale media MI e non di momento Mw) è pari a 5,04 con deviazione standard di 0,82.

Per la stima della magnitudo caratteristica dall'area in esame si è fatto ricorso ai dati e alla tabella di disaggregazione della pericolosità sismica, per il nodo della griglia INGV-2004 prossimo all'area in esame.

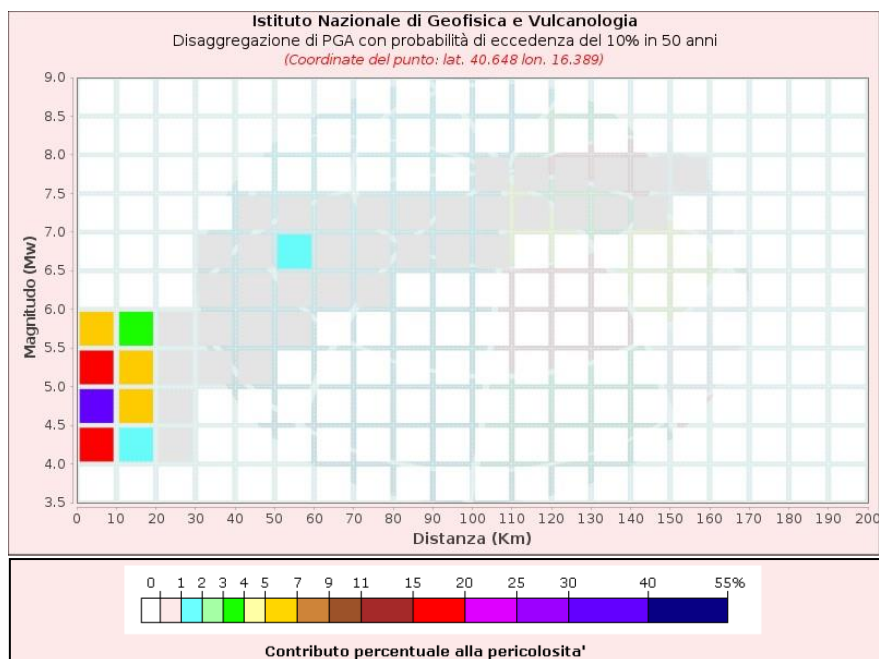


Figura 4-8: Dati di disaggregazione relativi a Grottole.

Disaggregazione di PGA con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (Coordinate del punto: lat. 40.648 lon. 16.389)											
Distanza (Km)	Magnitudo (Mw)										
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.0000	17.6000	32.0000	17.6000	6.5000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
10-20	0.0000	1.8800	5.8400	5.9000	3.4100	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
20-30	0.0000	0.0026	0.2450	0.7120	0.6330	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
30-40	0.0000	0.0000	0.0000	0.0651	0.2360	0.2890	0.5050	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
40-50	0.0000	0.0000	0.0000	0.0005	0.0935	0.3960	0.8720	0.2640	0.0000	0.0000	0.0000
50-60	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0103	0.3260	1.0300	0.7560	0.0000	0.0000	0.0000
60-70	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.1080	0.7020	0.6660	0.0000	0.0000	0.0000
70-80	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0126	0.3380	0.4330	0.0000	0.0000	0.0000
80-90	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0986	0.1980	0.0000	0.0000	0.0000
90-100	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0231	0.0912	0.0000	0.0000	0.0000
100-110	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0029	0.0402	0.0033	0.0000	0.0000
110-120	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0180	0.0061	0.0000	0.0000
120-130	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0069	0.0041	0.0000	0.0000
130-140	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0018	0.0022	0.0000	0.0000
140-150	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0003	0.0010	0.0000	0.0000
150-160	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0000	0.0000
160-170	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
170-180	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
180-190	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
190-200	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Figura 4-9: Tabella di disaggregazione relativi a Grottole.

Sulla base della normativa vigente (NTC 2018) ed in riferimento alle azioni sismiche di progetto, i terreni di fondazione sono classificabili in cinque categorie principali (A, B, C, D ed E), che sono individuate dai valori della velocità media delle onde di taglio nei primi 30 m del sottosuolo ($V_{S,eq}$).

Per $V_{S,eq}$ s'intende la media pesata delle velocità delle onde di taglio negli strati fino a 30 metri di profondità dal piano di posa della fondazione, calcolata secondo la seguente relazione:

$$V_{S,30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_{S,i}}} \text{ [m/s]}$$

Dove:

- h_i = spessore (m) dell'i-esimo strato compreso nei primi 30 m;
- $V_{S,i}$ = velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato;
- N = numero di strati compresi nei primi 30 m di profondità.

Le recenti Norme Tecniche 2018, le cinque categorie di profilo stratigrafico sono così definite:

A) 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.

B) Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine 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

C) Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine 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.

D) Depositati di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fine 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.

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.

Dai risultati della prova MASW (vedi Relazione Geologica) si evince che la velocità equivalente calcolata ($V_{S,eq}$) è risultata pari a 291 m/s, pertanto si colloca all'interno della fascia di valori che identifica nelle N.T.C. 2018 la categoria di sottosuolo "C".

In riferimento alle caratteristiche della superficie topografica, l'area in esame è ubicata in corrispondenza di una superficie pianeggiante, pertanto è classificabile come "T1".

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 $i > 30^\circ$

Figura 4-10: Categoria topografica in funzione dell'inclinazione della superficie (NTC, 2018)

In riferimento alla categoria topografica, l'area in esame è ubicata in corrispondenza di una superficie pianeggiante e pertanto è classificabile come "T1", corrispondente ad un coefficiente di amplificazione topografica S_T pari a 1,0.

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 del rilievo	1.2
T4	In corrispondenza della cresta del rilievo	1.4

Figura 4-11: Categoria topografica in funzione dell'ubicazione dell'opera (NTC, 2018)

In relazione a quanto stabilito dalle norme vigenti in materia, la verifica dell'azione sismica nella progettazione delle nuove opere sarà valutata mediante un'analisi puntuale della risposta sismica locale.

Pertanto, ad integrazione della stima preliminare dell'azione sismica in precedenza riportata ed impostata sulle "categorie di sottosuolo", nonché della pericolosità sismica di base relativa al reticolo di punti di riferimento per l'area in esame e ai rispettivi valori di a_g e dei parametri spettrali riferiti all'accelerazione orizzontale, si riportano in allegato i risultati delle verifiche ottenute con l'impiego del software Spettri-NTC ver.1.0.3 (Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici).

