



PROGETTO AGROFOTOVOLTAICO “Corciolo”

Potenza complessiva 48,7 MWp (40 MW in immissione) e SDA da 24 MVA

AUR20 – RELAZIONE GEOLOGICA

Comune di Mesagne (BR)

Proponente: EDP Renewables Italia Holding S.r.l.

15/02/2022

REF.:

Revision: A



edp renewables

Geol Walter Miccolis

EDP Renewables Italia Holding S.r.l.

						DATE		
A	15/02/2022	MICCOLIS	MICCOLIS	TIZZONI	PROGETTO DEFINITIVO PER AUTORIZZAZIONE	02/22	CHECKED	W MICCOLIS
EDIC.	DATE	BY	CHECKED	REVISED-EDPR	MODIFICATION	02/22	REVISED-EDPR	S TIZZONI

GENERAL INDEX

GENERAL INDEX.....	2
1. INTRODUZIONE	3
2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	5
3. INQUADRAMENTO VINCOLISTICO	11
3.1. Carta idrogeomorfologica della regione puglia.....	11
3.2. Piano di tutela delle acque della regione puglia	15
3.3. Piano di bacino per l'assetto idrogeologico dell'uom regionale puglia e interregionale ofanto (ex adb interr. puglia).....	17
4. CONTESTO GEOLOGICO DI RIFERIMENTO	20
4.1. Caratteri geologici locali.....	22
5. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO	27
6. IDROGEOLOGIA ED IDROGRAFIA SUPERFICIALE.....	29
6.1. Assetto idrologico	29
6.2. Acque sotterranee	31
6.2.1. Caratteristiche dell'acquifero superficiale.....	31
6.2.2. Caratteristiche dell'acquifero profondo	32
6.3. Verifica della compatibilità del progetto con il sistema idrogeologico	33
7. INDAGINI IN SITO	37
7.1. Prove penetrometriche continue dpsh.....	39
7.1.1. Interpretazione delle prove	40
7.2. Tomografia sismica in onde P.....	52
7.2.1. Interpretazione delle prove	54
7.3. Sismica MASW	61
7.3.1. Calcolo Vs, eq (D.M. 17/01/2018 – NTC2018)	66
8. CARATTERISTICHE SISMOLOGICHE E TETTONICHE	69
8.1. Sismicità dell'area	69
8.2. Normativa di riferimento ed azione sismica.....	75
9. MODELLO GEOLOGICO E GEOTECNICO	81
10. CONCLUSIONI	85

1. INTRODUZIONE

Su incarico della Società EDP Renewables Italia Holding S.r.l., lo scrivente, geologo Walter MICCOLIS, iscritto all’Ordine dei Geologi della Regione Puglia con n° 676, ha redatto la presente relazione geologica relativa alla realizzazione di un impianto agro fotovoltaico, mediante tecnologia fotovoltaica con tracker monoassiale e relative opere di connessione, nel comune di Mesagne (BR), in Località Corciolo e Pizzorusso.

L’impianto avrà una potenza installata di 48699 kWp per una potenza di 40000 kW in immissione, e l’energia prodotta verrà immessa sulla rete RTN in alta tensione.

L’impianto sarà inoltre dotato di un sistema di accumulo della potenza nominale di 24000 kW e con capacità di accumulo di 48000 kWh.

Accettato l’incarico e presa visione dell’opera progettuale, il relazionante si è recato sul sito al fine di riconoscere la situazione litostratigrafica locale, di definire l’origine e la natura dei depositi, nonché la geologia locale dell’area oggetto di studio nel contesto regionale; il relazionante ha integrato i dati in suo possesso con una ricerca bibliografica sulla letteratura geologica.

Con l’aggiornamento del Testo unico “*Norme Tecniche per le costruzioni*” D.M. 17/01/2018, si definiscono le procedure per eseguire una modellazione geologica e geotecnica del sito interessato da opere interagenti con i terreni e rocce.

Perciò in ottemperanza alle prescrizioni del suddetto decreto ed alle “Raccomandazioni per la redazione della “*RELAZIONE GEOLOGICA*” di cui alle Norme Tecniche sulle Costruzioni, redatto dalla Fondazione Centro Studi del Consiglio Nazionale dei Geologi CNG sono state svolte delle indagini per la caratterizzazione dell’area in oggetto, per la definizione del modello geologico del terreno e per la definizione delle caratteristiche geotecniche dello stesso. Il modello geologico qui elaborato è orientato alla costruzione dei caratteri stratigrafici, litologici, strutturali, idrogeologici, geomorfologici.

Il programma delle indagini è stato articolato come segue:

- consultazione dei dati geotecnici stratigrafici e idrogeologici relativi a indagini eseguite dallo scrivente su tutto il territorio di Latiano;
- rilievo geologico e geomorfologico speditivi;
- elaborazione geotecnica dei parametri ricavati in base alla tipologia delle strutture che si intendono realizzare

In particolare l’indagine eseguita è stata mirata alla definizione delle successioni stratigrafiche e dei rapporti intercorrenti tra i vari litotipi che direttamente o indirettamente condizionano l’opera in progetto curando in specie:

- la stratigrafia dell’area e l’eventuale spessore dei terreni di copertura da sbancare;
- presenza o meno di falda d’acqua superficiale;
- le caratteristiche geotecniche dei terreni di fondazione e sottofondazione;
- categoria del suolo e Vs, eq.

In particolare le indagini effettuate sono consistite in:

- ✓ Esecuzione di n. 10 Prove Penetrometriche Dinamiche (DPSH), al fine di avere informazioni circa le caratteristiche di resistenza dei litotipi indagati.

	PROGETTO AGRO FOTOVOLTAICO “Corciolo” DA 48,7 MWp (40 MW IN IMMISSIONE) E SDA DA 24 MVA	Febbraio 2022
---	---	---------------

- ✓ Esecuzione di n. 6 Indagini Sismiche MASW, al fine di definire la $V_{s,eq}$ e di conseguenza la categoria del suolo di fondazione (NTC18).
- ✓ Esecuzione di N. 6 stendimenti sismici a rifrazione con restituzione tomografica.

Per la descrizione dettagliata delle indagini eseguite si rimanda all'ALLEGATO 1 – REPORT SULLE INDAGINI IN SITO.

	PROGETTO AGRO FOTOVOLTAICO “Corciolo” DA 48,7 MWp (40 MW IN IMMISSIONE) E SDA DA 24 MVA	Febbraio 2022
---	---	---------------

2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

L'impianto fotovoltaico oggetto del presente documento sarà realizzato nel comune di Mesagne (BR), in località Corciolo e Pizzorusso.

L'area in cui è prevista la realizzazione dell'impianto agrofotovoltaico è ubicata interamente nel Comune di Mesagne (provincia di Brindisi), ad eccezione delle opere di connessione alla RTN che ricadono all'interno del comune di Latiano (provincia di Brindisi), in un'area per lo più pianeggiante, avente una quota variabile compresa tra 70 e 85 m s.l.m. Sostanzialmente l'impianto fotovoltaico è suddiviso in due aree non continue, identificate dalle seguenti coordinate (le coordinate geografiche sono in WGS84):

- Area 1: 40°34'22.64" Lat. Nord; 17°46'10.99" Long. Est
- Area 2: 40°32'35.28" Lat. Nord; 17°45'51.50" Long. Est

Cartograficamente l'area occupa la porzione centro orientale della tavoletta “MESAGNE” Fog. 495, Quadr. IV Orient. N.O. e della tavoletta “BRINDISI” Fog. 476, Quadr. III Orient. S.O. in scala 1:50.000 della Carta Ufficiale d'Italia, taglio geografico ED50, 1° servizio Cartografico luglio 2011.

Cartograficamente l'area ricade nel grigliato 5.000 IGM e nella Carta Tecnica Regionale, nei fogli 476132-495011-495012-495024-495023-495064.

I terreni attualmente sono coltivati a seminativo e uliveto, in parte sono in stato di abbandono e in parte sono destinati a pascolo.

L'accesso al sito per le diverse aree d'impianto avviene tramite brevi tratti di strade comunali/vicinali che si diramano dalle seguenti strade principali:

- Accesso all'Area 1: da S.S. 7 (Via Appia, E90) sul lato sud
- Accesso all'Area 2: da S.P. 45 sul lato Nord o da S.P. 73 sul lato Sud

Di seguito sono riportati stralci della cartografia su cui ricadono le aree di impianto. Si rimanda alle tavole allegate al presente progetto per maggiori dettagli.

Luogo di installazione	Comune di Mesagne (BR)
Denominazione Impianto	Impianto agro fotovoltaico Mesagne
Potenza di picco (kWp)	48.699,00 kWp
Potenza massima in immissione	40.000,00 kW
Potenza sistema di accumulo	24.000,00 kVA / 48.000,00 kWh
Informazioni generali del sito	Sito pianeggiante raggiungibile da strade comunali/provinciali
Tipo di struttura di sostegno	Inseguitore monoassiale
Coordinate Sito Nord	Latitudine 40°34'22.64"N Longitudine 17°46'10.99"E Altitudine 70-75 m

Coordinate Sito Sud	Latitudine	40°32'35.28"N
	Longitudine	17°45'51.50"E
	Altitudine	80-85 m

Tabella 1-1 - Ubicazione del sito

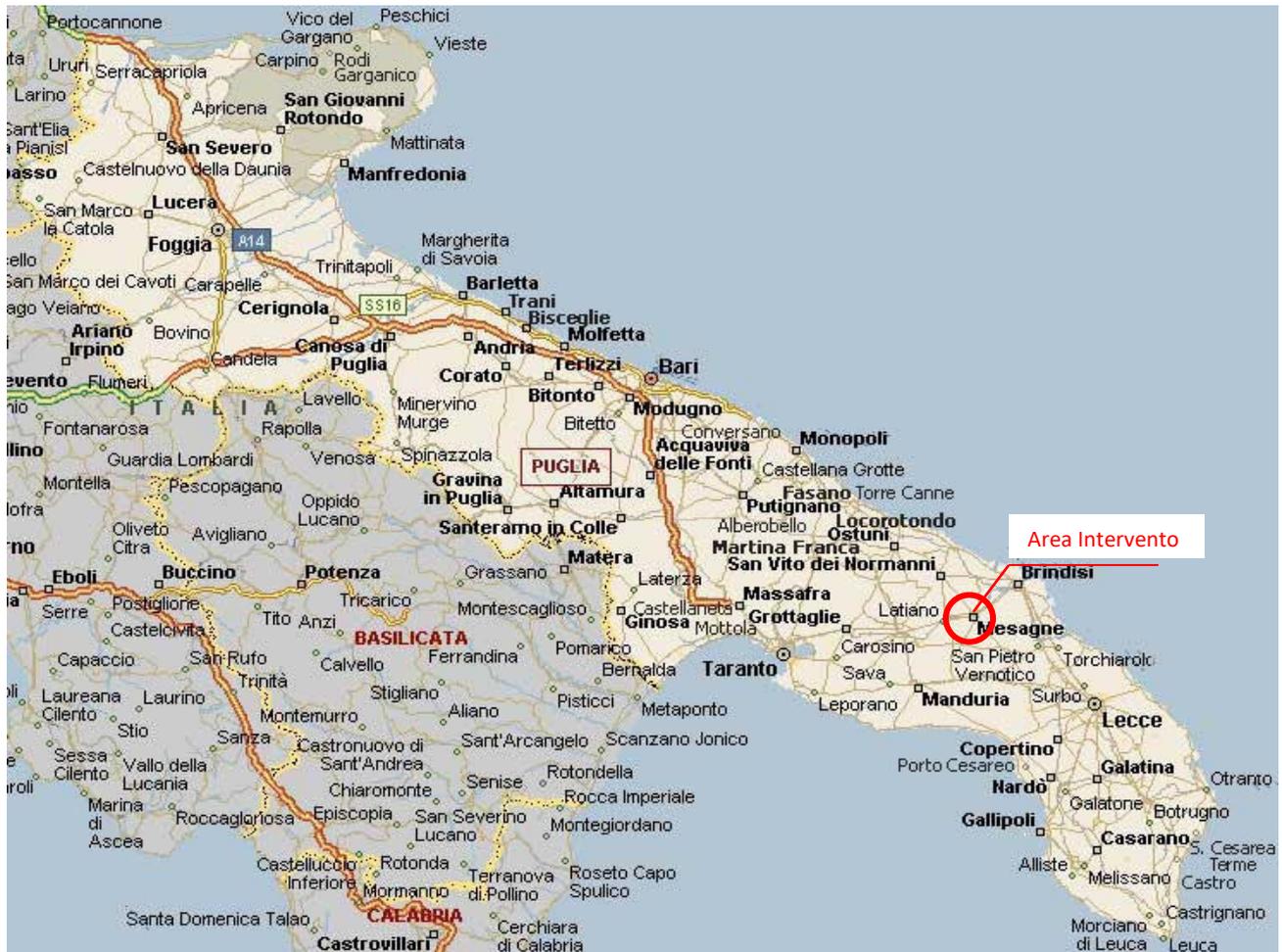


Figura 2-1 – Inquadramento regionale

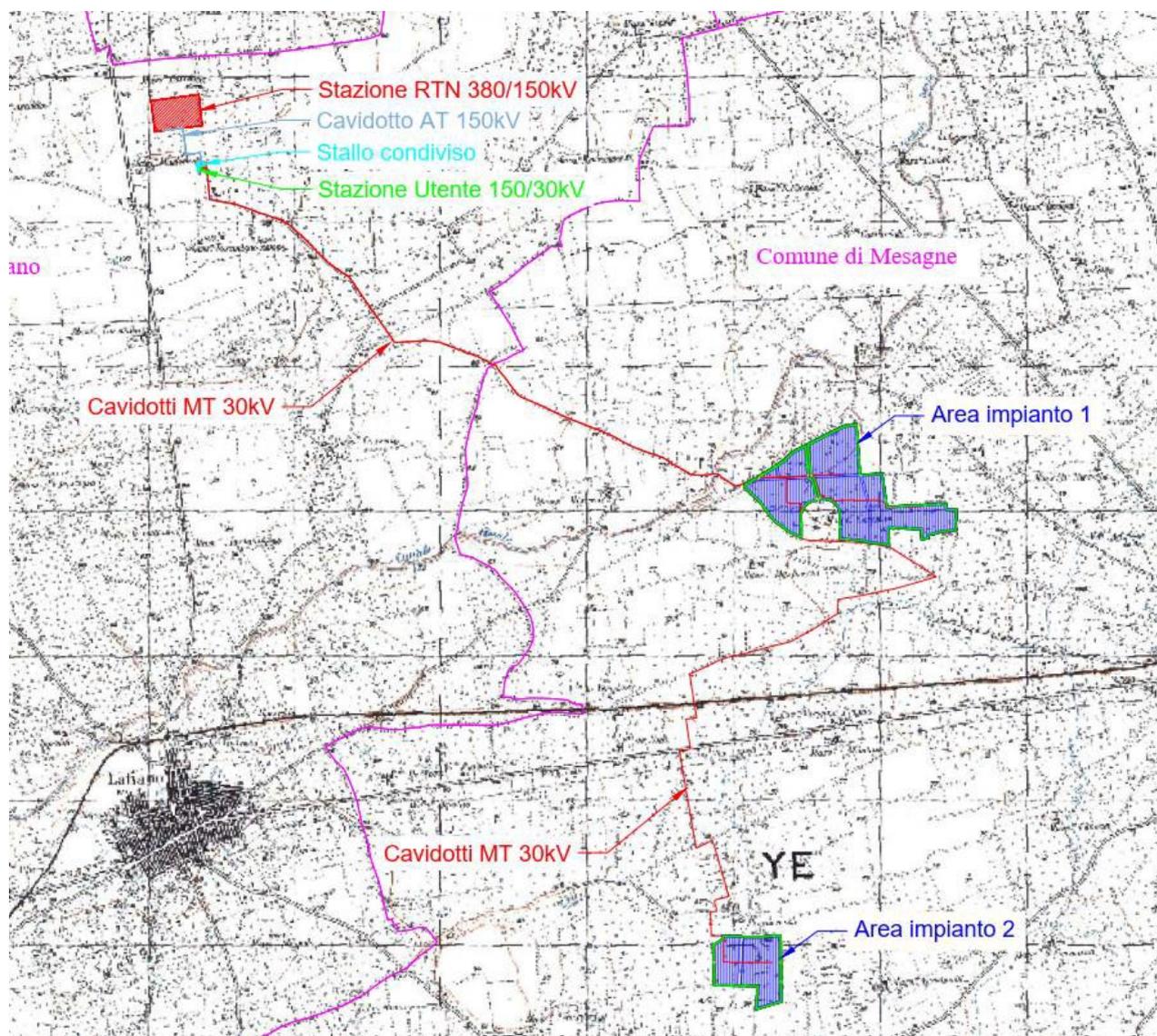


Figura 2-2 – Inquadramento su IGM



Figura 2-3 – Inquadramento su ortofoto

I terreni interessati dall'intervento, così come individuati al catasto terreni del Comune di Mesagne (BR) sono i seguenti:

- Foglio 26, particelle 262, 19, 21, 23, 24, 25, 51, 52, 82
- Foglio 28, particelle 1, 2, 3, 47, 105, 106, 109, 145, 162, 281, 282, 283
- Foglio 62, particelle 2, 3, 12, 117, 179, 180

Sulla cartografia geologica ufficiale, l'area ricade all'interno del Foglio 203 – "Brindisi" della Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000.

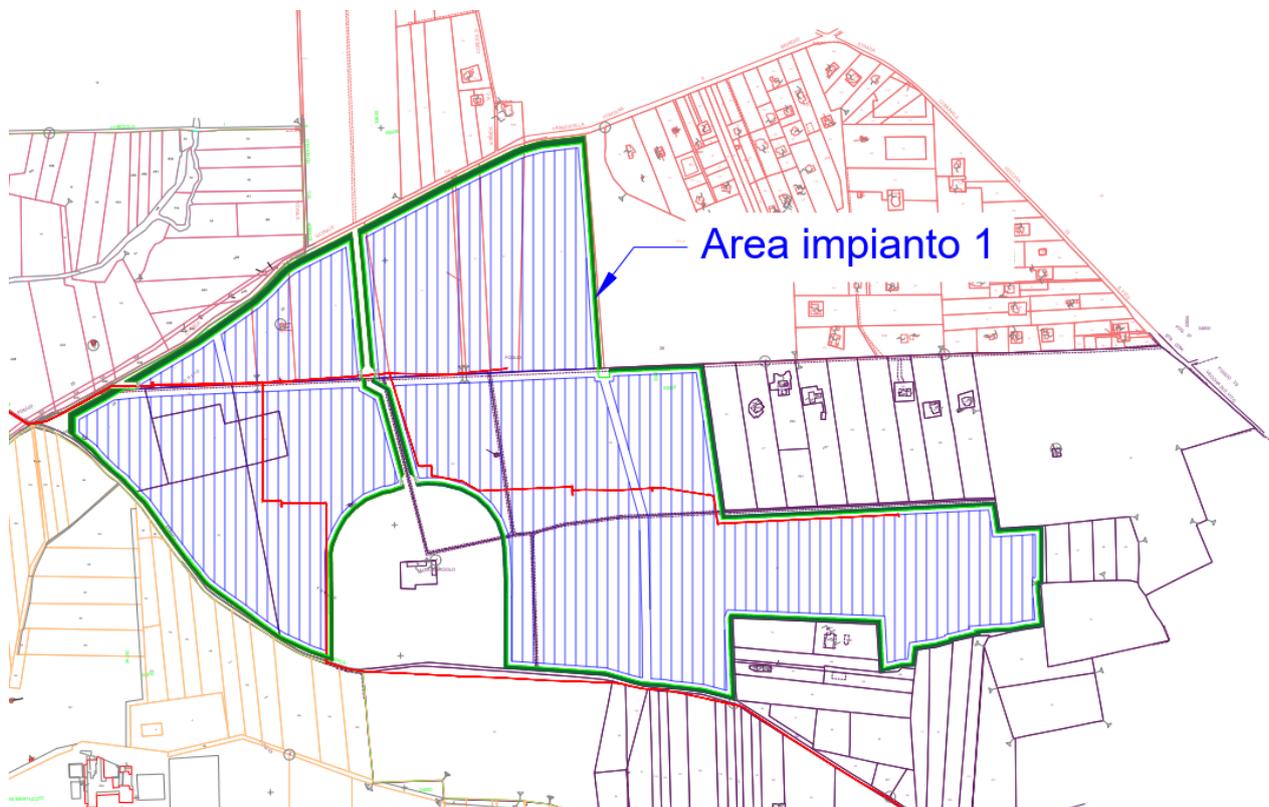


Figura 2-4 – Inquadramento catastale area impianto 1

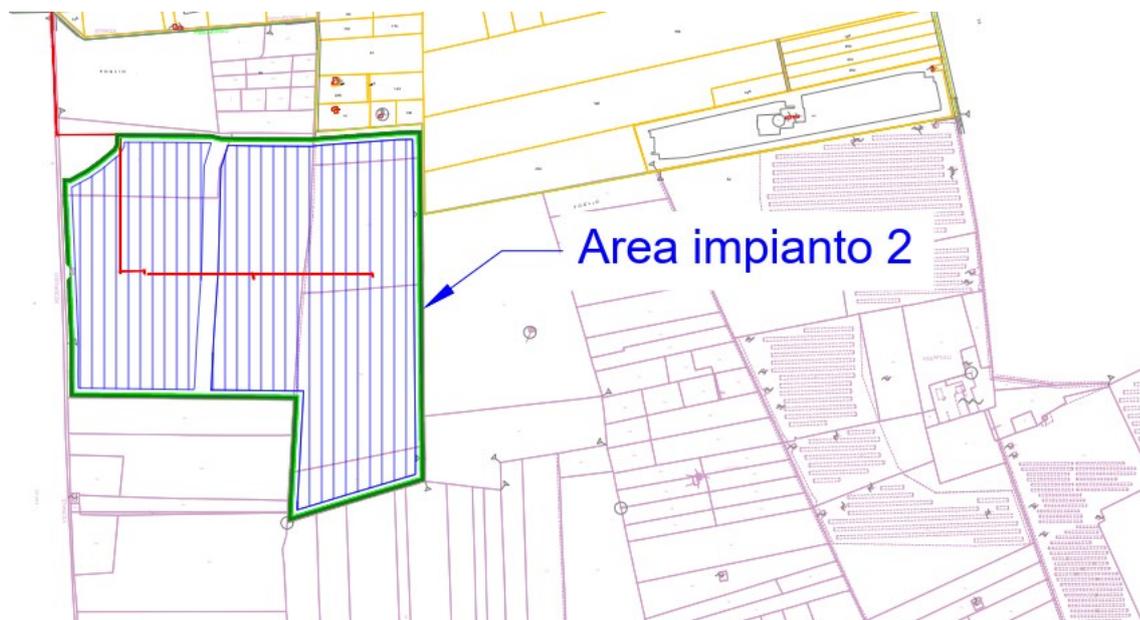


Figura 2-5 – Inquadramento catastale area impianto 2

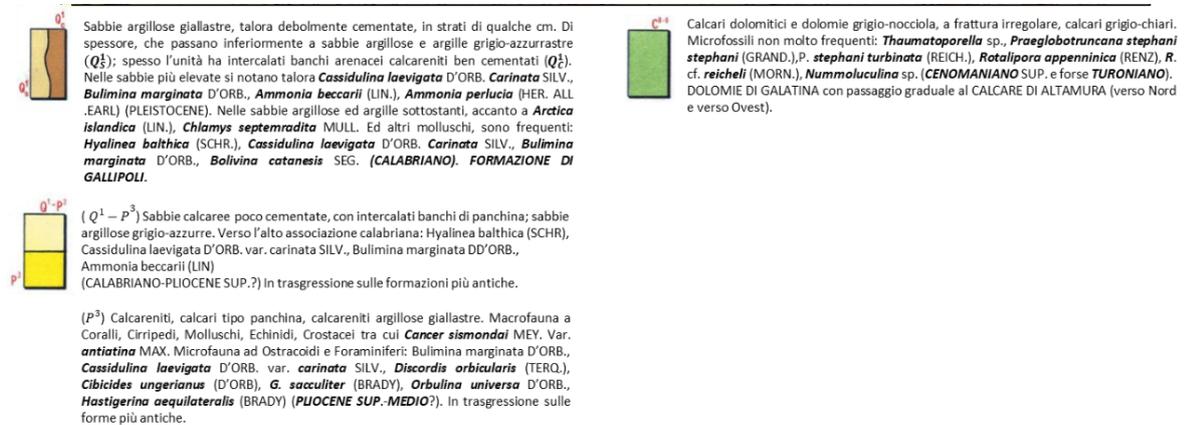
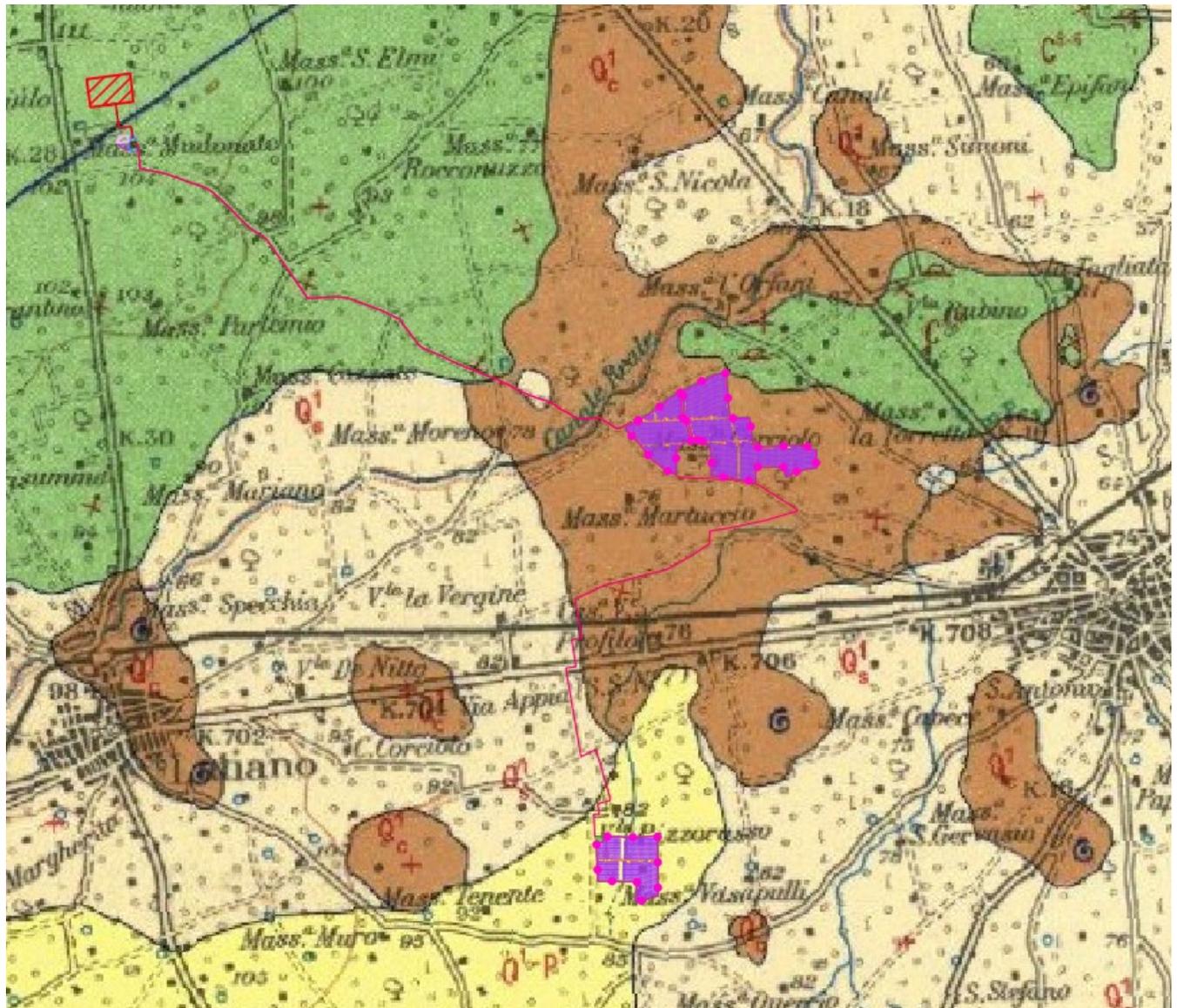


Figura 2-6 – Inquadramento su cartografia geologica – Foglio 203 (Brindisi) della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000

	PROGETTO AGRO FOTOVOLTAICO “Corciolo” DA 48,7 MWp (40 MW IN IMMISSIONE) E SDA DA 24 MVA	Febbraio 2022
---	---	---------------

3. INQUADRAMENTO VINCOLISTICO

Nel presente paragrafo, si analizzano le relazioni tra le aree interessate dal progetto e gli atti di pianificazione e programmazione territoriale inerenti l’assetto geologico-geomorfologico ed idrogeologico.

Per verificare la compatibilità del progetto con gli strumenti di pianificazione territoriale, dopo aver eseguito un rilievo geomorfologico di dettaglio per la verifica di emergenze geomorfologiche, di particolare interesse paesaggistico, sono state consultate le seguenti cartografie di settore:

- Carta Idrogeomorfologica redatta dall’AdB Puglia su commissione della stessa Regione Puglia;
- Piano di Assetto Idrogeologico redatto dall’UoM Regionale Puglia e Interregionale Ofanto (ex AdB Interr. Puglia) e Varianti di aggiornamento mappe PAI alle mappe PGRA del Distretto Idrografico dell’Appennino Meridionale;
- Piano di Tutela delle Acque (PTA).

Per le interferenze con il Piano Paesaggistico Territoriale della Regione Puglia (PPTR), si rimanda agli stralci cartografici di progetto nonché al SIA.

3.1. CARTA IDROGEOMORFOLOGICA DELLA REGIONE PUGLIA

La giunta regionale della Regione Puglia, con delibera n. 1792 del 2007, ha affidato all’Autorità di Bacino della Puglia il compito di redigere una nuova Carta Idrogeomorfologica del territorio pugliese, quale parte integrante del quadro conoscitivo del nuovo Piano Paesaggistico Territoriale regionale (PPTR), adeguato al Decreto Legislativo 42/20047.

La nuova Carta Idrogeomorfologica della Puglia, in scala 1: 25.000, ha come principale obiettivo quello di costituire un quadro di conoscenze, coerente e aggiornato, dei diversi elementi fisici che concorrono all’attuale configurazione dell’assetto morfologico e idrografico del territorio, delineandone i caratteri morfografici e morfometrici ed interpretandone l’origine in funzione dei processi geomorfici, naturali ed antropici.

La Carta Idrogeomorfologica della Puglia ha seguito un percorso strettamente definito e cadenzato che ha previsto un approfondimento continuo e costante del quadro conoscitivo fisico del territorio, sulla base anche della nuova cartografia tecnica e delle immagini disponibili e di conseguenti elaborazioni e valutazioni.

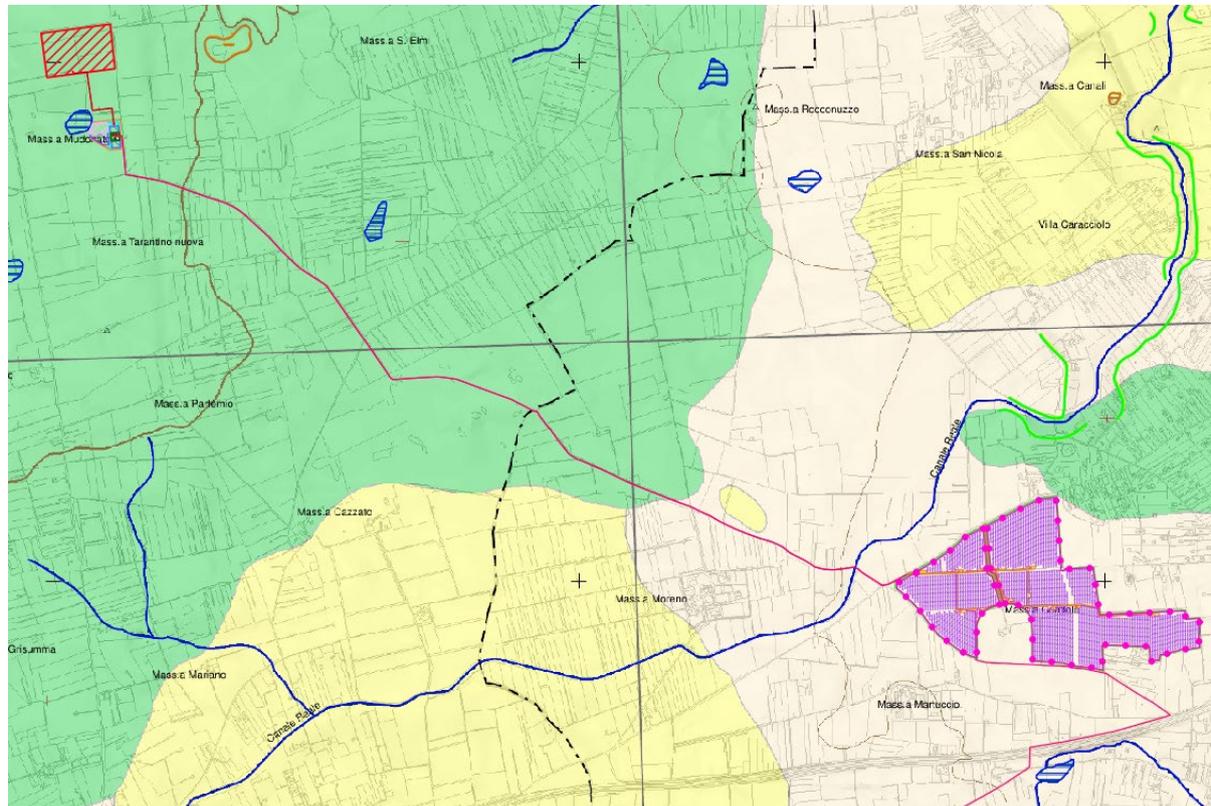
Tale cartografia risulta quindi sicuramente più aggiornata e precisa rispetto alla serie n. 10 geomorfologia del PUTT, che lo sostituisce, considerata la scala di elaborazione del piano stesso, redatta sulla base delle carte CTR.

Come si può osservare dagli stralci della Carta Idrogeomorfologica mostrati in Figura *Figura 3-1* e in *Figura 3-2* nell’area in studio le emergenze censite sono riconducibili a forme ed elementi legati all’idrografia superficiale.

In particolare per quanto concerne l’Area di impianto 1, non si rileva alcuna interferenza con elementi della Carta Idrogeomorfologica. Per quanto concerne invece il cavidotto di connessione interrato MT, lo stesso interferisce con il reticolo idrografico, ed in particolare con l’alveo principale del Canale Reale; si rimanda nel dettaglio alla relazione idrologica ed idraulica per il superamento di detta interferenza.

