

Comune di : SERRACAPRIOLA
Provincia di : FOGGIA
Regione : PUGLIA



PROPONENTE

SERRACAPRIOLA SOLAR 1 SRL

Via Don Felice Canelli, 21
71016 SAN SEVERO (FG)
P.I. 04355380710

OPERA

PROGETTO DEFINITIVO

IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE RINNOVABILE AGROVOLTAICA DI POTENZA NOMINALE PARI A 72.292,50 kWp CON SISTEMA DI ACCUMULO INTEGRATO E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE RTN

"SERRACAPRIOLA"

OGGETTO

TITOLO ELABORATO :

RELAZIONE GEOLOGICA

DATA : 10 novembre 2021

N°/CODICE ELABORATO :

SCALA : ---

Tipologia : REL (RELAZIONI)

REL 003

I TECNICI

PROGETTISTI:
PROJECT MANAGER Ing. Fernando SONNINO (Edilsap srl)

ELABORAZIONE DI: **TECNOVIA S.r.l.** Coordinamento scientifico
Prof. Geol. Alfonso RUSSI

PMI INNOVATIVA
Laboratorio di Ricerca Altamente Qualificato del MJR - (Ministero Università e Ricerca)
Iscrizione all'Albo dei Laboratori MJR con Decreto Dirigenziale n. 1803/Ric del 02/12/2012

web: <http://www.tecnovia.it>



SEDE LEGALE:
P.za Fiera 1-Messe Platz
I-39100 Bolzano-Bozen - BZ
Tel: (+39) 0471/282823
e-mail:
amministrazione@tecnovia.it

TIMBRI E FIRME:



TECNOVIA S.r.l.
Piazza Fiera, 1 - Messeplatz, 1
I - 39100 Bolzano/Bozen - BZ

Partita IVA 01541200216

Alfonso Russi

Enrico Placatus



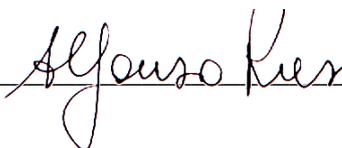
00	202000353	Emissione per Progetto Definitivo - Richiesta V.I.A. e A.U.	TECNOVIA srl	Ing. Fernando Sonnino	Ing. Fernando Sonnino
N° REVISIONE	Cod. STMG	OGGETTO DELLA REVISIONE	ELABORAZIONE	VERIFICA	APPROVAZIONE

COMUNE DI SERRACAPRIOLA - PROVINCIA DI FOGGIA - REGIONE PUGLIA
IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE RINNOVABILE AGRI-FOTOVOLTAICA DI
POTENZA NOMINALE PARI A 72.292,50 kWp CON SISTEMA DI ACCUMULO INTEGRATO E RELATIVE OPERE DI
CONNESSIONE ALLA RETE RTN
"SERRACAPRIOLA"

Gruppo di lavoro

Coordinatore Scientifico

Prof. Geol. Alfonso Russi (Tecnovia Srl)



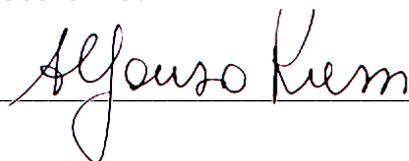
TECNOVIA S.r.l.

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

Partita IVA 01541200216

Professionisti

Prof. Geol. Alfonso Russi (Tecnovia Srl)



Dott.ssa Geol. Enrica Placentino (Tecnovia Srl)



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.

00	202000353	Emissione per Progetto Definitivo – Richiesta V.I.A. e A.U.	TECNOVIA srl	Ing. Fernando Sonnino	Ing. Fernando Sonnino
N°REVISIONE	Cod. STIMG	OGGETTO DELLA REVISIONE	ELABORAZIONE	VERIFICA	APPROVAZIONE
Proprietà e diritto del presente documento sono riservati – la riproduzione è vietata					

SOMMARIO

PREMESSE	1
1 INQUADRAMENTO DELL'AREA	3
2 CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE	7
2.1 Erosione	14
3 CARATTERISTICHE PEDOLOGICHE	19
4 CARATTERISTICHE GEOLOGICHE	32
5 CARATTERISTICHE SISMICHE	40
5.1 Storia sismica dell'area.....	40
6 INDAGINE SISMICA ATTIVA DI TIPO MASW.....	57
7 INDAGINI GEOGNOSTICHE – PROVE PENETROMETRICHE.....	62
8 CARATTERI GEOTECNICI	65
9 STABILITA' DEGLI SCAVI	67
10 CONCLUSIONI.....	68

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 Serracapriola (FG).

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)".

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 Puglia, in provincia di Foggia ad ovest rispetto all'abitato di Serracapriola, in provincia di Foggia. Le aree adibite all'installazione dei pannelli fotovoltaici, a sud-ovest e a nord-ovest, distano circa 5,5 km e 4 km rispettivamente dal comune. Gli abitanti censiti a luglio del 2021 sono 3.798.



Figura 1-1. Localizzazione sul territorio nazionale del Comune di Serracapriola (FG) (Wikipedia).

IL comune di Serracapriola confina, nella sua porzione orientale del territorio, con i comuni pugliesi di Lesina e San Paolo di Civitate, la parte meridionale confina con il comune di Torremaggiore, tutti in provincia di Foggia. La porzione occidentale del territorio confina invece con il comune pugliese di Chieuti (FG) e con quelli molisani di Rotello e San Martino in Pensilis, in provincia di Campobasso.



Figura 1-2. Localizzazione sul territorio della Provincia di Foggia del Comune di Serracapriola (FG) (Wikipedia).

L'abitato sorge su un promontorio collinare ad un'altitudine di circa 270 m s.l.m., fa parte del parco nazionale del Gargano, è situato al confine tra Puglia e Molise ed ha una superficie pari a 144,36 km².

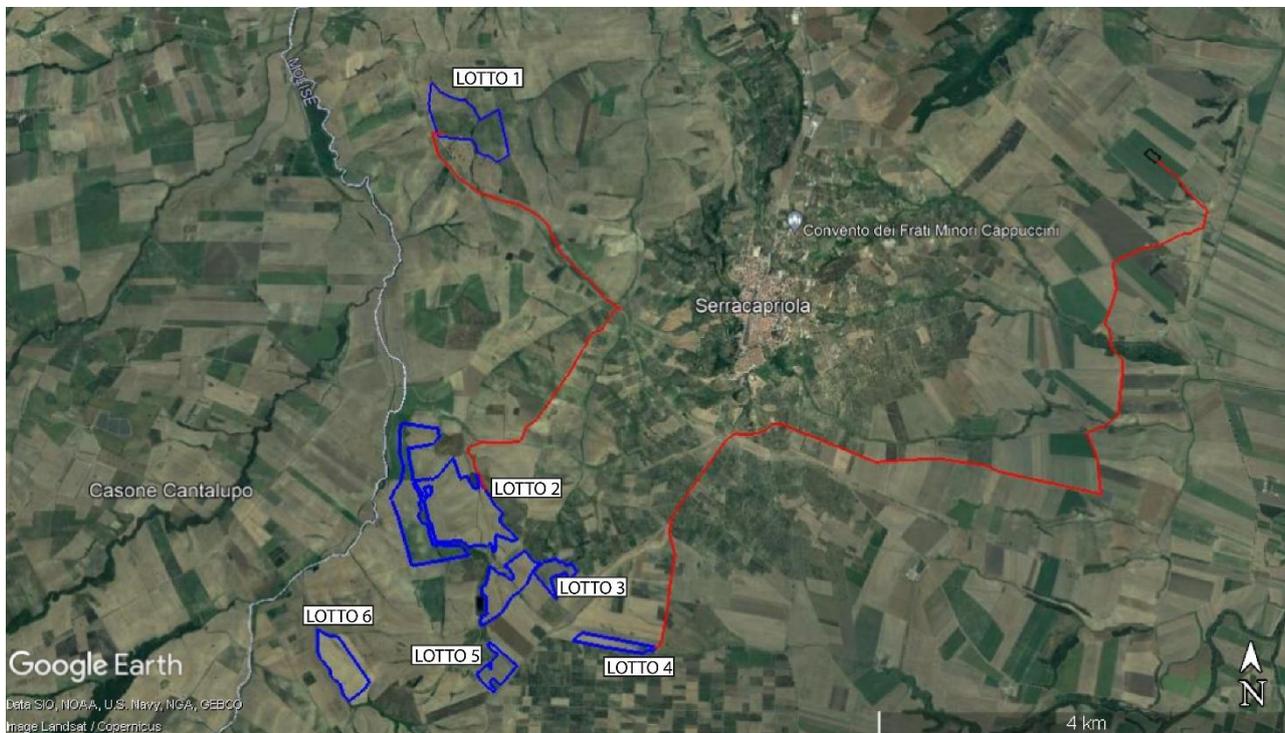


Figura 1-3. Localizzazione della zona d'interesse, in blu le aree di progetto, in rosso il tracciato del cavidotto e in nero la stazione di utenza (Immagine tratta da GoogleEarth®)

I Lotto 1, 2 e 6 dell'area di progetto sono molto vicini al confine con la regione Molise, in particolare:

- Il Lotto 1 dista circa 1 km;
- Il Lotto 2 dista circa 157 m;
- Il Lotto 6 dista circa 531 m

Il Lotto 1 si trova in località "Montesecco" ed è bordato ad est da "Colle del Fico" (143 m s.l.m.) e a nord da "Montesecco" (216 m s.l.m.). esso presenta un'estensione areale di circa 49 ettari. Il Lotto 2 è quello maggiormente esteso (80 ettari) ed è sito in località "Masseria Giannubilo", a sud rispetto a "Colle Sincione" (152 m s.l.m.) e in destra idrografica rispetto al T. Saccione. Il Lotto 3 è sito poco a sud rispetto al precedente e a nord rispetto a "Colle di Breccia" (242 m s.l.m.), il quale è ubicato a nord-ovest rispetto al Lotto 4. Anche il Lotto 5 è molto prossimo ai precedenti, esso è sito ad est rispetto a "Colle Arsano" (241 m s.l.m.). Infine, il Lotto 6 si trova in destra idrografica rispetto al "Canale Arsano", ad ovest di "Colle Arsano".

Le coordinate baricentrali dei Lotti sono:

Tabella 1-1.Coordinate baricentrali dei lotti

	LATITUDINE	LONGITUDINE
LOTTO 1	41°49'34,30" N	15°07'27,90" E
LOTTO 2	41°47'24,97"N	15°07'21,68 E
LOTTO 3	41°47'04,71"N	15°07'57,49"E
LOTTO 4	41°46'43,62"N	15°08'36,04"E
LOTTO 5	41°46'35,23"N	15°07'46,82"E
LOTTO 6	41°46'35,85"N	15°06'43,81"E

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

Tabella 1-2. Dati catastali dell'area di intervento

	FOGLIO	PARTICELLE
LOTTO 1	15	37,38,9
LOTTO 2	31	3, 4, 7, 8, 57, 65, 71, 77, 78, 80, 94, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 107, 109, 10, 47, 56, 64, 138,1,2
	42	19, 13, 16
LOTTO 3	31	39
	43	4, 169
LOTTO 4	47	25
LOTTO 5	43	51, 52, 13
LOTTO 6	43	71, 74, 75, 79, 80

Il territorio della porzione occidentale della Puglia 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 vallette poco incise dal T. Saccione e dai suoi affluenti.

435_21_CON_GEOLOGICA-SISMICA

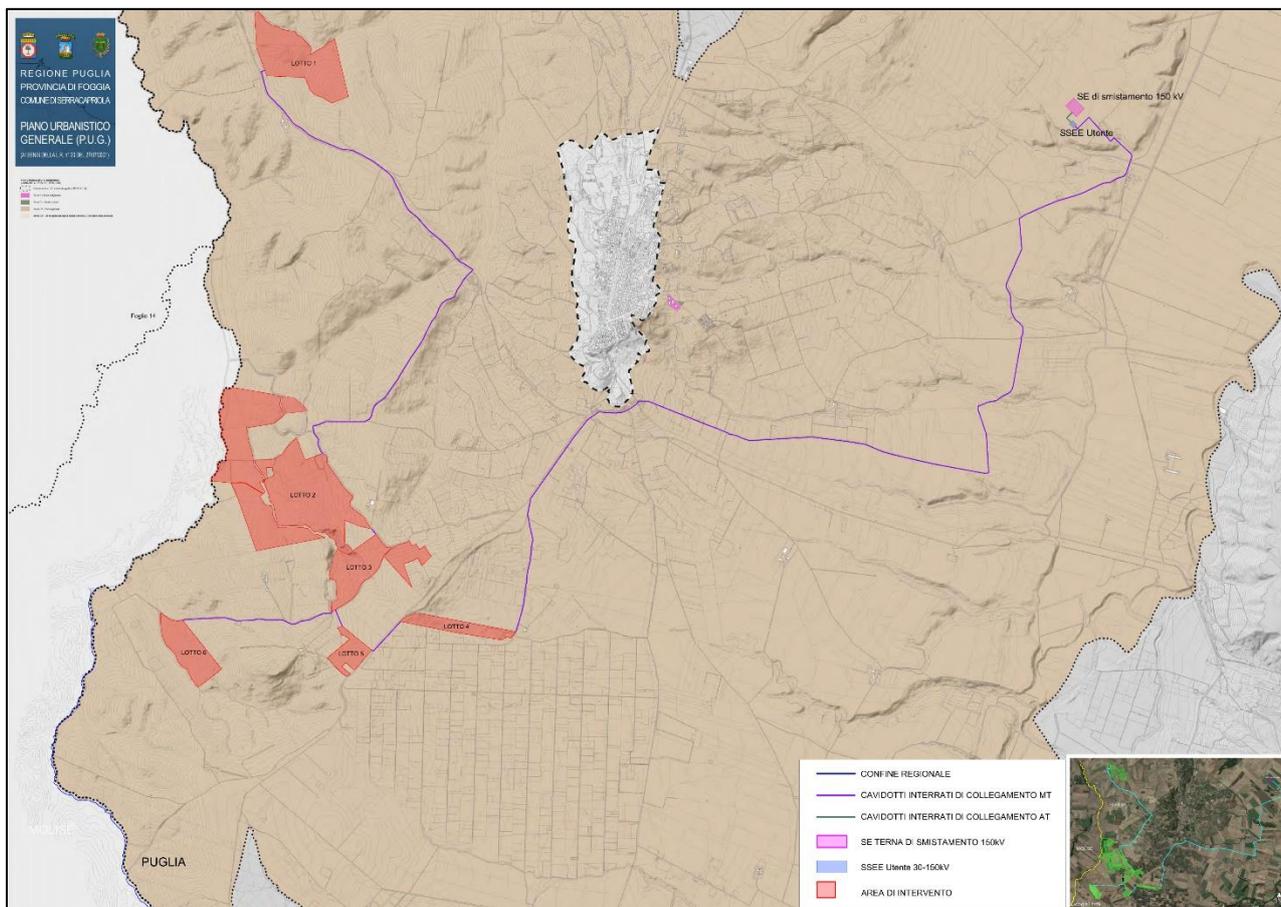


Figura 1-4. Inquadramento area di progetto sul Piano Urbanistico Generale (PUG). In rosso le aree di progetto, in viola il tracciato del cavidotto.



Figura 1-5. L'area d'intervento (Lotto 1 dell'impianto FTV)

2 CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE

Il Comune di Serracapriola si posiziona nell'estremo occidentale della regione Puglia, al confine con la regione Molise. Esso ricade nella cartografia I.G.M. nel foglio 155 della Carta d'Italia "San Severo" (scala 1:100.000) e nella tavoletta III N. E. Serracapriola (scala 1:25.000).

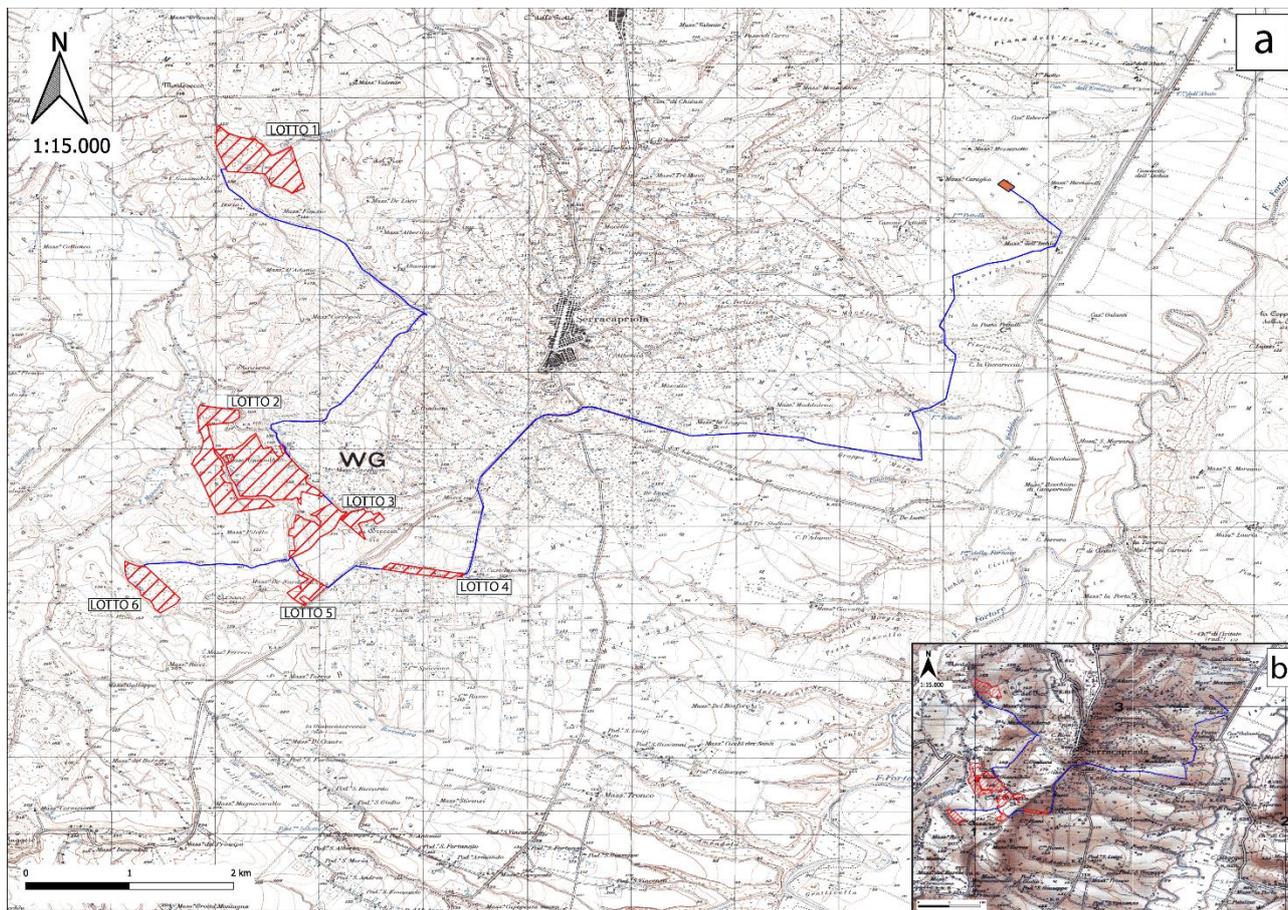


Figura 2-1. Inquadramento area di progetto su base topografica in scala 1:100.000 (b) e in scala 1:25.000 (a). In rosso le aree di progetto, in blu il tracciato del cavidotto e in arancione la stazione di servizio.

Il paesaggio di questa porzione occidentale della Puglia presenta gli aspetti di un modellamento fluviale avvenuto in più cicli successivi, caratterizzato da superfici pianeggianti variamente estese intagliate da analoghe forme più recenti. Esse 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).

L'area di progetto è sita tra la valle del fiume Fortore e quella del Torrente Saccione, il territorio è caratterizzato da una morfologia prevalentemente collinare con quote comprese tra i 230 m s.l.m. e i 90 m s.l.m. La quota maggiore (241 m s.l.m.) si rinviene a C.le Orsano, nel settore più meridionale dell'area di progetto. Dal punto di vista idrografico è possibile osservare che gran parte dell'area rientra nel bacino idrografico del T. Saccione, solo una piccola parte si trova ad est dello spartiacque e quindi rientra nel bacino idrografico del fiume Fortore. Il corpo idrico principale è il T. Saccione che

con i suoi affluenti, tra i quali il T. Mannara interessa direttamente le aree di installazione dei pannelli fotovoltaici.