In particolare, il calcolo è stato impostato assegnando la classe d'uso "I" ($C_u = 0,7$) e la vita utile dell'opera pari a "50 anni".

Tab. 2.4.I – Valori minimi della Vita nominale V_N di progetto per i diversi tipi di costruzioni

TIPI DI COSTRUZIONI		Valori minimi di V_N (anni)
1	Costruzioni temporanee e provvisorie	10
2	Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari	50
3	Costruzioni con livelli di prestazioni elevati	100

Figura 4-12: Tipologia delle costruzioni e relativi valori minimo di V_N (NTC, 2018)

438_21_CON_GEOLOGICA-SISMICA

Classe d'uso	I	II	III	IV
Coefficiente C_u	0.7	1.0	1.5	2.0

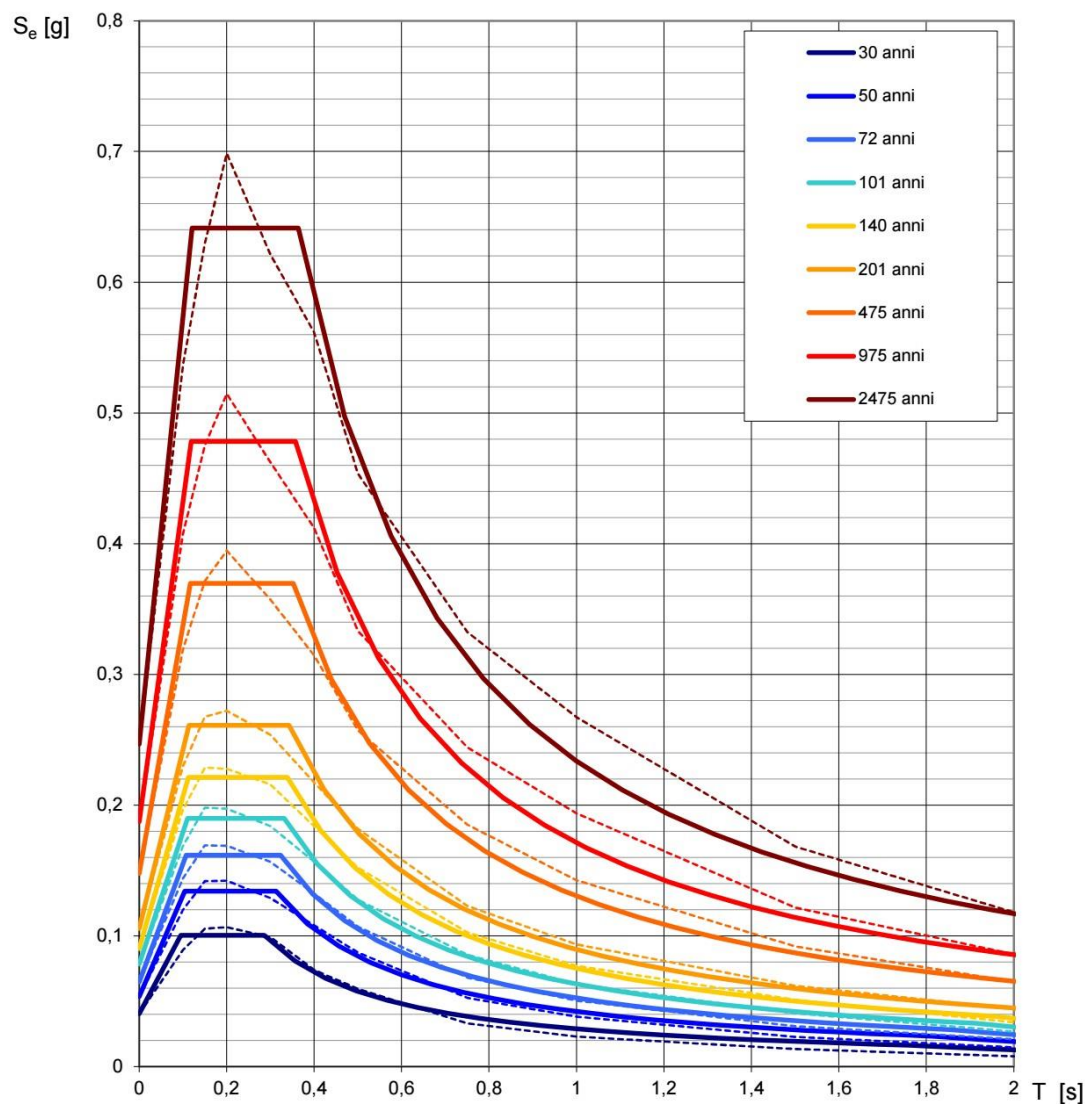
Figura 4-13: Classe d'uso e relativi coefficienti C_u (NTC, 2018)

In allegato gli spettri e i relativi parametri ottenuti dai calcoli effettuati.

Gli interventi in oggetto, che saranno correttamente progettati e realizzati, sono compatibili con gli aspetti tettonici e sismici dell'area e non comportano rischi per detta componente ambientale.

Elaborazioni effettuate con "Spettri NTC ver. 1.0.2"