In riferimento invece all’Area di Impianto 2, si rileva la presenza di un ramo affluente del canale Capece, che attraversa l’area. Sullo spigolo nord-ovest dell’area si rileva inoltre la presenza di una conca di

recapito endoreico, la quale non è interessata da alcuna opera progettuale. A tal proposito si sottolinea invece, che tale area è stata destinata ad area a verde, proprio al fine di tutela l' emergenza geomorfologica di sui sopra.



ELEMENTI GEOLOGICO-STRUTTURALI

Litologia del substrato

- Unità prevalentemente calcarea o dolomitica
- Unità a prevalente componente argillosa
- Unità a prevalente componente siltoso-sabbiosa e/o arenitica
- Unità a prevalente componente arenitica
- Unità a prevalente componente ruditica
- Unità costituite da alternanze di rocce a composizione e/o granulometria variabile
- Unità a prevalente componente argillitica con un generale assetto caotico
- Depositi sciolti a prevalente componente pelitica
- Depositi sciolti a prevalente componente sabbioso-ghiaiosa

FORME CARSICHE

- Ingresso di grotta naturale
- Voragine, inghiottitoio o pozzo di crollo
- Dolina
- Orlo di depressione carsica a morfologia complessa

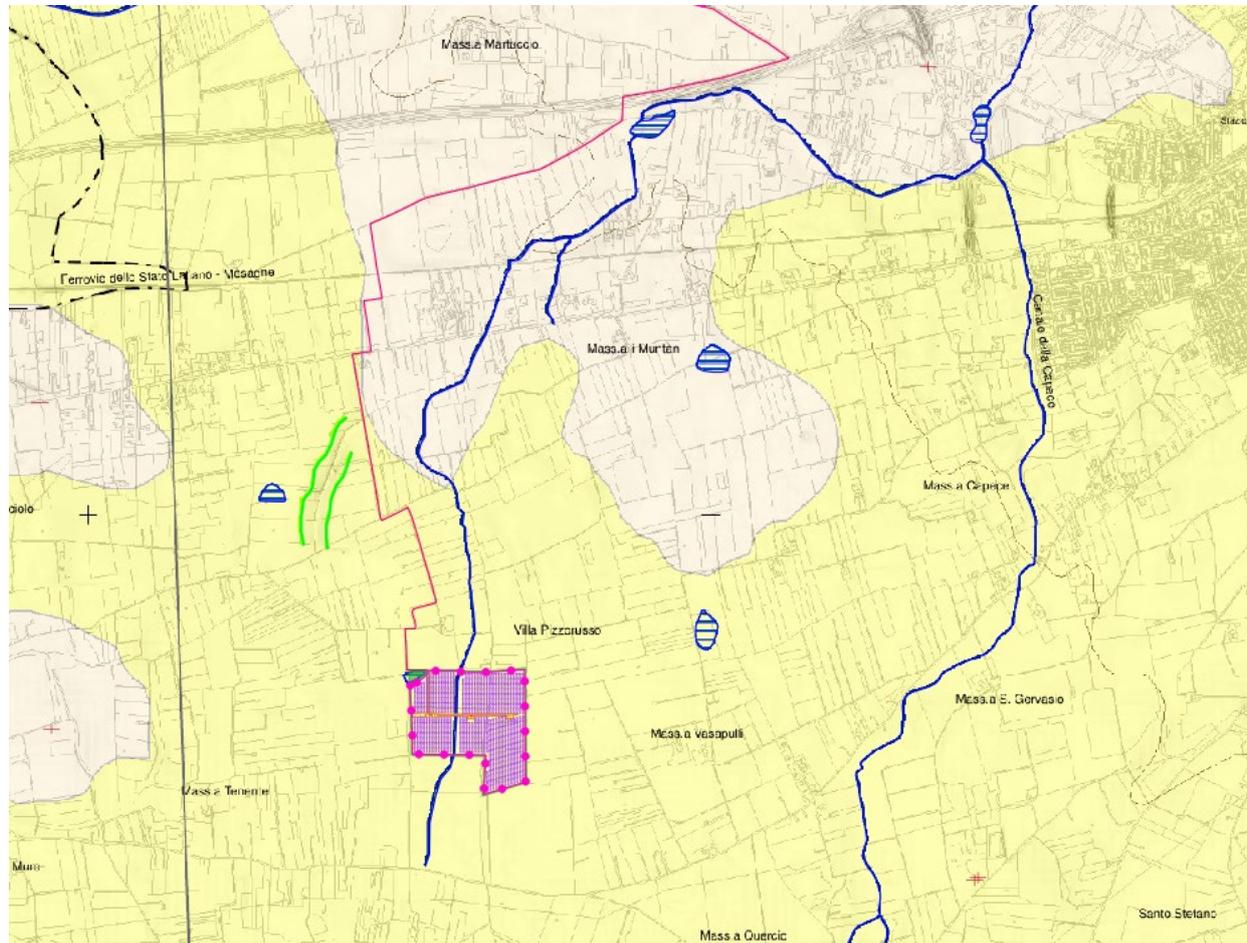
FORME DI MODELLAMENTO DI CORSO D'ACQUA

- Ripa di erosione
- Ciglio di sponda

FORME ED ELEMENTI LEGATI ALL'IDROGRAFIA SUPERFICIALE

- Corso d'acqua
- Corso d'acqua episodico
- Corso d'acqua obliterato
- Corso d'acqua tombato
- Recapito finale di bacino endoreico
- Sorgente
- Canale lagunare

Figura 3-1 – Stralcio Carta Idrogeomorfologica della regione Puglia – FG 495 "Mesagne" (Area Impianto 1 e Opere di Connessione)



ELEMENTI GEOLOGICO-STRUTTURALI

Litologia del substrato

- Unità prevalentemente calcarea o dolomitica
- Unità a prevalente componente argillosa
- Unità a prevalente componente siltoso-sabbiosa e/o arenitica
- Unità a prevalente componente arenitica
- Unità a prevalente componente ruditica
- Unità costituite da alternanze di rocce a composizione e/o granulometria variabile
- Unità a prevalente componente argillitica con un generale assetto caotico
- Depositi sciolti a prevalente componente pelitica
- Depositi sciolti a prevalente componente sabbioso-ghiaiosa

FORME CARSIICHE

- Ingresso di grotta naturale
- Voragine, inghiottitoio o pozzo di crollo
- Dolina
- Orlo di depressione carsica a morfologia complessa

FORME DI MODELLAMENTO DI CORSO D'ACQUA

- Ripa di erosione
- Ciglio di sponda

FORME ED ELEMENTI LEGATI ALL'IDROGRAFIA SUPERFICIALE

- Corso d'acqua
- Corso d'acqua episodico
- Corso d'acqua obliterato
- Corso d'acqua tombato
- Recapito finale di bacino endoreico
- Sorgente
- Canale lagunare

Figura 3-2 – Stralcio Carta Idrogeomorfologica della regione Puglia – FG 495 "Mesagne" (Area Impianto 2)

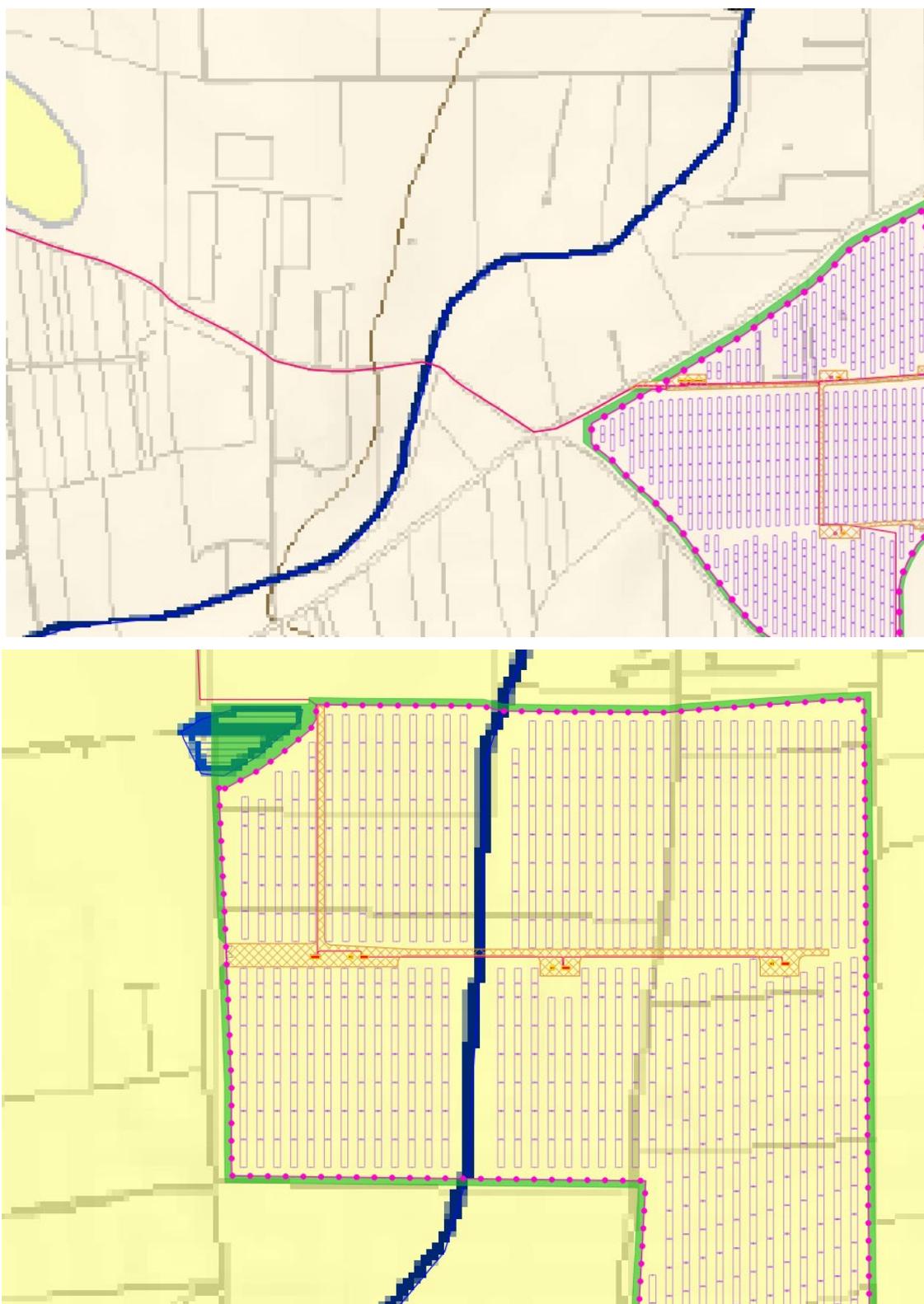


Figura 3-3 – Stralcio Carta Idrogeomorfologica; figura sopra particolare interferenza cavidotto MT reticolo idrografico; figura sotto elementi morfologici interferenti con l'area di impianto 2

	PROGETTO AGRO FOTOVOLTAICO “Corciolo” DA 48,7 MWp (40 MW IN IMMISSIONE) E SDA DA 24 MVA	Febbraio 2022
---	---	---------------

3.2. PIANO DI TUTELA DELLE ACQUE DELLA REGIONE PUGLIA

Con deliberazione di Consiglio Regionale n. 230 del 20 ottobre 2009 è stato approvato il Piano Regionale di Tutela delle Acque; la proposta di Aggiornamento 2015-2021 del Piano regionale di Tutela delle Acque (PTA), è stata adottata con D.G.R. n. 1333 del 16/07/2019

Il Piano rappresenta lo strumento per il raggiungimento e il mantenimento degli obiettivi di qualità ambientale per i corpi idrici significativi superficiali e sotterranei e degli obiettivi di qualità per specifica destinazione, nonché della tutela qualitativa e quantitativa del sistema idrico.

Nello specifico, sulla base delle risultanze delle attività di studio integrato dei caratteri del territorio e delle acque sotterranee, sono stati delimitati comparti fisico-geografici del territorio meritevoli di tutela perché di strategica valenza per l'alimentazione dei corpi idrici sotterranei.

Zone di protezione speciale idrogeologica, di cui alla Tavola C07 del Piano di Tutela delle Acque (Aggiornamento 2015-2021). L'analisi comparata dei caratteri del territorio e delle condizioni idrogeologiche ha portato ad una prima definizione di zonizzazione territoriale, codificata mediante le lettere A, B e C. Il PTA propone strumenti e misure di salvaguardia specifici per ogni tipo di zona di protezione speciale idrogeologica, riportate di seguito:

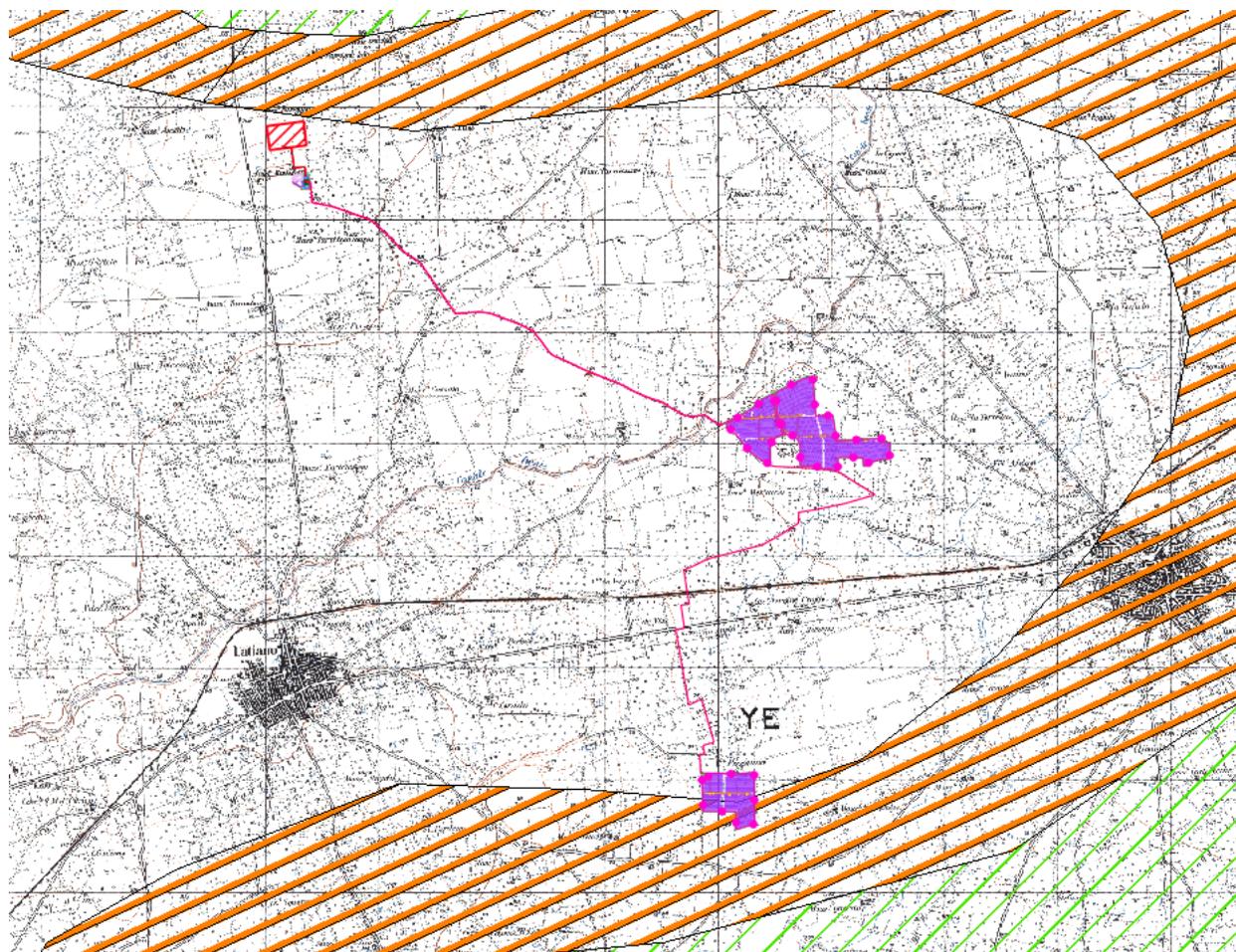
- Le Zone di Protezione Speciale Idrogeologica – Tipo “A” - individuate sugli alti strutturali centro-occidentali del Gargano, su gran parte della fascia murgiana nord-occidentale e centro-orientale, sono le aree afferenti ad acquiferi carsici complessi ritenute strategiche per la Regione Puglia in virtù del loro essere aree a bilancio idrogeologico positivo, a bassa antropizzazione ed uso del suolo non intensivo.
- Le Zone di Protezione Speciale Idrogeologica – Tipo “B” sono aree a prevalente ricarica afferenti anch'esse a sistemi carsici evoluti (caratterizzati però da una minore frequenza di rinvenimento delle principali discontinuità e dei campi carsici, campi a doline con inghiottitoio) e interessate da un livello di antropizzazione modesto ascrivibile allo sviluppo delle attività agricole, produttive, nonché infrastrutturali.
- Le Zone di Protezione Speciale Idrogeologica – Tipo “C” - individuate a SSW di Corato-Ruvo, nella provincia di Bari e a NNW dell'abitato di Botrugno, nel Salento, sono aree a prevalente ricarica afferenti ad acquiferi strategici, in quanto risorsa per l'approvvigionamento idropotabile, in caso di programmazione di interventi in emergenza.

L'intervento in oggetto non ricade in nessuna Zona di Protezione Speciale Idrogeologica.

Aree interessate da contaminazione salina: l'intervento in oggetto non ricade in Aree interessate da contaminazione salina.

Aree di tutela quali-quantitativa: l'intervento in oggetto ricade in parte in aree di tutela quali-quantitativa.

Le aree perimetrare come aree interessate tutela quali-quantitativa, non pongono, secondo le NTA del Piano di Tutela delle Acque vincoli e prescrizioni di carattere progettuale, ma solo limitazioni alla captazione ed all'emungimento delle acque sotterranee, e pertanto, si ritiene l'intervento compatibile con il Piano di Tutela delle Acque della Regione Puglia.



-  Aree di tutela quali-quantitativa
-  Aree di tutela quantitativa
-  Aree vulnerabili alla contaminazione salina
- 

Figura 3-4 – Stralcio del Piano di Tutela delle Acque con sovrapposizione del Layout di progetto di progetto (Fonte: WMS – SIT Puglia)

	PROGETTO AGRO FOTOVOLTAICO “Corciolo” DA 48,7 MWp (40 MW IN IMMISSIONE) E SDA DA 24 MVA	Febbraio 2022
---	---	---------------

3.3. PIANO DI BACINO PER L’ASSETTO IDROGEOLOGICO DELL’UOM REGIONALE PUGLIA E INTERREGIONALE OFANTO (EX ADB INTERR. PUGLIA)

Il piano di bacino per l’assetto idrogeologico dell’UoM Regionale Puglia e Interregionale Ofanto (ex AdB interr. Puglia), ricadente all’interno del Distretto idrografico dell’Appennino Meridionale, è finalizzato al miglioramento delle condizioni del regime idraulico e della stabilità geomorfologica necessari a ridurre gli attuali livelli di pericolosità e a consentire uno sviluppo del territorio sostenibile rispetto agli assesti naturali ed alla loro tendenza evolutiva.

Il PAI in merito alla pericolosità geomorfologica ed idraulica individua le seguenti aree:

- Aree a pericolosità geomorfologica molto elevata (P.G.3): porzione di territorio interessata da fenomeni franosi attivi o quiescenti.
- Aree a pericolosità geomorfologica elevata (P.G.2): porzione del territorio caratterizzata dalla presenza di due o più fattori predisponenti l’occorrenza di instabilità di versante e/o sede di frana stabilizzata
- Aree a pericolosità geomorfologica media e bassa (P.G.1): porzione di territorio caratterizzata da bassa suscettività geomorfologica all’instabilità
- Aree ad alta pericolosità idraulica (A.P.): porzione di territorio soggette ad essere allagate per eventi di piena con tempo di ritorno inferiore o pari a 30 anni.
- Aree a media pericolosità idraulica (M.P.): porzione di territorio soggette ad essere allagate per eventi di piena con tempo di ritorno compreso fra 30 e 200 anni.
- Aree bassa pericolosità idraulica (B.P.): porzione di territorio soggette ad essere allagate per eventi di piena con tempo di ritorno compreso fra 200 e 500 anni.

Inoltre sulla base del DPCM del 29 settembre 1998 sono individuate le aree a rischio:

- Molto elevato (R4)
- Elevato (R3)
- Medio (R2)
- Moderato (R1)

Con Decreto del Segretario Generale n. 50 del 13/10/2020 dell’Autorità di bacino Distrettuale dell’Appennino Meridionale, avente per oggetto l’Adozione delle Misure di Salvaguardia relative alle aree soggette a modifica di perimetrazione e/o classificazione della pericolosità di Piani di assetto idrogeologico configurate nei progetti di varianti di aggiornamento dei PAI alle norme del PRGA, vengono appunto adottate le Misure di Salvaguardia (MdS).

Le MdS risultano pertanto vincolanti, e nello specifico, l’allegato alla delibera avente per oggetto “Misure di salvaguardia collegate alla adozione dei progetti di variante predisposti in attuazione degli aggiornamenti dei PAI alle nuove mappe del PGRA di cui alla delibera Cip n.1 del 20/12/2019”, all’ Art. 3 – Disposizioni per le aree perimetrate nei progetti di variante di aggiornamento ai vigenti PAI, recita:

“In tutte le aree perimetrate nelle mappe dei progetti di variante di aggiornamento indicate in tab.2, si applicano, a titolo di MdS le norme di attuazione dei relativi Piani Stralcio, facendo riferimento alla condizione più gravosa in termini di classificazione della pericolosità e/o del rischio, tra quella delle mappe del PAI vigente e quelle del Progetto di variante.

Le disposizioni di cui al precedente capoverso non si applicano:

- a) alle aree per le quali sono in vigore misure di salvaguardia adottate dalla Conferenza Istituzionale Permanente (CIP) all'interno di procedimenti di varianti ai PAI, in corso di adozione/approvazione, o per altre motivazioni;
- b) alle aree di attenzione PGRA regolamentate dalle MdS di cui al successivo articolo 4.

Le mappe di aggiornamento della Pericolosità Idraulica (in formato shape file), sono parte integrante e allegate alla delibera n. 50 del 13/10/2020.

Per l'UoM regionale Puglia ed Interregionale Ofanto, entro cui il progetto ricade, le mappe interessate dalle misure di salvaguardia sono le Mappe di Pericolosità, secondo quanto specificato nel Documento Tecnico-Descrittivo allegato alla DS n. 248 del 04/05/2020 per l'aggiornamento del Piano per l'Assetto Idrogeologico-Idraulico, Territorio Unit of Management Puglia-Ofanto ex Autorità di bacino Interregionale della Puglia alle nuove Mappe di Pericolosità del PGRA (II Ciclo).

La *Figura 3-5* e *Figura 3-6*, mostrano le mappe aggiornate della pericolosità idraulica e geomorfologica, con indicazione del layout di progetto: dalla figura si evince che in merito al progetto, nessuna area di progetto ricade in aree vincolate.

Il cavidotto MT interrato di connessione e l'area di impianto 2 interferiscono con le fasce di tutela degli articoli 6 e 10 delle NTA del PAI stesso (art. 6 – disciplina delle aree golenali e di pertinenza fluviale; art. 10 – disciplina delle fasce fluviali): per i dettagli della risoluzione di detta interferenza si rimanda alla relazione idrologica ed idraulica.

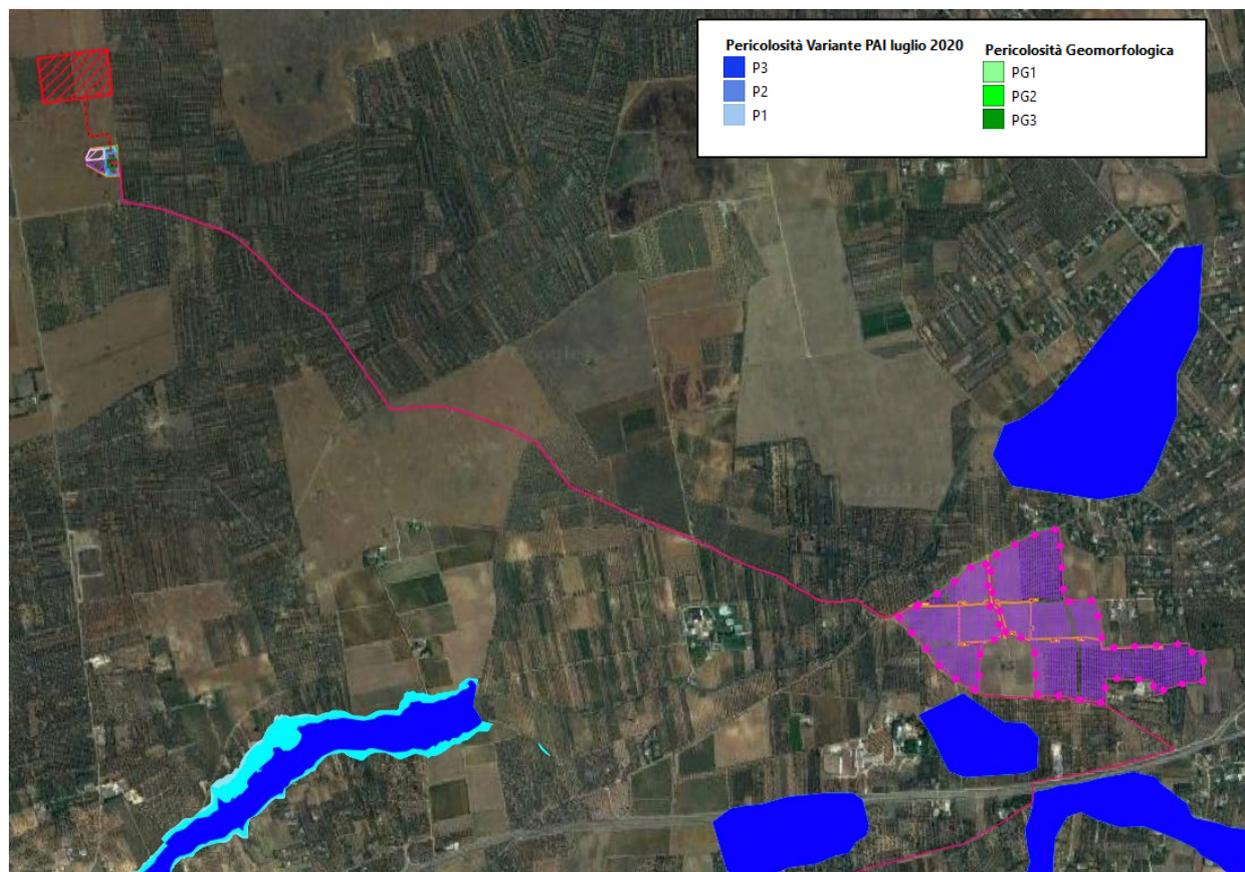


Figura 3-5 – Particolare del lotto di progetto con indicazione dei Perimetri PAI aggiornati al 19/11/2019 (Pericolosità Geomorfologica e dei Perimetri della variante PAI (Assetto Idraulico - Luglio 2020) – Area Impianto 1 e connessione

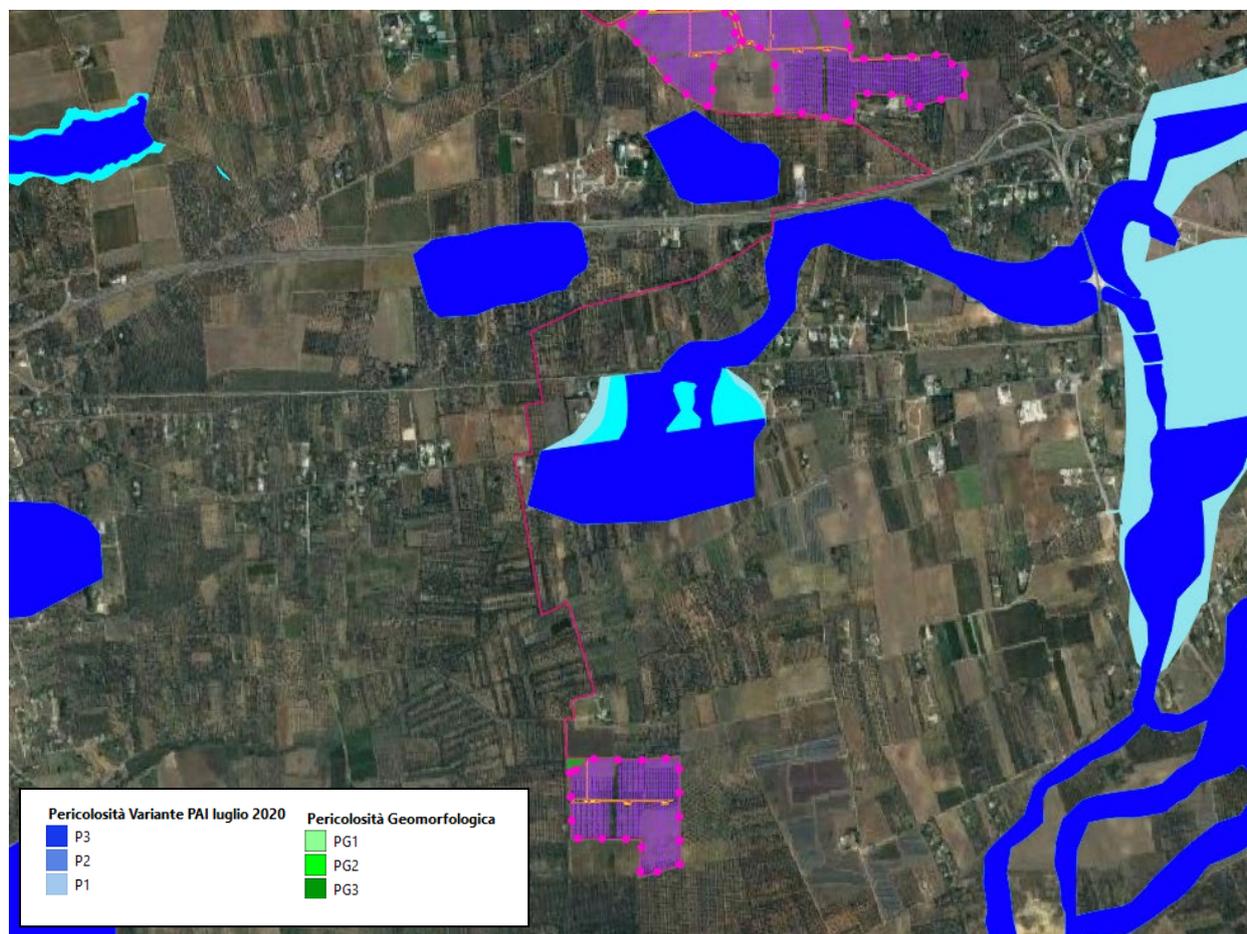


Figura 3-6 – Particolare del lotto di progetto con indicazione dei Perimetri PAI aggiornati al 19/11/2019 (Pericolosità Geomorfologica e dei Perimetri della variante PAI (Assetto Idraulico - Luglio 2020) – Area Impianto 2

4. CONTESTO GEOLOGICO DI RIFERIMENTO

La geologia, in generale, rispecchia, i peculiari aspetti geotettonici regionali (Ciaranfi et al, 1992).

La formazione più antica presente, affiorante sulle Murge, è quella calcarea e calcarea-dolomitica del cretaceo superiore (calcare di Altamura) che, come noto, costituisce il basamento regionale ove ha sede la più importante risorsa idrica sotterranea pugliese.



Figura 4-1 – Stralcio Carta Geolitologica delle Murge e del Salento in scala 1:250.000 (Ciaranfi, Pieri, Ricchetti)

	PROGETTO AGRO FOTOVOLTAICO “Corciolo” DA 48,7 MWp (40 MW IN IMMISSIONE) E SDA DA 24 MVA	Febbraio 2022
---	---	---------------

La formazione carbonatica cretacea digrada sino a quote di circa -60 metri sul lato adriatico; risulta coperta trasgressivamente da depositi sabbioso-calcarenici di età calabriana (Calcarenici di Gravina), caratterizzati da un grado di cementazione variabile e da spessori massimi di 30-40 metri.

La formazione calcarenitica al tetto e lateralmente passa, con continuità di sedimentazione, ad argille marnose grigio-azzurre del Pleistocene inf. (Argille Subappennine), affioranti con continuità in una fascia ad E di Taranto e in piccoli lembi attorno al Mar Piccolo. Lo spessore della formazione argillosa varia da alcune decine di metri a 100-150 m.

Ove non affiorante, la formazione argillosa si rinviene al di sotto delle formazioni del Pleistocene medio-sup., raggruppate sotto il nome di Depositi marini terrazzati e comprendenti sia calcareniti, affioranti sul versante ionico, sia sabbie fini calcaree più o meno argillose, con intercalazioni calcarenitiche, affioranti diffusamente tra Francavilla F. e Brindisi. In questi depositi, di spessore variabile da pochi metri a circa 10 metri, molto spesso hanno sede falde idriche, piuttosto contenute, a carattere stagionale e localmente indicate come falde sospese.

I depositi olocenici principali, di estensione e spessori modesti, sono costituiti da sabbie calcaree poco cementate (dune costiere) oppure da limi e argille (area paludosa di Torre Guaceto ed incisioni fluviali, Sciannambolo et al., 1992; Tavolini et al., 1994).

Per quanto concerne i caratteri strutturali, nella zona il basamento carbonatico è dislocato da due sistemi di faglie (Ciaranfi et al., 1983): quello “principale”, con orientazioni NW-SE ed E-W, e quello secondario, con direzione SW-NE. Si tratta di faglie dirette, che configurano il basamento carbonatico a “gradinata” con blocchi digradanti verso il mare. Studi strutturali pregressi (Cotecchia, 1997-99), hanno altresì evidenziato un sistema prevalente di fratture, orientate NW-SE, quasi sempre bene aperte, subverticali e, spesso, totalmente o in parte, riempite di Terra Rossa.

Tale sistema tettonico ha influenzato sia le caratteristiche stratigrafiche così come quelle geomorfologiche di tutte le aree interessate, infatti tutta l’area di Brindisi, fino al territorio di San Pietro Vernotico, ha subito una forte tettonizzazione che ha dato origine alla così detta “Conca di Brindisi”.

Il territorio brindisino, presenta nell’insieme un aspetto tabulare con quote che degradano leggermente verso il mare; il paesaggio è interrotto da solchi erosivi di diversa estensione ed andamento.

