

Wood Solare Italia S.r.l.

Impianto agro-fotovoltaico da 55.202 kW

(40.000 kW in immissione)

Comune di Latiano (BR)

Progetto definitivo Impianto Agro-fotovoltaico
Allegato F Relazione Geologica

Rev. 1
Maggio 2021

INDICE

1. INTRODUZIONE	4
2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO.....	5
3. INQUADRAMENTO VINCOLISTICO.....	7
3.1 Carta Idrogeomorfologica della Regione Puglia	7
3.2 Piano Paesaggistico Territoriale Regionale della Regione Puglia (PPTR)	9
3.3 Piano di Tutela delle Acque della Regione Puglia (PTA)	11
3.4 Piano di Bacino per l'Assetto Idrogeologico della Regione Puglia (PAI).....	12
4. CONTESTO GEOLOGICO DI RIFERIMENTO.....	17
5. CARATTERI GEOLOGICI LOCALI	18
5.1 Depositi continentali attuali	18
5.2 Depositi Marini Terrazzati	18
5.3 Argille Subappennine	19
5.4 Calcareniti di Gravina	19
5.5 Calcarea di Altamura	19
6. IDROGEOLOGIA ED IDROGRAFIA SUPERFICIALE	20
6.1 Idrografia superficiale	20
6.2 Acque sotterranee.....	22
7. INDAGINI GEOGNOSTICHE.....	24
7.1 Prove Penetrometriche Dinamiche Continue Super Pesanti (DPSH)	27
7.2 Prove Penetrometriche Dinamiche Continue Medie (DPM).....	40
7.3 Tomografia sismica a rifrazione in onde P	46
7.4 Sismica a rifrazione in onde P (Area 1S – Indagine maggio 2021).....	54
7.5 Sismica MASW.....	55
8. CARATTERIZZAZIONE SISMICA	65
8.1 Amplificazione Topografica	66
8.2 Classificazione della categoria del suolo di fondazione.....	67
8.3 Calcolo dell'azione sismica	67
9. MODELLO GEOLOGICO E GEOTECNICO	68
10. VALUTAZIONE DELLA COMPATIBILITA' IDRO-GEOMORFOLOGICA DEL PROGETTO.....	73
11. CONCLUSIONI.....	76

ELABORATI GRAFICI

Num.	Oggetto	Scala
Tav. 01	Corografia	1:10.000
Tav. 02	Carta dei Vincoli	Varie
Tav. 03	Carta Geologica e geomorfologica	1:2.000
Tav. 04	Sezioni Geologiche	--
Tav. 05	Ubicazione Indagini in sito	1:6.000
Tav. 06	Carta Litotecnica	1:5.000

ELENCO ALLEGATI

Num.	Oggetto
All. 1	REPORT SULLE INDAGINI IN SITO

Questo documento è di proprietà di Amec Foster Wheeler Italiana S.r.l. e il detentore certifica che il documento è stato ricevuto legalmente. Ogni utilizzo, riproduzione o divulgazione del documento deve essere oggetto di specifica autorizzazione da parte di Amec Foster Wheeler Italiana S.r.l.



1. INTRODUZIONE

Su incarico della Wood Solare Italia 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 ad un progetto di realizzazione di un impianto *agro-fotovoltaico da 55.202 kWp (40 kW in immissione) e relative opere di connessione*, ubicato all'interno del Comune di Latiano (BR).

La presente relazione costituisce un aggiornamento alla precedente versione in risposta alla nota del Dipartimento Mobilità, Qualità Urbana, Opere Pubbliche, Ecologia e Paesaggio – Sezione Lavori Pubblici – Servizio Autorità Idraulica della Regione Puglia (Ufficio Provinciale di Brindisi) – AOO 64/PROT 07/04/2021 – 0005319.

Nel dettaglio, a seguito di specifica richiesta (**Rif. 4** della nota di cui sopra) sono stati indagati attraverso specifiche indagini geognostiche e geofisiche i Lotti dell'impianto FV denominati "Area 1S", "Area 1O", "Area 3N".

In risposta al **Rif. 5** della richiesta di integrazione, il capitolo 10, affronta in maniera esaustiva la situazione idro-geomorfologica delle aree dopo la realizzazione degli interventi progettuali proposti.

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 Vs30.

In particolare le indagini geognostiche e geofisiche effettuate sono consistite in due distinte campagne:

Campagna indagini dicembre 2019

- Esecuzione di n. 8 Prove Penetrometriche Dinamiche (DPSH), al fine di avere informazioni circa le caratteristiche di resistenza dei litotipi indagati.
- Esecuzione di n. 6 Indagini Sismiche MASW, al fine di definire la Vs, eq e di conseguenza la categoria del suolo di fondazione (NTC18).
- Esecuzione di N. 8 stendimenti sismici a rifrazione con restituzione tomografica.

Campagna indagini maggio 2021

- Esecuzione di n. 3 Prove Penetrometriche Dinamiche (DPM), al fine di avere informazioni circa le caratteristiche di resistenza dei litotipi indagati.
- Esecuzione di n. 3 Indagini Sismiche MASW, al fine di definire la Vs, eq e di conseguenza la categoria del suolo di fondazione (NTC18).
- Esecuzione di N. 1 stendimenti sismici a rifrazione.

Per la descrizione dettagliata delle indagini eseguite si rimanda all'*ALLEGATO 1a – REPORT SULLE INDAGINI IN SITO – Campagna indagini dicembre 2019, ALLEGATO 1b – REPORT SULLE INDAGINI IN SITO – Campagna indagini maggio 2021,*



2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

L'intervento da realizzare ricade interamente in agro di Latiano (BR). L'impianto fotovoltaico in oggetto, è ubicato su 3 aree lotti differenti; d'ora in avanti gli stessi verranno denominati Area 1, Area 2, Area 3. Gli stessi sorgono in zone agricole. In particolare l'Area 1 è ubicata in prossimità della Mass.a Marangiosa, l'Area 2 presso la Mass.a Grottole, mentre l'Area 3 presso la Mass.a Cazzato.

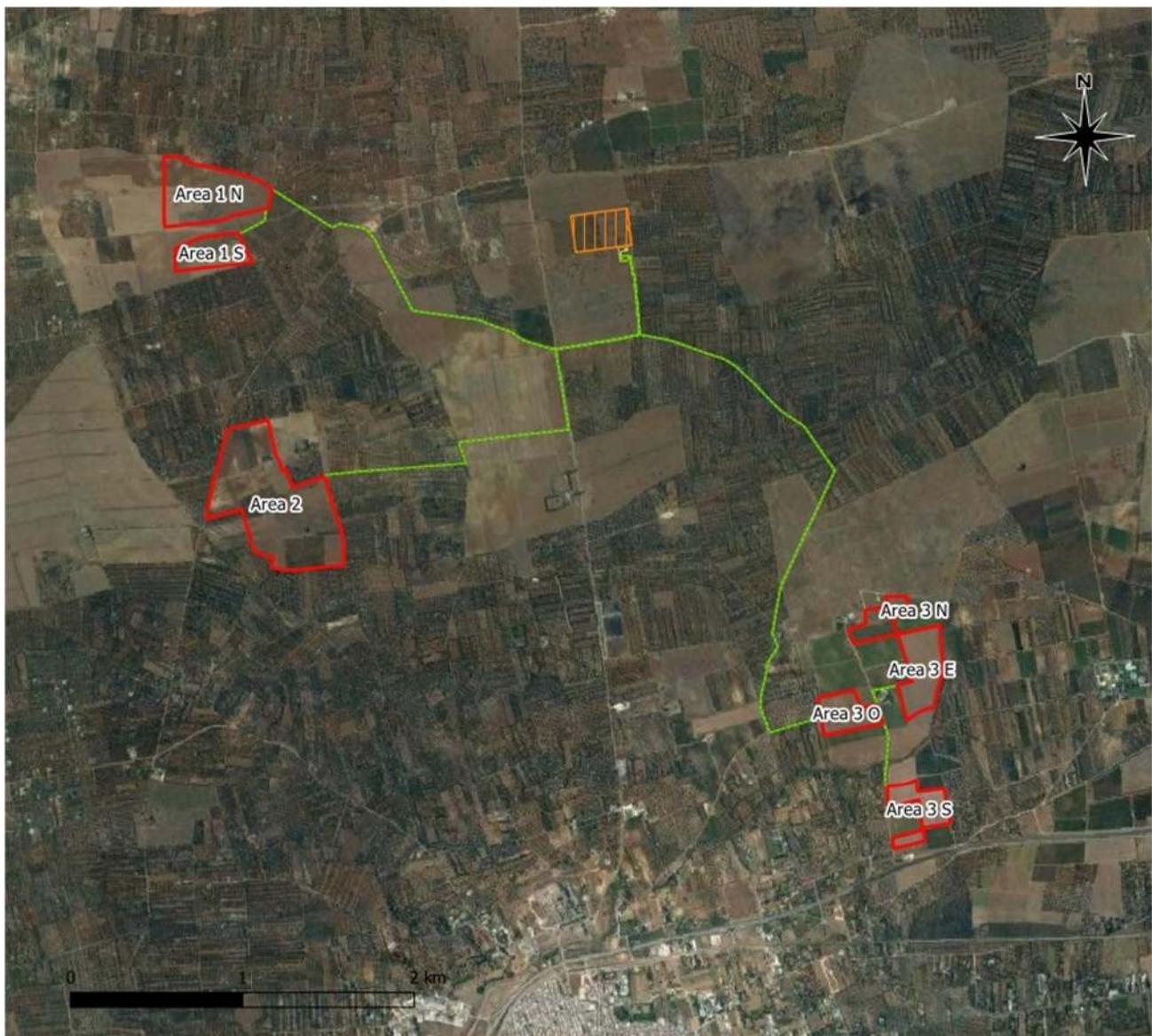
Le coordinate geografiche (WGS84) sono:

Area 1: 40°35'53.71"Lat. Nord; 17°41'34.09"Long. Est

Area 2: 40°34'55.89"Lat. Nord; 17°41'46.90"Long. Est

Area 3: 40°34'23.00"Lat. Nord; 17°44'27.12" Long. Est

Per quanto concerne le quote topografiche, per l'area 1 si attestano ad una quota di circa 116 m s.l.m., l'Area 2 ad una quota di circa 110, l'area 3 ad una quota di circa 86 m s.l.m.



LAYOUT IMPIANTO

- Aree di Impianto
- Cavidotto
- SSE Utente
- Area Terna
- Area Condivisa

Figura 1: Ubicazione aree di impianto su ortofoto (Fonte: Google Earth).



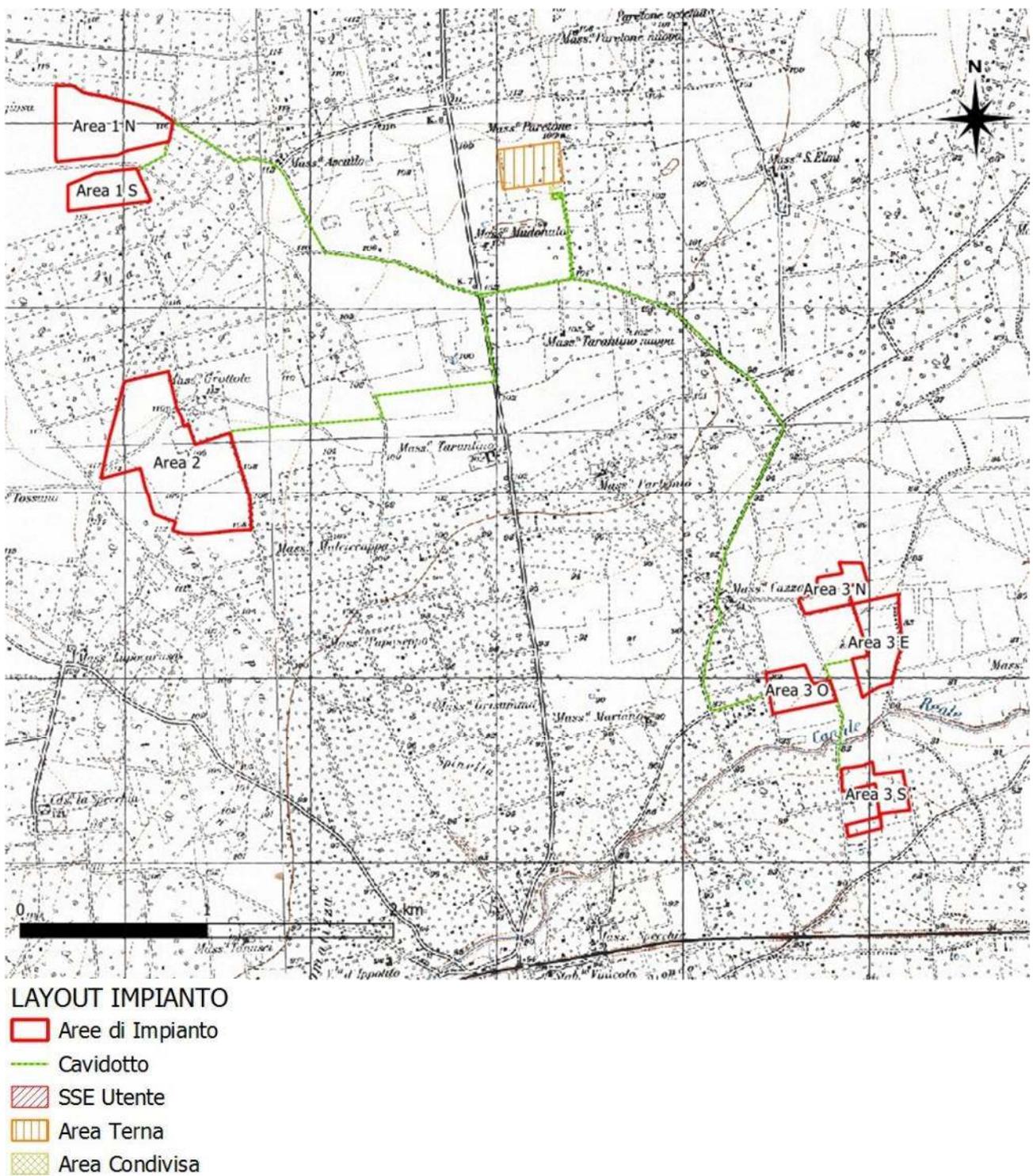


Figura 2: Ubicazione aree di impianto su stralcio IGM 25k.

3. INQUADRAMENTO VINCOLISTICO

Nel presente paragrafo, si analizzano le relazioni tra le aree interessate dal progetto e gli atti di pianificazione e programmazione territoriale e di settoriale esistenti.

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'Autorità di Bacino della Regione Puglia;
- Piano Paesaggistico Territoriale Regionale della Regione Puglia (PPTR);
- Piano di Tutela delle Acque (PTA).

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.

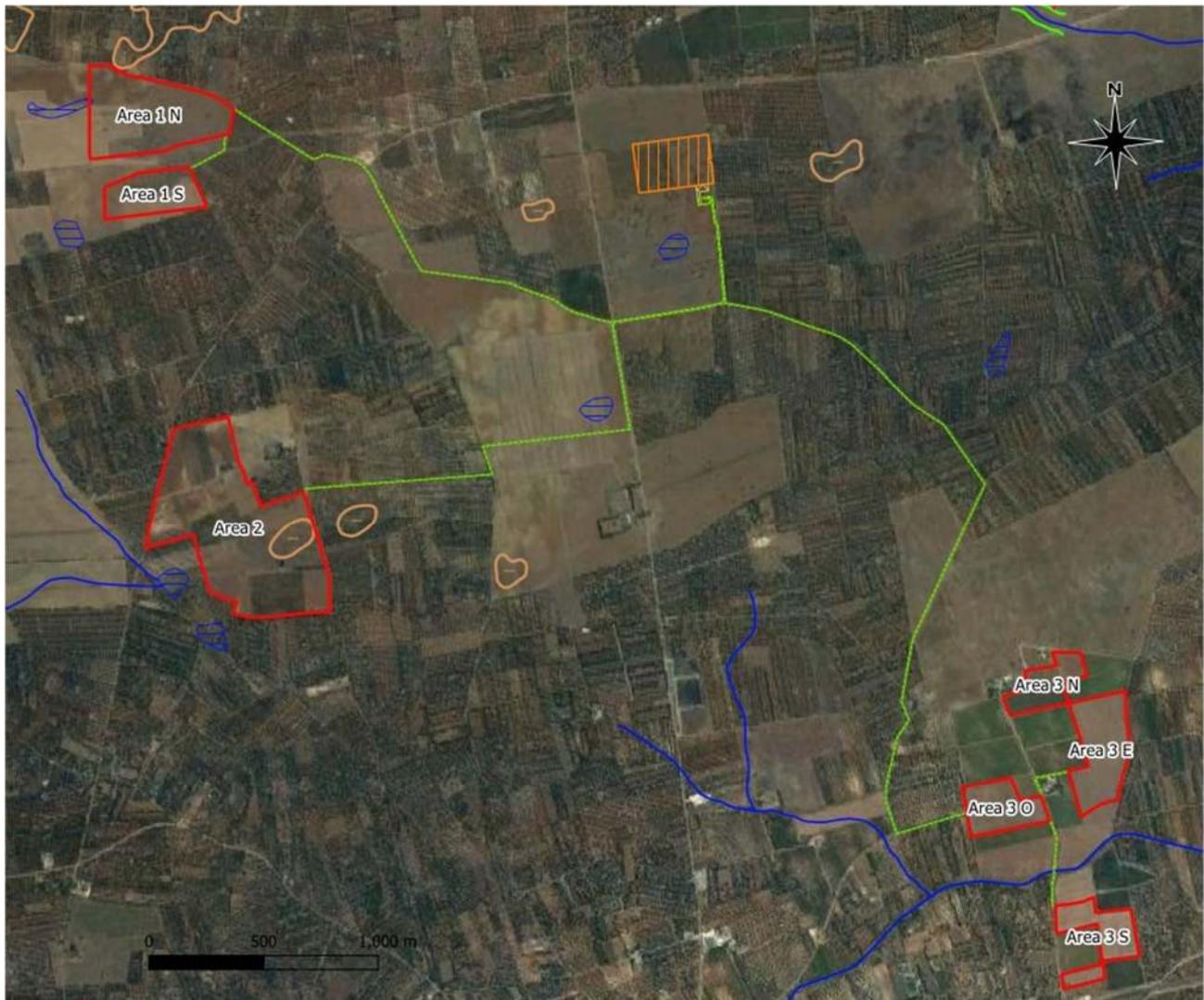
Come si può osservare dallo stralcio della Carta Idrogeomorfologica mostrato in Figura 3, nell'area in studio le emergenze censite sono riconducibili a forme ed elementi legati all'idrografia superficiale ed a forme carsiche.

In particolare per quanto concerne l'Area 1, a nord, si rileva un esteso campo di doline la più grande delle quali lambisce l'area in studio (estensione di circa 15 Ha) sul bordo settentrionale. Sempre in prossimità dell'Area 1 si rileva la presenza, lungo il bordo ovest dell'area di impianto, di un recapito finale di bacino endoreico, avente una forma allungata in direzione est-ovest; un secondo recapito di bacino endoreico si localizza a circa 200 mt in direzione sud-ovest.

