

Comune di : ROTELLO

Provincia di : CAMPOBASSO

Regione : MOLISE



PROPONENTE



SONNEDIX SANTA CHIARA srl
Via Ettore da Sonnaz, 19
10121 TORINO (TO)
P.I. 12214330016

OPERA

PROGETTO DEFINITIVO
REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ENERGIA
ELETTRICA DA FONTE RINNOVABILE AGROFOTOVOLTAICA DI
POTENZA NOMINALE PARI A 63.628,80 KWP E POTENZA DI
IMMISSIONE PARI A 62.698.00 KW E DELLE RELATIVE OPERE DI
CONNESSIONE ALLA RETE RTN

"VERTICCHIO"

OGGETTO

TITOLO ELABORATO :

RELAZIONE GEOLOGICA

DATA : 25 febbraio 2022

N°/CODICE ELABORATO :

REL 004

SCALA : ---

Tipologia :REL (RELAZIONE)

I TECNICI

PROGETTISTI:
PROJECT MANAGER Ing. Fernando SONNINO (Edilsap S.r.l.)

TIMBRI E FIRME:

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



ELABORAZIONE DI:
Prof. Geol. Alfonso RUSSI (Tecnovia S.r.l.)

Alfonso Russi

Alfonso Russi

201901325

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

 <p>©Tecnovia® S.r.l</p>	<p>Realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile agrofotovoltaica di Potenza nominale pari a 63.628,80 kWp e Potenza di immissione pari a 62.698.00 kW e delle relative opere di connessione alla rete RTN</p> <p>RELAZIONE GEOLOGICA</p>	<p>417_20_CON_GEOL_AGROFV_220222.docx</p>
---	--	---

Sommario

PREMESSE	1-2
1 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	1-4
1.1 Caratteristiche dell'area d'intervento	1-5
2 CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE	2-7
2.1 Erosione	2-16
3 CARATTERISTICHE PEDOLOGICHE	3-19
4 CARATTERISTICHE GEOLOGICHE	4-33
5 CARATTERISTICHE SISMICHE	5-40
5.1 Storia sismica dell'area	5-40
5.2 Classificazione sismica dell'area	5-45
6 INDAGINI SISMICHE - MASW	6-59
7 INDAGINI GEOGNOSTICHE – PROVE PENETROMETRICHE	7-64
8 CARATTERI GEOTECNICI	8-69
9 STABILITA' DEGLI SCAVI	9-72
10 CONCLUSIONI.....	10-73

	<p>Realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile agrofotovoltaica di Potenza nominale pari a 63.628,80 kWp e Potenza di immissione pari a 62.698.00 kW e delle relative opere di connessione alla rete RTN</p> <p>RELAZIONE GEOLOGICA</p>	<p>417_20_CON_GEOL_AGRFV_220222.docx</p>
---	--	--

PREMESSE

La Tecnovia Srl di Bolzano ha affidato allo scrivente l'incarico di eseguire delle analisi geologiche per il progetto di un impianto agrofotovoltaico in località Verticchio, nel territorio del comune di Rotello (CB).

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";
- Legge Regionale 6/6/96 n° 20 "Nuove norme per lo snellimento delle procedure di cui alla legge 2 febbraio 1974, n.64 in attuazione dell'articolo 20 della legge 10 dicembre 1981, n.741"
- 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)".

Cod. Comm.. n.	417_20_CON		1-2
----------------	------------	--	-----

 <p>©Tecnovia® S.r.l</p>	<p>Realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile agrofotovoltaica di Potenza nominale pari a 63.628,80 kWp e Potenza di immissione pari a 62.698.00 kW e delle relative opere di connessione alla rete RTN</p> <p>RELAZIONE GEOLOGICA</p>	<p>417_20_CON_GEOL_AGROFV_220222.docx</p>
---	--	---

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 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 GEOGRAFICO

Le aree oggetto del presente Studio di Impatto Ambientale si trovano in Molise, a circa 7 km ad est del Comune di Rotello, in provincia di Campobasso, in Località Verticchio.



Figura 1-1. Localizzazione sul territorio nazionale del Comune di Rotello (CB).

L'abitato di Rotello è situato a 360 metri s.l.m. e sorge su una delle ultime colline prima della costa molisana. Si estende su una superficie di 70,75 km², che ne fa l'ottavo comune per estensione del Molise.

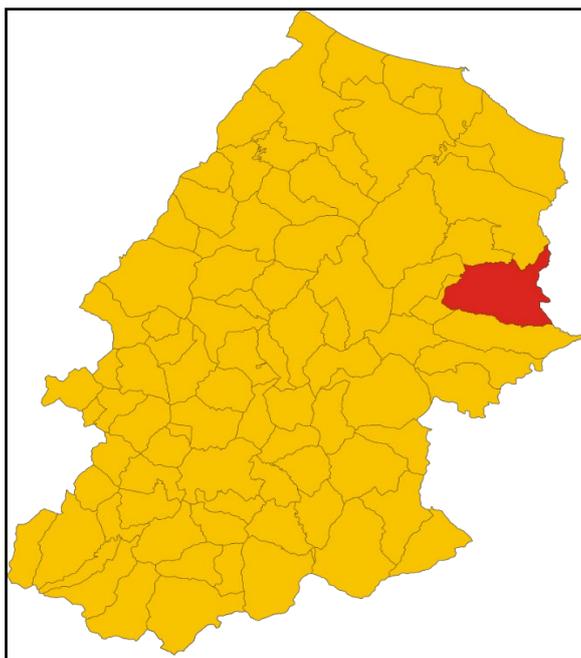


Figura 1-2. Localizzazione sul territorio regionale del Comune di Rotello (CB).

	<p>Realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile agrofotovoltaica di Potenza nominale pari a 63.628,80 kWp e Potenza di immissione pari a 62.698.00 kW e delle relative opere di connessione alla rete RTN</p> <p>RELAZIONE GEOLOGICA</p>	<p>417_20_CON_GEOL_AGROFV_220222.docx</p>
---	--	---

Il territorio del Comune di Rotello confina con i comuni molisani di Montelongo, Montorio dei Frentani, San Martino in Pensilis, Santa Croce di Magliano ed Ururi; con i comuni pugliesi Serracapriola e Torremaggiore della provincia di Foggia.

Il Comune di Rotello si posiziona nella fascia orientale della Regione molisana. Esso ricade nella cartografia I.G.M. nel Foglio 155 della Carta d'Italia "San Severo" (scala 1:100.000) e nella tavoletta III S.O. "Santa Croce di Magliano" (scala 1: 25.000).



Figura 1-3. Localizzazione della zona d'interesse (Immagine tratta da GoogleEarth®)

1.1 Caratteristiche dell'area d'intervento

L'area interessata dal progetto dell'impianto agrofotovoltaico è collocata su un terrazzo fluviale di I ordine del Torrente Tona, in sinistra orografica.

Il terrazzo, su cui verranno realizzati i due lotti di FTV, digrada dolcemente verso sud-est ed è delimitato a nord dal Colle Ruggero (247 m s.l.m.) e a ovest dal Colle della Masseria Verticchio (264 m s.l.m.).

Il paesaggio locale è caratterizzato da vasti appezzamenti agricoli condotti a seminativo, a cui si alternano alcuni oliveti e vigneti, puntualizzato da nuclei rurali (masserie) oggi abbandonate.

Nell'area non sono presenti siepi o filari di vegetazione, né naturale né realizzati dall'uomo.

Le uniche aree a verde sono costituite dalla vegetazione spondale dei corsi d'acqua che attraversano la zona e che un tempo, prima dell'aggressione da parte dell'attività agricola, che si è spinta e si spinge fino al limite del contatto e dal disboscamento, era costituita da fasce ripariali e spondali molto più ampie; come dimostrato anche da alcune piante secolari di roverella che sono isolate al margine dei campi.



Fig.1-4. Layout impianto e cavidotto su ortofoto (GoogleEarth®).

L'area in esame è attraversata da alcuni corsi d'acqua a carattere torrentizio, affluenti di sinistra del T. Tona, che sono completamente asciutti e portano acqua solo in caso di precipitazioni intense. Su due di questi sono stati realizzati dei bacini idrici di ritenuta a fini irrigui.

 <p>©Tecnovia® S.r.l.</p>	<p>Realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile agrofotovoltaica di Potenza nominale pari a 63.628,80 kWp e Potenza di immissione pari a 62.698.00 kW e delle relative opere di connessione alla rete RTN</p> <p>RELAZIONE GEOLOGICA</p>	<p>417_20_CON_GEOL_AGRFV_220222.docx</p>
--	--	--

2 CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE

L'area "Basso Molise" presenta un'estensione di circa 673 km² ed è delimitata dai comuni di Roccapivara, Guadialfiera, Bonefro, Collotorto, Rotello, Larino, Montecilfone e Mafalda.

L'area individua un'estesa fascia che comprende i settori medio-bassi delle valli del Trigno e del Biferno fino ai rilievi dei Monti Frentani. Il territorio è caratterizzato da una morfologia prevalentemente collinare con quote variabili dai 240 m ai 480 m.

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

La morfologia dell'area riflette le condizioni geologiche e l'articolazione topografica dell'area in esame.

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. Localmente si tratta di una formazione di depositi prevalentemente argilloso-sabbiosi.

Localmente questi depositi sono strettamente connessi al corso del Torrente Tona, che scorre poco più a sud dell'area d'intervento.

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 "Basso Molise" 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.

Anche l'area "Basso Molise" è caratterizzata dalla diffusa presenza di lembi di superfici fluvio-denudazionale che si rinvengono in posizione sommitale o lungo i versanti. Qui 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 rinvengono anche dove affiorano i depositi dell'avanfossa plio-pleistocenica a composizione argillosa e sabbioso-ghiaiosa, al limite con l'area "Fascia costiera".

Cod. Comm.. n.	417_20_CON	2-7
----------------	------------	-----

	<p>Realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile agrofotovoltaica di Potenza nominale pari a 63.628,80 kWp e Potenza di immissione pari a 62.698.00 kW e delle relative opere di connessione alla rete RTN</p> <p>RELAZIONE GEOLOGICA</p>	<p>417_20_CON_GEOL_AGROFV_220222.docx</p>
---	--	---

L'area in esame si trova nella fascia di medio-bassa collina, di raccordo tra i rilievi appenninici molisani e la costa. L'orografia è caratterizzata da una morfologia dolce con ampie spianate, pianalti, debolmente inclinati verso nord-nordest, 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.

La zona direttamente interessata all'istallazione dell'impianto agrofotovoltaico presenta quote che non superano i 250 m s.l.m, registrata nel versante meridionale del *Colle Verticchio*, con inclinazioni che variano da poco più di 1° ad un massimo di circa 4°.

L'aspetto morfologico dell'area in esame è caratterizzato da un andamento piuttosto dolce e regolare del versante con ondulazioni blande e pressoché sub-pianeggiante verso il margine delle sponde sinistre del T.Tona.

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 del Torrente Tona e dei suoi affluenti, tra cui l'affluente di sinistra che scorre limitrofo al lotto FTV di maggiori dimensioni, sia la tettonica che ha interessato l'area che l'azione continua di approfondimento dei torrenti, hanno nel tempo causato condizioni favorevoli all'instaurarsi di fenomeni franosi, di varia entità e stato.

Proprio nei pressi dell'area di intervento, al margine orientale del lotto FTV di maggiori dimensioni, sono state cartografate dall'Autorità di Bacino due frane di limitata estensione, che sovrastano il margine spondale.

Nell'area in esame si evidenzia la presenza di zone a pericolosità elevata di franosità, caratterizzate da porzioni di versante dove possono instaurarsi movimenti di scivolamento rotazionale. Questa tipologia di frana interessa una quantità limitata di materiale ed in genere presenta una superficie di scorrimento che si forma su terreni argillosi e poco coerenti.

In riferimento a tali fenomeni franosi è opportuno rilevare che se ne è persa ogni traccia (vedi figure seguenti) e non si notano segni precursori.

Infatti, le modalità di coltivazione meccanizzata dei campi in questa parte del territorio molisano 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 (circa 6°).

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.

Dall'analisi di confronto delle immagini del Geoportale Nazionale del 2006 con quelle del 2020, si evince come negli ultimi anni l'attività agricola si sia spinta eccessivamente fino al margine estremo delle sponde del torrente, intaccandole significativamente e con grave danno alla vegetazione.

Si rimanda al progetto con tecniche di ingegneria naturalistica, in cui tali interventi sono descritti con maggior dovizia di particolari.

Al di là di questi due ben delimitati casi, tutta l'area non presenta processi di instabilità idrogeologica e non sono stati rilevati fenomeni significativi in atto o in preparazione.

Cod. Comm.. n.	417_20_CON	2-8
----------------	------------	-----

 <p>©Tecnovia® S.r.l</p>	<p>Realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile agrofotovoltaica di Potenza nominale pari a 63.628,80 kWp e Potenza di immissione pari a 62.698.00 kW e delle relative opere di connessione alla rete RTN</p> <p>RELAZIONE GEOLOGICA</p>	<p>417_20_CON_GEOL_AGROFV_220222.docx</p>
---	--	---

Analogamente, non sono stati rilevati fenomeni riconducibili a tipici processi di instabilità gravitativa (nicchie di distacco, fratture di trazione, accumuli, deformazioni del suolo, ecc.).

Pertanto, allo stato attuale non sussistono lungo questa fascia rischi di frana. Nonostante ciò, 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 di ripristino dell'area.



Fig.2.1 – Zona di intervento, dove sono riportate le aree con pericolosità idrogeologica (Geoportale Nazionale 2006)



Fig.2.2 – Zona di intervento, dove sono riportate le aree con rischio idrogeologico (Geoportale Nazionale 2006).



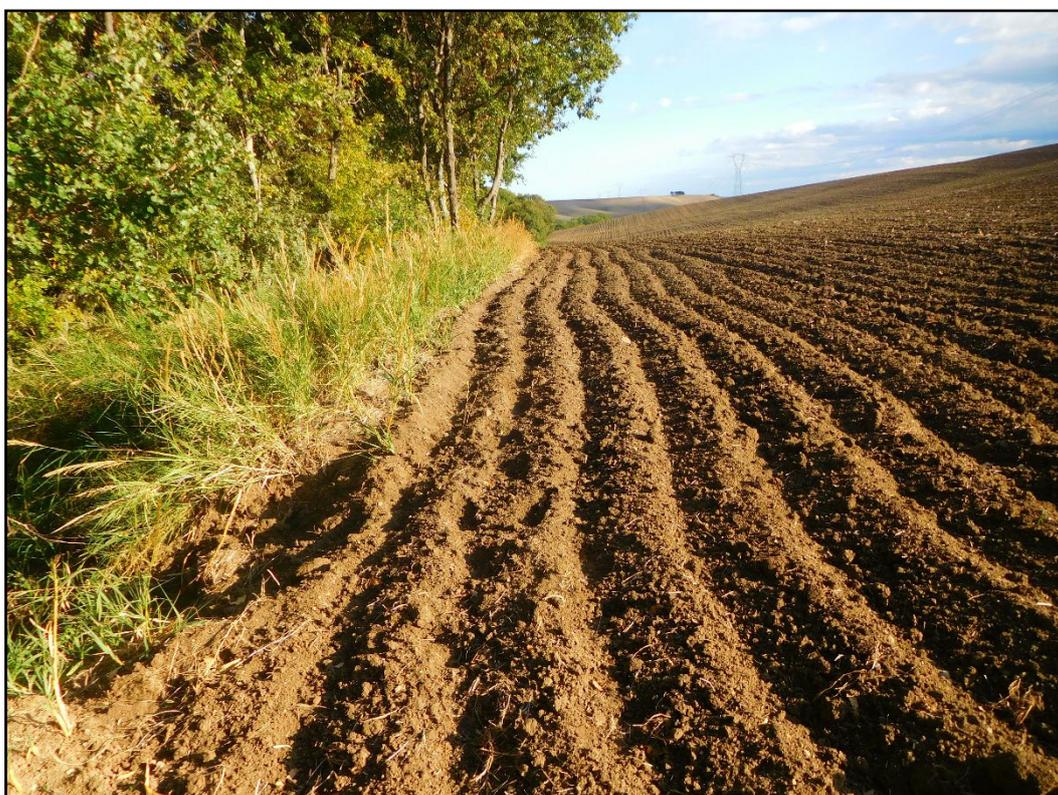
Fig.2.3 – Tipologia di movimento franoso nell'area in esame (Geoportale Nazionale 2006)



Fig.2.4 – Area d'intervento, si notano le arature nelle aree soggette a fenomeni franosi (Google, 2020).



Fig.2.5 – Area cartografata dal PAI come soggetta a fenomeni franosi. Si noti come le arature profonde abbiano di fatto modificato lo stato geomorfologico dell’areale.



 <p>©Tecnovia® S.r.l</p>	<p>Realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile agrofotovoltaica di Potenza nominale pari a 63.628,80 kWp e Potenza di immissione pari a 62.698.00 kW e delle relative opere di connessione alla rete RTN</p> <p>RELAZIONE GEOLOGICA</p>	<p>417_20_CON_GEOL_AGROFV_220222.docx</p>
---	--	---

Fig.2.6 – Area cartografata dal PAI come soggetta a fenomeni franosi. Particolare del fronte spondale con le invasive arature profonde spinte al margine estremo.



Fig.2.7 – Particolare dell'area spondale interessata dalle arature profonde. Si notano evidenti segni di erosione concentrata in fossi.

Data la situazione morfologica, si renderanno necessari degli interventi di regimazione delle acque superficiali, interventi che saranno realizzati con canalette e fossi di guardia in concomitanza con la posa in opera dei tracker.