Tutta l’area, come accennato, è stata interessata, nel periodo Orogenetico Appenninico, da intense forze tettoniche che hanno dato origine alla Conca di Brindisi, abbassando nella parte centrale i calcari cretacei, che costituiscono l’ossatura rigida dell’intera Puglia.

Una diminuzione altimetrica del tetto dei calcari si riscontra da W verso E; valutando le isobate del tetto del calcare, si nota una discontinuità fra le stesse; la causa è molto probabilmente da ricercarsi in una presumibile faglia che deve aver provocato uno scorrimento orizzontale nella direzione ENE – WSW di parte del massiccio carbonatico (Monterisi, Romanizzi, Salvemini, 1978). Il rigetto di tale faglia è al massimo di 30-40 m e sembrerebbe annullarsi all’altezza del canale pigolati, all’interno del Porto di Brindisi.

Il combinarsi delle azioni tettoniche ha creato l’abbassamento dei calcari, che in tal modo hanno creato la conca di Brindisi, e successivamente sono stati ricolmati da sedimenti silicoclastici di origine marina.

Da un punto di vista tettonico tale conformazione strutturale può essere assimilata ad una struttura a Horst e Graben, in cui gli alti strutturali “Horst” sono rappresentati dai calcari bordanti la conca di Brindisi, mentre la parte depressa “Graben” è quella che comprende la conca.

4.1. CARATTERI GEOLOGICI LOCALI

Per la definizione dello scenario territoriale di riferimento, alla scala del progetto in epigrafe, è stato effettuato un rilievo geologico e strutturale all'intorno dell'area di intervento.

La geologia del territorio dell'area del parco eolico, è caratterizzata da un potente basamento carbonatico cretaceo (riferibile al "Calcere di Altamura") sovrastato, in trasgressione, dai termini basali della sequenza sedimentaria marina plio-pleistocenica della "Fossa Bradanica" (Calcarenite di Gravina e Argille subappennine) su cui, durante le fasi di ritiro del mare presso le attuali linee di costa, si sono accumulati, ai vari livelli, depositi terrazzati marini e/o, depositi continentali.

La stratigrafia della zona di studio, dalla più antica alla più recente, è rappresentata da:

DEPOSITI MARINI

- "Calcere di Altamura" (Cretaceo sup.)
- "Calcarenite di Gravina" (Pliocene sup. - Pleistocene inf.)
- "Argille subappennine" (Pleistocene inf.)
- "Depositoli Marini Terrazzati" - DMT (Pleistocene medio - sup.)

DEPOSITI CONTINENTALI

- "Depositoli colluviali ed eluviali" - (Olocene)

Depositoli colluviali ed eluviali

Sono coperture di origine eluviale e/o colluviale comunemente indicate con il termine di "terra rossa".

Si tratta di terreni di origine residuale, prodotti dagli effetti dell'alterazione e della dissoluzione carsica sulle rocce calcaree affioranti e dal progressivo accumulo dei prodotti residuali insolubili di composizione non carbonatica.

La composizione chimico-mineralogica delle terre rosse è caratterizzata da una notevole abbondanza di idrossidi di ferro ed alluminio, di minerali argillosi (soprattutto illite e caolinite) e da componenti minori quali quarzo, feldspati, pirosseni, ecc..

La granulometria delle terre rosse presenta di norma un ampio spettro di variabilità, poiché dipende strettamente dalle caratteristiche genetiche ed evolutive dei singoli depositoli.

In linea di massima si tratta, nella maggior parte dei casi, di terreni composti da particelle delle dimensioni del limo e/o delle sabbie fini, con una discreta presenza di frazione argillosa: si va pertanto – dal punto di vista granulometrico - dalle sabbie limose ai limi sabbioso-argillosi, con variazioni sensibili ed imprevedibili anche nell'ambito di uno stesso depositoli.

Le terre rosse possono presentarsi con caratteristiche sia di depositoli eluviali che colluviali, vale a dire sia come prodotto di alterazione e disfacimento della roccia in posto che come accumulo di materiali rimossi (ad esempio, ad opera delle acque dilavanti o di ruscellamento) dalla loro posizione originaria e ridepositati in corrispondenza di aree morfologicamente più depresse.

Le coperture eluviali presentano spessori generalmente modesti (poche decine di centimetri), mentre i depositoli colluviali, che si concentrano quasi esclusivamente in avvallamenti, cavità e depressioni, manifestano degli spessori estremamente mutevoli ed imprevedibili, in quanto strettamente connessi all'andamento morfologico del substrato.

Depositi Marini Terrazzati

L'unità pleistocenica dei Depositi di Terrazzo è litologicamente costituita da calcareniti giallastre a grana grossa ben cementate con intercalati livelli sabbiosi ed altri costituiti da calcari organogeni in strati di spessore variabile da qualche centimetro a 10÷15 cm; a luoghi, nell'ambito della successione, in particolare nel tratto basale della stessa, a diretto contatto con le Argille Subappennine, sono presenti strati decimetrici di calcari molto compatti e tenaci.



Figura 4-2 – Affioramento dell'Unità dei Depositi di Terrazzo lungo un taglio stradale della SS7 est dell'area in studio

La facies sabbiosa è costituita da prevalenti granelli di quarzo, feldspati, materiale carbonatico di origine detritica e bioclastica nonché da subordinati cristalli di mica. I fossili rappresentati da prevalenti lamellibranchi ed alghe, sono frequenti tanto da costituire a luoghi vere lumachelle; le osservazioni al microscopio hanno messo in evidenza che sono frequenti anche i microrganismi rappresentati da foraminiferi. Da quanto sopra esposto se ne deduce che, dal punto di vista granulometrico, per quanto riguarda la facies sabbiosa, i contenuti in ghiaia (0%÷28%), in sabbia (3%÷84%) e limo (2%÷75%) sono estremamente variabili in funzione degli intervalli stratigrafici presi in considerazione.

Il contenuto naturale d'acqua oscilla intorno ad un valore medio del 20,79% con indice dei vuoti variabile e compreso tra 0,49 e 0,87.

Il passaggio alle sottostanti Argille subappennine può avvenire in maniera diretta o tramite dei termini di passaggio rappresentati da sabbie e limi sabbiosi che si descrivono nel successivo paragrafo.

Lo spessore dell'unità è molto variabile, compreso tra pochi decimetri e una ventina di metri pur essendo i valori più ricorrenti di 5÷6 m. Il tetto di questa unità si trova a quote variabili tra 30 m e -15 m rispetto al l.m.m.

I Depositi Marini Terrazzati (DMT) si rinvencono come sedime di fondazione all'interno dell'area di impianto 2.

Argille Subappennine

La formazione infrapleistocenica che si descrive è caratterizzata da argille e argille sabbiose grigio azzurre, fossilifere. Dal punto di vista granulometrico, questi depositi possono essere definiti come limi sabbiosi con argilla; ciò nonostante notevoli sono le variazioni relativamente alla dimensione dei granuli. La percentuale in sabbia varia dal 2% al 55%, quella in limo dal 11%; il contenuto medio in carbonati è del 31%, valore quest'ultimo che tende ad aumentare man mano che ci si avvicina alle sottostanti Calcareniti di Gravina. All'interno della successione, il cui spessore è di difficile valutazione ma sempre perlomeno decametrico, si possono individuare livelli sabbiosi, anch'essi di colore grigio azzurro, la cui estensione laterale e verticale non è ben definibile. Il passaggio stratigrafico con le sottostanti Calcareniti di Gravina avviene mediante un livello continuo sabbioso limoso particolarmente ricco in fossili. Il contenuto naturale d'acqua varia passando da un valore minimo del 14,05% al 43,5% ed il grado di saturazione è anch'esso estremamente variabile passando dal 71,84% al valore limite pari al 100%.

Le analisi geotecniche di laboratorio, eseguite sui campioni indisturbati prelevati in corrispondenza dello strato argilloso, indicano una bassa permeabilità, che si attesta intorno a valori compresi tra 10^{-10} e 10^{-11} m/s (media $1,81E^{-10}$ m/s).

Localmente, tale formazione non è stata rilevata in affioramento.

Calcareniti di Gravina

L'unità della Calcarenite di Gravina rappresenta la più antica delle unità pleistoceniche presenti nell'area. La formazione, caratterizzata da calcareniti a grana grossa di colore giallastro e ben diagenizzata, con frequenti macro e microfossili (foraminiferi bentonici, briozoi, lamellibranchi, gasteropodi, echinodermi, alghe calcaree e serpulidi), poggia con contatto discontinuo e discordante sul basamento carbonatico cretaceo.



Figura 4-3 – Calcareniti di Gravina: scavo di fondazione localizzato in prossimità dell'area in studio

	PROGETTO AGRO FOTOVOLTAICO “Corciolo” DA 48,7 MWp (40 MW IN IMMISSIONE) E SDA DA 24 MVA	Febbraio 2022
---	---	---------------

Dal punto di vista chimico questi depositi sono costituiti da calcite normale con un basso contenuto in magnesio. Costituenti minori sono la kaolinite, l’illite, la clorite, la smectite, la gibsite e la goethite che si trovano dispersi nel sedimento mentre quarzo e feldspati si rinvenivano come singoli grani. La matrice micritica è più o meno completamente assente.

Lo spessore di questa formazione è molto variabile e raggiunge valori massimi superiori alla trentina di metri. Il grado di porosità è variabile tra il 42,90% ed il 49,40%.

Le Calcareniti di Gravina affiorano diffusamente nell’area di impianto 1 e ne costituiscono il sedime di fondazione.

Calcari di Altamura

L’intervallo stratigrafico, è costituito da un’alternanza tra calcari e calcari dolomitici, micritici, compatti e tenaci di colore biancastro, grigio chiaro o nocciola, in strati di spessore variabile da qualche centimetro a circa un metro. A luoghi gli strati si presentano fittamente laminati e sono facilmente riducibili in lastre. Gli affioramenti sono limitati a qualche metro di spessore, a luoghi coperti da terreno agrario; spessori maggiori, sino a 30÷40 m, sono esposti nelle pareti delle cave, attive e no, in alcuni casi utilizzate come discariche, ubicate nell’entroterra brindisino. In più luoghi gli strati risultano fratturati e disarticolati. I macrofossili sono in genere scarsi, caratterizzati da frammenti di rudiste e subordinati coralli e pettinidi.

Il tetto del basamento carbonatico cretaceo si trova a quote molto differenti tra loro anche in aree relativamente vicine, in ciò evidenziando la probabile presenza di faglie che presentano rigetto decametrico.

La formazione è rappresentata dai seguenti tipi litologici:

1. dolomie e calcari dolomitici, grigi, talora bituminosi; in alcuni livelli la dolomitizzazione si è compiuta durante la prima diagenesi (dolomitizzazione penecontemporanea, dimostrata dalla grana assai minuta, dalla porosità scarsa, dalle strutture originarie ben conservate), mentre in altri livelli, più frequenti, la dolomitizzazione è di diagenesi tardiva (grana più grossa, porosità notevole, strutture originarie praticamente scomparse);
2. calcari micritici, chiari, spesso laminari;
3. calcari ad intraclasti;
4. calcari a pellets;
5. calcari a bioclasti;
6. breccie calcaree.

Le breccie sono particolarmente frequenti a nord dell’area in studio, soprattutto in prossimità di S. Vito dei Normanni, dove sembrano rappresentare un livello abbastanza continuo, di qualche metro di potenza, che potrebbe segnare un episodio regressivo.

I frammenti, calcarei, sono angolosi, di dimensioni variabili (che talora superano i 30 cm di diametro) e derivano chiaramente dagli strati cretacei sottostanti.

La stratificazione è molto spesso evidente, con periodo da 5 a 40 cm. Sono pure spesso presenti, nei singoli strati, laminazioni e suddivisioni ritmiche (*Figura 4-4*).

I calcari cretacei appartenenti alla formazione sopra descritta costituiscono il sedime di fondazione delle opere di connessione: Area Storage, Area Stazione Utente, Area Stazione Terna.



Figura 4-4 – Calcere di Altamura (Affioramento in scavi di fondazione a nord dell'area in studio)

	PROGETTO AGRO FOTOVOLTAICO “Corciolo” DA 48,7 MWp (40 MW IN IMMISSIONE) E SDA DA 24 MVA	Febbraio 2022
---	---	---------------

5. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

Il territorio in studio in una visione generale, è caratterizzato da una morfologia ondulata e/o a sub-pianeggiante, con escursioni altimetriche difficilmente apprezzabili sul terreno.

Per quanto concerne le quote topografiche, variano da un massimo di circa 80 m s.l.m. (area impianto 2) ad un minimo di circa 75 m s.l.m. (area impianto 1). In generale le quote topografiche tendono a degradare da Ovest verso Est, Sud-Est, dalla piattaforma carbonatica verso la piana di Brindisi.

Da NW verso NE si passa dai rilievi collinari dell’altopiano murgiano alla piana di Brindisi, i due elementi morfologici predominanti del territorio in esame.

L’attuale assetto morfologico è il frutto di una genesi complessa ed articolata, sicuramente dominata da un ciclico alternarsi di fenomeni di modellamento di ambiente marino e continentale.

Il fattore che ha forse influenzato in maniera più evidente e peculiare l’assetto morfologico dell’area è sicuramente quello legato alla morfogenesi carsica.

La composizione prevalentemente carbonatica delle unità litologiche affioranti, ha sicuramente favorito lo sviluppo dei fenomeni carsici, che, tuttavia, a causa della particolare evoluzione paleogeografica dell’area, si sono talvolta esplicati in maniera discontinua e policiclica.

In pratica, si tratta di un sistema carsico molto complesso e articolato, sviluppatosi in più periodi, su più livelli e a diverse profondità nel sottosuolo. La causa di tale complessità è individuabile nelle numerose vicissitudini paleogeografiche che hanno interessato il territorio murgiano durante il Terziario e il Quaternario. In tale arco di tempo il livello marino ha subito numerose e frequenti oscillazioni di origine prevalentemente glacio-eustatica, con escursioni altimetriche anche superiori ai 100 metri, mentre le zone continentali sono state a loro volta interessate da movimenti verticali di origine sia tettonica che isostatica.

Tali movimenti relativi tra il livello marino e le aree continentali hanno determinato numerose e frequenti variazioni del livello di base carsico regionale e la conseguente formazione, all’interno delle successioni carbonatiche del basamento mesozoico pugliese, di più livelli particolarmente carsificati, che rappresentano testimonianze di un “paleo-carsismo” esplicatosi in condizioni paleogeografiche molto differenti da quelle attuali.

I processi di dissoluzione carsica si sono impostati in maniera preferenziale lungo le principali discontinuità tettoniche e lungo i più importanti sistemi di frattura, sviluppandosi prevalentemente secondo delle direttrici NW-SE.

Gli effetti della morfogenesi carsica si evidenziano sul territorio con la presenza di strutture di piccole, medie e grandi dimensioni.

Le strutture più frequenti e di maggiori dimensioni sono indubbiamente le doline e le grotte; queste ultime non sono state censite nell’intorno dell’area in esame.

Le prime si presentano sotto forma di blande depressioni dal contorno pseudo-circolare o ellittico, con una forma generalmente piuttosto piatta (a “piatto” o a “scodella”) legata, in molti casi, al colmamento dell’originaria depressione con materiali ivi trasportati dalle acque di ruscellamento.

Le depressioni dolinari si formano per effetto dell’azione solvente delle acque pluviali che si esplica in corrispondenza e nelle vicinanze di strutture che permettono l’infiltrazione concentrata delle acque nel sottosuolo (come ad es. sistemi di fratture beanti). In alcuni casi al centro delle doline sono presenti dei veri e propri inghiottitoi, il cui imbocco è, nella maggior parte dei casi, occultato da accumuli detritici.

	PROGETTO AGRO FOTOVOLTAICO “Corciolo” DA 48,7 MWp (40 MW IN IMMISSIONE) E SDA DA 24 MVA	Febbraio 2022
---	---	---------------

I depositi che spesso colmano parzialmente o quasi interamente le doline sono in prevalenza costituiti da accumuli detritici a granulometria grossolana (ghiaie) e/o da accumuli di “terra rossa” di spessore variabile in funzione della morfologia e del grado di evoluzione delle singole doline.

Quanto esplicitato in precedenza è mostrato in forma grafica nella Tavola 3 – Carta Geomorfologica.

Proprio per le peculiarità sopra descritte, le aree interessate dagli affioramenti carbonatici, dovranno in fase esecutiva, , al fine di scongiurare la presenza di sistemi carsici nel sottosuolo (vuoti, sacche di terra rossa, sistemi di fratturazione complessi, ecc)

6. IDROGEOLOGIA ED IDROGRAFIA SUPERFICIALE

6.1. ASSETTO IDROLOGICO

Il sito studiato, in un'ampia visione, ricade all'interno di idrografici differenti, di cui due esoreici e due endoreici.

Nel dettaglio l'area in studio è collocata in riferimento all'assetto idrografico nel seguente modo (Figura 25):

Bacini Idrografici Esoreici

- Bacino Idrografico del Reale, codificato nel PTA (Piano di tutela delle Acque della regione Puglia) con la sigla R16-144: parte area Stazione Terna e cavidotto MT di connessione.
- Bacino Idrografico del Canale Galina Cillarese, codificato nel PTA (Piano di tutela delle Acque della regione Puglia): area di impianto 1 e 2.

Bacini Idrografici Endoreici

Le opere di connessione, ed in particolare l'area Storage, la Stazione Utente e la quasi totalità della Stazione Terna, ricadono all'interno di due bacini endoreici di modeste dimensioni, che di fatto costituiscono dei bacini idrografici indipendenti.

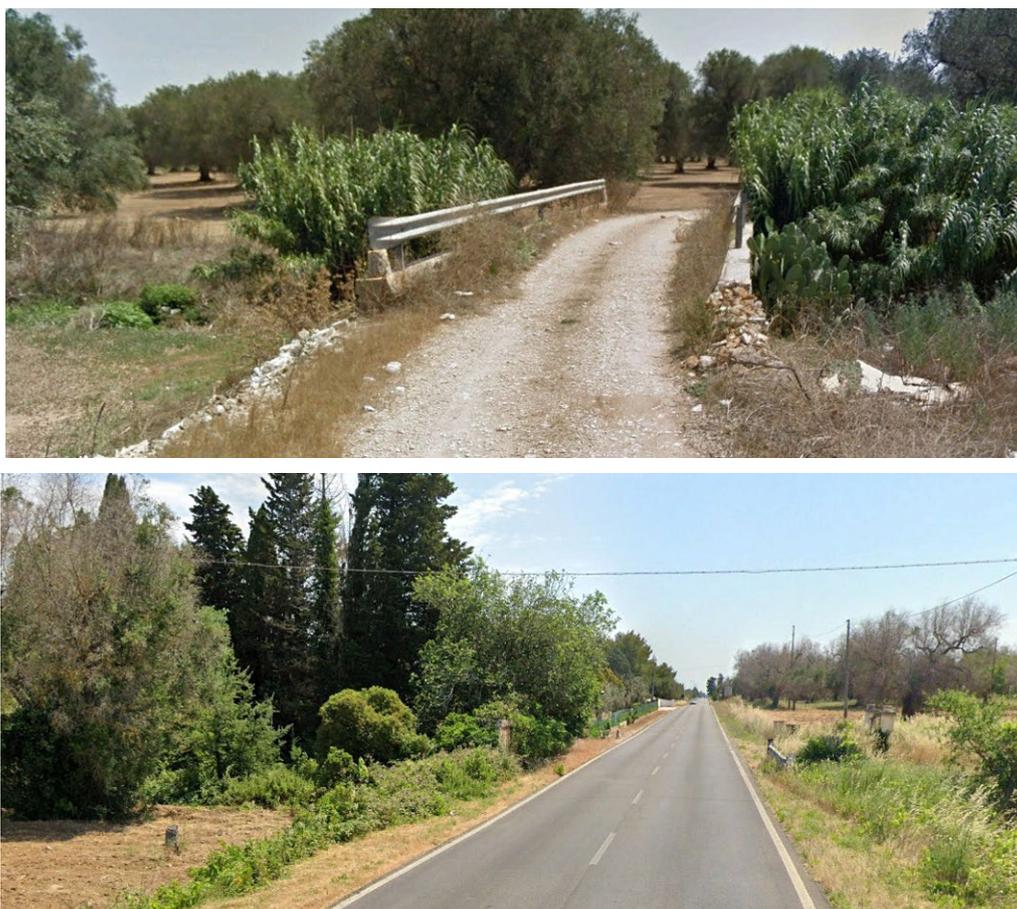


Figura 6-1 – Corso principale del Canale Reale (figura sopra) e del Canale Galina (figura sotto)

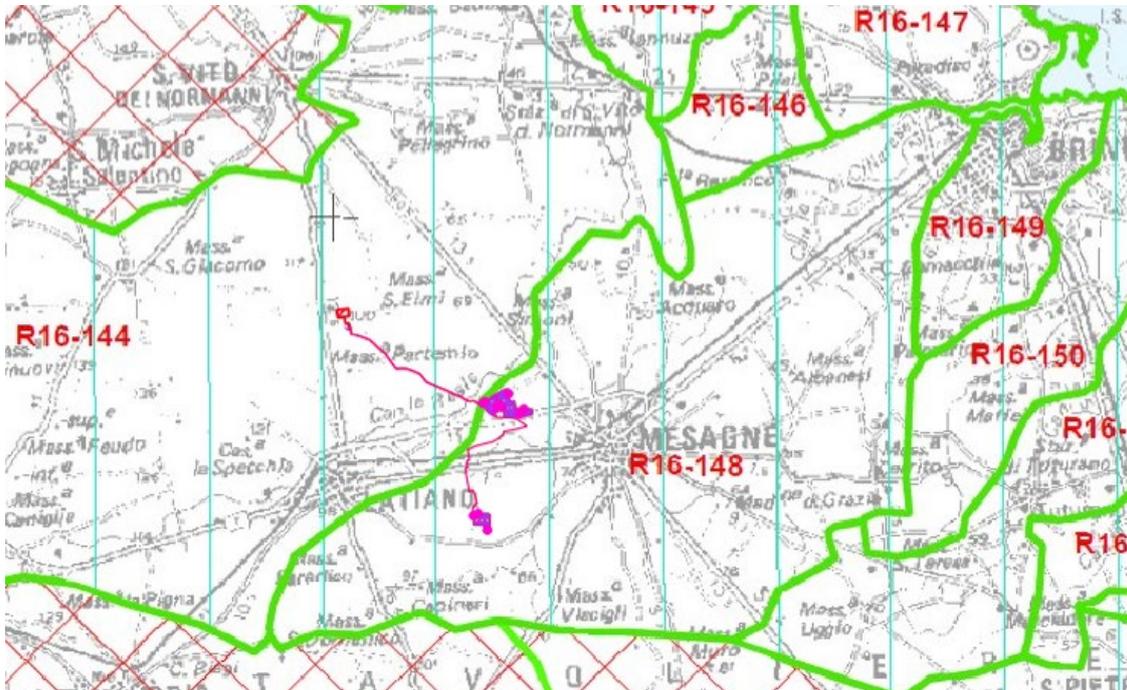


Figura 6-2 – Bacini idrografici significativi (dal Piano Tutela Acque – Tav. 1.4)

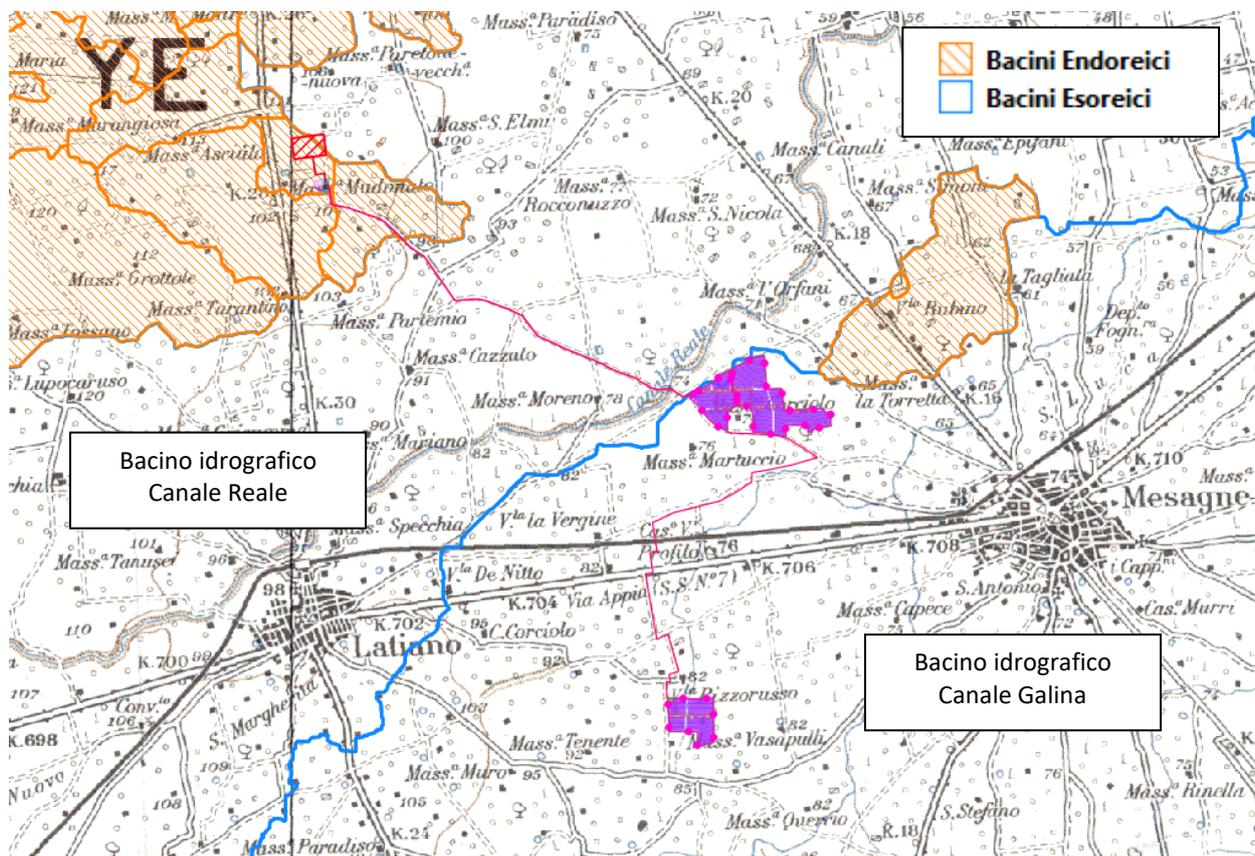


Figura 6-3 – Bacini idrografici di dettaglio dell'area in studio

6.2. ACQUE SOTTERRANEE

I caratteri di permeabilità della successione litostratigrafica che caratterizza l'area di intervento permettono di suddividere la stessa in 3 unità idrogeologiche che rivestono un diverso ruolo idrostrutturale. Queste, dalla più profonda a quella più superficiale, sono:

- ✓ unità calcarea profonda, corrispondente alla successione carbonatica cretaceo - pliocenica, permeabile essenzialmente per fessurazione e carsismo, con grado di permeabilità variabile da mediamente a molto permeabile e sede della falda di base circolante in pressione.
- ✓ unità argilloso - marnosa, corrispondente alle Argille subappennine, praticamente impermeabile, rappresenta un aquiclude;
- ✓ unità superiore, corrispondente ai depositi calcarenitico-sabbiosi ed indicativamente al primo metro delle Argille subappennine (livello di alterazione), permeabile per porosità e sede di una falda superficiale a pelo libero sostenuta dalla sottostante unità argilloso-marnosa;

In sintesi quindi, nell'area di interesse esiste un acquifero, sede della cosiddetta falda di base o profonda, confinato superiormente dalle argille subappennine, ed un acquifero superficiale (confinato inferiormente dalle stesse argille) costituito dalla unità calcarenitica superiore interessato dalla presenza di acque dolci.

Tutto questo settore è caratterizzato dalla presenza di acque sotterranee circolanti nelle rocce carbonatiche basali (falda profonda) alimentate dall'acquifero Murgiano; esse drenano naturalmente verso il mare ma, a seconda delle barriere idrogeologiche presenti, vengono a giorno in forma concentrata o diffusa (sorgenti subcostiere, costiere, subaeree e sottomarine) oppure alimentano in parte l'acquifero superficiale, rappresentato per lo più dai depositi marini terrazzati (falda superficiale).

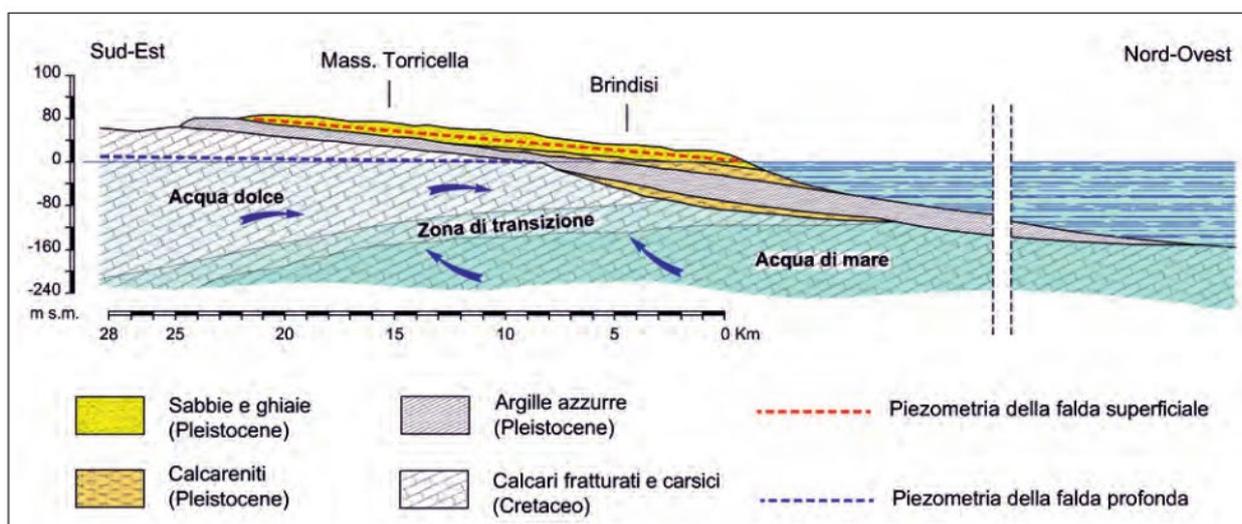


Figura 6-4 – Sezione idrogeologica schematica della Piana di Brindisi perpendicolare al litorale adriatico

6.2.1. Caratteristiche dell'acquifero superficiale

In corrispondenza del settore di affioramento dei depositi di terrazzo tale acquifero ha una potenza estremamente variabile, pari mediamente a 4 - 5 metri e contiene una falda freatica che interessa la parte inferiore delle calcareniti sabbiose affioranti ed i primi decimetri della sottostante successione argillosa, più ricca nella frazione limoso-argillosa e coincidente probabilmente con un fronte di alterazione.

Nell'area strettamente interessata al progetto, le particolari condizioni litostratigrafiche, fanno sì che la falda idrica superficiale sia del tutto assente.

6.2.2. Caratteristiche dell'acquifero profondo

Nell'area in studio, di rinviene il complesso acquifero murgiano, la cui falda profonda percola, in pressione, a qualche metro sopra il livello medio marino a circa 80 m dal p.c.

La permeabilità media dei terreni affioranti è molto buona ed è variabile a seconda del grado di alterazione dei calcari; in ogni caso non inferiore a $K = 1 \times 10^{-4}$ m/sec.

L'andamento della superficie piezometrica, mostrato in *Figura 6-5*, evidenzia un deflusso idrico sotterraneo nella zona piuttosto omogeneo, caratterizzato da ampi fronti di drenaggio con direzione principale di deflusso orientata verso la costa.

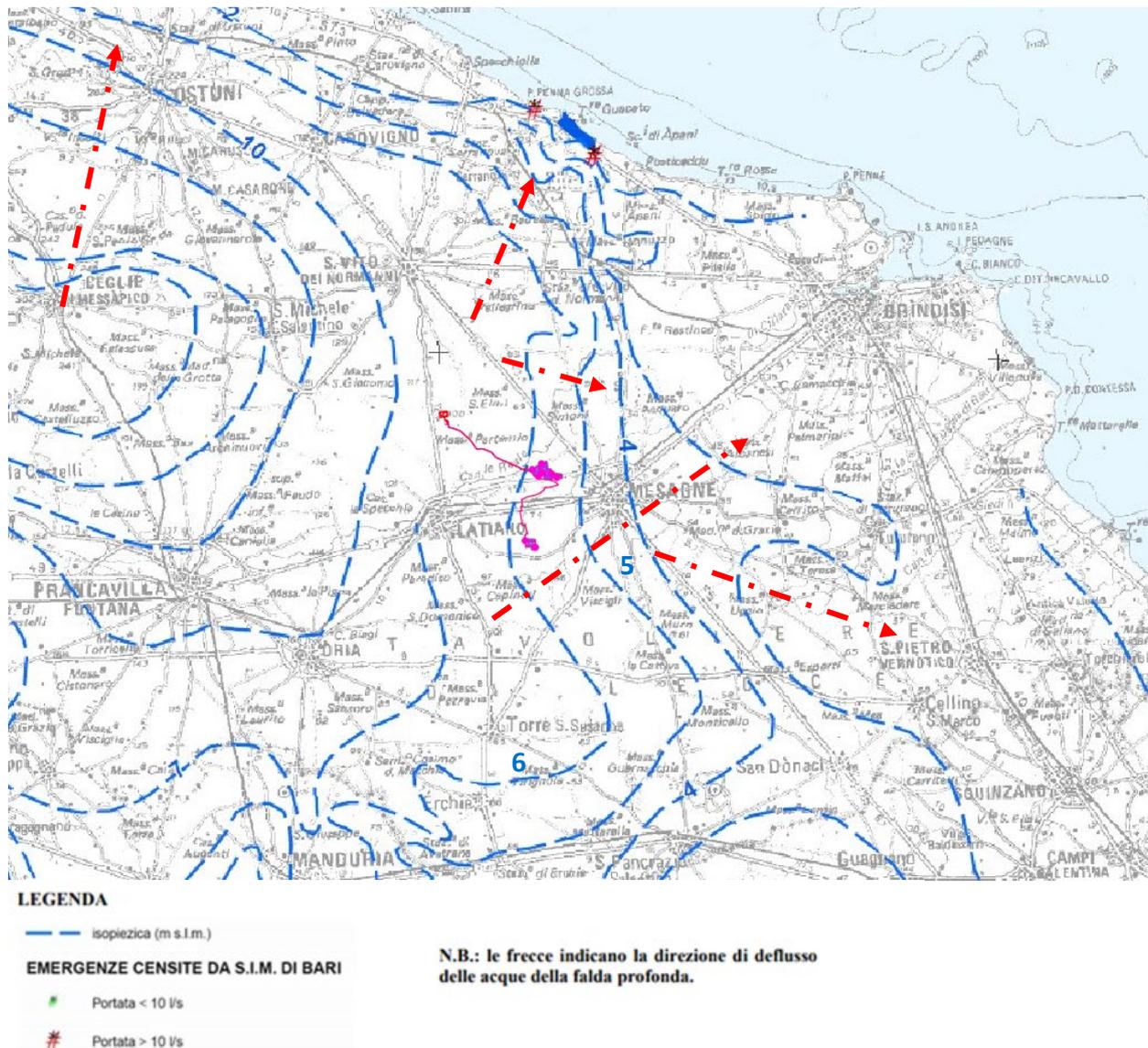


Figura 6-5 – Isopieziche dell'acquifero carsico calcareo (Fonte: Piano Regionale di Tutela delle Acque, SOGESID S.p.a., 2005)

	PROGETTO AGRO FOTOVOLTAICO "Corciolo" DA 48,7 MWp (40 MW IN IMMISSIONE) E SDA DA 24 MVA	Febbraio 2022
---	---	---------------

L'acquifero risulta quindi caratterizzato da un discreto grado di permeabilità d'insieme, visualizzato dal sensibile distanziamento delle curve isopiezometriche rappresentative dei parametri idrogeologici ben definiti, all'interno dell'altopiano murgiano, per poi aumentare il gradiente in corrispondenza della scarpata che raccorda la piana costiera all'altopiano murgiano. In generale la cadente piezometrica è ovunque relativamente bassa ed il deflusso è prevalentemente a pelo libero, con bassi carichi rispetto al livello medio marino.