Emergenze di origine carsica si rilevano inoltre all'interno dell'Area 2: nella parte sud-est dell'area è stata censita una dolina dell'estensione di circa 2 Ha, una seconda dolina è localizzata immediatamente ad est dell'area 2 a circa 85 mt. Per ovvi motivi, l'area interessata dalla presenza della dolina, sarà utilizzata per l'installazione di strutture fotovoltaiche e opere annesse.

Altre emergenze si localizzano in prossimità del bordo sud-ovest dell'Area 2, e sono costituite da due recapiti di bacini endoreici.

Per quanto concerne invece l'Area 3, non sono state censite particolari emergenze, fatta eccezione per il corso principale del Canale Reale, il cui asse è distante dalle aree di impianto 150 m.



Legenda

Aree Impianto FV

CARTA IDROGEO MORFOLOGICA

Forme di Versante

— Orli di terrazzo morfologico

Forme di modellamento dei corsi d'acqua

— Ripe di erosione fluviale

Corsi d'acqua

Reticolo Idrografico

— Corso d'acqua episodico

▭ Recapito finale bacino endoreico

Forme Carsiche

▭ Doline

LAYOUT IMPIANTO

Aree di Impianto

— Cavidotto

▨ SSE Utente

▨ Area Terna

▨ Area Condivisa

Figura 3: Carta Idrogeomorfologica della Regione Puglia (elaborazione GIS con base di dati SIT Puglia).



3.2 Piano Paesaggistico Territoriale Regionale della Regione Puglia (PPTR)

Così come esplicitato nelle Norme Tecniche di Attuazione, il Piano Paesaggistico Territoriale – PPTR, è basato sui seguenti principi e finalità:

- Il Piano Paesaggistico Territoriale Regionale (PPTR) è piano paesaggistico ai sensi degli artt. 135 e 143 del Codice, con specifiche funzioni di piano territoriale ai sensi dell'art. 1 della L.R. 7 ottobre 2009, n. 20 "Norme per la pianificazione paesaggistica". Esso è rivolto a tutti i soggetti, pubblici e privati, e, in particolare, agli enti competenti in materia di programmazione, pianificazione e gestione del territorio e del paesaggio.
- Il PPTR persegue le finalità di tutela e valorizzazione, nonché di recupero e riqualificazione dei paesaggi di Puglia, in attuazione dell'art. 1 della L.R. 7 ottobre 2009, n. 20 " Norme per la pianificazione paesaggistica" e del D.lgs. 22 gennaio 2004, n. 42 "Codice dei beni culturali e del Paesaggio" e successive modifiche e integrazioni (di seguito denominato Codice), nonché in coerenza con le attribuzioni di cui all'articolo 117 della Costituzione, e conformemente ai principi di cui all'articolo 9 della Costituzione ed alla Convenzione Europea sul Paesaggio adottata a Firenze il 20 ottobre 2000, ratificata con L. 9 gennaio 2006, n. 14.
- Il PPTR persegue, in particolare, la promozione e la realizzazione di uno sviluppo socioeconomico autosostenibile e durevole e di un uso consapevole del territorio regionale, anche attraverso la conservazione ed il recupero degli aspetti e dei caratteri peculiari dell'identità sociale, culturale e ambientale, la tutela della biodiversità, la realizzazione di nuovi valori paesaggistici integrati, coerenti e rispondenti a criteri di qualità e sostenibilità.

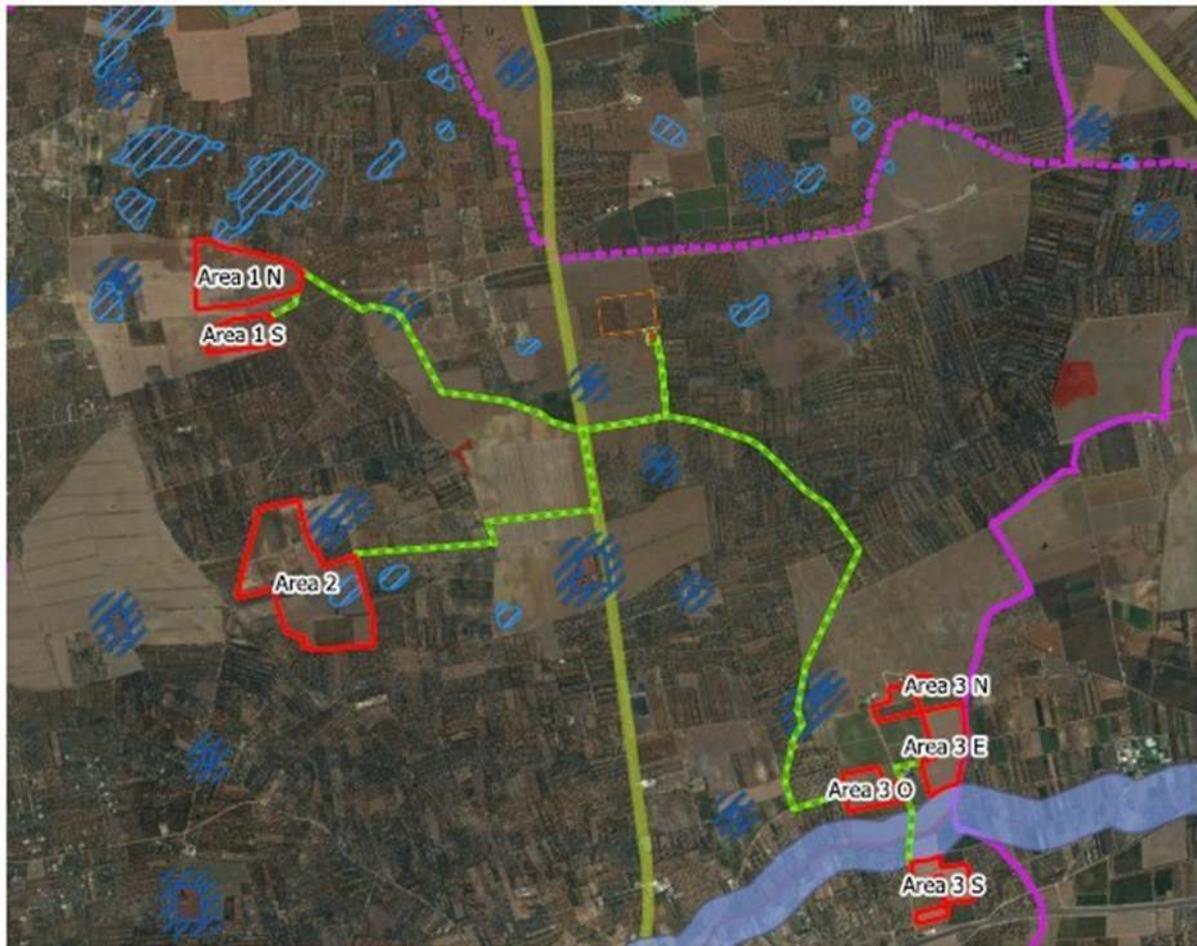
In questo studio sono stati analizzati i caratteri del paesaggio che il PPTR definisce in tre strutture, a loro volta articolate in componenti, ciascuna delle quali è soggetta a specifica disciplina:

- a) Struttura Idrogeomorfologica:
 - Componenti geomorfologiche
 - Componenti idrologiche
- b) Struttura eco-sistema ed ambiente:
 - Componenti botanico vegetazionali
 - Componenti delle aree protette e dei siti naturalistici
- c) Struttura antropica e storico-culturale:
 - Componenti culturali ed insediative
 - Componenti dei valori percettivi.

Dall'analisi delle componenti idro-geo-morfologiche si può osservare che all'interno dell'Area 2 è censita la presenza di una dolina; una dolina è censita inoltre in prossimità del bordo dell'Area 1, ma comunque al di fuori di esso.

Fra le componenti idrologiche si rileva la presenza di "fiumi, torrenti e corsi d'acqua iscritti negli elenchi delle acque pubbliche" – Canale Reale, la cui fascia di rispetto lambisce i bordi degli impianti 3 e 4: le aree di impianto risultano comunque al di fuori della fascia di rispetto di 150 metri.

Fatta eccezione quindi per l'area di emergenza della dolina all'interno dell'Area 2, all'interno della quale non è possibile l'installazione di strutture fotovoltaiche nonché delle opere accessorie, le restanti aree di impianto risultano compatibili con gli indirizzi di tutela del PPTR.



6.1.1 Componenti geomorfologiche

UCP - Doline

6.1.2 Componenti idrologiche

BP - Fiumi, torrenti, corsi d'acqua iscritti negli elenchi delle acque pubbliche (150m)

6.2.1 Componenti botanico-vegetazionali

BP - Boschi

UCP - Formazioni arbustive in evoluzione naturale

UCP - Aree di rispetto dei boschi

6.3.1 Componenti culturali e insediative

BP - Zone di interesse archeologico

UCP - Città Consolidata

UCP - Testimonianza della stratificazione insediativa

segnalazioni architettoniche e segnalazioni archeologiche

UCP - Area di rispetto delle componenti culturali e insediative (100m - 30m)

siti storico culturali

6.3.2 Componenti dei valori percettivi

UCP - Strade a valenza paesaggistica

LAYOUT IMPIANTO

Area di Impianto

Cavidotto

SSE Utente

Area Terna

Area Condivisa

Figura 4: Stralcio cartografico del Piano Paesaggistico Territoriale Regionale (PPTR) (Elaborazione GIS su base dati del SIT Puglia).



3.3 Piano di Tutela delle Acque della Regione Puglia (PTA)

Con deliberazione di Consiglio Regionale n. 230 del 20 ottobre 2009 è stato approvato il Piano Regionale di Tutela delle Acque.

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.

La Regione Puglia, in virtù della natura dei terreni di natura calcarea che interessano gran parte del territorio, è interessata dalla presenza di corsi d'acqua.

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 A del Piano di Tutela delle Acque. 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 - Acquifero carsico del Salento, di cui alla Tavola B del Piano di Tutela delle Acque all'interno del quale l'intervento in oggetto non ricade

Aree di tutela quali-quantitativa - Acquifero carsico del Salento, di cui alla Tavola B del Piano di Tutela delle Acque; all'interno del quale l'intervento in oggetto non ricade.

Alla luce di quanto detto si ritiene l'intervento compatibile con il Piano di Tutela delle Acque della Regione Puglia.



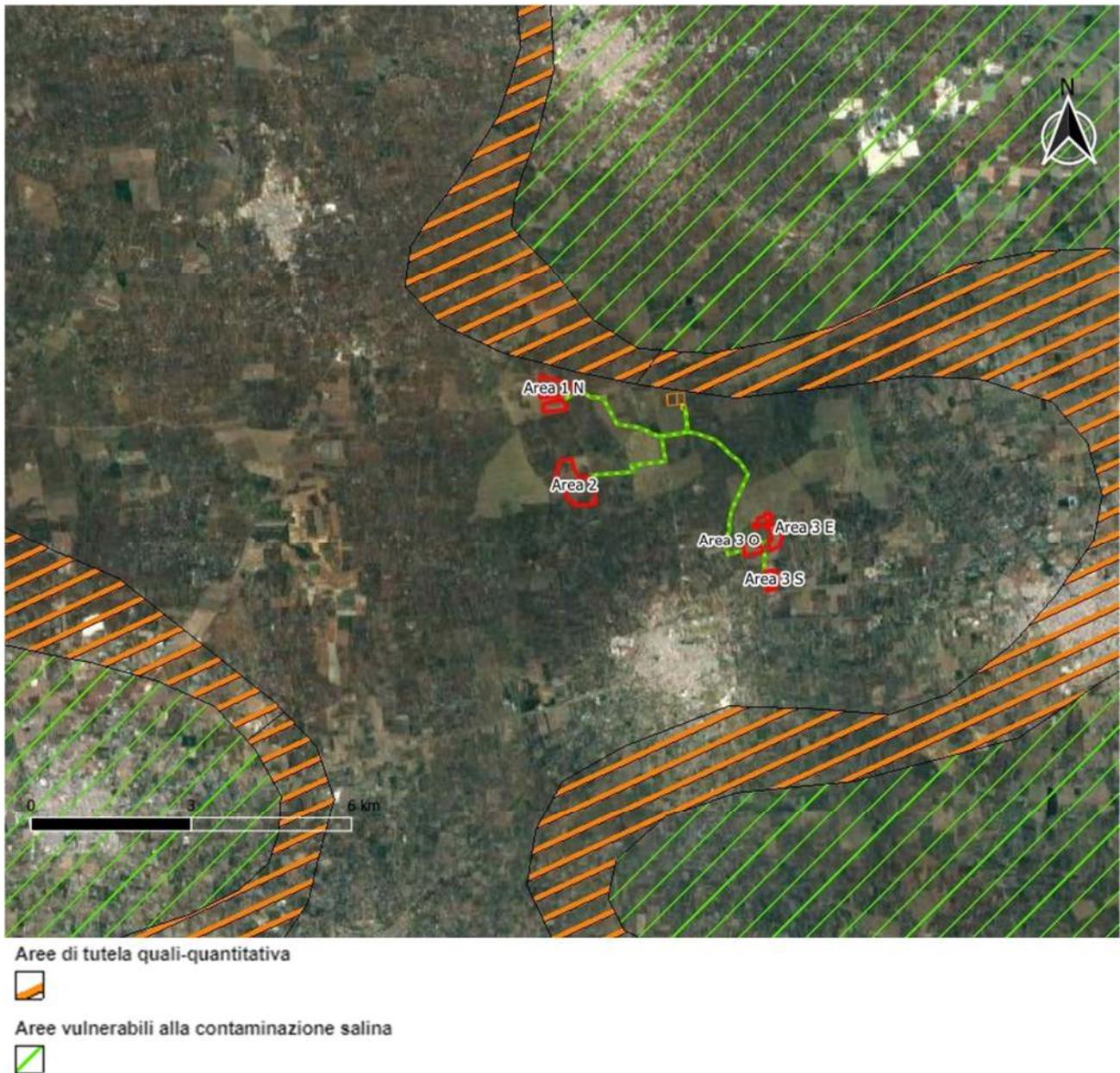


Figura 5: Stralcio del Piano di Tutela delle Acque con perimetrazione dei lotti in oggetto.

3.4 Piano di Bacino per l'Assetto Idrogeologico della Regione Puglia (PAI)

Il piano di bacino per l'assetto idrogeologico dell'Autorità di Bacino della Regione Puglia, 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 della Regione Puglia per il rischio idrogeologico 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)

Dall'analisi del PAI aggiornato al 19/11/2019 (Figura 6), si evince che l'area interessata dall'intervento non è sottoposta ad alcun vincolo idrogeologico né per quanto concerne la pericolosità geomorfologica, né per quanto concerne la pericolosità idraulica.

Ai fini della procedura di aggiornamento di cui al DS n. 210/2020, è stata eseguita, da parte dell'UoM Puglia e Interregionale Ofanto, un'analisi dei contenuti delle nuove mappe PGRA immediatamente recepibili nei PAI, condotta in funzione dei criteri di definizione dei nuovi perimetri introdotti. In linea con le indicazioni della delibera CIP n. 1/2019 e dei discendenti decreti segretariali attuativi, l'aggiornamento del PAI per il territorio della UoM Puglia-Ofanto ex AdB Puglia, consiste nel recepimento di tutti i contenuti di cui alle nuove mappe PGRA, ivi compresi quelli relativi ad ambiti già mappati nel vigente PAI.

Le mappe aggiornate della pericolosità idraulica per l'intero territorio delle UoM Puglia-Ofanto in formato shape file, sono scaricabili dalla pagina web dedicata del Distretto Idrografico dell'Appennino Meridionale.

La figura 8, mostra le perimetrazioni di cui sopra, dalle quali si evince che l'area di impianto non ricade in alcuna area perimetrata come a pericolosità e rischio idraulico.

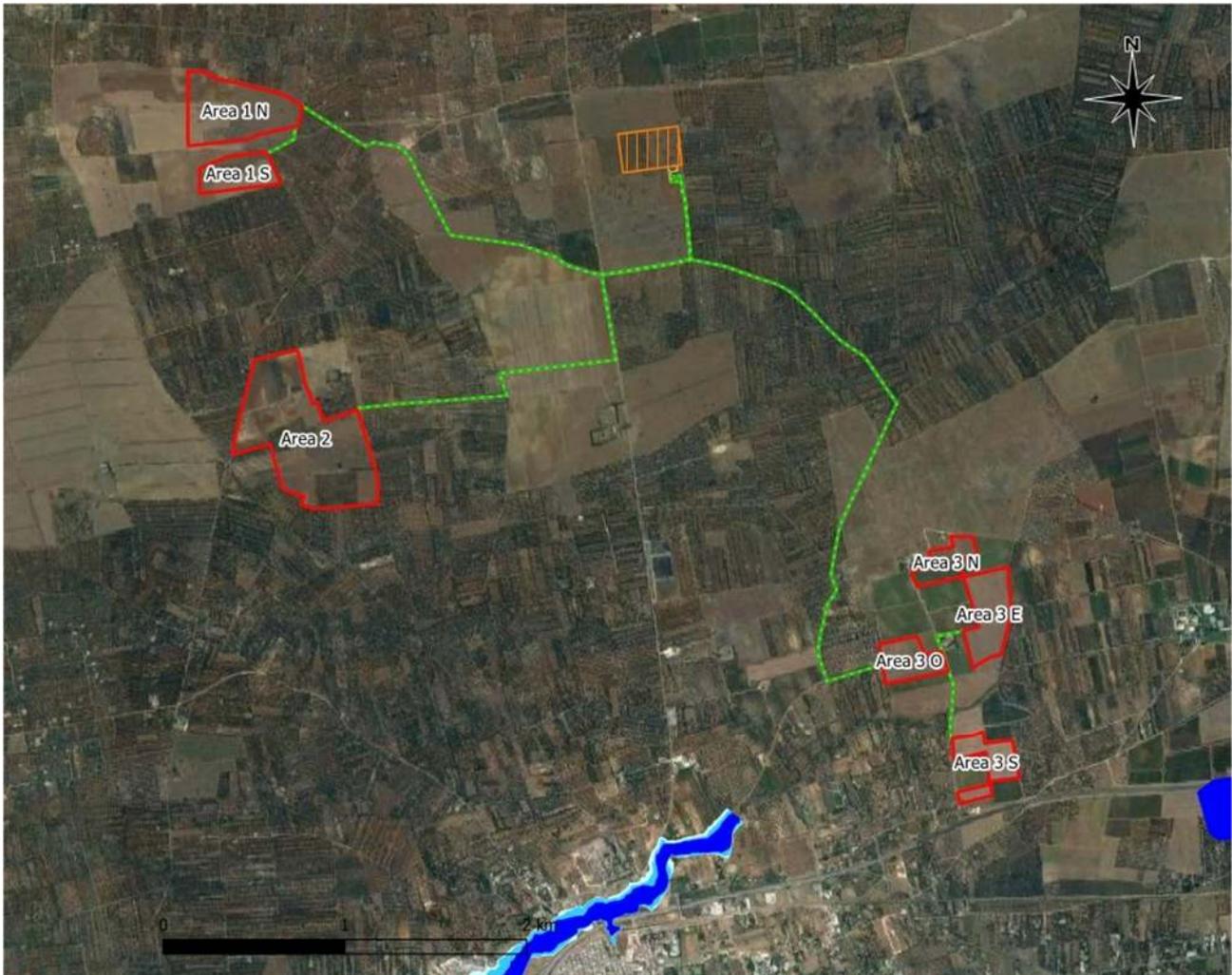
Oltre alla definizione della pericolosità idraulica, l'art. 6 del PAI disciplina le norme di salvaguardia degli alvei in modellamento attivo e delle aree golenali, come segue:

- art.6 c.1: Al fine della salvaguardia dei corsi d'acqua, della limitazione del rischio idraulico e per consentire il libero deflusso delle acque, il PAI individua il reticolo idrografico in tutto il territorio di competenza dell'Autorità di Bacino della Puglia, nonché l'insieme degli alvei fluviali in modellamento attivo e le aree golenali, ove vige il divieto assoluto di edificabilità.
- Art.6 c.8: Quando il reticolo idrografico e l'alveo in modellamento attivo e le aree golenali non sono arealmente individuate nella cartografia in allegato e le condizioni morfologiche non ne consentano la loro individuazione, le norme si applicano alla porzione di terreno a distanza planimetrica, sia in destra che in sinistra, dall'asse del corso d'acqua, non inferiore a 75 m.