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



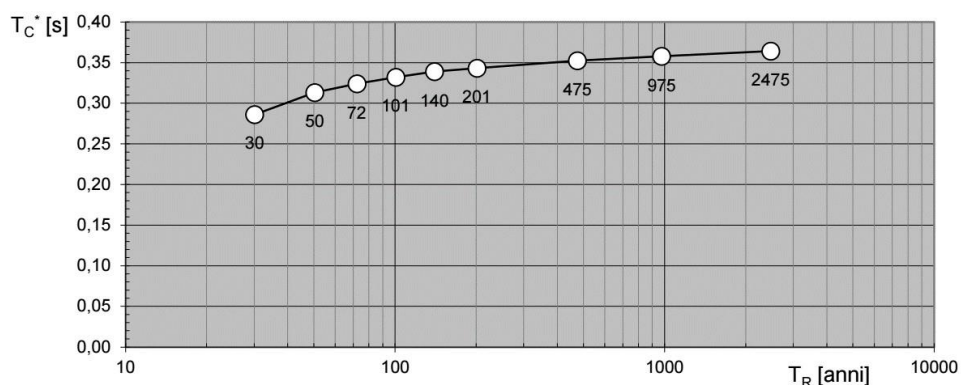
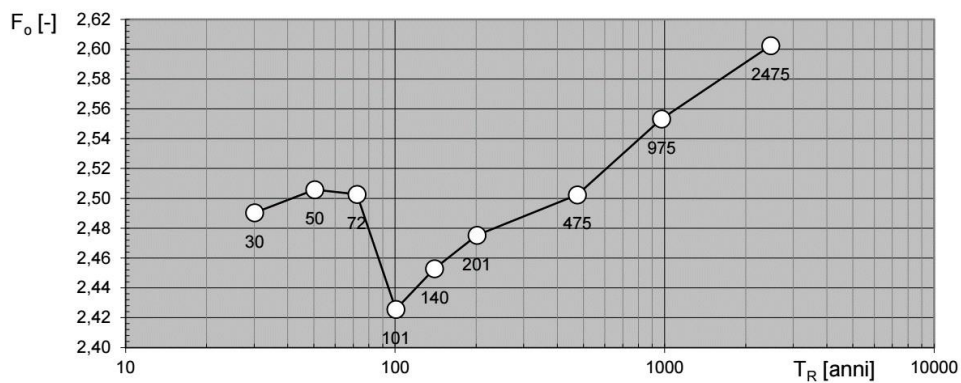
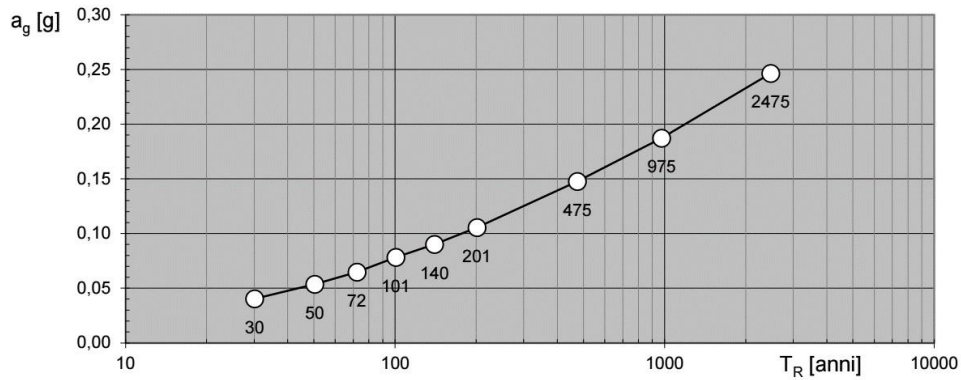
NOTA:

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.

Elaborazioni effettuate con "Spettri NTC ver. 1.0.2"

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



La verifica dell'ideoneità 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.

Elaborazioni effettuate con "Spettri NTC ver. 1.0.2"

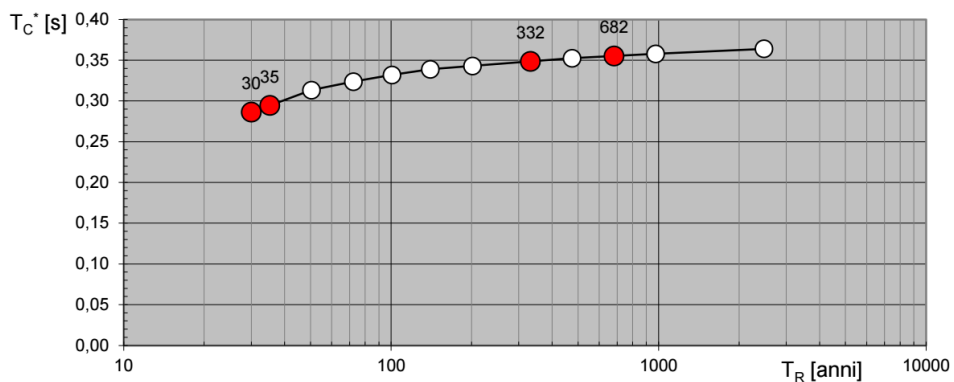
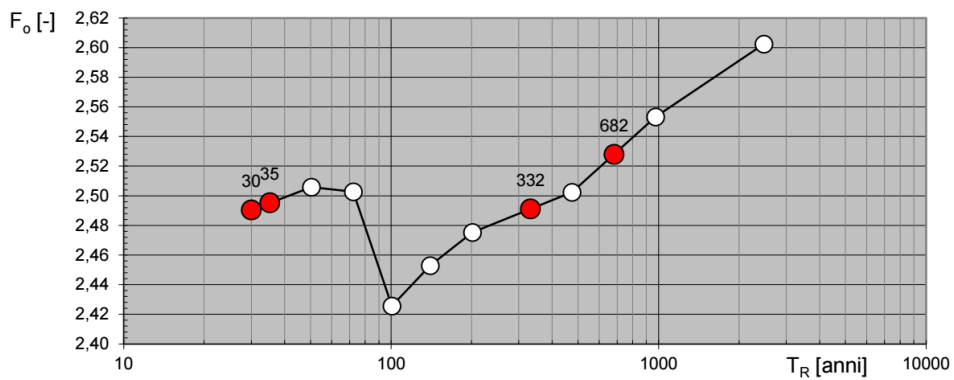
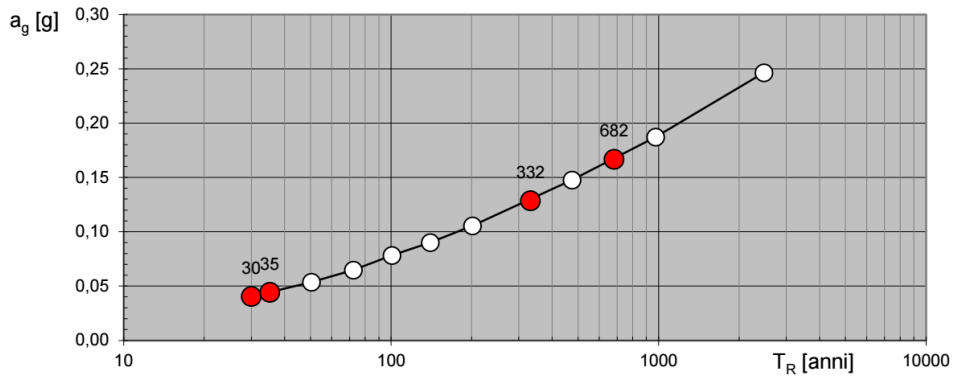
Valori dei parametri a_g , F_o , T_C^* per i periodi di ritorno T_R di riferimento

T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
30	0,040	2,490	0,286
50	0,054	2,506	0,313
72	0,065	2,503	0,324
101	0,078	2,426	0,332
140	0,090	2,453	0,339
201	0,105	2,475	0,343
475	0,148	2,502	0,352
975	0,187	2,553	0,358
2475	0,247	2,603	0,364

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.