L'andamento medio delle isofreatiche (*Figura 6-5*), riferito al tetto della falda acquifera profonda murgiana, evidenzia un andamento complesso, non riconducibile a modelli schematici semplificati.

La circolazione e l'alimentazione avvengono, probabilmente, per sistemi idrici indipendenti, con meccanismi di alimentazione, drenaggio e di deflusso determinati dai relativi sistemi idrogeologici.

Il livello marino a cui tende la superficie piezometrica della falda profonda è denominato "interfaccia", cioè zona di graduale passaggio tra acqua di falda dolce e acqua salata sottostante, passaggio che si sviluppa con spessori dell'ordine delle decine di metri.

Il contatto avviene per galleggiamento, seguendo la legge di gravità dei liquidi a diversa densità, pertanto la determinazione dello spessore dell'interfaccia risulta sempre molto azzardato.

6.3. VERIFICA DELLA COMPATIBILITÀ DEL PROGETTO CON IL SISTEMA IDROGEOLOGICO

L'erosione idrica dei suoli rappresenta ad oggi un problema di primaria importanza poiché può causare ingenti danni di natura ambientale ed economica. Per tale ragione sempre più numerosi sono gli stati che rivolgono una particolare attenzione al tema della difesa del suolo e del territorio.

Le cause che contribuiscono ad accelerare il fenomeno dell'erosione idrica sono essenzialmente ascrivibili a:

- ✓ uso di pratiche agricole inadeguate tra cui ad esempio l'eccessivo sbriciolamento dello strato superficiale del suolo effettuato per la preparazione dei letti di semina, nonché l'impovertimento della materia organica e inorganica contenuta nel suolo a seguito dell'eccessivo sfruttamento agricolo;
- ✓ riduzione delle colture protettive del suolo a vantaggio di quelle economicamente più redditizie;
- ✓ abbandono delle vecchie sistemazioni idraulico-agrarie non sostituite da nuove opere;
- ✓ cambiamenti climatici in atto su scala globale tra cui in particolare l'aumento del potere erosivo delle piogge che presentano sempre più il carattere di scrosci con elevata energia.

La valutazione qualitativa e quantitativa del processo erosivo è quindi fondamentale per cercare di impostare una corretta gestione del territorio finalizzata ad arginare un tale fenomeno.

Esistono numerosi modelli messi a punto per la valutazione dell'erosione del suolo riconducibili a tre principali categorie: modelli qualitativi, semiquantitativi e quantitativi.

Nella letteratura tecnica più recente si ritrova tuttavia un cospicuo numero di lavori sui fenomeni di erosione idrica con lo scopo di investigare le dinamiche alla base del processo erosivo di tipo interrill e rill.

L'erosione di tipo interrill, in particolare, è identificata come quella forma di erosione che offre il maggior contributo al processo di degradazione del suolo. Essa si rende evidente quando uno scorrimento di tipo diffuso interessa il suolo. Il processo fisico che la determina nasce quindi dalla

	PROGETTO AGRO FOTOVOLTAICO "Corciolo" DA 48,7 MWp (40 MW IN IMMISSIONE) E SDA DA 24 MVA	Febbraio 2022
---	---	---------------

combinazione di due sottoprocessi, ossia distacco e trasporto ad opera dell'azione impattante della goccia sul suolo (splash erosion) e trasporto di sedimento ad opera del sottile strato di acqua (lama d'acqua) sul terreno (sheet erosion).

Le precipitazioni sono pertanto da identificarsi quale principale fattore di innesco dell'erosione idrica causando il distacco di particelle di terreno.

Per quanto riguarda l'impianto in progetto, l'instaurarsi di fenomeni di erosione idrica localizzati all'interno dell'area di progetto a seguito di eventi piovosi sarà di fatto nullo.

La concomitanza di una serie di fattori tra cui in particolare la scarsa pendenza del sito, il rapido ripristino del manto erboso, la diminuzione dell'energia di impatto degli scrosci piovosi al suolo dovuta all'effetto coprente dei moduli, ecc. ..., consentirà di arginare sia il fenomeno dello splash erosion che quello dello sheet erosion.

Assumendo in via conservativa che il rapporto di copertura dei moduli rispetto al terreno sia pari al 50%, è chiaro che sulla porzione di terreno sottostante il lato più basso dei moduli sarà riversato lo stesso volume di acqua intercettato dall'intera superficie dei moduli stessi, ma in maniera concentrata.

Ciò nonostante, alla luce delle seguenti considerazioni, tale apparente concentrazione della forza erosiva non comporterà di fatto alcuna accelerazione della degradazione strutturale del suolo:

- ✓ l'esigua altezza dei moduli dal piano di calpestio fa sì che l'acqua piovana, in particolare nel caso del sistema fisso, seppure raccolta dalla loro superficie e concentrata su una ridotta porzione di terreno, cadrà al suolo possedendo un'energia cinetica molto inferiore rispetto a quella della medesima massa d'acqua impattante in maniera distribuita sull'intera superficie di proiezione del modulo alla velocità limite in caduta libera di una goccia d'acqua;
- ✓ il basculamento (+45° -45°) nel caso dei moduli con inseguitore monoassiale (tracker) garantisce una distribuzione delle acque piovane sui due lati lunghi delle stringhe statisticamente in egual misura dimezzando così la quantità di acqua che si riverserebbe a terra su un solo lato della stringa qualora si adottasse una tecnologia a moduli fissi;
- ✓ lo strato erbaceo del soprassuolo offre un'efficiente protezione del terreno trattenendone le particelle a livello dell'apparato radicale, attenuando ulteriormente la forza impattante delle gocce d'acqua a livello dell'apparato fogliare ed evitando il formarsi di vie preferenziali di accumulo e/o di deflusso dell'acqua al di sotto le stringhe. Un riscontro oggettivo delle considerazioni sopra esposte ci viene fornito da un recente studio italiano (Balacco et al. 2006 "Indagini preliminari sul ruolo svolto dall'infiltrazione nei processi erosivi di interrill" XXX° Convegno di idraulica e costruzioni idrauliche);
- ✓ la realizzazione di fasce arboree dislocate all'interno dell'area (ad oggi totalmente assenti), garantirà una ulteriore protezione del terreno a discapito dell'erosione stessa.

La superficie interessata dalle installazioni del campo fotovoltaico in progetto resterà pertanto permeabile e sarà soggetta ad un rapido e spontaneo processo di rinverdimento così da non alterare il bilancio idrologico dell'area, ossia, per meglio dire, la presenza del generatore non interferirà con processi di infiltrazione, accumulo e scorrimento superficiale delle acque meteoriche riscontrabili sulla medesima area allo stato ante opera.

Per quanto concerne inoltre l'apporto alla rete idrografica di superficie presente nelle aree limitrofe, la presenza dell'impianto non comporta modifiche dell'assetto attuale, né l'attuazione di interventi di regimazione idraulica e, non da ultimo, la sua presenza può considerarsi ininfluenza nel determinare cambiamenti delle naturali portate idriche.

	PROGETTO AGRO FOTOVOLTAICO "Corciolo" DA 48,7 MWp (40 MW IN IMMISSIONE) E SDA DA 24 MVA	Febbraio 2022
---	---	---------------

In conclusione, l'analisi del progetto in esame consente di affermare che l'intervento non introduce variazioni di rilievo nella relazione tra gli eventi meteorologici ed il suolo e disincentiva la possibilità che si presentino fenomeni degradativi di tipo erosivo.

Gli unici impatti sul suolo derivanti dal progetto in esercizio si concretizzano nella sottrazione per occupazione da parte dei pannelli.

I pannelli sono montati su supporti infissi nel terreno. Tali supporti sorreggono l'insieme dei pannelli assemblati, mantenendoli alti da terra. Inoltre fra le file di pannelli viene lasciata libera una fascia di ampia larghezza.

Il rapporto di copertura superficiale dei soli pannelli (ingombro in pianta) è inferiore al 50%, riferito all'area catastale.

L'impatto per sottrazione di suolo viene considerato poco significativo in quanto, una volta posati i moduli, l'area sotto i pannelli resta libera e subisce un processo di rinaturalizzazione spontanea che porta in breve al ripristino del soprassuolo originario, temporaneamente alterato dalle fasi di cantiere.

Il terreno sarà lasciato allo stato naturale, e sarà rinverdito naturalmente in poco tempo dopo il cantiere.

La tipologia di supporti scelta si installa per infissione diretta nel terreno, operata da apposite macchine di cantiere, cingolate e compatte, adatte a spazi limitati. I supporti non hanno strutture continue di ancoraggio ipogee.

Alla dismissione dell'impianto, lo sfilamento dei pali di supporto garantisce l'immediato ritorno alle condizioni ante opera del terreno.

Gli impatti in fase di cantiere si limitano al calpestio del cotico erboso superficiale da parte dei mezzi, che sono previsti di capienza massima 40 t (autocarri per la consegna dei pannelli).

Le alterazioni subite dal soprassuolo per il transito dei mezzi sono immediatamente reversibili alla fine delle lavorazioni, con il naturale rinverdimento della superficie.

Per quanto riguarda l'impatto operato dall'impianto sul regime idraulico ed idrologico dell'area, anche in relazione al deflusso delle acque meteoriche, in aggiunta a quanto già asserito, si può considerare quanto segue:

- ✚ L'area di progetto risulta ben stabilizzata, con riferimento al rapporto fra suolo e acque meteoriche: nel tempo non è stata sede né di erosioni e colamenti, né di allagamenti o impaludamenti temporanei a seguito di eventi meteorici intensi.
- ✚ La superficie del campo fotovoltaico resterà permeabile e allo stato naturale, pertanto il regime di infiltrazione non verrà alterato.
- ✚ Si eviterà la compattazione diffusa e il formarsi di sentieramenti, che possono fungere da percorsi di deflusso preferenziale per l'acqua.
- ✚ Per quanto concerne la quantità delle acque, dal punto di vista dell'idrografia di superficie il progetto può quindi essere inserito nell'attuale contesto idrologico senza provocare alcuna mutazione nei deflussi dei canali esistenti.
- ✚ La presenza del campo fotovoltaico non interferisce con i normali processi di infiltrazione, accumulo e scorrimento superficiale delle acque meteoriche.

	PROGETTO AGRO FOTOVOLTAICO “Corciolo” DA 48,7 MWp (40 MW IN IMMISSIONE) E SDA DA 24 MVA	Febbraio 2022
---	---	---------------

Entrando in dettaglio, l’analisi del caso presentato consente di affermare che il progetto del parco fotovoltaico non introduce sensibili variazioni nella relazione tra gli eventi meteorologici ed il suolo, inoltre attraverso alcuni pratici accorgimenti, sarà possibile instaurare anche dei meccanismi di tutela del territorio e di preservazione del patrimonio ambientale.

In conclusione è possibile affermare che l’installazione dell’impianto fotovoltaico risulta pienamente compatibile con l’assetto idrogeologico, idrologico e geomorfologico locale.

7. INDAGINI IN SITO

La campagna di indagini geognostiche, pianificata per il presente progetto ha indagato essenzialmente l’area in cui sono previste le principali interazioni fra la struttura ed il terreno. L’ubicazione delle indagini ha tenuto altresì conto dell’eventuale presenza di sotto-servizi. Pertanto le indagini eseguite sono state ubicate laddove si era certi di non interferire con i sotto-servizi presenti nel sottosuolo.

Nello specifico la campagna di indagini è consistita in:

- Esecuzione di n. 10 Prove Penetrometriche Dinamiche (DPSH);
- esecuzione di n. 6 indagini sismiche a rifrazione con restituzione tomografica in onde P;
- esecuzione di n. 6 Indagini Sismica MASW, al fine di definire la Vs, eq e di conseguenza la categoria del suolo di fondazione (NTC18).

L’ubicazione (*Figura 7-1 e Figura 7-2*), le metodologie di indagine ed i report dettagliati sono riportati nell’Allegato 1 – REPORT SULLE INDAGINI IN SITO.

Le indagini sono state pianificate dallo scrivente, ed eseguite dalla ditta GeoSGRO’ di Stefano Sgrò.



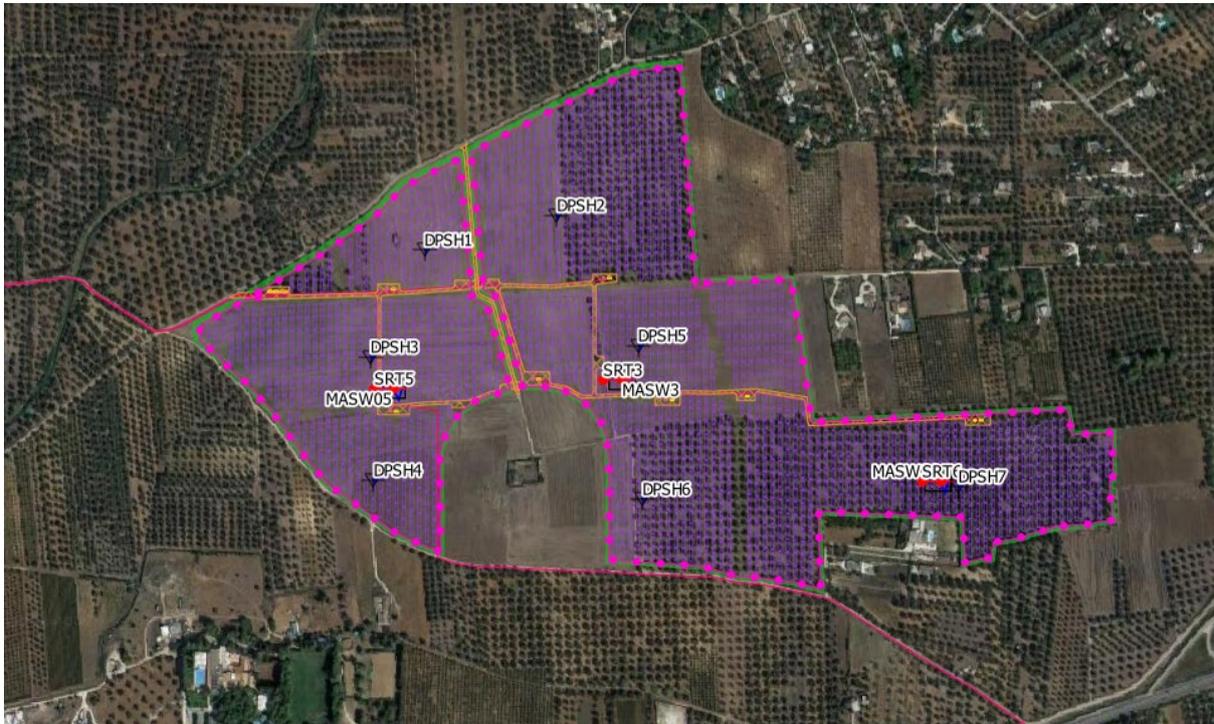
Indagini in sito

 Prove Penetrometriche Dinamiche super pesanti -DPSH

 Indagini sismiche a Rifrazione (SRT)

 Indagini sismiche MASW

Figura 7-1 – Ubicazione delle indagini in sito area SU



Indagini in sito

 Prove Penetrometriche Dinamiche super pesanti -DPSH

 Indagini sismiche a Rifrazione (SRT)

 Indagini sismiche MASW

Figura 7-2 – Ubicazione delle indagini in sito area impianto 1 (figura sopra) e impianto 2 (figura sotto)

7.1. PROVE PENETROMETRICHE CONTINUE DPSH

Rispetto alla prova SPT, la prova DP è continua e ha da un lato il vantaggio di essere meno costosa, più rapida, e di fornire valori di N continui e quindi con un maggior dettaglio nel rilevare le variazioni di resistenza alla penetrazione lungo la verticale, dall’altro lo svantaggio principale di una minor standardizzazione a livello mondiale con la conseguente mancanza di una banca dati comune alle diverse esperienze internazionali.

La ragione va ricercata nella incontrollata proliferazione di attrezzature che si differenziano per dimensioni e forma della punta e delle aste e per energia di battitura. Pasqualini (1983) riporta, ad esempio, l’elenco delle caratteristiche, ognuna diversa, di ben 18 attrezzature utilizzate in diversi paesi. In Italia l’utilizzo del penetrometro dinamico continuo ha ricevuto un forte impulso a partire dal 1957 con le esperienze di G. Meardi che, a partire da quanto suggerito da Terzaghi e Peck (1948), propose l’utilizzo di una nuova attrezzatura (Meardi, 1957, 1958) che ha preso rapidamente piede.



Figura 7-3 – Fasi di esecuzione prove penetrometriche DPSH

Dato lo stato dei luoghi ed il tipo di intervento da realizzare si è optato per l’esecuzione di indagini puntuali di tipo penetrometrico, con l’ausilio di un penetrometro statico/dinamico TG 63-200KN costruito dalla ditta Pagani di Calendasco (PC) (Figura 7-3).

Tale sonda, date le sue caratteristiche tecniche, è conforme alle Norme Tecniche UNI EN ISO 22476-2:2005 “Geotechnical investigation and testing - Field testing - Part 2: Dynamic probing” e UNI EN ISO

	PROGETTO AGRO FOTOVOLTAICO “Corciolo” DA 48,7 MWp (40 MW IN IMMISSIONE) E SDA DA 24 MVA	Febbraio 2022
---	---	---------------

22476-12:2009 “Geotechnical investigation and testing - Field testing - Part 12: Mechanical cone penetration test (CPTM)”.

Per la descrizione dettagliata delle modalità operative delle prove eseguite, nonché per il report delle stesse si rimanda all’ALLEGATO 1 – REPORT SULLE INDAGINI IN SITO.

L’esecuzione di ciascuna prova prevede l’infissione, con un sistema di battuta automatico che assicura circa 20-30 colpi/minuto, di una punta conica, in questo caso a recupero; ogni 20 cm di avanzamento della punta viene misurato il numero di colpi: tale valore, opportunamente elaborato, viene utilizzato per determinare il valore di numerosi parametri geotecnici per mezzo di abachi e correlazioni empiriche.

L’indagine è consistita nella realizzazione di 10 prove all’interno dell’area d’interesse progettuale, le quali hanno raggiunto profondità variabili. Tutte le prove hanno raggiunto il rifiuto strumentale.

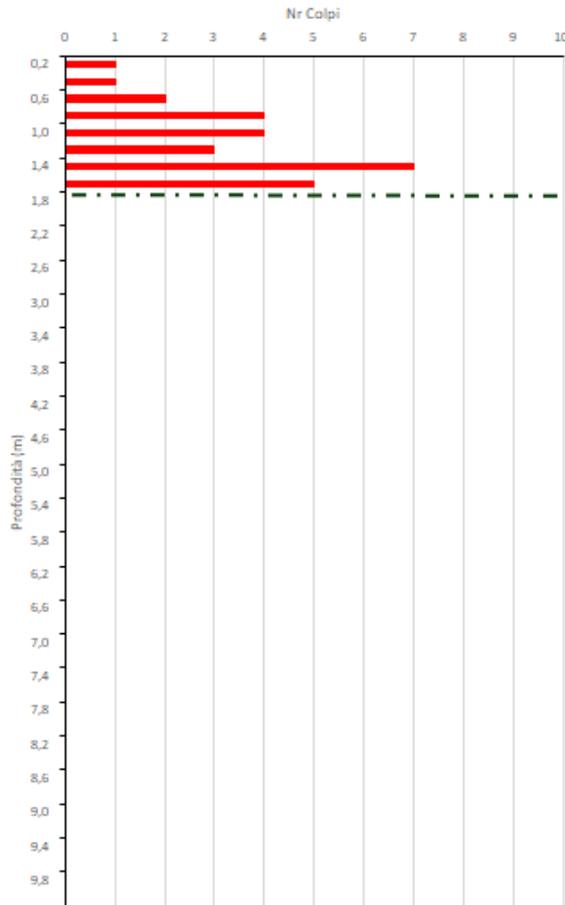
7.1.1. Interpretazione delle prove

La disamina dei dati ottenuti mette in evidenza l’assetto stratigrafico che si rinviene all’interno delle aree investigate.

In particolare le prove eseguite all’interno dell’area, evidenziano che al di sotto del piano campagna è presente uno spessore di terreno che si presenta da privo di consistenza a poco consistente (dello spessore massimo di circa 2 m, al di sotto del quale si rinvengono i depositi calcarenitici della Formazione delle Calcareniti di Gravina (per l’area di impianto 1) ed i depositi marini di terrazzo in facies calcarenitica-ghiaiosa (per l’area di impianto 2)

Nel prosieguo dell’esposizione si riportano, compendiatamente in tabelle, grafici e figure i dati analitici relativi alle interpretazioni effettuate; per ciascun parametro ottenuto si è adoperata la correlazione ritenuta più attinente alla realtà indagata: sono stati desunti sia i parametri a breve che a lungo termine.

DPSH 1 - Grafico Colpi/prof.



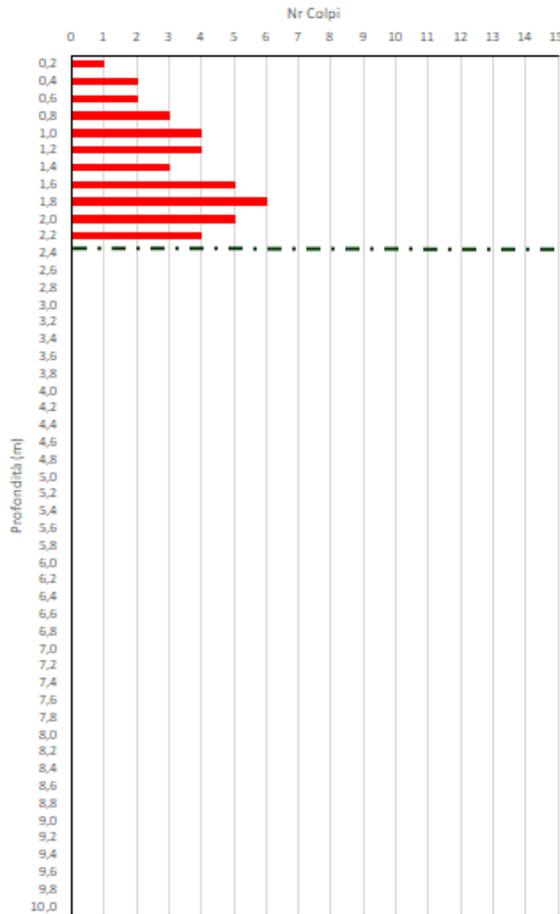
Localizzazione: Area Impianto 1



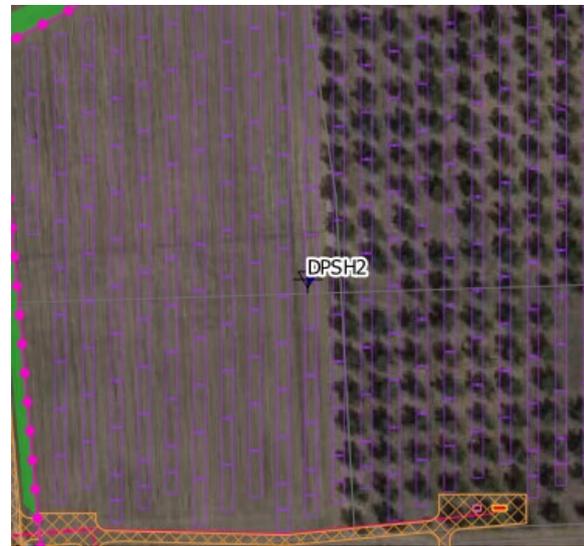
Prof. (m)	Nr Colpi	N SPT	Granulari						Coesivi						
			Angolo di Attrito efficace f'				Gamma g [t/mc]	Modulo Elastico [Mpa] E_y	Coesione non drenata C_u [KPa]				Gamma g [t/mc]	Modulo Elastico [Mpa] E_u	
			Kulhawye Mayne (1990)	Mayne et al. (2001)	Correlaz. Di interp.	Road Bridge Specification			Meyerhof	Bowles 1982 [per sabbia argillosa]	Stroud (1974)	Sivrikaya e Togrol (2006)			Reid e Taylor (2010)
0,20	1	1,52	26,98	24,83	21,84	20,50	1,38	5,18	9,09	5,76	7,85	10,40	8,27	1,52	4,49
0,40	1	1,52	26,98	24,83	21,84	20,50	1,38	5,18	9,09	5,76	7,85	10,40	8,27	1,52	4,49
0,60	2	3,03	27,54	26,83	25,09	22,78	1,45	5,66	18,18	11,51	15,70	20,80	16,55	1,64	6,20
0,80	4	6,06	28,64	29,66	28,82	26,01	1,58	6,61	36,36	23,03	31,40	41,60	33,10	1,82	9,62
1,00	4	6,06	28,64	29,66	28,82	26,01	1,58	6,61	36,36	23,03	31,40	41,60	33,10	1,82	9,62
1,20	3	4,55	28,10	28,37	27,21	24,53	1,52	6,13	27,27	17,27	23,55	31,20	24,82	1,73	7,91
1,40	7	10,61	30,21	32,78	32,23	29,56	1,74	8,04	63,63	40,30	54,95	72,79	57,92	1,99	14,75
1,60	5	7,58	29,17	30,80	30,14	27,31	1,64	7,08	45,45	28,79	39,25	52,00	41,37	1,89	11,33

Figura 7-4 – Elaborazione Prova DPSH1

DPSH 2 - Grafico Colpi/prof.



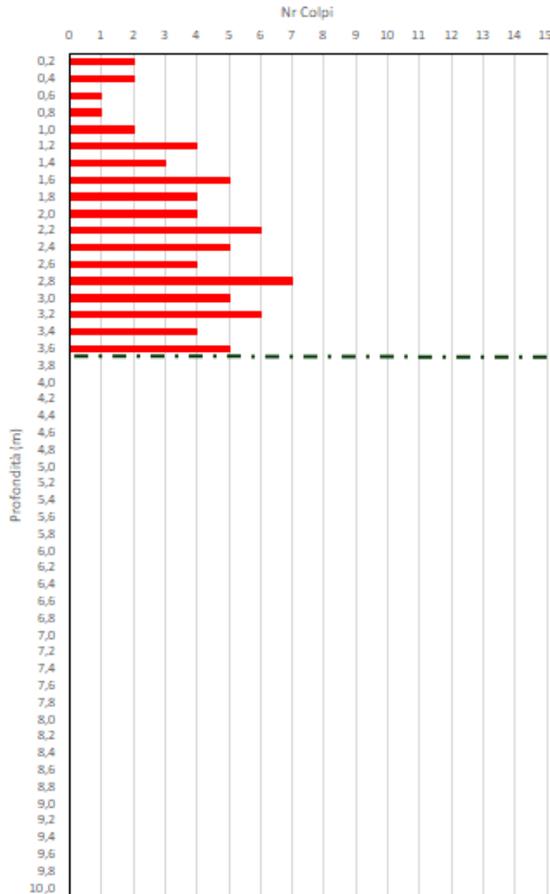
Localizzazione: Area Impianto 1



Prof. (m)	Nr Colpi	N SPT	Granulari						Coesivi						
			Angolo di Attrito efficace f'				Gamma g [t/mc]	Modulo Elastico [Mpa] E_y	Coesione non drenata C_u [KPa]					Gamma g [t/mc]	Modulo Elastico [Mpa] E_u
			Kulhaway e Mayne (1990)	Mayne et al. (2001)	Correlaz. Di interp.	Road Bridge Specification			Meyerhof	Bowles 1982 [per sabbia argillosa]	Stroud (1974)	Sivrikaya e Togrol (2006)	Reid e Taylor (2010)		
0,20	1	1,52	26,98	24,83	21,84	20,50	1,38	5,18	9,09	5,76	7,85	10,40	8,27	1,52	4,49
0,40	2	3,03	27,54	26,83	25,09	22,78	1,45	5,66	18,18	11,51	15,70	20,80	16,55	1,64	6,20
0,60	2	3,03	27,54	26,83	25,09	22,78	1,45	5,66	18,18	11,51	15,70	20,80	16,55	1,64	6,20
0,80	3	4,55	28,10	28,37	27,21	24,53	1,52	6,13	27,27	17,27	23,55	31,20	24,82	1,73	7,91
1,00	4	6,06	28,64	29,66	28,82	26,01	1,58	6,61	36,36	23,03	31,40	41,60	33,10	1,82	9,62
1,20	4	6,06	28,64	29,66	28,82	26,01	1,58	6,61	36,36	23,03	31,40	41,60	33,10	1,82	9,62
1,40	3	4,55	28,10	28,37	27,21	24,53	1,52	6,13	27,27	17,27	23,55	31,20	24,82	1,73	7,91
1,60	5	7,58	29,17	30,80	30,14	27,31	1,64	7,08	45,45	28,79	39,25	52,00	41,37	1,89	11,33
1,80	6	9,09	29,70	31,83	31,25	28,48	1,69	7,56	54,54	34,54	47,10	62,40	49,64	1,94	13,04
2,00	5	7,58	29,17	30,80	30,14	27,31	1,64	7,08	45,45	28,79	39,25	52,00	41,37	1,89	11,33
2,20	4	6,06	28,64	29,66	28,82	26,01	1,58	6,61	36,36	23,03	31,40	41,60	33,10	1,82	9,62

Figura 7-5 – Elaborazione Prova DPSH2

DPSH 3 - Grafico Colpi/prof.



Localizzazione: Area Impianto 1



Prof. (m)	Nr Colpi	N SPT	Granulari						Coesivi						
			Angolo di Attrito efficace f'				Gamma g [t/mc]	Modulo Elastico [Mpa] E_y	Coesione non drenata C_u [KPa]					Gamma g [t/mc]	Modulo Elastico [Mpa] E_u
			Kulhawye Mayne (1990)	Mayne et al. (2001)	Correlaz. Di interp.	Road Bridge Specification			Meyerhof	Bowles 1982 [per sabbia argillosa]	Stroud (1974)	Sivrikaya e Togrol (2006)	Reid e Taylor (2010)		
0,20	2	3,03	27,54	26,83	25,09	22,78	1,45	5,66	18,18	11,51	15,70	20,80	16,55	1,64	6,20
0,40	2	3,03	27,54	26,83	25,09	22,78	1,45	5,66	18,18	11,51	15,70	20,80	16,55	1,64	6,20
0,60	1	1,52	26,98	24,83	21,84	20,50	1,38	5,18	9,09	5,76	7,85	10,40	8,27	1,52	4,49
0,80	1	1,52	26,98	24,83	21,84	20,50	1,38	5,18	9,09	5,76	7,85	10,40	8,27	1,52	4,49
1,00	2	3,03	27,54	26,83	25,09	22,78	1,45	5,66	18,18	11,51	15,70	20,80	16,55	1,64	6,20
1,20	4	6,06	28,64	29,66	28,82	26,01	1,58	6,61	36,36	23,03	31,40	41,60	33,10	1,82	9,62
1,40	3	4,55	28,10	28,37	27,21	24,53	1,52	6,13	27,27	17,27	23,55	31,20	24,82	1,73	7,91
1,60	5	7,58	29,17	30,80	30,14	27,31	1,64	7,08	45,45	28,79	39,25	52,00	41,37	1,89	11,33
1,80	4	6,06	28,64	29,66	28,82	26,01	1,58	6,61	36,36	23,03	31,40	41,60	33,10	1,82	9,62
2,00	4	6,06	28,64	29,66	28,82	26,01	1,58	6,61	36,36	23,03	31,40	41,60	33,10	1,82	9,62
2,20	6	9,09	29,70	31,83	31,25	28,48	1,69	7,56	54,54	34,54	47,10	62,40	49,64	1,94	13,04
2,40	5	7,58	29,17	30,80	30,14	27,31	1,64	7,08	45,45	28,79	39,25	52,00	41,37	1,89	11,33

Prof. (m)	Nr Colpi	N SPT	Granulari						Coesivi						
			Angolo di Attrito efficace f'				Gamma g [t/mc]	Modulo Elastico [Mpa] E_y	Coesione non drenata C_u [KPa]				Gamma g [t/mc]	Modulo Elastico [Mpa] E_u	
			Kulhawy e Mayne (1990)	Mayne et al. (2001)	Correlaz. Di interp.	Road Bridge Specification	Meyerhof	Bowles 1982 [per sabbia argillosa]	Stroud (1974)	Sivrikaya e Togrol (2006)	Reid e Taylor (2010)	Schmertmann (1975)	MEDIA	Meyerhof	D'Apollonia (1983)
2,60	4	6,06	28,64	29,66	28,82	26,01	1,58	6,61	36,36	23,03	31,40	41,60	33,10	1,82	9,62
2,80	7	10,61	30,21	32,78	32,23	29,56	1,74	8,04	63,63	40,30	54,95	72,79	57,92	1,99	14,75
3,00	5	7,58	29,17	30,80	30,14	27,31	1,64	7,08	45,45	28,79	39,25	52,00	41,37	1,89	11,33
3,20	6	9,09	29,70	31,83	31,25	28,48	1,69	7,56	54,54	34,54	47,10	62,40	49,64	1,94	13,04
3,40	4	6,06	28,64	29,66	28,82	26,01	1,58	6,61	36,36	23,03	31,40	41,60	33,10	1,82	9,62
3,60	5	7,58	29,17	30,80	30,14	27,31	1,64	7,08	45,45	28,79	39,25	52,00	41,37	1,89	11,33

Figura 7-6 – Elaborazione Prova DPSH3

DPSH 4 - Grafico Colpi/prof.