L'art.10 delle N.T.A. del P.A.I. individua le fasce di pertinenza fluviale e le tutela come segue:

- Art. 10 c.2: All'interno delle fasce di pertinenza fluviale sono consentiti tutti gli interventi previsti dagli strumenti di governo del territorio, a condizione che venga preventivamente verificata la sussistenza delle condizioni di sicurezza idraulica, come definita all'art. 36, sulla base di uno studio di compatibilità idrologica ed idraulica subordinato al parere favorevole dell'Autorità di Bacino.
- art.10 c.3: Quando la fascia di pertinenza fluviale non è arealmente individuata nelle cartografie in allegato, le norme si applicano alla porzione di terreno, sia in destra che in sinistra, contermine all'area golenale, come individuata all'art. 6 comma 8, di ampiezza comunque non inferiore a 75 m.

Con riferimento all'area oggetto dell'intervento, nessuna area di impianto, ricade in aree disciplinate dagli art. 6 e 10 delle N.T.A del PAI (Figura 8).



Peric. Idraulica

- bassa (BP)
- media (MP)
- alta (AP)

Peric. geomorfologica

- Molto elavata (P.G.3)
- bassa (P.G.1)
- elavata (P.G.2)

Figura 6: Particolare dei lotti di progetto con indicazione dei Perimetri PAI aggiornati al 19/11/2019.



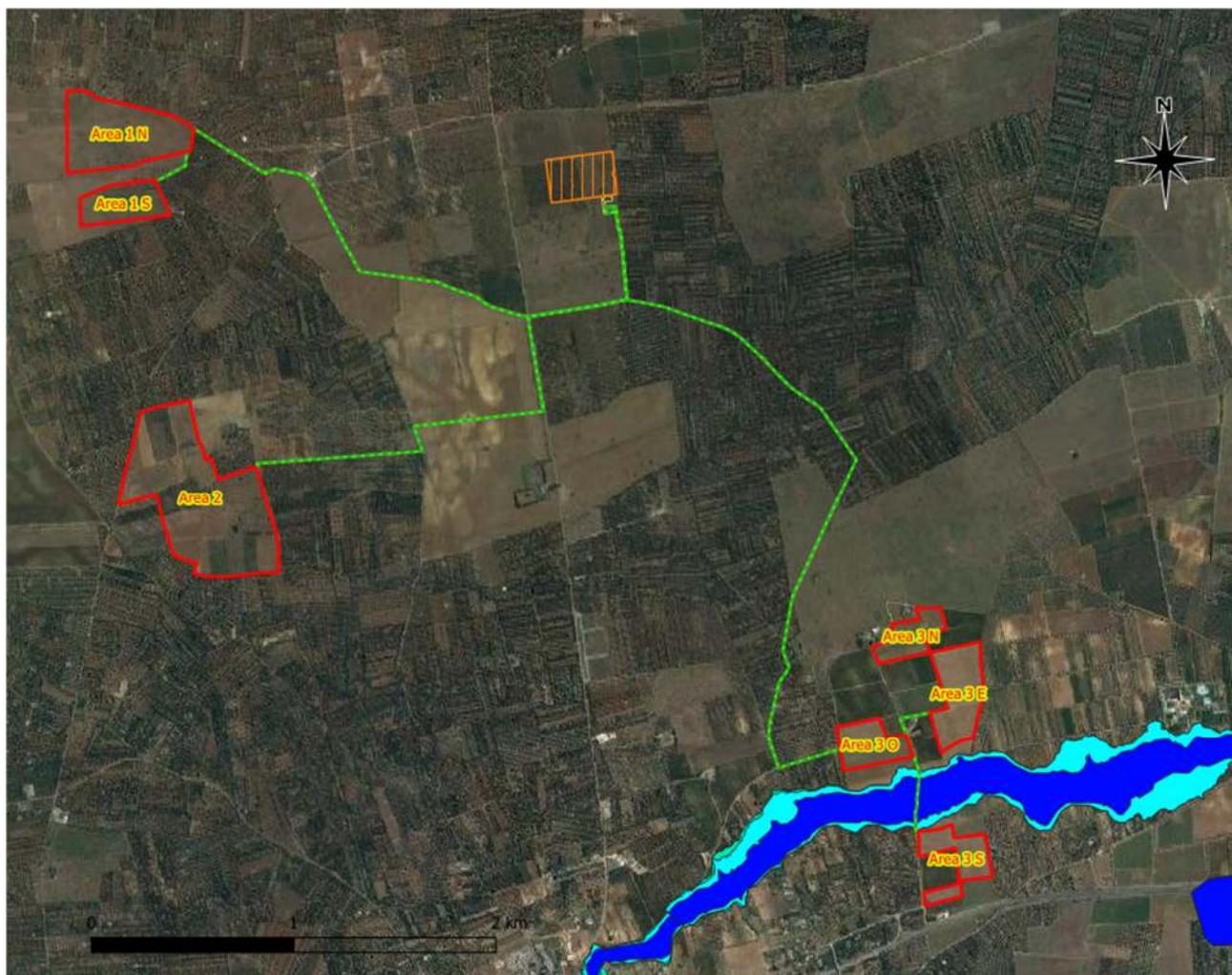
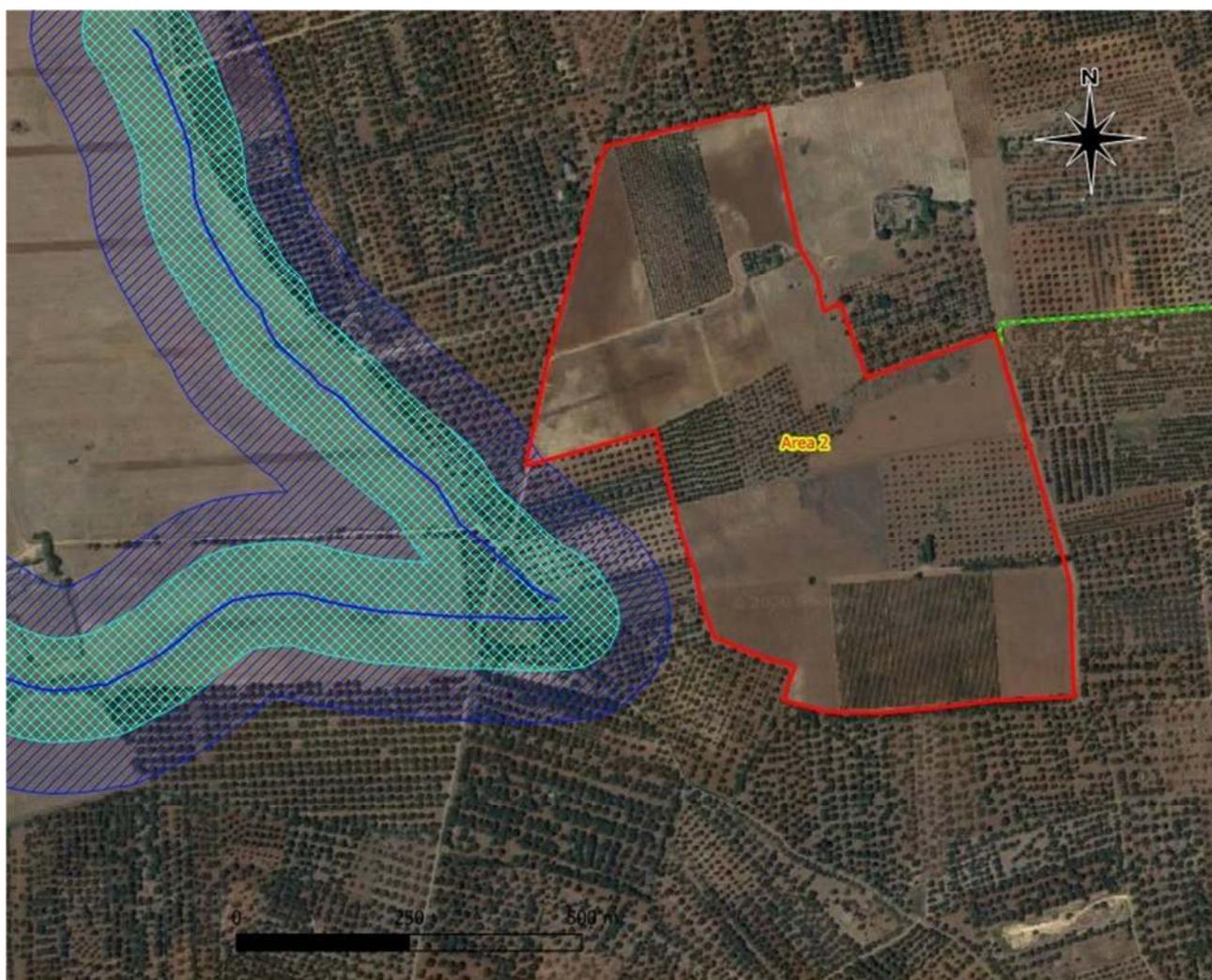


Figura 7: Particolare dei lotti di progetto indicazione dei perimetri della pericolosità idraulica variante PAI alle mappe PGRA (Piano Gestione Rischio Alluvioni).



- Art. 6 (NTA) - Alveo fluviale in modellamento attivo ed aree golenali
- Art. 10 (NTA) - Disciplina delle fasce di pertinenza fluviale

Figura 8: Particolare dei lotti di progetto con individuazione del buffer del reticolo idrografico (art. 6 e art. 10 delle N.T.A. del PAI).

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.

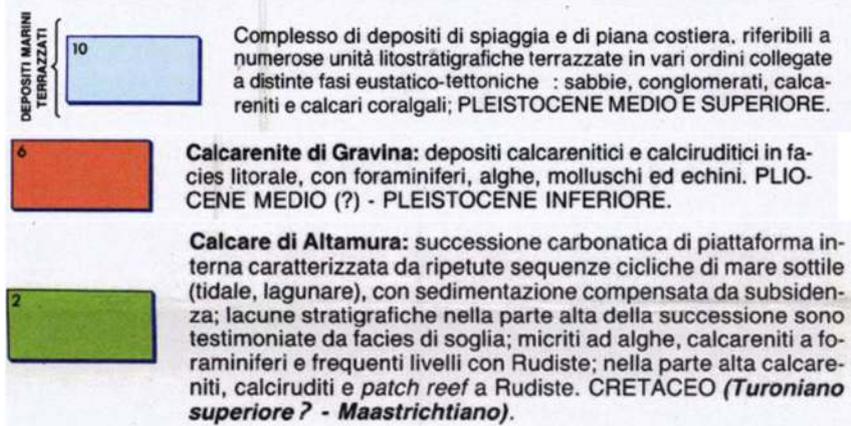
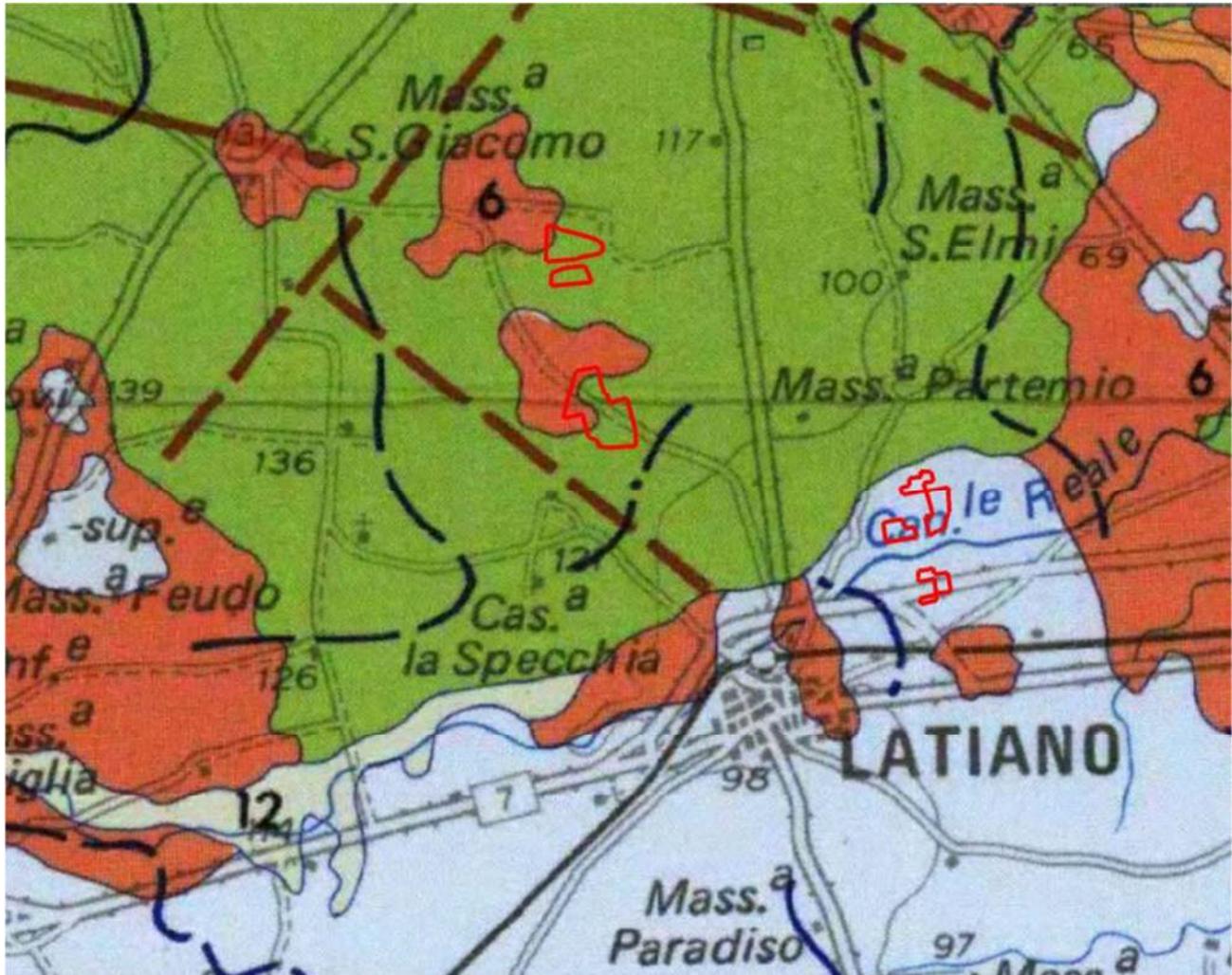


Figura 9: Stralcio Carta Geolitologica delle Murge e del Salento in scala 1:250.000 (Ciaranfi, Pieri, Ricchetti).



La formazione carbonatica cretacea digrada sino a quote di circa -60 metri sul lato adriatico; risulta coperta trasgressivamente da depositi sabbioso-calcarenitici di età calabrianica (Calcarenitici 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, Sciannabolo 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.

5. 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 di Latiano, è caratterizzata da un potente basamento carbonatico cretaceo (riferibile al "Calccare di Altamura") sovrastato, in trasgressione, dai termini basali della sequenza sedimentaria marina plio-pleistocenica della "Fossa Bradanica" (Calcarenitici 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

- "Calccare di Altamura" (Cretaceo sup.)
- "Calcarenitici di Gravina" (Pliocene sup. - Pleistocene inf.)
- "Argille subappennine" (Pleistocene inf.)
- "Depositi Marini Terrazzati" - DMT (Pleistocene medio - sup.)

DEPOSITI CONTINENTALI

- "Depositi recenti e attuali" - (Olocene)

5.1 Depositi continentali attuali

I depositi continentali attuali sono caratterizzati da terreno vegetale di colore generalmente marrone, tendente all'avana verso il basso, costituito da sabbie limose con un contenuto di materiale organico in genere poco elevato.

5.2 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. 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.

Per quanto riguarda l'estensione areale di questa unità si può supporre che sia totale per tutta l'area oggetto di studio. 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 (DTM), sono stati rinvenuti, subito al di sotto del terreno vegetale, all'interno dell'Area 3S, 3O, 3E, 3N.

5.3 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 Calcareni 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 Calcareni 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.

5.4 Calcareni di Gravina

L'unità della Calcareni 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. 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 rinvencono 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%.

È stata rilevata in affioramento in un lembo in prossimità del bordo ovest dell'Area 2; le indagini geognostiche e geofisiche integrative hanno mostrato la presenza di un lembo residuale di tale formazione nella parte occidentale dell'Area 1S.

5.5 Calcarea 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.

Nell'area in esame il calcarea affiora in maniera diffusa all'interno dell'Area 1 e dell'Area 2 (Figura 10).



Figura 10: Formazione dei Calcari di Altamura sub-affioranti all'interno dell'area 2.

6. IDROGEOLOGIA ED IDROGRAFIA SUPERFICIALE

6.1 Idrografia superficiale

Il sito studiato, in un'ampia visione, ricade all'interno del Bacino Idrografico del Reale, codificato nel PTA (Piano di tutela delle Acque della regione Puglia) con la sigla R16-144 (Figura 12).

All'interno del macro bacino idrografico del canale Reale, è possibile inoltre distinguere nella parte settentrionale del bacino, in cui ricadono gli Impianti 1 e 2, una serie di bacini endoreici, che di fatto costituiscono dei bacini idrografici indipendenti.

Alcuni di questi bacini risultano avere un volume di riempimento inferiore rispetto al volume netto di pioggia, e di fatto sversano le acque a valle, all'interno del bacino esoreico del Canale Reale.