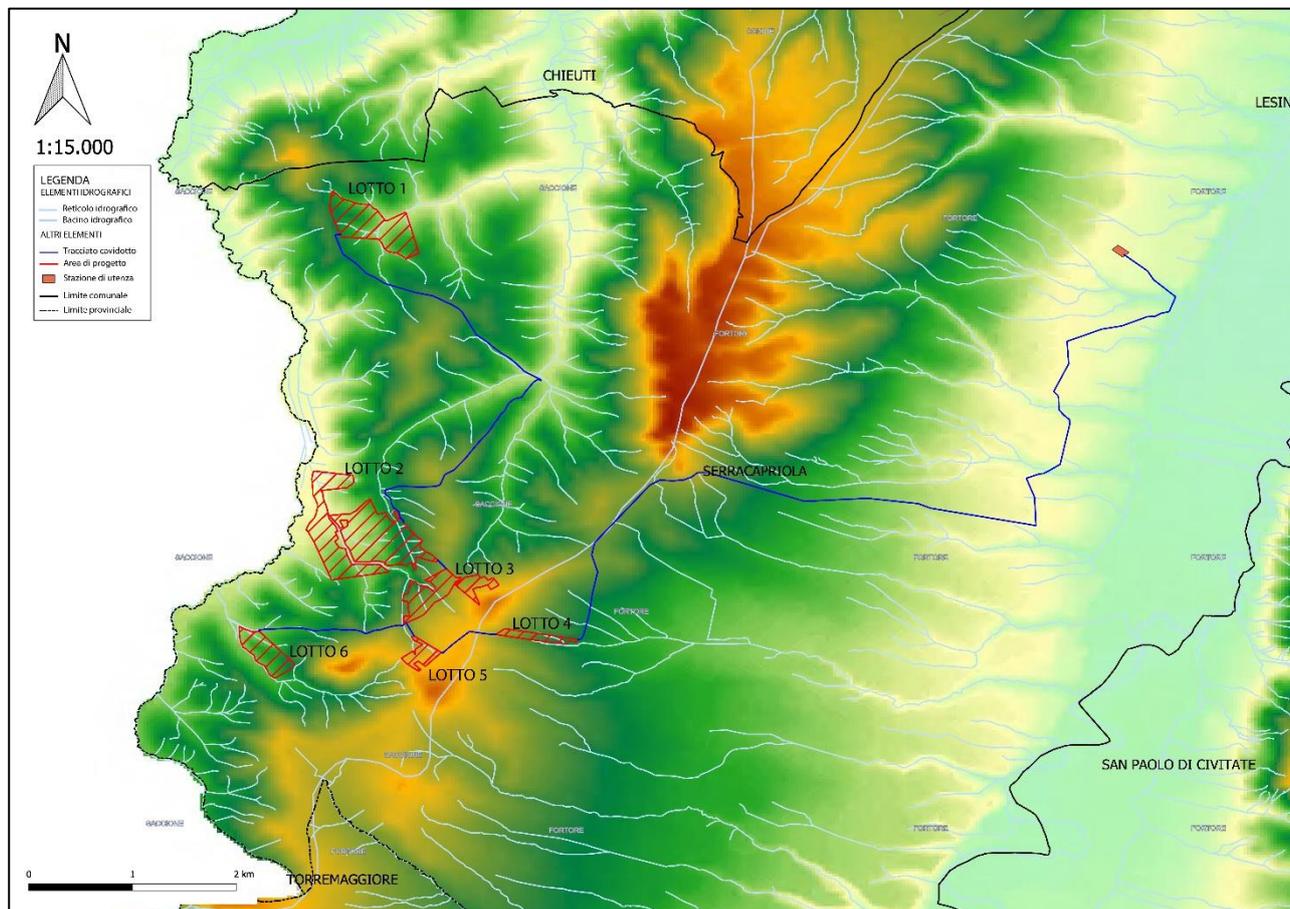


Figura 2-2. Stralcio cartografico dell'area di progetto in sovrapposizione al DTM (Digital Terrain Model), in rosso le zone con quote maggiori e in verde chiaro quelle con quote più basse.

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.

La morfologia è dolce con ampie spianate, pianalti, debolmente inclinati verso nord-nord-est che digradano verso la costa raccordandosi con la piana del Tavoliere e intervallati da ampie valli. Tali valli presentano versanti dolci e poco inclinati e sono incise dai principali corsi d'acqua (F. Saccione, F. Fortore, T. Manara) e dai loro affluenti.

Nell'area di progetto i versanti mostrano un'esposizione preferenziale verso S-E e N-W. Nel settore più orientale della carta sottostante essi hanno un'esposizione per lo più in direzione S-E.

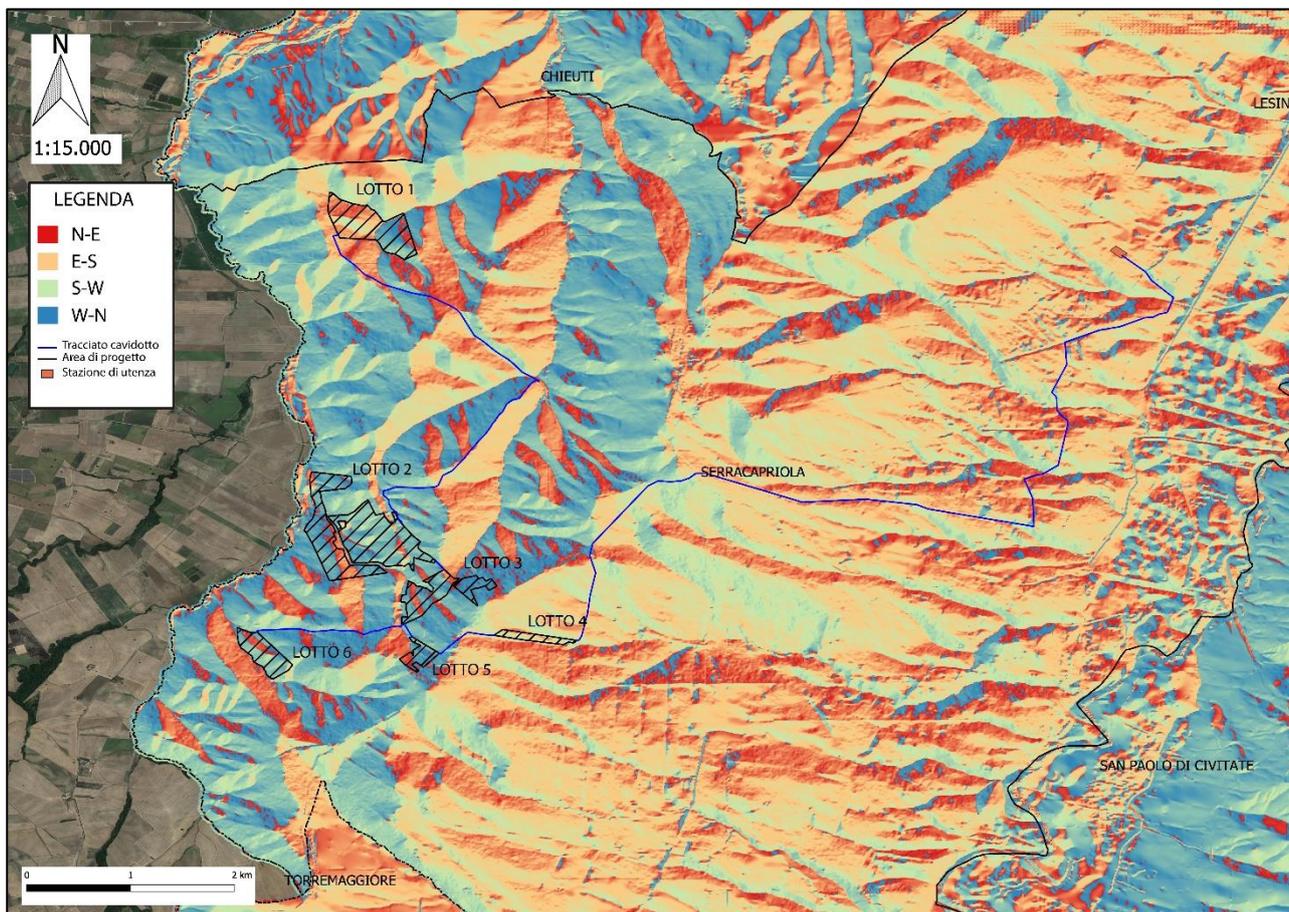


Figura 2-3. Stralcio cartografico dell'esposizione dei versanti.

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 piattaforma apula o avampaese, sul quale è situata la Puglia, si estende sul confine della catena appenninica ed è costituita da formazioni rocciose autoctone. Dal punto di vista orogenetico la zona di avampaese 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 di avanfossa risentono dell'attività tettonica e delle caratteristiche geologiche della zona.

L'area in esame è posta in prossimità del contatto tra l'Avanfossa adriatica e l'Unità dei Monti della Daunia, ossia i primi rilievi collinari del sub-appennino.

Le linee fondamentali dell'assetto geomorfologico sono caratterizzate soprattutto dalla presenza dei terreni di natura sedimentaria, localmente terrazzati con giacitura sub-orizzontale in direzione EST – NORDEST 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 e scivolamenti, colamenti e fenomeni complessi, 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 superficiali quali il creep e il soliflusso, nonché di limitati 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. Questi processi si rinvergono anche dove affiorano i depositi dell'avanfossa plio-pleistocenica a composizione argillosa e sabbioso-ghiaiosa, al limite con l'area "Fascia costiera".

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 T. Saccione e del F. Fortore la tettonica e la continuazione di approfondimento dei torrenti hanno nel tempo causato condizioni favorevoli all'instaurarsi di fenomeni franosi, di varia entità e stato.

Nell'area di intervento sono state cartografate dall'Autorità di Bacino due frane di limitata estensione, la prima interessa la porzione orientale del lotto posto più a Nord e la seconda si trova nella fascia centrale dell'area. Queste due frane sono classificate a pericolosità moderata.

L'area di impianto lambisce inoltre una fascia soggetta a fenomeni alluvionali, inserita nel PAI (Piano Assetto Idrogeologico) a pericolosità moderata. Interessa il lotto centrale dell'area di progetto e dista da essa circa 19 m.

Sia il PAI del Fortore che quello del Saccione sono stati approvati con Deliberazione del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino dei Fiumi Trigno, Biferno e Minori, Saccione e Fortore il 29 settembre 2006.

Analizzando invece la carta del rischio, elaborata dall'Autorità di Bacino, si evince che l'area non è interessata da rischi di natura geomorfologica.

I principali fenomeni franosi presenti nell'area hanno un movimento riferibile al colamento lento, solo occasionalmente essi sono di tipo complesso o di scivolamento rotazionale, 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.

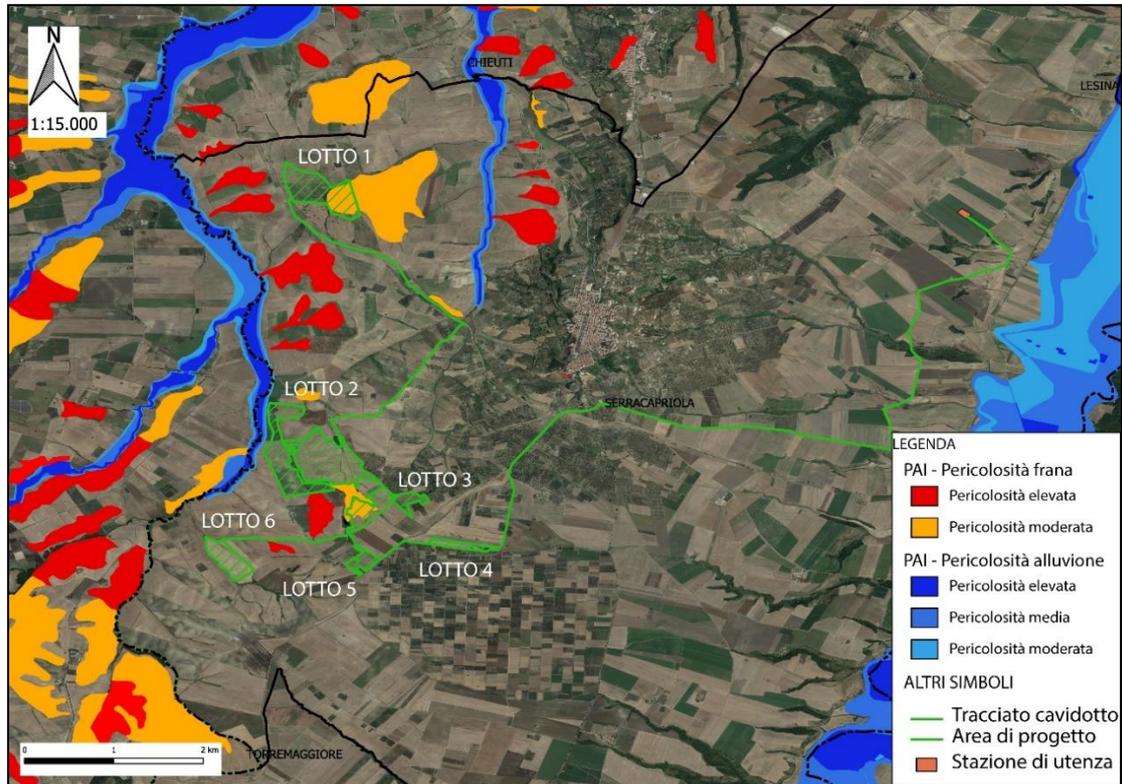


Figura 2-4. Stralcio cartografico del PAI, dove sono riportate le aree con pericolosità da frana e alluvione (Geoportale Nazionale, 2006).

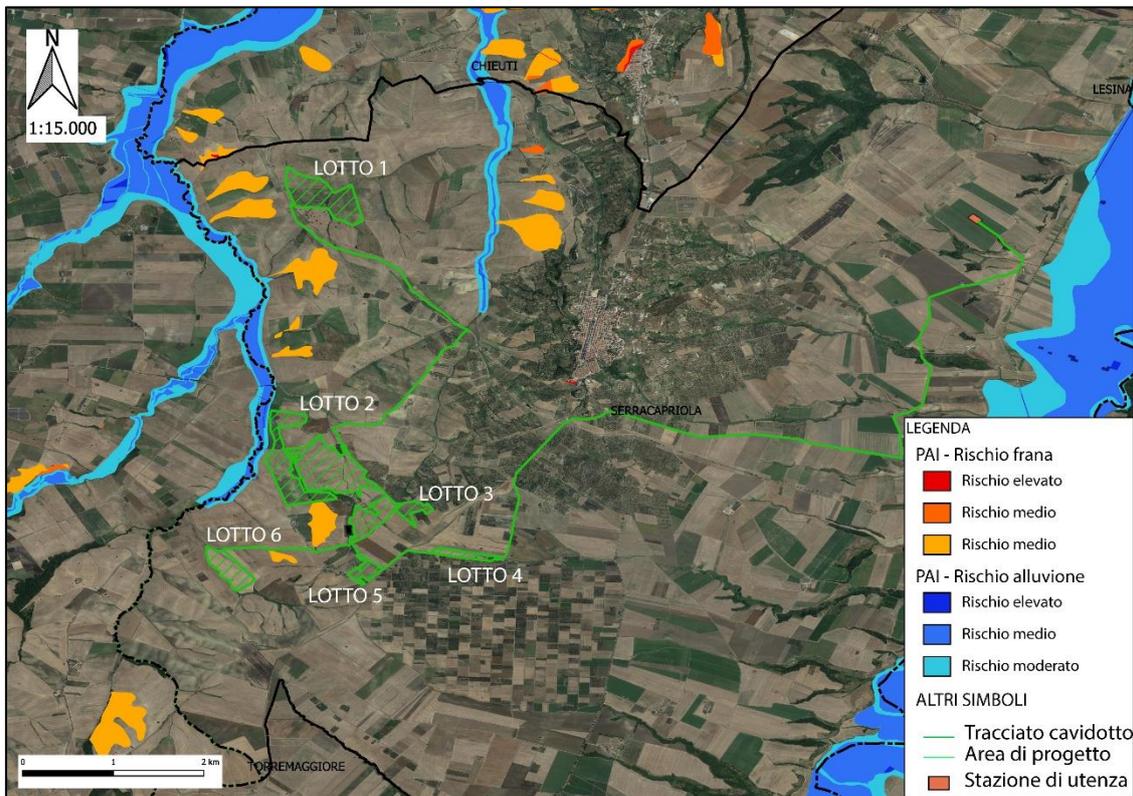


Figura 2-5. Stralcio cartografico del PAI, dove sono riportate le aree con rischio da frana e alluvione (Geoportale Nazionale, 2006).

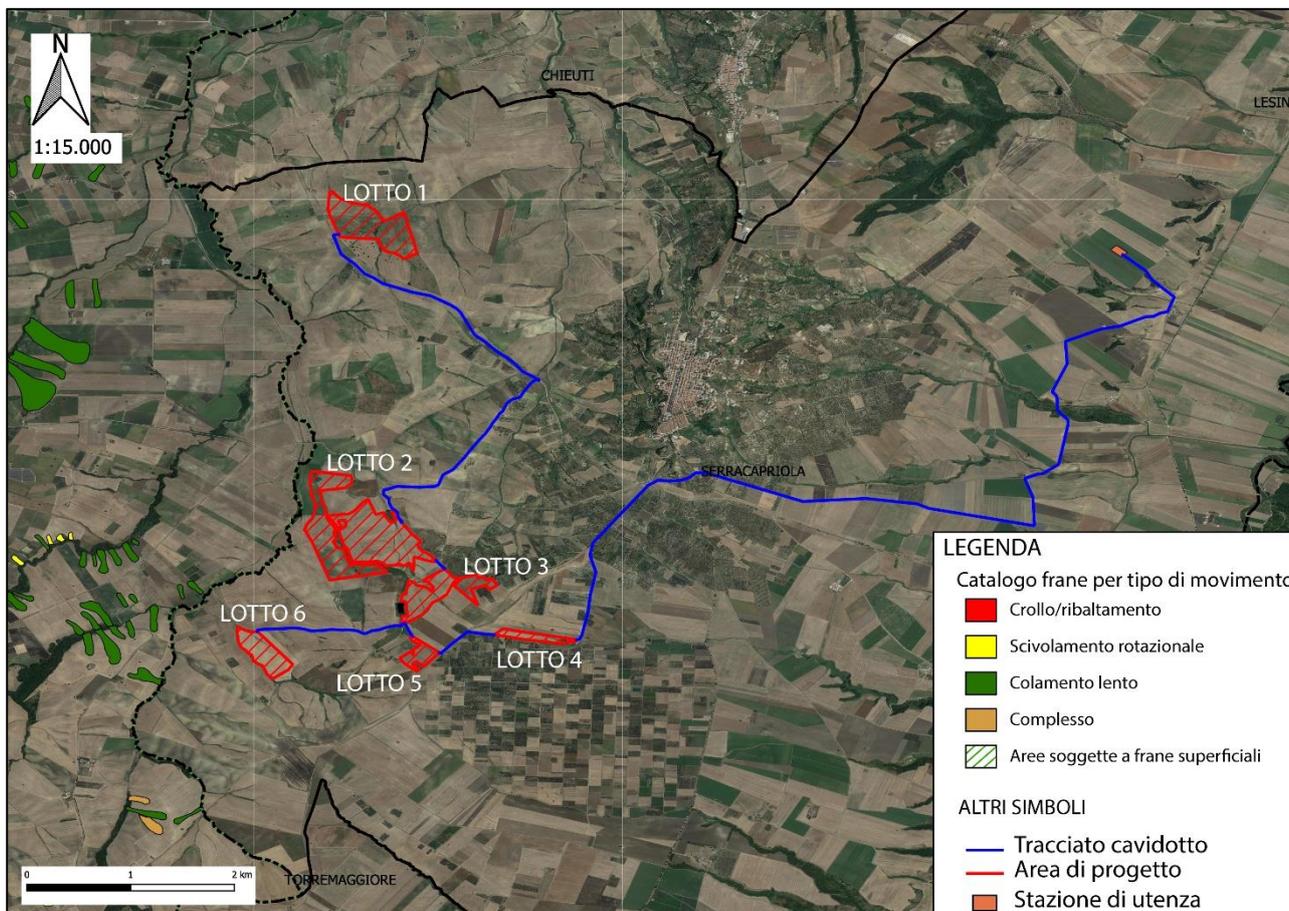


Figura 2-6. Tipologia di movimento franoso nell'area in esame (Progetto IFFI).

Infine, è stato considerato il Piano di Gestione del Rischio Alluvioni distretto idrografico dell'Appennino Meridionale (PGRA DAM), adottato nel dicembre del 2020. Analizzando sia la componente della pericolosità che quella del rischio, si evince che l'area in esame ricade nelle aree a pericolosità di alluvioni (P2) e nelle aree a rischio alluvioni medio (R2), ma esse non costituiscono un vincolo. Per ulteriori approfondimenti in merito si rimanda al capitolo del Report di Settore nel Quadro di Riferimento Programmatico.

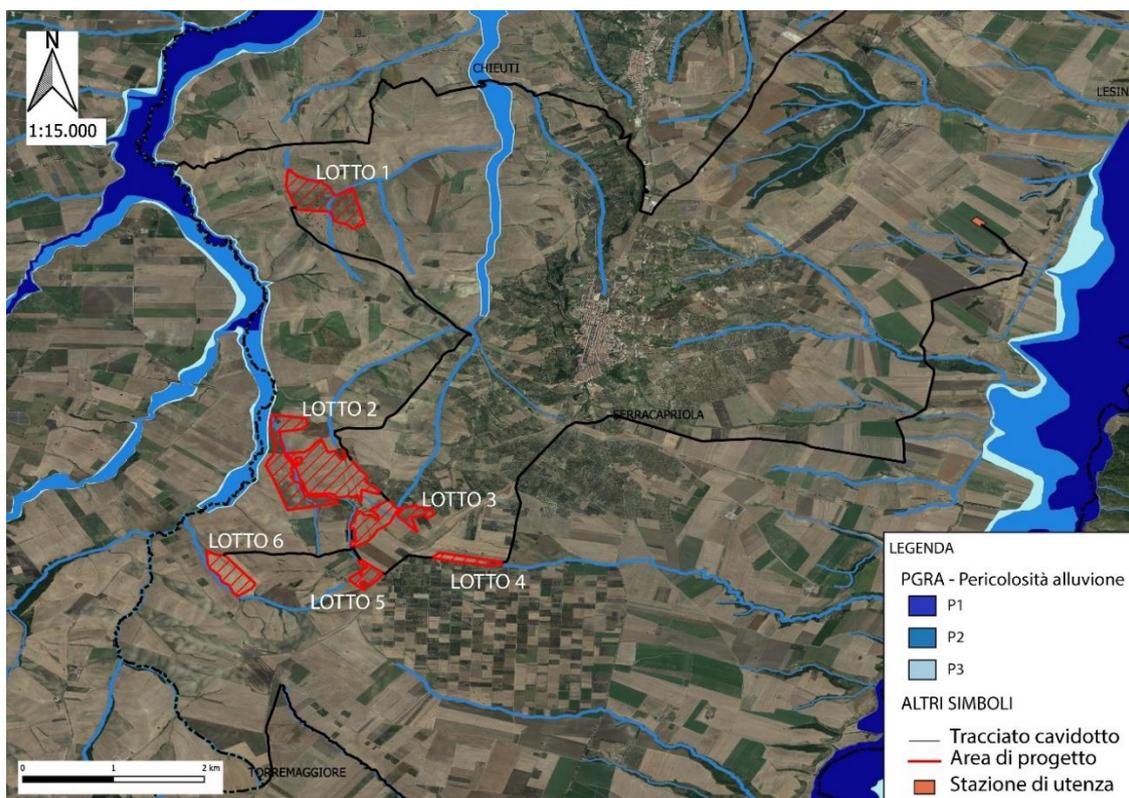


Figura 2-7. Stralcio cartografico del PGRA Distretto Idrografico dell'Appennino Meridionale, carta della pericolosità da alluvione.