Localizzazione: Area Impianto 1



Prof. (m)	Nr Colpi	N SPT	Granulari						Coesivi						
			Angolo di Attrito efficace f'				Gamma g [t/mc]	Modulo Elastico [Mpa] E_y	Coesione non drenata C_u [KPa]				Gamma g [t/mc]	Modulo Elastico [Mpa] E_u	
			Kulhawey e Mayne (1990)	Mayne et al. (2001)	Correlaz. Di interp.	Road Bridge Specification			Meyerhof	Bowles 1982 [per sabbia argillosa]	Stroud (1974)	Sivrikaya e Togrol (2006)			Reid e Taylor (2010)
0,20	1	1,52	26,98	24,83	21,84	20,50	1,38	5,18	9,09	5,76	7,85	10,40	8,27	1,52	4,49
0,40	2	3,03	27,54	26,83	25,09	22,78	1,45	5,66	18,18	11,51	15,70	20,80	16,55	1,64	6,20
0,60	1	1,52	26,98	24,83	21,84	20,50	1,38	5,18	9,09	5,76	7,85	10,40	8,27	1,52	4,49
0,80	5	7,58	29,17	30,80	30,14	27,31	1,64	7,08	45,45	28,79	39,25	52,00	41,37	1,89	11,33
1,00	3	4,55	28,10	28,37	27,21	24,53	1,52	6,13	27,27	17,27	23,55	31,20	24,82	1,73	7,91
1,20	4	6,06	28,64	29,66	28,82	26,01	1,58	6,61	36,36	23,03	31,40	41,60	33,10	1,82	9,62

Figura 7-7 – Elaborazione Prova DPSH4



Localizzazione: Area Impianto 1



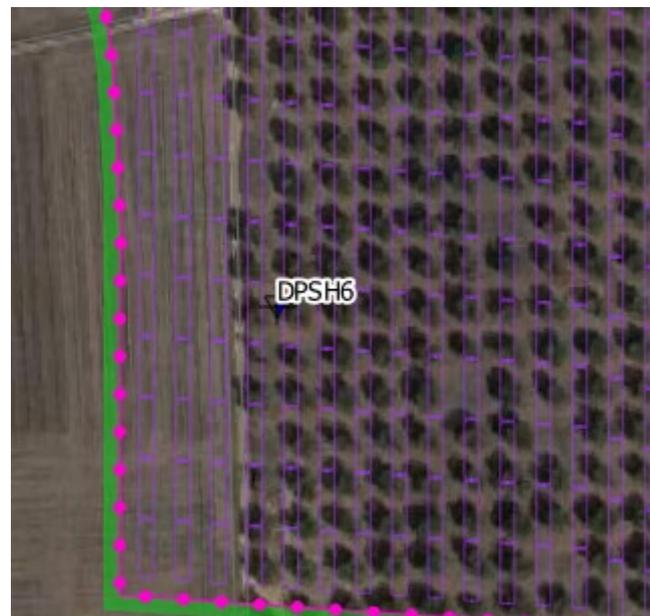
Prof. (m)	Nr Colpi	N SPT	Granulari						Coesivi						
			Angolo di Attrito efficace f'				Gamma g [t/mc]	Modulo Elastico [Mpa] E_y	Coesione non drenata C_u [KPa]					Gamma g [t/mc]	Modulo Elastico [Mpa] E_u
			Kulhawy e Mayne (1990)	Mayne et al. (2001)	Correlaz. Di interp.	Road Bridge Specification			Meyerhof	Bowles 1982 [per sabbia argillosa]	Stroud (1974)	Sivrikaya e Togrol (2006)	Reid e Taylor (2010)		
0,20	1	1,52	26,98	24,83	21,84	20,50	1,38	5,18	9,09	5,76	7,85	10,40	8,27	1,52	4,49
0,40	1	1,52	26,98	24,83	21,84	20,50	1,38	5,18	9,09	5,76	7,85	10,40	8,27	1,52	4,49
0,60	1	1,52	26,98	24,83	21,84	20,50	1,38	5,18	9,09	5,76	7,85	10,40	8,27	1,52	4,49
0,80	5	7,58	29,17	30,80	30,14	27,31	1,64	7,08	45,45	28,79	39,25	52,00	41,37	1,89	11,33
1,00	4	6,06	28,64	29,66	28,82	26,01	1,58	6,61	36,36	23,03	31,40	41,60	33,10	1,82	9,62
1,20	4	6,06	28,64	29,66	28,82	26,01	1,58	6,61	36,36	23,03	31,40	41,60	33,10	1,82	9,62
1,40	12	18,18	32,60	36,73	35,90	34,07	1,91	10,41	109,08	69,08	94,20	124,79	99,29	2,11	23,29
1,60	6	9,09	29,70	31,83	31,25	28,48	1,69	7,56	54,54	34,54	47,10	62,40	49,64	1,94	13,04

Figura 7-8 – Elaborazione Prova DPSH5

DPSH 6 - Grafico Colpi/prof.



Localizzazione: Area Impianto 1

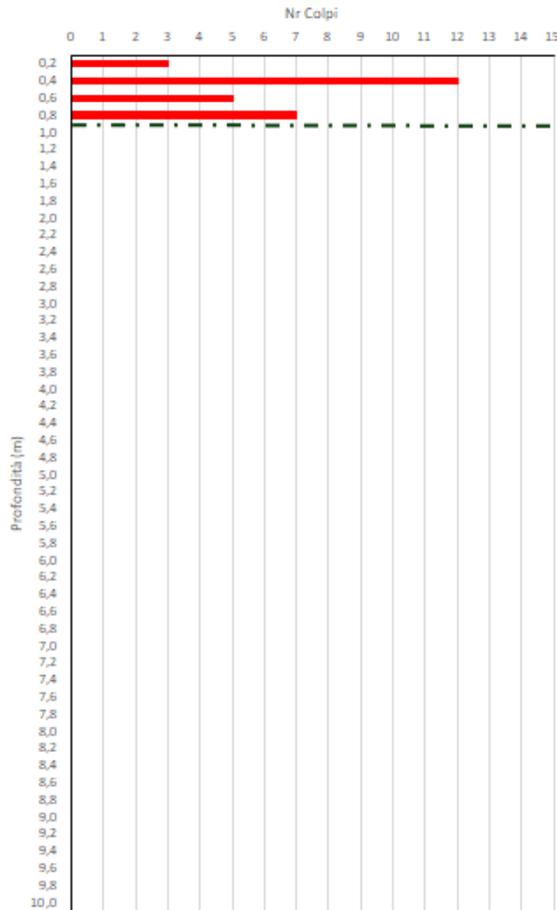


Prof. (m)	Nr Colpi	N SPT	Granulari						Coesivi						
			Angolo di Attrito efficace f'				Gamma g [t/mc]	Modulo Elastico [Mpa] E_y	Coesione non drenata C_u [KPa]				Gamma g [t/mc]	Modulo Elastico [Mpa] E_u	
			Kulhawey e Mayne (1990)	Mayne et al. (2001)	Correlaz. Di interp.	Road Bridge Specification			Meyerhof	Bowles 1982 [per sabbia argillosa]	Stroud (1974)	Sivrikaya e Togrol (2006)			Reid e Taylor (2010)
0,20	2	3,03	27,54	26,83	25,09	22,78	1,45	5,66	18,18	11,51	15,70	20,80	16,55	1,64	6,20
0,40	4	6,06	28,64	29,66	28,82	26,01	1,58	6,61	36,36	23,03	31,40	41,60	33,10	1,82	9,62
0,60	7	10,61	30,21	32,78	32,23	29,56	1,74	8,04	63,63	40,30	54,95	72,79	57,92	1,99	14,75
0,80	9	13,64	31,19	34,49	33,89	31,51	1,82	8,99	81,81	51,81	70,65	93,59	74,47	2,06	18,16
1,00	5	7,58	29,17	30,80	30,14	27,31	1,64	7,08	45,45	28,79	39,25	52,00	41,37	1,89	11,33
1,20	4	6,06	28,64	29,66	28,82	26,01	1,58	6,61	36,36	23,03	31,40	41,60	33,10	1,82	9,62

Figura 7-9 – Elaborazione Prova DPSH6

DPSH 7 - Grafico Colpi/prof.

Localizzazione: Area Impianto 1



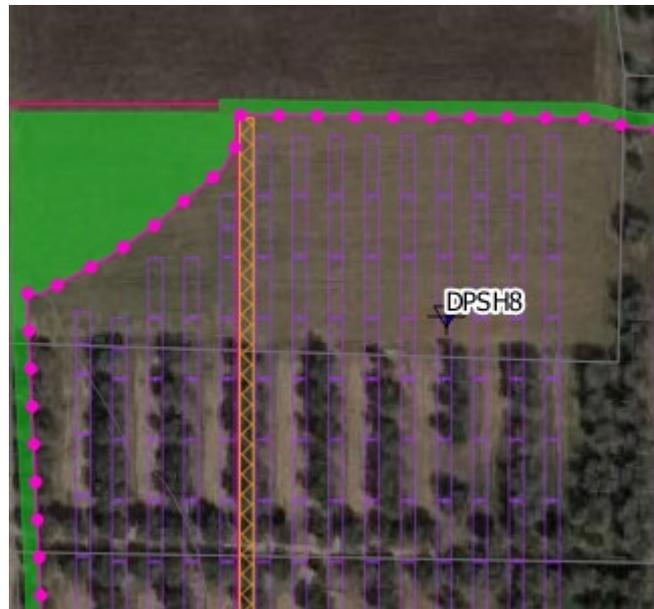
Prof. (m)	Nr Colpi	N SPT	Granulari						Coesivi						
			Angolo di Attrito efficace f'				Gamma g [t/mc]	Modulo Elastico [Mpa] E_y	Coesione non drenata C_u [KPa]				Gamma g [t/mc]	Modulo Elastico [Mpa] E_u	
			Kulhawy e Mayne (1990)	Mayne et al. (2001)	Correlaz. Di interp.	Road Bridge Specification			Meyerhof	Bowles 1982 [per sabbia argillosa]	Stroud (1974)	Sivrikaya e Togrol (2006)			Reid e Taylor (2010)
0,20	3	4,55	28,10	28,37	27,21	24,53	1,52	6,13	27,27	17,27	23,55	31,20	24,82	1,73	7,91
0,40	12	18,18	32,60	36,73	35,90	34,07	1,91	10,41	109,08	69,08	94,20	124,79	99,29	2,11	23,29
0,60	5	7,58	29,17	30,80	30,14	27,31	1,64	7,08	45,45	28,79	39,25	52,00	41,37	1,89	11,33
0,80	7	10,61	30,21	32,78	32,23	29,56	1,74	8,04	63,63	40,30	54,95	72,79	57,92	1,99	14,75

Figura 7-10 – Elaborazione Prova DPSH7

DPSH 8 - Grafico Colpi/prof.



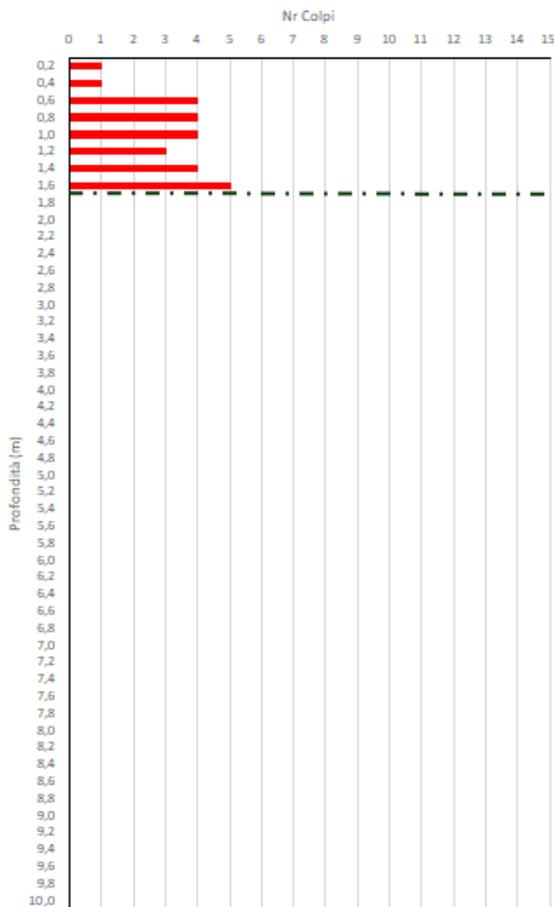
Localizzazione: Area Impianto 2



Prof. (m)	Nr Colpi	N SPT	Granulari						Coesivi						
			Angolo di Attrito efficace f'				Gamma g [t/mc]	Modulo Elastico [Mpa] E_y	Coesione non drenata C_u [KPa]				Gamma g [t/mc]	Modulo Elastico [Mpa] E_u	
			Kulhawy e Mayne (1990)	Mayne et al. (2001)	Correlaz. Di interp.	Road Bridge Specification			Meyerhof	Bowles 1982 [per sabbia argillosa]	Stroud (1974)	Sivrikaya e Togrol (2006)			Reid e Taylor (2010)
0,20	2	3,03	27,54	26,83	25,09	22,78	1,45	5,66	18,18	11,51	15,70	20,80	16,55	1,64	6,20
0,40	3	4,55	28,10	28,37	27,21	24,53	1,52	6,13	27,27	17,27	23,55	31,20	24,82	1,73	7,91
0,60	3	4,55	28,10	28,37	27,21	24,53	1,52	6,13	27,27	17,27	23,55	31,20	24,82	1,73	7,91
0,80	4	6,06	28,64	29,66	28,82	26,01	1,58	6,61	36,36	23,03	31,40	41,60	33,10	1,82	9,62
1,00	5	7,58	29,17	30,80	30,14	27,31	1,64	7,08	45,45	28,79	39,25	52,00	41,37	1,89	11,33
1,20	4	6,06	28,64	29,66	28,82	26,01	1,58	6,61	36,36	23,03	31,40	41,60	33,10	1,82	9,62

Figura 7-11 – Elaborazione Prova DPSH18

DPSH 9 - Grafico Colpi/prof.



Localizzazione: Area Impianto 2

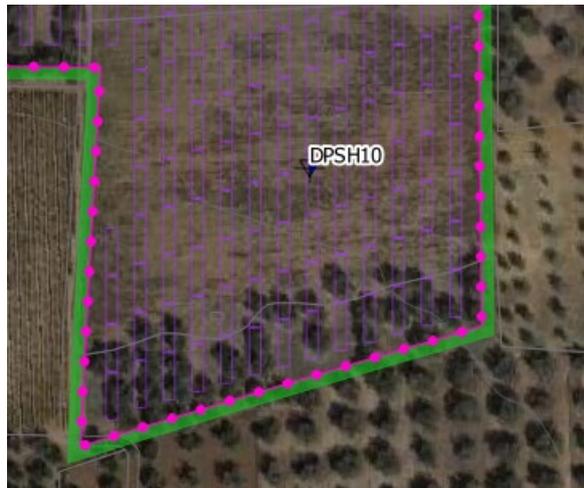


Prof. (m)	Nr Colpi	N SPT	Granulari						Coesivi						
			Angolo di Attrito efficace f'				Gamma g [t/mc]	Modulo Elastico [Mpa] E_y	Coesione non drenata C_u [KPa]				Gamma g [t/mc]	Modulo Elastico [Mpa] E_u	
			Kulhaw e Mayne (1990)	Mayne et al. (2001)	Correlaz. Di interp.	Road Bridge Specification			Meyerhof	Bowles 1982 [per sabbia argillosa]	Stroud (1974)	Sivrikaya e Togrol (2006)			Reid e Taylor (2010)
0,20	1	1,52	26,98	24,83	21,84	20,50	1,38	5,18	9,09	5,76	7,85	10,40	8,27	1,52	4,49
0,40	1	1,52	26,98	24,83	21,84	20,50	1,38	5,18	9,09	5,76	7,85	10,40	8,27	1,52	4,49
0,60	4	6,06	28,64	29,66	28,82	26,01	1,58	6,61	36,36	23,03	31,40	41,60	33,10	1,82	9,62
0,80	4	6,06	28,64	29,66	28,82	26,01	1,58	6,61	36,36	23,03	31,40	41,60	33,10	1,82	9,62
1,00	4	6,06	28,64	29,66	28,82	26,01	1,58	6,61	36,36	23,03	31,40	41,60	33,10	1,82	9,62
1,20	3	4,55	28,10	28,37	27,21	24,53	1,52	6,13	27,27	17,27	23,55	31,20	24,82	1,73	7,91
1,40	4	6,06	28,64	29,66	28,82	26,01	1,58	6,61	36,36	23,03	31,40	41,60	33,10	1,82	9,62
1,60	5	7,58	29,17	30,80	30,14	27,31	1,64	7,08	45,45	28,79	39,25	52,00	41,37	1,89	11,33

Figura 7-12 – Elaborazione Prova DPSH9



Localizzazione: Area Impianto 2



Prof. (m)	Nr Colpi	N SPT	Granulari						Coesivi						
			Angolo di Attrito efficace f'				Gamma g [t/mc]	Modulo Elastico [Mpa] E_y	Coesione non drenata C_u [KPa]				Gamma g [t/mc]	Modulo Elastico [Mpa] E_u	
			Kulhawye Mayne (1990)	Mayne et al. (2001)	Correlaz. Di interp.	Road Bridge Specification			Meyerhof	Bowles 1982 [per sabbia argillosa]	Stroud (1974)	Sivrikaya e Togrol (2006)			Reid e Taylor (2010)
0,20	1	1,52	26,98	24,83	21,84	20,50	1,38	5,18	9,09	5,76	7,85	10,40	8,27	1,52	4,49
0,40	1	1,52	26,98	24,83	21,84	20,50	1,38	5,18	9,09	5,76	7,85	10,40	8,27	1,52	4,49
0,60	3	4,55	28,10	28,37	27,21	24,53	1,52	6,13	27,27	17,27	23,55	31,20	24,82	1,73	7,91
0,80	5	7,58	29,17	30,80	30,14	27,31	1,64	7,08	45,45	28,79	39,25	52,00	41,37	1,89	11,33
1,00	2	3,03	27,54	26,83	25,09	22,78	1,45	5,66	18,18	11,51	15,70	20,80	16,55	1,64	6,20

Figura 7-13 – Elaborazione Prova DPSH10

	PROGETTO AGRO FOTOVOLTAICO "Corciolo" DA 48,7 MWp (40 MW IN IMMISSIONE) E SDA DA 24 MVA	Febbraio 2022
---	---	---------------

7.2. TOMOGRAFIA SISMICA IN ONDE P

La campagna d'indagine geofisica è consistita nell'esecuzione di N. 6 Tomografie sismiche a Rifrazione in Onde P con restituzione tomografica (Figura 60).

La campagna d'indagine geofisica, condotta nel rispetto dello stato dell'arte e delle linee guida dettate dalla letteratura scientifica, è conforme alla vigente normativa sismica e in particolare ai contenuti dell'O.P.C.M. n. 3274/2003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" e s.m.i. e al D.M. 17 gennaio 2018 "Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni" (NTC 2018) pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n° 42 del 20.2.2018.

Per quanto concerne l'ubicazione, la metodologia operativa ed i dati di campo si rimanda all'ALLEGATO 1 – REPORT SULLE INDAGINI IN SITO.

Il metodo della sismica a rifrazione, basato sullo studio delle caratteristiche di propagazione delle perturbazioni elastiche, si presenta di estrema utilità nel campo della tecnica delle fondazioni su roccia in quanto fornisce al progettista utili indicazioni sulla qualità dell'ammasso roccioso.

La sismica a rifrazione utilizza le onde acustiche nei corpi solidi. La generazione delle onde acustiche avviene utilizzando come energizzazione un martello percussore, una massa battente oppure una piccola carica esplosiva. Le onde sismiche (sonore) viaggiano nel sottosuolo a differente velocità a seconda dei litotipi attraversati e subiscono lungo le superfici di discontinuità geologica i fenomeni della riflessione, rifrazione e diffrazione.

Le superfici di confine degli strati geologici, caratterizzati da una differenza di velocità tra lo strato superiore (V_1) e lo strato ad esso sottostante (V_2), producono dei raggi rifratti che viaggeranno parallelamente alla superficie di discontinuità (con la stessa velocità dello strato "più veloce") rifrangendo continuamente verso l'alto (quindi verso lo strato "più lento") energia elastica.

Una delle condizioni principali per l'applicazione del metodo della sismica a rifrazione è che la velocità di propagazione delle onde sismiche aumenti con la profondità ($V_1 < V_2$). Un altro requisito indispensabile per il buon funzionamento di questa metodologia è che gli strati posseggano uno spessore sufficiente per essere rilevati; in caso contrario occorre aumentare il numero di geofoni e diminuirne la spaziatura.

L'energia rifratta che ritorna alla superficie viene misurata utilizzando dei geofoni.

Attraverso lo studio dei tempi di percorso e quindi delle velocità si può risalire alla disposizione geometrica ed alle caratteristiche meccanico-elastiche dei litotipi presenti nella zona di indagine.

È buona norma commisurare l'intensità dell'energizzazione alla lunghezza dello stendimento e, quando possibile utilizzare le opzioni di controllo automatico del guadagno. Diversamente i primi arrivi potrebbero essere difficili da riconoscere sia per l'eccessiva debolezza del segnale (geofoni lontani dal punto di scoppio) sia per la possibile saturazione dei geofoni più vicini.

Le onde P sono anche chiamate Onde Primarie in quanto si propagano nel mezzo attraversato con maggiore velocità rispetto alle altre onde. Nelle onde P, le particelle che costituiscono il mezzo attraversato vengono spostate nello stesso senso di propagazione dell'onda, in questo caso, in senso radiale. Quindi, il materiale si estende e si comprime con il propagarsi dell'onda. Le onde P viaggiano attraverso il terreno in modo analogo a quello delle onde sonore attraverso l'aria.



Figura 7-14 – Vista ubicazione basi simiche a rifrazione

La velocità con la quale le onde P si propagano in un mezzo dipende dalle proprietà fisiche (cioè rigidità, densità, saturazione) e dal grado di omogeneità del terreno. Dalla sorgente di energizzazione viene emanato un “treno d’onde” i cui segnali saranno rilevati dalle stazioni riceventi ad intervalli di tempo dipendenti dalle caratteristiche elastiche del terreno. La registrazione grafica del treno d’onda in arrivo è chiamata “sismogramma”. I fronti d’onda possono essere superfici sferiche o di forma qualsiasi. La

propagazione di onde può quindi essere interpretata come una continua generazione di onde circolari che interferendo fra loro danno luogo a un'onda risultante osservabile macroscopicamente.

Le semirette normali ai fronti d'onda sono chiamate "raggi sismici" ed indicano la direzione di propagazione dell'onda elastica.

Per l'analisi dei dati ottenuti tramite la sismica a rifrazione, è usuale considerare sia le immagini delle onde sismiche sia i percorsi dei raggi sismici. Questi ultimi possono sostituire i fronti d'onda con buona approssimazione, permettendo di trattare soltanto i tempi di percorso delle onde elastiche e non tutte le altre grandezze tipiche di un fenomeno ondulatorio quali ampiezza, frequenza e fase.

Quando un raggio incontra un'eterogeneità sul percorso, per esempio un contatto litologico con un altro materiale, il raggio incidente si trasforma in diversi nuovi raggi. Gli angoli che il raggio incidente, i raggi riflessi ed i raggi rifratti formano con la normale alla superficie di contatto tra i due materiali sono legati fra loro ed alle velocità di propagazione da alcune relazioni note come "leggi di SNELL".

7.2.1. Interpretazione delle prove

Le sezioni sismiche ottenute dalla modellizzazione e interpretazione dei segnali acquisiti, riportati di seguito mediante sezioni litosismografiche, hanno permesso di individuare le principali unità geologiche nei siti di intervento. Sulla base delle velocità misurate, dei dati bibliografici, nelle sezioni tomografiche sono stati definiti i seguenti sismostrati:

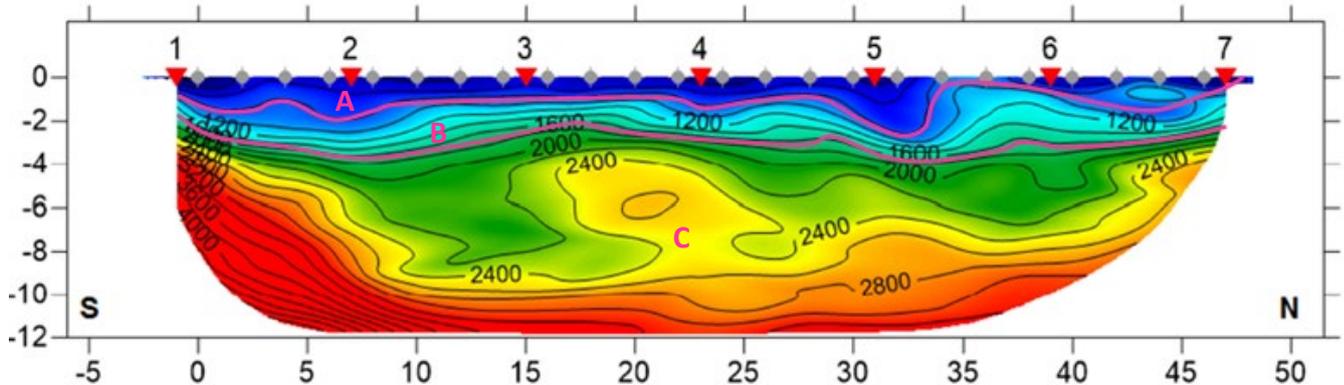
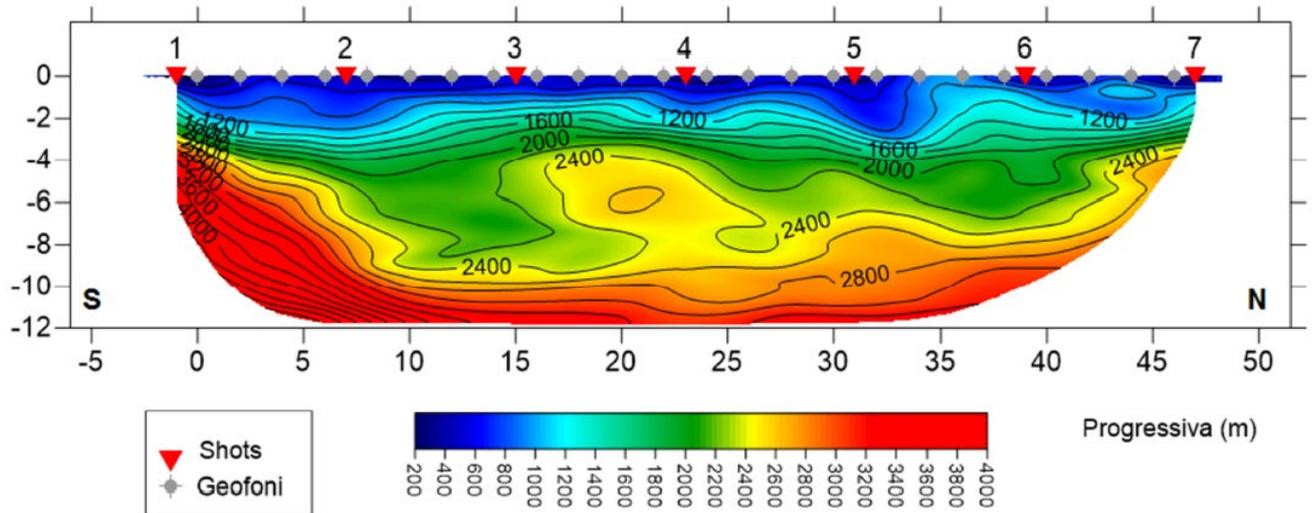
- A - Sismostrato A: Unità delle terre di copertura alterate
- B - Sismostrato B: Unità delle rocce lapidee tenere
- C - Sismostrato C: Unità delle rocce lapidee da fratturate a sane

Nel report sulle indagini allegato alla presente vengono riportate le dromocrone, le registrazioni relative ai diversi punti di scoppio, nonché le sezioni tomografiche.

SRT1

Località: Corciolo
Data: Febbraio 2022

Sezione 1



Rifrazione SRT1

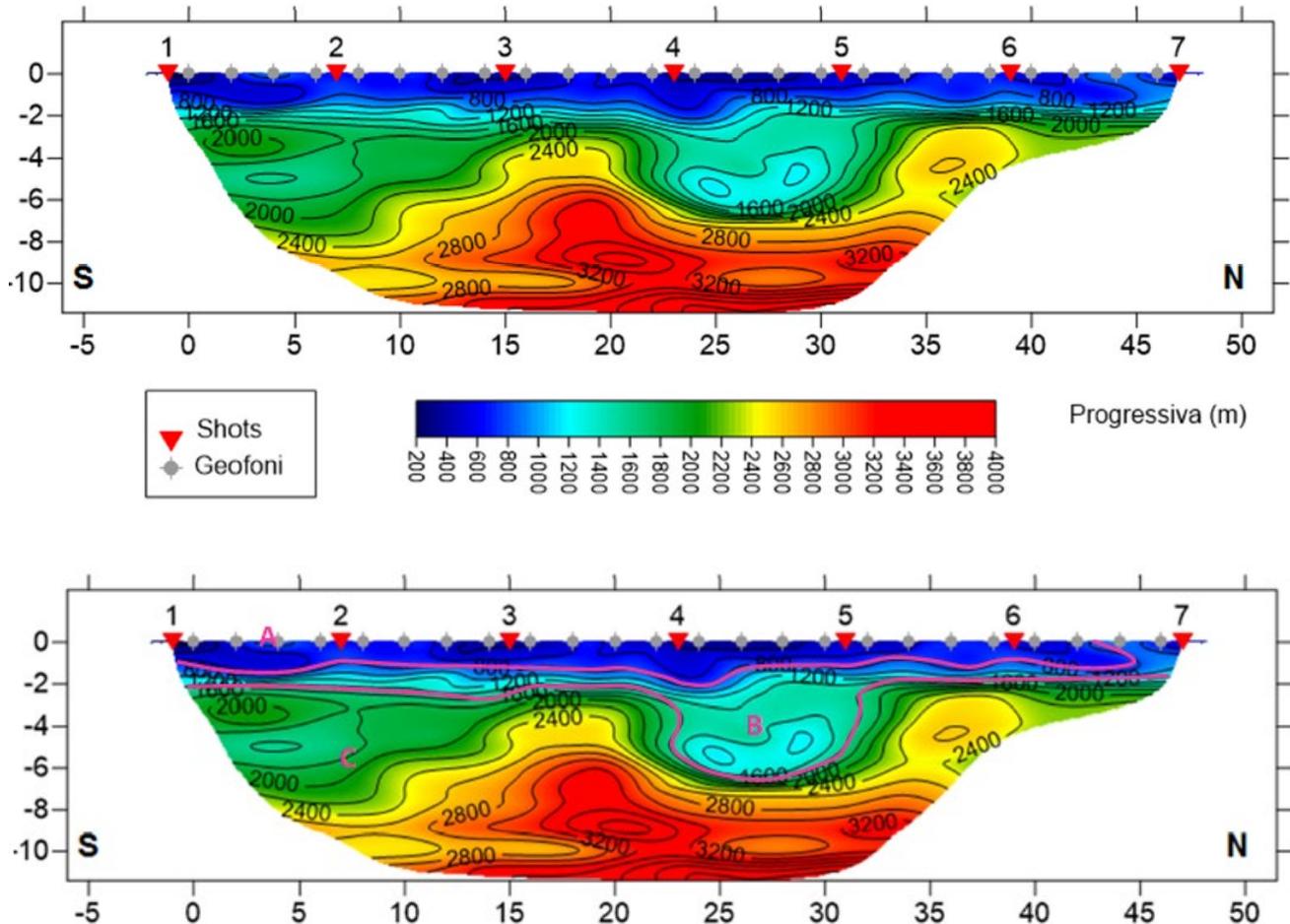
SISMOSTRATI	Profondità da pc (m)	Velocità in m/s
A – Unità delle terre di copertura	da 0 a 2	200-800
B – Lapidee fratturate (calcari)	da 0/2 a 3	800-1600
C – Lapidee da poco fratturate a compatte (calcari)	da 3 a 12	>1600

Dall'esame della sezione tomografica SRT1 si riconoscono 3 unità sismostratigrafiche principali caratterizzate da velocità crescente delle onde P all'aumentare della profondità, con un range che varia dai 200 m/s ad oltre 4000 m/s. L'aumentare delle velocità delle onde P è riconducibile al miglioramento delle caratteristiche fisico-meccaniche dei litotipi presenti nel sottosuolo all'aumentare della profondità. La sezione sismostratigrafica si presenta con una zona centrale dove le velocità delle onde si mostrano a parità di profondità inferiori, rispetto alle parti esterne della sezione.