Nel dettaglio per l'area di progetto si individua il seguente assetto idrografico:

- Area 1: è interessata dalla presenza di quattro differenti bacini endoreici: le aree di impianto si trovano in corrispondenza degli spartiacque endoreici.
- Area 2: è localizzata interamente all'interno di un grosso bacino endoreico dell'estensione di circa 8,4 Km².
- Area 3: localizzata all'interno del Bacino Esoreico del Canale Reale, il cui corso principale (Figura 11) è localizzato fra le sub aree denominate Ovest e Sud ad una distanza di 150 m.



Figura 11: Corso principale del canale reale frapposto fra i diversi lotti dell'Area 3.

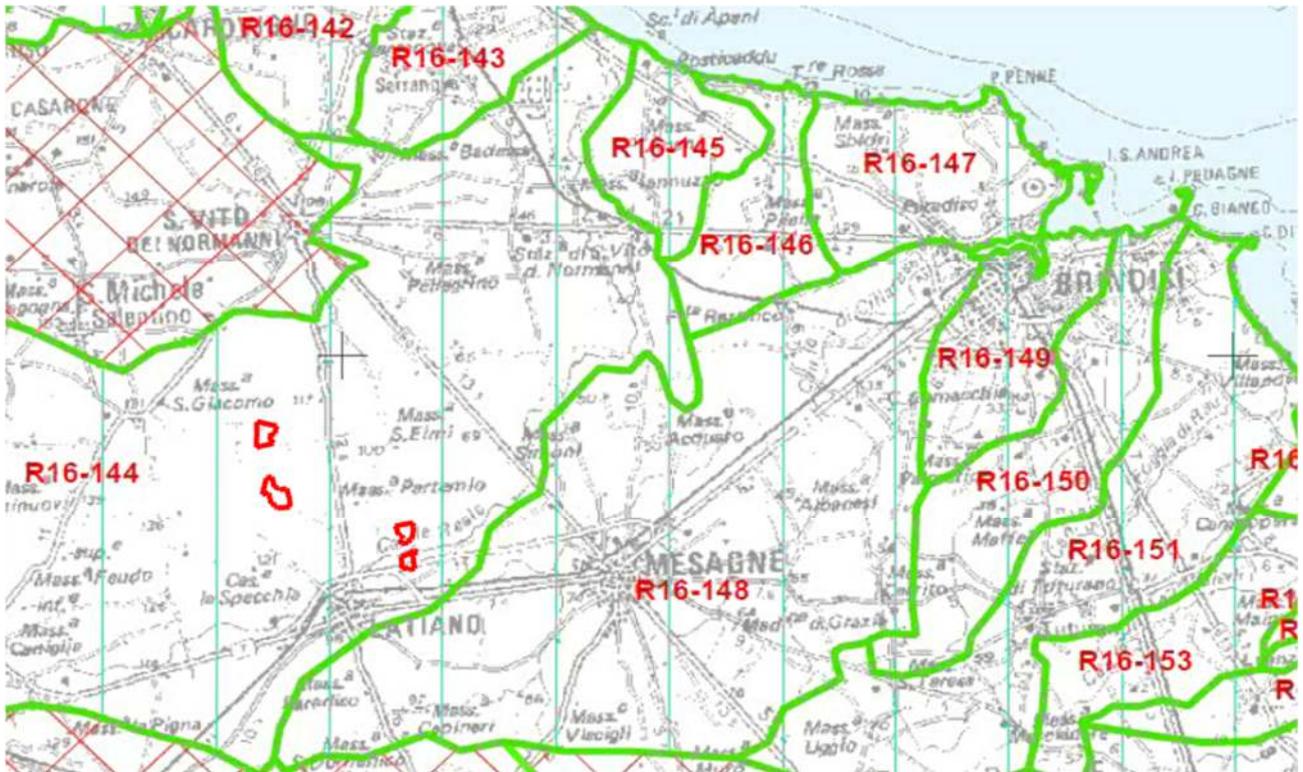


Figura 12: Bacini idrografici significativi (dal Piano Tutela Acque – Tav. 1.4).

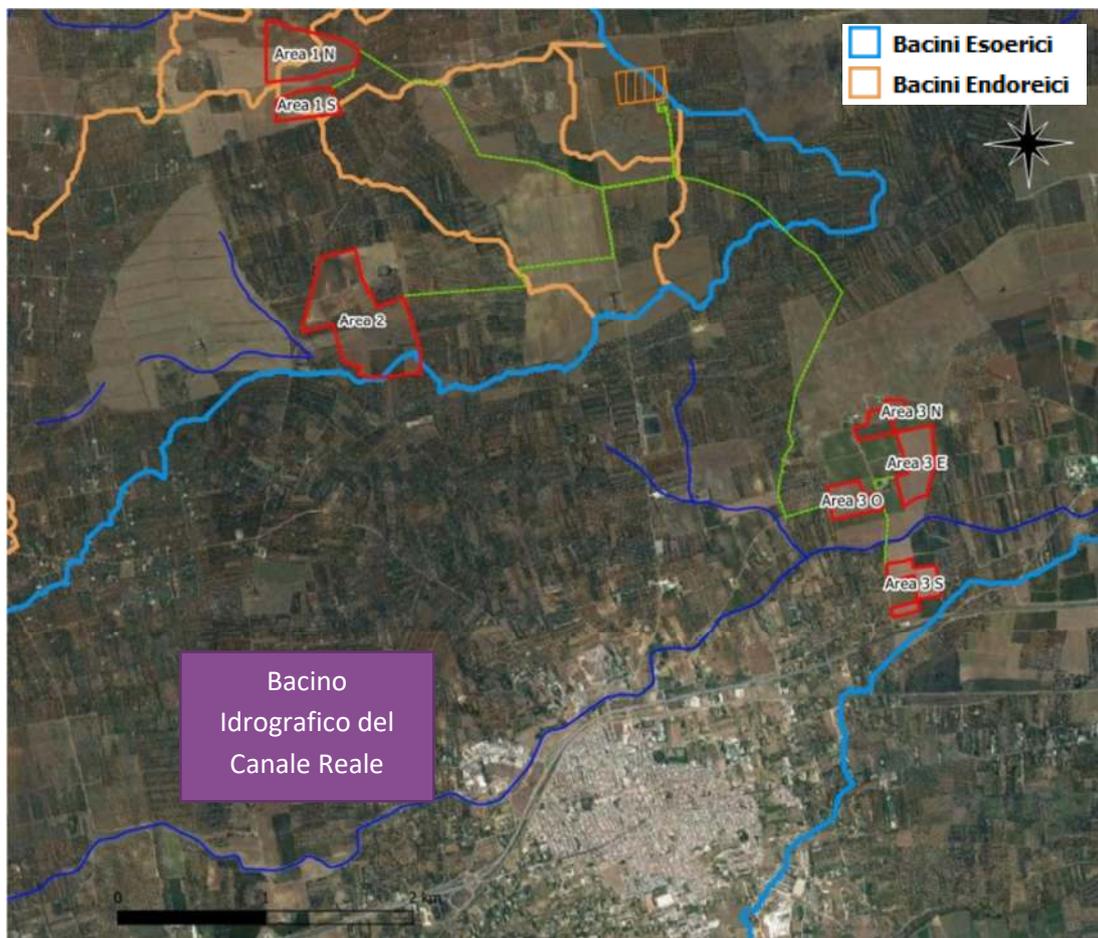


Figura 13: Bacini idrografici di dettaglio dell'area in studio.

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 acquiclude;
- 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'acquifera profonda 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)

6.2.1 Caratteristiche dell'acquifero superficiale

In corrispondenza del settore in cui ricade l'area di intervento 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, fa sì che la falda idrica superficiale sia del tutto assente.

6.2.2 Caratteristiche dell'acquifero profondo

Nell'area in studio si rinviene il complesso acquifero murgiano, la cui falda profonda percola, in pressione, a qualche metro sopra il livello medio marino a circa 40 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 14, evidenzia un deflusso idrico sotterraneo nella zona piuttosto omogeneo, caratterizzato da ampi fronti di drenaggio con direzione principale di deflusso orientata verso la costa

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.

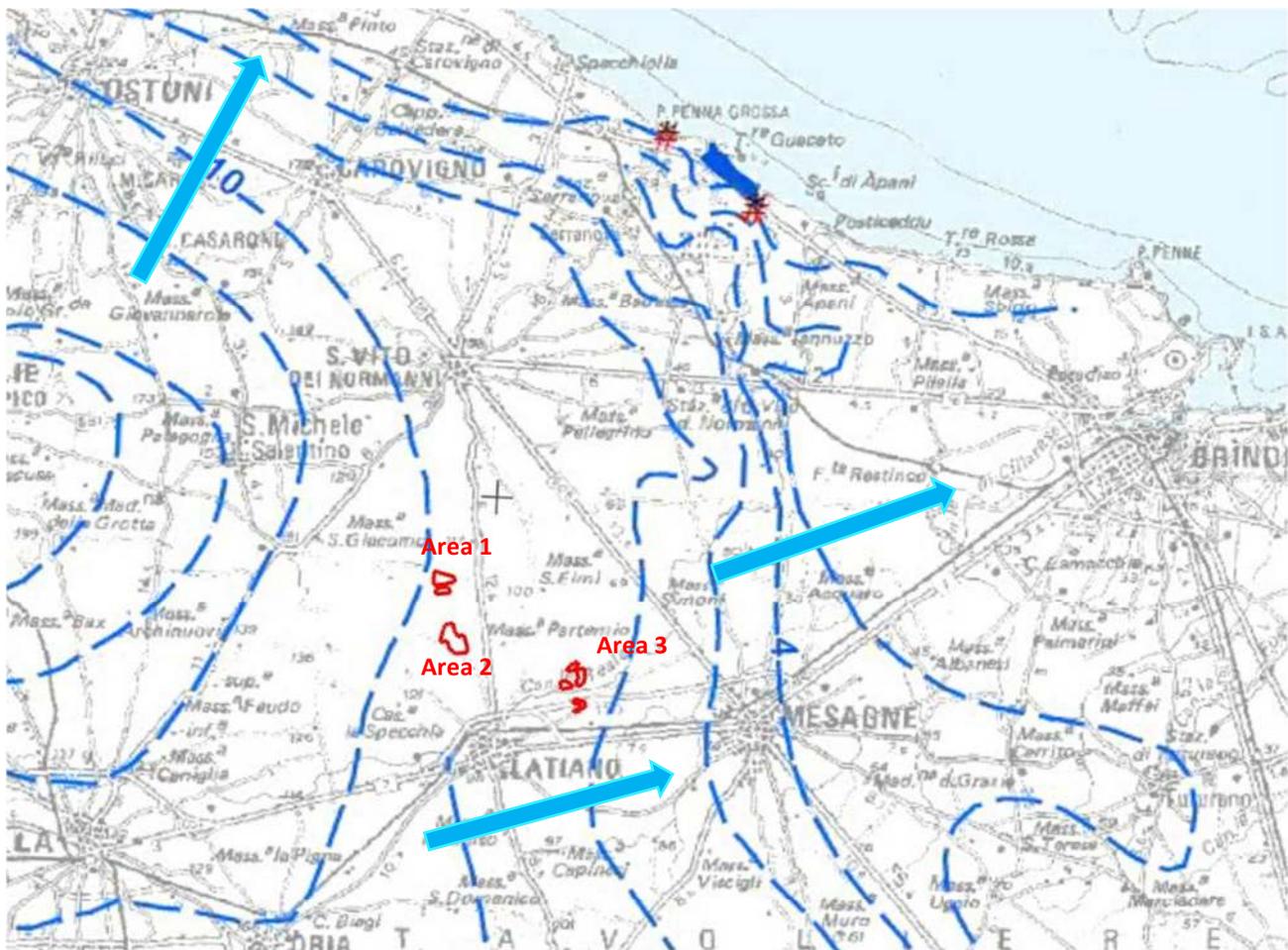
L'andamento medio delle isofreatiche (Figura 14), riferito al tetto della falda acquifera profonda murgiana, evidenzia un andamento complesso, non riconducibile a modelli schematici semplificati.

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.

La falda profonda si attesta nell'area di progetto ad una quota di circa 80-100 m dal p.c..



LEGENDA

— isopiecnica (m s.l.m.)

EMERGENZE CENSITE DA S.I.M. DI BARI

- Portata < 10 l/s
- Portata > 10 l/s

N.B.: le frecce indicano la direzione di deflusso delle acque della falda profonda.

Figura 14: Isofreatiche dell'acquifero carsico calcareo
(Fonte: Piano Regionale di Tutela delle Acque, SOGESID S.p.a., 2005).



7. INDAGINI GEOGNOSTICHE

La campagna di indagini geognostica e geofisica, pianificata per il presente progetto ha indagato essenzialmente l'area in cui sono previste le principali interazioni fra la struttura ed il terreno. In particolare è stata svolta in due fasi distinte, la prima nel dicembre del 2019, e la seconda a seguito della richiesta di integrazione (di cui alla premessa) nel mese di maggio 2021. La seconda campagna di indagini è stata svolta nei lotti denominati Area 1S, Area 3N e Area 3°, i quali risultavano non investigati nella prima campagna geognostica.

Nello specifico le indagini sono consistite in:

Campagna indagini dicembre 2019

- Esecuzione di n. 8 Prove Penetrometriche Dinamiche (DPSH), al fine di avere informazioni circa le caratteristiche di resistenza dei litotipi indagati.
- Esecuzione di n. 6 Indagini Sismiche MASW, al fine di definire la Vs, eq e di conseguenza la categoria del suolo di fondazione (NTC18).
- Esecuzione di N. 8 stendimenti sismici a rifrazione con restituzione tomografica.

Campagna indagini maggio 2021

- Esecuzione di n. 3 Prove Penetrometriche Dinamiche (DPM), al fine di avere informazioni circa le caratteristiche di resistenza dei litotipi indagati.
- Esecuzione di n. 3 Indagini Sismiche MASW, al fine di definire la Vs, eq e di conseguenza la categoria del suolo di fondazione (NTC18).
- Esecuzione di N. 1 stendimenti sismici a rifrazione.

L'ubicazione, le metodologie di indagine ed i report dettagliati sono riportati nell'Allegato 1 – REPORT SULLE INDAGINI IN SITO (1a e 1b).

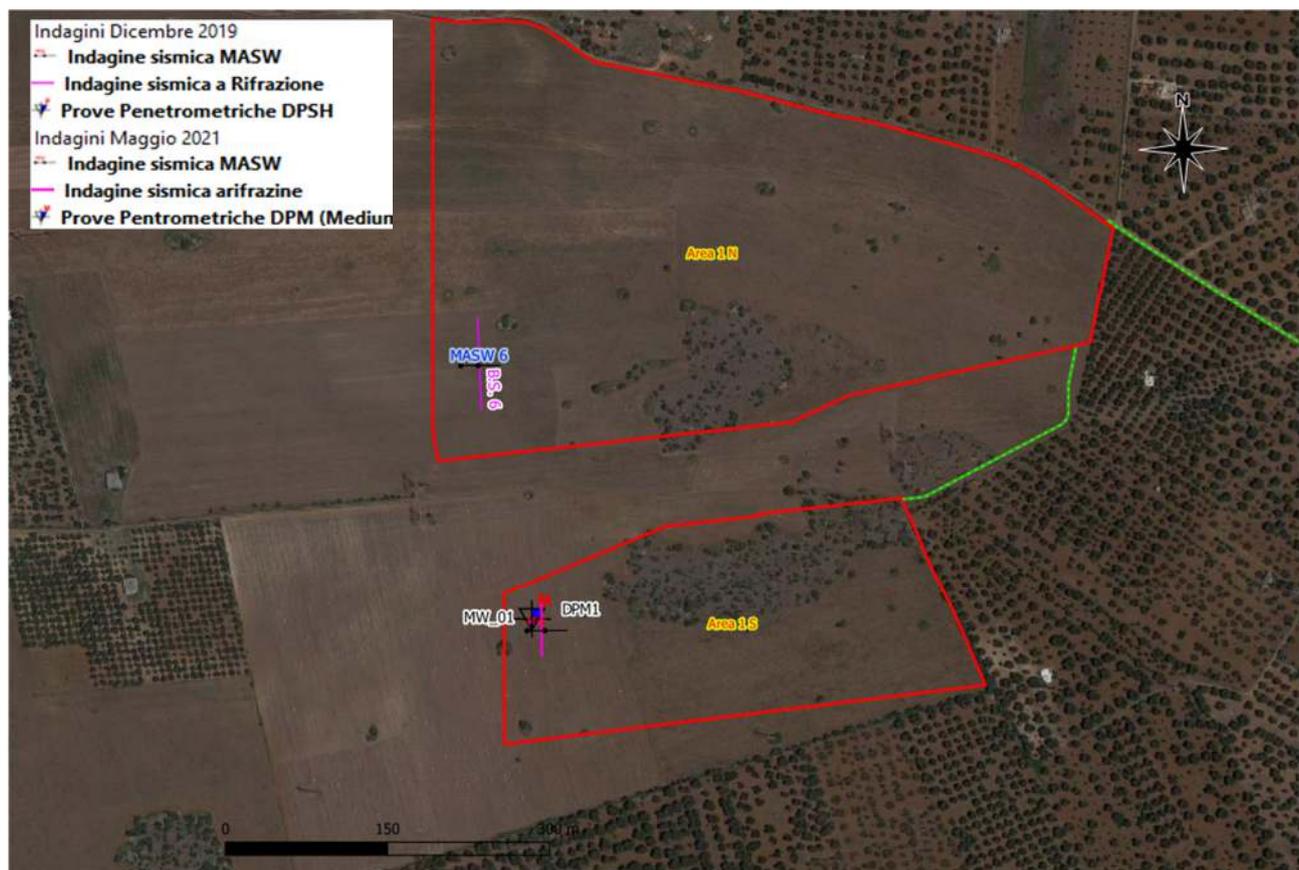


Figura 15: Ubicazione indagini in sito all'interno dell'Area 1 N e 1S.



Figura 16: Ubicazione indagini in sito all'interno dell'Area 2.