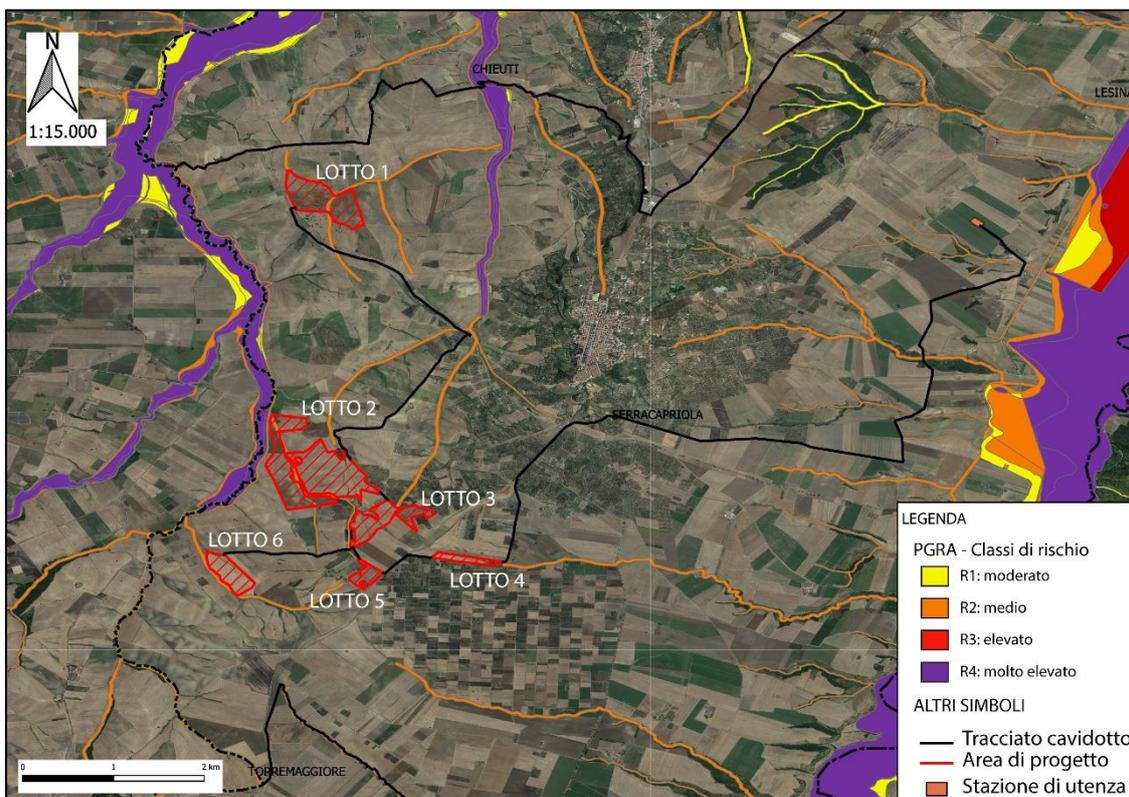


Figura 2-8. Stralcio cartografico del PGRA Distretto Idrografico dell'Appennino Meridionale, carta del rischio da alluvione.

2.1 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 $t \cdot km^2 \cdot anno$.

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 ($t \cdot km^2 \cdot anno$)

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_1^2/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.

Localmente, come riscontrato dalle immagini aeree e dai rilevamenti in sito, l'area è soggetta a coltivazioni intensive con sistemi di aratura del tipo "a rittochino", ovvero lungo le linee di massima pendenza, accentuando notevolmente lo sviluppo erosivo del suolo.

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.

Anche in questo caso, per far fronte a tale livello di erosione, il gruppo di coordinamento, sentiti i tecnici della Edilsap Srl, ha deciso di procedere alla proposta compensativa di una progettazione e realizzazione di una serie di interventi con tecniche anti-erosive di ingegneria naturalistica. Si rimanda a tale progetto per gli approfondimenti del caso.

Tabella 2-1. Calcolo dell'erosione secondo Fournier.

EROSIONE secondo Fournier			
P _i – precipitazione del mese più piovoso (mm)			100.7
P – precipitazione media annuale (mm)			804.6
H – altitudine media del pendio (m s.l.m.)			160
a _m – inclinazione media del pendio (°)			1.09
E – sedimento trascinato (t•km ² •anno)			22.35
Superficie del bacino (km ²)			10.86
E_t - erosione totale nel bacino (t•anno)			242.74

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.

Tali aree costituiscono un *buffer*, un'area "tampone" fondamentale per la difesa del suolo e l'instaurarsi di fenomeni erosivi e di *creep*.

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 *mud cracks*. 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 2-9. Particolare dell'area interessata da fenomeni erosivi di tipo *gully erosion*.

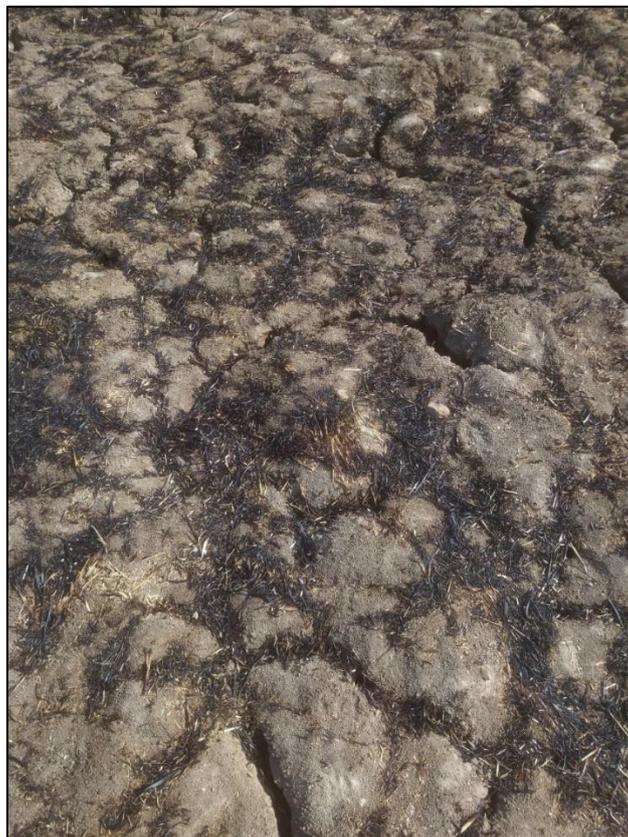


Figura 2-10. Particolare dell'area interessata da fenomeni erosivi di tipo *mud cracks*.

Inoltre, l'area è interessata da *calanchi*, si tratta di un fenomeno erosivo che si produce principalmente per effetto dello scorrimento delle acque su rocce argillose/limose con scarsa copertura vegetale e quindi poco protette dal ruscellamento. Con il termine calanchi si intendono quindi i solchi nel terreno lungo il fianco di un monte o una collina che rappresentano drenaggi stretti e affilati. L'agente morfogenetico principale per la formazione dei calanchi è l'erosione superficiale dovuta alle acque di ruscellamento, a questo si unisce l'effetto dovuto alla gravità che innesca fenomeni di scivolamento verso valle del materiale eroso.

Essi sono oggetto di un *geosito*, inserito nel Piano Paesaggistico Territoriale Regionale (PPTR Puglia), in quanto sono strutture che meritano particolare attenzione a causa della loro fragilità.

Tale geosito sarà quindi oggetto di un progetto di valorizzazione con lo scopo di tutelare l'area in quanto essa risulta essere soggetta a pratiche agricole che si spingono fino al margine del ciglio e delle fasce laterali dell'area protetta. Per tale progetto si rimanda agli approfondimenti del caso.

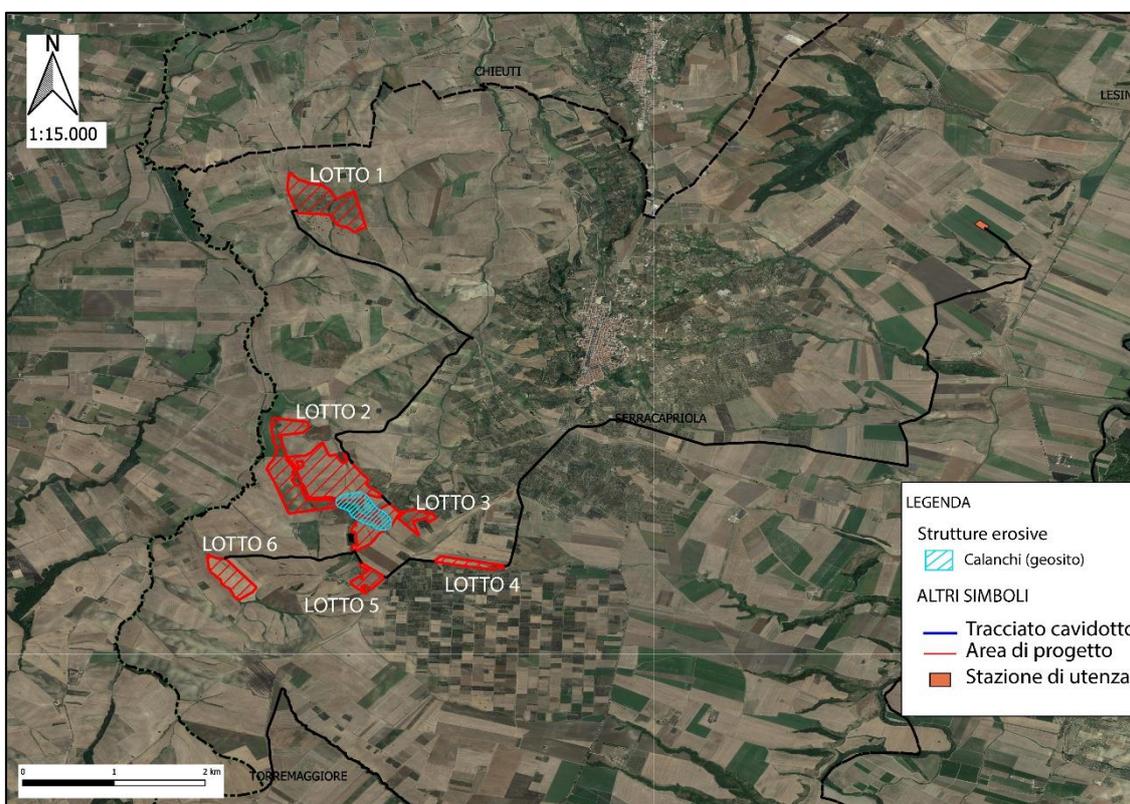


Figura 2-11. Stralcio cartografico riportante l'area interessata dal geosito.



Figura 2-12. Particolare dell'area interessata da fenomeni erosivi di tipo calanchi.

3 CARATTERISTICHE PEDOLOGICHE

L'area in esame ricade nella parte settentrionale della Puglia, a confine con il Molise, in agro di Serracapriola.

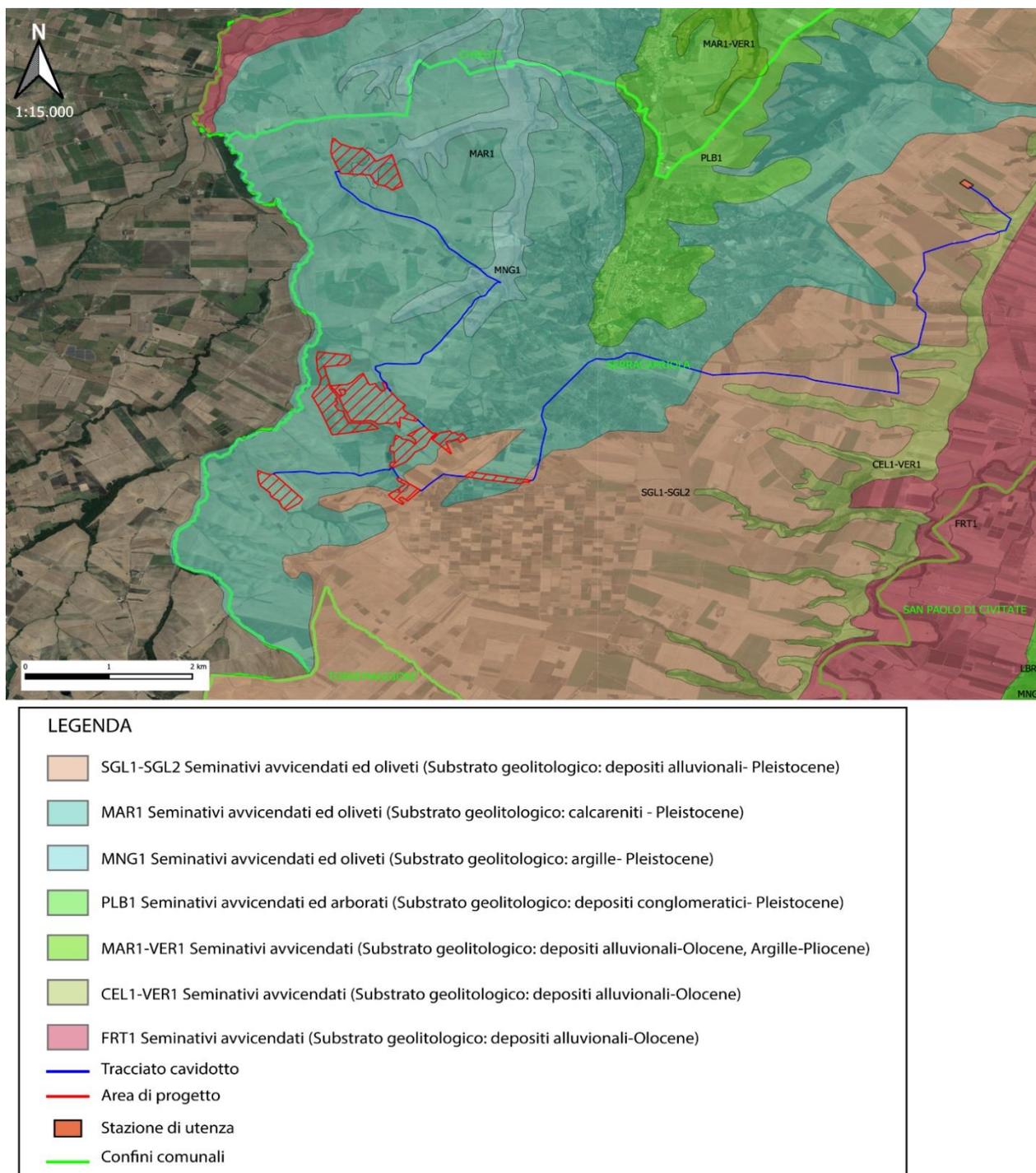


Figura 3-1. Stralcio della carta pedologica della Regione Puglia

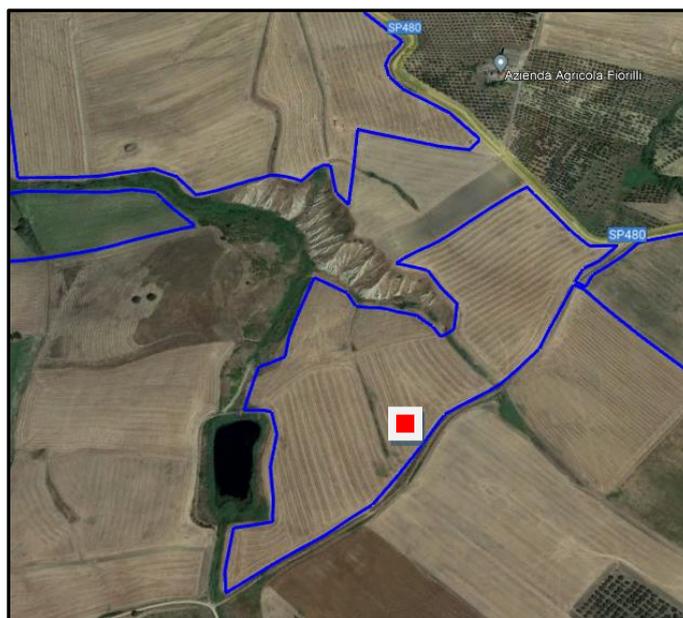


Figura 3-2. Corografia ubicazione stazione n.1



Figura 3-3. Corografia ubicazione stazione n.2

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. In un'area nei pressi degli interventi sono presenti dei calanchi.

Il rilevamento di dettaglio eseguito ha comportato anche il prelievo di n.2 campioni di terreno (vedi punti riportati nelle corografie alla pagina precedente) che sono stati sottoposti ad analisi di laboratorio presso la Chem Service Italia di Catania.

I suoli sono poco profondi, con potenza media di $0,3 \div 0,6$ m; la costituzione è prevalentemente limoso-argillosa e la colorazione è beige in superficie passante al beige e al marrone chiaro più in profondità.

La granulometria è prevalentemente limosa ($55 \div 63\%$), passante ad argillosa ($22 \div 27\%$) con poca sabbia ($14 \div 17\%$). Nelle aree in oggetto lo scheletro è quasi assente.

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

Inoltre, in molti degli appezzamenti ricadenti nei due lotti in esame, 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 e all'allegato progetto di mitigazione per gli approfondimenti del caso.

Il rilevamento pedologico, effettuato il 4 agosto tramite osservazioni ha comportato anche il prelievo di 2 campioni di terreno (vedi punti riportati nella corografia), che sono stati sottoposti ad analisi di laboratorio presso la Chem Service Italia di Catania.

I campioni sono stati prelevati in *minipit* (pozzetti a sezione variabile, profondi circa 30 cm e larghi 25x25 cm) nei punti ritenuti di interesse e di seguito indicati:

- Campione n.1 (rapporto di prova 21/08008-00) - Coordinate: 41.782963 – 15.131411
- Campione n.2 (rapporto di prova 21/08009-00) - Coordinate: 41.793224 – 15.117601

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 1

- a) La quota della stazione è di 177 m s.l.m.
- b) La pendenza dell'area all'intorno è compresa tra $3 \div 15\%$ (superficie a debole pendenza).
- c) L'esposizione è ENE.
- d) In base ai dati granulometrici si ottiene:
 - 16,9% Sabbia
 - 55,6% Limo
 - 27,5% Argilla
- e) Pertanto, il terreno si può definire come FLA "Franco Limoso-Argilloso".
- f) In base alle Munsell Soil Color Charts si può definire 6/4 Tab.10 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 7,8 si può definire "Debolmente alcalino".

435_21_CON_GEOLOGICA-SISMICA

- h) Per la dotazione di Sostanza Organica ($S.O. = 1,72 \cdot C_{org}$) il giudizio sulla valutazione agronomica si può definire “Basso”.
- i) Per la dotazione di CSC la valutazione agronomica si può definire “Alta”.



Figura 3-4. Minipit n.1

RILIEVO PEDOLOGICO				
Parametro		Unità di misura Standard adottato	Valore	Definizione Classificazione
1	Colore	<i>Munsell (hue-value-chroma)</i>	10 YR – 6/4	
2	Quota	<i>m s.l.m.</i>	177	
3	Clivometria	%	3 ÷ 15	Superficie a debole pendenza
4	Esposizione	°	ENE	
5	Uso suolo	<i>ISSDS 97</i>	210	Seminativo
6	Rocciosità	%	0	Assente
7	Pietrosità	%	7,5 ÷ 25	Medio (ciottoli) – Comune
8	Substrato	<i>Carnicelli&Wolf</i>	LA	Limo-Argilloso
9	Curvatura morfometrica	<i>Shoeneberger</i>	VL	Convesso-Lineare
10	Forma	<i>Carnicelli&Wolf</i>	EDR	Versante degradato
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>	31	Non adesivo
15	Grado di aggregazione	<i>ISSDS 97</i>	5	Fortemente sviluppata
16	Densità apparente	<i>USDA</i>	2	Media
17	Drenaggio interno	<i>SSM</i>	4	Moderatamente ben drenato
18	Capacità di accettazione piogge	<i>Jarvis e Mackney</i>	4	Bassa
19	Conducibilità idraulica	<i>SSM</i>	A-27 / S-17	Bassa
20	Presenza radici	<i>SSM</i>	2 ÷ 5	Medie e fini
21	Presenza tracce attività biologica	<i>SINA</i>	1	Roditori (rari)

RAPPORTO DI PROVA Nr. 21/08008-00 Del 31/08/2021 Pagina 1 di 2

DATI DEL CLIENTE

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

DATI DEL CAMPIONE

Etichetta campione **Serracapriola 1**
 Descrizione del campione **Suolo agricolo**
 Esame richiesto **Analisi Pedologiche complete – Vostro Rif. 431/21/CON**
 Luogo prelievo **Coordinate: 41.782963; 15131411**
 Metodo campionamento **D.M. 13/09/1999**
 Prelievo eseguito da **Alfonso Russi** Data prelievo **04/08/2021**
 Data di accettazione **16/08/2021** Note in accettazione **//**
 Data inizio prova **23/08/2021** Data fine prova **31/08/2021**

RISULTATI DELLE PROVE

Parametri chimici	Risultato	U ±	U.M	Metodo	V.N.
Scheletro	2,1	0,2	%	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 7,8	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 2,84	0,08	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 1,47	0,07	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	0,93	0,05	%	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	1,60	0,08	%	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	27,5	-	%	D.M. 13/09/1999 G.U. n°248 21/10/99 Met. II.6 +	3 - 25
Limo	55,6			D.M. 25/03/2002 G.U. n°84 10/04/2002	15 - 40
Sabbia	16,9				50 - 85
Calcare Totale	CaCO ₃ 17,6	0,9	%	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 12,4	0,6	%	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 78	4	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 1931	97	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 1150	58	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 89	4	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 317	16	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.	20,3	-	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.**

Campione 2

- a) La quota della stazione è di 75 m s.l.m.
- j) La pendenza dell'area all'intorno è compresa tra 0 ÷ 2% (superficie pianeggiante).
- b) Esposizione 0.
- c) In base ai dati granulometrici si ottiene:
 - 14,5% Sabbia
 - 63,0 Limo
 - 22,5% Argilla

435_21_CON_GEOLOGICA-SISMICA

- d) Pertanto, il terreno si può definire come FL “Franco Limoso”.
- e) In base alle Munsell Soil Color Charts si può definire 5/3 Tab.10 YR
- f) 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 7,9 si può definire “Moderatamente alcalino”.
- k) Per la dotazione di Sostanza Organica (S.O. = $1,72 \cdot C_{org}$) il giudizio sulla valutazione agronomica si può definire “Basso”.
- g) Per la dotazione di CSC la valutazione agronomica si può definire “Media”.