SRT2

Località: Corciolo
Data: Febbraio 2022

Sezione 2



Rifrazione SRT2

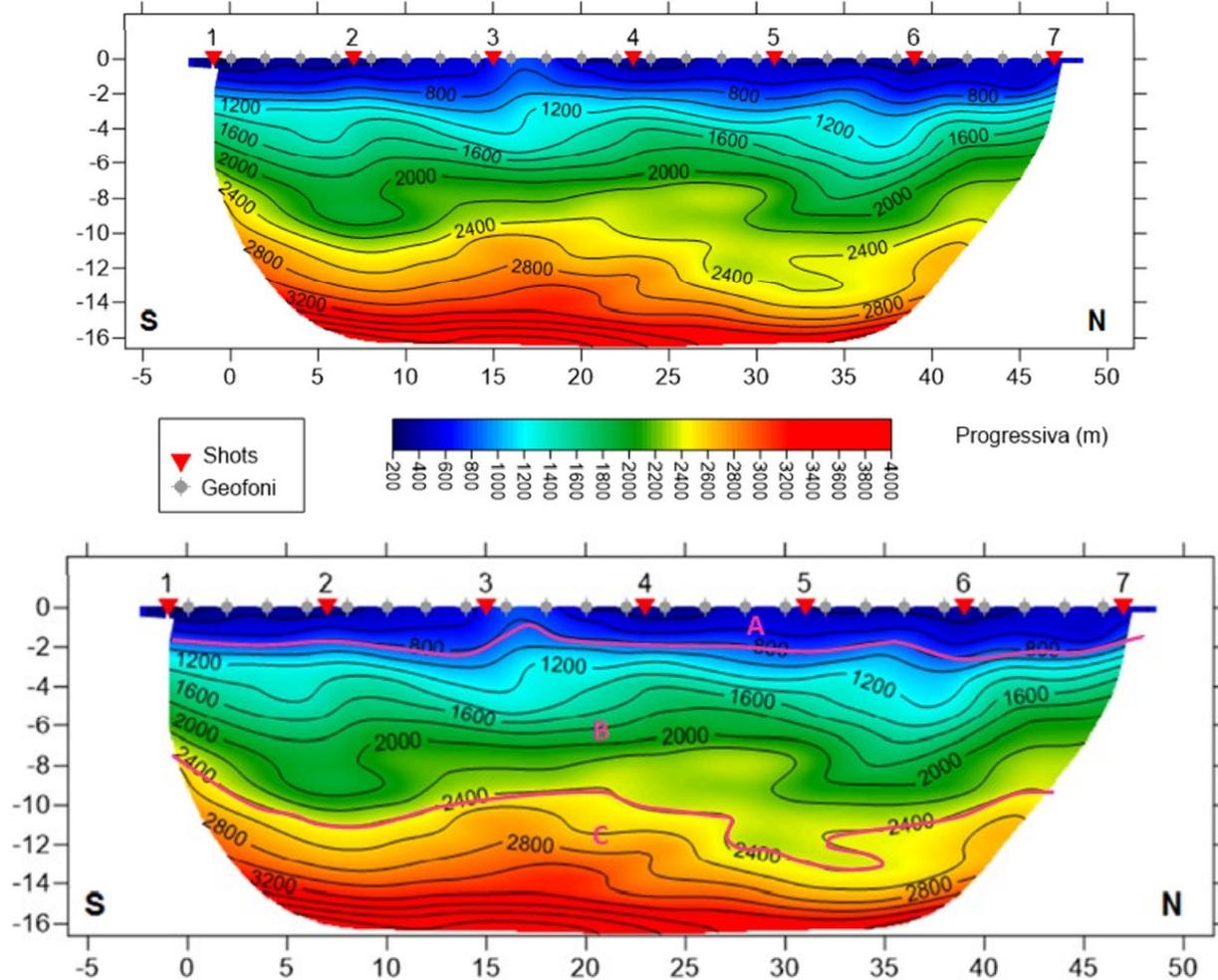
<u>SISMOSTRATI</u>	<u>Profondità da pc (m)</u>	<u>Velocità in m/s</u>
A – Unità delle terre di copertura	da 0 a 1,5	200-800
B – Lapidee fratturate (calcari)	da 0/1,5 a 2/6	800-1600
C – Lapidee da poco fratturate a compatte (calcari)	da 2/6 a 12	>1600

Dall'esame della sezione tomografica SRT2 si riconoscono 3 unità sismostratigrafiche principali caratterizzate da velocità crescente delle onde P all'aumentare della profondità, con un range che varia dai 200 m/s ad oltre 4000 m/s. L'aumentare delle velocità delle onde P è riconducibile al miglioramento delle caratteristiche fisico-meccaniche dei litotipi presenti nel sottosuolo all'aumentare della profondità. La sezione sismostratigrafica si presenta con una zona centrale dove le velocità delle onde si mostrano a parità di profondità inferiori, rispetto alle parti esterne della sezione.

SRT3

Località: Corciolo
Data: Febbraio 2022

Sezione 3



Rifrazione SRT3

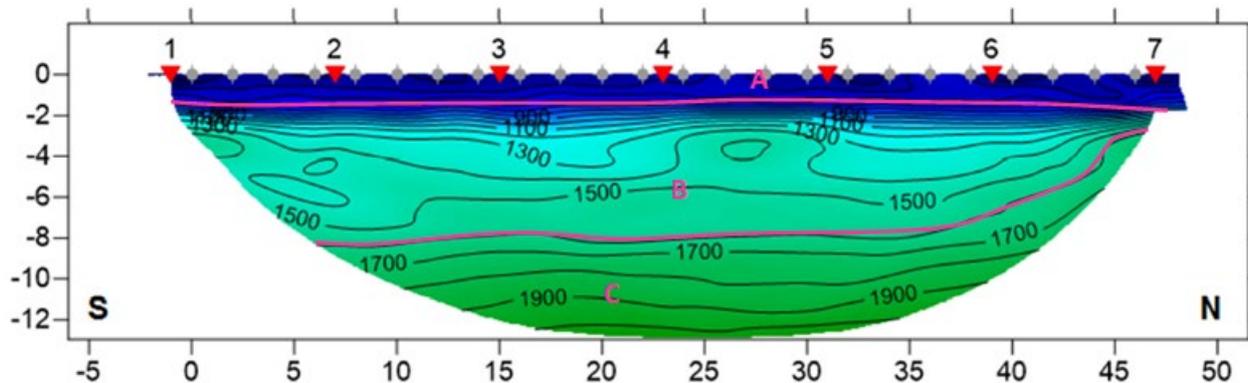
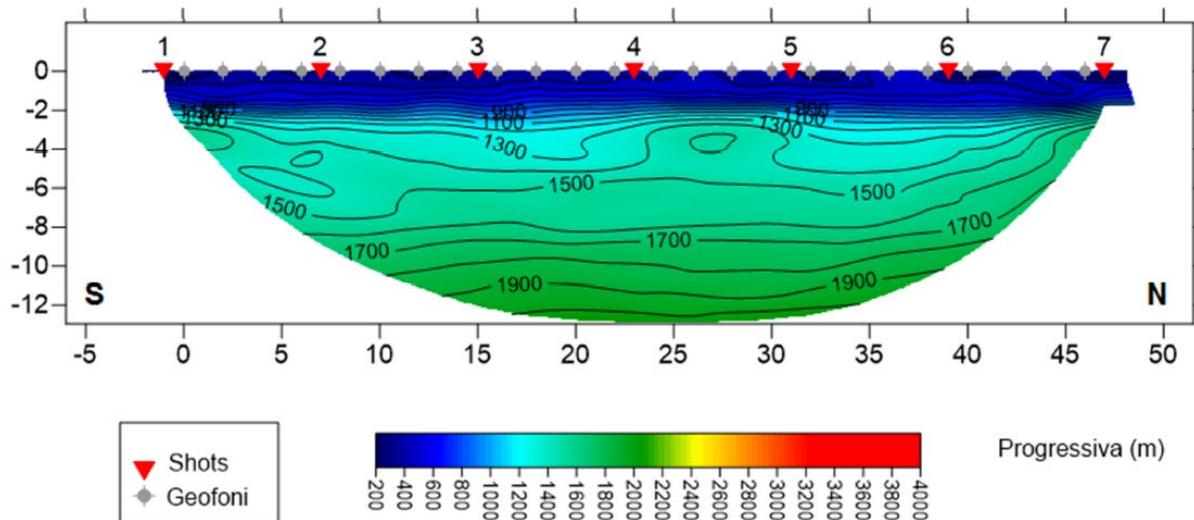
SISMOSTRATI	Profondità da pc (m)	Velocità in m/s
A – Unità delle terre di copertura	da 0 a 1/2	200-800
B – Lapidee tenere (calcareniti)	da 1/2 a 8/12	800-2400
C – Lapidee da poco fratturate a compatte (calcari)	da 8/12 a 16	>2400

Dall'esame della sezione tomografica SRT3 si riconoscono 3 unità sismostratigrafiche principali caratterizzate da velocità crescente delle onde P all'aumentare della profondità, con un range che varia dai 200 m/s ad oltre 4000 m/s. L'aumentare delle velocità delle onde P è riconducibile al miglioramento delle caratteristiche fisico-meccaniche dei litotipi presenti nel sottosuolo all'aumentare della profondità.

SRT4

Località: Corciolo
Data: Febbraio 2022

Sezione 4



Rifrazione SRT3

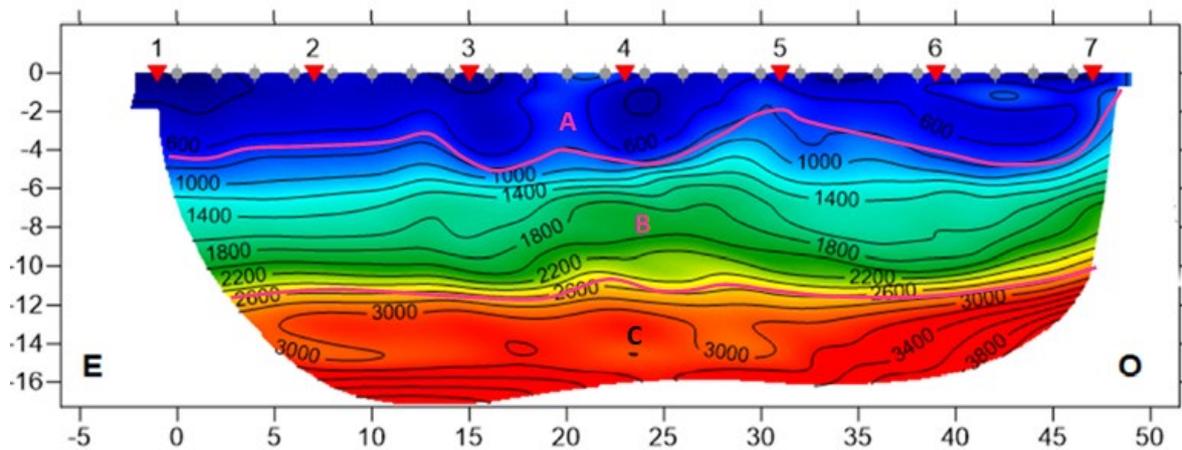
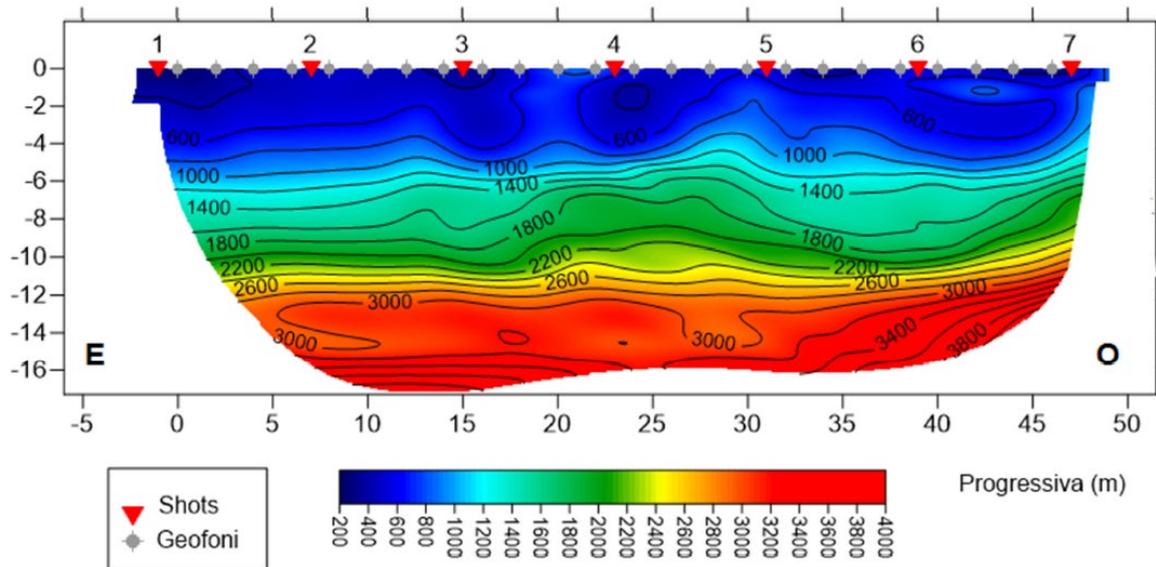
SISMOSTRATI	Profondità da pc (m)	Velocità in m/s
A – Unità delle terre di copertura	da 0 a 2	200-800
B – Terreni semi-litoidi (Calcareniti sabbiose)	da 2 a 3/8	800-1600
C – Lapidei teneri (Calcareniti med. cementate)	da 3/8 a 12	1600-2000

Dall'esame della sezione tomografica SRT4 si riconoscono 3 unità sismostratigrafiche principali caratterizzate da velocità crescente delle onde P all'aumentare della profondità, con un range che varia dai 200 m/s ad oltre 2000 m/s. L'aumentare delle velocità delle onde P è riconducibile al miglioramento delle caratteristiche fisico-meccaniche dei litotipi presenti nel sottosuolo all'aumentare della profondità.

SRT5

Località: Corciolo
Data: Febbraio 2022

Sezione 5



Rifrazione SRT5

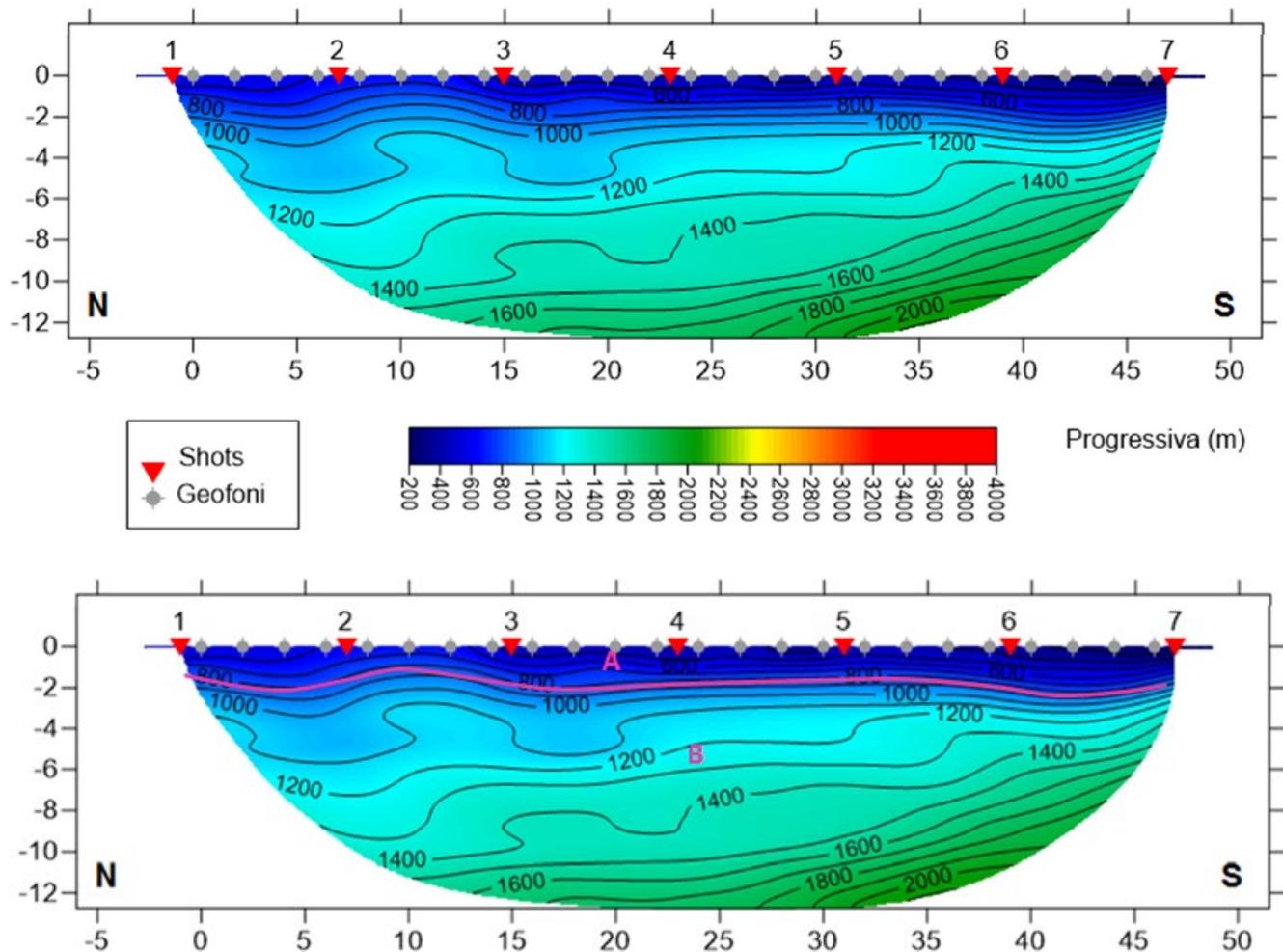
SISMOSTRATI	Profondità da pc (m)	Velocità in m/s
A – Unità delle terre di copertura	da 0 a 2/5	200-800
B – Lapidee tenere (calcareniti)	da 2/5 a 12	800-2600
C – Lapidee da poco fratturate a compatte (calcari)	da 12 a 16	>2600

Dall'esame della sezione tomografica SRT5 si riconoscono 3 unità sismostratigrafiche principali caratterizzate da velocità crescente delle onde P all'aumentare della profondità, con un range che varia dai 200 m/s ad oltre 4000 m/s. L'aumentare delle velocità delle onde P è riconducibile al miglioramento delle caratteristiche fisico-meccaniche dei litotipi presenti nel sottosuolo all'aumentare della profondità.

SRT6

Località: Corciolo
Data: Febbraio 2022

Sezione 6



Rifrazione SRT6

SISMOSTRATI	Profondità da pc (m)	Velocità in m/s
A – Unità delle terre di copertura	da 0 a 2	200-800
B – Lapidee tenere (calcareniti)	da 2 a 12	800-2000

Dall'esame della sezione tomografica SRT6 si riconoscono 2 unità sismostratigrafiche principali caratterizzate da velocità crescente delle onde P all'aumentare della profondità, con un range che varia dai 200 m/s ad oltre 2000 m/s. L'aumentare delle velocità delle onde P è riconducibile al miglioramento delle caratteristiche fisico-meccaniche dei litotipi presenti nel sottosuolo all'aumentare della profondità.

7.3. SISMICA MASW

La campagna Geofisica MASW è consistita nell'esecuzione N. 6 profili MASW a 24 canali.

La metodologia utilizzata, i report computerizzati e fotografici delle indagini MASW eseguite sono mostrati nel dettaglio all'interno dell'Allegato 1 – REPORT SULLE INDAGINI IN SITO.

Facendo riferimento al modello medio (V_s e spessore degli strati), ottenuto dal processo di inversione per le indagini eseguite, di seguito si riporta un quadro con la stima della V_p , della densità e di alcuni Moduli elastici per le prove eseguite (da *Tabella 7-1* a *Tabella 7-6*). Le *Figure da 7-15 a 7-20* mostrano invece i profili verticali V_s identificati.

N. STRATO	SPESSORE (Thickness) (m)	V_s (m/s)	DENSITA' (gr/cm ³)	MODULO di TAGLIO (MPa)	V_p (m/s)	POISSON
1	0.7	423	2.06	369	1036	0.40
2	5.2	791	2.20	1374	1798	0.38
3	6.6	1080	2.25	2626	2248	0.35
4	7.2	1129	2.26	2875	2293	0.34
5	5.1	1243	2.27	3505	2416	0.32
6	Semi-Spazio	1351	2.28	4161	2527	0.30

Tabella 7-1 - Modello medio delle V_s con stima della V_p , della densità ed i alcuni Moduli dinamici, MASW n. 1

N. STRATO	SPESSORE (Thickness) (m)	V_s (m/s)	DENSITA' (gr/cm ³)	MODULO di TAGLIO (MPa)	V_p (m/s)	POISSON
1	0.8	429	2.07	380	1051	0.40
2	4.9	823	2.21	1494	1871	0.38
3	5.8	1142	2.26	2953	2377	0.35
4	6.8	1196	2.27	3247	2429	0.34
5	7.3	1352	2.29	4184	2628	0.32
6	Semi-Spazio	1432	2.29	4704	2679	0.30

Tabella 7-2 - Modello medio delle V_s con stima della V_p , della densità ed i alcuni Moduli dinamici, MASW n. 2

N. STRATO	SPESSORE (Thickness) (m)	V_s (m/s)	DENSITA' (gr/cm ³)	MODULO di TAGLIO (MPa)	V_p (m/s)	POISSON
1	0.8	295	1.98	172	723	0.40
2	5.3	723	2.17	1137	1643	0.38
3	5.9	946	2.22	1986	1969	0.35
4	7.1	1086	2.25	2649	2206	0.34
5	6.2	1153	2.25	2991	2241	0.32
6	Semi-Spazio	1387	2.29	4398	2595	0.30

Tabella 7-3 - Modello medio delle V_s con stima della V_p , della densità ed i alcuni Moduli dinamici, MASW n. 3

N. STRATO	SPESSORE (Thickness) (m)	Vs (m/s)	DENSITA' (gr/cm ³)	MODULO di TAGLIO (MPa)	Vp (m/s)	POISSON
1	1.2	287	1.97	162	703	0.40
2	3.8	512	2.07	542	1066	0.35
3	6.1	583	2.12	721	1325	0.38
4	5.8	652	2.13	905	1357	0.35
5	6.2	762	2.16	1254	1548	0.34
6	Semi-Spazio	816	2.17	1442	1586	0.32

Tabella 7-4 - Modello medio delle Vs con stima della Vp, della densità ed i alcuni Moduli dinamici, MASW n. 4

N. STRATO	SPESSORE (Thickness) (m)	Vs (m/s)	DENSITA' (gr/cm ³)	MODULO di TAGLIO (MPa)	Vp (m/s)	POISSON
1	1.7	199	1.88	74	487	0.40
2	6.3	324	1.98	208	736	0.38
3	4.3	596	2.11	748	1241	0.35
4	6.1	684	2.13	998	1389	0.34
5	5.2	775	2.15	1293	1506	0.32
6	Semi-Spazio	863	2.17	1616	1615	0.30

Tabella 7-5 - Modello medio delle Vs con stima della Vp, della densità ed i alcuni Moduli dinamici, MASW n. 5

N. STRATO	SPESSORE (Thickness) (m)	Vs (m/s)	DENSITA' (gr/cm ³)	MODULO di TAGLIO (MPa)	Vp (m/s)	POISSON
1	1.3	232	1.92	103	568	0.40
2	4.6	332	1.99	219	755	0.38
3	6.2	628	2.12	836	1307	0.35
4	5.9	752	2.16	1220	1527	0.34
5	6.7	863	2.18	1623	1677	0.32
6	Semi-Spazio	912	2.18	1816	1706	0.30

Tabella 7-6 - Modello medio delle Vs con stima della Vp, della densità ed i alcuni Moduli dinamici, MASW n. 6

Le formule per il calcolo dei Moduli elastici in funzione di Vs, Vp e densità, sono:

Modulo di Poisson (adimensionale)	$(V_p^2 - 2V_s^2)/2(V_p^2 - V_s^2)$
Modulo di Young (in Pa)	$\rho V_s^2(4 - 3k^2)/(1 - k^2)$
Modulo di Taglio (in Pa)	ρV_s^2
Modulo di Compressione o di Bulk (in Pa)	$\rho V_s^2(k^2 - 4/3)$

Dove:

$k = V_p/V_s$;

$\rho =$ densità (Kg/m³);

V_p e $V_s =$ velocità onde di taglio e compressionali in m/s

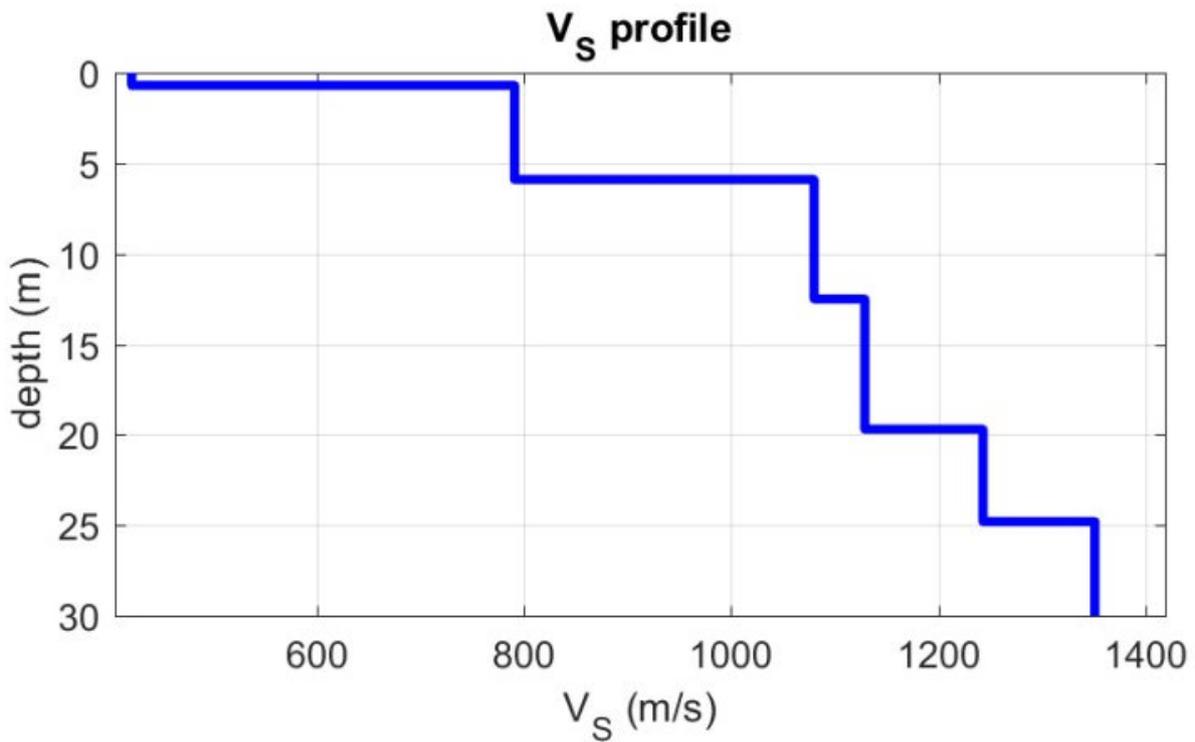


Figura 7-15 – Profilo verticale Vs – MASW 1

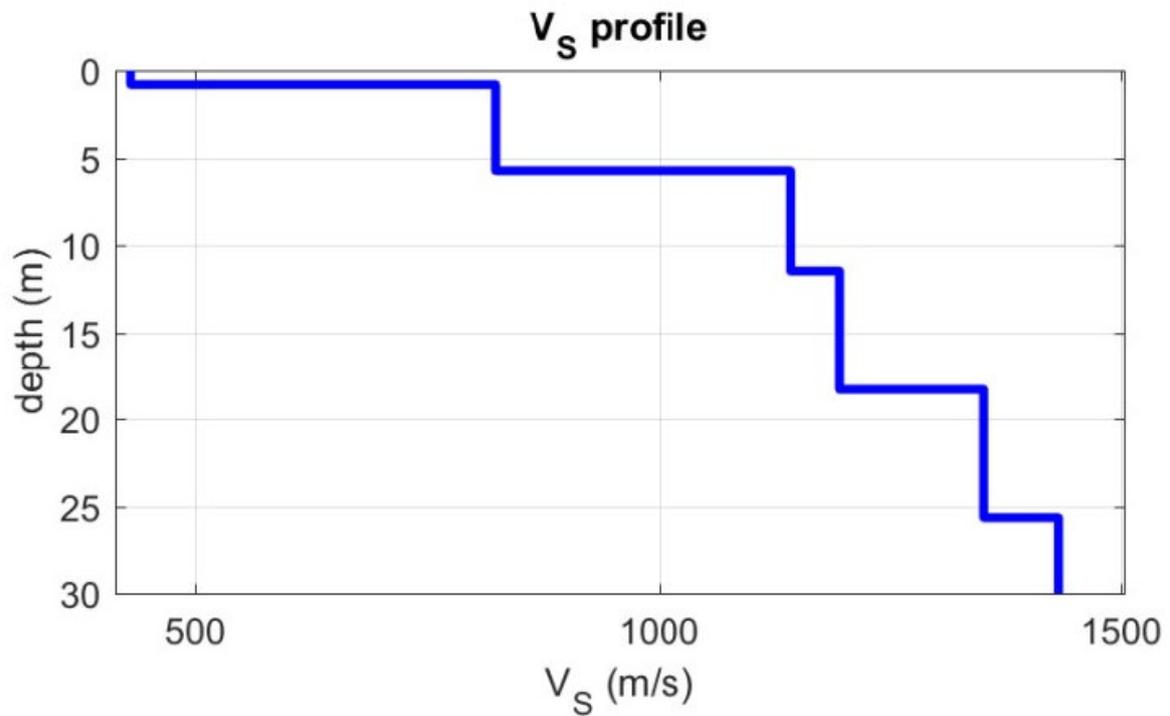


Figura 7-16 – Profilo verticale Vs – MASW 2

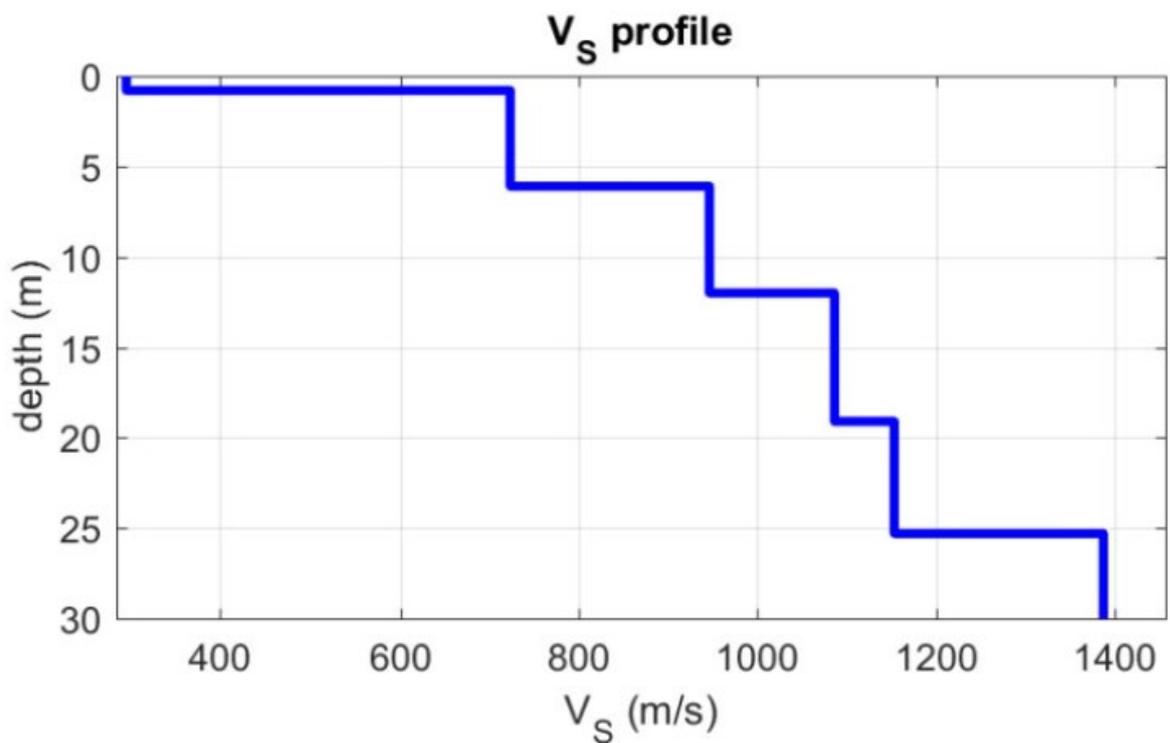


Figura 7-17 – Profilo verticale Vs – MASW 3

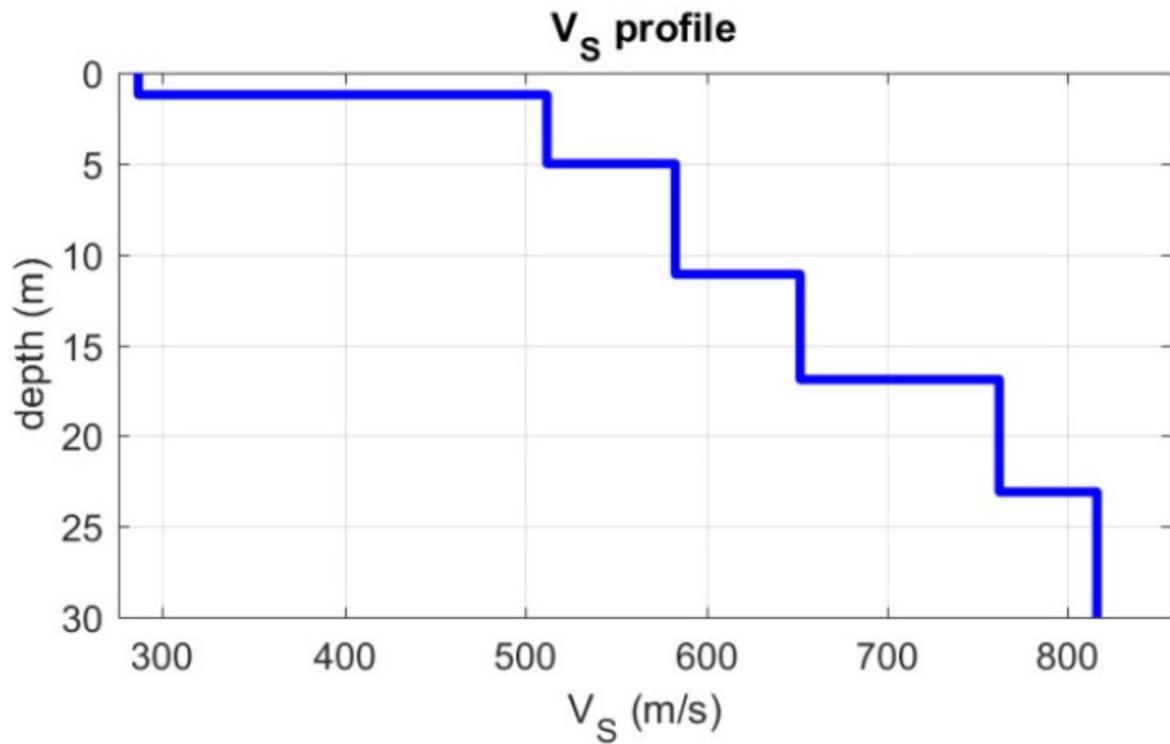


Figura 7-18 – Profilo verticale Vs – MASW 4

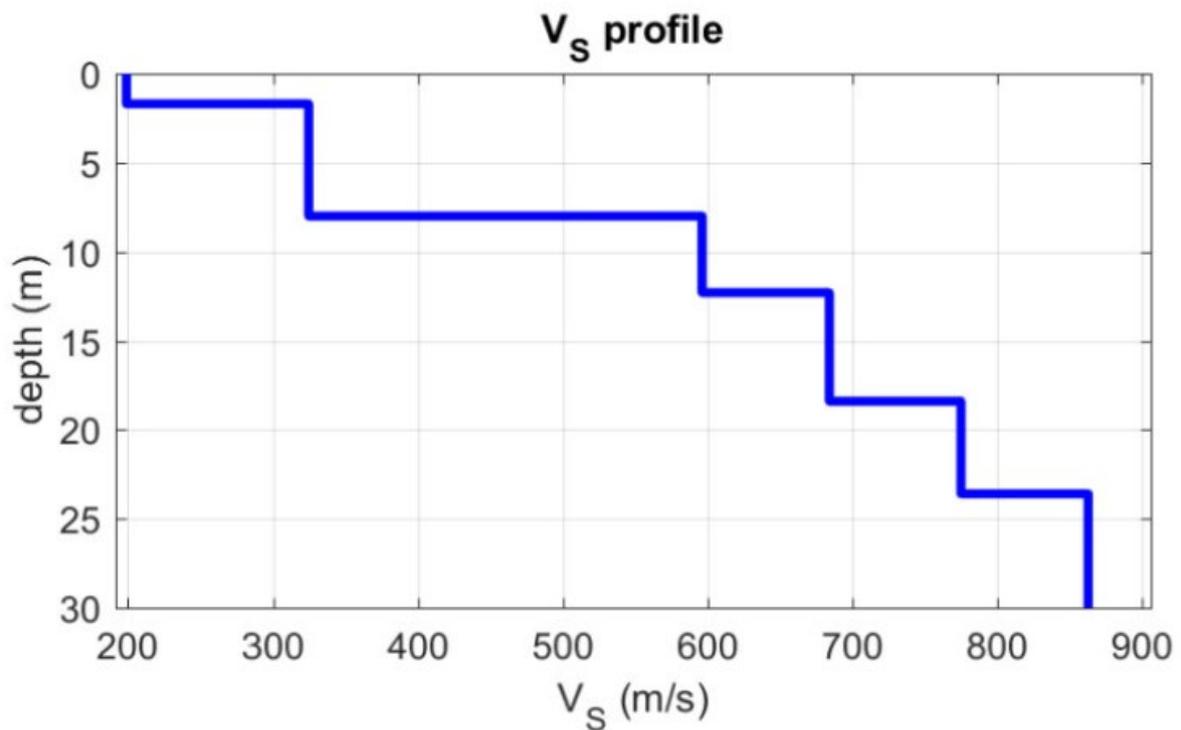


Figura 7-19 – Profilo verticale Vs – MASW 5

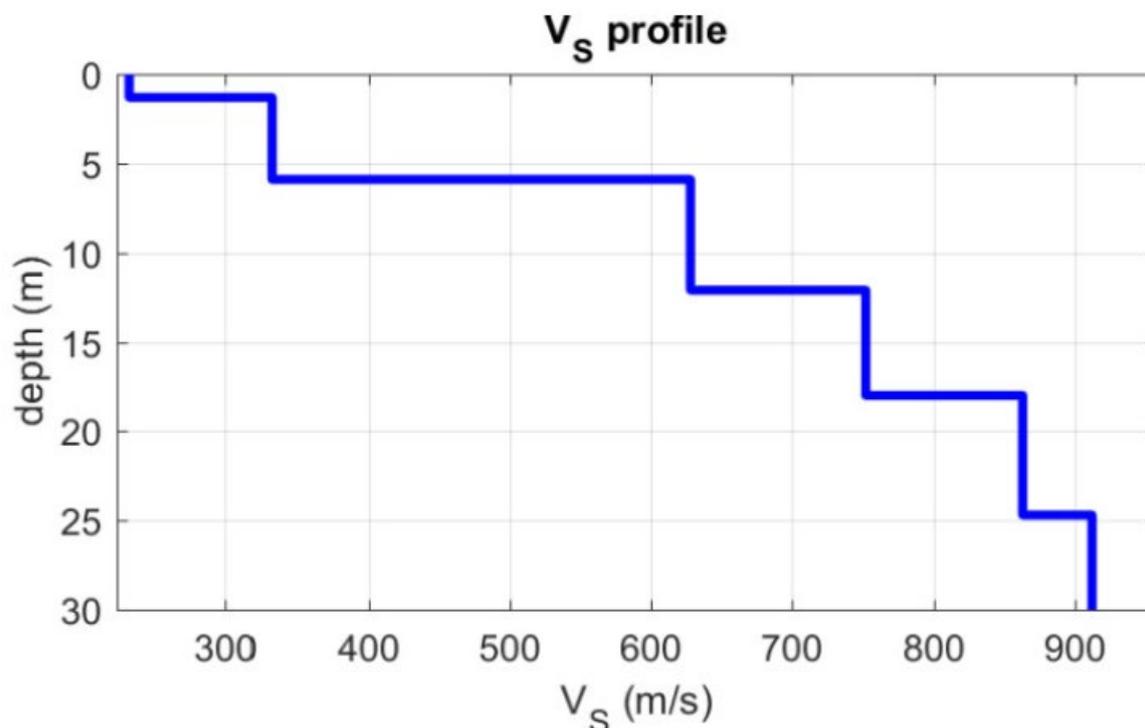


Figura 7-20 – Profilo verticale Vs – MASW 6

7.3.1. Calcolo Vs, eq (D.M. 17/01/2018 – NTC2018)

Con Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni (DM 17.1.2018), per quanto riguarda le categorie di sottosuolo, vengono eliminate le categorie S1 ed S2, mentre con l'utilizzo della Vs, eq, le categorie di sottosuolo B, C e D vengono ampliate inglobando alcune configurazioni che rientravano in S2, quando il bedrock sismico si posizionava tra i 3 ed i 25 metri dal piano di riferimento. Inoltre la Categoria di sottosuolo D (che nelle NTC08 erano definite con $V_{s,30} < 180$ m/sec) viene classificata con valori di Vs, eq compresi tra 100 e 180 m/sec.