Si riportano di seguito gli stralci della seguente cartografia della Regione Molise:

- Carta inventario di fenomeni franosi (scala 1:20.000)
- Carta della pericolosità da frana (scala 1:20.000)
- Carta degli elementi a rischio (scala 1:20.000)

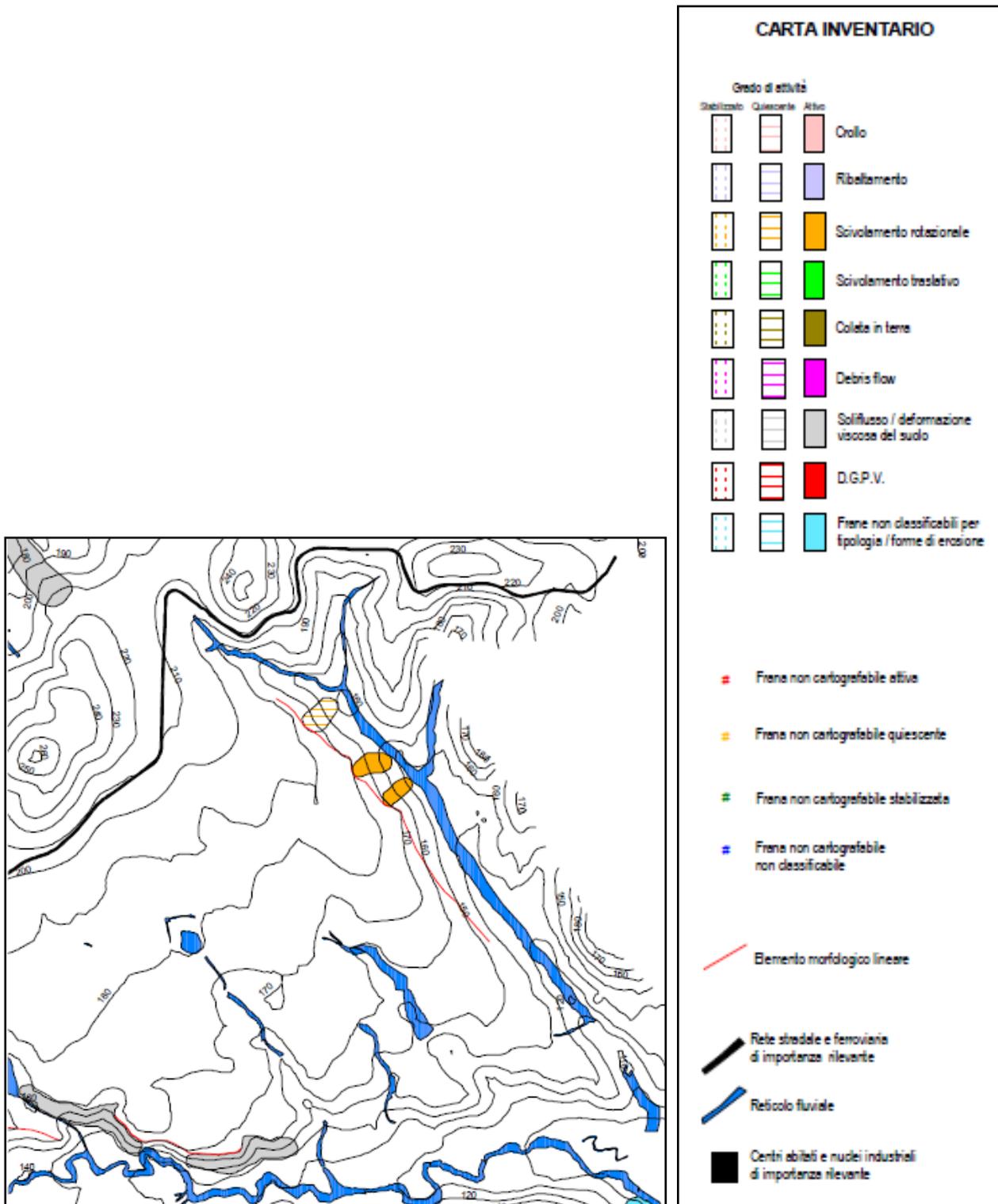


Fig.2.8 – Stralcio carta inventario di fenomeni franosi (scala 1:20.000)

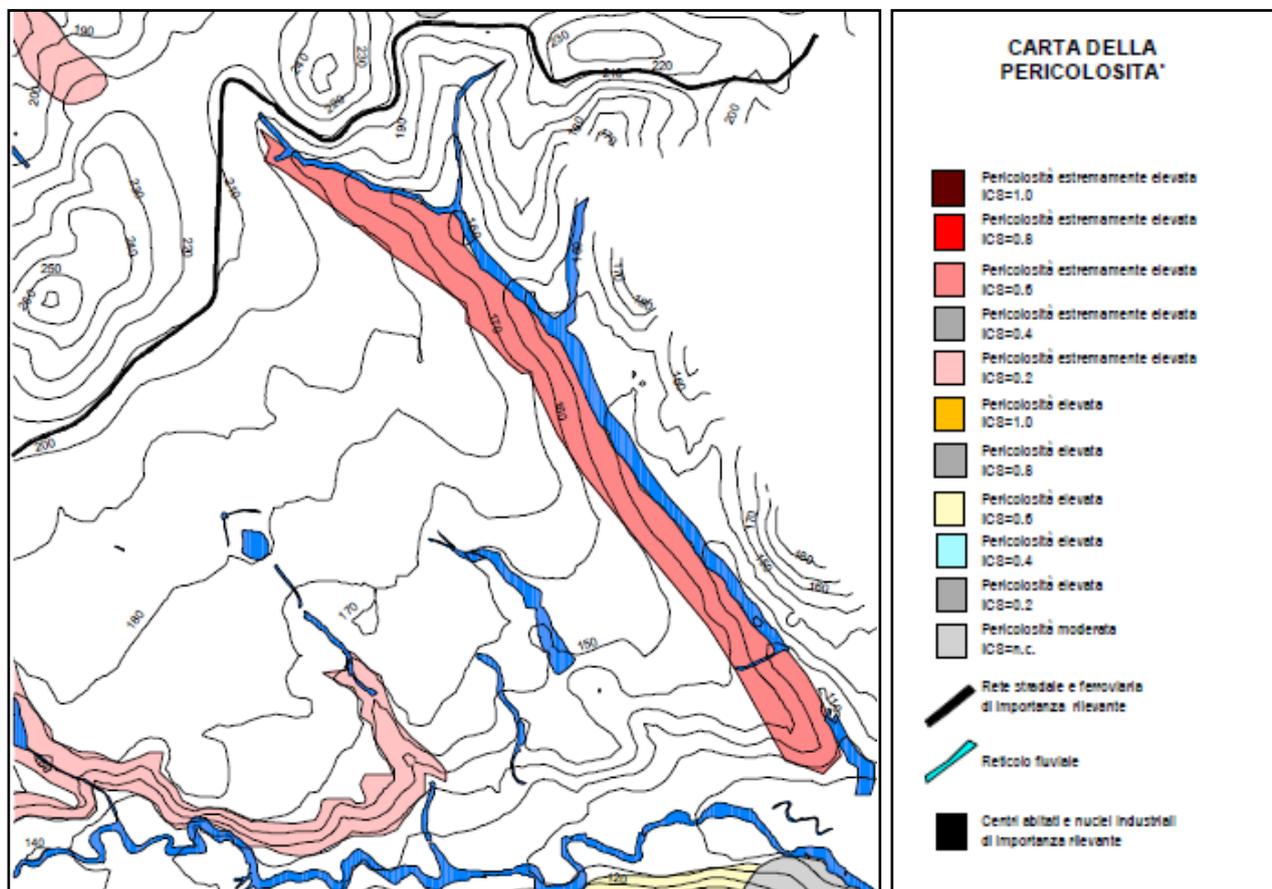


Fig.2.9 – Stralcio carta della pericolosità da frana (scala 1:20.000)

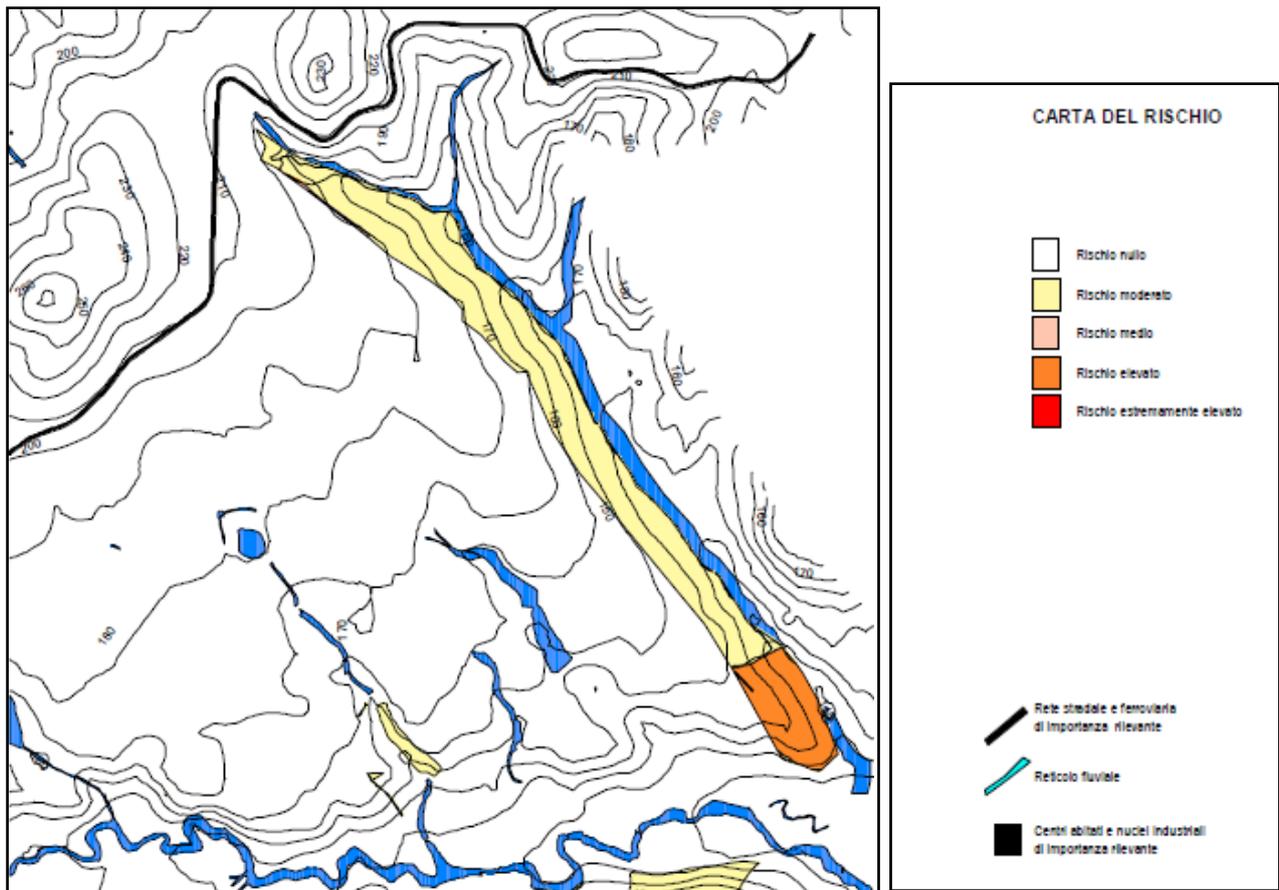


Fig.2.10 – Stralcio carta degli elementi a rischio (scala 1:20.000)

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:

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

 <p>©Tecnovia® S.r.l</p>	<p>Realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile agrofotovoltaica di Potenza nominale pari a 63.628,80 kWp e Potenza di immissione pari a 62.698.00 kW e delle relative opere di connessione alla rete RTN</p> <p>RELAZIONE GEOLOGICA</p>	<p>417_20_CON_GEOL_AGROFV_220222.docx</p>
---	--	---

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 ($^\circ$)

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.

L'ARSARP, Agenzia Regionale per lo Sviluppo Agricolo Rurale e della Pesca, ha indicato la suscettibilità all'erosione nell'areale in esame come "medio-elevata" (vedi Fig. 11) e ciò coincide con quanto calcolato (2,43 t per km^2 nell'arco di un anno).

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.

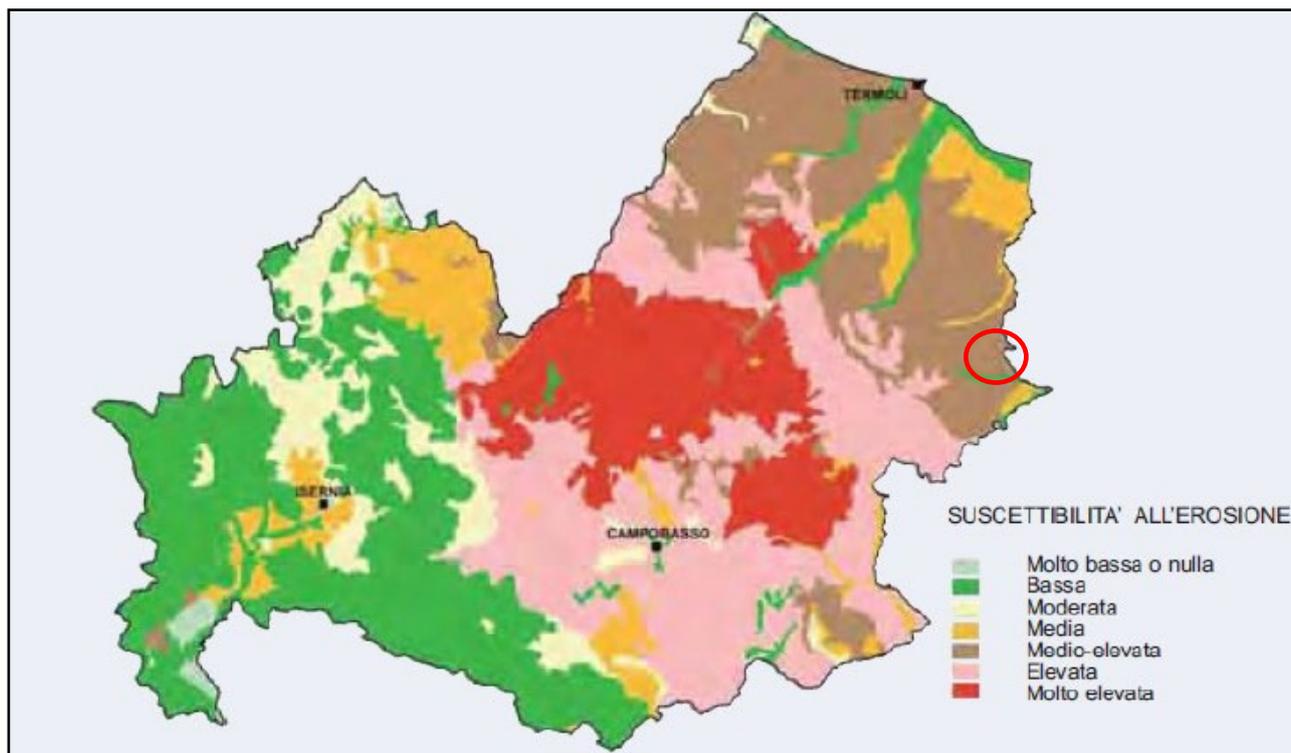


Fig.2.11 – Carta della suscettibilità all'erosione (ARSARP, 1995)

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.)			181.5
a _m – inclinazione media del pendio (°)			2.81
E – sedimento trascinato (t•km ² •anno)			21.86
Superficie del bacino (km ²)			6,42
E_t - erosione totale nel bacino (t•anno)			140.35

Fig.2.12 – Calcolo dell'erosione secondo Fournier.

	<p>Realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile agrofotovoltaica di Potenza nominale pari a 63.628,80 kWp e Potenza di immissione pari a 62.698.00 kW e delle relative opere di connessione alla rete RTN</p> <p>RELAZIONE GEOLOGICA</p>	<p>417_20_CON_GEOL_AGROFV_220222.docx</p>
---	--	---

3 CARATTERISTICHE PEDOLOGICHE

Nel Molise si possono individuare, secondo l'ESB - *European Soil Boureau*, tre principali regioni pedologiche:

- Regione montana appenninica (ESB 59.7 "*Cambisols-Leptosols Region, with Luvisols of the Appennino of Italy*")
- Regione dell'alta e media collina (ESB 61.1 "*Cambisol-Regosol Region, with Luvisols an Vertisols of East of Italy*")
- Regione costiera e della bassa collina (ESB 74.1 "*Regosol-Cambisol Region of the Coast of the Adriatic Sea in the Central Italy*")

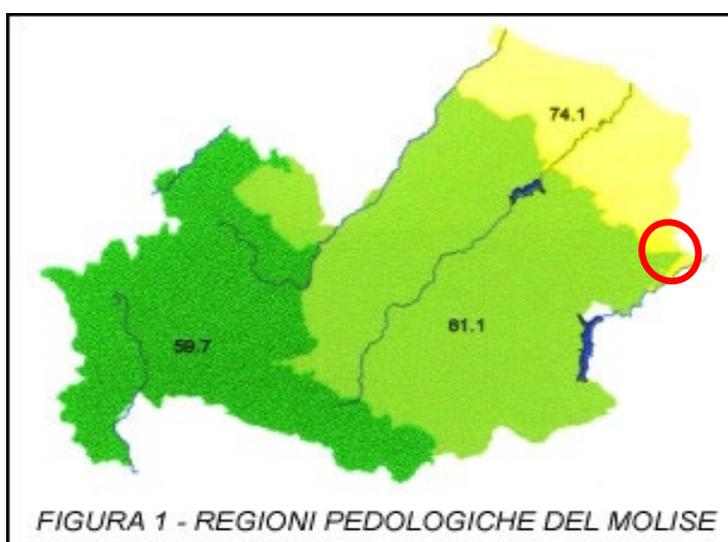


Fig.3.1 – Corografia ubicazione stazioni (ESB 74.1)

L'areale in esame ricade in ESB 74.1, al confine orientale con la ESB 61.1.

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

La regione pedologica ESB 74.1 presenta formazioni argillose e sabbioso-conglomeratiche che si alternano ai terrazzi fluviali. Essa è caratterizzata da un uso agricolo intensivo e, a luoghi, da una diffusa attività extragricola (settore industriale ed artigianale). In questa regione pedologica sono presenti lungo le aree a maggior acclività numerosi fenomeni erosivi e franosi. Ai fenomeni di erosione naturale si aggiungono problemi legati alle tecniche di lavorazione di alcuni tipi di suoli. In molte aree, infatti, gli orizzonti profondi sono ricchi di carbonato di calcio (croste di calcare polverulento), che, con lavorazioni non limitate agli orizzonti superficiali del terreno, viene riportato in superficie, provocando un notevole peggioramento generale delle caratteristiche dei suoli.

Nel corso degli ultimi decenni si è passati da una agricoltura tradizionale con aziende ad indirizzo misto (zootecnico, cerealicolo ed ortofrutticolo) tipica del dopoguerra ad una agricoltura di tipo specializzato che, come detto in precedenza, esclude la zootecnia che era la fonte primaria per l'apporto di sostanza organica ai terreni agrari. Di conseguenza l'unica fonte di elementi nutritivi è rappresentato attualmente dai concimi minerali.

	<p>Realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile agrofotovoltaica di Potenza nominale pari a 63.628,80 kWp e Potenza di immissione pari a 62.698.00 kW e delle relative opere di connessione alla rete RTN</p> <p>RELAZIONE GEOLOGICA</p>	<p>417_20_CON_GEOL_AGROFV_220222.docx</p>
---	--	---

Il rilevamento di dettaglio eseguito ha comportato anche il prelievo di n.3 campioni di terreno (vedi punti riportati nella corografia seguente) che sono stati sottoposti ad analisi di laboratorio presso la Chem Service Italia di Catania.

I suoli sono mediamente profondi, con potenza media di 0,8 ÷ 1,2 m; la costituzione è prevalentemente sabbioso-argillosa e la colorazione è grigio-bruna, a luoghi tendente a toni più scuri in prossimità delle sponde del T. Tona.

La granulometria è prevalentemente sabbiosa (46 ÷ 56%), passante ad argillosa (32 ÷ 42%) con poco limo (12 ÷ 14%). Nelle aree in oggetto lo scheletro è “comune” (2,8 ÷ 9,3%). Dato l’andamento pianeggiante, il ricorso a particolari sistemazioni del terreno (per ridurre l’eccessiva velocità di scorrimento delle acque) è consigliato solo in alcuni rari casi, soprattutto lungo le cunette e i fossi di guardia che si presentano spesso tombati, con presenza di detriti, con scarsissimo livello di manutenzione.

L’eventuale realizzazione dell’intervento in progetto potrebbe fornire l’occasione per porre in essere, anche mediante l’osservanza di prescrizioni da parte delle A.A., un insieme di interventi di corretta regimazione lungo i canali e di stabilizzazione e miglioramento lungo le sponde e l’alveo del torrente affluente del Tona. Per questi ultimi sarebbe auspicabile il ricorso a progetti basati sull’impiego di tecniche di ingegneria naturalistica.

Il rilevamento pedologico, effettuato nell’ottobre 2020 tramite osservazioni dirette, ha permesso di riscontrare una copertura di terreno continua nelle aree d’intervento. Il rilevamento di dettaglio eseguito ha comportato anche il prelievo di 3 campioni di terreno, prelevati in *minipit* (pozzetti a sezione variabile, profondi circa 30 cm e larghi 20x20 cm) nei punti ritenuti di interesse e di seguito indicati:

- Campione n.1 (rapporto di prova 20/10024-00)
- Campione n.2 (rapporto di prova 20/10025-00)
- Campione n.3 (rapporto di prova 20/10026-00)

I campioni sono stati sottoposti ad analisi di laboratorio presso la Chem Service Italia del Dott. Tino Loria di Catania.