Figura 3-5. Minipit n.2

RILIEVO PEDOLOGICO				
Parametro		Unità di misura Standard adottato	Valore	Definizione Classificazione
1	Colore	<i>Munsell (hue-value-chroma)</i>	10 YR – 5/3	
2	Quota	<i>m s.l.m.</i>	75	
3	Clivometria	%	0 ÷ 2	Superficie pianeggiante
4	Esposizione	°	0	
5	Uso suolo	<i>ISSDS 97</i>	210	Seminativo
6	Roccosità	%	0	Assente
7	Pietrosità	%	0	Assente
8	Substrato	<i>Carnicelli&Wolf</i>	LA	Limo-Argilloso
9	Curvatura morfometrica	<i>Shoeneberger</i>	LL	Lineare-Lineare
10	Forma	<i>Carnicelli&Wolf</i>	FAY	Fondovalle con tracce di canali s.
11	Durezza	<i>Shoeneberger</i>	S	Soffice
12	Erosione reale	<i>ISSDS 97</i>	0	Assente
13	Rischio inondazione	<i>Carnicelli&Wolf</i>	2	Occasionale
14	Adesività	<i>Carnicelli&Wolf</i>	32	Debolmente adesivo
15	Grado di aggregazione	<i>ISSDS 97</i>	1	Sciolto
16	Densità apparente	<i>USDA</i>	1	Bassa
17	Drenaggio interno	<i>SSM</i>	4	Moderatamente ben drenato
18	Capacità di accettazione piogge	<i>Jarvis e Mackney</i>	3	Moderata
19	Conducibilità idraulica	<i>SSM</i>	A-27 / S-7	Bassa
20	Presenza radici	<i>SSM</i>	2 ÷ 5	Medie e fini
21	Presenza tracce attività biologica	<i>SINA</i>	1 - 4	Mammiferi (roditori rari) e molluschi (gasteropodi)

RAPPORTO DI PROVA Nr. 21/08009-00

Del 31/08/2021

Pagina 1 di 2

DATI DEL CLIENTE

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

DATI DEL CAMPIONE

Etichetta campione **Serracapriola 2**
 Descrizione del campione **Suolo agricolo**
 Esame richiesto **Analisi Pedologiche complete - Vostro Rif. 431/21/CON**
 Luogo prelievo **Coordinate: 41.793224; 15.117601**
 Metodo campionamento **D.M. 13/09/1999**
 Prelievo eseguito da **Alfonso Russi** Data prelievo **04/08/2021**
 Data di accettazione **16/08/2021** Note in accettazione **//**
 Data inizio prova **23/08/2021** Data fine prova **31/08/2021**

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 7,9	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 2,46	0,07	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 1,17	0,06	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	0,90	0,04	%	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	1,55	0,08	%	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	22,5	-	%	D.M. 13/09/1999 G.U. n°248 21/10/99 Met. II.6 +	3 - 25
Limo	63,0			D.M. 25/03/2002 G.U. n°84 10/04/2002	15 - 40
Sabbia	14,5				50 - 85
Calcare Totale	CaCO ₃ 22,6	0,9	%	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 10,3	0,5	%	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 85	4	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 1320	66	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 1322	65	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 61	3	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 434	22	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.	18,8	-	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 .

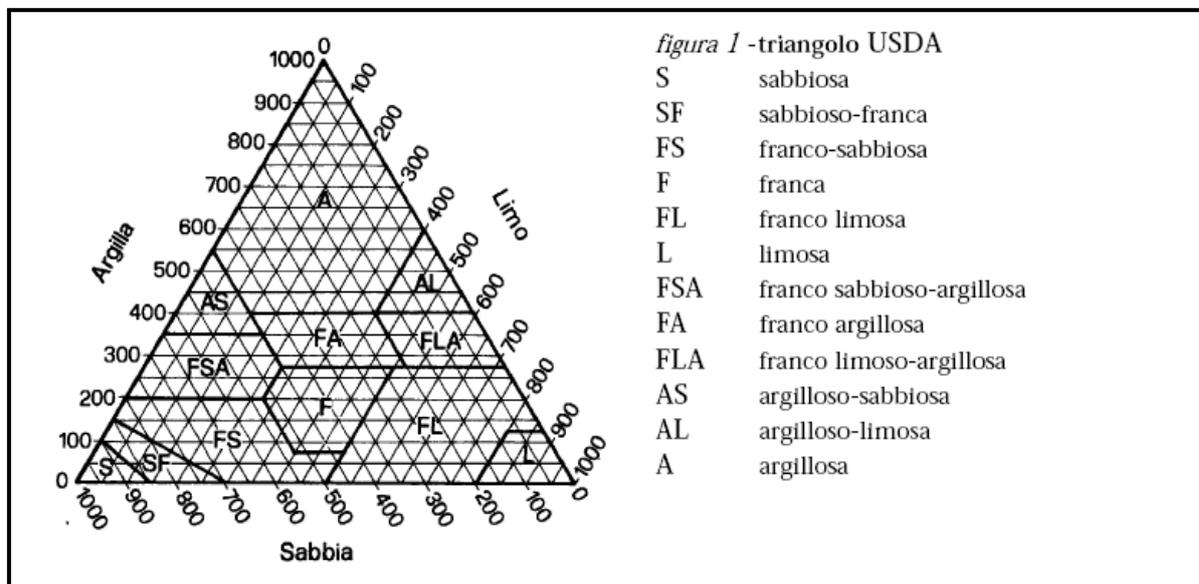


Figura 3-6. Diagramma granulometrico ternario USDA.

Tabella 3-1. Classificazione pH (in H₂O)

Serracapriola (FG)	
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

Tabella 3-2. Classificazione dotazione Sostanza organica

Serracapriola (FG)				
GIUDIZIO	Dotazione di sostanza organica %			CLASSE DI DOTAZIONE PER SCHEDE STANDARD
	Terreni sabbiosi (S-SF-FS)	Terreni medio impasto (F-FL-FA-FAS)	Terreni argillosi e limosi (A-AL-FLA-AS-L)	
Molto basso	<0,8	<1,0	<1,2	Scarsa
Basso	0,8-1,4	1,0-1,8	1,2-2,2	
Medio	1,5-2,0	1,9-2,5	2,3-3,0	Normale
elevato	>2,0	>2,5	>3,0	Elevata

Tabella 3-3. Classificazione di valutazione agronomica – CSC

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

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.

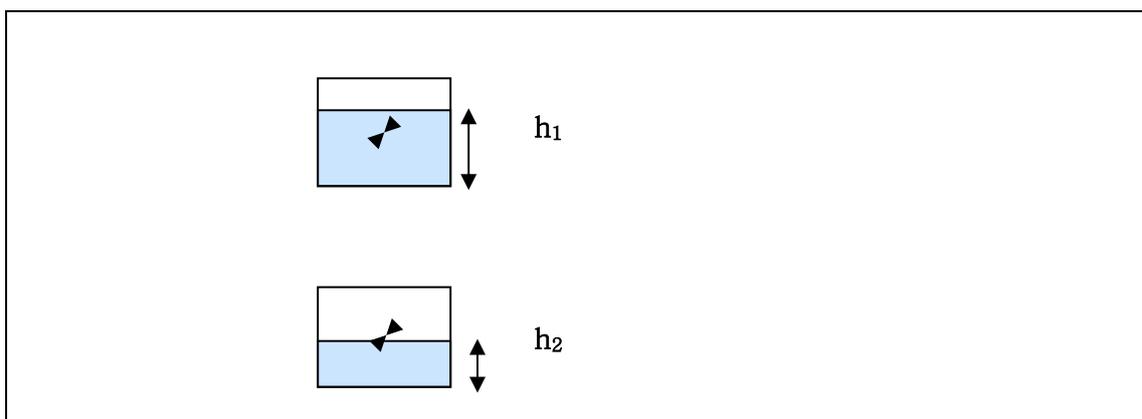


Figura 3-7. Prova di permeabilità a carico variabile in pozzetto superficiale (standard AGI, 1977)

Tabella 3-4. Prova di permeabilità a carico variabile in pozzetto n.1

DATI	Unità di misura	Misura 1	Misura 2	Misura 3	Media
h_1 = altezza iniziale del livello dell'acqua	cm	14,2	13,6	12,7	
h_2 = altezza finale del livello dell'acqua	cm	13,6	12,7	12	
$t_2 - t_1$ = tempo trascorso per il raggiungimento di h_2	sec	110	139	158	
h_m = altezza media tra h_1 e h_2	cm	13,9	13,2	12,4	
b = lato della base del pozzetto	cm	25,0	25,0	25,0	
K = coefficiente di permeabilità	cm/sec	0,00001	0,00001	0,00001	0,00001

Tabella 3-5. Prova di permeabilità a carico variabile in pozzetto n.2

DATI	Unità di misura	Misura 1	Misura 2	Misura 3	Media
h_1 = altezza iniziale del livello dell'acqua	cm	13,5	12,5	11,2	
h_2 = altezza finale del livello dell'acqua	cm	12,5	11,2	9,9	
$t_2 - t_1$ = tempo trascorso per il raggiungimento di h_2	sec	108	143	162	
h_m = altezza media tra h_1 e h_2	cm	13,0	11,9	10,6	
b = lato della base del pozzetto	cm	25,0	25,0	25,0	
K = coefficiente di permeabilità	cm/sec	0,00002	0,00002	0,00002	0,00002

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 3-8. 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.

4 CARATTERISTICHE GEOLOGICHE

Per meglio comprendere l'assetto geostrutturale del territorio in studio sarà necessario riassumere a grandi linee la storia geologica di questa parte della Puglia.

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.

Dall'inizio dell'era Cenozoica (65 milioni di anni fa) essa veniva coinvolta nell'orogenesi alpina e si sollevava in maniera non uniforme: in corrispondenza dell'attuale Appennino e del Tavoliere si avevano sprofondamenti anche di varie migliaia di metri; mentre il Gargano, dopo il sollevamento, pur rimanendo in posto si frantumava in numerosi blocchi.

Durante il sollevamento della catena appenninica, tra questa e il Gargano si formava un braccio di mare, corrispondente all'incirca all'odierno Tavoliere con la parte terminale termolese, che metteva in comunicazione l'Adriatico centrale con l'attuale golfo di Manfredonia.

In questo *Mare Dauno*, durante tutto il Pliocene e fino al Calabriano (da 5 - 1,4 milioni di anni fa) i materiali, per la massima parte argillosi, fluitati dalle zone emerse e trasportati dalle correnti marine si depositavano sul fondo naturalmente disposto a conca.

Con l'accumularsi dei detriti la depressione veniva lentamente colmata e il *Mare Dauno* assumeva tutti i caratteri di una laguna.

Alla fine del Pliocene, a nord, emergeva un istmo che divideva la laguna dall'Adriatico centrale, mentre durante il Pleistocene (1,6 - 0,4 milioni di anni fa) continuando gli apporti terrigeni emergevano isole più o meno vaste riconoscibili oggi con le dorsali preappenniniche.

Mentre il materiale alluvionale proveniente soprattutto dall'Appennino colmava la laguna, spingendo la linea di spiaggia sempre più ad est, tra Manfredonia e Margherita di Savoia si formava un cordone di dune che interrompeva definitivamente le comunicazioni col mare trasformando la parte restante della laguna in palude salmastra che nell'Olocene si prosciugava quasi per intero.

Nell'area del Tavoliere, come è stato ampiamente dimostrato dai numerosi pozzi petroliferi trivellati, alla base della serie stratigrafica sono i calcari mesozoici, che formano il fondo della depressione, sui quali si sono depositate le formazioni cenozoiche costituite soprattutto dalle potenti Argille grigio-azzurre, sulle quali si rinvengono i depositi quaternari marini frammisti a materiale alluvionale.

Nello specifico, la litologia dei luoghi è caratterizzata da rocce sedimentarie depositatesi in ambienti e tempi diversi e nell'area che sarà interessata dal progetto in esame affiorano soprattutto, dalla più bassa alla più alta, le seguenti formazioni:

- a) Alluvioni terrazzate. Sono formate da lenti e letti di ghiaie più o meno cementate, intercalati a luoghi a livelli di conglomerati compatti, a sabbie a stratificazione incrociata e ad argille verdastre. La natura litologica degli elementi più grossolani è molto varia e il loro arrotondamento è notevole. Nei ciottoli di medie dimensioni il grado di appiattimento è abbastanza pronunciato. Stabili per posizione, hanno buona capacità portante. Frequenti le variazioni sia orizzontali che verticali. Permeabili per porosità dove la frazione argillosa è assente, ospitano falde acquifere sospese. La loro età è il Pleistocene - Olocene.

- b) Coperture fluvio-lacustri: sono costituite da ghiaie più o meno cementate, livelli lentiformi travertinosi con impronte di piante e di gasteropodi, argille sabbiose, sabbie, calcari pulverulenti bianchi ricoperti da “terre nere”. Questi terreni non appartengono ad una sola fase di deposizione; la distribuzione e la diversa altezza degli affioramenti suggeriscono che la rete idrografica che li ha determinati non era analoga all’attuale. Si tratta di una successione di fasi di accumulo e di erosione caratterizzate dalla presenza di depressioni interne dove, a depositi di natura prevalentemente lacustre, si alternavano episodi di facies deltizia e fluviale (Pleistocene).
- c) Argille di Montesecco: Si tratta di argille marnose, siltoso-sabbiose, grigio-azzurre, giallastre in superficie per alterazione, con veli di silt e rare intercalazioni sabbiose. Queste ultime diventano più frequenti alla sommità della formazione. La formazione comprende il Pliocene medio e superiore e si estende fino al Calabriano (Calabriano – Pliocene medio).

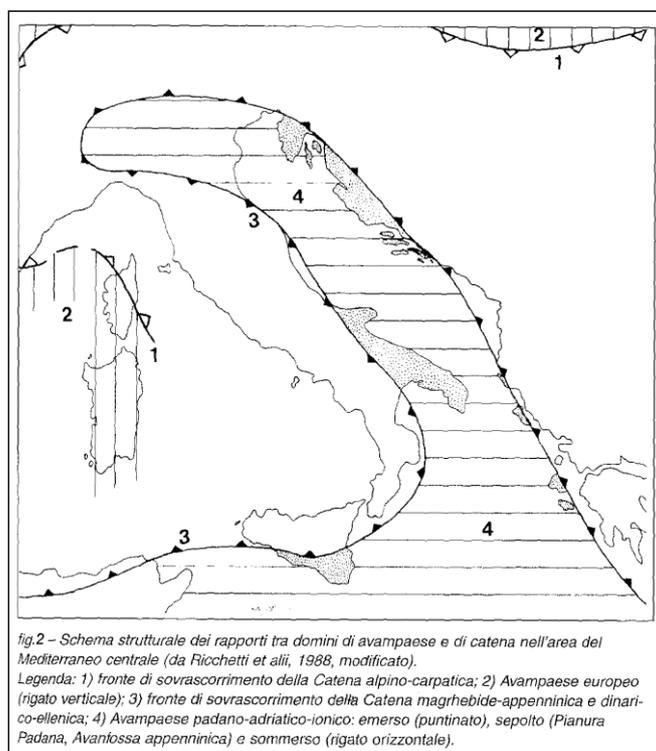


Figura 4-1. Schema strutturale dei rapporti tra vari domini.

I terreni fin qui descritti coprono in discordanza:

- a) Calcari: Calcari dolomitici e dolomie stratificate del Cretacico.

La giacitura delle alluvioni terrazzate è sub-orizzontale. I terreni d'impalcatura (Calcari del Cretacico) sono interessati da una serie di alti e bassi strutturali originati da faglie a direzione appenninica e parallele alla faglia marginale del Gargano (Faglia del Candelaro).

435_21_CON_GEOLOGICA-SISMICA

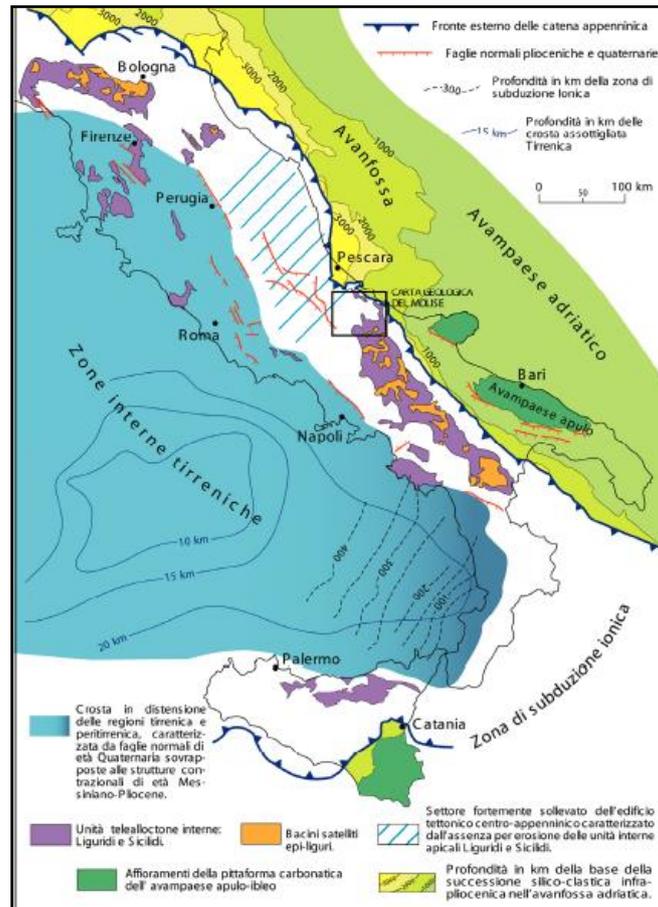


Figura 4-2. Carta geologica dell'Italia meridionale, note illustrative (Festa et alii, 2006)

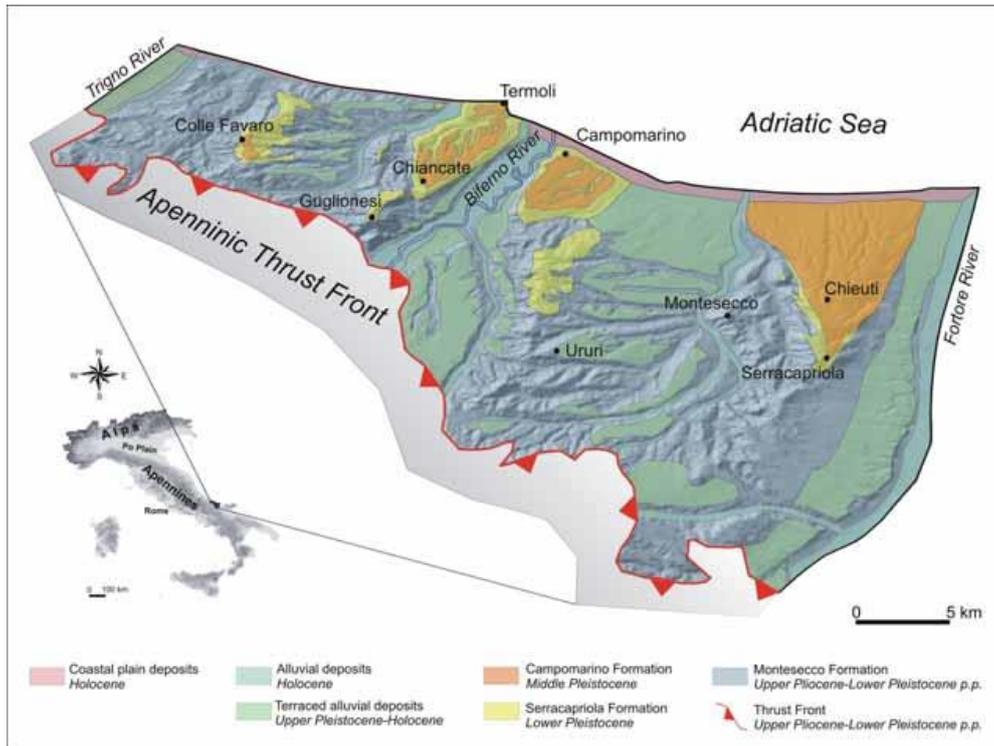


Figura 4-3. Schema geologico-strutturale dell'area (Amorosi et alii, 2009)

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. Da questi dati si evince che la catena appenninica, costituita dal sistema imbricato delle Unità della Piattaforma Carbonatica Laziale-Abruzzese, del Bacino Molisano e della Piattaforma Abruzzese esterna, è largamente alloctona, ricoprendo tettonicamente le Unità Apulo-Adriatiche deformate della Maiella e di Casoli.

Le Unità Apulo-Adriatiche deformate della Maiella e di Casoli sono a loro volta in sovrapposizione tettonica sulle argille dell'Avanfossa Adriatica (Pliocene Inf. - Pliocene Sup.) e collegate allo sviluppo del mélangé tettonico dei Monti Frentani, ove sono implicati sia in affioramento che in sottosuolo, tra le valli del F. Sangro e del F. Fortore, i sedimenti plio-pleistocenici dei settori Adriatici più esterni.