Figura 17: Ubicazione indagini in sito all'interno dell'Area 3N

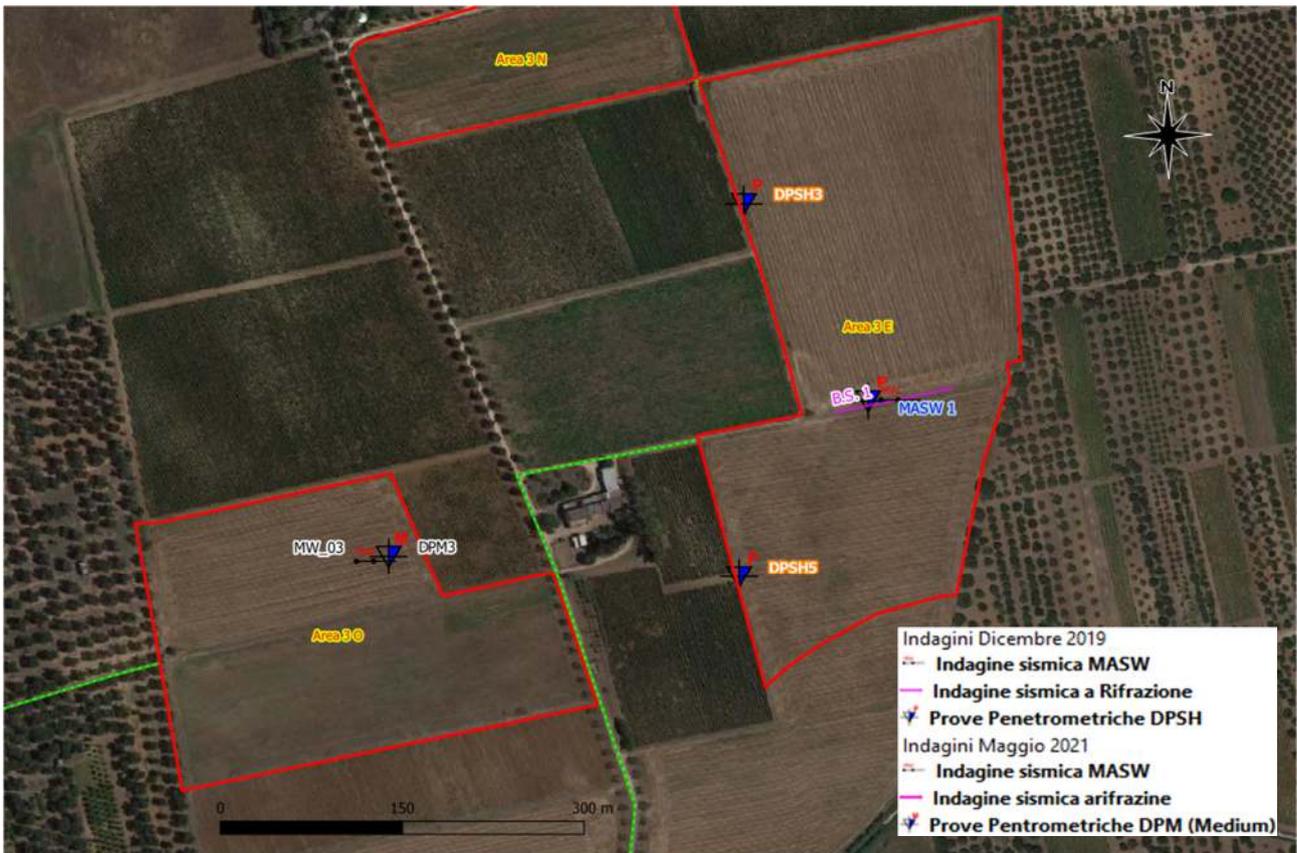


Figura 18: Ubicazione indagini in sito all'interno dell'Area 3E e Area 3O.

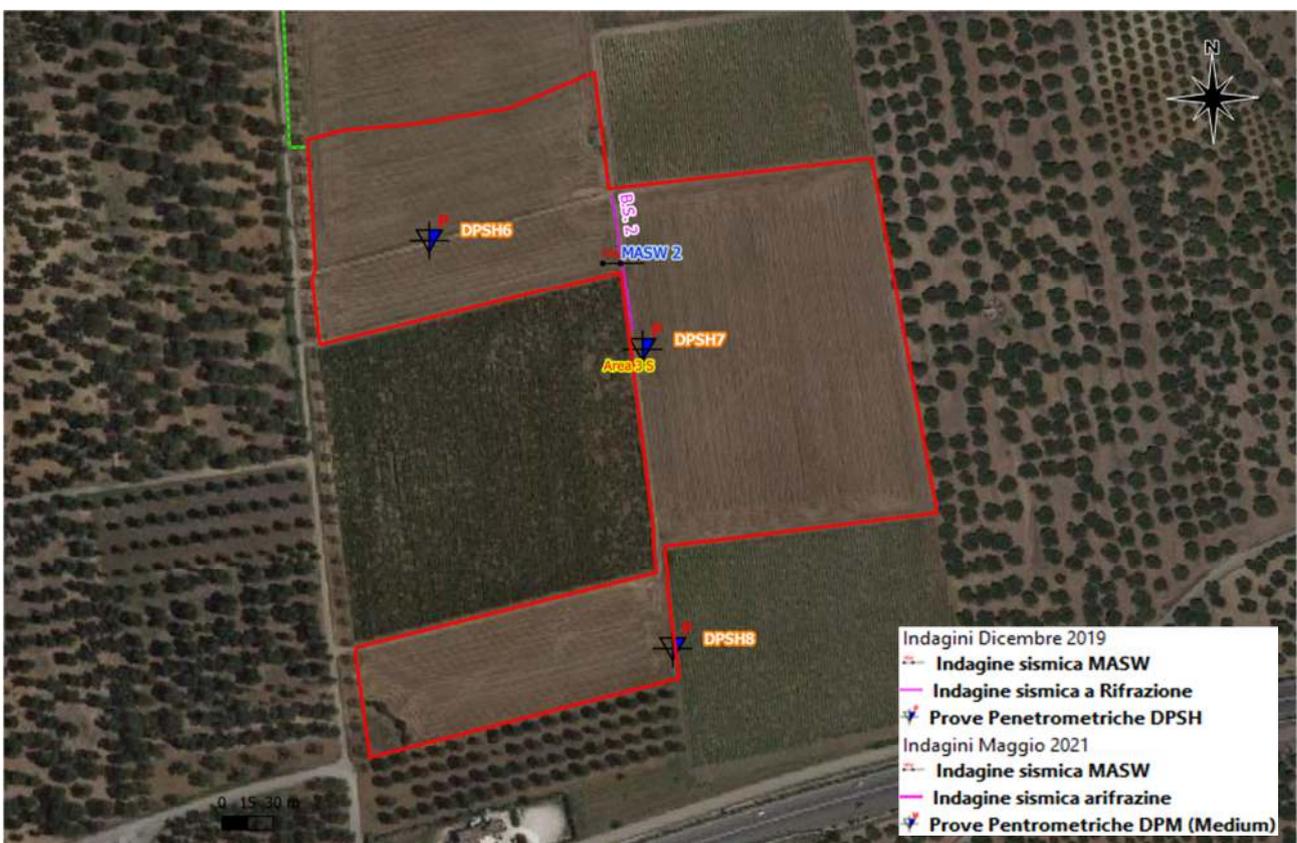


Figura 19: Ubicazione indagini in sito all'interno dell'Area 3S.

7.1 Prove Penetrometriche Dinamiche Continue Super Pesanti (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.

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 20).



Figura 20: Penetrometro statico/dinamico TG 63-200KN – Pagani: fasi di esecuzione delle indagini.

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 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 tre prove all'interno dell'area d'interesse progettuale, le quali hanno raggiunto una profondità rispettivamente di:

DPSH1 1,60 mt – prova a rifiuto
 DPSH2 0,80 mt – prova a rifiuto
 DPSH3 4,00 mt – prova a rifiuto
 DPSH4 4,20 mt – prova a rifiuto
 DPSH5 2,20 mt – prova a rifiuto
 DPSH6 8,40 mt
 DPSH7 6,40 mt
 DPSH8 7,60 mt

7.1.1 Interpretazione delle prove

La disamina dei dati ottenuti mette in evidenza il differente assetto stratigrafico che si rinviene all'interno delle aree investigate.

In particolare le prove eseguite all'interno dell'Area 2 (prova n. 1 e 2), evidenziano la presenza al di sotto dello strato di terreno vegetale dello spessore variabile da 0,80 ad 1,60 m del substrato roccioso, testimoniato dal rifiuto delle prove eseguite.

Per quanto concerne invece l'area 3 (prove n. 3, 4 e 5), si rileva che al di sotto del piano campagna è presente uno spessore di materiale più o meno sciolto, di sabbie limose con noduli calcarenitici sfatti ed incoerenti, al di sotto del quale si rinviene una bancata di sabbie calcarenitiche concrezionate. Tale livello si rinviene per tutta la profondità delle prove eseguite, le quali sono andate tutte a rifiuto seppur a profondità differenti. Il rifiuto delle prove è causa della presenza di livelli calcarenitici tenaci all'interno del deposito che impediscono di fatto l'avanzamento strumentale.

Per quanto concerne l'area 4 (prove n. 6, 7 e 8), si rileva come per l'area 3 la presenza di depositi più e meno sciolti attribuibili alla formazione dei depositi marini terrazzati, precedentemente descritti, sino alla profondità di investigazione delle prove. A differenza delle prove eseguite sull'area 3, le prove non sono andate a rifiuto, il che sta a significare l'assenza di livelli tenaci cementati all'interno del deposito sino alla profondità investigata.

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, le quali sono mostrate nel dettaglio nel REPORT DI INDAGINE.

Per ovvie ragioni non vengono elaborate e prese in considerazione le prove n. 1 e 2, in quanto è stato rinvenuto il substrato roccioso subito al di sotto dello strato superficiale di terreno agrario.



ANALISI PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE CONTINUE

Committente: Wood Solare Italia S.r.l.
località: AGRO DI LATIANO (BR)

Dati del Penetrometro:

DPSH Pesante (ISSMFE/Emilia)

W	H	A	D	Wa	Wc
63.5	75.0	60.0	50.5	6.5	15.7

W = peso del maglio (Kg)

H = altezza di caduta (cm)

A = Angolo d'apertura del cono (°)

D = Diametro di base del cono (mm)

Wa = peso delle aste (Kg/m)

Wc = peso della cuffia (Kg)

Passo delle misure = 20.00 cm.

Fattore di conversione da N(DP) a N(SPT) = 1.500

z = profondità (m)

N60 = numero dei colpi standardizzato

g = peso di volume (kN/mc) - da Bruschi, 1998

Rd = resistenza dinamica (MPa) - (formula degli Olandesi)

Id = indice di densità (%) - da Kulhavy & Mayne, 1990 e Cubrinowski & Ishihara, 1990 - mediate

f'_p = angolo d'attrito di picco (°) - da Schnertmann, 1975 e Hatanaka & Uchida, 1996 - mediate

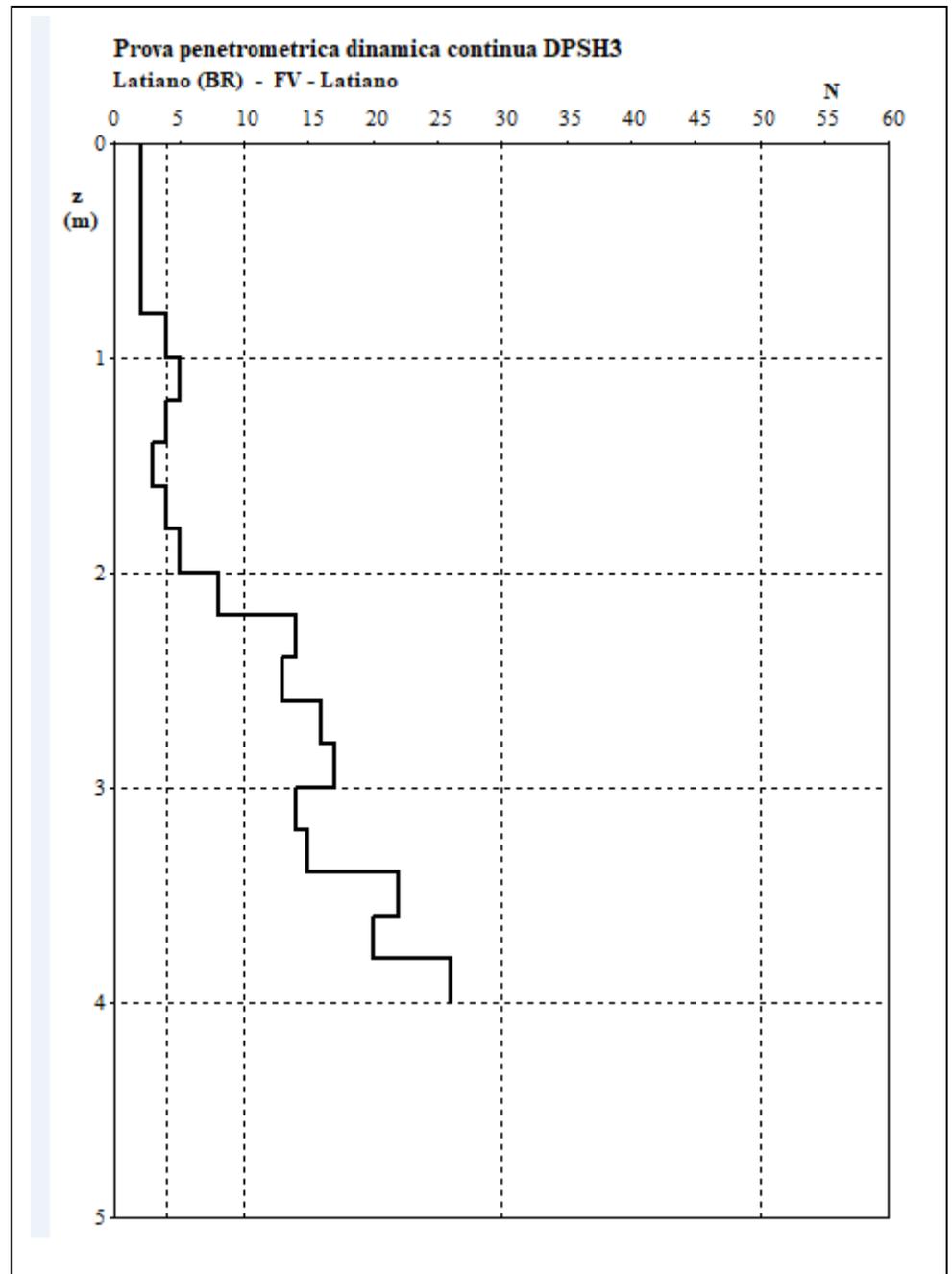
f'_cv = angolo d'attrito a volume costante (°) - dalla procedura di Horwath, 2000 e 2002



PROVA PENETROMETRICA n. DPSH 3

VALORI DI N

z (m)	N60	Nc	Nr
0,2	2	3	0
0,4	2	3	0
0,6	2	3	0
0,8	2	3	0
1,0	4	6	0
1,2	5	8	0
1,4	4	6	0
1,6	3	5	0
1,8	4	6	0
2,0	5	8	0
2,2	8	12	0
2,4	14	21	0
2,6	13	20	0
2,8	16	23	0
3,0	17	24	0
3,2	14	19	0
3,4	15	20	0
3,6	22	28	0
3,8	20	24	0
4,0	26	31	0



z = profondità

N60 = numero colpi standardizzato

Nc = numero dei colpi corretto per la pressione litostatica

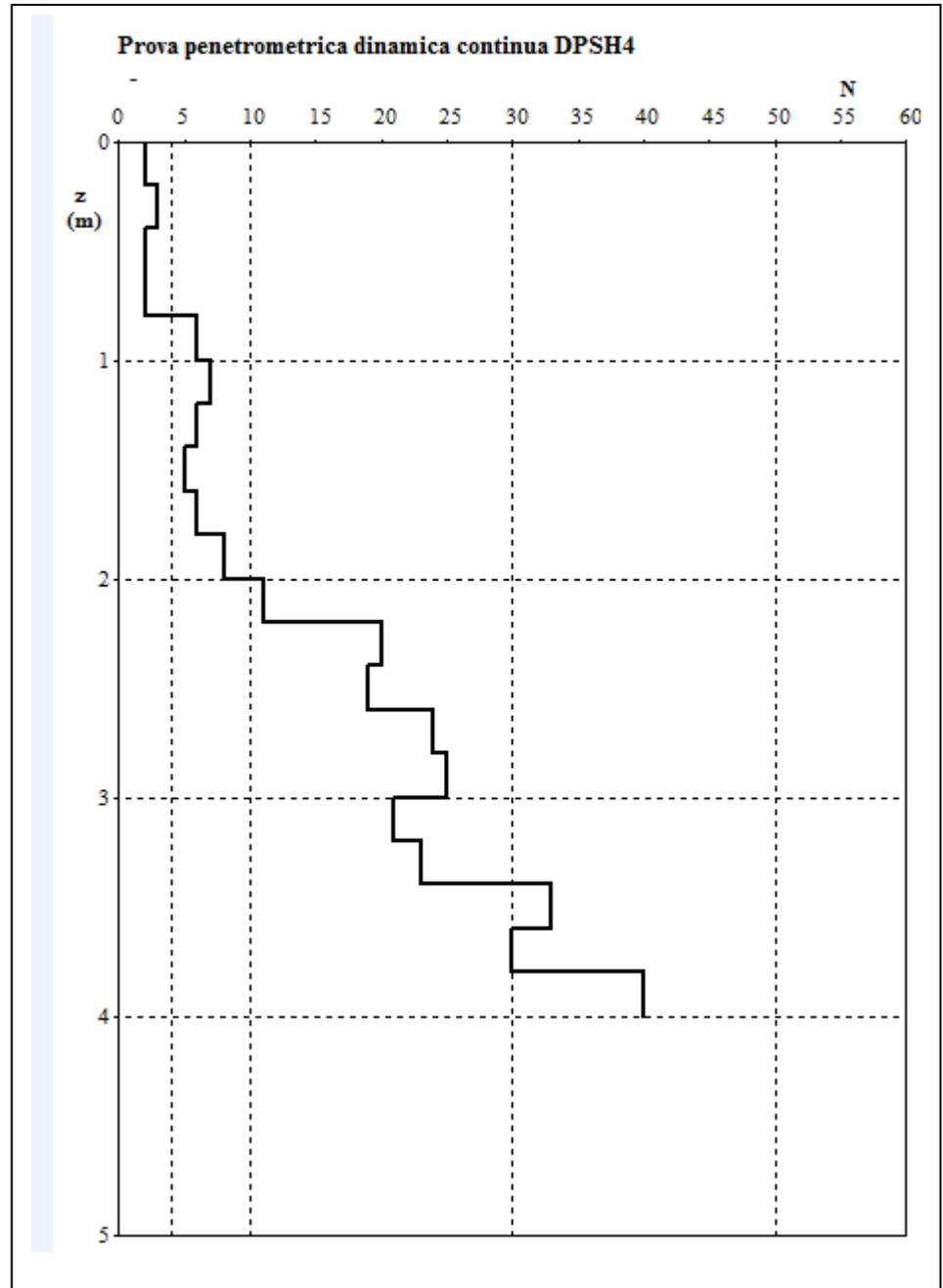
Nr = numero colpi del rivestimento



PROVA PENETROMETRICA n. DPSH 4

VALORI DI N

z (m)	N60	Nc	Nr
0.2	2	3	0
0.4	3	5	0
0.6	2	3	0
0.8	2	3	0
1.0	6	9	0
1.2	7	11	0
1.4	6	9	0
1.6	5	8	0
1.8	6	9	0
2.0	8	12	0
2.2	11	17	0
2.4	20	30	0
2.6	19	29	0
2.8	24	34	0
3.0	25	34	0
3.2	21	28	0
3.4	23	29	0
3.6	33	41	0
3.8	30	36	0
4.0	40	46	0