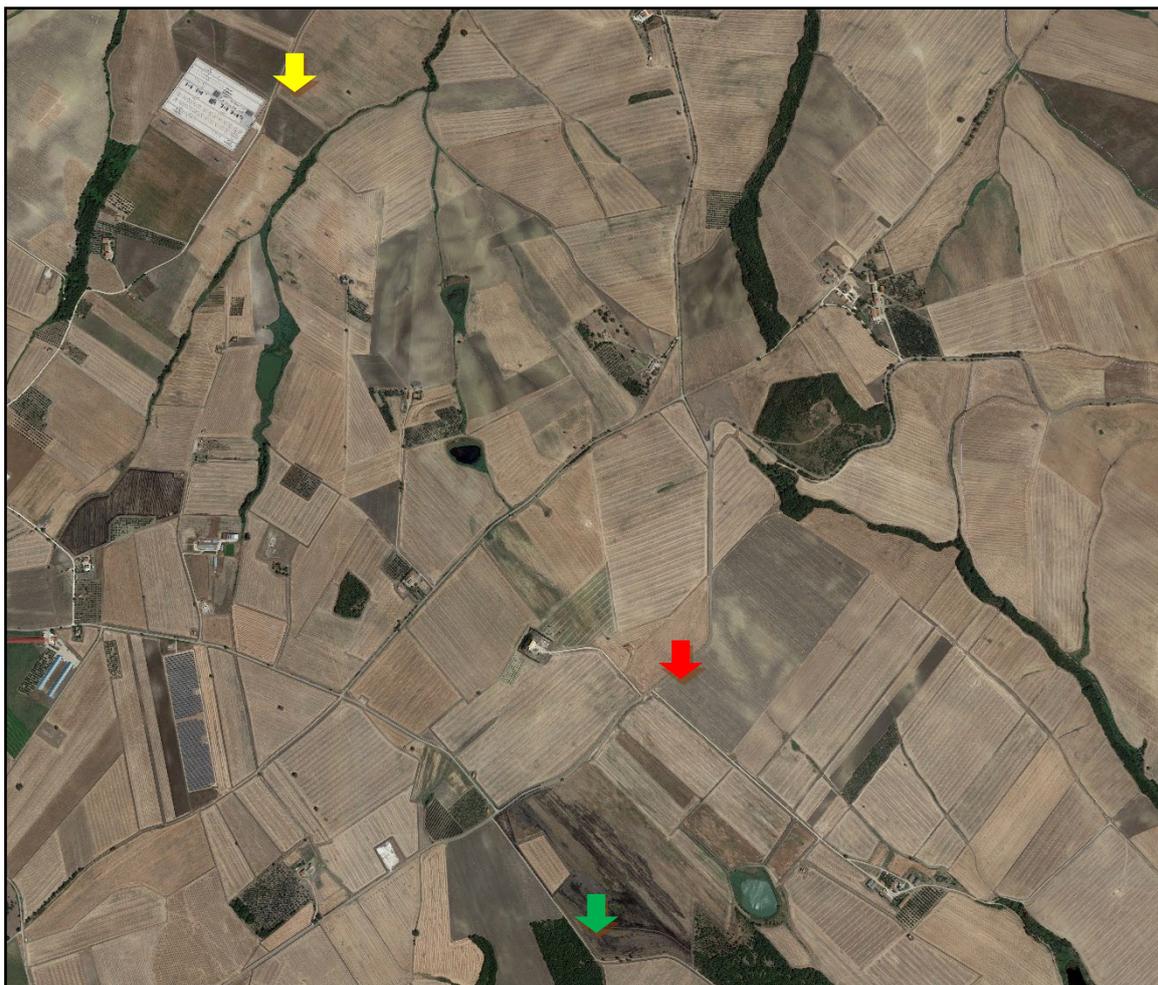
Dai rilievi effettuati in sito nell’ottobre 2020 e dai risultati delle citate analisi di laboratorio (in allegato i relativi rapporti di prova) si evince quanto segue:

Campione 1

- a) La quota della stazione è di 208 m s.l.m.
- b) La pendenza dell’area all’intorno è pari a 2 ÷ 5% (superficie pianeggiante).
- c) L’esposizione è SE.
- d) In base ai dati granulometrici si ottiene:
 - 56% Sabbia
 - 12% Limo
 - 32% Argilla
- e) Pertanto il terreno si può definire come “Argilloso-Sabbioso”.
- f) In base alle Munsell Soil Color Charts si può definire 3/2 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 8,2 si può definire “Moderatamente alcalino”.
- h) In base alla presenza di Carbonati totali si può definire “Povero”.
- i) In base alla presenza di Calcare attivo si può definire “Basso”.
- j) Per la dotazione di Sostanza Organica (S.O. = 1,72 • C_{org}) la valutazione agronomica si può definire “Medio”.

Cod. Comm.. n.	417_20_CON		3-20
----------------	------------	--	------

- k) Per la dotazione di Azoto totale la valutazione agronomica si può definire “Mediamente fornito”.
- l) Per la dotazione di Fosforo assimilabile la valutazione agronomica si può definire “Molto alto”.
- m) Per la dotazione di Potassio scambiabile la valutazione agronomica si può definire “Molto elevato”.
- n) Per la dotazione di CSC la valutazione agronomica si può definire “Alta”.



 **Minipit 1**  **Minipit 2**  **Minipit 3**

Fig.3.2 – Corografia ubicazione stazioni



Fig.3.3 – Minipit n.1

RILIEVO PEDOLOGICO				
Parametro	Unità di misura Standard adottato	Valore	Definizione Classificazione	
1	Colore	<i>Munsell (hue-value-chroma)</i>	10 YR – 3/2	
2	Quota	<i>m s.l.m.</i>	208	
3	Clivometria	%	2 ÷ 5	Superficie pianeggiante
4	Esposizione	°	SE	
5	Uso suolo	<i>ISSDS 97</i>	210	Seminativo avvicendato
6	Rocciosità	%	0	Assente
7	Pietrosità	%	0, 3 ÷ 1	Scarsa (dimensione media)
8	Substrato	<i>Carnicelli&Wolf</i>	S-A	Sabbioso-Argilloso
9	Curvatura morfometrica	<i>Shoeneberger</i>	LL	Lineare-Lineare
10	Forma	<i>Carnicelli&Wolf</i>	FTY	Terrazzo fluviale
11	Durezza	<i>Shoeneberger</i>	S	Soffice
12	Erosione reale	<i>ISSDS 97</i>	0	Assente
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>	1	Sciolto-Incoerente
16	Densità apparente	<i>USDA</i>	1	Bassa
17	Drenaggio interno	<i>SSM</i>	5	Piuttosto mal drenato
18	Capacità di accettazione piogge	<i>Jarvis e Mackney</i>	4	Bassa
19	Conducibilità idraulica	<i>SSM</i>	A-32 / S-56	Moderatamente Bassa
20	Presenza radici	<i>SSM</i>	1 ÷ 2	Fini
21	Presenza tracce attività biologica	<i>SINA</i>	3 - 9	Artropodi – Manufatti (laterizi)



©Tecnovia® S.r.l

Realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile agrofotovoltaica di Potenza nominale pari a 63.628,80 kWp e Potenza di immissione pari a 62.698.00 kW e delle relative opere di connessione alla rete RTN

RELAZIONE GEOLOGICA

417_20_CON_GEOL_AGRFV_220222.docx



Il laboratorio, su base volontaria, opera in accordo a quanto disposto dalla
NORMA UNI CEI EN ISO/IEC 17025:2018



RAPPORTO DI PROVA Nr.20/10024-00

Del 16/11/2020

Pagina 1 di 2

DATI DEL CLIENTE

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

DATI DEL CAMPIONE

Etichetta campione **N.1**
Descrizione del campione **Suolo agricolo**
Esame richiesto **Analisi Pedologiche complete – Vostro Rif. 416/20/CON**
Luogo prelievo **Rotello (CB)**
Metodo campionamento **D.M. 13/09/1999**
Prelievo eseguito da **Alfonso Russi** Data prelievo **27/10/2020**
Data di accettazione **30/10/2020** Note in accettazione **//**
Data inizio prova **30/10/2020** Data fine prova **13/11/2020**

RISULTATI DELLE PROVE

Parametri chimici	Risultato	U ±	U.M	Metodo	V.N.	
Scheletro	9,2	0,9	%	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	8,2	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	0,96	0,02	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	1,39	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	1,42	0,07	%	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	2,44	0,12	%	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	32		%	D.M. 13/09/1999 G.U. n°248 21/10/99 Met. II.6 +	3 - 25	
Limo	12			D.M. 25/03/2002 G.U. n°84 10/04/2002	15 - 40	
Sabbia	56				50 - 85	
Calcare Totale	CaCO ₃	13,2	0,7	%	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	5,1	0,3	%	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	90	5	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	7136	357	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	1087	54	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	163	8	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	708	35	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.		47,1	-	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.



Chem Service Italia
Centro analisi e consulenza su
ambiente e alimenti

Mobile: 393.935700
chemserviceitalia@gmail.com
www.chem-service.it

Dott. Tino Loria
P.IVA 05436680879
Via Armando Diaz, 23 (int.C) - Catania

M-002
Rev.04 del
20/03/2018

Cod. Comm.. n.

417_20_CON

3-23

	<p>Realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile agrofotovoltaica di Potenza nominale pari a 63.628,80 kWp e Potenza di immissione pari a 62.698.00 kW e delle relative opere di connessione alla rete RTN</p> <p>RELAZIONE GEOLOGICA</p>	<p>417_20_CON_GEOL_AGRFV_220222.docx</p>
---	--	--

Campione 2

- a) La quota della stazione è di 187 m s.l.m.
- b) La pendenza dell'area all'intorno è pari a 0-2% (superficie pianeggiante).
- c) L'esposizione è SE.
- d) In base ai dati granulometrici si ottiene:
 - 46% Sabbia
 - 12% Limo
 - 42% Argilla
- e) Pertanto il terreno si può definire come "Franco Sabbioso-Argilloso".
- f) In base alle Munsell Soil Color Charts si può definire 3/1 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 8,4 si può definire "Moderatamente alcalino".
- h) In base alla presenza di Carbonati totali si può definire "Povero".
- i) In base alla presenza di Calcare attivo si può definire "Basso".
- j) Per la dotazione di Sostanza Organica (S.O. = $1,72 \cdot C_{org}$) la valutazione agronomica si può definire "Elevato".
- k) Per la dotazione di Azoto totale la valutazione agronomica si può definire "Mediamente fornito".
- l) Per la dotazione di Fosforo assimilabile la valutazione agronomica si può definire "Molto basso".
- m) Per la dotazione di Potassio scambiabile la valutazione agronomica si può definire "Molto elevato".
- n) Per la dotazione di CSC la valutazione agronomica si può definire "Alta".



Fig.3.4 – Minipit n.2



©Tecnovia® S.r.l

Realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile agrofotovoltaica di Potenza nominale pari a 63.628,80 kWp e Potenza di immissione pari a 62.698.00 kW e delle relative opere di connessione alla rete RTN

417_20_CON_GEOL_AGROFV_220222.docx

RELAZIONE GEOLOGICA

RILIEVO PEDOLOGICO

Parametro		Unità di misura Standard adottato	Valore	Definizione Classificazione
1	Colore	<i>Munsell (hue-value-chroma)</i>	10 YR – 3/1	
2	Quota	<i>m s.l.m.</i>	187	
3	Clivometria	%	0 ÷ 2	Superficie pianeggiante
4	Esposizione	°	SE	
5	Usa suolo	<i>ISSDS 97</i>	210	Seminativo avvicendato
6	Rocciosità	%	0	Assente
7	Pietrosità	%	< 0,3	Molto scarso (dimensione piccola)
8	Substrato	<i>Carnicelli&Wolf</i>	S-A	Sabbioso-Argilloso
9	Curvatura morfometrica	<i>Shoeneberger</i>	LL	Lineare-Lineare
10	Forma	<i>Carnicelli&Wolf</i>	FTY	Terrazzo fluviale
11	Durezza	<i>Shoeneberger</i>	S	Soffice
12	Erosione reale	<i>ISSDS 97</i>	0	Assente
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>	1	Sciolto-Incoerente
16	Densità apparente	<i>USDA</i>	1	Bassa
17	Drenaggio interno	<i>SSM</i>	5	Piuttosto mal drenato
18	Capacità di accettazione piogge	<i>Jarvis e Mackney</i>	4	Bassa
19	Conducibilità idraulica	<i>SSM</i>	A-42 / S-46	Bassa
20	Presenza radici	<i>SSM</i>	1 ÷ 2	Fini
21	Presenza tracce attività biologica	<i>SINA</i>	1 – 3 - 4	Mammiferi – Artropodi - Molluschi



©Tecnovia® S.r.l.

Realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile agrofotovoltaica di Potenza nominale pari a 63.628,80 kWp e Potenza di immissione pari a 62.698.00 kW e delle relative opere di connessione alla rete RTN

RELAZIONE GEOLOGICA

417_20_CON_GEOL_AGRFV_220222.docx



Il laboratorio, su base volontaria, opera in accordo a quanto disposto dalla NORMA UNI CEI EN ISO/IEC 17025:2018



RAPPORTO DI PROVA Nr.20/10025-00

Del 16/11/2020

Pagina 1 di 2

DATI DEL CLIENTE

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

DATI DEL CAMPIONE

Etichetta campione **N.2**
Descrizione del campione **Suolo agricolo**
Esame richiesto **Analisi Pedologiche complete – Vostro Rif. 416/20/CON**
Luogo prelievo **Rotello (CB)**
Metodo campionamento **D.M. 13/09/1999**
Prelievo eseguito da **Alfonso Russi** Data prelievo **27/10/2020**
Data di accettazione **30/10/2020** Note in accettazione **//**
Data inizio prova **30/10/2020** Data fine prova **13/11/2020**

RISULTATI DELLE PROVE

Parametri chimici	Risultato	U ±	U.M	Metodo	V.N.	
Scheletro	2,8	0,3	%	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	8,4	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	0,68	0,02	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	1,18	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	1,30	0,06	%	D.M. 13/09/1999 G.U. n°248 21/10/99 Met. VII.2 +D.M. 25/03/2002 G.U. n°84 10/04/2002	> 1,7	
Sostanza Organica	2,24	0,11	%	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	42	-	%	D.M. 13/09/1999 G.U. n°248 21/10/99 Met. II.6 + D.M. 25/03/2002 G.U. n°84 10/04/2002	3 - 25	
Limo	12				15 - 40	
Sabbia	46				50 - 85	
Calcare Totale	CaCO ₃	5,2	0,7	%	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	2,7	0,1	%	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	66	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	9545	477	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	1503	75	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	454	23	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.		61,5	-	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 .



Chem Service Italia
Centro analisi e consulenza su
ambiente e alimenti

Mobile: 393.9353700
chemserviceitalia@gmail.com
www.chem-service.it

Dott. Tino Loria
P.IVA 05436680879
Via Armando Diaz, 23 (int.C) - Catania

M-002
Rev.04 del
20/03/2018

Cod. Comm.. n.

417_20_CON

3-26

 <p>©Tecnovia® S.r.l</p>	<p>Realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile agrofotovoltaica di Potenza nominale pari a 63.628,80 kWp e Potenza di immissione pari a 62.698.00 kW e delle relative opere di connessione alla rete RTN</p> <p>RELAZIONE GEOLOGICA</p>	<p>417_20_CON_GEOL_AGROFV_220222.docx</p>
---	--	---

Campione 3

- a) La quota della stazione è di 180 m s.l.m.
- b) La pendenza dell'area all'intorno è pari a 0-2% (superficie pianeggiante).
- c) L'esposizione è ESE.
- d) In base ai dati granulometrici si ottiene:
 - 50% Sabbia
 - 14% Limo
 - 36% Argilla
- e) Pertanto il terreno si può definire come "Argilloso-Sabbioso".
- f) In base alle Munsell Soil Color Charts si può definire 4/3 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 8,1 si può definire "Moderatamente alcalino".
- h) In base alla presenza di Carbonati totali si può definire "Povero".
- i) In base alla presenza di Calcare attivo si può definire "Basso".
- j) Per la dotazione di Sostanza Organica (S.O. = $1,72 \cdot C_{org}$) la valutazione agronomica si può definire "Medio".
- k) Per la dotazione di Azoto totale la valutazione agronomica si può definire "Ben fornito".
- l) Per la dotazione di Fosforo assimilabile la valutazione agronomica si può definire "Molto basso".
- m) Per la dotazione di Potassio scambiabile la valutazione agronomica si può definire "Molto elevato".
- n) Per la dotazione di CSC la valutazione agronomica si può definire "Alta".



Fig.3.5 – Minipit n.3



©Tecnovia® S.r.l

Realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile agrofotovoltaica di Potenza nominale pari a 63.628,80 kWp e Potenza di immissione pari a 62.698.00 kW e delle relative opere di connessione alla rete RTN

417_20_CON_GEOL_AGROFV_220222.docx

RELAZIONE GEOLOGICA

RILIEVO PEDOLOGICO

Parametro		Unità di misura Standard adottato	Valore	Definizione Classificazione
1	Colore	<i>Munsell (hue-value-chroma)</i>	10 YR – 4/3	
2	Quota	<i>m s.l.m.</i>	180	
3	Clivometria	%	0 ÷ 2	Superficie pianeggiante
4	Esposizione	°	ESE	
5	Uso suolo	<i>ISSDS 97</i>	210	Seminativo avvicendato
6	Rocciosità	%	0	Assente
7	Pietrosità	%	1 ÷ 3	Comune
8	Substrato	<i>Carnicelli&Wolf</i>	A-S	Argilloso-Sabbioso
9	Curvatura morfometrica	<i>Shoeneberger</i>	LC	Lineare-Concavo
10	Forma	<i>Carnicelli&Wolf</i>	FTY	Terrazzo fluviale
11	Durezza	<i>Shoeneberger</i>	S	Soffice
12	Erosione reale	<i>ISSDS 97</i>	2	A rivoli (rill erosion)
13	Rischio inondazione	<i>Carnicelli&Wolf</i>	0	Assente
14	Adesività	<i>Carnicelli&Wolf</i>	32	Debolmente adesivo
15	Grado di aggregazione	<i>ISSDS 97</i>	2	Massivo
16	Densità apparente	<i>USDA</i>	1	Bassa
17	Drenaggio interno	<i>SSM</i>	5	Piuttosto mal drenato
18	Capacità di accettazione piogge	<i>Jarvis e Mackney</i>	4	Bassa
19	Conducibilità idraulica	<i>SSM</i>	A-36 / S-50	Bassa
20	Presenza radici	<i>SSM</i>	1 ÷ 2	Fini
21	Presenza tracce attività biologica	<i>SINA</i>	1 – 3	Mammiferi – Artropodi



©Tecnovia® S.r.l

Realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile agrofotovoltaica di Potenza nominale pari a 63.628,80 kWp e Potenza di immissione pari a 62.698.00 kW e delle relative opere di connessione alla rete RTN

RELAZIONE GEOLOGICA

417_20_CON_GEOL_AGRFV_220222.docx



Il laboratorio, su base volontaria, opera in accordo a quanto disposto dalla
NORMA UNI CEI EN ISO/IEC 17025:2018



RAPPORTO DI PROVA Nr.20/10026-00

Del 16/11/2020

Pagina 1 di 2

DATI DEL CLIENTE

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

DATI DEL CAMPIONE

Etichetta campione **N.3**
Descrizione del campione **Suolo agricolo**
Esame richiesto **Analisi Pedologiche complete – Vostro Rif. 416/20/CON**
Luogo prelievo **Rotello (CB)**
Metodo campionamento **D.M. 13/09/1999**
Prelievo eseguito da **Alfonso Russi** Data prelievo **27/10/2020**
Data di accettazione **30/10/2020** Note in accettazione **//**
Data inizio prova **30/10/2020** Data fine prova **13/11/2020**

RISULTATI DELLE PROVE

Parametri chimici	Risultato	U ±	U.M	Metodo	V.N.
Scheletro	9,3	0,9	%	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	8,1	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	1,59	0,03	mS/cm	D.M. 13/09/1999 G.U. n°248 21/10/99 Met. IV.1 + D.M. 25/03/2002 G.U. n°84 10/04/2002	0,2 - 2,0
Azoto Totale	N 2,7	0,1	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	2,4	0,1	%	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	4,1	0,2	%	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	36	-	%	D.M. 13/09/1999 G.U. n°248 21/10/99 Met. II.6 +	3 - 25
Limo	14			D.M. 25/03/2002 G.U. n°84 10/04/2002	15 - 40
Sabbia	50				50 - 85
Calcare Totale	CaCO ₃ 10,8	0,5	%	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 5,4	0,3	%	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 80	5	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 9288	464	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 938	47	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 136	7	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 985	49	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.	57,2	-	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.