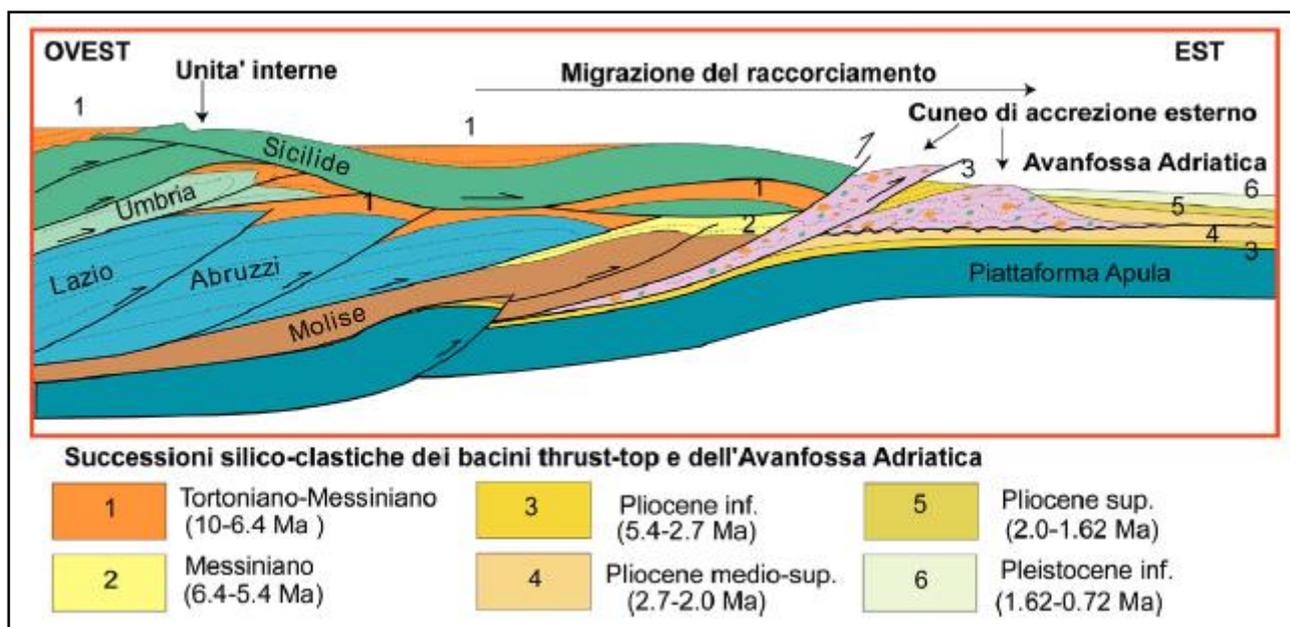


Figura 4-4. Sezione schematica della catena appenninica, Note illustrative (Festa et alii, 2006)

Si rimarca che, per la storia e la natura della formazione affiorante (*Coperture fluvio-lacustri dei pianalti e l'ordine dei terrazzi*), la variabilità stratigrafica verticale e l'eteropia di facies (lenti con maggior o minor percentuale di ghiaie, sabbie e argille sabbiose, frazioni presenti nell'area in esame) è frequente, così come testimoniato dai rilievi e dalle indagini geognostiche eseguite in sito e dalle informazioni raccolte dalla scrivente.

L'area in esame è posta in prossimità del contatto tra l'Avanfossa adriatica e l'Unità dei Monti della Daunia, ossia i primi rilievi collinari del sub-appennino.

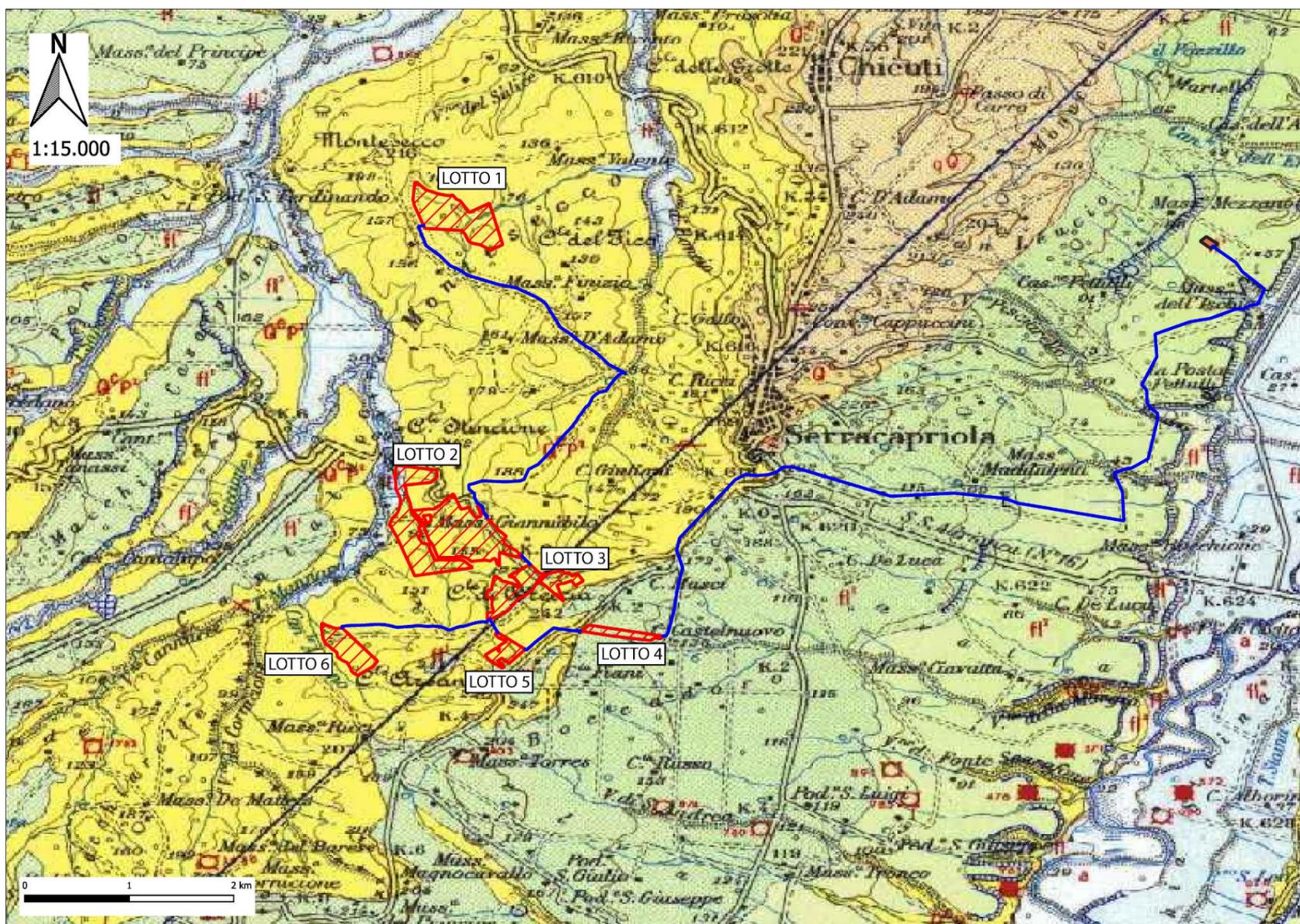


Figura 4-5. Stralcio della Carta Geologica d'Italia (Foglio n.155—San Severo, scala 1:100.000)

435_21_CON_GEOLOGICA-SISMICA

Sovrapponendo le aree di progetto con le tavolette III N.E “Serracapriola” e II N.O. “Coppa di Rose” del foglio 155 San Severo, 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 per lo più la formazione afferente alle Argille di Montesecco.

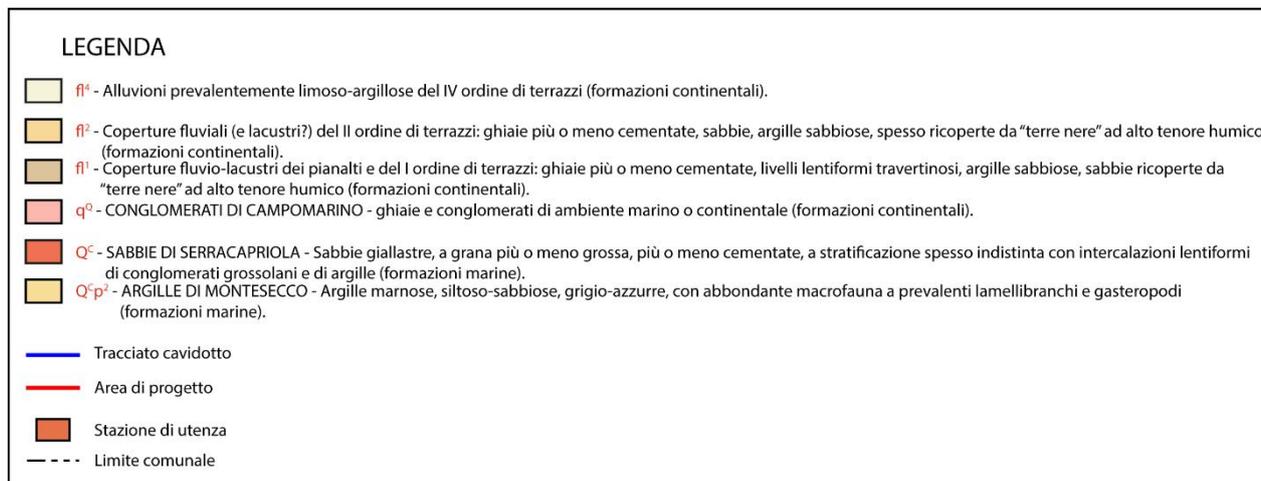
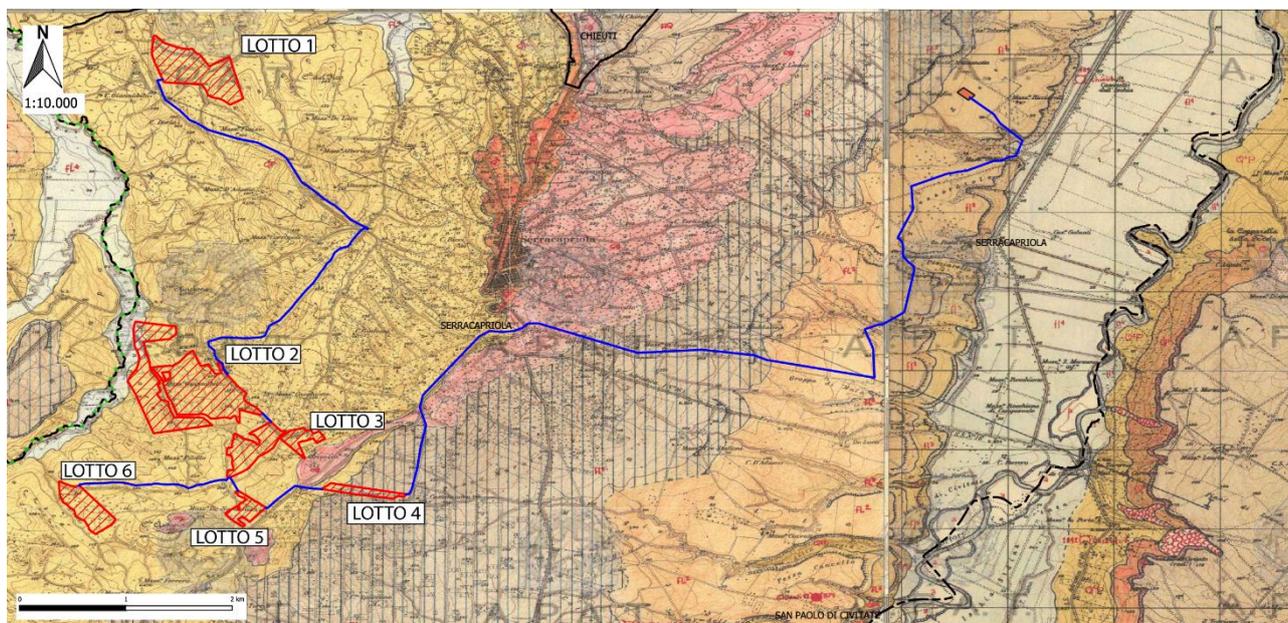


Figura 4-6. Stralcio cartografico delle tavolette III N.E “Serracapriola” e II N.O. “Coppa di Rose”, in scala 1:25.000 del Foglio 155 San Severo.

Nell’ottobre 2017 è stato redatto il Piano Urbanistico Generale (P.U.G.) del Comune di Serracapriola. Uno degli allegati del PUG è la carta geologica del territorio comunale, in scala 1:25.000, la quale conferma che l’area oggetto del presente studio di impatto ambientale interessa principalmente la formazione delle Argille di Montesecco (Pliocene superiore – Pleistocene inferiore) e, subordinatamente, la copertura fluvio lacustre dei pianalti e del I Ordine di Terrazzi (Pleistocene Medio – Olocene).

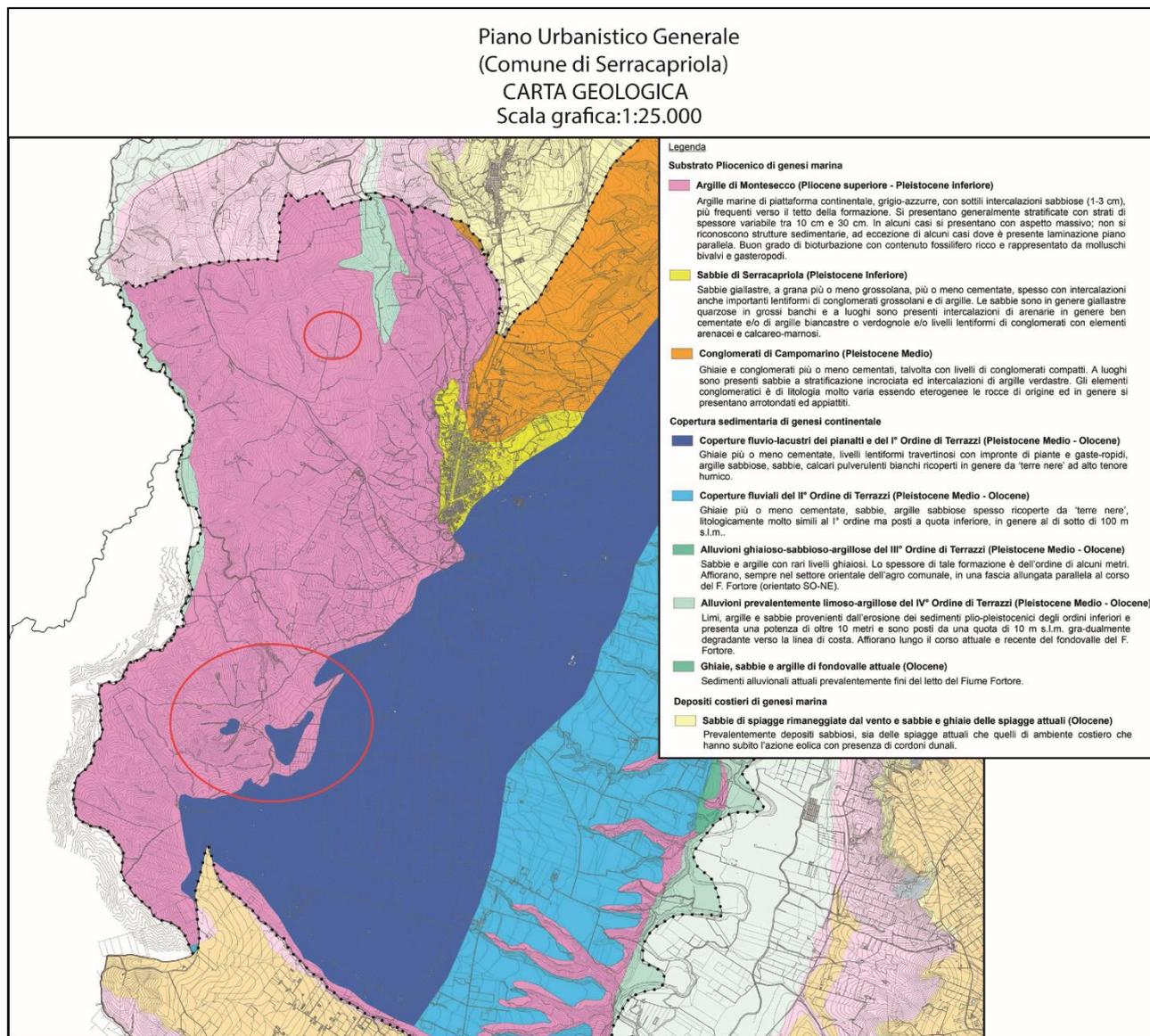


Figura 4-7. Stralcio cartografico, in scala 1:25.000, del territorio comunale di Serracapriola (P.U.G. 2017).

Dal punto di vista tettonico si osservano dei lineamenti strutturali, orientati in direzione E-O nella zona di Apricena. 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 con direzione appenninica NW-SE.

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 (linee di colore rosso), la più vicina è posta a nordest, in corrispondenza dell'abitato di Serracapriola. Si tratta di una faglia con cinematica normale

435_21_CON_GEOLOGICA-SISMICA

affidente al sistema di Apricena, non mostra evidenze di fagliazione superficiale, l'ultima attività è datata a più di 3.000 anni fa interessando i depositi del Pleistocene superiore - Olocene.

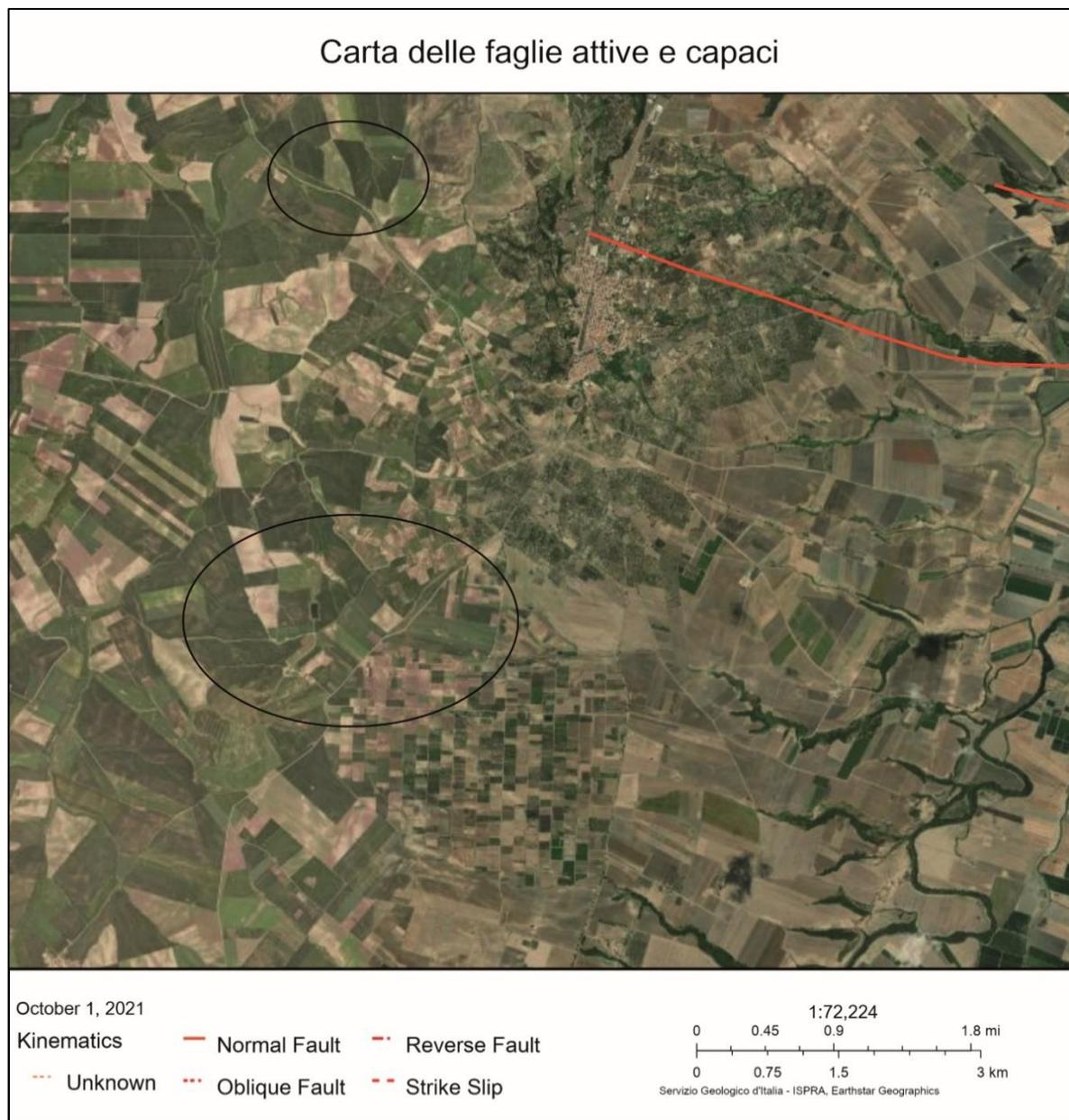


Figura 4-8. Stralcio della cartografia del progetto Ithaca-ISPRA, in nero l'area di progetto.

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.

5 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 della Giunta Regionale della Puglia n. 153 del 2 marzo 2004 “Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni 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.

5.1 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 nel Gargano, nell’Alto Tavoliere e nel Molise.

L’area in esame, essendo a ridosso del fronte della catena appenninica ed in prossimità delle faglie particolarmente attive che limitano il promontorio del Gargano, 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 Molise del 31 ottobre 2002 (San Giuliano). La magnitudo di questo evento è stata stimata pari a 5.4 della scala Richter, un valore che comporta effetti fino al grado VIII della scala Mercalli-Cancani-Sieberg (MCS).

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

- la sequenza appenninica del dicembre 1456, di cui si ricordano danni gravi a Casacalenda;
- la sequenza garganica del luglio/agosto 1627, che ha provocato, fra l’altro, danni di grado VIII-IX MCS nell’Alto Tavoliere e a Termoli;
- il terremoto del 30 marzo 1731, che raggiunse gli effetti del X grado MCS con la distruzione di gran parte delle costruzioni del territorio comunale di Lucera e Troia;

435_21_CON_GEOLOGICA-SISMICA

- l'evento del luglio 1805, nel Matese, i cui effetti peraltro non hanno superato il grado VI MCS;
- il terremoto del 23 luglio 1930, nell'Irpinia, i cui effetti hanno raggiunto il grado X MCS;
- il terremoto del 23 novembre 1980, sempre in Irpinia, anche questo con effetti del grado X MCS.

Dai dati rilevati per il Programma "Geodinamica" del CNR, si è constatato che dalla fine del Pleistocene tutta l'area del Tavoliere e fino al M. Adriatico è stata interessata da un sollevamento generale. I movimenti, di natura disgiuntiva, sono avvenuti anche in tempi recenti. Si è constatato pure che i fenomeni tellurici sono in tutta la zona, a partire dal 1400, di intensità decrescente.

La Regione Puglia, con Delibera n. 153 del 2 marzo 2004 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. I terremoti dell'area in esame sono strettamente connessi alla sismicità della fascia appenninica e garganica, 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 58 la 59 e la 61.