Elaborazioni effettuate con "Spettri NTC ver. 1.0.2"

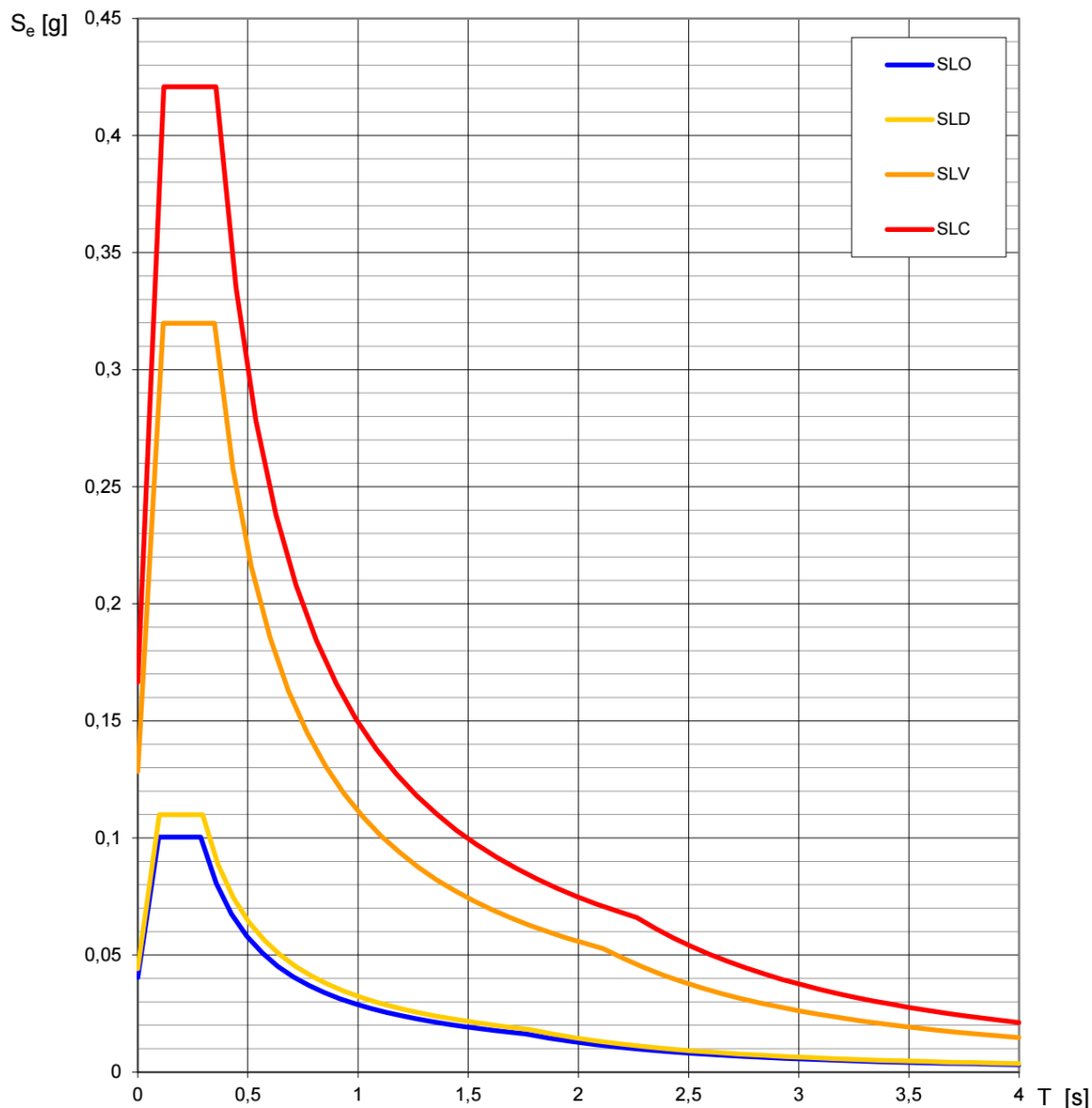
Valori di progetto dei parametri a_g , F_o , T_C^* in funzione del periodo di ritorno T_R



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.

Elaborazioni effettuate con "Spettri NTC ver. 1.0.2"

Spettri di risposta elastici per i diversi Stati Limite



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.

Elaborazioni effettuate con "Spettri NTC ver.1.0.2"

Valori dei parametri a_g , F_o , T_C^* per i periodi di ritorno T_R associati a ciascuno SL

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
SLO	30	0,040	2,490	0,286
SLD	35	0,044	2,495	0,294
SLV	332	0,128	2,491	0,349
SLC	682	0,166	2,528	0,355

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.

5 INDAGINE SISMICA ATTIVA DI TIPO MASW

Il metodo M.A.S.W (Park et al., 1999) è una tecnica di indagine che consente la definizione del profilo di velocità delle onde di taglio Vs registrate da diversi sensori (geofoni) posti sulla superficie del suolo. Si basa sulla misura della propagazione delle onde di superficie di Rayleigh, generate da una sorgente impulsiva verticale, o di Love, generate da una sorgente di taglio.

Il metodo di indagine sismica M.A.S.W. si dice di tipo “attivo” in quanto le onde superficiali sono prodotte da una sorgente impulsiva disposta sul piano campagna. Esso consente di ottenere una curva di dispersione nel range di frequenze compreso tra 10 e 40 Hz e fornisce informazioni sulla parte più superficiale di sottosuolo.

Il segnale sismico, acquisito in formato SEG-2, viene elaborato attraverso l'utilizzo di specifici programmi (GEOPSY e MASW), operando attraverso le seguenti fasi:

- 1) Visualizzazione e filtraggio della registrazione;
- 2) Estrazione e visualizzazione della curva di dispersione;
- 3) Picking della curva di dispersione del modo fondamentale ed eventuali modi superiori;
- 4) Calcolo del profilo (1D) di velocità delle onde di taglio Vs con la profondità.

L'analisi consiste nella trasformazione dei segnali registrati in uno spettro bidimensionale “phase velocity-frequency (c-f)” che analizza l'energia di propagazione delle onde superficiali lungo la linea sismica effettuata. Gli spettri bidimensionali ottenuti dalla registrazione M.A.S.W. vengono successivamente combinati in modo da ottenere uno spettro unico.

Si è proceduto ad un picking limitato alle finestre visibili che hanno permesso una ricostruzione dell'andamento della curva di dispersione. Dall'inversione delle curve di dispersione si ottiene il modello medio di velocità delle onde sismiche di taglio.