Chem Service Italia
Centro analisi e consulenza su
ambiente e alimenti

Mobile: 393.9353700
chemserviceitalia@gmail.com
www.chem-service.it

Dott. Tino Loria
P.IVA 05436680879
Via Armando Diaz, 23 (int.C) - Catania

M-002
Rev.04 del
20/03/2018

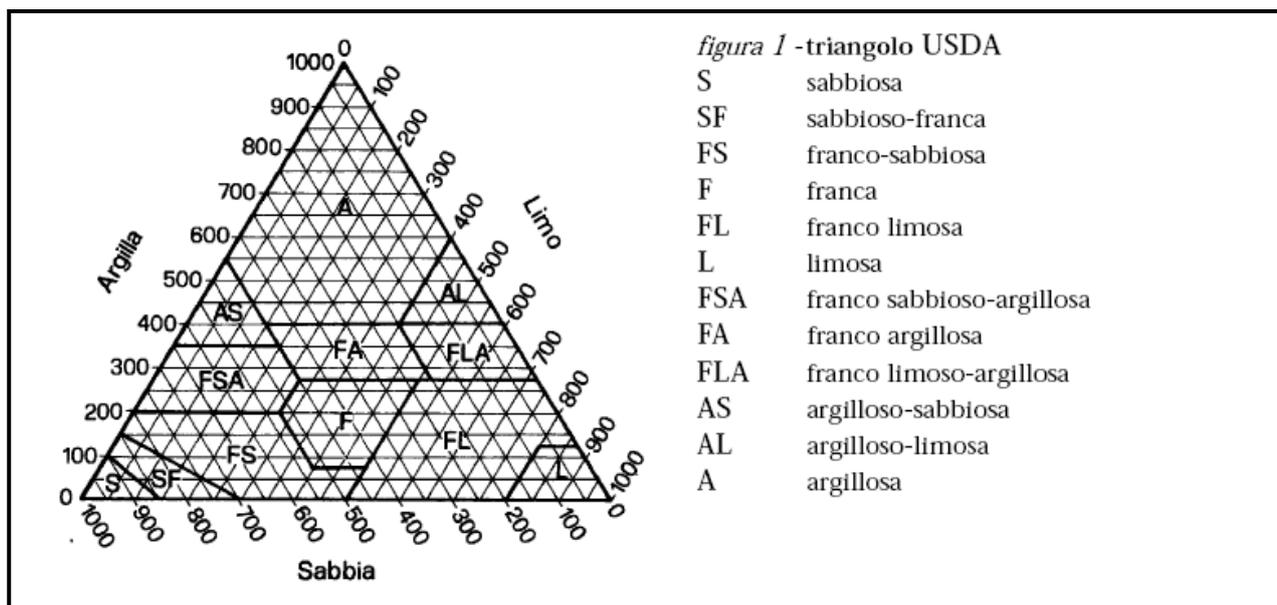


Fig.3.6 - Diagramma granulometrico ternario USDA.

Rotello	
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

Fig.3.7 - Classificazione pH (in H2O)

 <p>©Tecnovia® S.r.l</p>	<p>Realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile agrofotovoltaica di Potenza nominale pari a 63.628,80 kWp e Potenza di immissione pari a 62.698.00 kW e delle relative opere di connessione alla rete RTN</p> <p>RELAZIONE GEOLOGICA</p>	<p>417_20_CON_GEOL_AGROFV_220222.docx</p>
---	--	---

Rotello	
Calcare totale (g/Kg)	Valutazione agronomica (terreni)
< 25	Poveri
25 – 100	Mediamente dotati
100 – 150	Ben dotati
150 – 250	Ricchi
> 250	Eccessivamente dotati

Fig.3.8 - Classificazione di valutazione agronomica per Calcare totale

Rotello	
Calcare attivo (g/Kg)	Valutazione agronomica (terreni)
< 50	Basso
50 – 150	Medio
> 150	Elevato

Fig.3.9 - Classificazione di valutazione agronomica per Calcare attivo

Rotello				
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

Fig.3.10 - Classificazione dotazione Sostanza organica

Rotello	
Azoto totale (g/Kg)	Valutazione agronomica (terreni)
< 0,5	Molto basso
0,5 - 1,0	Basso
1,1 - 1,5	Mediamente fornito
> 1,5	Ben fornito

Fig.3.11 - Classificazione di valutazione agronomica –Azoto totale

 <p>©Tecnovia® S.r.l</p>	<p>Realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile agrofotovoltaica di Potenza nominale pari a 63.628,80 kWp e Potenza di immissione pari a 62.698.00 kW e delle relative opere di connessione alla rete RTN</p> <p>RELAZIONE GEOLOGICA</p>	<p>417_20_CON_GEOL_AGROFV_220222.docx</p>
---	--	---

Rotello	
P₂O₅ (g/Kg)	Valutazione agronomica (terreni)
< 34	Molto basso
34 – 69	Basso
70 – 103	Medio
104 – 160	Alto
> 160	Molto alto

Fig.3.12 - Classificazione di valutazione agronomica – Fosforo

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

Fig.3.13 - Classificazione di valutazione agronomica – CSC

Rotello			
Valutazione	Potassio scambiabile (mg/Kg di K₂O)		
	Sabbia (> 60%)	Franco	Argilla > 35%
Basso	< 102	< 120	< 144
Normale	102 - 144	120 - 180	144 - 216
Elevato	145 - 180	181 - 217	217 - 265
Molto elevato	> 180	> 217	> 265

Fig.3.14 - Classificazione di valutazione agronomica – Potassio scambiabile

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.

	Realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile agrofotovoltaica di Potenza nominale pari a 63.628,80 kWp e Potenza di immissione pari a 62.698,00 kW e delle relative opere di connessione alla rete RTN RELAZIONE GEOLOGICA	417_20_CON_GEOL_AGROFV_220222.docx
---	---	------------------------------------

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 del Molise.

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'inizi 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 recenti ed attuali. Lungo le sponde dei canali e dei torrenti maggiori si rinvengono limi argille e sabbie formanti lenti e letti di diversa potenza e variamente intercalati fra loro. La loro età è l'OLOCENE.
- b) 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.

- c) **Sabbie giallastre.** Sono sabbie a granulometria media e fine, con livelli e lenti di conglomerati poligenici e rare placche argillose. Sono depositi di ambiente deltizio e presentano uno spessore che varia fra 35÷50 m. Stabili, sono mediamente costipati, hanno media plasticità e sono poco compressibili. La loro età è il CALABRIANO - PLIOCENE SUP.

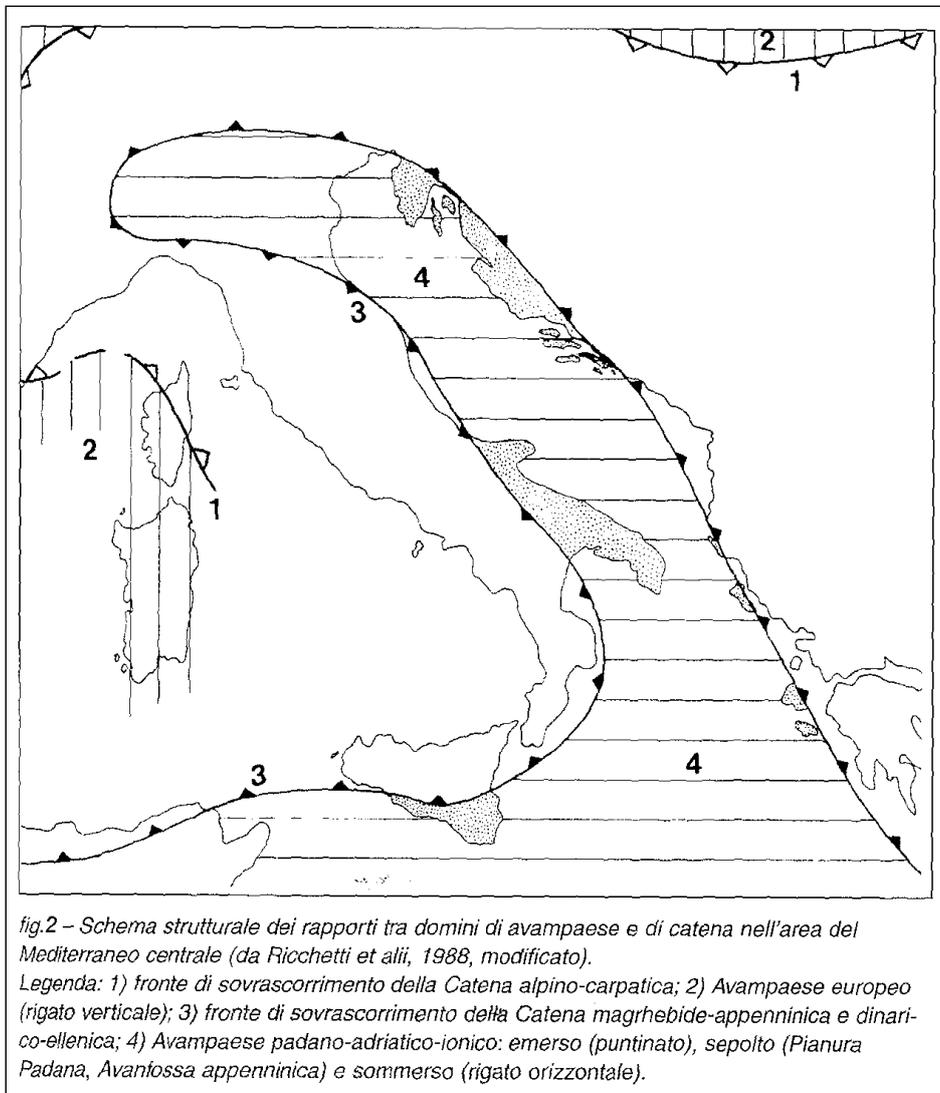


Fig. 4.1 – Schema strutturale dei rapporti tra vari domini.

- d) **Argille grigio-azzurre.** In continuità di sedimentazione col termine precedente si rinvengono argille marnose, siltoso-sabbiose, di colore grigio-azzurre, con intercalazioni sabbiose. Si presentano ben costipate, con media plasticità e poco compressibili. Sono depositi di ambiente salmastro di età compresa fra il CALABRIANO e il PLIOCENE MEDIO.

I terreni fin qui descritti coprono in discordanza:

- e) **Calcarei.** Calcarei dolomitici e dolomie stratificate del CRETACICO.

L'area in esame ricade interamente nella zona di affioramento dei terreni descritti in b), mentre quelli alla lettera c) si rinvencono a profondità variabile in funzione dei margini di terrazzo fra -5 e -30 m dal p.c.; a seguire i terreni descritti in d) che si rinvencono a profondità comprese fra -30 e -40 m dal p.c. e quelli alla lettera e) sono stati individuati ad oltre -700 m s.l.m.

La giacitura delle alluvioni terrazzate è sub-orizzontale, immergendo verso EST NORDEST con inclinazione di pochi gradi (circa 3°).

I terreni d'impalcatura (Calcarei 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).

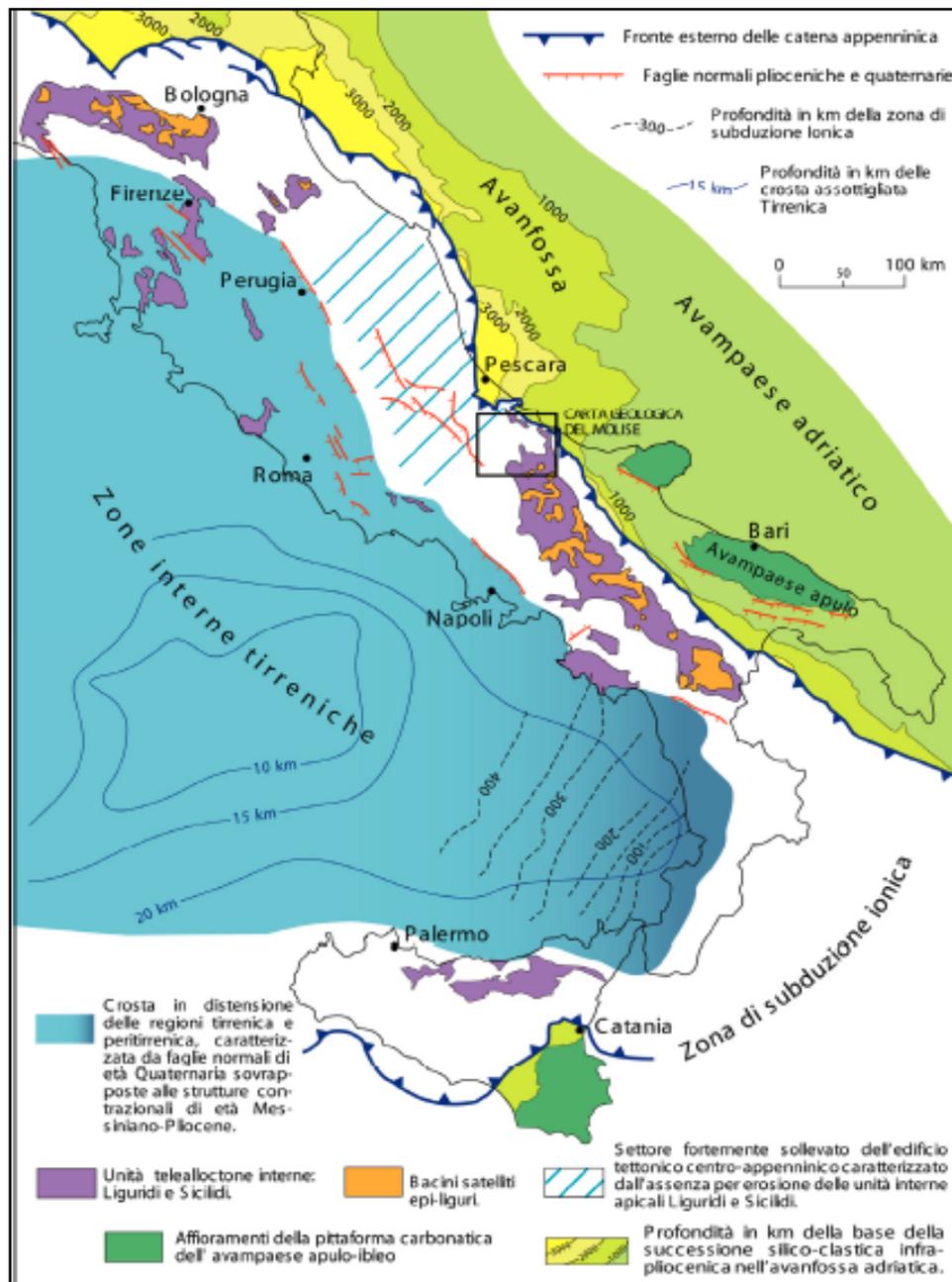
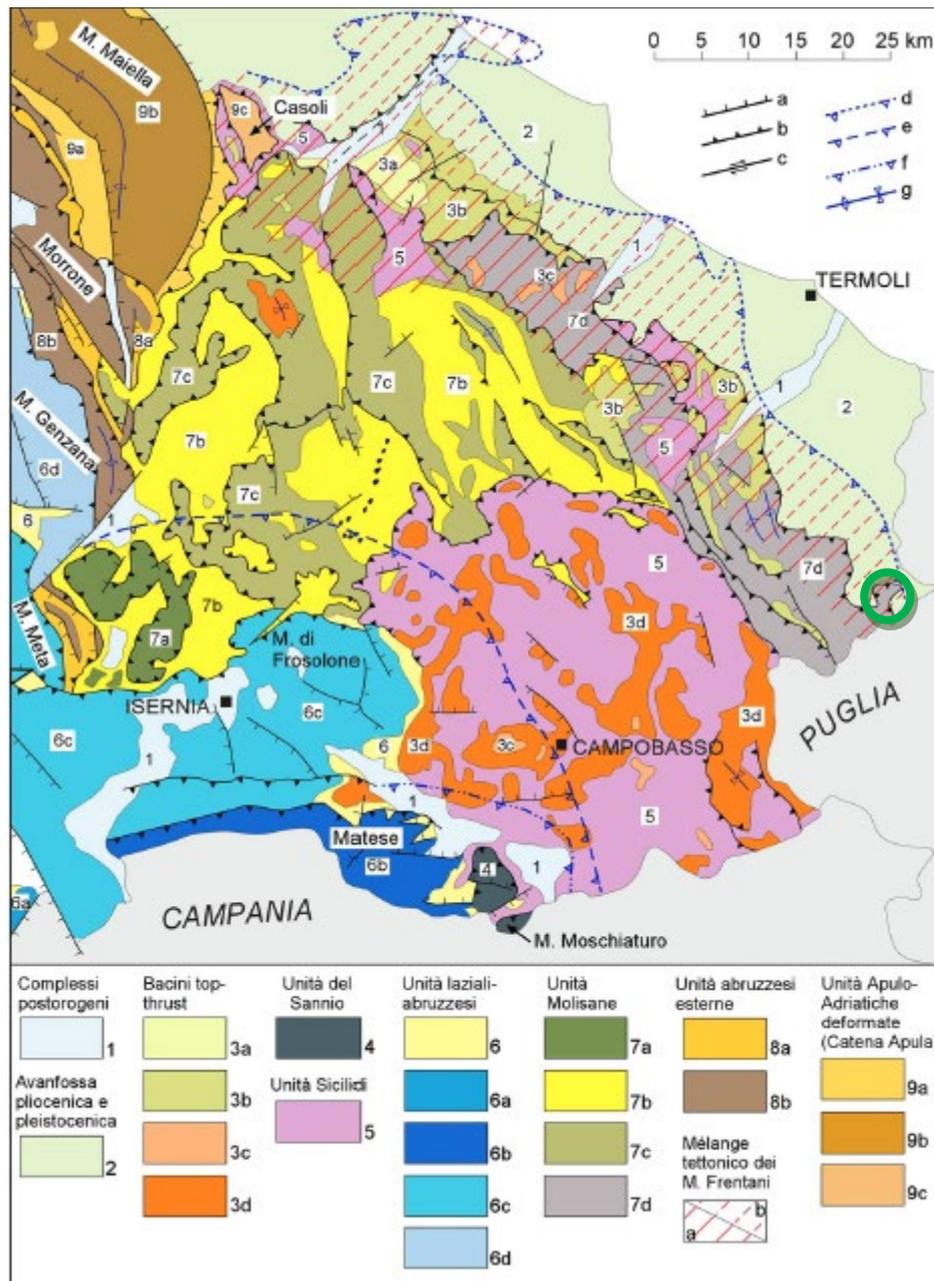


Fig.4.2 – Carta geologica dell'Italia meridionale, Note Illustrative (Festa et alii, 2006)



- 1) Successioni continentali postorogene (Olocene – Pleistocene Sup.)
- 2) Successioni marine argilloso-sabbiose dell'avanfossa adriatica (Pliocene Sup. – Pleistocene Inf.)
- 3b) Successione argilloso-calcarenitica di Palombaro, Casalanguida e Larino (Pliocene Medio-Inf.)
- 7d) Unità dei Monti della Daunia (Messiniano – Oligocene)

Fig.4.3 – Schema strutturale dell'appennino centrale, Note Illustrative (Festa et alii, 2006)

L'assetto strutturale dell'Appennino molisano 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.