z = profondità

N60 = numero colpi standardizzato

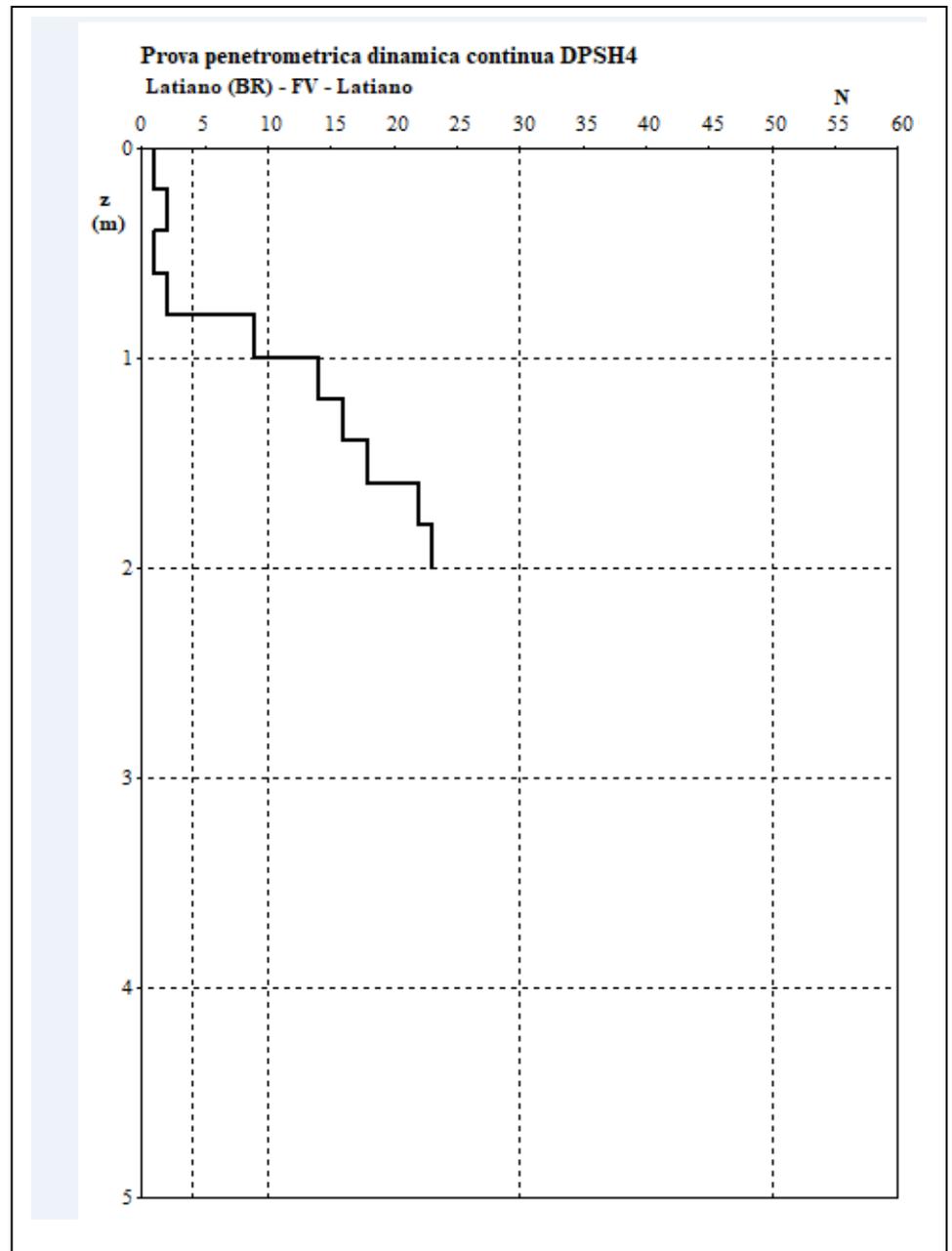
Nc = numero dei colpi corretto per la pressione litostatica

Nr = numero colpi del rivestimento

PROVA PENETROMETRICA n. DPSH 5

VALORI DI N

z (m)	N60	Nc	Nr
0.2	1	2	0
0.4	2	3	0
0.6	1	2	0
0.8	2	3	0
1.0	9	14	0
1.2	14	21	0
1.4	16	24	0
1.6	18	27	0
1.8	22	33	0
2.0	23	35	0



z = profondità

N60 = numero colpi standardizzato

Nc = numero dei colpi corretto per la pressione litostatica

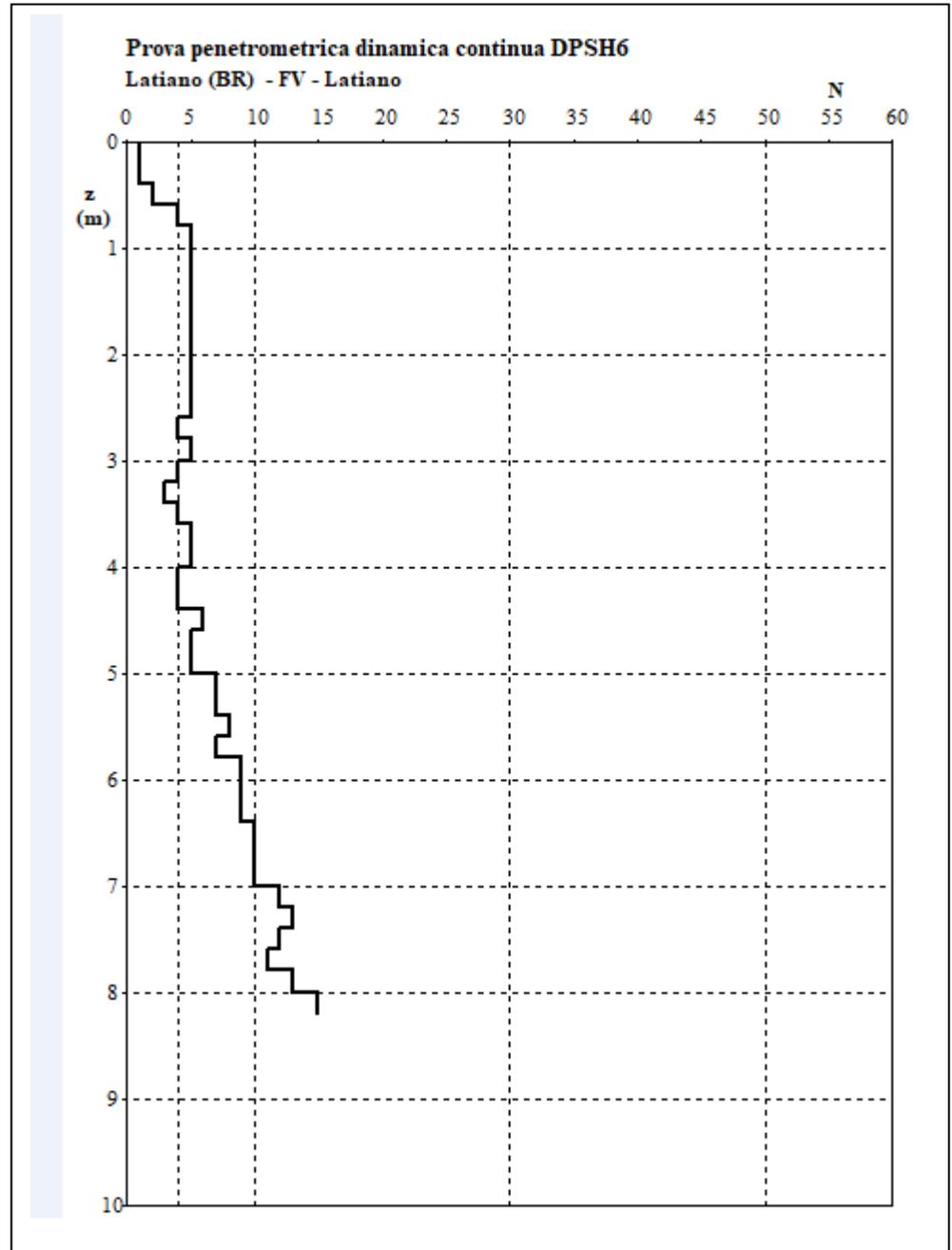
Nr = numero colpi del rivestimento



PROVA PENETROMETRICA n. DPSH 6

VALORI DI N

z (m)	N60	Nc	Nr
0.2	1	2	0
0.4	1	2	0
0.6	2	3	0
0.8	4	6	0
1.0	5	8	0
1.2	5	8	0
1.4	5	8	0
1.6	5	8	0
1.8	5	8	0
2.0	5	8	0
2.2	5	8	0
2.4	5	8	0
2.6	5	8	0
2.8	4	6	0
3.0	5	7	0
3.2	4	6	0
3.4	3	4	0
3.6	4	5	0
3.8	5	6	0
4.0	5	6	0
4.2	4	5	0
4.4	4	5	0
4.6	6	7	0
4.8	5	6	0
5.0	5	6	0
5.2	7	8	0
5.4	7	8	0
5.6	8	8	0
5.8	7	7	0
6.0	9	9	0
6.2	9	9	0
6.4	9	9	0
6.6	10	10	0
6.8	10	9	0
7.0	10	9	0
7.2	12	11	0
7.4	13	12	0
7.6	12	11	0
7.8	11	10	0
8.0	13	11	0
8.2	15	13	0



z = profondità

N60 = numero colpi standardizzato

Nc = numero dei colpi corretto per la pressione litostatica

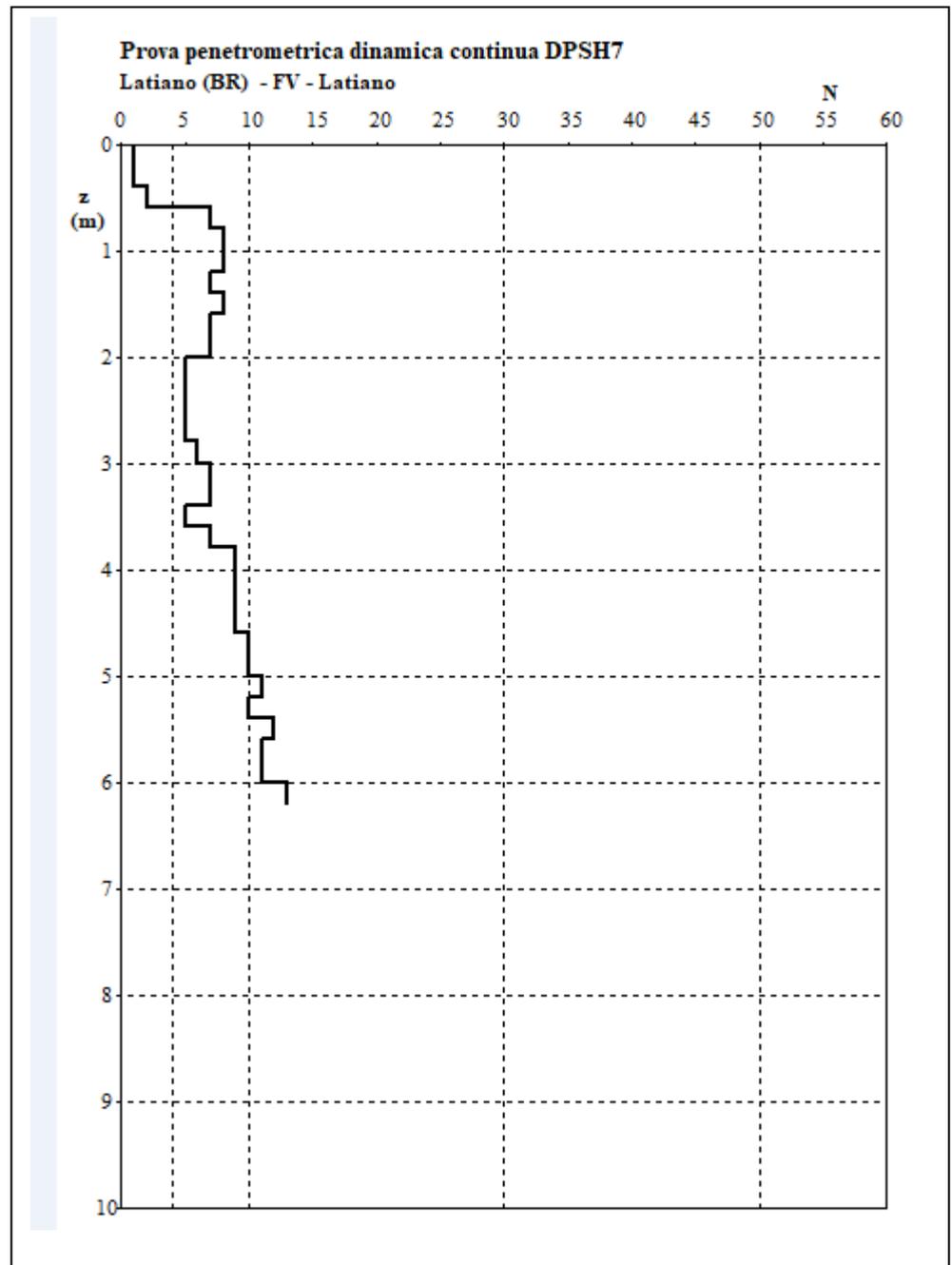
Nr = numero colpi del rivestimento



PROVA PENETROMETRICA n. DPSH 7

VALORI DI N

z (m)	N60	Nc	Nr
0.2	1	2	0
0.4	1	2	0
0.6	2	3	0
0.8	7	11	0
1.0	8	12	0
1.2	8	12	0
1.4	7	11	0
1.6	8	12	0
1.8	7	11	0
2.0	7	11	0
2.2	5	8	0
2.4	5	8	0
2.6	5	8	0
2.8	5	7	0
3.0	6	9	0
3.2	7	10	0
3.4	7	9	0
3.6	5	6	0
3.8	7	9	0
4.0	9	11	0
4.2	9	11	0
4.4	9	10	0
4.6	9	10	0
4.8	10	11	0
5.0	10	11	0
5.2	11	12	0
5.4	10	10	0
5.6	12	12	0
5.8	11	11	0
6.0	11	11	0
6.2	13	13	0



z = profondità

N60 = numero colpi standardizzato

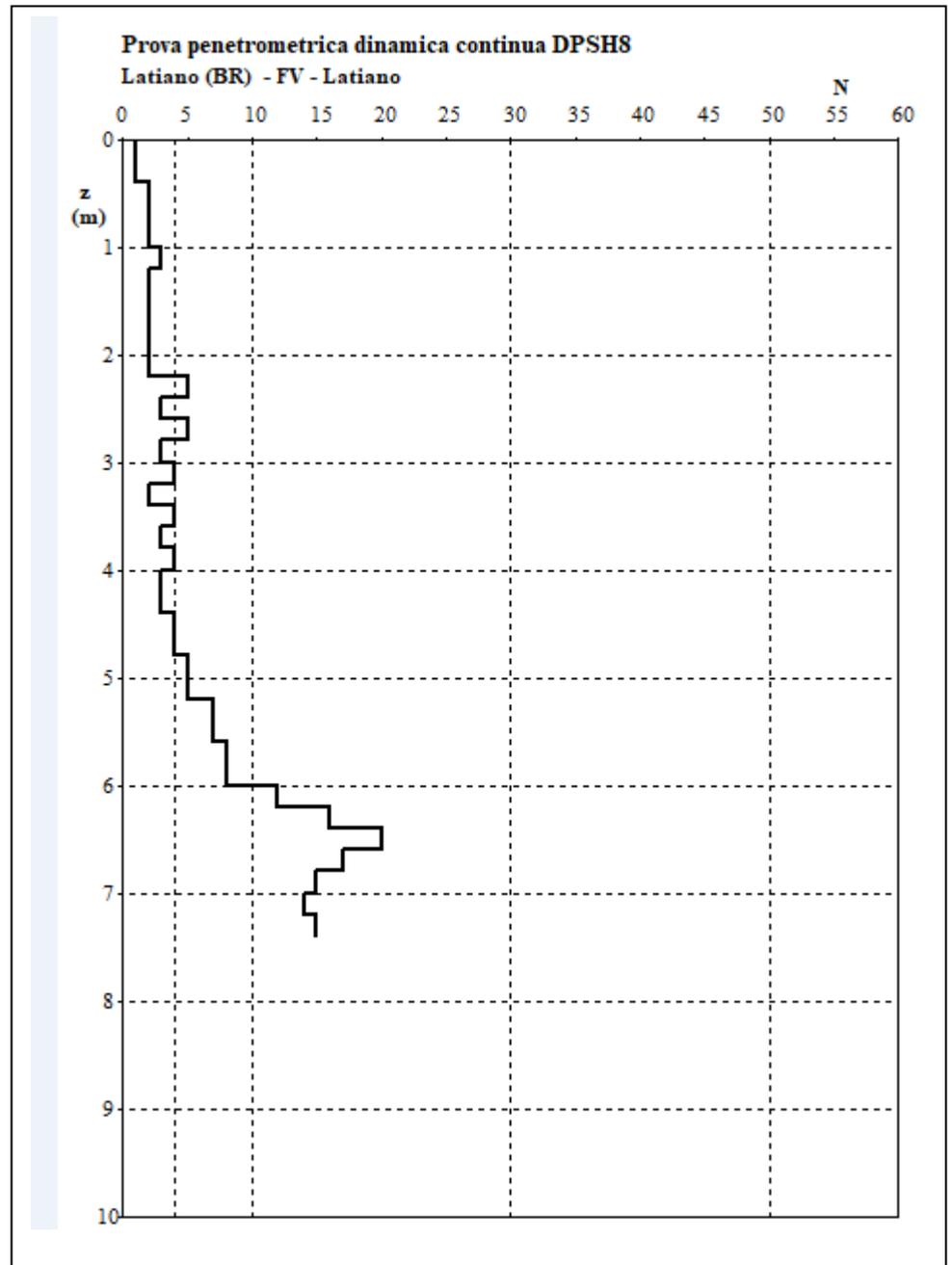
Nc = numero dei colpi corretto per la pressione litostatica