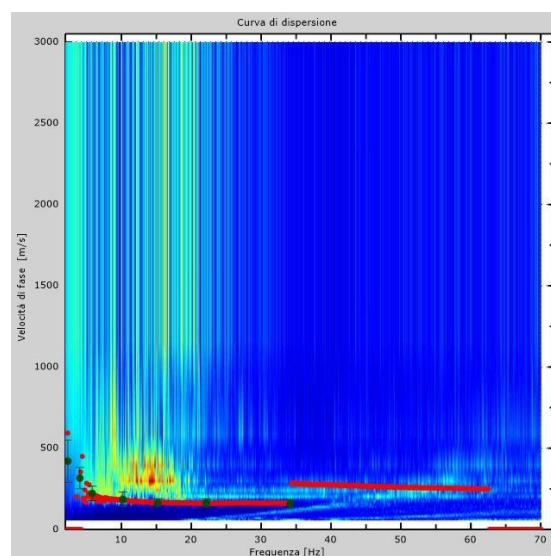
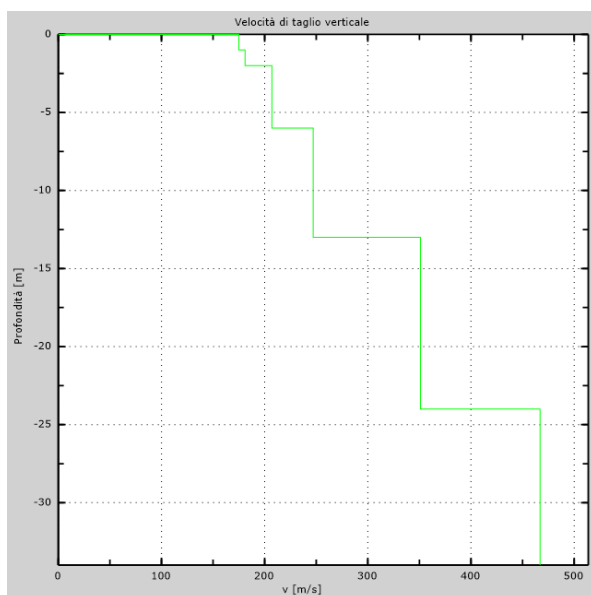


Figura 5-1. Risultati MASW. A sinistra, la curva di dispersione numerica (punti rossi). A destra, la curva di dispersione sperimentale (tratti verdi) con sovrapposizione della curva apparente del modello teorico (punti rossi e blu).



Profondità dal p.c. (m)	Velocità delle Vs (m/s)
1,00	175
2,00	181
4,00	207
6,00	207
8,00	247
13,00	247
18,00	351
24,00	351
32,00	467
--	467

Figura 5-2. Risultati MASW. Profilo di velocità delle onde Vs e rispettivi valori ottenuti per i primi 30 m di profondità.

5.1 Calcolo della Vs,eq

A partire dal modello sismico monodimensionale riportato nel capitolo precedente (Tabella 3-2), è possibile classificare il sottosuolo calcolando il valore della Vs,eq tramite la seguente espressione riportata nelle NTC D.M. 17/01/2018:

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

dove h_i e $V_{S,i}$ indicano rispettivamente lo spessore (in m) e la velocità delle onde di taglio nell' i -esimo strato, per un totale di N numero di strati presenti. H è la profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_S non inferiori a 800 m/s. Nel caso ci si trovi in presenza di un substrato rigido con profondità maggiori di 30 metri, può calcolata una Vs,eq a 30 metri di profondità.

Utilizzando la formula sopra riportata, per il sito di indagine si ottengono i valori nella seguente Tabella.

Tabella 5-1. Valori di $V_{s,eq}$ ottenuti dall'indagine MASW.

MASW1
Dal p.c. $V_{s,eq} (30) = 291 \text{ m/s}^{**}$

**Il calcolo del valore numerico della $V_{s,eq}$ è stato ottenuto a partire dalla quota del piano campagna attuale. Si ricorda che il calcolo della $V_{s,eq}$ deve essere riferito, per le fondazioni superficiali, al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali, alla testa dei pali.

In allegato il report completo delle indagini eseguite e dei risultati ottenuti.

6 INDAGINI GEOGNOSTICHE – PROVE PENETROMETRICHE

Per la caratterizzazione del sottosuolo sono state seguite le indicazioni di cui alla lettera B del D.M. 11/3/88 “*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*” e ss.mm.ii.

In particolare, a seguito delle indagini geofisiche MASW e dei risultati ottenuti, sono state programmate e realizzate le indagini e le prove in sito ritenute tra le più idonee per:

- valutare la stabilità di insieme della zona, prima ed a seguito degli interventi in progetto;
- individuare i problemi che la natura e le caratteristiche geotecniche dei terreni pongono nelle scelte delle soluzioni progettuali e dei corrispondenti procedimenti costruttivi;
- confrontare le soluzioni possibili per la realizzazione di quanto previsto in progetto.

La scelta è ricaduta sulla prova penetrometrica dinamica, tenendo presente il tipo di progetto e l'ampiezza dell'area da esso interessata, le caratteristiche litologiche e strutturali del sottosuolo e lo stato delle conoscenze raccolte sulla zona in esame.

Si tratta di una prova in situ, utile per determinare la stratificazione e le proprietà meccaniche del terreno, offrendo la possibilità di ottenere dei dati in continuo. Essa è indicata per tutti i terreni, tranne che per i depositi ghiaiosi, e consente di ricostruire la successione litostratigrafica dell'area e avere una stima in continuo dei valori di resistenza alla punta e di attrito laterale.

Tale tipologia di prova penetrometrica consiste nella misura della resistenza alla penetrazione di una punta meccanica di dimensioni e caratteristiche standardizzate, infissa nel terreno. La penetrazione viene effettuata tramite un dispositivo di spinta, un martinetto idraulico, opportunamente ancorato al suolo. Lo sforzo necessario per l'infissione è misurato in numero di colpi (Nspt) che è direttamente proporzionale all'energia specifica (vedi calcolo in allegato).

Una vasta esperienza acquisita, unitamente ad una buona interpretazione e correlazione, permettono spesso di ottenere dati utili alla progettazione e frequentemente dati maggiormente attendibili di tanti dati bibliografici sulle litologie e di dati geotecnici determinati sulle verticali litologiche da poche prove di laboratorio eseguite come rappresentazione generale di una verticale eterogenea disuniforme e/o complessa.