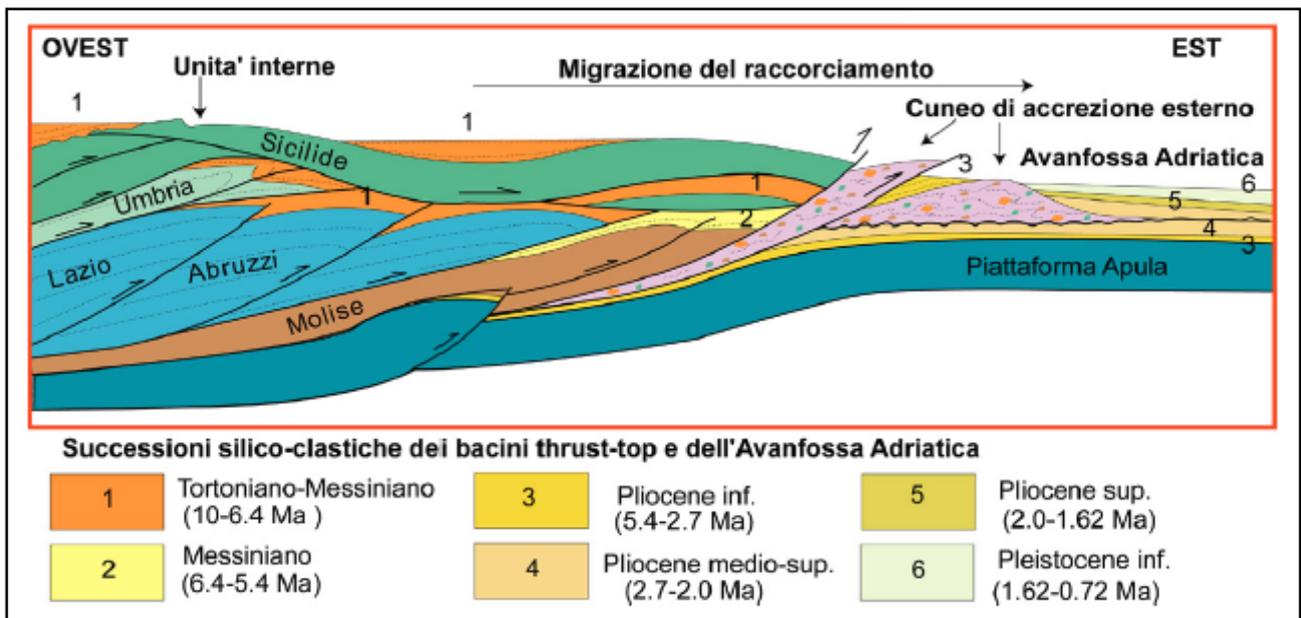
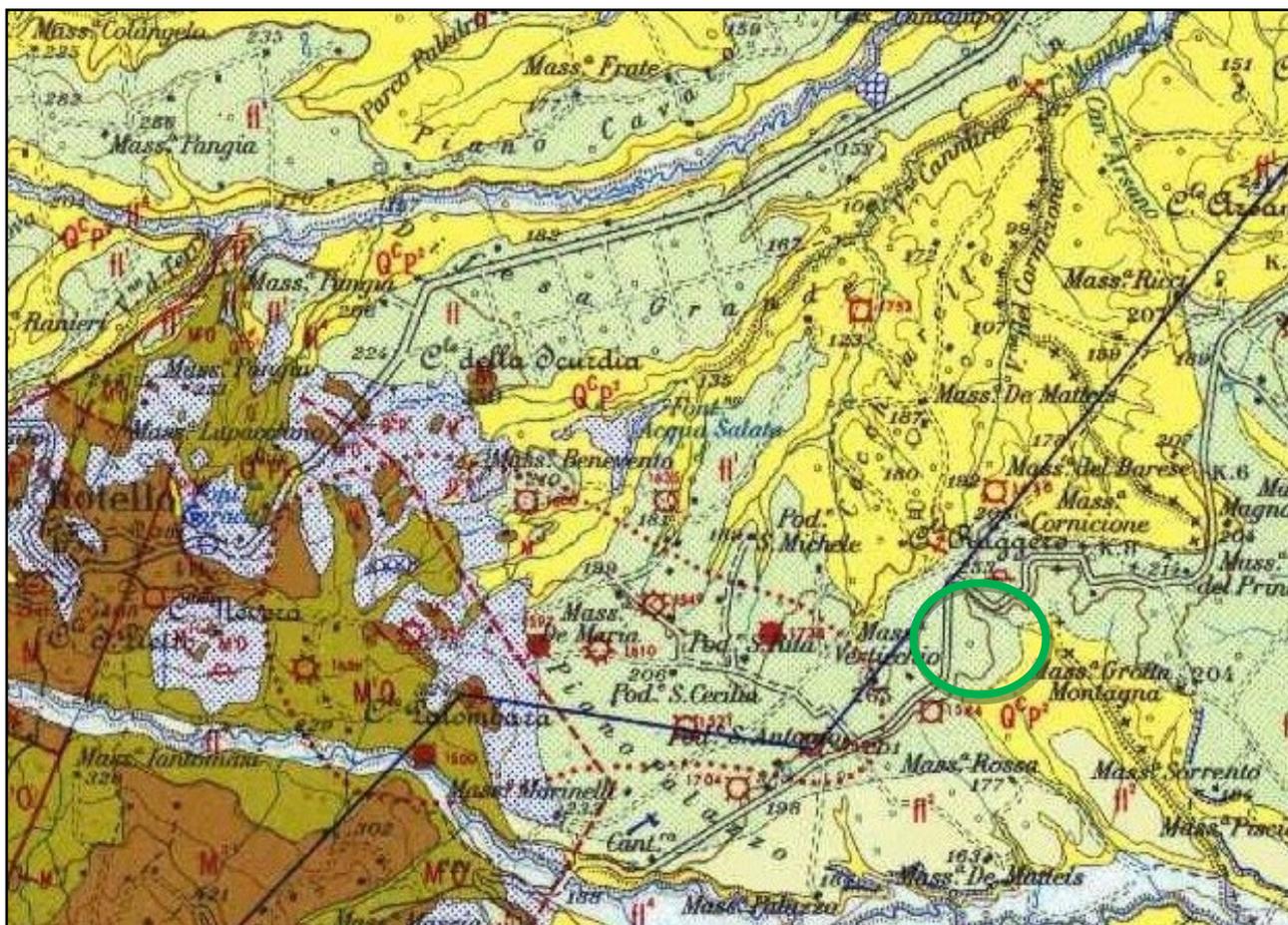


Fig.4.4 – Sezione schematica della catena appenninica, Note Illustrative (Festa et alii, 2006)

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 dallo 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.



Coperture fluviali (e lacustri?) del II ordine di terrazzi: ghiaie più o meno cementate, sabbie, argille sabbiose, spesso ricoperte da "terre nere" ad alto tenore humico (paleosuolo forestale). PLEISTOCENE.



impronte di piante e di gasteropodi, argille sabbiose, sabbie, calcari pulverulenti bianchi, ricoperti in generale da "terre nere" ad alto tenore humico (paleosuolo forestale). PLEISTOCENE.



Lamellibranchi. CALABRIANO (?) – PLIOCENE MEDIO.

Fig.4.5 – Stralcio della Carta Geologica d'Italia (Foglio n. 155 – San Severo, scala 1:100.000)

 <p>©Tecnovia® S.r.l</p>	<p>Realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile agrofotovoltaica di Potenza nominale pari a 63.628,80 kWp e Potenza di immissione pari a 62.698.00 kW e delle relative opere di connessione alla rete RTN</p> <p>RELAZIONE GEOLOGICA</p>	<p>417_20_CON_GEOL_AGROFV_220222.docx</p>
---	--	---

Per quanto riguarda la condizione geostrutturale riconosciuta sul territorio, la stessa è rappresentata da una sovrapposizione stratigrafica di dette formazioni 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.

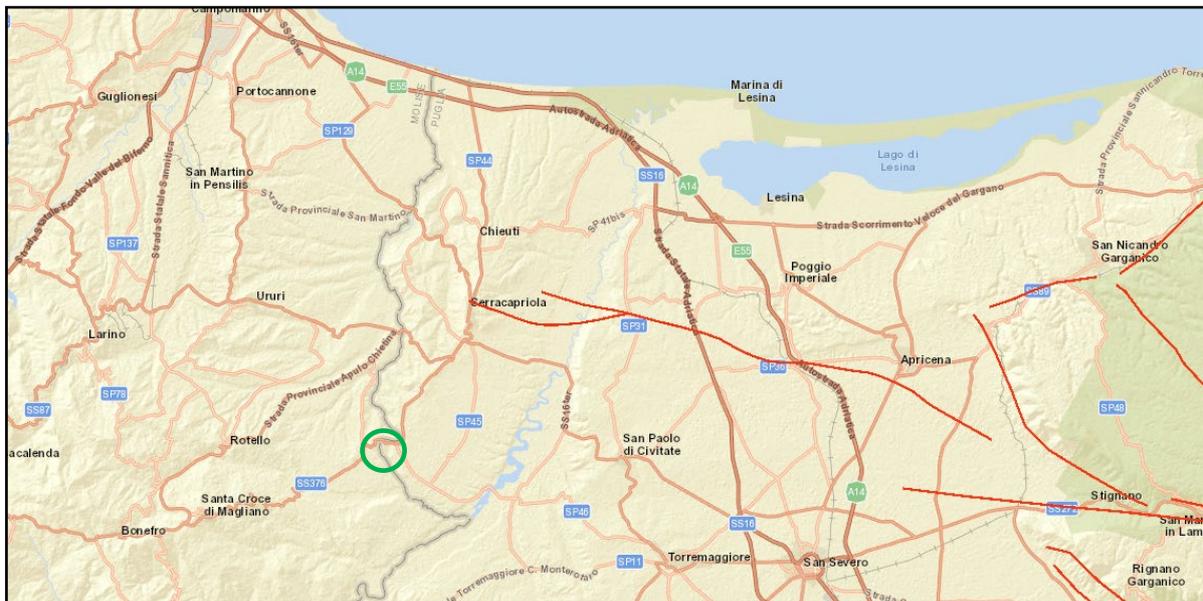


Fig.4.6 – Stralcio della Cartografia del progetto Ithaca-ISPRA.

In allegato la Carta geologica con il dettaglio degli affioramenti.

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.

Più recente risulta il sisma che il 31 ottobre 2002 ha colpito una vasta area dell'Italia centro-meridionale, sui confini tra le regioni Molise e Puglia e di intensità $M_w = 5,7$; ritenuta dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia "sicuramente la migliore stima della reale grandezza di un terremoto, essendo direttamente legata alle dimensioni e alla dislocazione della sorgente sismica".

La Regione Molise, con Legge Regionale del 20/05/04 n.13 "Riclassificazione sismica del territorio regionale e nuova normativa sismica" 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, 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.

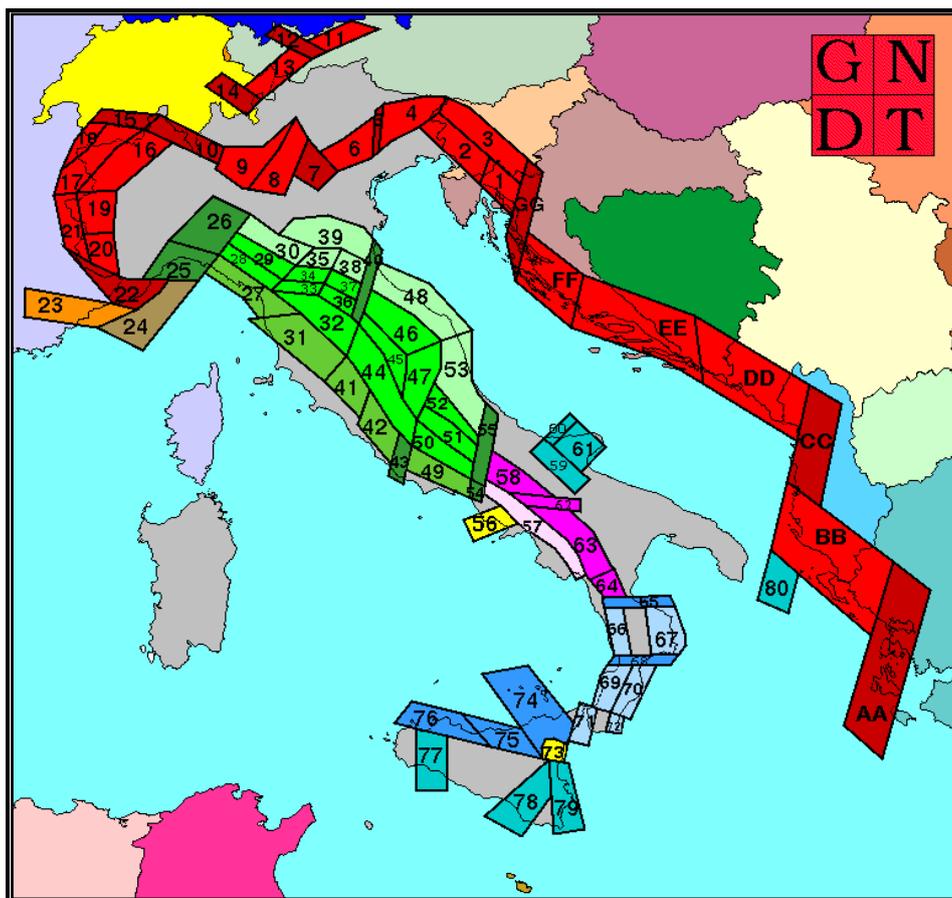


Fig.5.1 – Schema della zonazione sismogenetica ZS.4

	<p>Realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile agrofotovoltaica di Potenza nominale pari a 63.628,80 kWp e Potenza di immissione pari a 62.698.00 kW e delle relative opere di connessione alla rete RTN</p> <p>RELAZIONE GEOLOGICA</p>	<p>417_20_CON_GEOL_AGROFV_220222.docx</p>
--	--	---

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 Rotello ricade nella zona 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 1456).

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.

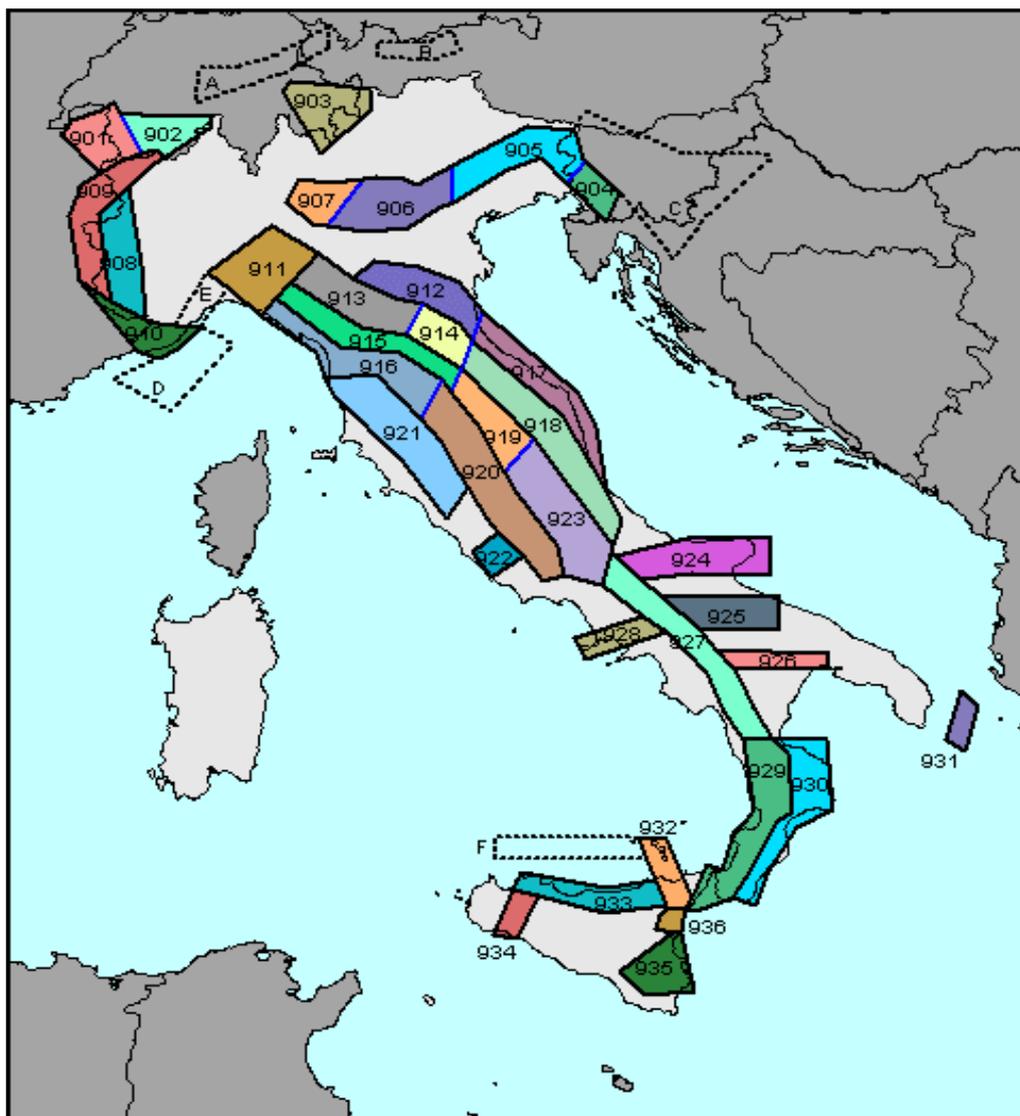


Fig.5.2 – Schema delle zone sismogenetiche ZS.9

Di seguito la storia sismica di Rotello, elaborata sulla base dei dati INGV - DBMI04 relativi al Database delle osservazioni macrosismiche dei terremoti italiani.

Storia sismica di Rotello [41.749, 15.004]

Numero di eventi: 7

Effetti

In occasione del terremoto del:

Is	Anno	Me	Gi	Or	Mi	Area epicentrale	Np	Ix	Mw
5	1980	11	23	18	34	Irpinia-Basilicata	1317	10	6.89
4	1984	05	07	17	49	Appennino abruzzese	912	8	5.93
3	1990	05	05	07	21	POTENTINO	1374	7-8	5.84
NF	1991	05	26	12	25	POTENTINO	597	7	5.22
3	1995	09	30	10	14	GARGANO	145	6	5.22
NF	1997	03	19	23	10	MATESE	284	6	4.59
6	2002	10	31	10	33	MOLISE	51	8-9	5.78

Legenda

Is =	Intensità al sito (MCS)
An/Me/Gi/Or/Mi =	Anno-Mese-Giorno-Ora-Minuti
Area epicentrale =	Denominazione dell'area dei maggiori effetti
Io =	Intensità massima (MCS)
Mw =	Magnitudo momento

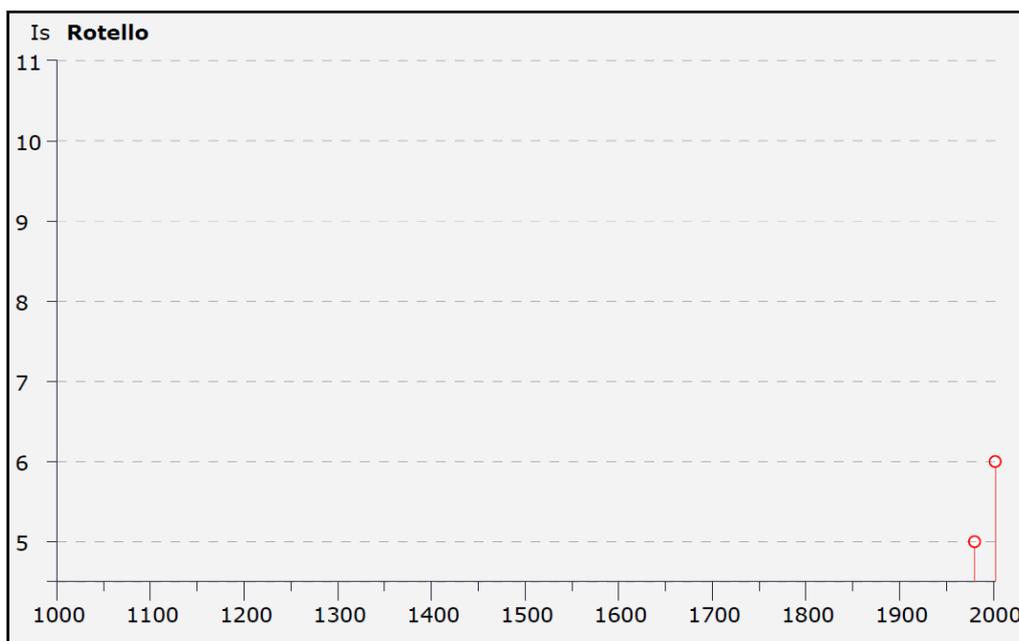


Fig.5.3 – Storia sismica di Rotello

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

	<p>Realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile agrofotovoltaica di Potenza nominale pari a 63.628,80 kWp e Potenza di immissione pari a 62.698.00 kW e delle relative opere di connessione alla rete RTN</p> <p>RELAZIONE GEOLOGICA</p>	<p>417_20_CON_GEOL_AGROFV_220222.docx</p>
---	--	---

5.2 Classificazione sismica dell'area

Attualmente le nuove Norme Tecniche sulle Costruzioni, emanate con il D.M. Infrastrutture del 14/01/2008, hanno superato il concetto di sola zonazione sismica. Ciò nonostante, resta pur sempre la valenza della classificazione sismica del 2003 nella scelta delle indagini geologiche e negli studi di micro zonazione 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	$a_g \leq 0.05$

Fig.5.4 – 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 Rotello ricade in "Zona sismica 2", ritenuta a media sismicità.

Sulla base degli elaborati dell'OPCM n.3519/06, si rileva che l'area in esame è interessata da valori di a_g pari a $0,200 \div 0,225$.