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

Tabella 7-7 - Categorie suolo di fondazione – Tabella 3.2.II NTC18.

La V_{Seq} , è data dai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, $V_{S, eq}$ (in m/s), definita dall'espressione:

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

con

h_i = spessore dello stato i -esimo;

$V_{s,i}$ = velocità delle onde di taglio nell' i -esimo strato;

N = numero di strati;

H = profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_s non inferiore a 800 m/sec.

Per le fondazioni superficiali, la profondità del substrato viene riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali alla testa dei pali.

Nel caso di opere di sostegno di terreni naturali, la profondità è riferita alla testa dell'opera. Per muri di sostegno di terrapieni, la profondità viene riferita al piano di imposta della fondazione (Figura 7-21).

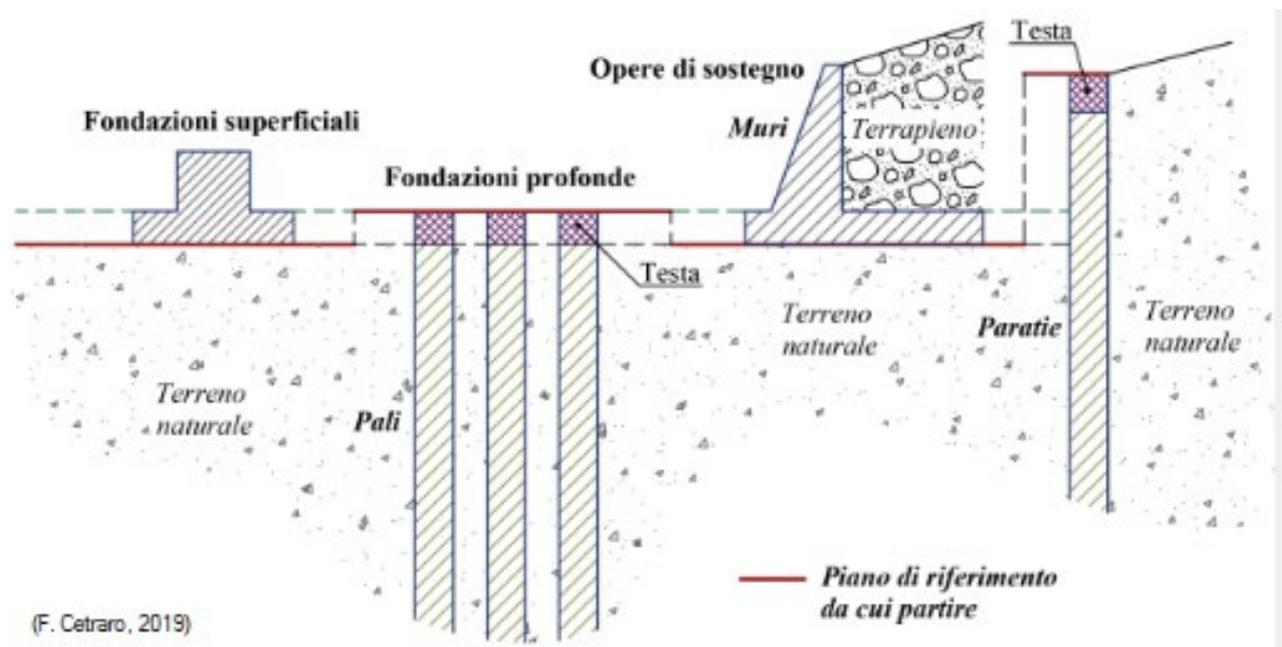


Figura 7-21 – Definizione della profondità del substrato

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

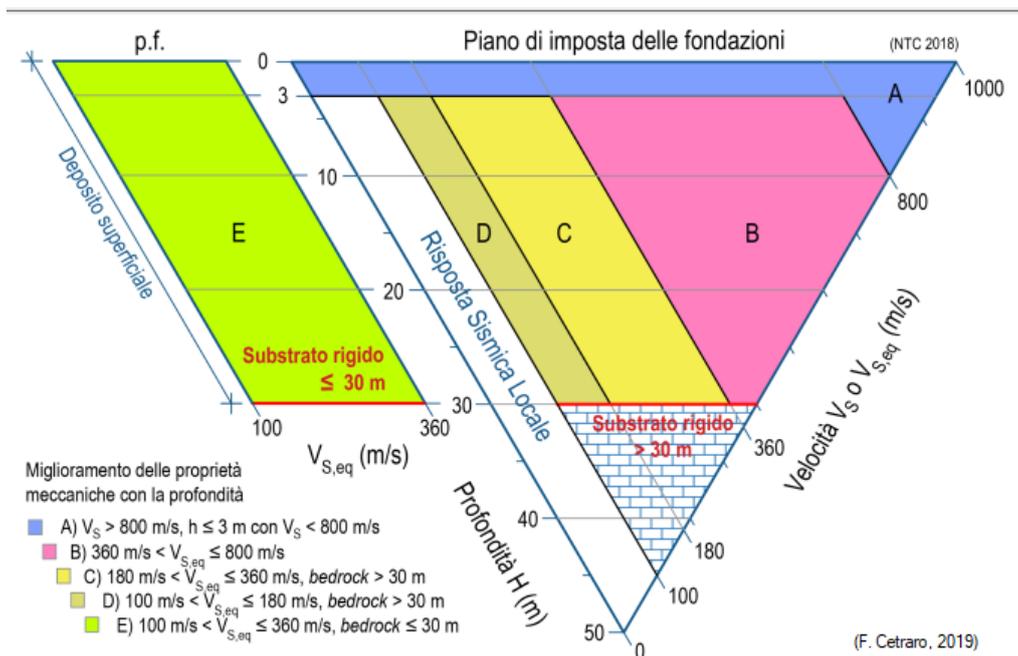


Figura 7-22 – Diagramma per la definizione delle categorie del suolo di fondazione secondo i riferimenti del § 3.2.2 delle NTC 2018

Il valore della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio (V_s , eq), ottenuto dal Modello Medio dell'elaborazione dei dati acquisiti attraverso la base sismica, è risultato essere in riferimento al piano campagna:

- per la base sismica MASW 1 $V_{s,eq} = 717$ m/s – SUOLO CAT. B
- per la base sismica MASW 2 $V_{s,eq} = 429$ m/s – SUOLO CAT. B
- per la base sismica MASW 3 $V_{s,eq} = 607$ m/s – SUOLO CAT. B
- per la base sismica MASW 4 $V_{s,eq} = 591$ m/s – SUOLO CAT. B
- per la base sismica MASW 5 $V_{s,eq} = 464$ m/s – SUOLO CAT. B
- per la base sismica MASW 6 $V_{s,eq} = 464$ m/s – SUOLO CAT. B

8. CARATTERISTICHE SISMOLOGICHE E TETTONICHE

8.1. SISMICITÀ DELL’AREA

In riferimento al contesto geologico e sismo-tettonico dell’area, se da un lato le conoscenze in termini di aree sismogenetiche (cioè quelle porzioni di territorio in cui sono state riconosciute strutture tettoniche attive), che attribuiscono a queste un carattere di “bassa energia”, sembrano non esporre il territorio ad un considerevole rischio, al contrario, il quadro sismogenetico delle aree contermini (Capitanata, Gargano, Subappennino, Albania e Grecia) attribuiscono un “medio-alto rischio” in termini di sismicità risentita (cioè legata ad eventi sismici che hanno epicentro in altre aree ma considerevoli effetti anche a notevoli distanze). E’ proprio in quest’ottica che la nuova normativa ha riclassificato l’intero territorio nazionale.

Nel seguito si riporta la storia sismica di Brindisi derivata dal Database Macrosismico Italiano (DBMI15 v3.0 – Database Macrosismico Italiano), utilizzato per la compilazione del CPTI15, ossia del Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani, consultabile dal sito <https://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15/>.

Per ogni terremoto, vengono riportati, oltre alla data di accadimento dell’evento, gli effetti risentiti, in termini di intensità al sito (I_s) (espressa in Scala Mercalli - MCS), nel territorio di Mesagne, “in occasione del terremoto di:”, riferito all’ubicazione dell’evento, di cui viene riportato, oltre al toponimo dell’area epicentrale, quanto significativo è stato il terremoto sia in termini di intensità (I_o) che di magnitudo momento (M_w) (espressa in Scala Richter).

Vengono inoltre presi a riferimento e dettagliati i terremoti più significativi in termini magnitudo (terremoto del 1743) ed in termini di accadimento temporale dell’evento (terremoti più recenti).

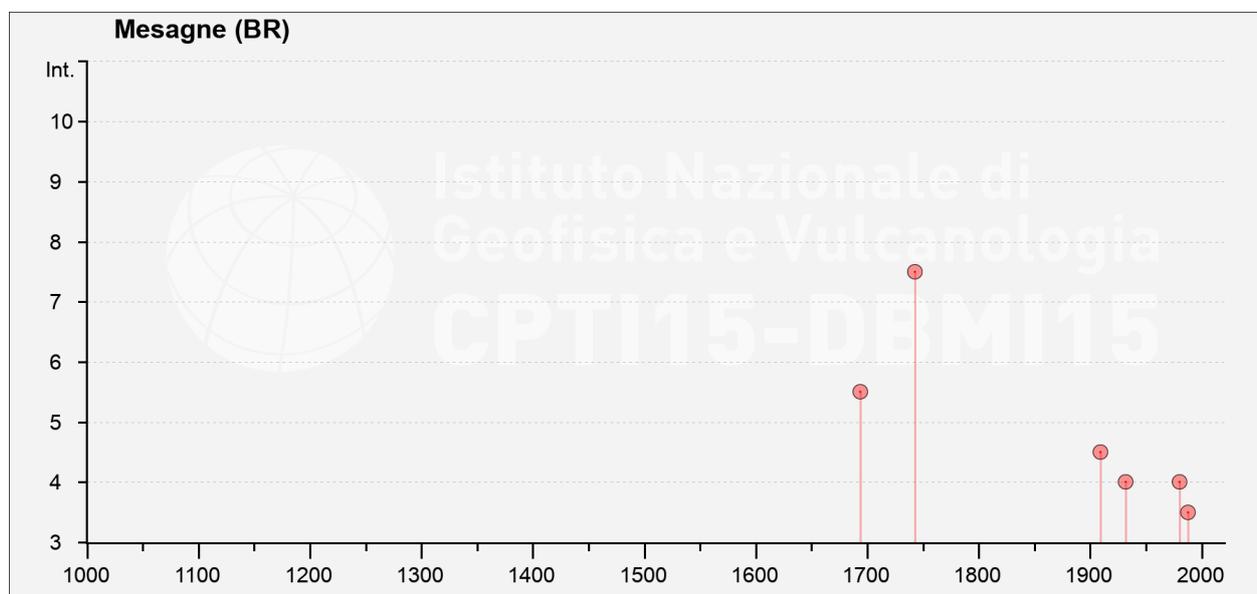


Figura 8-1 – Storia sismica del Comune di Mesagne

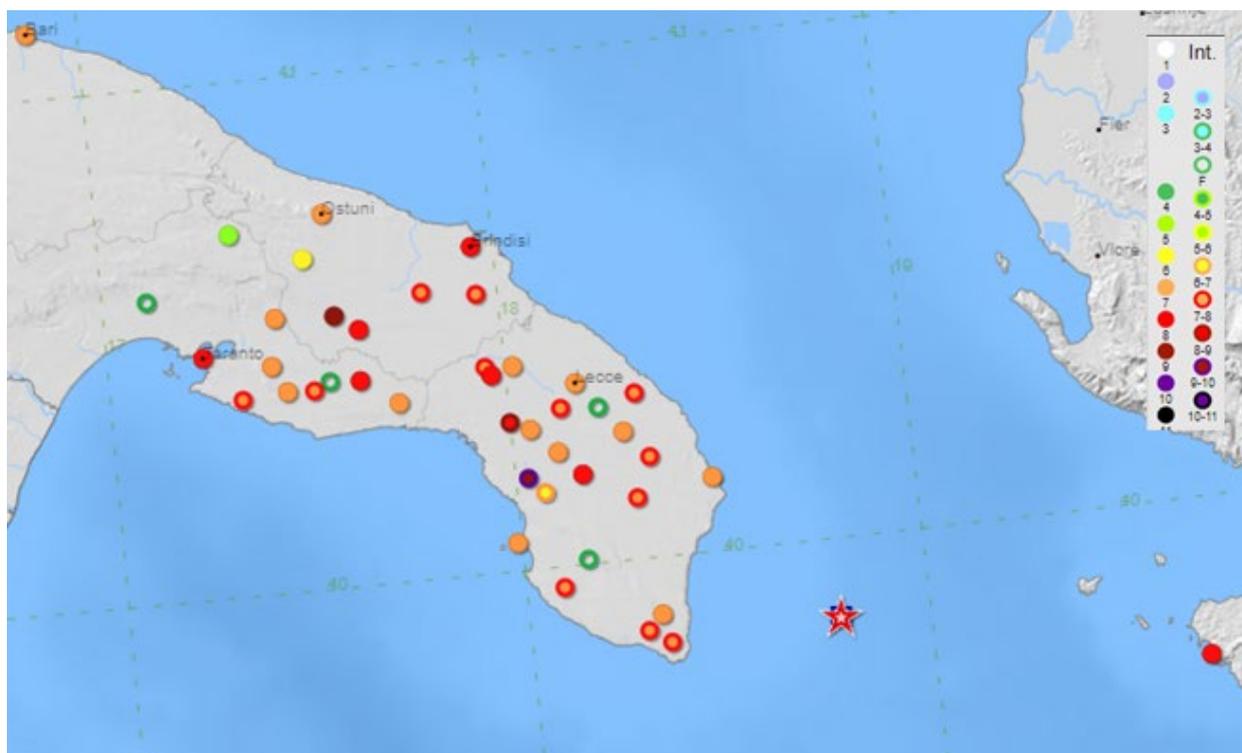
Effetti	In occasione del terremoto del									
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
5-6	1694	09	08	11	40		Irpinia-Basilicata	251	10	6.73
7-8	1743	02	20				Ionio settentrionale	84	9	6.68
NF	1905	09	08	01	43		Calabria centrale	895	10-11	6.95
4-5	1909	01	20	19	58		Salento	32	5	4.51
4	1932	03	30	09	56	2	Bassa Murgia	28	5	4.54
2	1978	09	24	08	07	4	Materano	121	6	4.75
4	1980	11	23	18	34	5	Irpinia-Basilicata	1394	10	6.81
3-4	1988	04	13	21	28	2	Golfo di Taranto	272	6-7	4.86
2-3	1990	02	18	20	10	4	Adriatico centrale	46		4.24
2-3	1990	05	05	07	21	2	Potentino	1375		5.77

Figura 8-2 – Storia sismica del Comune di Mesagne

1743 febbraio 20
Ionio settentrionale

EqID 17430220_1630_000

	Lat	Lon	Orig. ep.	Io	Mw	ErMw	Orig. mag.	Profond.
★ CPTI15	39.847	18.774		9	6.68 ± 0.12		Mdm	
▣ Macro	39.847	18.774	bx0	9	6.68 ± 0.12		bxn	



1743 febbraio 20
Ionio settentrionale
EqID 17430220_1630_000

Mesagne

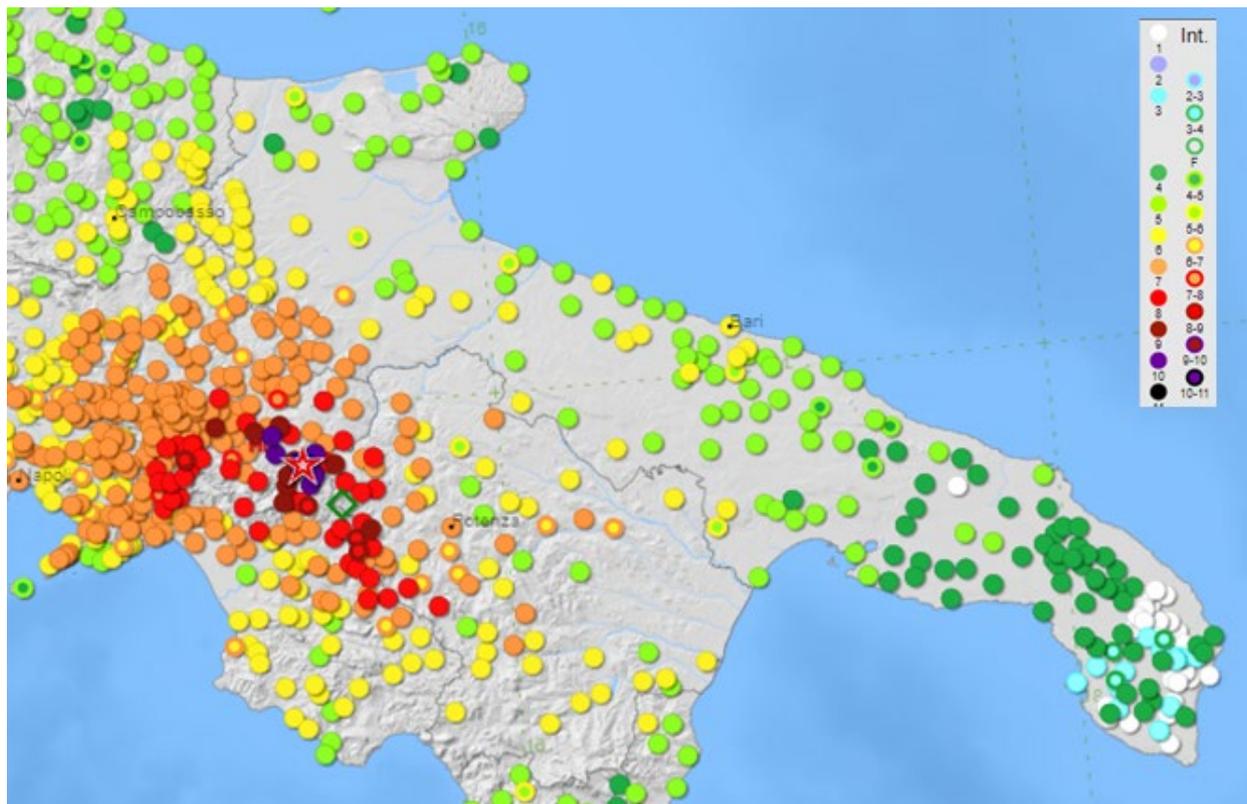
Intensità	7-8
PlaceID	IT_62586
Coordinate (lat, lon)	40.558, 17.808
Comune (ISTAT 2015)	Mesagne
Provincia	Brindisi
Regione	Puglia

Figura 8-3 – Informazioni sul terremoto del 20 febbraio 1743 e relativa intensità registrata nel territorio di Mesagne

1980 novembre 23 18:34:52
Irpinia-Basilicata

EqID 19801123_1834_000

	Lat	Lon	Orig. ep.	Io	Mw	ErMw	Orig. mag.	Profond.
★ CPTI15	40.842	15.283		10	6.81 ± 0.10		InsO	
▣ Macro	40.842	15.283	bx0	10	6.76 ± 0.10		bxn	
◇ Instr	40.724	15.414	WEST993		6.81 ± 0.10		MwMT	12.0



1980 novembre 23 18:34:52.00
Irpinia-Basilicata
EqID 19801123_1834_000

Mesagne

Intensità	4
PlaceID	IT_62586
Coordinate (lat, lon)	40.558, 17.808
Comune (ISTAT 2015)	Mesagne
Provincia	Brindisi
Regione	Puglia

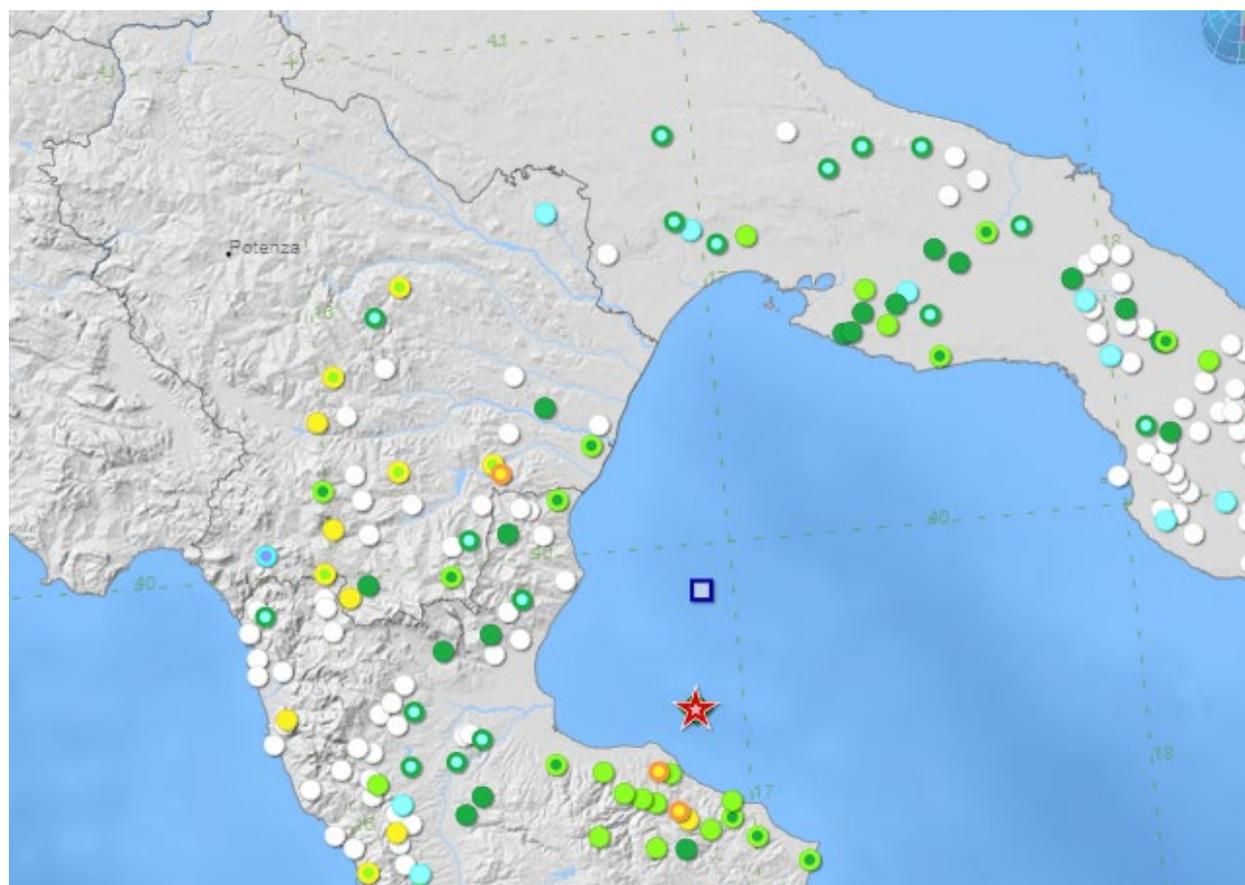
Figura 8-4 – Informazioni sul terremoto del 23 novembre 1980 e relativa intensità registrata nel territorio di Mesagne

1988 aprile 13 21:28:27.56

Golfo di Taranto

EqID 19880413_2128_000

	Lat	Lon	Orig. ep.	Io	Mw	ErMw	Orig. mag.	Profond
★ CPTI15	39.682	16.879		6-7	4.86 ± 0.07		Wmim	2.7
▣ Macro	39.910	16.920	bx4	6-7	5.07 ± 0.10		bxn	
◇ Instr	39.682	16.879	CSTI1.1		4.49 ± 0.13		Pry_mlmsmb	2.8



1988 aprile 13 21:28:27.56

Golfo di Taranto

EqID 19880413_2128_000

Mesagne

Intensità	3-4
PlaceID	IT_62586
Coordinate (lat, lon)	40.558, 17.808
Comune (ISTAT 2015)	Mesagne
Provincia	Brindisi
Regione	Puglia

Figura 8-5 – Informazioni sul terremoto del 13 aprile 1988 e relativa intensità registrata nel territorio di Mesagne.

Dalla consultazione del progetto DISS 3.3.0 (Database of Individual Seismogenic Sources) dell’istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, di cui si riporta nell’immagine che segue (Figura 8-6) uno stralcio, si evince la distanza del territorio di in studio dalle principali sorgenti sismogenetiche che interessano l’Italia meridionale.

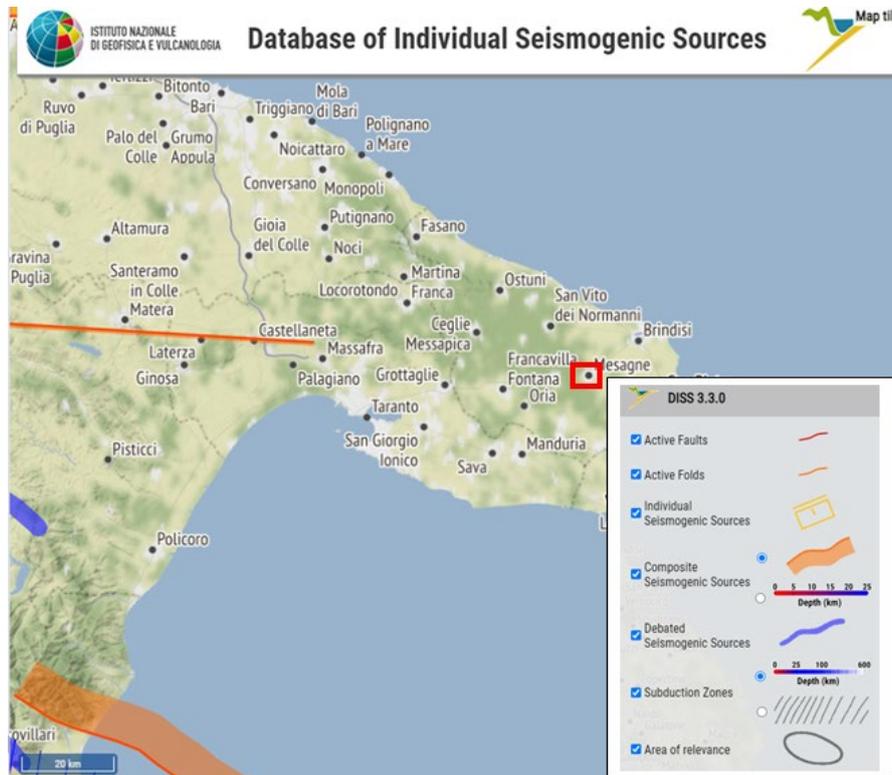


Figura 8-6 – Stralcio del database delle sorgenti sismogenetiche

La sorgente sismogenetica più vicina è: la ITCS005 “Baragiano-Palagianello” di cui si dettagliano, nel seguito, le principali caratteristiche, sempre desunte dal database DISS 3.3.0.

ITCS005 “Baragiano-Palagianello”

PARAMETRIC INFORMATION

Parameter	Quality	Evidence
Min depth [km]	13.0	OD Derived from seismological data.
Max depth [km]	22.0	OD Derived from seismological data.
Strike [deg] min... max	80...100	LD Based on focal mechanisms.
Dip [deg] min... max	80...90	LD Based on focal mechanisms.
Rake [deg] min... max	170...190	LD Based on focal mechanisms.
Slip Rate [mm/y] min... max	0.1000... 0.5000	EJ Unknown, values assumed from geodynamic constraints.
Max Magnitude [Mw]	7.4	ER Estimated from Leonard's (2014) scaling relations.

LD=Literature Data; OD=Original Data; ER=Empirical Relationship; AR=Analytical Relationship; EJ=Expert Judgement

8.2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO ED AZIONE SISMICA

Le recenti Norme Tecniche per le Costruzioni 2018 e l'OPCM del 20 marzo 2003 n. 3274, superando il concetto della classificazione sismica del territorio in zone, imponendo nuovi e precisi criteri di verifica dell'azione sismica nella progettazione di nuove opere ed in quelle esistenti, valutata mediante un'analisi della risposta sismica locale. In assenza di tali analisi, per condizioni stratigrafiche e proprietà dei terreni chiaramente riconducibili alle categorie definite nella Tab. 3.2.11 delle NTC18, la stima dell'azione sismica può essere effettuata sulla scorta delle "categorie di sottosuolo" e della definizione di una "pericolosità di base" fondata su un reticolo di punti di riferimento, costruito per l'intero territorio nazionale. Ai punti del reticolo sono attribuiti, per nove differenti periodi di ritorno del terremoto atteso, i valori di a_g e dei principali "parametri spettrali" riferiti all'accelerazione orizzontale, da utilizzare per il calcolo dell'azione sismica (fattore di amplificazione F_0 e periodo di inizio del tratto a velocità costante T^*C). il reticolo di riferimento ed i dati di pericolosità sismica vengono forniti dall'INGV e pubblicati sul sito <http://esse1-gis.mi.ingv.it/>.