In particolare, consente di ottenere informazioni sull'andamento verticale e orizzontale degli intervalli stratigrafici, la caratterizzazione litologica delle unità stratigrafiche ed i parametri geotecnici suggeriti da vari autori in funzione dei valori del numero dei colpi e delle resistenze alla punta.

6.1 Elaborazione dati e risultati

Il conteggio dei colpi necessari all'avanzamento di un tratto di asta di lunghezza stabilita (20 cm), permette di utilizzare le relazioni empiriche che forniscono la resistenza del terreno all'infissione (Rpd).

$$Rpd = M2 H / [A e (M+P)] = M2 H N / [A \delta (M+P)]$$

dove:

- Rpd = resistenza dinamica alla punta (area A);
- H = altezza di caduta;
- M = massa battente;
- P = massa totale aste e sistema;

438_21_CON_GEOLOGICA-SISMICA

- $e = \delta/N$ = (avanzamento/numero di colpi) infissione per colpo.

Altre relazioni consentono di correlare il numero di colpi ottenuti da prove DPSH (NDPSH) a quelli di una prova penetrometrica standard (SPT) o di confrontare NDPSH con i valori di resistenza alla punta (q_c) ottenuti nelle prove penetrometriche statiche.

L'elaborazione delle prove DPSH permette di ricavare i parametri geotecnici degli orizzonti investigati impostando le correlazioni illustrate nell'Allegato II.

Per l'intervento in esame sono state eseguite n. 3 prove DPSH, i relativi grafici ed elaborazioni sono riportati nell'Allegato I.

Tabella 6-1. Ubicazione delle prove DPSH effettuate.

PROVA	COORDINATE (WGS84)		QUOTA (m s.l.m.)	PROFONDITA' (m dal p.c.)
	LATITUDINE	LONGITUDINE		
DPSH 1	40°40'2.99"N	16°24'15.25"E	143,0	8,4
DPSH 2	40°39'57.92"N	16°24'31.56"E	193,0	8,4
DPSH 3	40°39'45.84"N	16°24'21.58"E	139,0	8,4

In allegato il report completo delle indagini eseguite e dei risultati ottenuti.

7 CARATTERI GEOTECNICI

Dall'analisi delle conoscenze geologiche dell'area, del rilevamento di dettaglio e della stratigrafia, nonché dall'elaborazione dei risultati ottenuti dalle analisi in sito ed in laboratorio (vedi allegati), è stato possibile ricostruire lo schema geotecnico dei terreni costituenti l'immediato sottosuolo. Detta caratterizzazione, finalizzata alla creazione del modello geotecnico, è stata effettuata tenendo conto:

- dell'importanza dell'opera e della sua estensione, considerando il "volume significativo", ossia il volume del sottosuolo interagente con gli interventi in progetto;
- delle proprietà geotecniche/geomeccaniche iniziali per i diversi litotipi e le diverse zone di omogeneità (sempre in riferimento al volume significativo);
- della necessità di evitare fenomeni di instabilità dell'equilibrio o di collasso strutturale nei terreni oggetto dell'intervento;
- delle conseguenze che gli interventi possono produrre sull'ambiente circostante, in tutte le fasi di realizzazione e ad opera ultimata, con particolare riferimento all'esistente (strutture, infrastrutture o servizi presenti in aree adiacenti).

Dalla elaborazione delle prove in sito ed in laboratorio (si rimanda alla lettura dei capitoli precedenti e degli allegati per un approfondimento delle caratteristiche e dei risultati) è stato possibile ottenere, per ogni unità litologica, una serie di parametri geotecnici utile e sufficiente alla ricostruzione del modello geotecnico dell'immediato sottosuolo.

Di seguito gli schemi relativi alle caratteristiche principali del sottosuolo in corrispondenza delle sei prove penetrometriche.

Si rimanda agli allegati per la lettura e la scelta dei parametri geotecnici da impiegare nelle elaborazioni della futura Relazione Geotecnica, relazione che potrà contare su un'indagine geognostica integrativa in caso di realizzazione dell'impianto.

438_21_CON_GEOLOGICA-SISMICA

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA P1
Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

Committente: Dott. Geol. Germani Giuseppe
Descrizione: SOL 19a
Localita': Grottole (MT)