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.



ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA

Mapa di pericolosità sismica del territorio nazionale

(riferimento: Ordinanza PCM del 28 aprile 2006 n.3519, All.1b)

espressa in termini di accelerazione massima del suolo

con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni

riferita a suoli rigidi ($V_{s30} > 800$ m/s; cat.A, punto 3.2.1 del D.M. 14.09.2005)

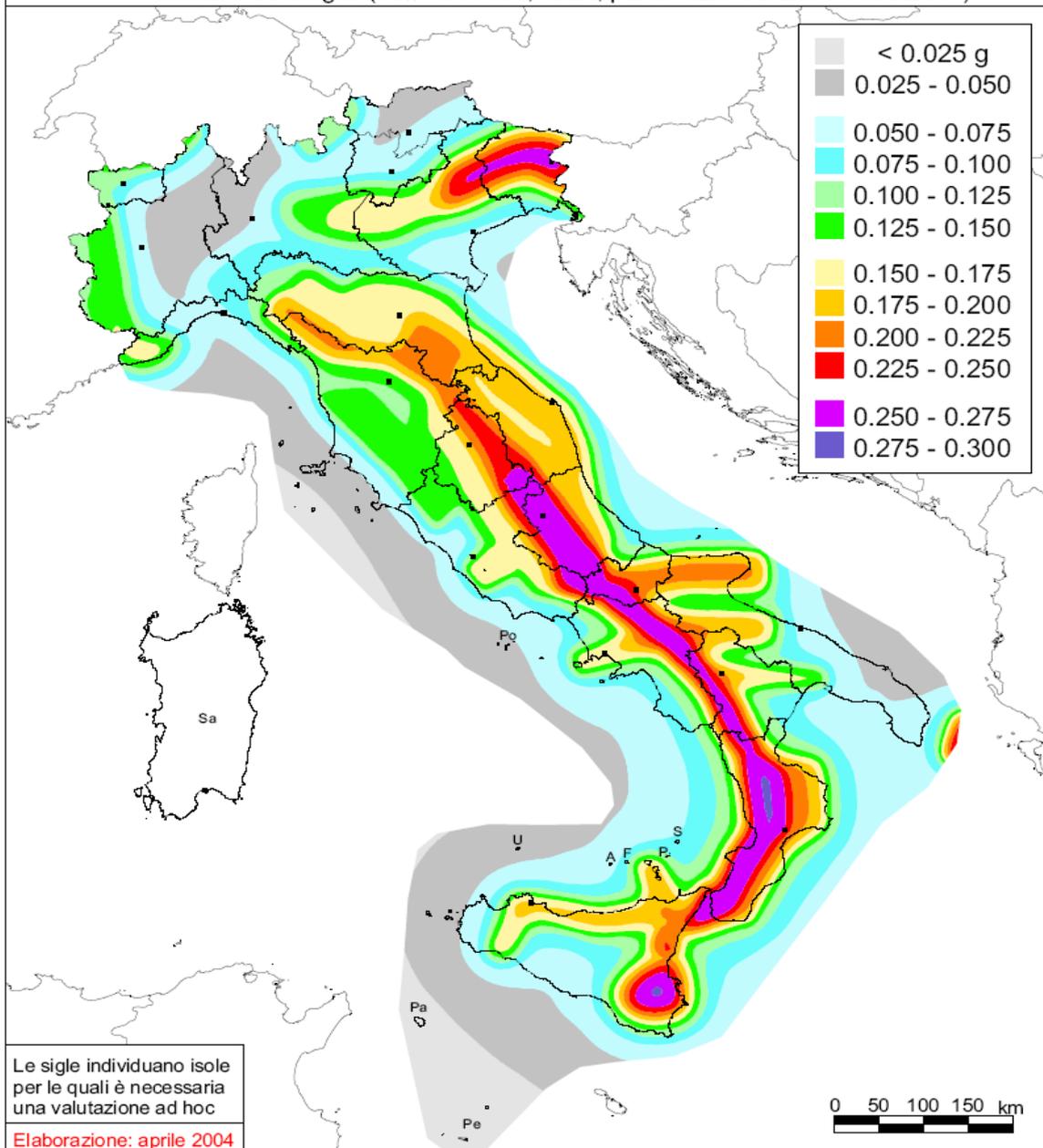


Fig.5.5 –Mapa di pericolosità sismica (INGV, 2004)

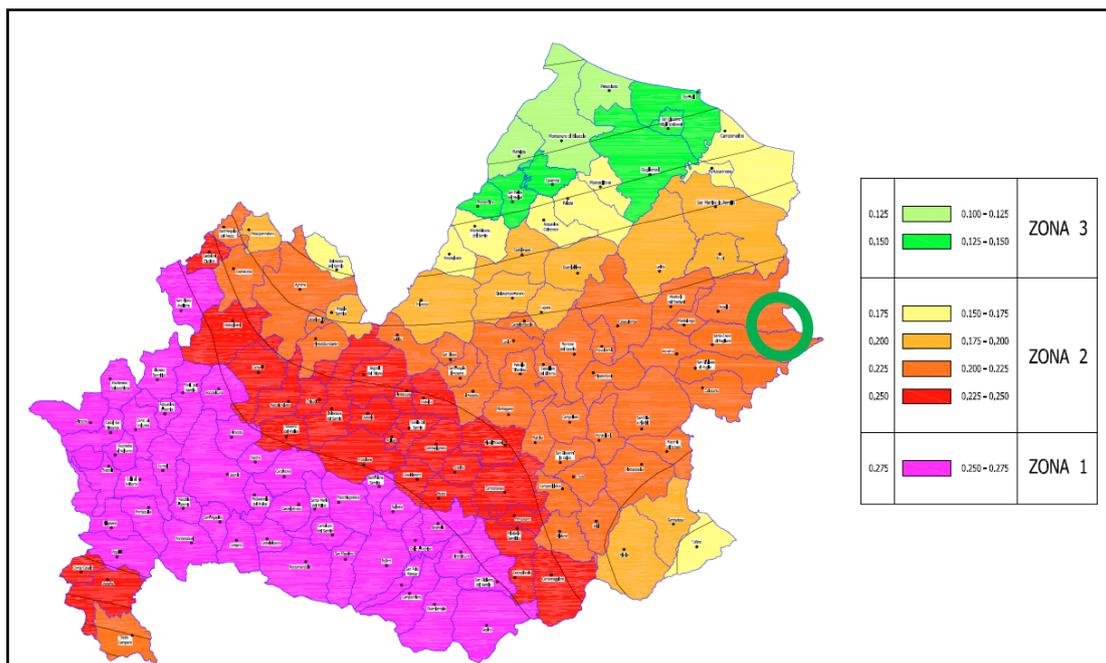


Fig.5.6 – Stralcio della Zonizzazione Sismica della Regione Molise (O.P.C.M. 3274/2004).

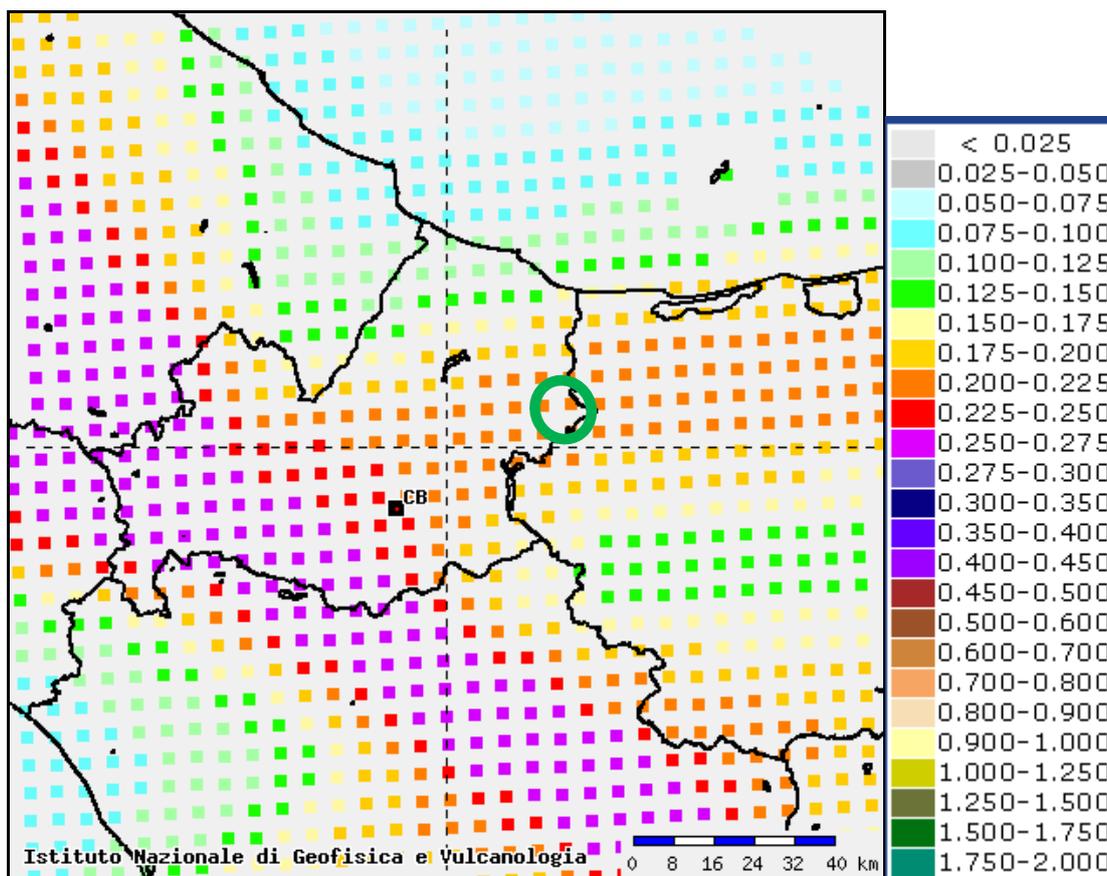


Fig.5.7 – Mappa di pericolosità sismica (punti di griglia: parametro dello scuotimento ag; probabilità in 50 anni 10%; percentile 50)

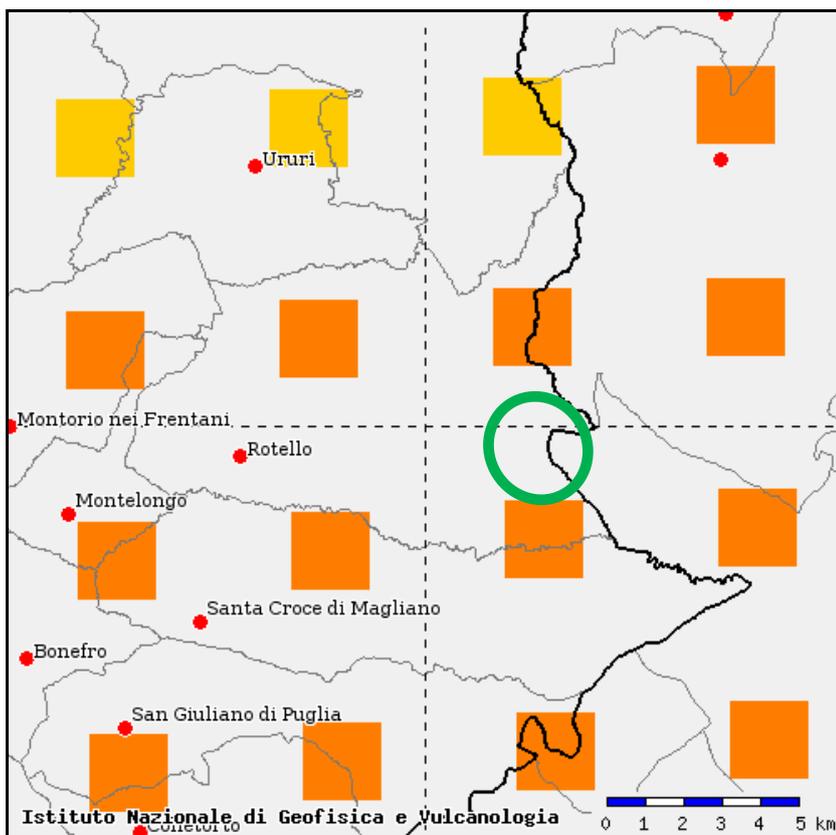


Fig. 5.8 – Particolare - Mappa di pericolosità sismica.

La magnitudo media (magnitudo locale media MI e non di momento Mw) è pari a 5,34 con deviazione standard di 0,93.

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.

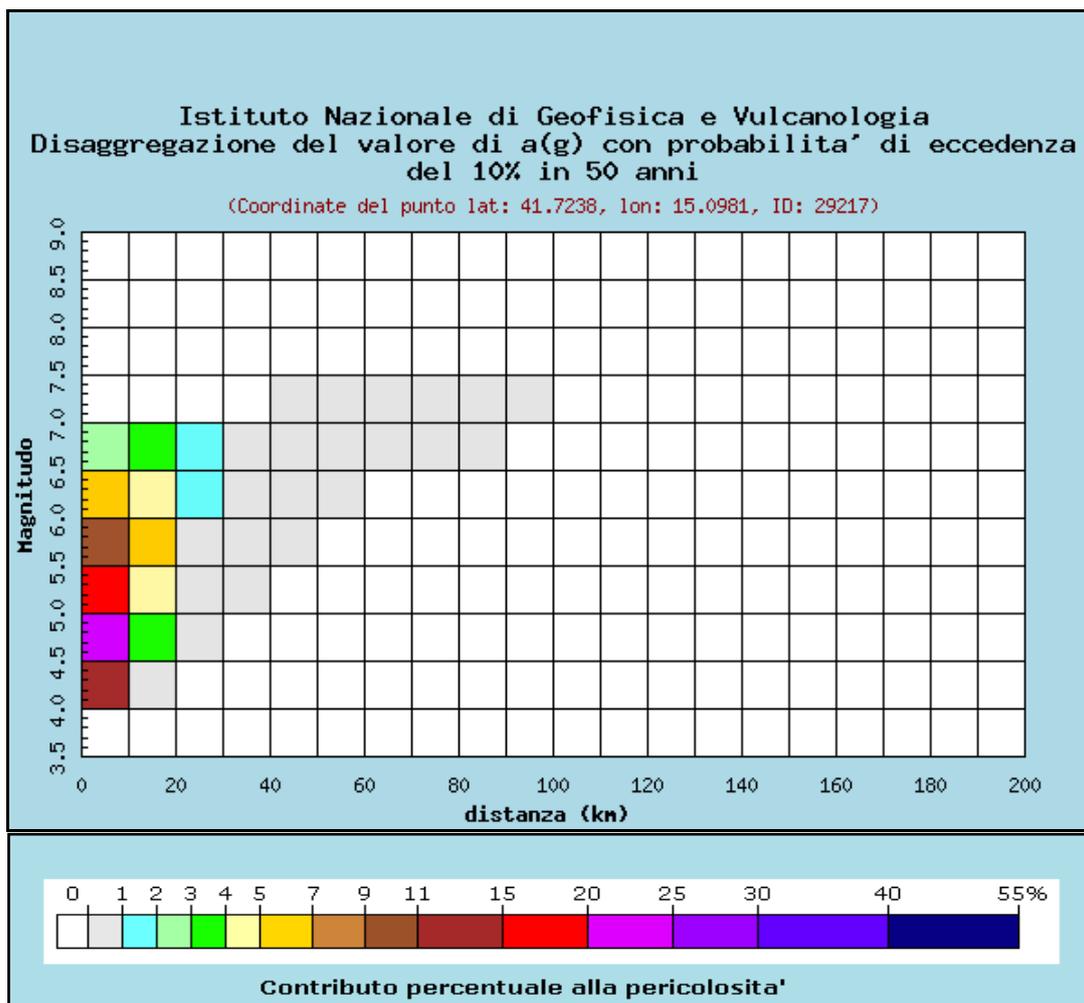


Fig.5.9 –Dati di disaggregazione relativi a Rotello.

	<p>Realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile agrofotovoltaica di Potenza nominale pari a 63.628,80 kWp e Potenza di immissione pari a 62.698.00 kW e delle relative opere di connessione alla rete RTN</p> <p style="text-align: center;">RELAZIONE GEOLOGICA</p>	<p>417_20_CON_GEOL_AGROFV_220222.docx</p>
---	--	---

Distanza in km	Disaggregazione del valore di a(g) con probabilita' di eccedenza del 10% in 50 anni (Coordinate del punto lat: 41.7238, lon: 15.0981, ID: 29217)										
	Magnitudo										
	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	0.000	11.100	24.700	17.900	10.900	5.660	2.560	0.000	0.000	0.000	0.000
10-20	0.000	0.571	3.090	4.980	5.400	4.550	3.090	0.000	0.000	0.000	0.000
20-30	0.000	0.000	0.007	0.318	0.862	1.140	1.100	0.000	0.000	0.000	0.000
30-40	0.000	0.000	0.000	0.000	0.070	0.228	0.313	0.000	0.000	0.000	0.000
40-50	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.062	0.243	0.187	0.000	0.000	0.000
50-60	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.012	0.262	0.335	0.000	0.000	0.000
60-70	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.091	0.226	0.000	0.000	0.000
70-80	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.014	0.105	0.000	0.000	0.000
80-90	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.019	0.000	0.000	0.000
90-100	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.000	0.000	0.000
100-110	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
110-120	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
120-130	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
130-140	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
140-150	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
150-160	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
160-170	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
170-180	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
180-190	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
190-200	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Valori medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
5.340	8.430	0.939

Fig.5.10 –Tabella di disaggregazione relativa a Rotello.

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.

 <p>©Tecnovia® S.r.l.</p>	<p>Realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile agrofotovoltaica di Potenza nominale pari a 63.628,80 kWp e Potenza di immissione pari a 62.698.00 kW e delle relative opere di connessione alla rete RTN</p> <p>RELAZIONE GEOLOGICA</p>	<p>417_20_CON_GEOL_AGROFV_220222.docx</p>
--	--	---

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 delle prove MASW (vedi successivo capitolo) si evince che la velocità equivalente calcolata ($V_{s,eq}$) è risultata pari a 263 ÷ 313 m/s, pertanto tutta l'area 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 o con pendii con inclinazione media < 15°, 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 $i > 30^\circ$

Fig.5.11 – 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 ST pari a 1,0.

	Realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile agrofotovoltaica di Potenza nominale pari a 63.628,80 kWp e Potenza di immissione pari a 62.698.00 kW e delle relative opere di connessione alla rete RTN RELAZIONE GEOLOGICA	417_20_CON_GEOL_AGRFV_220222.docx
---	---	-----------------------------------

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

Fig.5.12 – 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".