Nr = numero colpi del rivestimento

PROVA PENETROMETRICA n. DPSH 8

VALORI DI N

z (m)	N60	Nc	Nr
0.2	1	2	0
0.4	1	2	0
0.6	2	3	0
0.8	2	3	0
1.0	2	3	0
1.2	3	5	0
1.4	2	3	0
1.6	2	3	0
1.8	2	3	0
2.0	2	3	0
2.2	2	3	0
2.4	5	8	0
2.6	3	5	0
2.8	5	8	0
3.0	3	4	0
3.2	4	6	0
3.4	2	3	0
3.6	4	5	0
3.8	3	4	0
4.0	4	5	0
4.2	3	4	0
4.4	3	4	0
4.6	4	5	0
4.8	4	5	0
5.0	5	6	0
5.2	5	6	0
5.4	7	8	0
5.6	7	8	0
5.8	8	8	0
6.0	8	8	0
6.2	12	12	0
6.4	16	16	0
6.6	20	19	0
6.8	17	16	0
7.0	15	14	0
7.2	14	13	0
7.4	15	14	0



z = profondità

N60 = numero colpi standardizzato

Nc = numero dei colpi corretto per la pressione litostatica

Nr = numero colpi del rivestimento



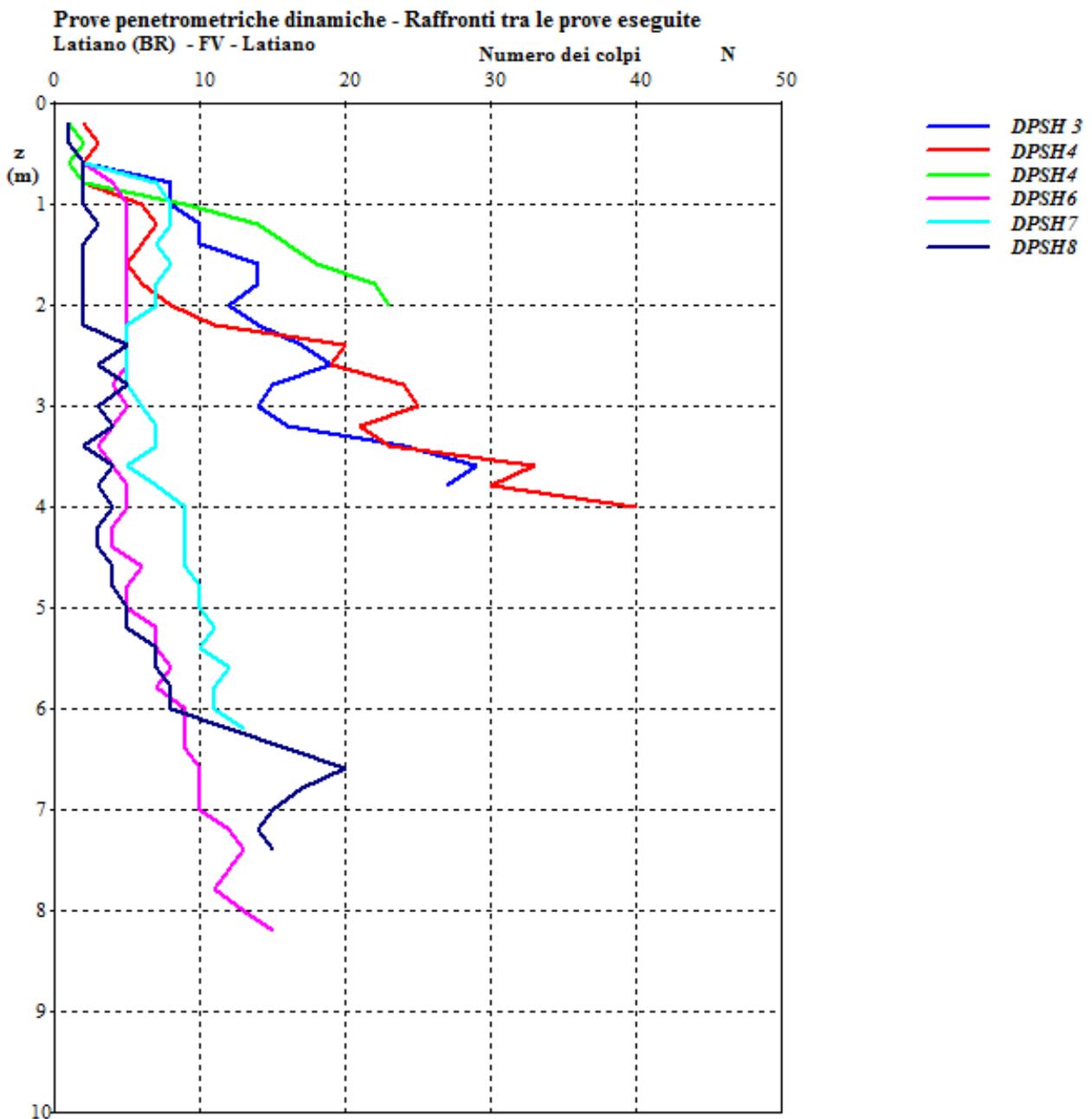


Figura 21: Prove penetrometriche DPSH – Raffronti fra le prove: Numero di colpi.



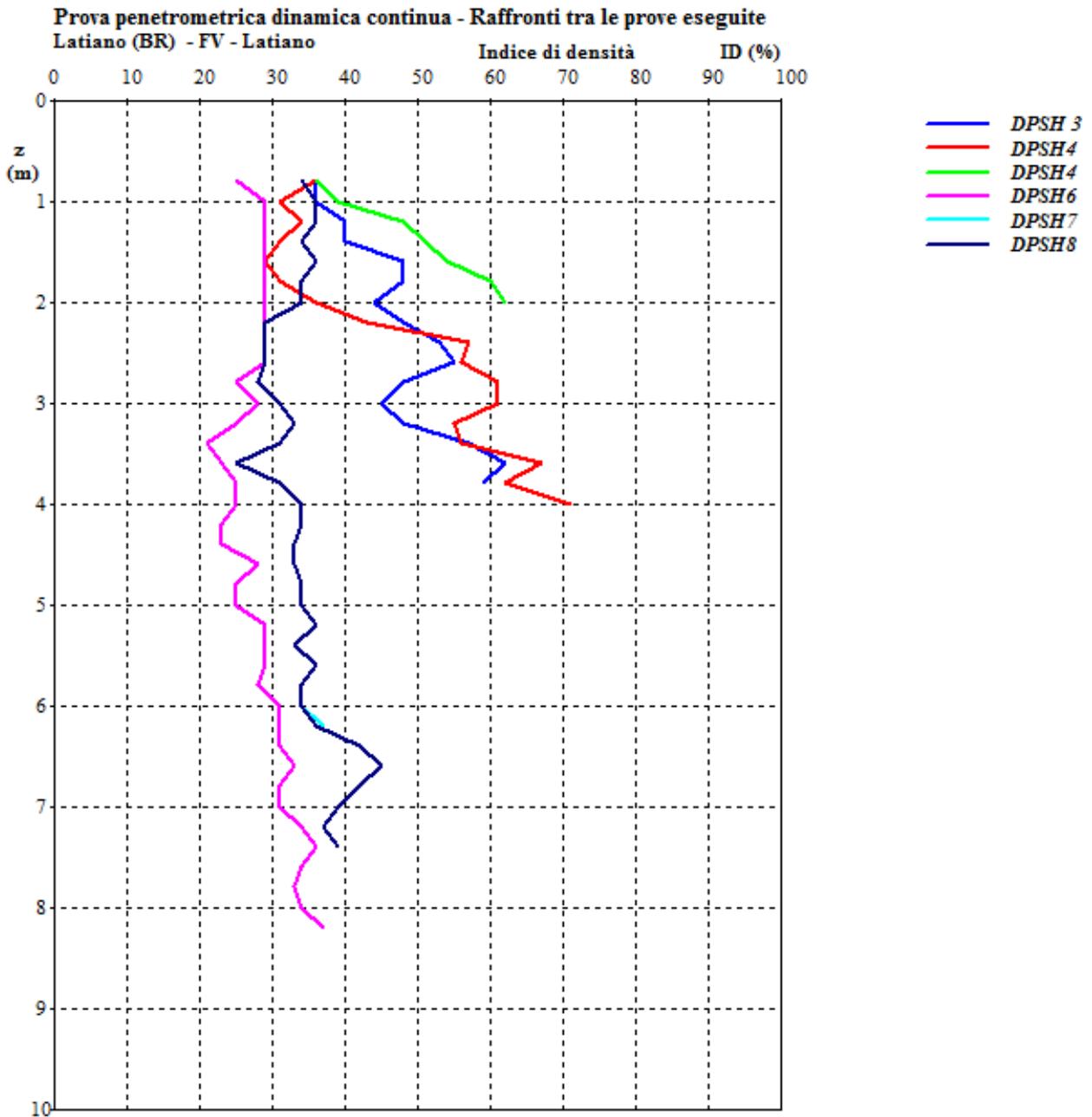


Figura 22: Prove penetrometriche DPSH – Raffronti fra le prove: Densità relativa.



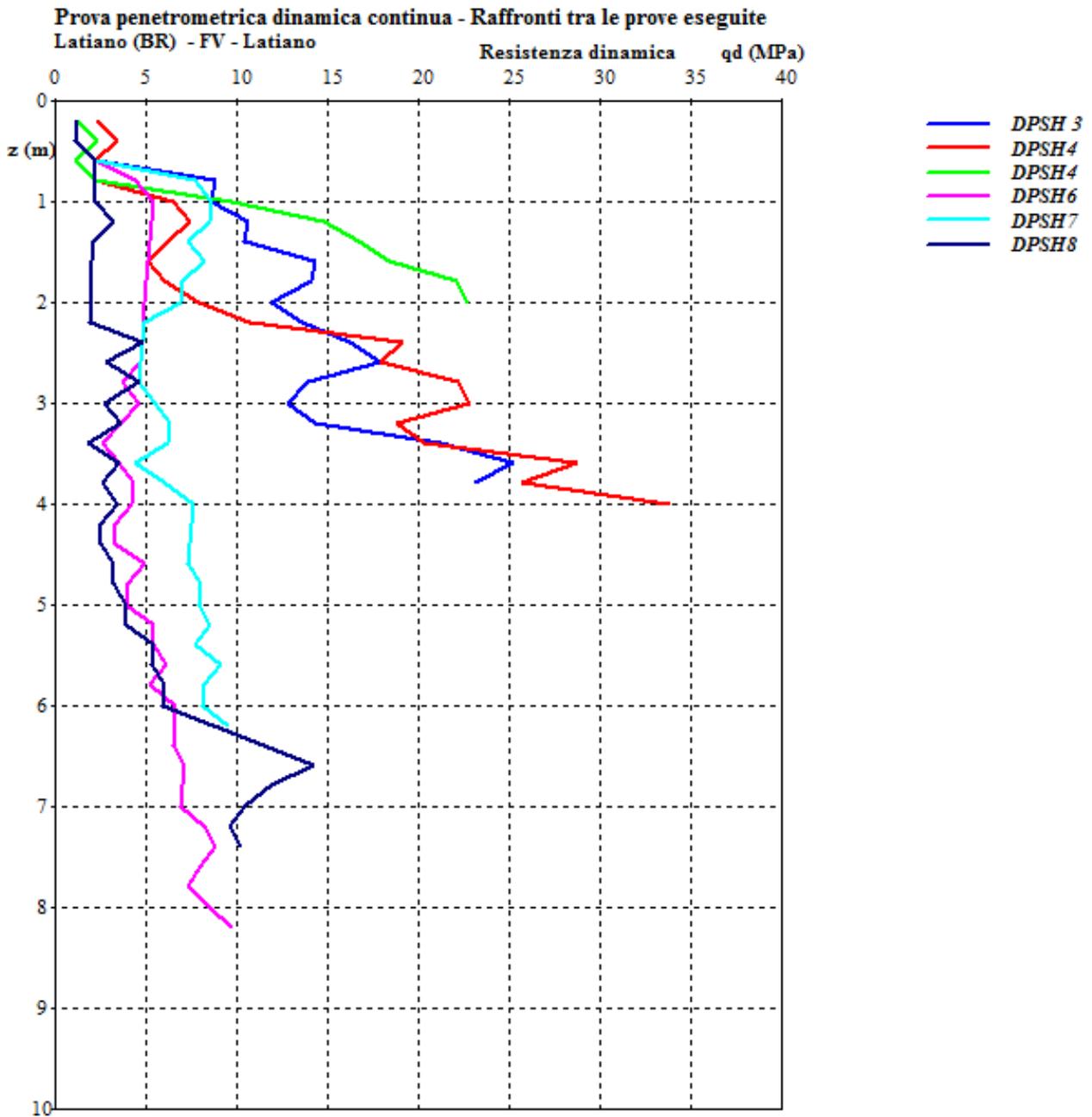


Figura 23: Prove penetrometriche DPSH – Raffronti fra le prove: Resistenza dinamica.

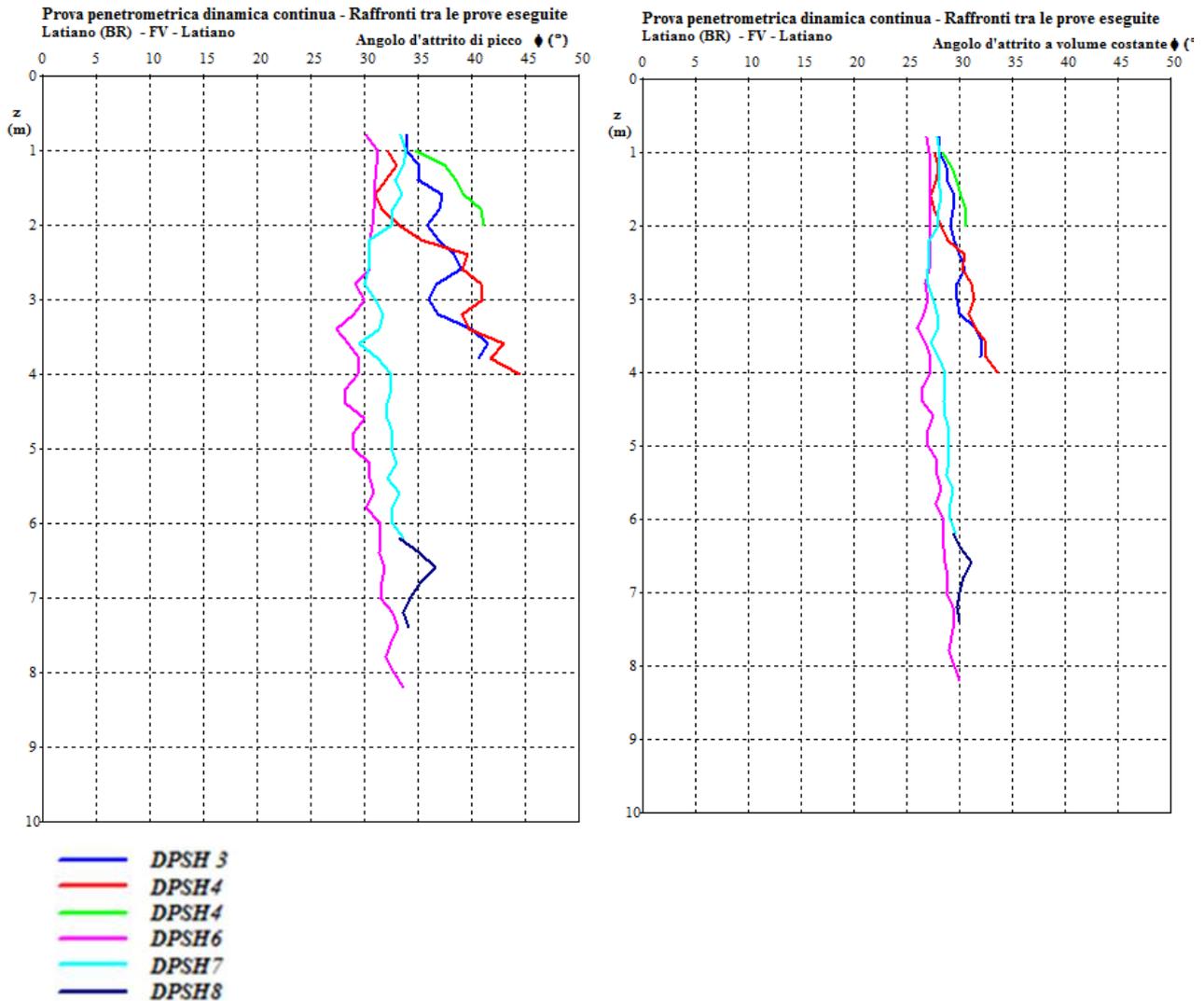


Figura 24: Prove penetrometriche DPSH – Raffronti fra le prove: Angolo di attrito.

Sulla scorta dell’analisi fatte sulle prove eseguite è possibile ricavare alcuni parametri geotecnici medio-statistici riferiti al deposito sabbioso-limoso-arenitico investigato.

In generale si rileva la presenza di un primo strato di sabbie leggermente limose con rari ciottoli ghiaiosi, seguito da un banco di sabbie grossolane alternate a livelli arenitici cementati; tale assetto è evidenziato da un aumento repentino nel numero dei colpi e da un conseguente miglioramento delle caratteristiche geotecniche.

Sulla scorta delle indagini penetrometriche effettuate è possibile ricavare i seguenti parametri geotecnici (Tabella 1):

Tabella 1: Parametri geotecnici ricavati dalle prove DPSH per il deposito sabbioso-ghiaioso-arenitico dei Depositi Marini Terrazzati.

ID Strato	Peso di Volume	Densità Relativa	Angolo di attrito (°)
1 – sabbie limose	16 - 17	25 - 35	26-30
2 - sabbie grossolane alternate a livelli arenitici cementati	18 - 20	45 - 65	27-33



7.2 Prove Penetrometriche Dinamiche Continue Medie (DPM)

Nella campagna di indagine eseguita nel mese di Maggio 2021, sono state eseguite n. 3 prove penetrometriche medie (DPM), all'interno delle aree rimaste scoperte durante la precedente investigazione geognostica (Area 1S, Area 3N e Area 3O) (Figura 25).



Figura 25: Penetrometro DM30SASX Dinamico Medio: fasi di esecuzione delle indagini.

Le elaborazioni sono state effettuate mediante un programma di calcolo automatico Dynamic Probing della GeoStru Software.

Il programma calcola il rapporto delle energie trasmesse (coefficiente di correlazione con SPT) tramite le elaborazioni proposte da Pasqualini 1983 - Meyerhof 1956 - Desai 1968 - Borowczyk-Frankowsky 1981.

Permette inoltre di utilizzare i dati ottenuti dall'effettuazione di prove penetrometriche per estrapolare utili informazioni geotecniche e geologiche.

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

In particolare consente di ottenere informazioni su:

- l'andamento verticale e orizzontale degli intervalli stratigrafici,
- la caratterizzazione litologica delle unità stratigrafiche,
- i parametri geotecnici suggeriti da vari autori in funzione dei valori del numero dei colpi e della resistenza alla punta.

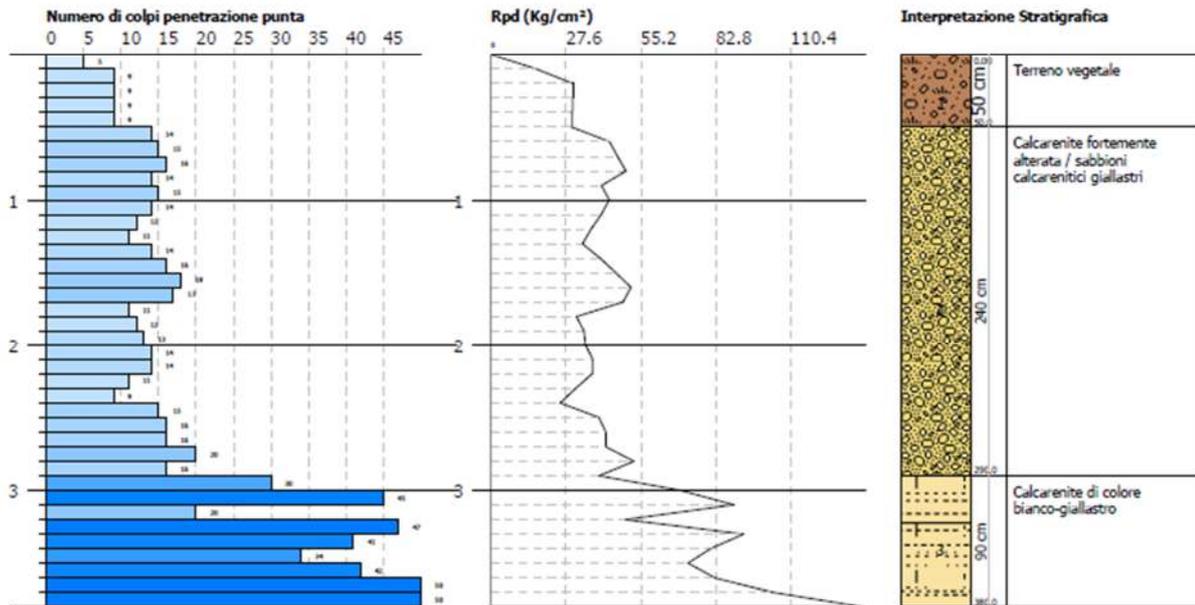
Nel seguito vengono mostrate i diagrammi penetrometrici e le elaborazioni effettuate.