27-

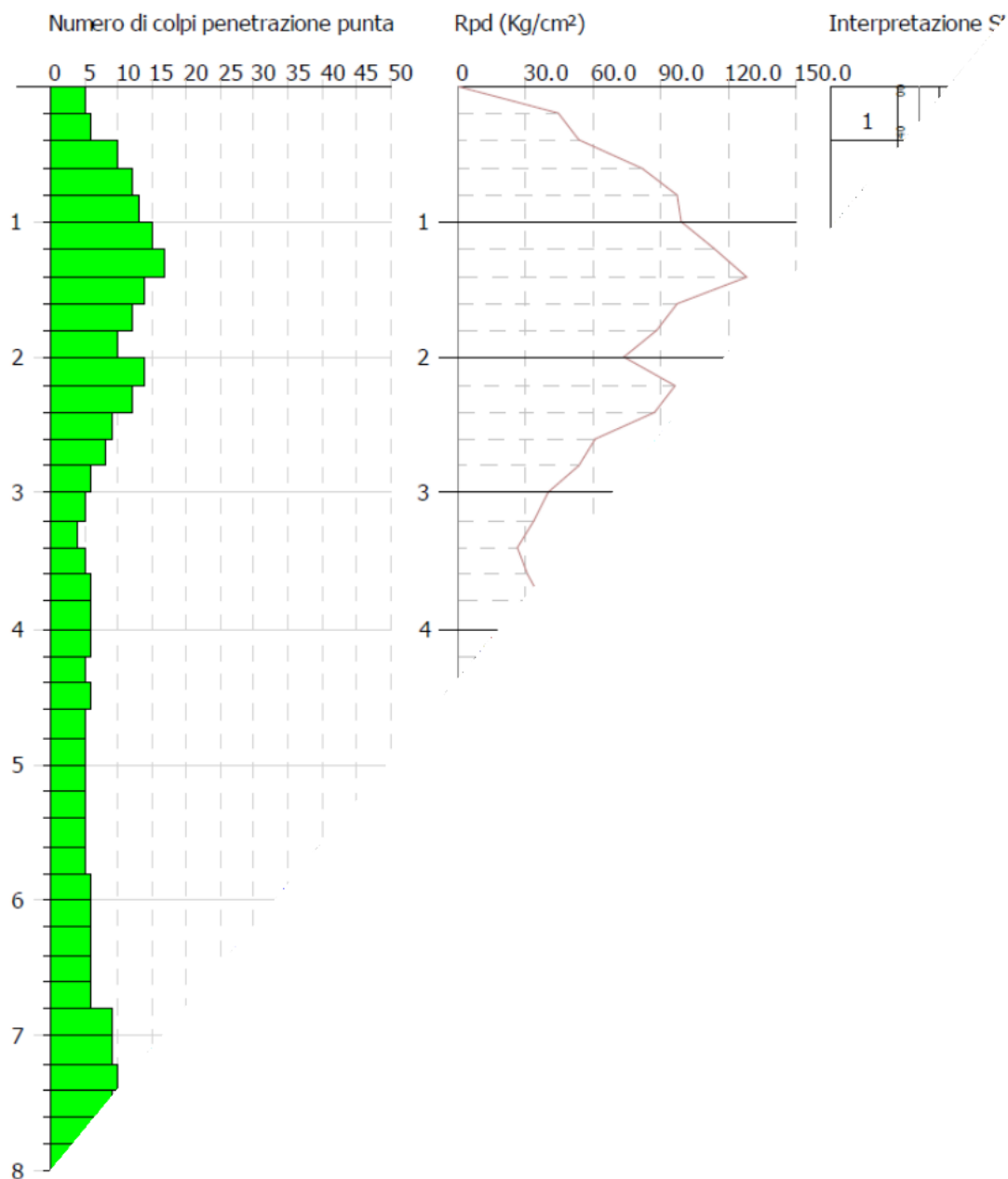


Figura 7-1. Prova penetrometrica n.1

438_21_CON_GEOLOGICA-SISMICA

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA P2
 Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

Committente: Dott. Geol. Germani Giuseppe
 Descrizione: SOL 19a
 Localita': Grottole (MT)

27-10-2021

Scala 1:50

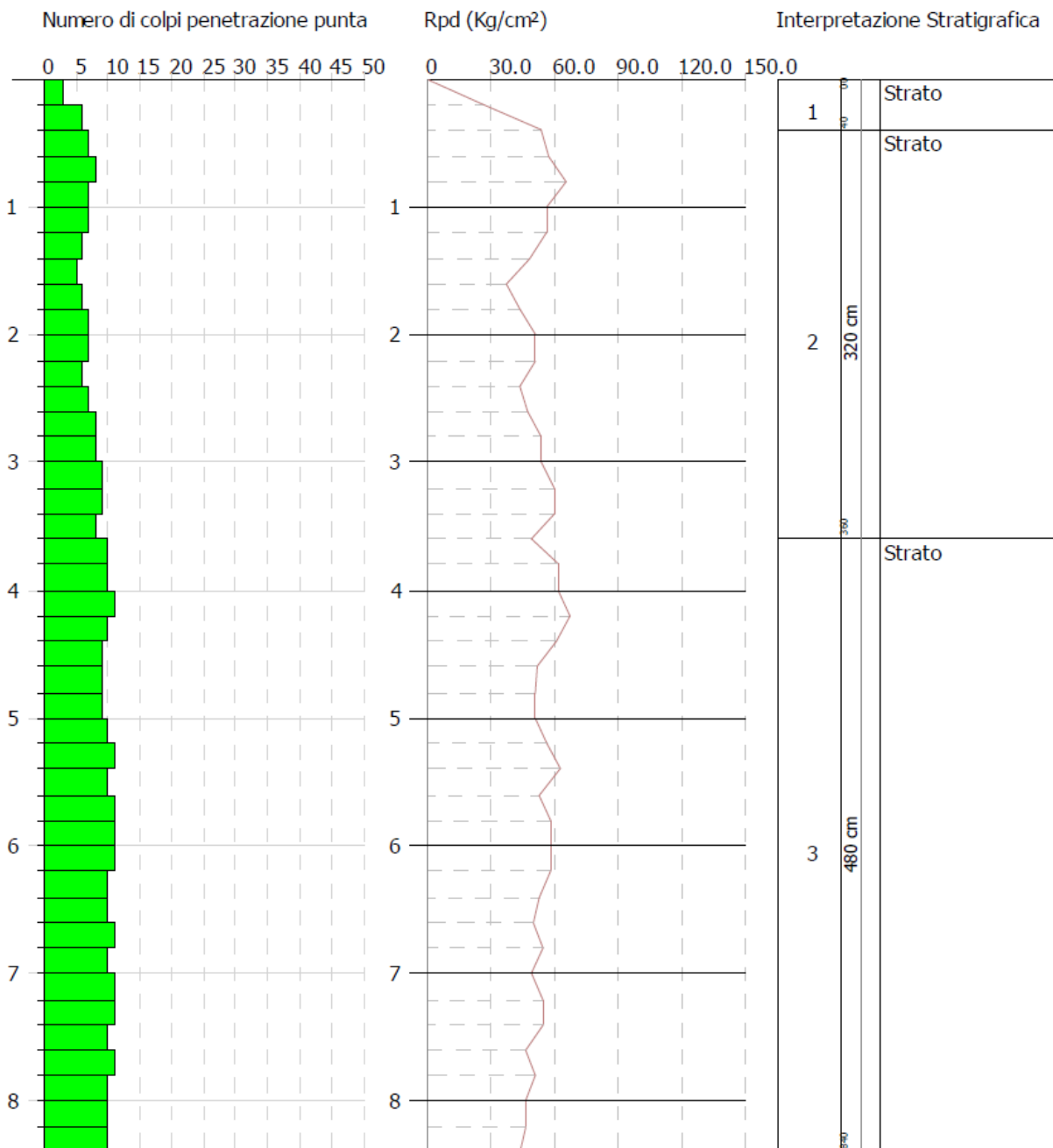


Figura 7-2. Prova penetrometrica n.2

438_21_CON_GEOLOGICA-SISMICA

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA P3
 Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

Committente: Dott. Geol. Germani Giuseppe
 Descrizione: SOL 19a
 Localita': Grottole (MT)