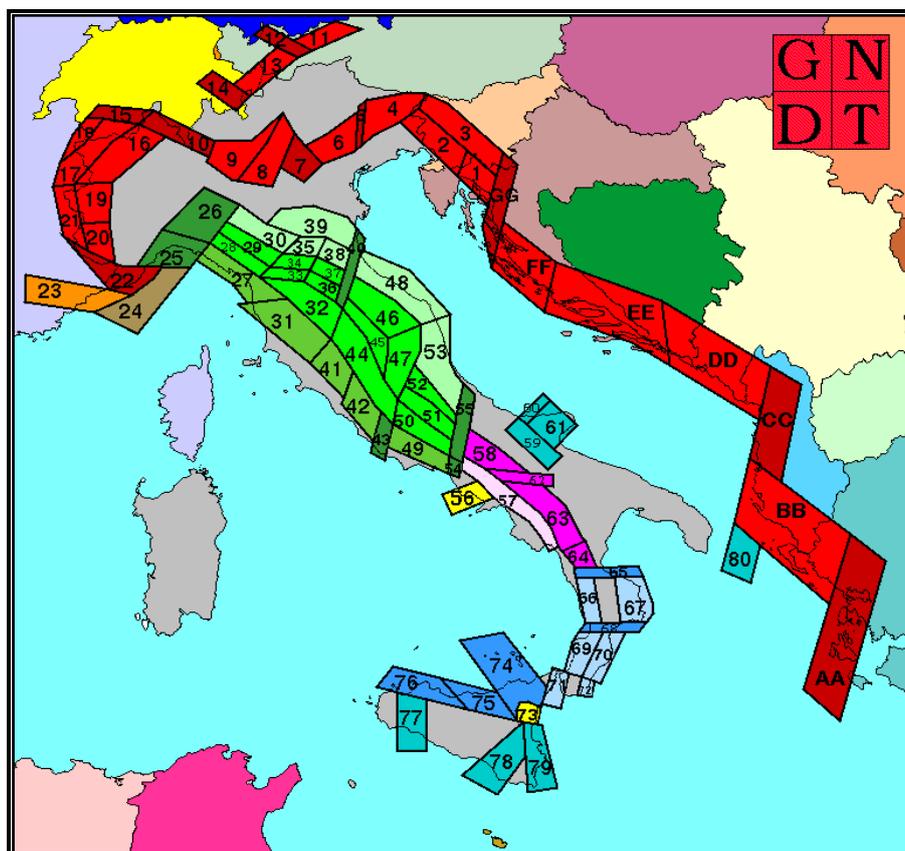


Figura 5-1. Schema della zonazione sismogenetica ZS4

435_21_CON_GEOLOGICA-SISMICA

Zona "58"

- Fascia appenninica principale.
- Meccanismi di rottura attesi: dip-slip e subordinatamente strike-slip.

Zone "59 – 61"

- Gargano-Tremiti.
- Meccanismi di rottura attesi: misti, con prevalenza di trike-slip.

Nella più recente zonazione ZS9 il territorio di Serracapriola ricade nella zona marginale della 924, solo in parte corrispondente alla precedente zona 59-61. La zona è orientata circa E-O ed in essa è da collocare quasi tutta la sismicità dell'area (per es. il terremoto distruttivo del 1627); in tale zona ricade anche la faglia di Mattinata che generalmente è ritenuta attiva con una cinematica simile a quella del terremoto del 2002.

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.

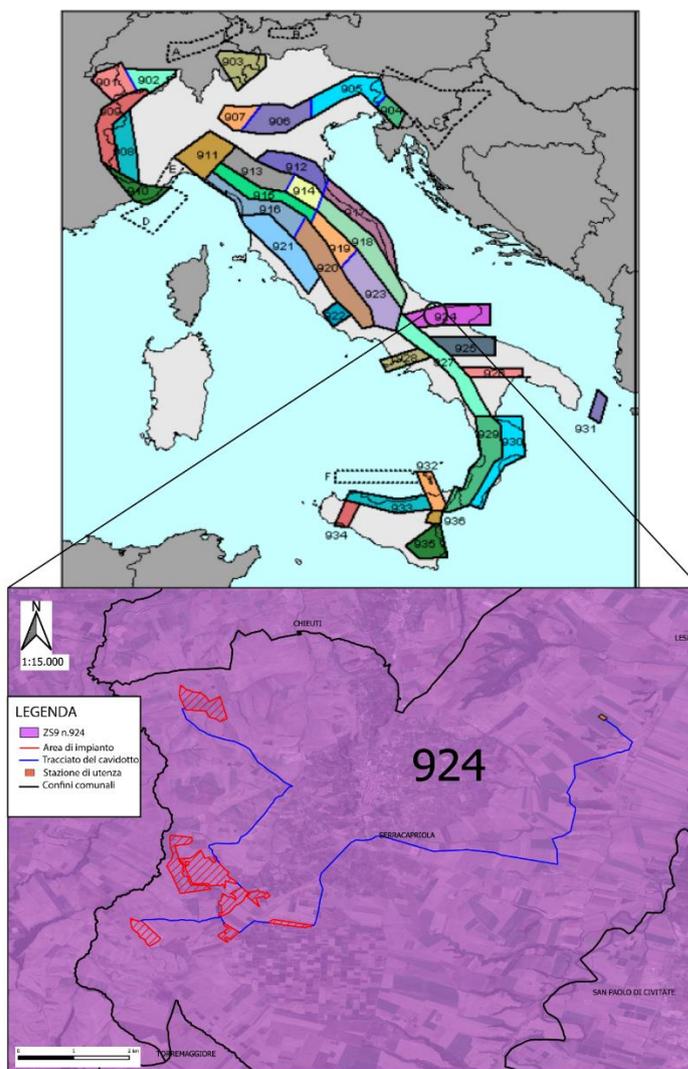


Figura 5-2. Schema delle zone sismogenetiche ZS.9 in alto e overlapping delle aree di intervento in basso.

Di seguito la storia sismica di Serracapriola, 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
9-10	1627	7	30	10	50		Capitanata	10	6,66
9	1627	8	7	16	40		Capitanata	9	6,03
8-9	1646	5	31				Gargano	10	6,72
6-7	1647	5	5	12	30		Gargano	7-8	5,69
HF	1731	3	20	3			Tavoliere delle Puglie	9	6,33
6	1805	7	26	21			Molise	10	6,68
6	1851	8	14	13	20		Vulture	10	6,52
4-5	1852	12	9	21	15		Gargano	5	4,31
2	1882	6	6	5	40		Isernino	7	5,2
4-5	1889	12	8				Gargano	7	5,47
NF	1893	8	10	20	52		Gargano	8	5,39
5	1894	3	25				Gargano	6-7	4,9
2-3	1905	11	26				Irpinia	7-8	5,18
NF	1908	1	8	21	41		Isole Tremiti	5	4,16
4-5	1910	6	7	2	4		Irpinia-Basilicata	8	5,76
3	1912	7	2	7	34		Tavoliere delle Puglie	5	4,55
5	1913	10	4	18	26		Molise	7-8	5,35
4	1915	1	13	6	52	43	Marsica	11	7,08
5	1919	10	21	0	24		Gargano	5-6	5,03
6	1930	7	23	0	8		Irpinia	10	6,67
6	1937	7	17	17	11		Tavoliere delle Puglie	6	4,96
4	1951	1	16	1	11		Gargano	7	5,22
3	1956	9	22	3	19	39	Gargano	6	4,64
5-6	1962	8	21	18	19		Irpinia	9	6,15
NF	1970	1	21	18	36	25	Gargano	5	4,34
4	1971	5	6	3	45	5	Irpinia	6	4,83
4-5	1972	2	29	20	54	17,74	Gargano	6	4,71
6	1980	11	23	18	34	52	Irpinia-Basilicata	10	6,81
4	1984	5	7	17	50		Monti della Meta	8	5,86
4	1984	5	11	10	41	49,27	Monti della Meta	7	5,47
4	1989	3	11	21	5		Gargano	5	4,34
NF	1990	2	1	6	24	14,15	Isole Tremiti		4,43
3-4	1990	5	5	7	21	29,61	Potentino		5,77
NF	1991	5	26	12	25	59,42	Potentino	7	5,08
NF	1992	11	5	13	34	27,86	Gargano	5	4,34
5	1995	9	30	10	14	33,86	Gargano	6	5,15
5	1996	11	10	23	23	10,77	Tavoliere delle Puglie	5-6	4,35
4-5	2001	7	2	10	4	43,18	Tavoliere delle Puglie	5	4,26

435_21_CON_GEOLOGICA-SISMICA

5	2002	10	31	10	32	59,05	Molise	7-8	5,74
5	2002	11	1	15	9	1,92	Molise	7	5,72
5	2002	11	12	9	27	48,57	Molise	5-6	4,57
3	2003	1	27	4	3	46,57	Molise	5	3,84
4-5	2003	6	1	15	45	18,04	Molise	5	4,44
4-5	2003	12	30	5	31	38,26	Molise	4-5	4,53
NF	2005	3	1	5	41	37,38	Molise	4	3,68
5	2006	5	29	2	20	6,26	Gargano		4,64
NF	2006	10	4	17	34	20,5	Adriatico centrale	4-5	4,3
3	2006	12	10	11	3	41,57	Adriatico centrale		4,48

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

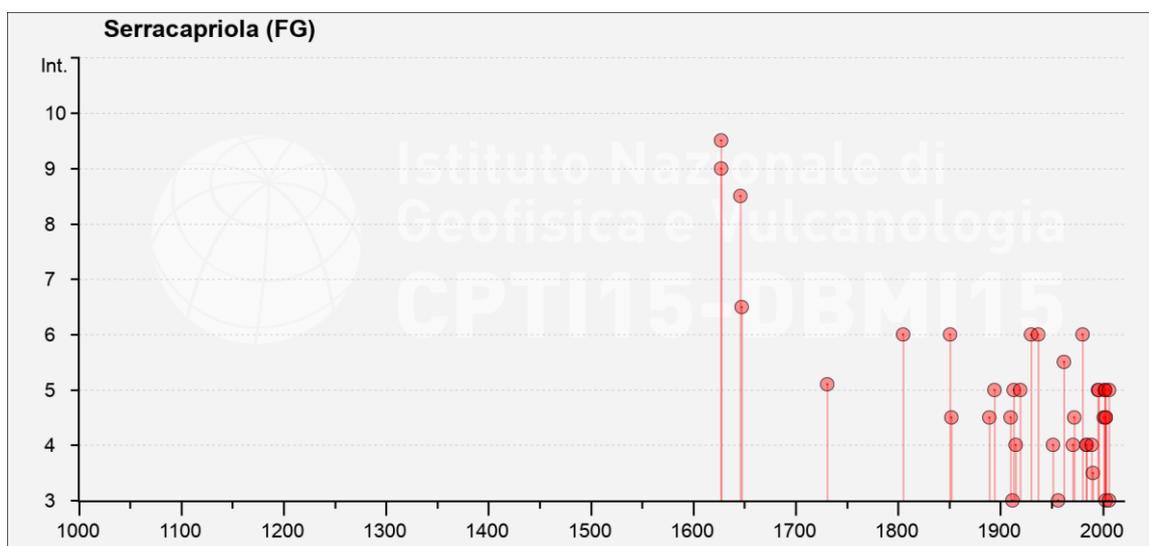


Figura 5-3. Storia sismica di Serracapriola (fonte: INGV - DBMI04, Database osservazioni macrosismiche dei terremoti italiani)

Dal punto di vista sismogenetico, il territorio di Serracapriola è sito poco a nord di un'importante sorgente denominata nel DSS (Database of Seismogenic Sources) Ripabottoni – San Severo, orientata circa Ovest-Est con andamento quasi verticale. Tale struttura risulta attiva fino alla profondità di 25 km, confermata dalla parziale riattivazione di alcuni segmenti durante la sequenza sismica del Molise, nel 2002.

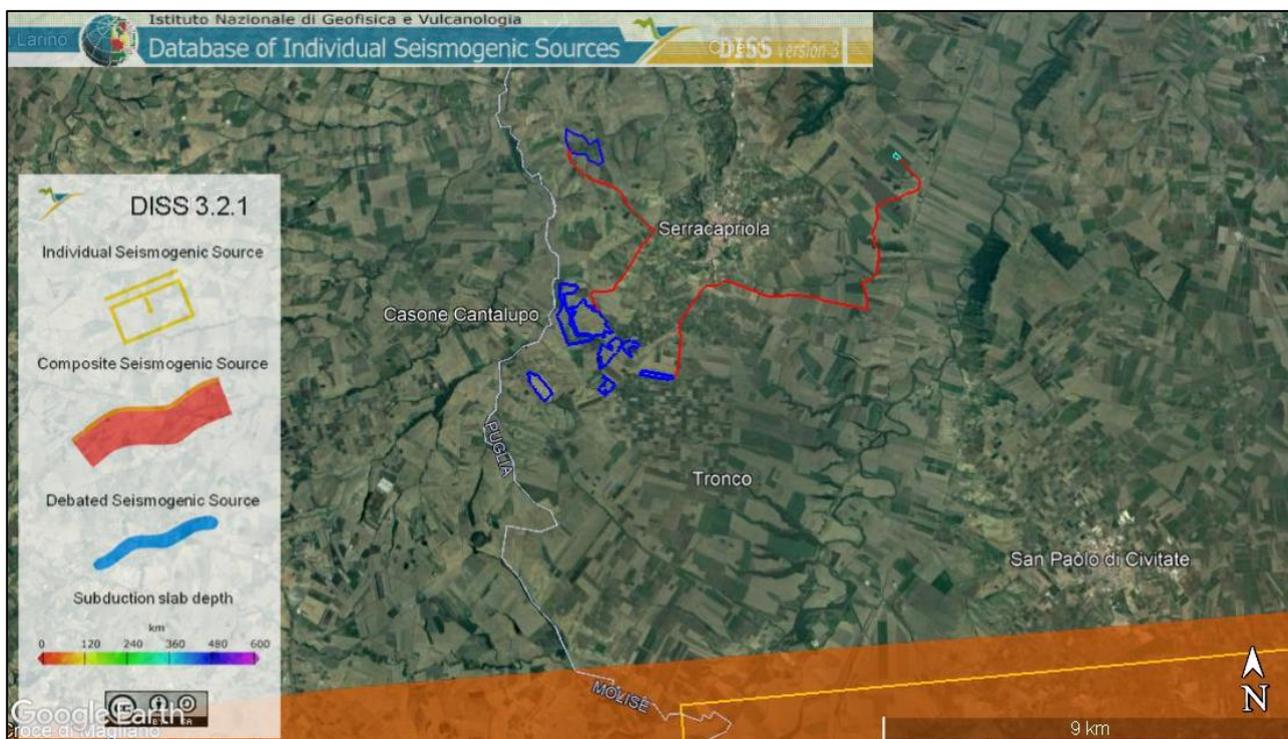


Figura 5-4. Stralcio cartografico del DISS, con overlapping delle aree di progetto.

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 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 (a_g)
1	$a_g > 0.25$
2	$0.15 < a_g \leq 0.25$
3	$0.05 < a_g \leq 0.15$
4	$a_g \leq 0.05$

Figura 5-5. 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 Serracapriola ricade in "Zona sismica 2", ritenuta a media sismicità.

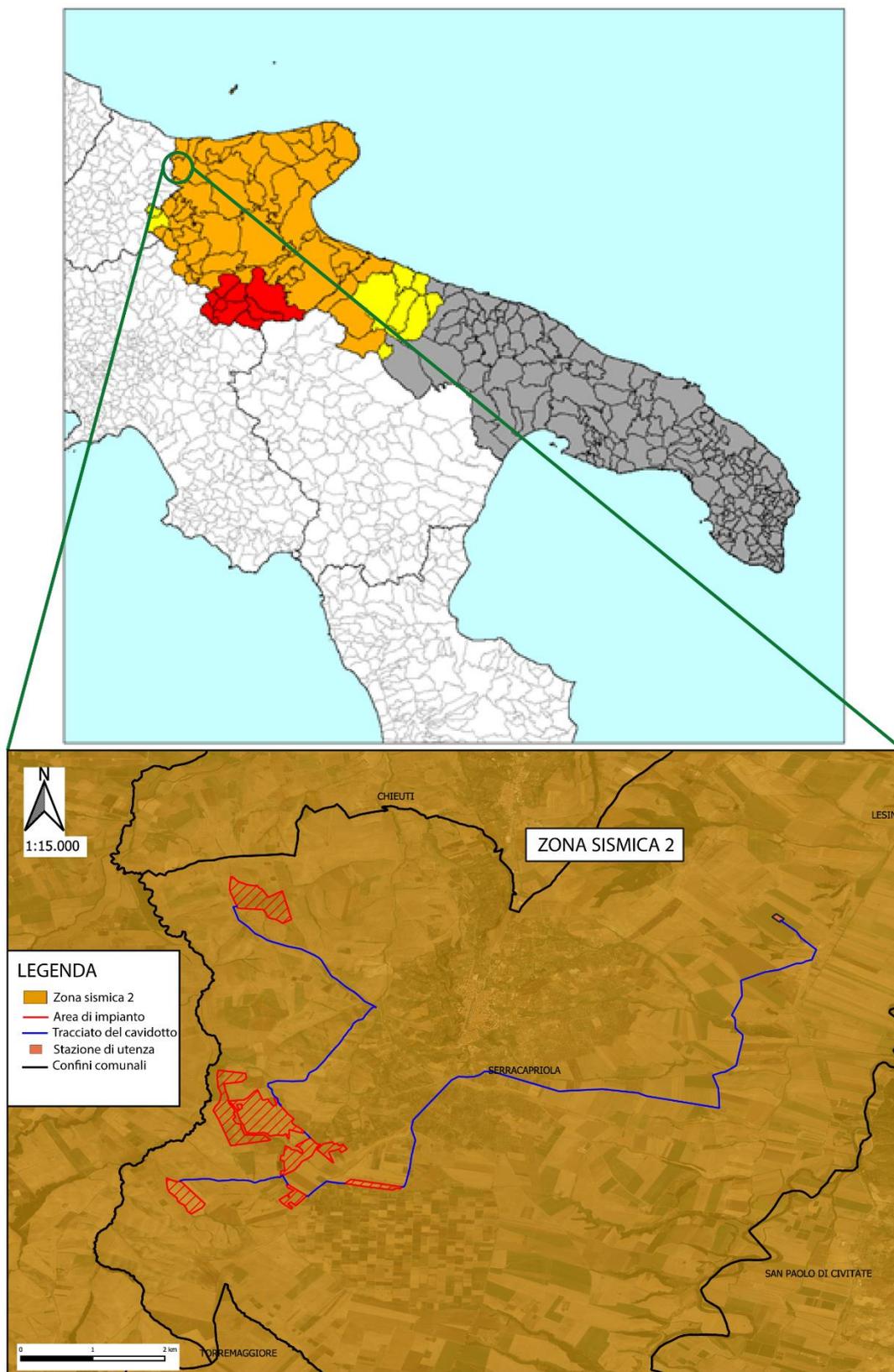


Figura 5-6. Stralcio della Zonizzazione Sismica della Regione Puglia (O.P.C.M. 3274/2004).

435_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 ag pari a 0,150 ÷ 0,200).

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.

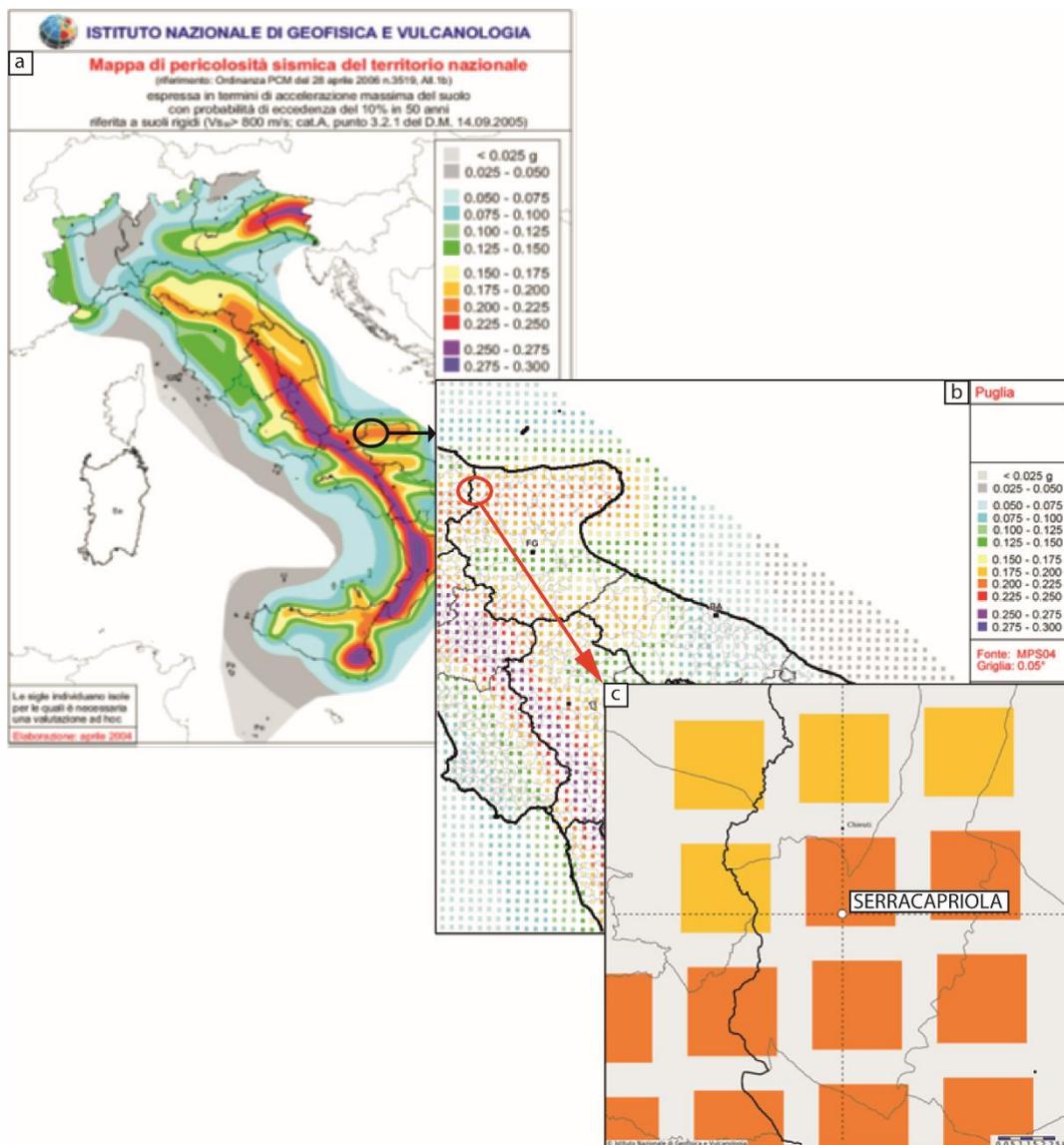


Figura 5-7. a) Mappa di pericolosità sismica (INGV, 2004); b) Mappa di pericolosità sismica (punti di griglia: parametri dello scuotimento ag; probabilità di superamento del 10% in 50 anni; percentile 50); c) Particolare - mappa di pericolosità sismica.