Modello di pericolosità sismica del territorio nazionale MPS04-S1 (2004)

Informazioni sul nodo con ID: 34142 - Latitudine: 40.554 - Longitudine: 17.768

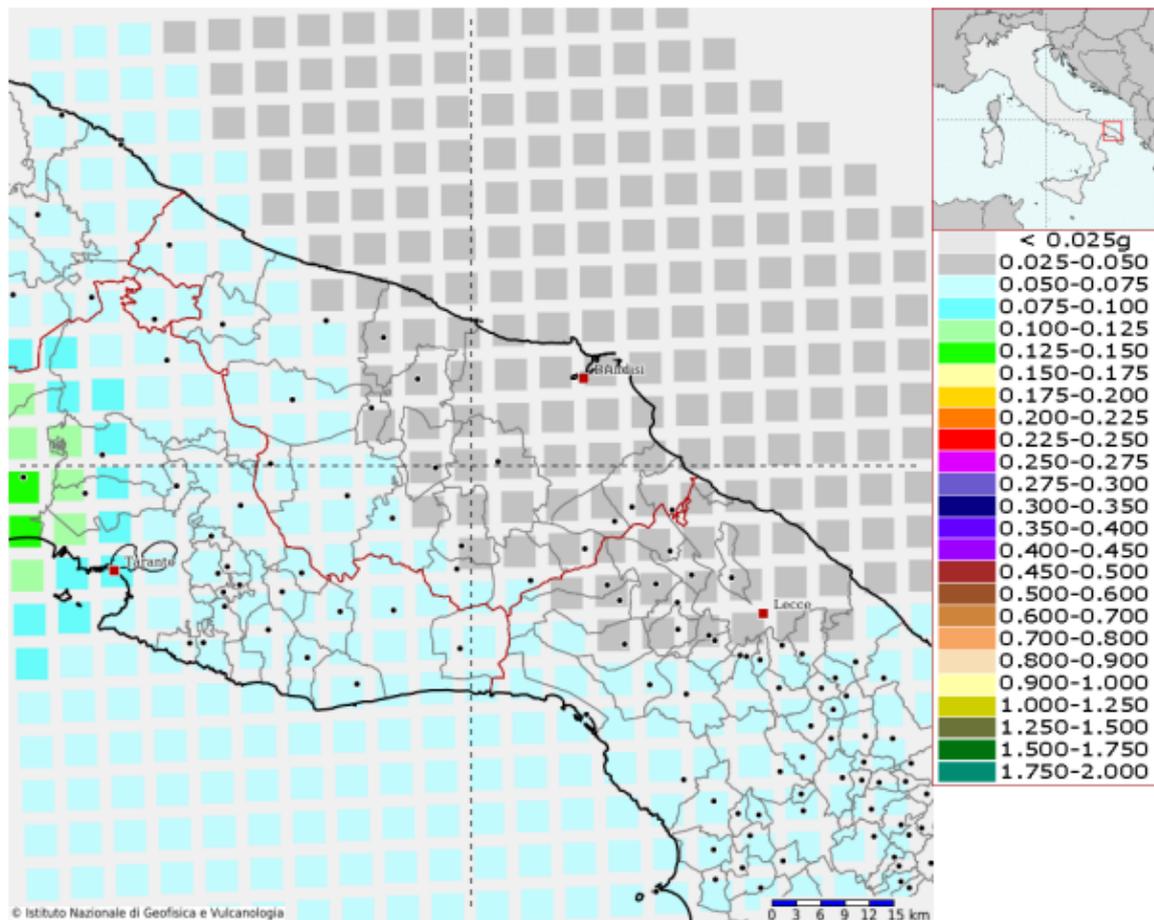
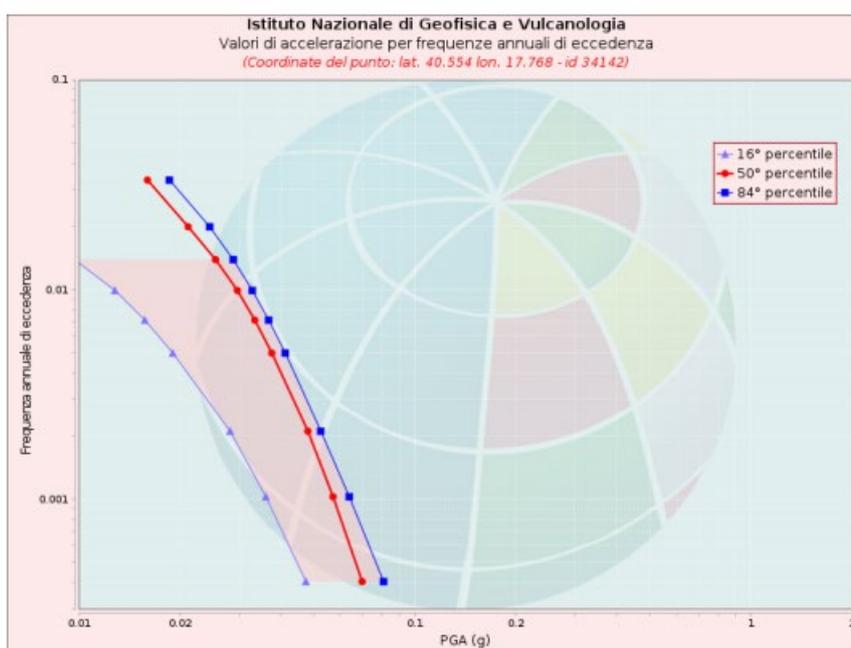


Figura 8-7 – Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale espressa in termini di accelerazione massima al suolo (a_{max}) con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita a suoli molto rigidi ($V_{s30} > 800$ m/s; cat. A). Fonte: <http://esse1-gis.mi.ingv.it/>

Secondo la mappa di pericolosità sismica sopra riportata (Figura 8-7), l'area in questione è caratterizzata da un'accelerazione compresa fra 0.025-0.050 g, in cui è riportata la mappa della pericolosità sismica per il sito in questione con una probabilità di eccedenza del 5% in 50 anni (riferita a suoli rigidi – categoria A).

Nelle figure seguenti si riportano rispettivamente la curva di pericolosità (Figura 8-8), gli spettri a pericolosità uniforme (Figura 8-9) ed il grafico di disaggregazione e la relativa tabella (Figura 8-10).

La pericolosità è l'insieme dei valori di scuotimento (in questo caso per la PGA) per diverse frequenze annuali di eccedenza (valore inverso del periodo di ritorno). La tabella riporta i valori mostrati nel grafico, relativi al valore mediano (50mo percentile) ed incertezza, espressa attraverso il 16° e l'84° percentile.

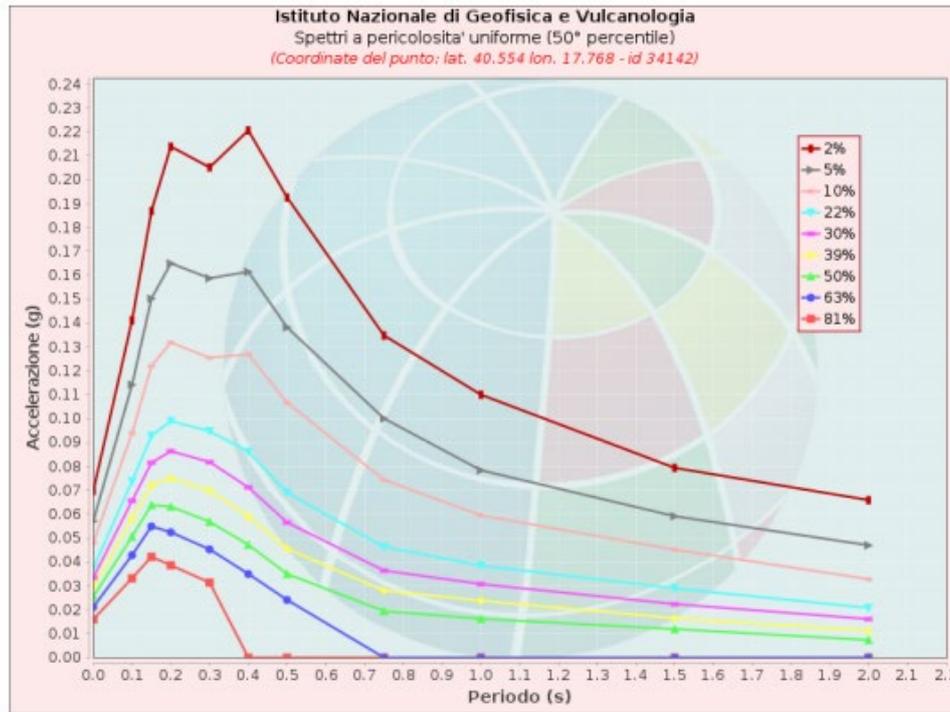


Valori di accelerazione per frequenze annuali di eccedenza			
Frequenza annuale di ecc.	PGA (g)		
	16° percentile	50° percentile	84° percentile
0.0004	0.047	0.070	0.081
0.0010	0.036	0.057	0.064
0.0021	0.028	0.048	0.053
0.0050	0.019	0.038	0.041
0.0071	0.016	0.033	0.037
0.0099	0.013	0.030	0.033
0.0139	0.010	0.026	0.029
0.0199	0.000	0.021	0.025
0.0332	0.000	0.016	0.019

Figura 8-8 – Curva di pericolosità per il punto della griglia presa a riferimento Nodo ID: 34142

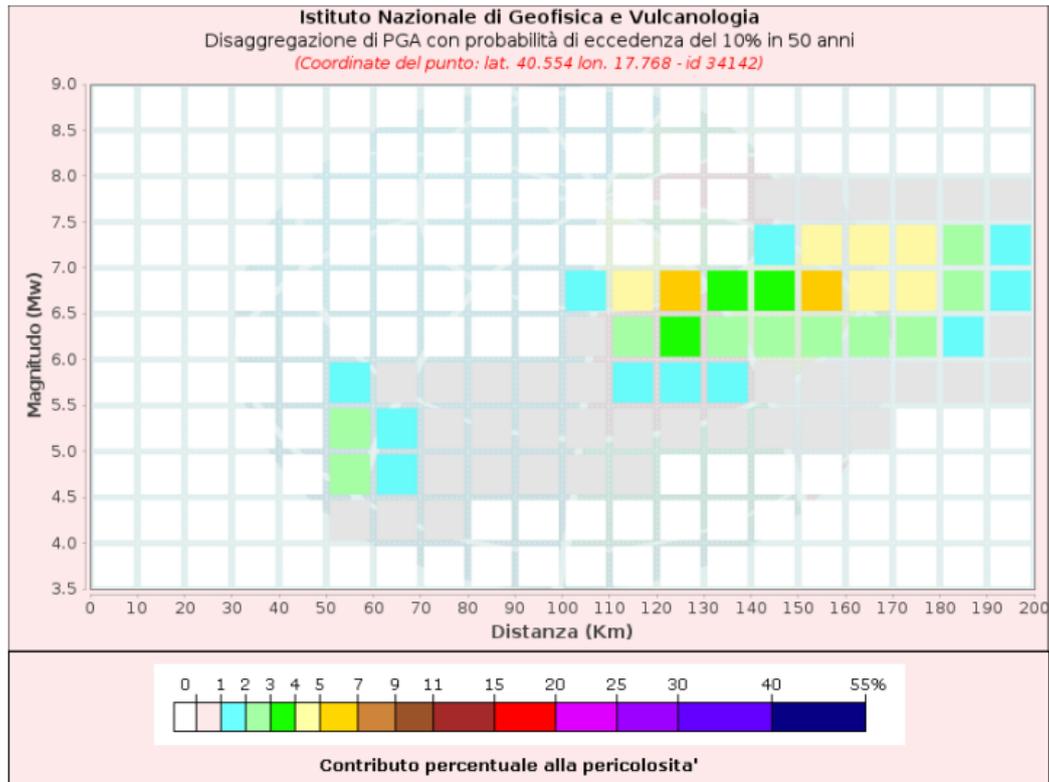
Gli spettri indicano i valori di scuotimento calcolati per 11 periodi spettrali, compresi tra 0 e 2 secondi. La PGA corrisponde al periodo pari a 0 secondi. Il grafico è relativo alle stime mediane (50mo percentile) proposte dal modello di pericolosità.

I diversi spettri nel grafico sono relativi a diverse probabilità di eccedenza (PoE) in 50 anni. La tabella riporta i valori mostrati nel grafico.



Spettri a pericolosità uniforme (50° percentile)											
PoE in 50 anni	Accelerazione (g)										
	Periodo (s)										
	0.0	0.1	0.15	0.2	0.3	0.4	0.5	0.75	1.0	1.5	2.0
2%	0.070	0.141	0.187	0.214	0.205	0.221	0.193	0.135	0.110	0.079	0.066
5%	0.057	0.114	0.150	0.165	0.159	0.161	0.138	0.100	0.078	0.059	0.047
10%	0.048	0.094	0.122	0.132	0.126	0.127	0.107	0.074	0.059	0.045	0.033
22%	0.038	0.074	0.093	0.099	0.095	0.086	0.069	0.046	0.038	0.029	0.021
30%	0.033	0.066	0.082	0.086	0.082	0.071	0.057	0.036	0.031	0.022	0.016
39%	0.030	0.058	0.072	0.075	0.070	0.059	0.046	0.028	0.024	0.016	0.011
50%	0.026	0.051	0.064	0.063	0.057	0.047	0.035	0.019	0.016	0.012	0.007
63%	0.021	0.043	0.055	0.052	0.045	0.035	0.024	0.000	0.000	0.000	0.000
81%	0.016	0.033	0.042	0.039	0.031	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Figura 8-9 – Spettri a pericolosità uniforme per il punto della griglia presa a riferimento Nodo ID: 34142



Disaggregazione di PGA con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni
 (Coordinate del punto: lat. 40.554 lon. 17.768 - id 34142)

Distanza (Km)	Magnitudo (Mw)										
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
10-20	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
20-30	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
30-40	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
40-50	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
50-60	0.0000	0.5750	2.0100	2.2300	1.3600	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
60-70	0.0000	0.2060	1.0700	1.4500	0.9840	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
70-80	0.0000	0.0203	0.4460	0.8010	0.6120	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
80-90	0.0000	0.0000	0.1520	0.4540	0.3920	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
90-100	0.0000	0.0000	0.0408	0.2640	0.2650	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
100-110	0.0000	0.0000	0.0053	0.2380	0.5170	0.6910	1.0400	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
110-120	0.0000	0.0000	0.0006	0.4100	1.5300	2.9500	4.2800	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
120-130	0.0000	0.0000	0.0000	0.3450	1.8700	3.9900	5.7000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
130-140	0.0000	0.0000	0.0000	0.1600	1.3100	2.9800	3.9500	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
140-150	0.0000	0.0000	0.0000	0.0531	0.9010	2.3800	3.1100	1.1500	0.0352	0.0000	0.0000
150-160	0.0000	0.0000	0.0000	0.0088	0.7860	2.9500	5.0100	4.2700	0.2280	0.0000	0.0000
160-170	0.0000	0.0000	0.0000	0.0006	0.4990	2.5700	4.7900	4.4600	0.3000	0.0000	0.0000
170-180	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.2690	2.0200	4.0800	4.0000	0.3300	0.0000	0.0000
180-190	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.1050	1.1500	2.3600	2.2500	0.2710	0.0000	0.0000
190-200	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0364	0.7430	1.7100	1.6300	0.2160	0.0000	0.0000

Valori Medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
6.44	139.0	1.78

Figura 8-10 – Grafico di disaggregazione e relativi valori tabellari per il punto della griglia presa a riferimento Nodo ID: 34142

	PROGETTO AGRO FOTOVOLTAICO “Corciolo” DA 48,7 MWp (40 MW IN IMMISSIONE) E SDA DA 24 MVA	Febbraio 2022
--	---	---------------

La mappa di pericolosità sismica è riferita ad un periodo di ritorno TR=975, corrispondente ad una vita nominale dell’opera VN= 50 anni e ad un coefficiente d’usi CU=1.5 (strutture importanti), parametri legati tra loro dalla seguente formula:

$$TR = -V_R / \ln(1 - P_{VR}) \text{ dove } V_R = V_N \cdot C_U$$

Valori dei parametri per la definizione del periodo di ritorno		
P_{V_n} (Stato Limite)	C_U	V_n [anni]
81% Operatività (SLO)	0.7 (I. Strutture secondarie)	≤ 10 (Opere provvisorie)
63% Danno (SLD)	1.0 (II. Strutture ordinarie)	≥ 50 (Opere ordinarie)
10% Salvaguardia della vita (SLV)	1.5 (III. Strutture importanti)	≥ 100 (Grandi opere)
5% Prevenzione del Collasso (SLC)	2.0 (IV. Strutture strategiche)	

I nuovi criteri di caratterizzazione sismica locale, come accennato in precedenza, sono menzionati nelle “Nuove Norme Tecniche per le costruzioni 2018”, entrate in vigore in data 22/03/2018, per le quali è necessario, inoltre, caratterizzare il sito in funzione degli spettri di risposta sismica delle componenti orizzontali e verticali del suolo. Gli spettri di risposta sismica vanno stimati in relazione ai differenti Stati Limite a cui il manufatto è potenzialmente sottoposto; tale stima è stata effettuata mediante l’applicazione della GEOSTRU, eseguibile al seguente link:

<https://geoapp.eu/parametrisismici2018/>

essa fornisce i **parametri sismici (ag, F0 e Tc*)** (Figura 30) per gli stati limite SLO, SLD, SLV, SLC, tipici del luogo o della costruzione in esame.

Sono stati inoltre calcolati i **coefficienti sismici kh e kv** (Figura 31), considerando una Categoria del suolo di Fondazione di tipo B (Cfr. Par. 7.3.1) ed una Categoria Topografica T1.

Di seguito vengono riportati i risultati ottenuti per la maglia sismica in cui ricade il sito.

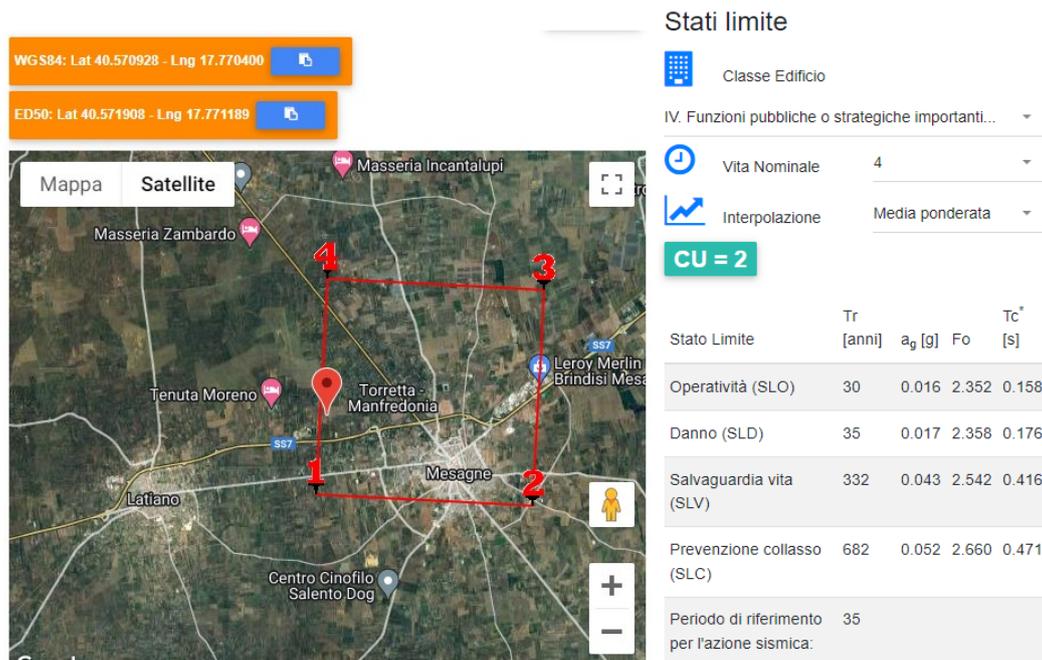


Figura 8-11 – Griglia di riferimento e definizione dei parametri sismici (ag, F0 e Tc*)

Coefficienti sismici

 Tipo Stabilità dei pendii e fondazioni ▼

Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti.

H (m) us (m)

 1  0.1

 Cat. Sottosuolo B ▼

 Cat. Topografica T1 ▼

	SLO	SLD	SLV	SLC		SLO	SLD	SLV	SLC
SS Amplificazione stratigrafica	1,20	1,20	1,20	1,20	Coefficienti				
CC Coeff. funz categoria	1,59	1,56	1,31	1,28	kh	0.004	0.004	0.010	0.012
ST Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00	kv	0.002	0.002	0.005	0.006
					Amax [m/s ²]	0.184	0.200	0.505	0.612
					Beta	0.200	0.200	0.200	0.200

Figura 8-12 – Definizione dei coefficienti sismici

	PROGETTO AGRO FOTOVOLTAICO “Corciolo” DA 48,7 MWp (40 MW IN IMMISSIONE) E SDA DA 24 MVA	Febbraio 2022
---	---	---------------

9. MODELLO GEOLOGICO E GEOTECNICO

Sulla scorta degli studi delle risultanze delle indagini geognostiche effettuate è stato possibile elaborare per l’area di progetto un modello geologico di riferimento, il quale tiene conto di tutte le informazioni acquisite durante il presente studio, che viene nel seguito esplicitato.

All’interno dell’area progettuale si individuano tre aree distinte, in cui le caratteristiche stratigrafiche e geotecniche del sedime di fondazione sono del tutto differenti tra loro. In particolare:

- la prima è caratterizzata dalla presenza del substrato roccioso calcareo sub-affiorante deposito ascrivibile alla formazione dei Calcari di Altamura.
- la seconda, è caratterizzata dalla presenza del substrato roccioso calcarenitico, sormontato da un sottile strato di copertura agraria è sormontato deposito ascrivibile alla formazione dei delle Calcareniti di Gravina.
- il terzo da un deposito di sabbie e sabbie limose alternate a livelli di arenarie organogene, deposito ascrivibile alla formazione dei Depositi Marini Terrazzati.

La falda idrica superficiale non è presente in nessuna delle aree investigate, mentre quella profonda, che circola all’interno della massa carbonatica è localizzata a quote di circa ai 80 m dal p.c., e pertanto non vi può essere alcuna interazione fra le acque sotterranee e le opere in progetto.

Alla luce di quanto detto è possibile distinguere all’interno dell’area interessata dal parco eolico tre differenti unità litologiche [U.L.]:

- Unità Litologica 1: Unità dei depositi eluvio colluviali di copertura
- Unità Litologica 2: Unità delle sabbie calcarenitiche concrezionate.
- Unità Litologica 3: Unità delle calcareniti bioclastiche.
- Unità Litologica 4: Unità dei calcari cretacei.

Sulla base dei modelli geologico di riferimento è possibile inoltre considerare i seguenti aspetti, valevoli per tutta l’area progettuale:

Categoria di sottosuolo	B
Categoria Topografica	T1
Rischio liquefazione dei terreni	Nulla
Rischio instabilità dei terreni	Situazione Stabile
Pericolosità geo-sismica del sito	Molto Bassa

In accordo con il modello geologico, sintetizzando le risultanze delle indagini geognostiche effettuate unitamente ai dati bibliografici in possesso dello scrivente, è stato elaborato il modello geotecnico dell'area in studio, il quale è formato dalle seguenti unità geotecniche:

Unità Geotecnica	Descrizione
U.G. 1)	TERRENO VEGETALE
U.G. 2)	SABBIE E SABBIE CALCARENITICHE CONCR.
U.G. 3)	CALCARENITI BIOCLASTICHE
U.G. 4)	CALCARI MICRITICI: è possibile all'interno della seguente unità distinguere a sua volta due differenti unità geotecniche, la prima costituita dai calcari alterati e fratturati [U.G.4a] ed una seconda costituita da calcari da poco fratturati ed alterati a compatti [U.G.4b]

I valori delle principali caratteristiche fisiche e meccaniche sono stati ricavati dall'elaborazione di tutte le prove eseguite oltre che da dati bibliografici in possesso dello scrivente riguardanti indagini pregresse su terreni simili a quelli in studio.

In particolare sono state parametrizzate le Unità geotecniche 2, 3, 4a e 4b; l'Unità 1, costituita da terreno vegetale, date le scadenti caratteristiche meccaniche non viene presa in considerazione, e dovrà necessariamente essere asportato se considerato come sedime di fondazione.

Di seguito, viene esplicitata la parametrizzazione geotecnica delle singole Unità precedentemente individuate, con l'indicazione delle aree di progetto di cui ne costituiscono il sedime di fondazione.

UNITA' GEOTECNICA 2: Depositi sabbioso-ghiaioso-arenitici [Area Impianto 2]

Formazione geologica: Depositi Marini Terrazzati

Descrizione litologica: alternanza di sabbie, sabbie con limo, e strati arenitici da mediamente a ben cementati.

Soggiacenza della falda: Assente.

Caratteristiche geotecniche generali: terreni a comportamento geotecnico da discreto a buono, prevalentemente incoerente, a consistenza generalmente medio-bassa nei livelli superficiali, che tende ad aumentare con la profondità.

Comportamento Strato: Granulare sciolto

Stato di addensamento: da mediamente addensato a semicoerente.

Parametri geotecnici caratteristici:

	MIN	MAX	BEST FIT
γ (kN/m ³) Peso per unità di volume naturale	17,5	21,0	20,0
γ_{sec} (kN/m ³) Peso per unità di volume secco	16,8	18,0	17,5
γ_{sat} (kN/m ³) Peso per unità di volume saturo	19,5	21,8	20,5
γ_s (kN/m ³) Peso specifico	---	---	24,0
ϕ' (°) Angolo di attrito di picco	28,0	32,0	30,0
ϕ'_{vc} (°) Angolo di attrito a volume costante	26,0	31,0	29,0
c' (kPa) Coesione efficace	0,0	9,0	4,0

	PROGETTO AGRO FOTOVOLTAICO “Corciolo” DA 48,7 MWp (40 MW IN IMMISSIONE) E SDA DA 24 MVA	Febbraio 2022
---	--	---------------

UNITA' GEOTECNICA 3: Depositi calcarenitici [Area Impianto 1]

Formazione geologica: Calcareniti di Gravina

Descrizione litologica: Calcareniti bioclastiche a grana grossolana di colore bianco giallastro da mediamente a scarsamente cementate

Caratteristiche geotecniche generali: terreni a comportamento geotecnico da discreto a buono, con comportamento assibilabile ad un ammasso roccioso dalle discrete qualità.

Comportamento Strato: Roccioso

Stato di addensamento: Da mediamente a ben cementato

Parametri geotecnici caratteristici:

	MIN	MAX	BEST FIT
γ (kN/m ³) Peso per unità di volume naturale	19,5	22,0	21,0
γ_{sec} (kN/m ³) Peso per unità di volume secco	18,0	19,5	18,5
γ_{sat} (kN/m ³) Peso per unità di volume saturo	20,0	22,0	21,0
γ_s (kN/m ³) Peso specifico	---	---	22,0
ϕ' (°) Angolo di attrito	30,0	34,0	32,0
c' (kPa) Coesione efficace	0,0	10,0	5,0
E (Mpa) Modulo Elastico Statico	50	80	70
η Coefficiente di Poisson	--	--	0,40
R.Q.D. (%)	30	60	50

UNITA' GEOTECNICA 4: Depositi calcarei [Area Storage, SU e Stazione Terna]

Formazione geologica: Calcari di Altamura

Descrizione litologica: Calcari micritici biancastri da fratturati ed alterati a compatti.

Caratteristiche geotecniche generali: terreni a comportamento geotecnico in genere buono, con comportamento assibilabile ad un ammasso roccioso dalle buone qualità. La qualità dell'ammasso e le caratteristiche geotecniche tendono ad aumentare al diminuire del grado di alterazione e fratturazione dell'ammasso. Per tale motivo l'unità geotecnica viene distinta in due sottounità: quella più superficiale, costituita dai calcari alterati e fratturati e quella più profonda costituita dai calcari da poco fratturati a compatti.

Parametri geotecnici caratteristici [U.G.4a] – calcari alterati e fratturati:

	MIN	MAX	BEST FIT
γ (kN/m ³) Peso per unità di volume naturale	22,0	23,0	22,5
γ_{sec} (kN/m ³) Peso per unità di volume secco	20,0	21,0	20,5
γ_{sat} (kN/m ³) Peso per unità di volume saturo	23,0	24,0	23,0
γ_s (kN/m ³) Peso specifico	---	---	23,0
ϕ' (°) Angolo di attrito	32,0	36,0	33,0
c' (kPa) Coesione efficace	100,0	150,0	120,0
E (Mpa) Modulo Elastico Statico	80	100	90
η Coefficiente di Poisson	--	--	0,35
R.Q.D. (%)	40	60	50

Parametri geotecnici caratteristici [U.G.4b] – calcari da poco fratturati a compatti:

	MIN	MAX	BEST FIT
γ (kN/m ³) Peso per unità di volume naturale	21,5	24,0	22,5
γ_{sec} (kN/m ³) Peso per unità di volume secco	20,0	21,5	20,5
γ_{sat} (kN/m ³) Peso per unità di volume saturo	23,0	24,5	24,0
γ_s (kN/m ³) Peso specifico	---	---	24,0
ϕ' (°) Angolo di attrito	7,0	40,0	38,0
c' (kPa) Coesione efficace	150,0	180,0	160,0
E (Mpa) Modulo Elastico Statico	200	500	300
η Coefficiente di Poisson	--	--	0,32
R.Q.D. (%)	80	100	90

	PROGETTO AGRO FOTOVOLTAICO “Corciolo” DA 48,7 MWp (40 MW IN IMMISSIONE) E SDA DA 24 MVA	Febbraio 2022
---	---	---------------

10. CONCLUSIONI

Sulla base delle informazioni acquisite nel corso dell'indagine realizzata sono state verificate le condizioni geologiche, idrogeologiche, geotecniche e sismiche dell'area: gli studi sono stati estesi, dove l'accessibilità era consentita.

Le opere di progetto andranno ad interessare essenzialmente:

- L'Unità Geotecnica 2), i cui litotipi sono costituiti essenzialmente da un'alternanza di sabbie, sabbie con limo, e strati arenitici da mediamente a ben cementati. Tale sedime di fondazione è rilevabile esclusivamente nell'area di allocazione dell'impianto lotto 2.
- L'Unità Geotecnica 3), i cui litotipi sono costituiti da rocce calcarenitiche a diverso grado di cementazione/compattezza, in riferimento al grado di alterazione e fratturazione. Tale sedime di fondazione è rilevabile esclusivamente nell'area di allocazione dell'impianto lotto 1.
- L'Unità Geotecnica 4), i cui litotipi sono costituiti da rocce calcaree da fratturate ed alterate [U.G.4a] e compatte [U.G.4b]. L'unità geotecnica ascrivibile ai calcari l'area in cui sono ubicate le opere di connessione (Storage, Su e Stazione Terna).

Dal punto di vista geotecnico i terreni in giacitura naturale che costituiscono il sedime di fondazione delle opere di futura progettazione, sono dotati di caratteristiche geotecniche da discrete a buone, il cui comportamento è da assimilare a materiali misti granulari per le aree di affioramento dei depositi di terrazzo, ed a materiali rocciosi per quelle in cui affiorano i termini calcareniti e calcarei.

La profondità del piano di posa della fondazione e la tipologia deve essere scelta e giustificata in relazione alle caratteristiche e alle prestazioni della struttura in elevazione, alle caratteristiche del sottosuolo e alle condizioni ambientali.

La falda idrica superficiale non è stata rilevata; quella profonda che circola all'interno del basamento calcareo si rinviene ad una profondità di circa 80 m dal p.c.; data la profondità, la stessa non interagisce in alcun modo con le opere di progetto.

Dal punto di vista sismico è noto come l'area in esame sia inseribile in un'area sismicamente poco attiva. La nuova legge in vigore (Ordinanza n. 3274 del 20/03/2003) inserisce il Comune di Mesagne tra le zone di sismicità 4 per cui dovranno essere adottate particolari tecniche per la progettazione e la costruzione seguendo le indicazioni riportate nell'ordinanza stessa. Dal rilevamento e dalle conoscenze geologiche sui luoghi si evince che la localizzazione del sito esaminato non presenta particolari attinenze all'incremento sismico. Le indagini eseguite hanno permesso di inserire il suolo di fondazione nella Categoria B, e quindi di restituire alcuni fattori da utilizzare nella progettazione e riportati all'interno della relazione.

Dall'analisi condotta, si ritiene irrilevante il rischio di liquefazione dei terreni a seguito di sollecitazioni sismiche.

Dal punto di vista del rischio idraulico, l'area di indagine non risulta inclusa all'interno di aree classificate a rischio idraulico e/o frana dagli elaborati del PAI dell'UoM Regionale Puglia e Interregionale Ofanto.

Il progetto risulta inoltre compatibile con le norme e le prescrizioni dettate dalle misure di salvaguardia delle mappe aggiornate della pericolosità idraulica dell'Unit of Management Puglia-Ofanto al PGRA (Piano Gestione Rischio Alluvioni) del Distretto Idrografico dell'Appennino Meridionale.

	PROGETTO AGRO FOTOVOLTAICO “Corciolo” DA 48,7 MWp (40 MW IN IMMISSIONE) E SDA DA 24 MVA	Febbraio 2022
---	---	---------------

L'area non è peraltro interessata da alcun processo geomorfologico in atto e non vi è alcun segno che possa indicare l'instaurarsi di fenomeni di instabilità, pertanto si ritiene stabile e sicuro da un punto di vista geomorfologico.

L'analisi del progetto in esame consente di affermare che l'intervento non introduce variazioni di rilievo nella relazione tra gli eventi meteorologici ed il suolo e disincentiva la possibilità che si presentino fenomeni degradativi di tipo erosivo.

Il progetto non modifica in alcun modo la permeabilità dei terreni, nonché il regime delle falde e della circolazione idrica sotterranea.

Sulla base delle scelte progettuali e degli accorgimenti tecnici previsti da progetto si rileva che:

- ✚ le portate massime di deflusso meteorico che confluiranno nei ricettori naturali o artificiali di valle non sono maggiori di quelle preesistenti alla realizzazione dell'impianto fotovoltaico.
- ✚ i volumi di deflusso meteorico a valle della realizzazione del parco fotovoltaico non saranno maggiori di quelli attuali.

È possibile quindi affermare che il progetto, così come concepito rispetta appieno il principio dell'invarianza idraulica ed idrologica.

L'area non è interessata da alcun processo geomorfologico in atto e non vi è alcun segno che possa indicare l'instaurarsi di fenomeni di instabilità, pertanto si ritiene stabile e sicuro da un punto di vista geomorfologico.

Sulla scorta dello studio effettuato **si ritiene nullo il rischio legato a cavità sotterranee.**

Dall'indagine geologica, idrogeologica, geotecnica e sismica condotta sull'area, e tenuto conto delle prescrizioni sopra descritte in fase progettuale, si ritiene che l'opera possa essere realizzata in condizioni di sicurezza geologica, idrogeologica ed idraulica.

Brindisi, Marzo 2022

Geologo WALTER MICCOLIS

Ordine dei Geologi della Regione Puglia n. 676

ALLEGATI CARTOGRAFICI

- **TAVOLA 1 – COROGRAFIA IGM**
- **TAVOLA 2 – CARTA GEOLOGICA**
- **TAVOLA 3 – CARTA GEOMORFOLOGICA**
- **TAVOLA 4 – CARTA IDROGEOLOGICA**
- **TAVOLA 5 – CARTA LITOTECNICA CON UBICAZIONE INDAGINI IN SITO**

ALLEGATO 1 – REPORT INDAGINI IN SITO

GeoSgrò, Febbraio 2022