27-10-2021

Scala 1:50

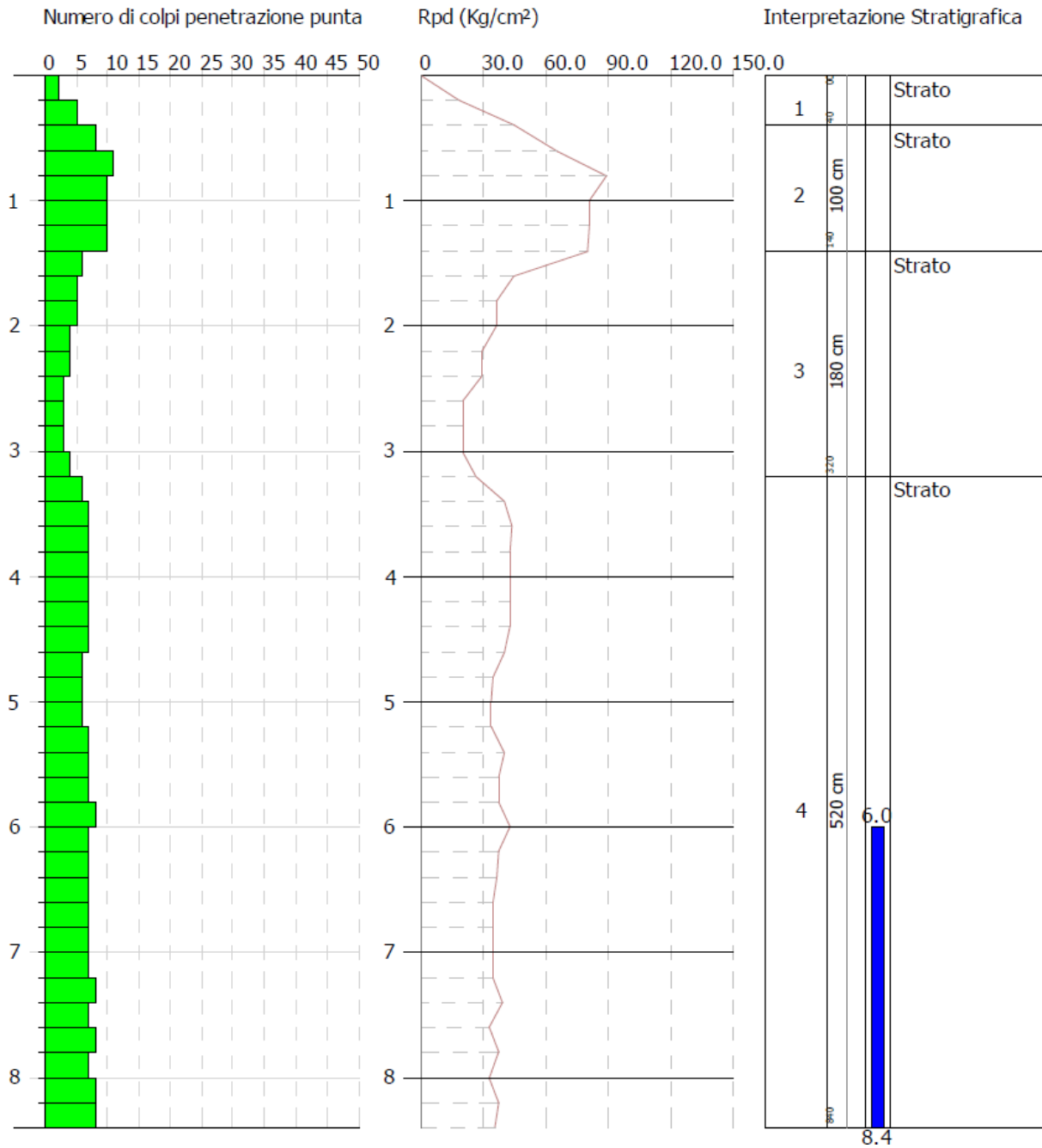


Figura 7-3. Prova penetrometrica n.3

438_21_CON_GEOLOGICA-SISMICA

Data la presenza, alle probabili profondità che saranno raggiunte dai pali di fondazione dei tracker, sia di terreni prevalentemente limosi, si consiglia di utilizzare i parametri geotecnici riferibili a terreni “coesivi” (vedi tabelle riportate nel report allegato).

L'assenza di falda superficiale e le caratteristiche dei principali parametri geotecnici calcolati (per es. angolo di resistenza al taglio, coesione, modulo edometrico) denotano le condizioni favorevoli per la realizzazione delle strutture di fondazione della cabina e dei tracker.

In allegato il report completo delle indagini eseguite e dei risultati ottenuti.

8 STABILITA' DEGLI SCAVI

Il Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici dell'11/03/1988, al punto D.8 cita: *“La verifica (rif. Armature per il sostegno degli scavi) deve essere eseguita per scavi in trincea di profondità superiore ai 2 metri, nei quali sia prevista la permanenza di operai e per scavi che ricadano in prossimità di manufatti esistenti...omissis...Le ipotesi per il calcolo delle azioni del terreno sull’armatura devono essere giustificate con considerazioni sulla deformabilità relativa del terreno e dell’armatura, sulla modalità esecutiva dell’armatura e dello scavo e sulle caratteristiche meccaniche del terreno e sul tempo di permanenza dello scavo.”*

Poiché per la realizzazione delle opere non è prevista la realizzazione di scavi più profondi di 2 m, non si rende necessario calcolare l'altezza critica delle sezioni di scavo.

9 CONCLUSIONI

A vantaggio della sicurezza, si consiglia al progettista di impiegare per i calcoli e le verifiche del caso i dati più cautelativi dei parametri fisico-meccanici ottenuti dalle prove in campo e dalla loro elaborazione, riportati nei capitoli precedenti e nei certificati allegati alla presente relazione geologica.

In funzione delle soluzioni di progetto che saranno prescelte sarà possibile apportare eventuali modifiche a quanto riportato nella presente relazione, a vantaggio della sicurezza.

I sopralluoghi ed i controlli in cantiere richiesti dal progettista e/o direttore dei lavori, saranno effettuati previa comunicazione.

Il sottoscritto si rende disponibile ad effettuare incontri e sopralluoghi chiarificatori con il progettista, con gli altri consulenti tecnici, con i responsabili degli Uffici della P.A.

Per una valutazione delle caratteristiche e delle risposte dei terreni di fondazione sottoposti al carico delle strutture in progetto si farà riferimento, come per legge e come accennato in precedenza, ad una successiva Relazione Geotecnica che si consiglia di redigere contestualmente alle relazioni di progetto e alle valutazioni di tipo tecnico-economico; relazione che potrà contare su un'indagine geognostica integrativa in caso di realizzazione dell'impianto.

Sulla base di quanto rilevato, analizzato e calcolato, la presenza di condizioni morfologiche, geologiche e geotecniche favorevoli consente la fattibilità degli interventi in progetto.

Tanto si doveva per l'incarico ricevuto.

Foligno, 8 novembre 2021

Prof. Geol. Alfonso Russi



Dott.ssa Geol. Enrica Placentino