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

Tab.5.13 – 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

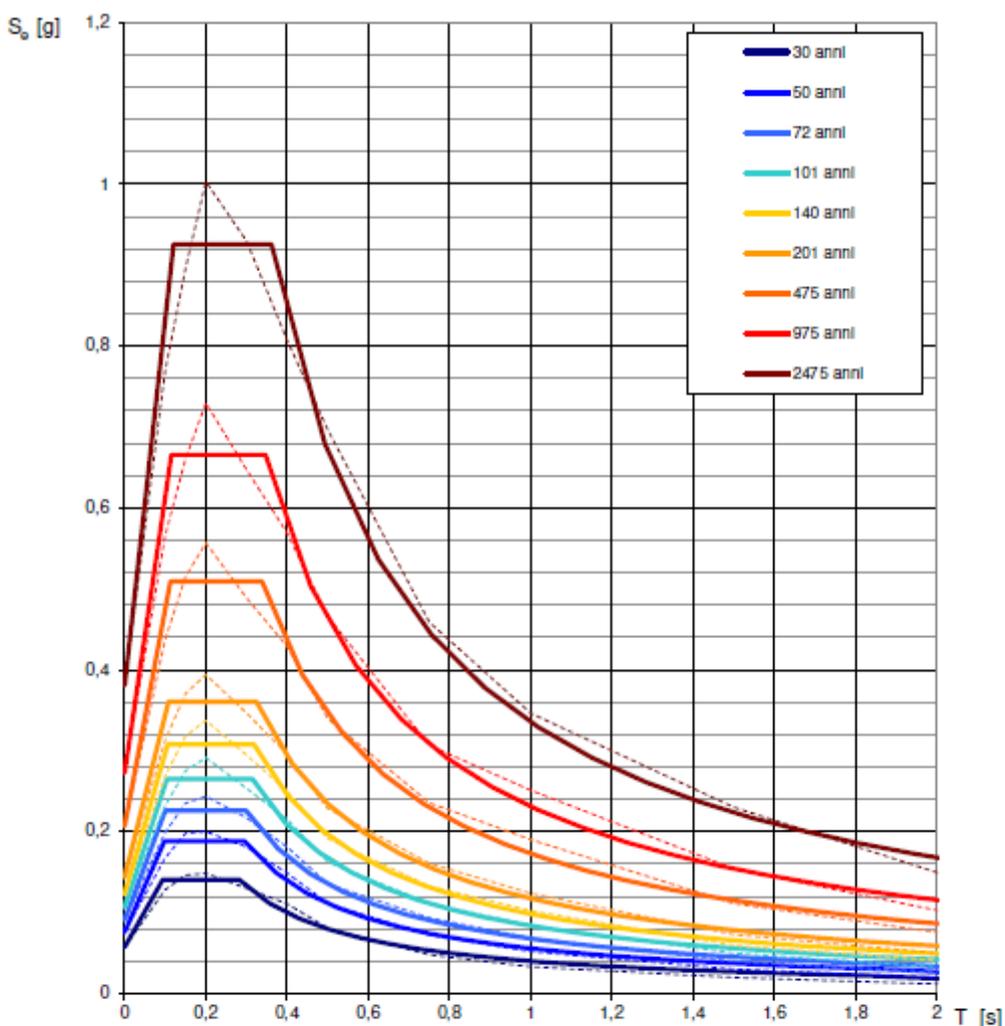
Fig.5.14 – Classe d'uso e relativi coefficienti C_u (NTC, 2018)

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

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

Elaborazioni effettuate con "Spettri NTC ver.1.0.2"

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



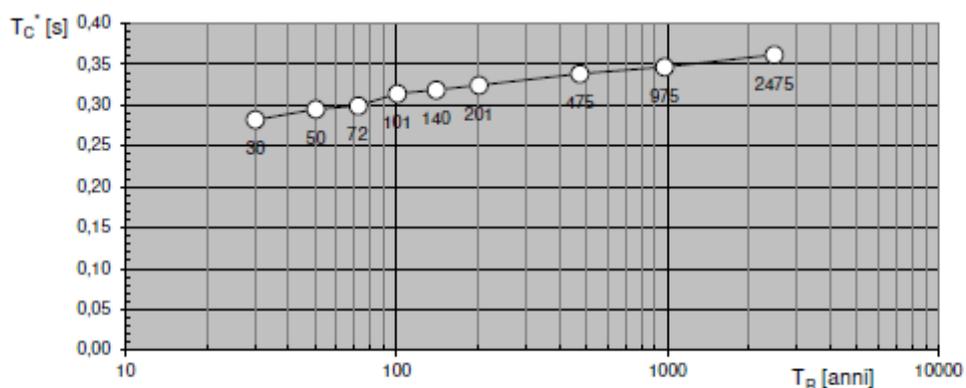
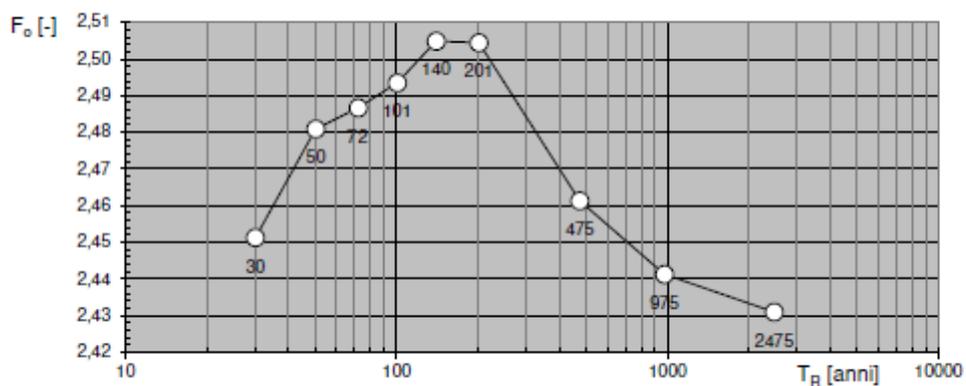
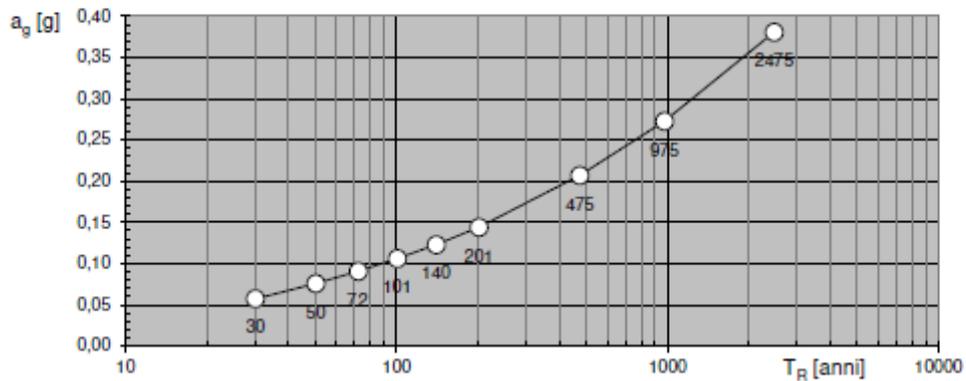
NOTA:

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

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

Elaborazioni effettuate con "Spettri NTC ver.1.0.2"

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



La verifica dell' 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.



©Tecnovia® S.r.l

Realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile agrofotovoltaica di Potenza nominale pari a 63.628,80 kWp e Potenza di immissione pari a 62.698.00 kW e delle relative opere di connessione alla rete RTN

417_20_CON_GEOL_AGROFV_220222.docx

RELAZIONE GEOLOGICA

Elaborazioni effettuate con "Spettri NTC ver.1.0.2"

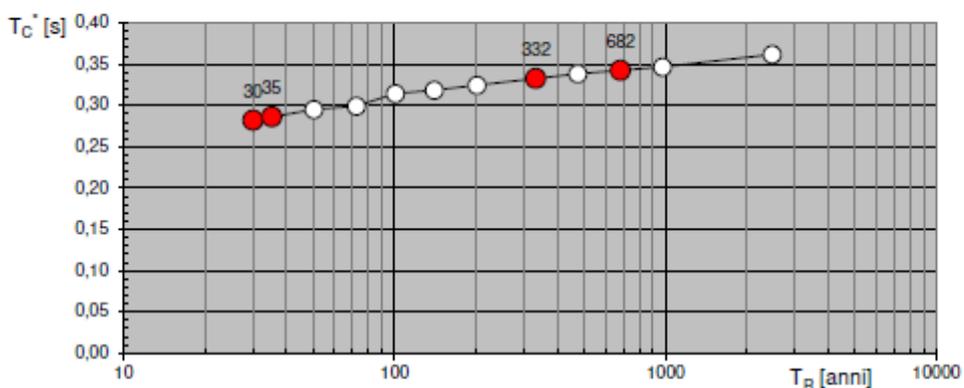
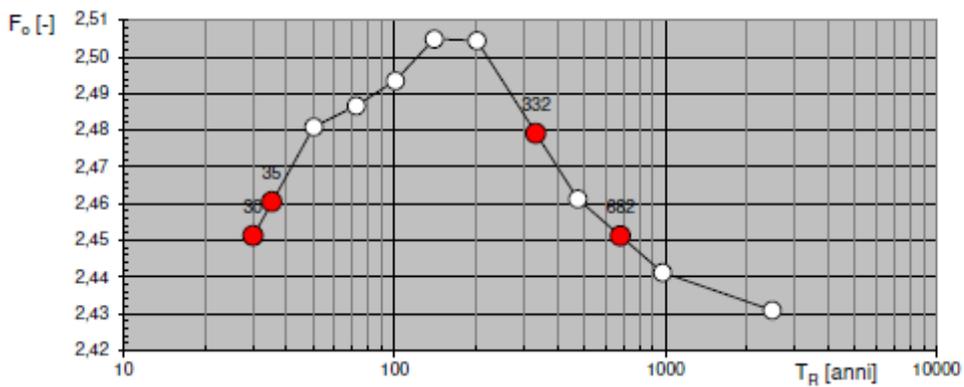
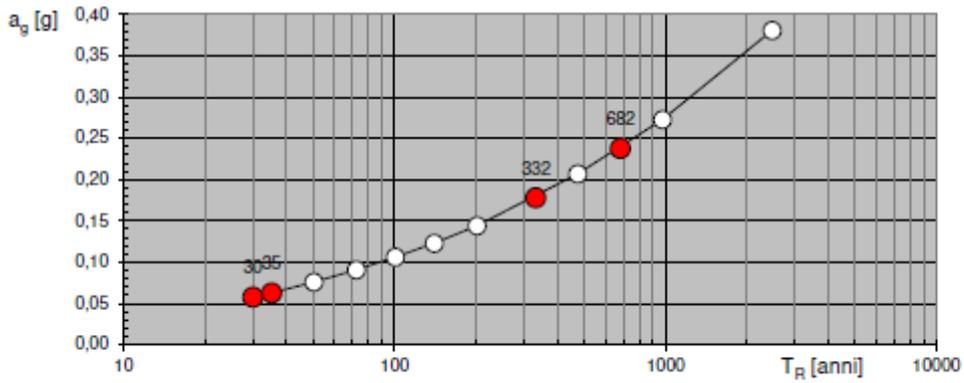
Valori dei parametri a_g , F_o , T_C^* per i periodi di ritorno T_R associati a ciascuno SL

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
SLO	30	0,057	2,451	0,282
SLD	35	0,063	2,461	0,286
SLV	332	0,178	2,479	0,333
SLC	682	0,238	2,451	0,343

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

Elaborazioni effettuate con "Spettri NTC ver.1.0.2"

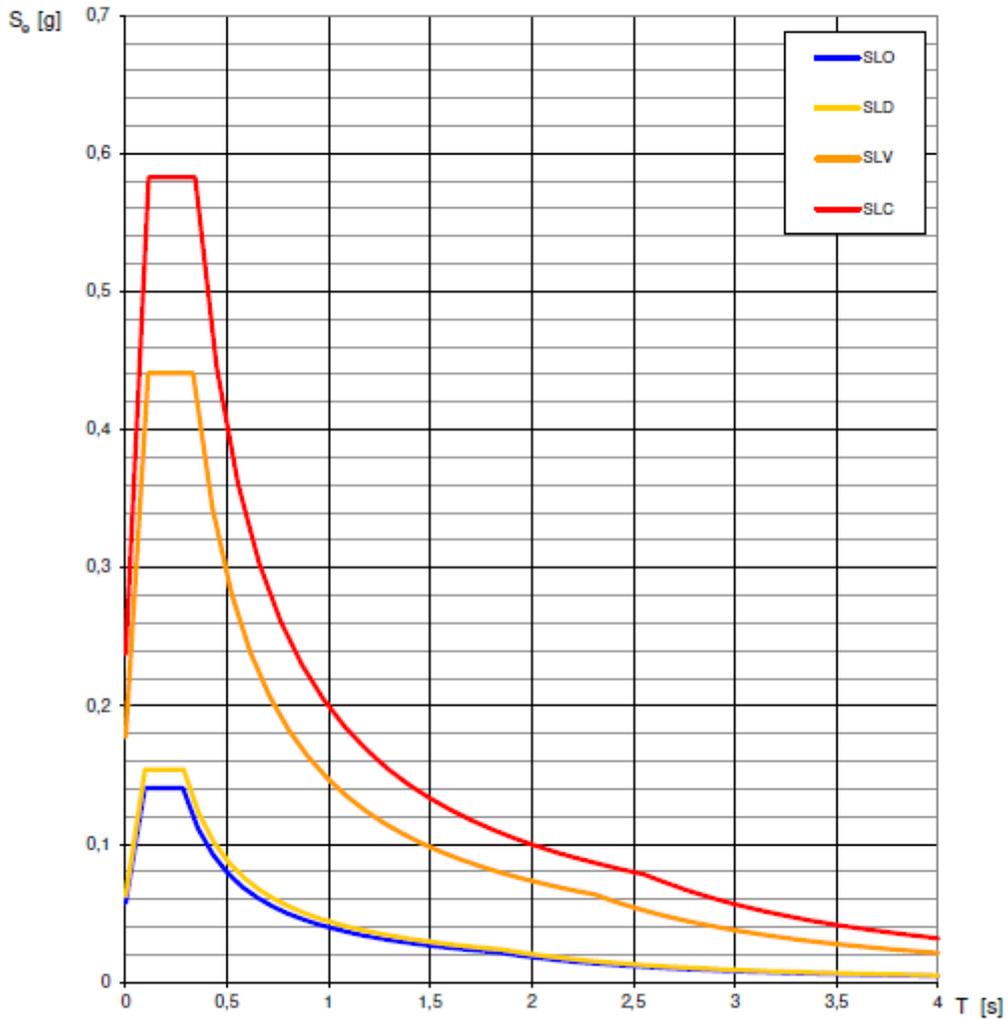
Valori di progetto dei parametri a_g , F_o , T_C' in funzione del periodo di ritorno T_R



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

Elaborazioni effettuate con "Spettri NTC ver.1.0.2"

Spettri di risposta elastici per i diversi Stati Limite



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



©Tecnovia® S.r.l

Realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile agrofotovoltaica di Potenza nominale pari a 63.628,80 kWp e Potenza di immissione pari a 62.698.00 kW e delle relative opere di connessione alla rete RTN

417_20_CON_GEOL_AGROFV_220222.docx

RELAZIONE GEOLOGICA

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	0,057	2,451	0,282
SLD	35	0,063	2,461	0,286
SLV	332	0,178	2,479	0,333
SLC	682	0,238	2,451	0,343

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 INDAGINI SISMICHE - MASW

Tra le indagini geognostiche eseguite nell'area d'intervento sono state realizzate n.5 indagini sismiche di analisi spettrale delle onde superficiali con tecnica *Multichannel Analysis Surface Waves* (MASW). Le ubicazioni sono riportate nello stralcio cartografico allegato.

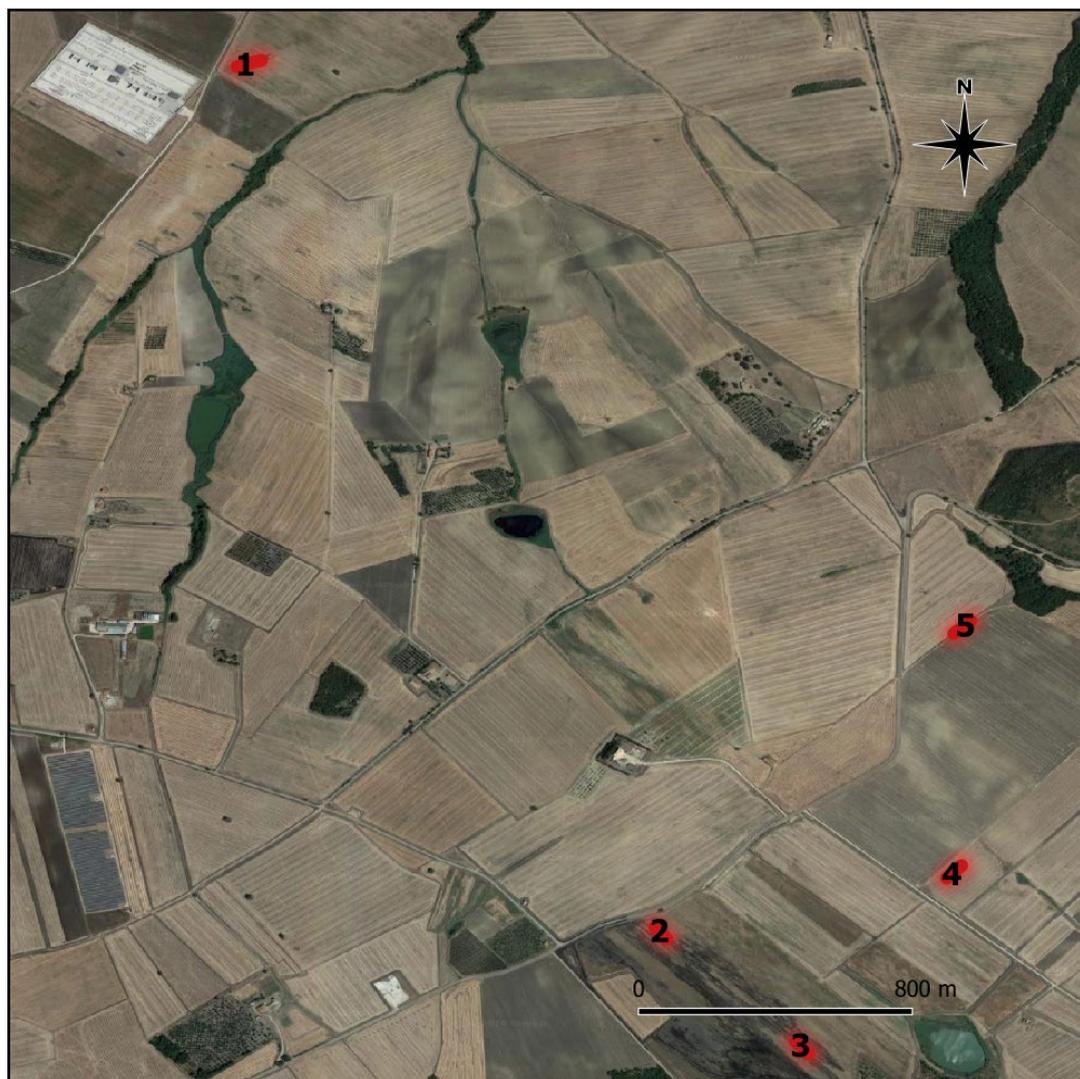


Fig. 6.1 – Ubicazione delle indagini sismiche MASW

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.

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*.

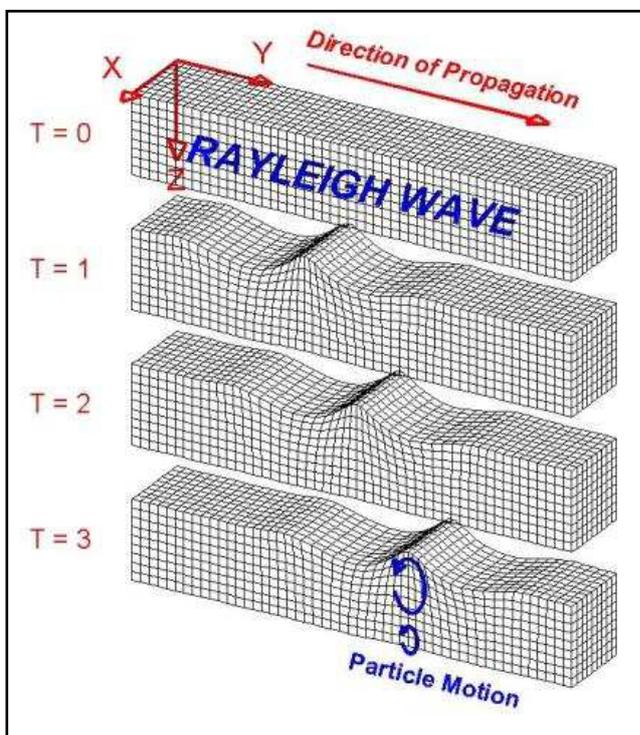


Fig.6.2 – Schema sulla propagazione delle onde di Rayleigh

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).