La magnitudo media (magnitudo locale media MI e non di momento Mw) è pari a 5,29 con deviazione standard di 0,87. 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.

435_21_CON_GEOLOGICA-SISMICA

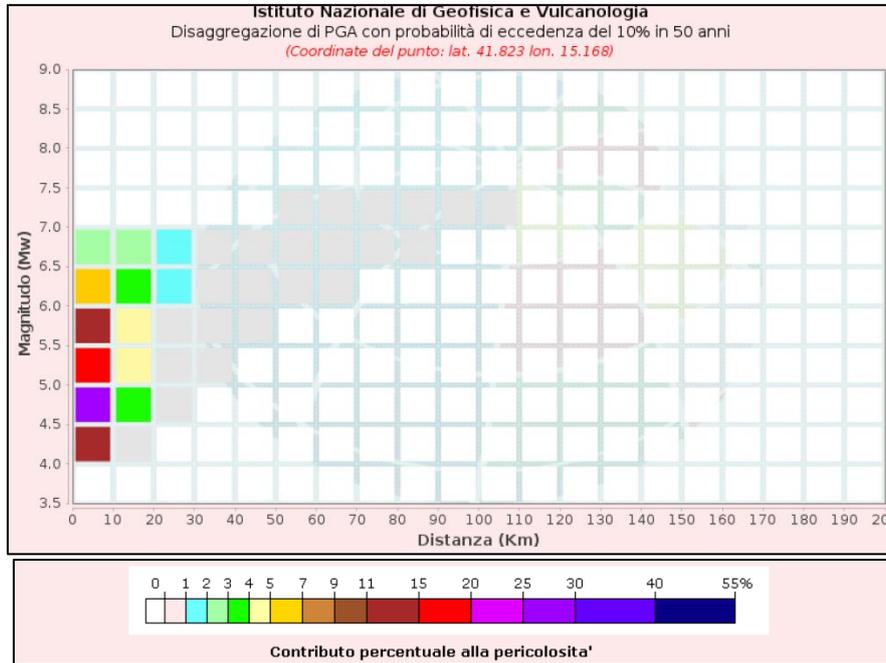


Figura 5-8. Dati di disaggregazione relativi a Serracapriola.

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	11.9000	26.0000	18.4000	11.0000	5.6200	2.5100	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
10-20	0.0000	0.6570	3.1300	4.6000	4.7300	3.8200	2.5000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
20-30	0.0000	0.0000	0.0144	0.3570	0.8970	1.1600	1.1000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
30-40	0.0000	0.0000	0.0000	0.0015	0.1110	0.2980	0.3870	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
40-50	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0022	0.0582	0.1240	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
50-60	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0071	0.0726	0.0552	0.0000	0.0000	0.0000
60-70	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0924	0.1670	0.0000	0.0000	0.0000
70-80	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0236	0.1170	0.0000	0.0000	0.0000
80-90	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0012	0.0476	0.0000	0.0000	0.0000
90-100	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0067	0.0000	0.0000	0.0000
100-110	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0000	0.0000	0.0000
110-120	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
120-130	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
130-140	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
140-150	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
150-160	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	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 5-9. Tabella di disaggregazione relativi a Serracapriola.

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 capitolo "Caratteristiche geotecniche") si evince che la velocità equivalente calcolata ($V_{S,eq}$) è risultata pari a 258 ÷ 310 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 5-10. 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 5-11. 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 5-12. Tipologia delle costruzioni e relativi valori minimo di V_N (NTC, 2018)

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

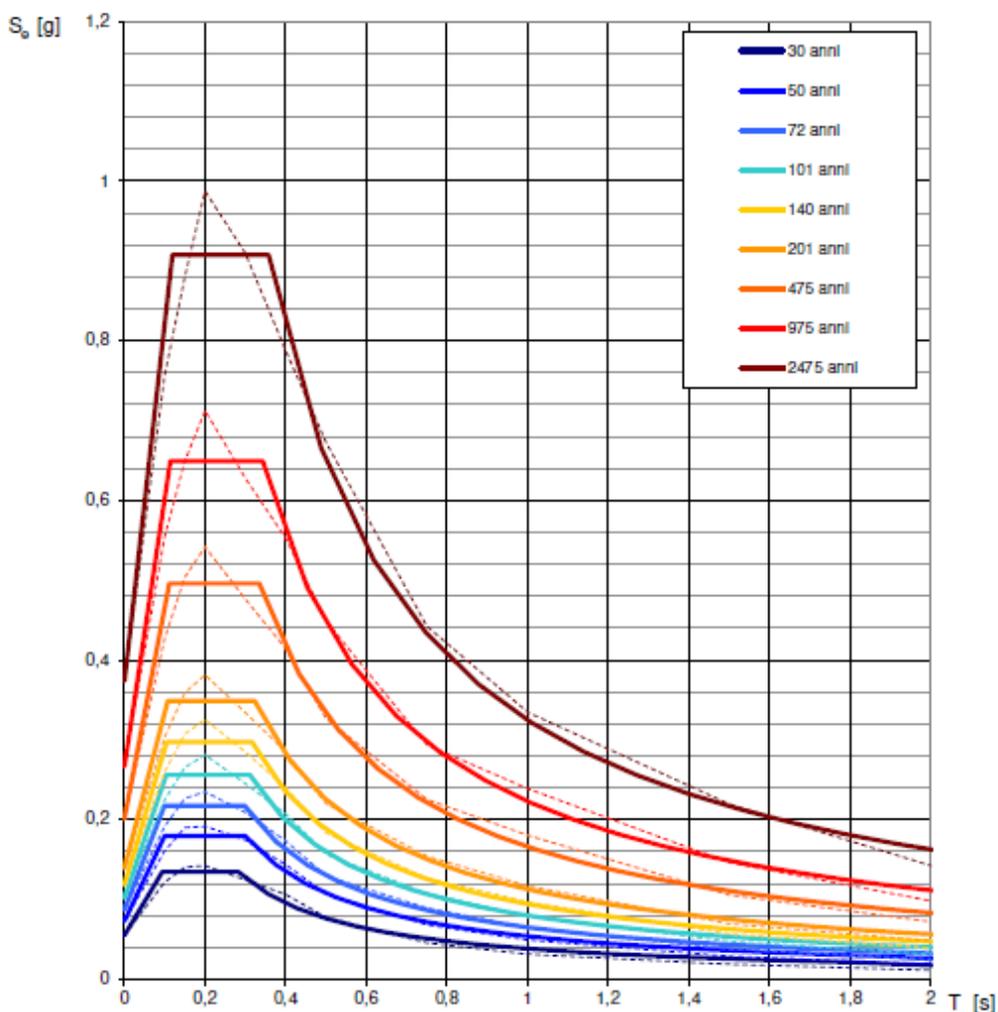
Figura 5-13. Classe d'uso e relativi coefficienti C_u (NTC, 2018)

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"

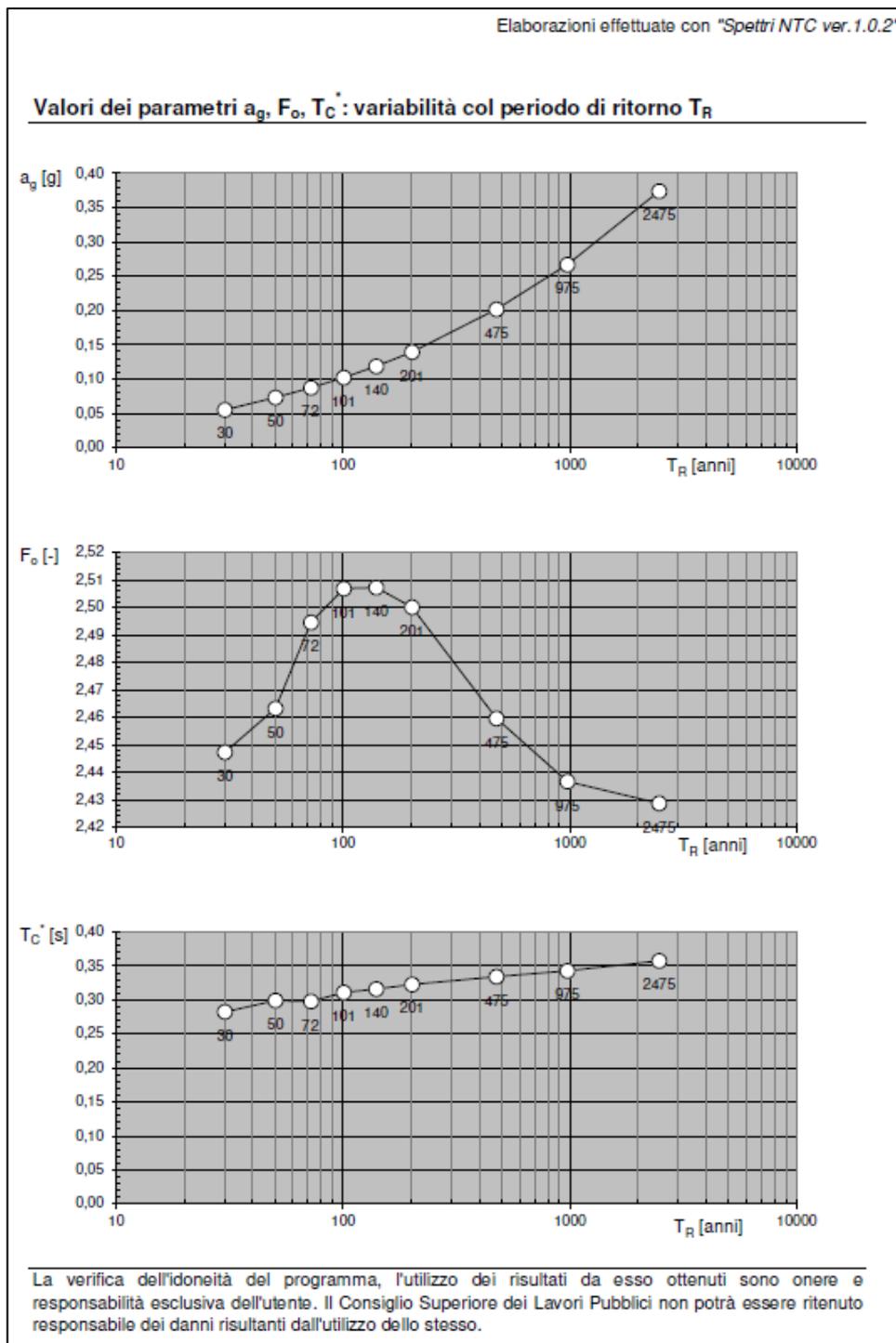
Spettri di risposta elastici per i periodi di ritorno T_R di riferimento



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.

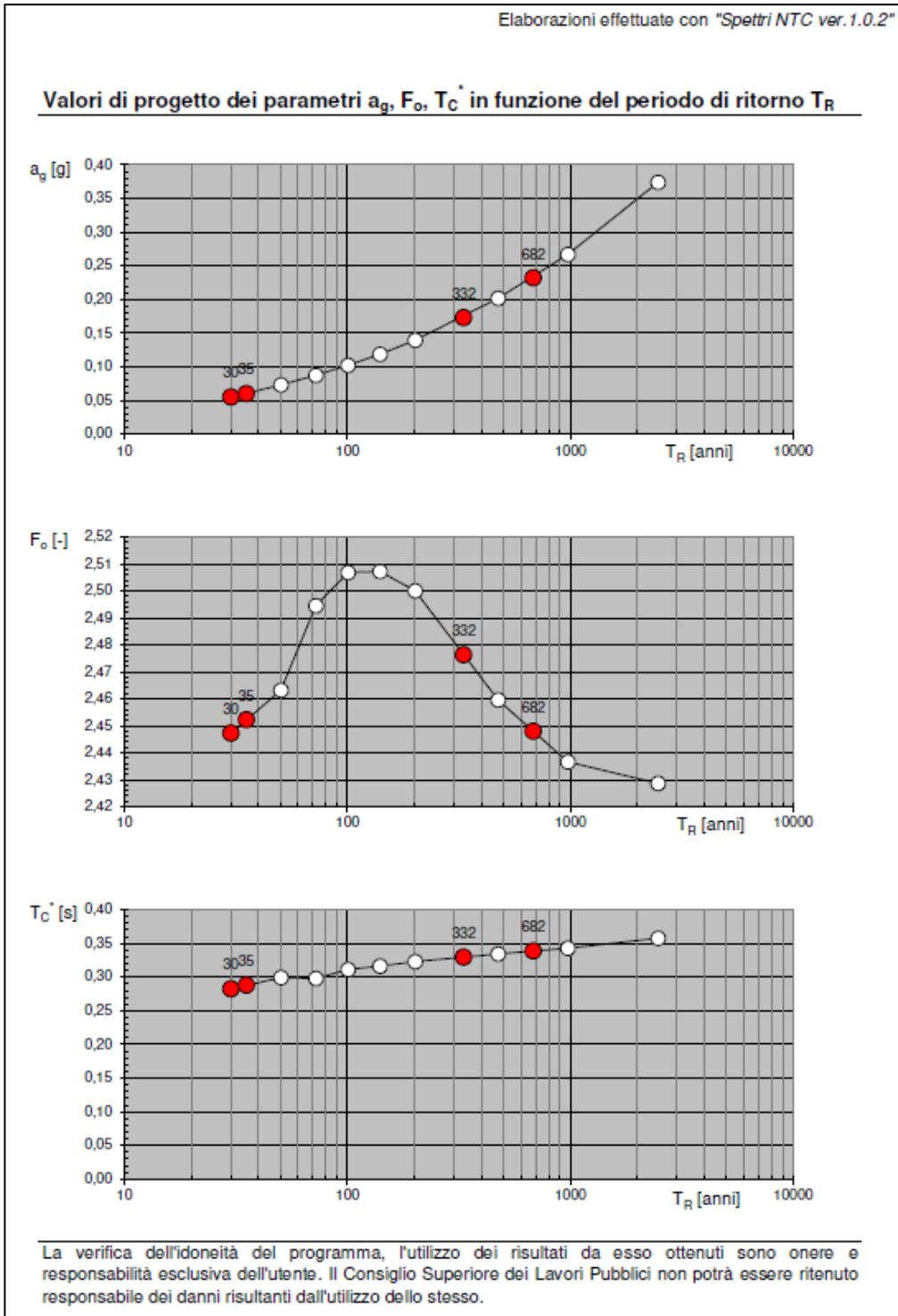


Elaborazioni effettuate con "Spettri NTC ver.1.0.2"

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

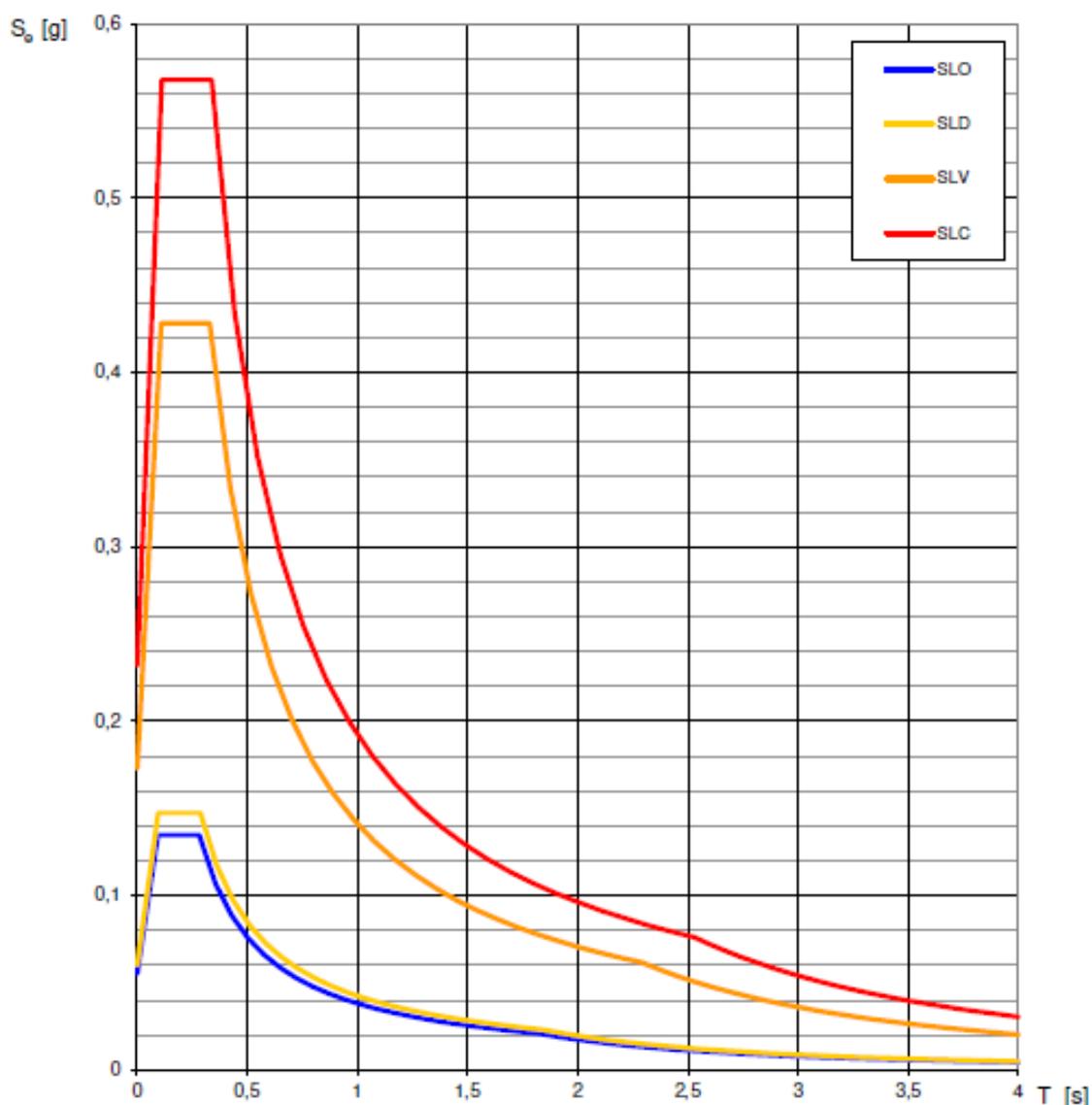
T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
30	0,055	2,447	0,283
50	0,073	2,463	0,299
72	0,087	2,495	0,298
101	0,102	2,507	0,311
140	0,118	2,507	0,316
201	0,139	2,500	0,323
475	0,202	2,460	0,334
975	0,267	2,437	0,343
2475	0,374	2,429	0,358

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	0,055	2,447	0,283
SLD	35	0,060	2,452	0,288
SLV	332	0,173	2,476	0,330
SLC	682	0,232	2,448	0,339

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.

6 INDAGINE SISMICA ATTIVA DI TIPO MASW

Tra le indagini geognostiche eseguite nell'area d'intervento sono state realizzate n.4 indagini sismiche di analisi spettrale delle onde superficiali con tecnica *Multichannel Analysis Surface Waves* (MASW). Le ubicazioni sono riportate nello stralcio cartografico allegato.

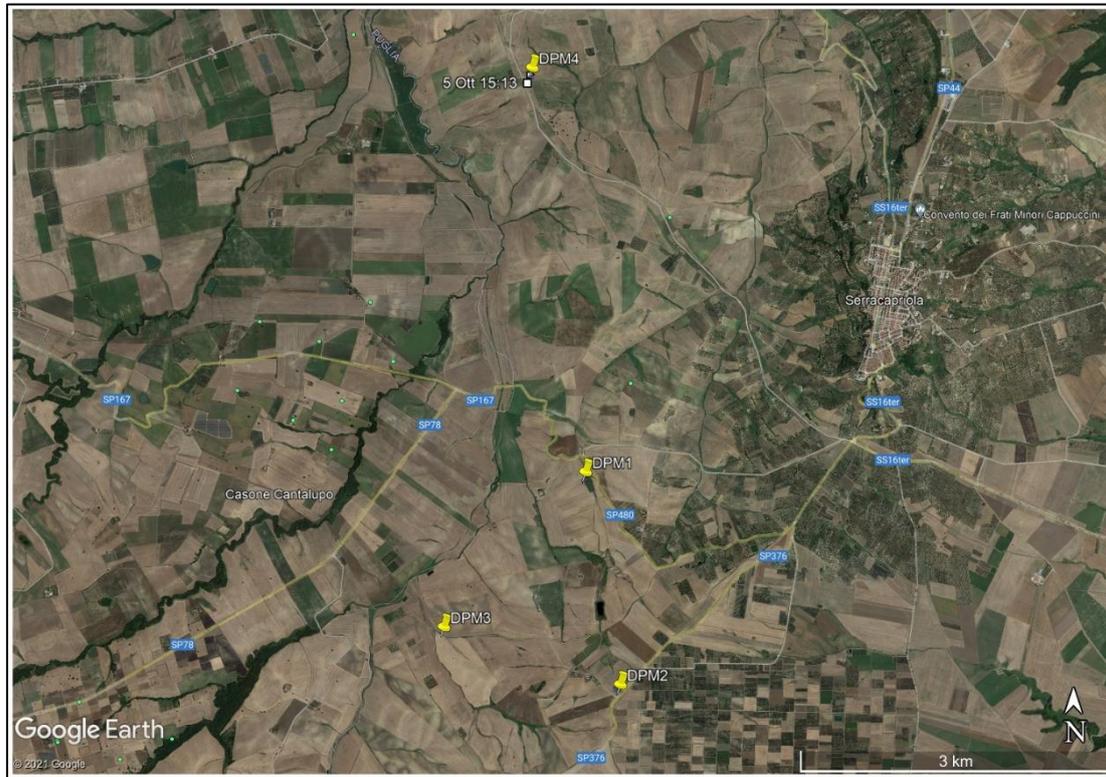


Figura 6-1. Ubicazione generale indagini (scala grafica)

Lo scopo dell'indagine è stato quello di calcolare la velocità di propagazione delle onde secondarie o trasversali (onde S), al fine di determinare i parametri fisico-elastici dei terreni costituenti il sottosuolo, tra cui la velocità equivalente delle onde di taglio $V_{S,eq}$, individuata nella legislazione vigente come parametro preferenziale di classificazione sismica.