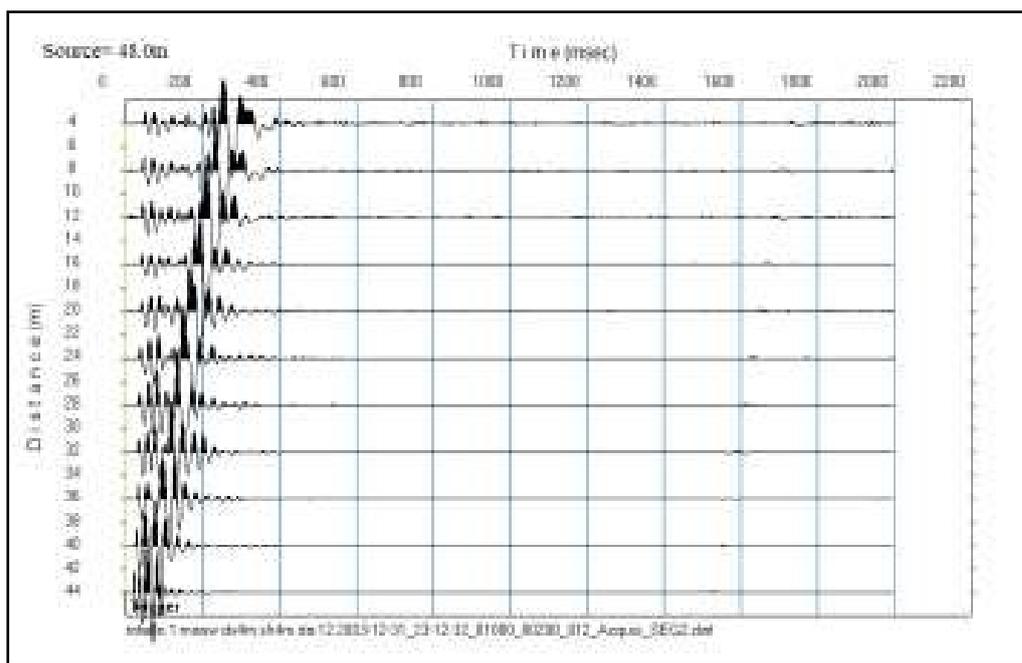


Fig.6.3 – Sismogramma di campagna (MASW n.1) – In allegato la serie completa

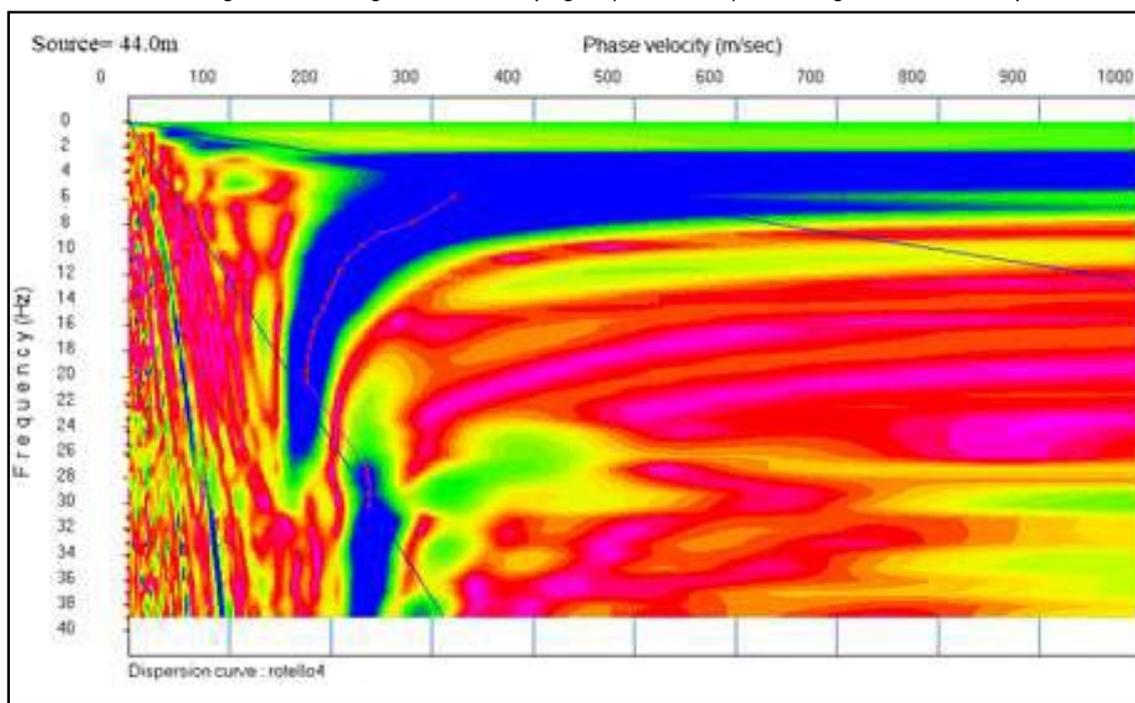


Fig.6.4 – Curva di dispersione e picking modo fondamentale (MASW n.4) – In allegato la serie completa

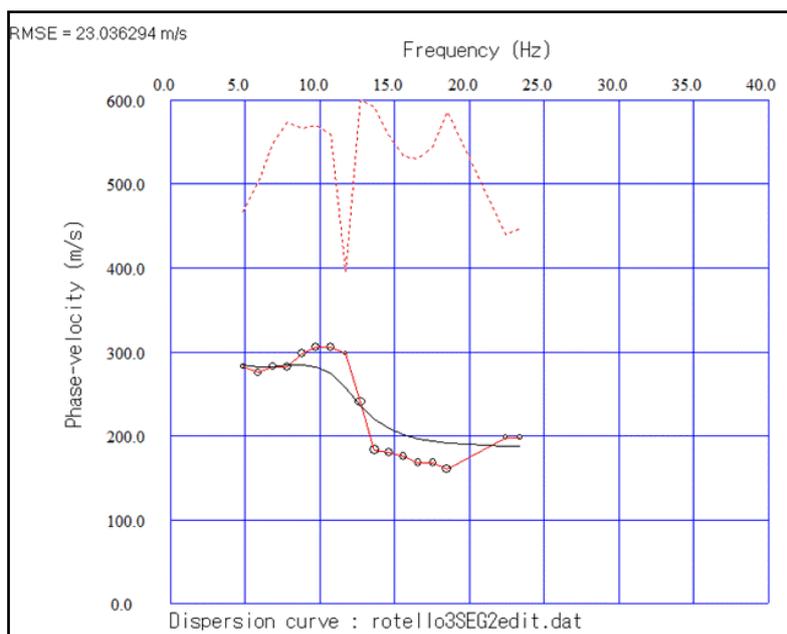


Fig.6.5 – Confronto tra curva di dispersione e modello (MASW n.3) – In allegato la serie completa

Array dei geofoni

Le indagini sono state effettuate in corrispondenza dell'area indicata nella cartografia allegata, utilizzando 12 geofoni, per una lunghezza totale di stendimento di 44 m. Le energizzazioni sono state effettuate ad una distanza di 4 m dall'ultimo geofono.

H (m)	D (m)	Vp (m/s)	Vs (m/s)
1,07	1,07	446	226
1,24	2,31	289	141
1,40	3,71	284	142
1,57	5,27	404	203
1,73	7,01	448	224
1,90	8,90	484	241
2,06	10,96	590	295
2,23	13,19	690	347
2,55	18,13	930	470
2,72	20,85	952	481
2,88	23,74	944	476
3,21	30,00	991	498
Vs (30) =		313	m/s

Fig.6.6 – Tabella riassuntiva (MASW n.3) – In allegato la serie completa

	<p>Realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile agrofotovoltaica di Potenza nominale pari a 63.628,80 kWp e Potenza di immissione pari a 62.698.00 kW e delle relative opere di connessione alla rete RTN</p> <p>RELAZIONE GEOLOGICA</p>	<p>417_20_CON_GEOL_AGROFV_220222.docx</p>
---	--	---

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 272 m/s

MASW n.2 $V_{S, equ}$ pari a 313 m/s

MASW n.3 $V_{S, equ}$ pari a 280 m/s

MASW n.4 $V_{S, equ}$ pari a 293 m/s

MASW n.5 $V_{S, equ}$ pari a 263 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.

	<p>Realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile agrofotovoltaica di Potenza nominale pari a 63.628,80 kWp e Potenza di immissione pari a 62.698.00 kW e delle relative opere di connessione alla rete RTN</p> <p>RELAZIONE GEOLOGICA</p>	<p>417_20_CON_GEOL_AGRFV_220222.docx</p>
---	--	--

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:

- a) valutare la stabilità di insieme della zona, prima ed a seguito degli interventi in progetto;
- b) individuare i problemi che la natura e le caratteristiche geotecniche dei terreni pongono nelle scelte delle soluzioni progettuali e dei corrispondenti procedimenti costruttivi;
- c) 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. 6 prove, due ubicate in corrispondenza del punto su cui sorgerà la stazione di elevazione e quattro negli areali occupati dal campo agrofotovoltaico (vedi corografie seguenti).

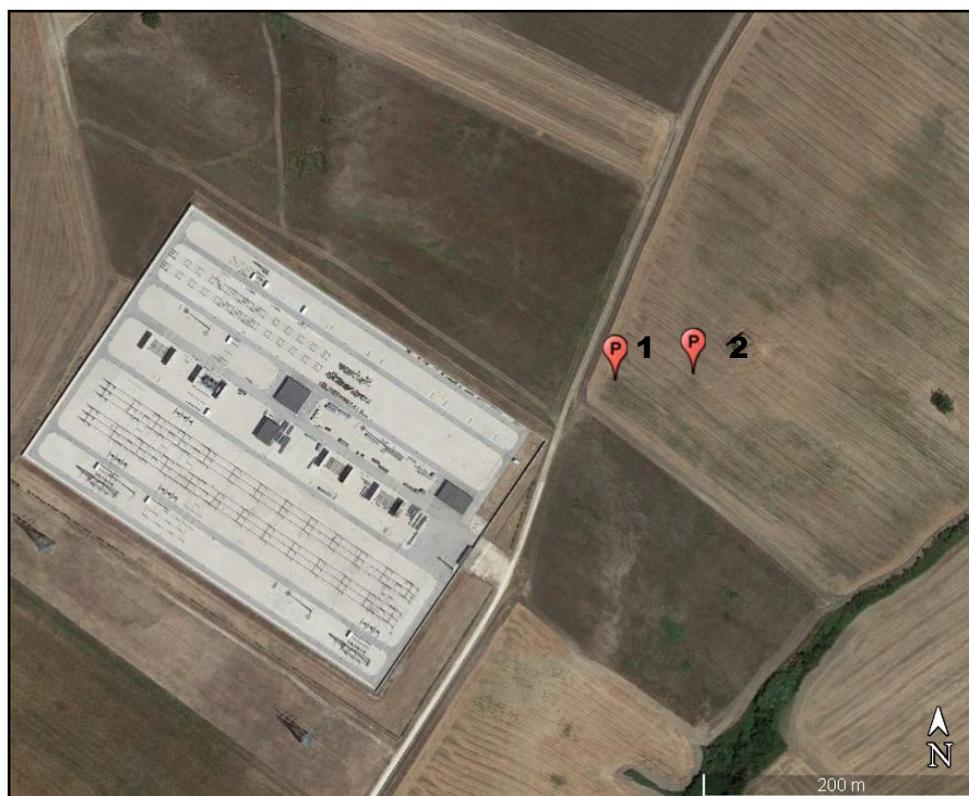


Fig.7.1 – Ubicazione prove penetrometriche P1 e P2 (stazione di elevazione)



Fig.7.2 – Ubicazione prove penetrometriche P3, P4, P5 e P6 (campo agrofotovoltaico)

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)
<i>Coefficiente di correlazione:</i>	0,761
<i>Angolo di apertura della punta:</i>	60°

 <p>©Tecnovia® S.r.l</p>	<p>Realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile agrofotovoltaica di Potenza nominale pari a 63.628,80 kWp e Potenza di immissione pari a 62.698.00 kW e delle relative opere di connessione alla rete RTN</p> <p>RELAZIONE GEOLOGICA</p>	<p>417_20_CON_GEOL_AGROFV_220222.docx</p>
---	--	---

Le prove sono state eseguite in data 6/11/2020 e sono state spinte fino alle seguenti profondità, sufficienti a ricostruire la successione stratigrafica d'interesse geotecnico e tali da poter trascurare l'influenza sul terreno di fondazione delle pressioni di carico di progetto:

P1 = 1,0 m

P2 = 2,7 m

P3 = 4,9 m

P4 = 4,9 m

P5 = 4,9 m

P6 = 4,9 m

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.



Fig.7.3 – Ubicazione prova penetrometrica P2 (cabina di trasformazione) - ESEMPIO



Fig.7.4 – Ubicazione prova penetrometrica P4 (campo agrofotovoltaico) - In allegato la serie completa

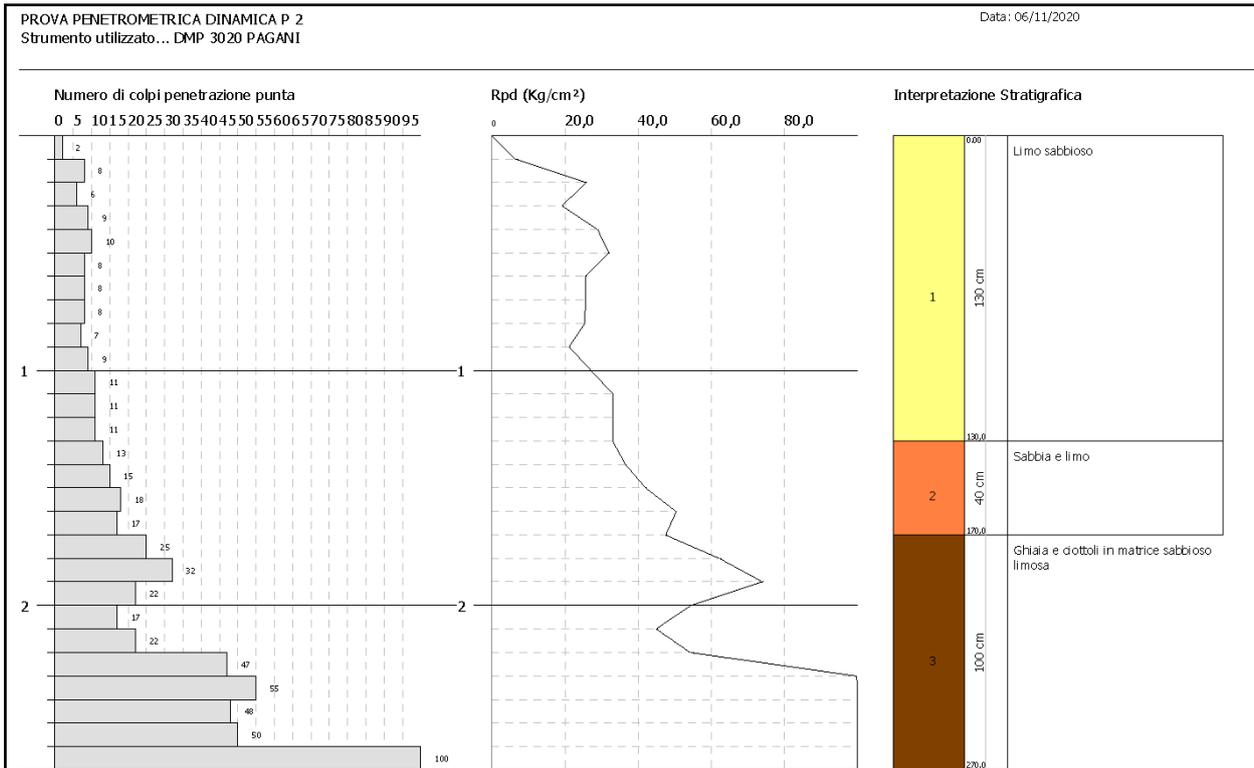


Fig.7.5 – Grafico indagine P2, con numero di colpi N10, resistenza dinamica e stratigrafia - In allegato la serie completa

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.

	Realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile agrofotovoltaica di Potenza nominale pari a 63.628,80 kWp e Potenza di immissione pari a 62.698.00 kW e delle relative opere di connessione alla rete RTN RELAZIONE GEOLOGICA	417_20_CON_GEOL_AGROFV_220222.docx
---	---	------------------------------------

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:

Cabina di trasformazione (P1 – P2)

- | | |
|--|-------------|
| - Limo sabbioso | 0,2 ÷ 1,3 m |
| - Sabbia limosa | 0,4 ÷ 0,5 m |
| - Ghiaia e ciottoli in matrice sabbioso-limosa | > 1,0 m |

Campo agrofotovoltaico (P3 – P4)

- | | |
|-----------------|-------------|
| - Limo sabbioso | 1,0 ÷ 2,7 m |
| - Sabbia e limo | 1,0 ÷ 1,6 m |
| - Sabbia limosa | > 2,3 m |

Campo agrofotovoltaico (P5 – P6)

- | | |
|-----------------|-------------|
| - Limo sabbioso | 1,0 ÷ 1,8 m |
| - Sabbia e limo | 1,1 ÷ 1,3 m |
| - Sabbia limosa | > 2,2 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.

Cod. Comm.. n.	417_20_CON	8-69
----------------	------------	-------------

	Realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile agrofotovoltaica di Potenza nominale pari a 63.628,80 kWp e Potenza di immissione pari a 62.698,00 kW e delle relative opere di connessione alla rete RTN RELAZIONE GEOLOGICA	417_20_CON_GEOL_AGRFV_220222.docx
---	---	-----------------------------------

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.

Cabina di trasformazione (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
0,2	12,5	47,22	1,95	2,14	0,02	0,76	9,56	Sabbia e limo
0,7	18,6	70,26	2,06	2,27	0,09	0,76	14,23	Sabbia limosa
1	89	327,69	2,5	2,5	0,18	0,76	68,08	Ghiaia e ciottoli in matrice sabbioso limosa

Cabina di trasformazione (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
1,3	5,15	19,13	1,7	1,87	0,11	0,76	3,94	Limo sabbioso
1,7	14,38	51,7	2,0	2,2	0,26	0,78	11,26	Sabbia e limo
2,7	29,4	101,1	2,11	2,18	0,41	0,8	23,46	Ghiaia e ciottoli in matrice sabbioso limosa

Campo agrofotovoltaico (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
2,7	3,7	13,35	1,63	1,86	0,22	0,78	2,9	Limo sabbioso
3,7	10,65	35,03	1,92	2,11	0,54	0,81	8,65	Sabbia e limo
4,9	15,54	48,86	2,03	2,23	0,75	0,82	12,8	Sabbia limosa

Campo agrofotovoltaico (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	2,4	8,99	1,55	1,85	0,08	0,76	1,84	Limo sabbioso
2,6	7,38	26,14	1,8	1,89	0,3	0,78	5,78	Limo sabbioso
4,9	15,61	49,72	2,03	2,23	0,68	0,81	12,68	Sabbia limosa

	<p>Realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile agrofotovoltaica di Potenza nominale pari a 63.628,80 kWp e Potenza di immissione pari a 62.698.00 kW e delle relative opere di connessione alla rete RTN</p> <p>RELAZIONE GEOLOGICA</p>	<p>417_20_CON_GEOL_AGROFV_220222.docx</p>
---	--	---

Campo agrofotovoltaico (P5)

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
1,8	5,08	18,71	1,69	1,87	0,15	0,76	3,89	Limo sabbioso
2,9	11,77	40,27	1,95	2,14	0,41	0,8	9,39	Sabbia e limo
3,5	5,25	17,23	1,72	1,87	0,57	0,81	4,26	Limo sabbioso
4,9	15,68	49,47	2,04	2,24	0,76	0,82	12,92	Sabbia limosa

Campo agrofotovoltaico (P6)

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	10,45	38,39	1,9	1,91	0,1	0,76	7,99	Limo sabbioso
2,3	12,69	45,24	1,97	2,17	0,32	0,78	9,94	Sabbia e limo
4,5	16,48	52,95	2,04	2,24	0,67	0,81	13,38	Sabbia limosa
4,9	10,25	31,52	1,92	2,11	0,93	0,82	8,45	Sabbia e limo

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

	<p>Realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile agrofotovoltaica di Potenza nominale pari a 63.628,80 kWp e Potenza di immissione pari a 62.698.00 kW e delle relative opere di connessione alla rete RTN</p> <p>RELAZIONE GEOLOGICA</p>	<p>417_20_CON_GEOL_AGROFV_220222.docx</p>
---	--	---

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.

	<p>Realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile agrofotovoltaica di Potenza nominale pari a 63.628,80 kWp e Potenza di immissione pari a 62.698.00 kW e delle relative opere di connessione alla rete RTN</p> <p>RELAZIONE GEOLOGICA</p>	<p>417_20_CON_GEOL_AGROFV_220222.docx</p>
---	--	---

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.

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

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

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

Tanto si doveva per l'incarico ricevuto.

Foligno, 9 dicembre 2020

Prof. Geol. Alfonso Russi



Alfonso Russi