Descrizione tecnica MASW

Nella maggior parte delle indagini sismiche di superficie, più di due terzi dell'energia generata energizzando con onde di compressione, viene trasmessa al terreno sotto forma di onde di *Rayleigh*, che costituiscono la componente principale del *ground roll*.

Il fenomeno che sfrutta la tecnica MASW per ottenere profili di velocità delle onde S si basa sulla diversa velocità di propagazione, per ciascuna componente di frequenza, dell'onda superficiale. Lo spettro del segnale e la relativa curva di dispersione sperimentale si ottengono con l'elaborazione del sismogramma, utilizzando una trasformata di *Fourier*.

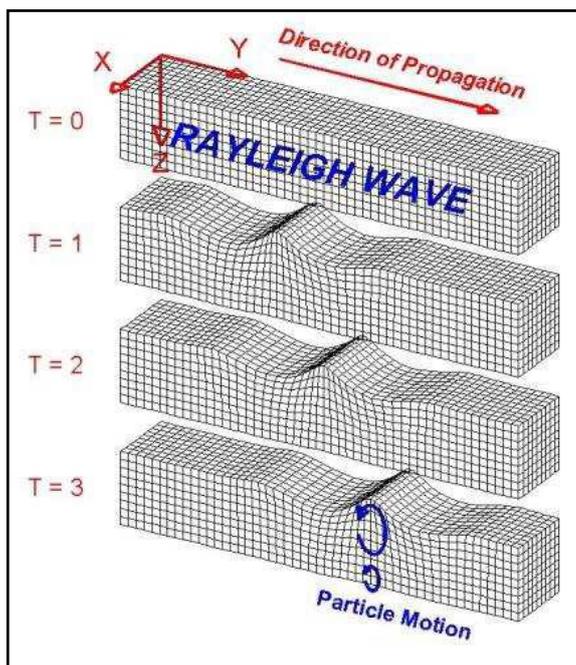


Figura 6-2. Schema sulla propagazione delle onde di Rayleigh

Successivamente, questa curva viene confrontata con quella relativa ad un modello teorico di riferimento e di volta in volta ottimizzata in base alle differenze riscontrate tra i due andamenti, fino ad ottenere una curva di dispersione approssimativamente coincidente con quella sperimentale. Lo scopo dell'indagine è stato quello di calcolare la velocità di propagazione delle onde secondarie o trasversali (onde S), al fine di determinare i parametri fisico-elastici dei terreni costituenti il sottosuolo, tra cui la velocità equivalente delle onde di taglio $V_{S, equ}$, individuata nella legislazione vigente come parametro preferenziale di classificazione sismica.

Strumentazione impiegata

Per le indagini è stato utilizzato un sismografo digitale DoReMi a 16 bit della Sara Instruments, con 12 geofoni a bassa frequenza (4,5 Hz), una mazza di 5 kg ed una piastra in polietilene.

L'elaborazione dei dati è stata effettuata con software dedicato WinMASW-7.2 Academy, che consente di analizzare i dati sismici di campagna (*common-shot gathers*) e ottenere automaticamente il profilo verticale della V_S (velocità delle onde S).

435_21_CON_GEOLOGICA-SISMICA

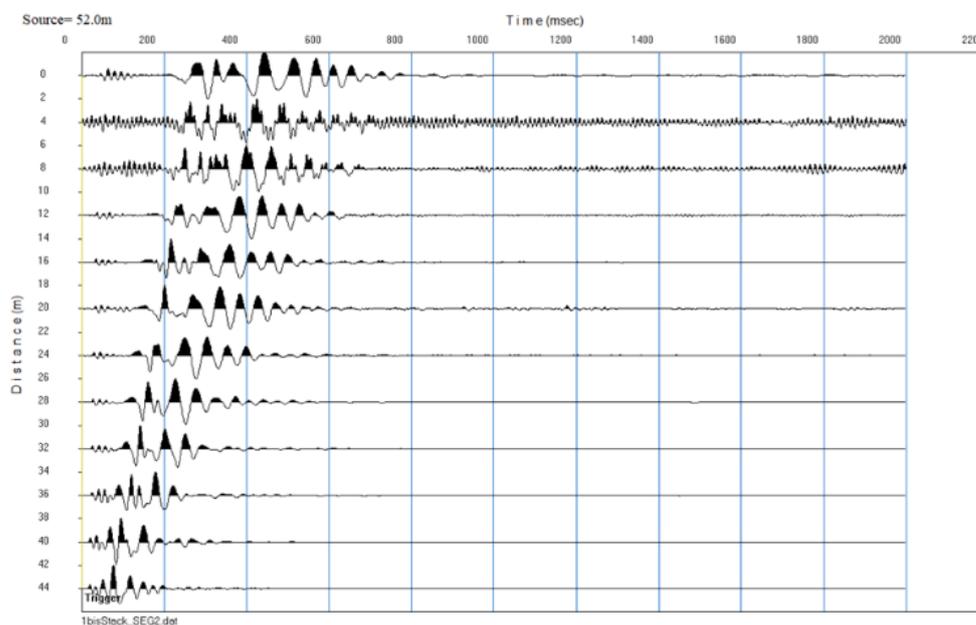


Figura 6-3. Sismogramma di campagna (MASW n.1) – In allegato la serie completa

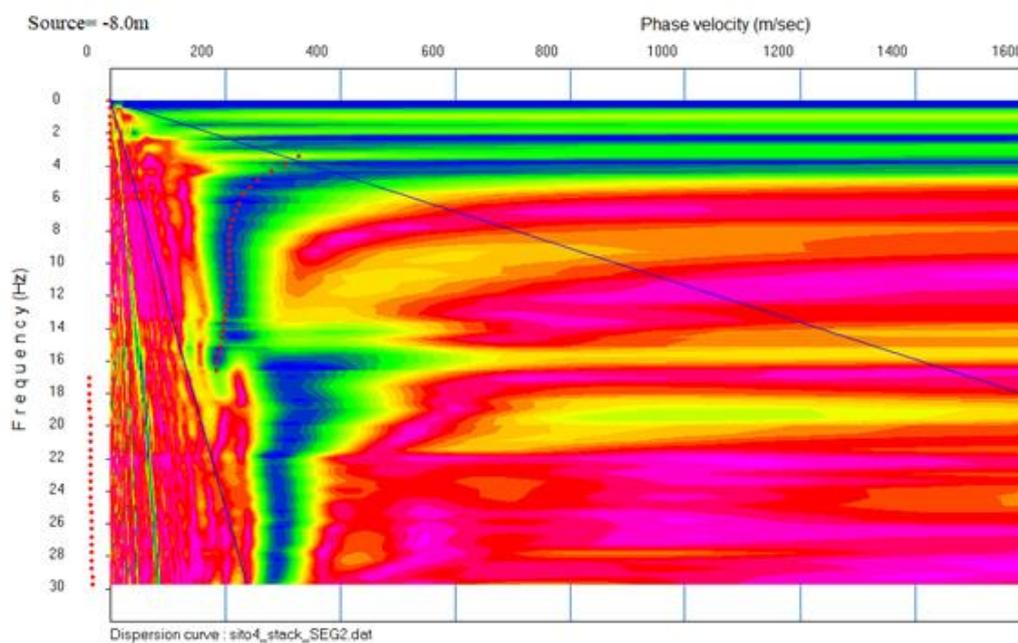


Figura 6-4. Curva di dispersione e picking modo fondamentale (MASW n.4) – In allegato la serie completa

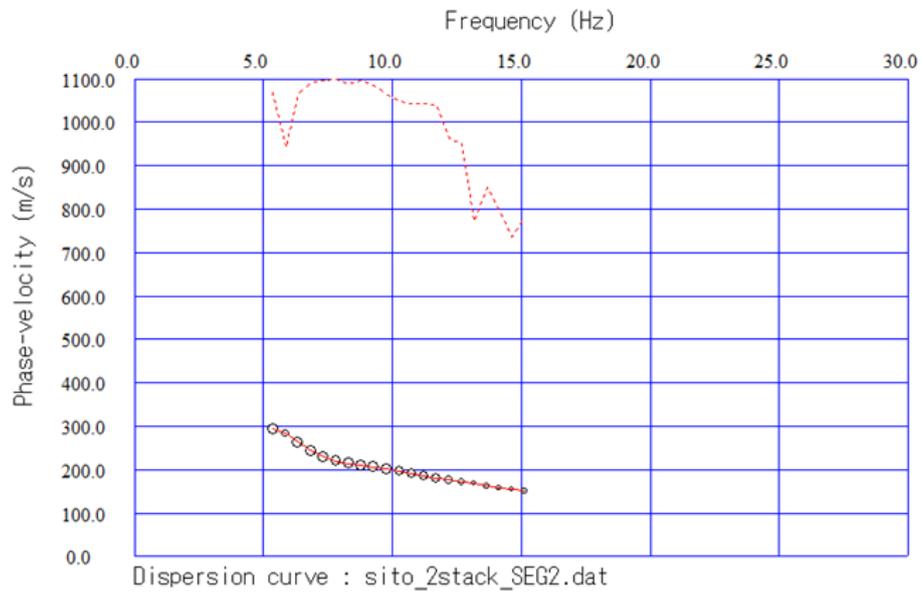


Figura 6-5. Confronto tra curva di dispersione e modello (MASW n.2) – In allegato la serie completa

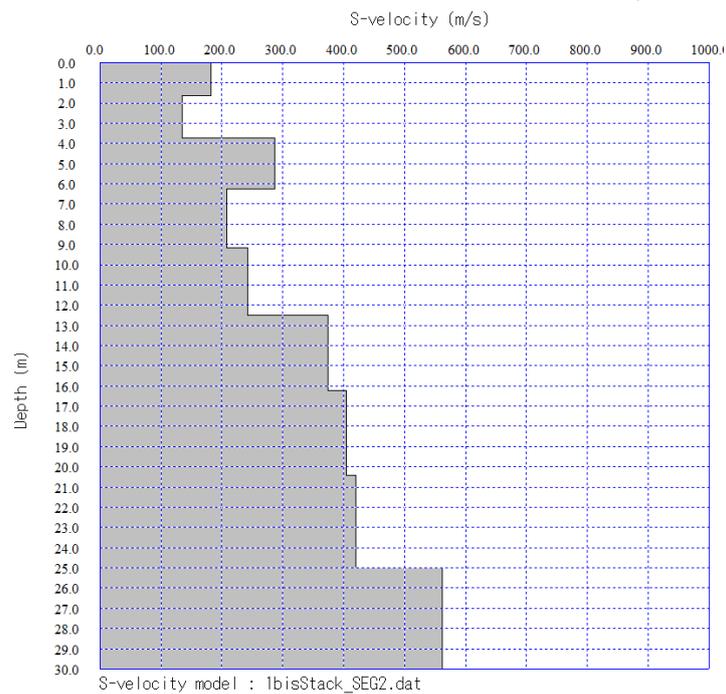


Figura 6-6. Profilo delle Vs calcolato (MASW n.3) – In allegato la serie completa



Figura 6-7. Attività di rilevamento geofisico (MASW n.4) – In allegato la serie completa

Considerazioni conclusive

In base ai risultati d'indagine è stato possibile definire i diversi profili sismostratigrafici.

La velocità equivalente calcolata per i cinque MASW è risultata la seguente:

MASW n.1 $V_{S, equ}$ pari a 296,5 m/s

MASW n.2 $V_{S, equ}$ pari a 261,5 m/s

MASW n.3 $V_{S, equ}$ pari a 310,4 m/s

MASW n.4 $V_{S, equ}$ pari a 258,3 m/s

Dai risultati si evince che le velocità equivalenti ottenute si collocano tutte all'interno della fascia di valori che identifica nelle N.T.C. 2018 la categoria di sottosuolo "C".

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

7 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.

Sono state eseguite n. 4 prove, negli areali occupati dal campo fotovoltaico (vedi corografia riportata al capitolo precedente e particolari nella serie completa in allegato).

ID Prova	Lat. (m UTM WGS84)	Long. (m UTM WGS84)
DPM01/MASW01	510456.37 m E	4626805.80 m N
DPM02/MASW02	510785.85 m E	4624793.35 m N
DPM03/MASW03	509101.45 m E	4625311.76 m N
DPM04/MASW04	509940.01 m E	4630695.81 m N

Tabella 7-1. Ubicazione indagini

Le caratteristiche della strumentazione impiegata (Pagani DPM 30 – 20) sono le seguenti:

<i>Peso Massa battente:</i>	30 Kg
<i>Altezza di caduta libera:</i>	0,20 m
<i>Peso sistema di battuta:</i>	12 kg
<i>Diametro punta conica:</i>	35,68 mm
<i>Area di base punta:</i>	10 cm ²
<i>Lunghezza delle aste:</i>	1 m
<i>Peso aste a metro:</i>	2,4 kg/m
<i>Profondità giunzione prima asta:</i>	0,80 m
<i>Avanzamento punta:</i>	0,10 m
<i>Numero colpi per punta:</i>	N(10)

435_21_CON_GEOLOGICA-SISMICA

Coefficiente di correlazione: 0,761

Angolo di apertura della punta: 60°

Le prove sono state eseguite in data 5/10/2021 e sono state spinte fino alla profondità di -6 m dal p.c., sufficiente a ricostruire la successione stratigrafica d'interesse geotecnico e tale da poter trascurare l'influenza sul terreno di fondazione delle pressioni di carico di progetto.

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).

Le elaborazioni sono state effettuate mediante un programma di calcolo automatico (*Dynamic Probing* della GeoStru Software). Tale software calcola il rapporto delle energie trasmesse (coefficiente di correlazione con SPT) tramite le elaborazioni proposte da Pasqualini 1983 - Meyerhof 1956 - Desai 1968 - Borowczyk-Frankowsky 1981; permette inoltre di utilizzare i dati ottenuti dall'effettuazione di prove penetrometriche per estrapolare utili informazioni geotecniche e geologiche.

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.



Figura 7-1. Ubicazione prova penetrometrica P1 (in allegato la serie completa)

435_21_CON_GEOLOGICA-SISMICA

Per le caratteristiche tecniche dettagliate del penetrometro usato, le foto delle ubicazioni e delle prove, la visione dei diagrammi e dei tabulati delle prove eseguite, si rimanda all'allegato report.

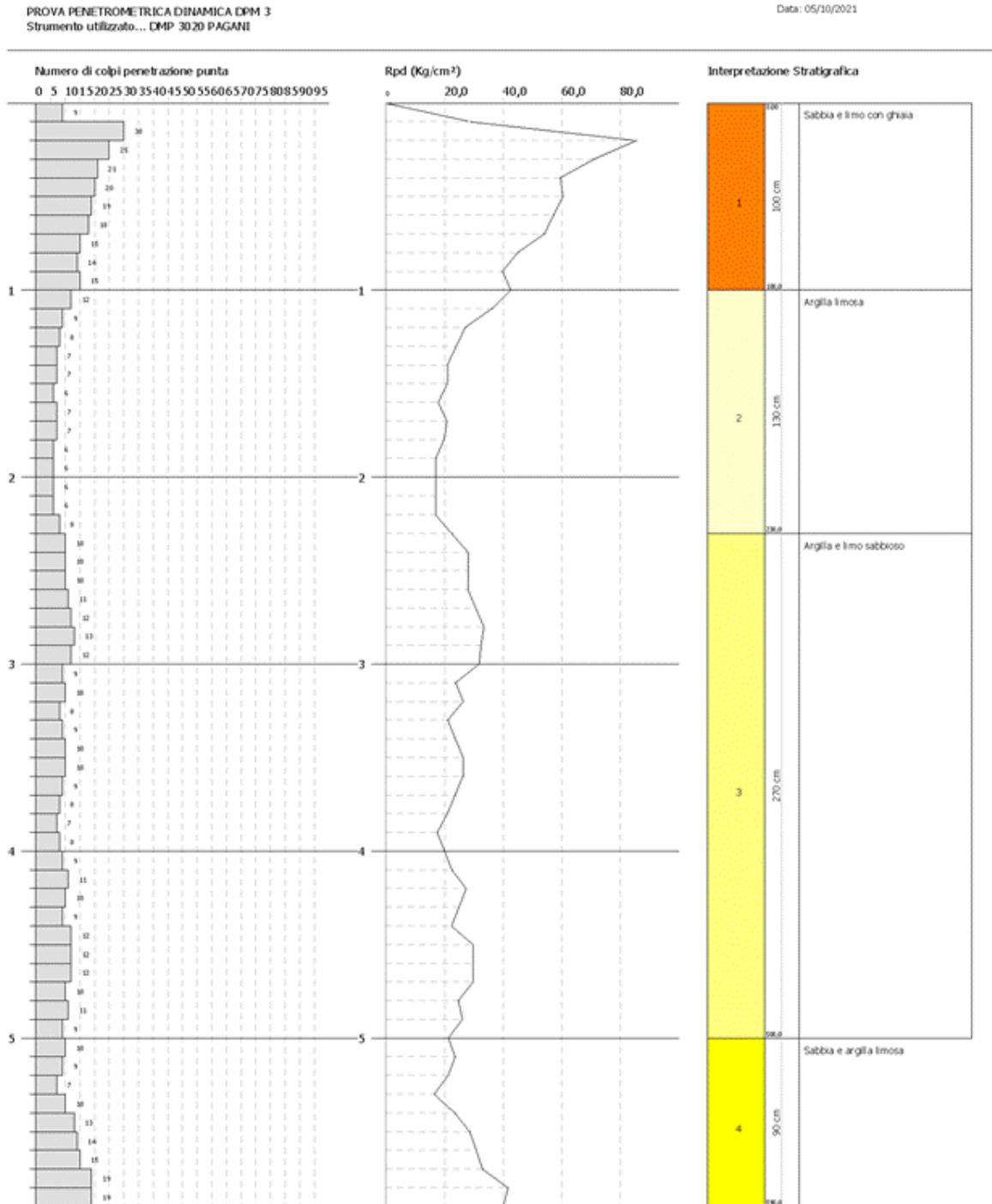


Figura 7-2. Grafico P3, con numero colpi N10, resistenza dinamica e stratigrafia (in allegato la serie completa)

8 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).

La successione stratigrafica, già descritta in precedenza, è sinteticamente riconducibile ai seguenti schemi:

P1

- | | |
|---------------------------|-------------|
| - Argilla limosa | 0,0 ÷ 0,5 m |
| - Argilla e Sabbia limosa | 0,5 ÷ 4,1 m |
| - Sabbia e limo argilloso | 4,1 ÷ 6,0 m |

P2

- | | |
|----------------------------|-------------|
| - Sabbia e limo con ghiaia | 0,0 ÷ 1,2 m |
| - Sabbia limosa | 1,2 ÷ 4,0 m |
| - Limo sabbioso | 4,0 ÷ 6,0 m |

P3

- | | |
|----------------------------|-------------|
| - Sabbia e limo con ghiaia | 0,0 ÷ 1,0 m |
| - Argilla limosa | 1,0 ÷ 2,3 m |
| - Argilla e limo sabbioso | 2,3 ÷ 5,0 m |
| - Sabbia e argilla limosa | 5,0 ÷ 6,0 m |

P4

- | | |
|---------------------------|-------------|
| - Sabbia e argilla limosa | 0,0 ÷ 1,2 m |
| - Argilla e sabbia limosa | 1,2 ÷ 2,2 m |
| - Argilla e limo | 2,2 ÷ 3,3 m |
| - Argilla e limo sabbioso | 3,3 ÷ 5,0 m |
| - Sabbia e limo | 5,0 ÷ 5,5 m |
| - Sabbia e ghiaia limosa | 5,5 ÷ 6,0 m |

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.

P1

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm ²)	Peso unità di volume (t/m ³)	Peso unità di volume saturo (t/m ³)	Tensione efficace (Kg/cm ²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
0,5	9,2	34,75	1,86	1,9	0,05	0,76	7,04	Argilla limosa
4,1	11,79	39,75	1,95	2,14	0,44	0,8	9,41	Argilla e sabbia limosa
5,9	16,61	49,57	2,05	2,25	0,98	0,82	13,69	Sabbia e limo argilloso

P2

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm ²)	Peso unità di volume (t/m ³)	Peso unità di volume saturo (t/m ³)	Tensione efficace (Kg/cm ²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
1,2	13,04	48,54	1,97	2,17	0,12	0,76	9,98	Sabbia e limo con ghiaia
4	13,91	45,77	2,0	2,2	0,52	0,8	11,1	Sabbia limosa
5,9	8,97	27,31	1,88	1,9	0,98	0,82	7,39	Limo sabbioso

P3

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm ²)	Peso unità di volume (t/m ³)	Peso unità di volume saturo (t/m ³)	Tensione efficace (Kg/cm ²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
1	13,8	51,87	1,98	2,18	0,1	0,76	10,56	Sabbia e limo con ghiaia
2,3	6,65	23,23	1,77	1,88	0,31	0,78	5,21	Argilla limosa
5	8,52	27,27	1,86	1,9	0,68	0,81	6,92	Argilla e limo sabbioso
5,9	9,94	29,88	1,91	2,1	1,02	0,83	8,3	Sabbia e argilla limosa

P4

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm ²)	Peso unità di volume (t/m ³)	Peso unità di volume saturo (t/m ³)	Tensione efficace (Kg/cm ²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
1,2	27,46	101,26	2,1	2,12	0,13	0,76	21,01	Sabbia e argilla limosa
2,2	12,55	43,75	1,96	2,16	0,35	0,78	9,83	Argilla e sabbia limosa
3,3	6	20,09	1,75	1,88	0,54	0,8	4,79	Argilla e limo
4	9,5	30,97	1,89	1,9	0,71	0,81	7,71	Argilla e limo sabbioso
4,6	13,42	42,18	2,0	2,2	0,83	0,82	11,06	Sabbia e limo
5,9	15,85	47,89	2,04	2,24	1,03	0,83	13,23	Sabbia e ghiaia limosa

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

L'assenza di falda superficiale, accertata fino a -6 m dal p.c., nonché 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 dei tracker.

9 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 della cabina di trasformazione non è prevista la realizzazione di scavi più profondi di 2 m, non si rende necessario calcolare l'altezza critica delle sezioni di scavo.

10 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.

I sottoscritti si rendono disponibili 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.

Bolzano, 8 novembre 2021

Prof. Geol. Alfonso Russi



Dott.ssa. Geol. Enrica Placentino

Enrica Placentino