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA P1
Strumento utilizzato... DM30SASX

Committente: Wood Solare Italia
Cantiere: Fotovoltaico Latiano
Località: Latiano (BR)

Data: 06/05/2021

Scala 1:48



PROVA ...P1

Strumento utilizzato... DM30SASX
Prova eseguita in data 06/05/2021
Profondità prova 3.80 mt
Falda non rilevata

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm²)	Res. dinamica (Kg/cm²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm²)
0.10	5	0.857	16.76	19.57	0.84	0.98
0.20	9	0.855	30.10	35.22	1.50	1.76
0.30	9	0.853	30.03	35.22	1.50	1.76
0.40	9	0.851	29.96	35.22	1.50	1.76
0.50	9	0.849	29.90	35.22	1.49	1.76
0.60	14	0.797	43.66	54.78	2.18	2.74
0.70	15	0.795	46.67	58.70	2.33	2.93
0.80	16	0.793	49.67	62.61	2.48	3.13
0.90	14	0.792	40.71	51.43	2.04	2.57
1.00	15	0.790	43.52	55.10	2.18	2.76
1.10	14	0.788	40.53	51.43	2.03	2.57
1.20	12	0.836	36.86	44.08	1.84	2.20
1.30	11	0.835	33.72	40.41	1.69	2.02



Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
1.40	14	0.783	40.26	51.43	2.01	2.57
1.50	16	0.781	45.92	58.78	2.30	2.94
1.60	18	0.780	51.55	66.12	2.58	3.31
1.70	17	0.778	48.58	62.45	2.43	3.12
1.80	11	0.826	33.39	40.41	1.67	2.02
1.90	12	0.825	34.26	41.54	1.71	2.08
2.00	13	0.773	34.79	45.00	1.74	2.25
2.10	14	0.772	37.40	48.46	1.87	2.42
2.20	14	0.770	37.32	48.46	1.87	2.42
2.30	11	0.819	31.17	38.08	1.56	1.90
2.40	9	0.817	25.46	31.15	1.27	1.56
2.50	15	0.766	39.76	51.92	1.99	2.60
2.60	16	0.764	42.33	55.38	2.12	2.77
2.70	16	0.763	42.25	55.38	2.11	2.77
2.80	20	0.761	52.71	69.23	2.64	3.46
2.90	16	0.760	39.80	52.36	1.99	2.62
3.00	30	0.709	69.58	98.18	3.48	4.91
3.10	45	0.607	89.44	147.27	4.47	7.36
3.20	20	0.756	49.48	65.45	2.47	3.27
3.30	47	0.605	93.01	153.82	4.65	7.69
3.40	41	0.603	80.97	134.18	4.05	6.71
3.50	34	0.652	72.56	111.27	3.63	5.56
3.60	42	0.601	82.59	137.45	4.13	6.87
3.70	53	0.600	104.01	173.45	5.20	8.67
3.80	70	0.598	137.09	229.09	6.85	11.45

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA P1

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 2	10	2.90	10	Gibbs & Holtz 1957	35.2

Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 2	10	2.90	10	Meyerhof (1965)	28.8

Modulo di Young

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm ²)
Strato 2	10	2.90	10	Bowles (1982)	48.00

Modulo Edometrico

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
Strato 2	10	2.90	10	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)	82.60



Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 2	10	2.90	10	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m ³)
Strato 2	10	2.90	10	Meyerhof ed altri	1.73

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m ³)
Strato 2	10	2.90	10	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.92

Modulo di Poisson

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato 2	10	2.90	10	(A.G.I.)	0.33

Modulo di deformazione a taglio dinamico

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm ²)
Strato 2	10	2.90	10	Ohsaki & Iwasaki	566.13

Velocità onde

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde m/s
Strato 2	10	2.90	10	Ohta e Goto (1978)	123.034

Modulo di reazione Ko

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko (Kg/cm ³)
Strato 2	10	2.90	10	Navfac 1971-1982	2.10

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
Strato 2	10	2.90	10	Robertson (1983)	40.00

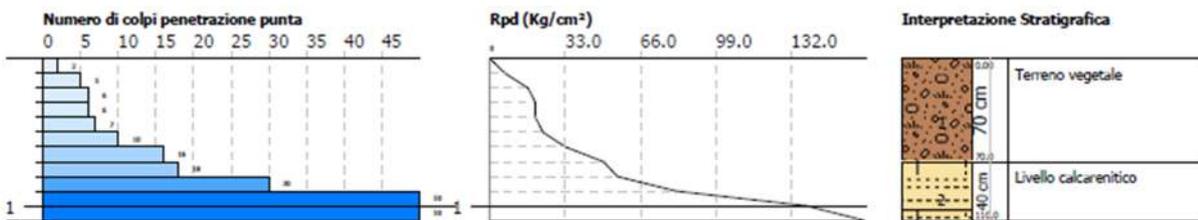


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA P2
Strumento utilizzato... DM30SASX

Committente: Wood Solare Italia
 Cantiere: Fotovoltaico Latiano
 Località: Latiano (BR)

Data: 06/05/2021

Scala 1:48



PROVA ...P2

Strumento utilizzato... DM30SASX
 Prova eseguita in data 06/05/2021
 Profondità prova 1.10 mt
 Falda non rilevata

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm²)	Res. dinamica (Kg/cm²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm²)
0.10	2	0.857	6.70	7.83	0.34	0.39
0.20	5	0.855	16.72	19.57	0.84	0.98
0.30	6	0.853	20.02	23.48	1.00	1.17
0.40	6	0.851	19.97	23.48	1.00	1.17
0.50	7	0.849	23.25	27.39	1.16	1.37
0.60	10	0.847	33.14	39.13	1.66	1.96
0.70	16	0.795	49.78	62.61	2.49	3.13
0.80	18	0.793	55.88	70.43	2.79	3.52
0.90	30	0.742	81.72	110.20	4.09	5.51
1.00	59	0.640	138.66	216.73	6.93	10.84
1.10	70	0.638	164.06	257.14	8.20	12.86

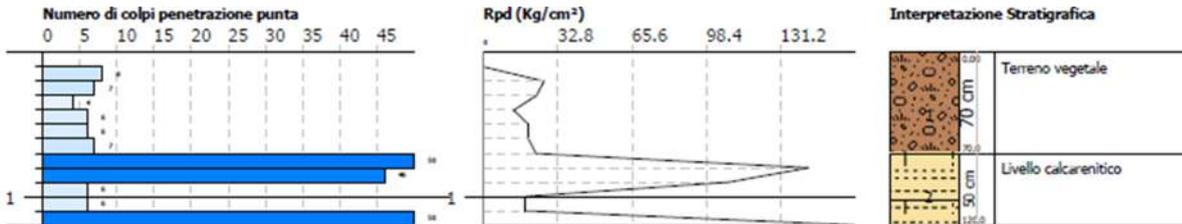


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA P3
Strumento utilizzato... DM30SASX

Committente: Wood Solare Italia
 Cantiere: Fotovoltaico Latiano
 Località: Latiano (BR)

Data: 06/05/2021

Scala 1:48



PROVA ...P3

Strumento utilizzato... DM30SASX
 Prova eseguita in data 06/05/2021
 Profondità prova 1.20 mt
 Falda non rilevata

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0.10	0	0.857	0.00	0.00	0.00	0.00
0.20	8	0.855	26.75	31.30	1.34	1.57
0.30	7	0.853	23.36	27.39	1.17	1.37
0.40	4	0.851	13.32	15.65	0.67	0.78
0.50	6	0.849	19.93	23.48	1.00	1.17
0.60	6	0.847	19.89	23.48	0.99	1.17
0.70	7	0.845	23.15	27.39	1.16	1.37
0.80	57	0.643	143.49	223.04	7.17	11.15
0.90	46	0.642	108.41	168.98	5.42	8.45
1.00	6	0.840	18.51	22.04	0.93	1.10
1.10	6	0.838	18.47	22.04	0.92	1.10
1.20	70	0.636	163.61	257.14	8.18	12.86



7.3 Tomografia sismica a rifrazione in onde P

La campagna d'indagine geofisica è consistita nell'esecuzione di N. 5 Tomografie sismiche a Rifrazione in Onde P.

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.

7.3.1 Il metodo sismico a rifrazione

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.

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".



7.3.2 Analisi dei dati ed interpretazione dei risultati

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

Per comodità di lettura le velocità V_p nonché gli spessori medi H calcolati lungo le sezioni e la relativa interpretazione stratigrafica sono riportati nelle tabelle da 2 a 7 e graficamente nelle figure da 24 a 35.

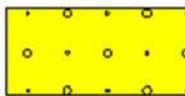
I risultati delle indagini sismiche confermano un assetto stratigrafico estremamente variabile all'interno dell'area in studio. Le aree 1 e 2 sono caratterizzati da un basamento roccioso sub-affiorante costituito nel caso dell'Area 1 da calcari estremamente fratturati ed alterati, il cui grado di alterazione e fratturazione tende a diminuire con la profondità, mentre per l'Area 2, si rileva la presenza oltre che del bedrock calcareo, la presenza nella parte ovest del sito di un substrato calcarenitico che sovrasta il basamento carbonatico.

L'Area 3, è invece caratterizzata dalla presenza di un deposito prevalentemente sabbioso-arenitico che sovrasta substrato roccioso, il quale si rinviene a profondità differente all'interno dei due lotti.

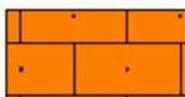
LEGENDA:



Terreno vegetale e/o "Terre rosse"



Depositi Marini Terrazzati [DTM]: calcareniti giallastre a grana grossa intercalate a sabbie limose, limi e sabbie ghiaiose.



Calcareniti di Gravina: calcareniti giallastre a grana grossolana da mediamente cementate a ben cementate.



Calcari di Altamura: calcari e calcari dolomitici, micritici, compatti e tenaci di colore biancastro, grigio chiaro o nocciola.

Grado di fratturazione ed alterazione della roccia



Ammasso roccioso estremamente fratturato, alterato e carsificato: l'ammasso appare disgregato in elementi litici in matrice prevalentemente argillosa.



Ammasso roccioso fratturato, e carsificato con lenti e venature di terra rossa.

Figura 26: Legenda delle sezioni interpretative di Figg. 28, 30, 32, 34, 36, 38.

Località: Fotovoltaico, Latiano (BR)
Data: Dicembre 2019

Sezione 1

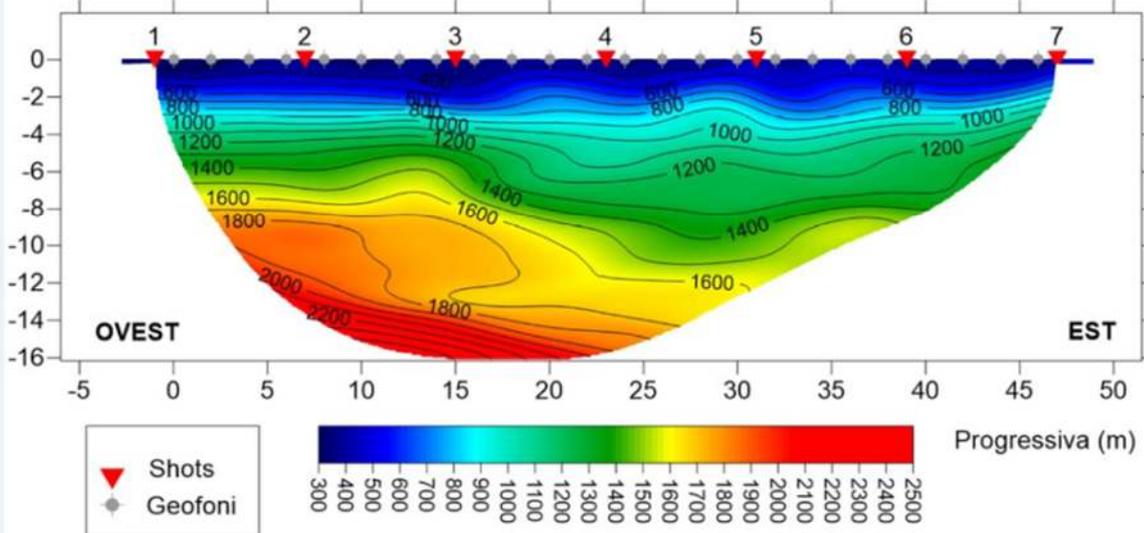


Figura 27: Tomografia sismica in onde P – Sezione 1.

Tabella 2: Velocità Vp, spessori ed interpretazione stratigrafica Sezione 1.

Base Sismica N. 1	Vp (m/sec)	H (m)	Interpretazione stratigrafica
Sismostrato 1	400-500	1,50	Terreno vegetale
Sismostrato 2	1000	3,50	Sabbie concrezionate
Sismostrato 3	1500	4,00 – 8,00	Calcareniti
Sismostrato 4	1900	2,00 – 4,00	Calcari fratturati
Sismostrato 5	>2000	-	Calcari poco fratturati

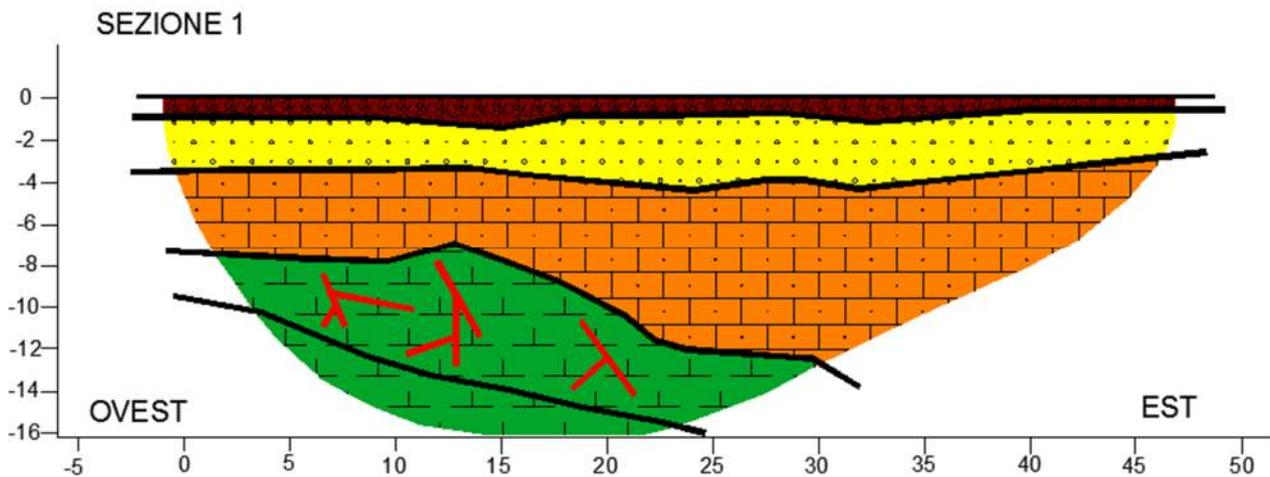


Figura 28: Sezione stratigrafica interpretativa della base sismica 1.

Località: Fotovoltaico, Latiano (BR)
Data: Dicembre 2019

Sezione 2

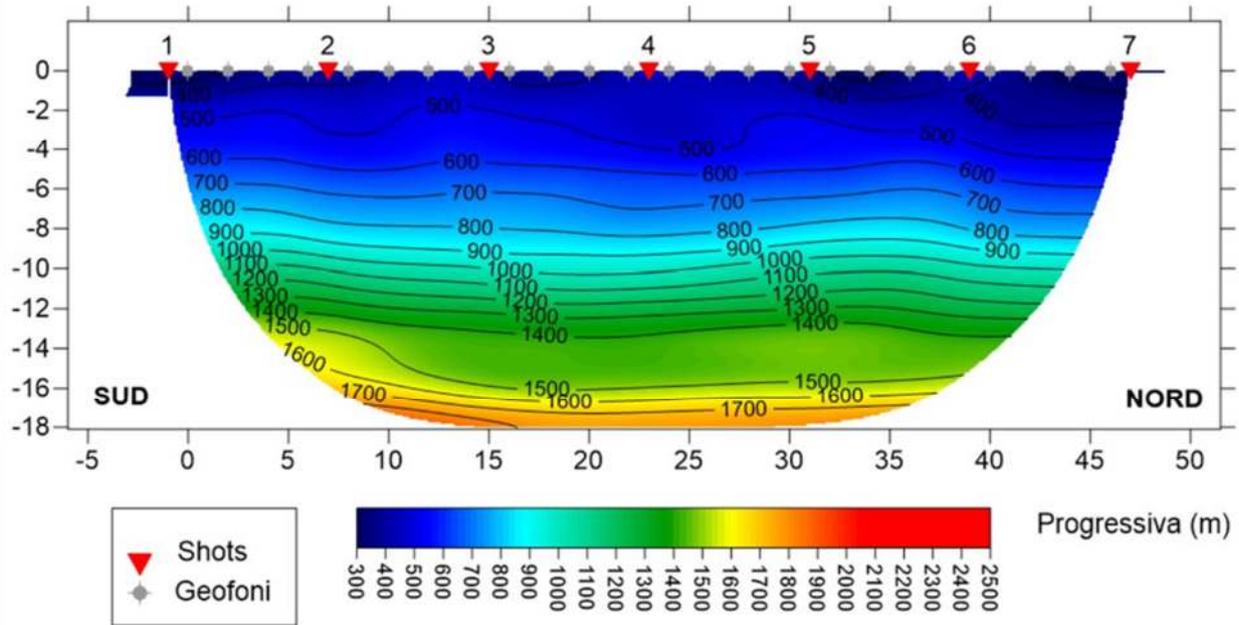


Figura 29: Tomografia sismica in onde P – Sezione 2.

Tabella 3: Velocità Vp, spessori ed interpretazione stratigrafica Sezione 2.

Base Sismica N. 2	Vp (m/sec)	H (m)	Interpretazione stratigrafica
Sismostrato 1	400-500	1,50	Terreno vegetale
Sismostrato 2	1000	8,50	Sabbie concrezionate
Sismostrato 3	1600	-	Calcareniti

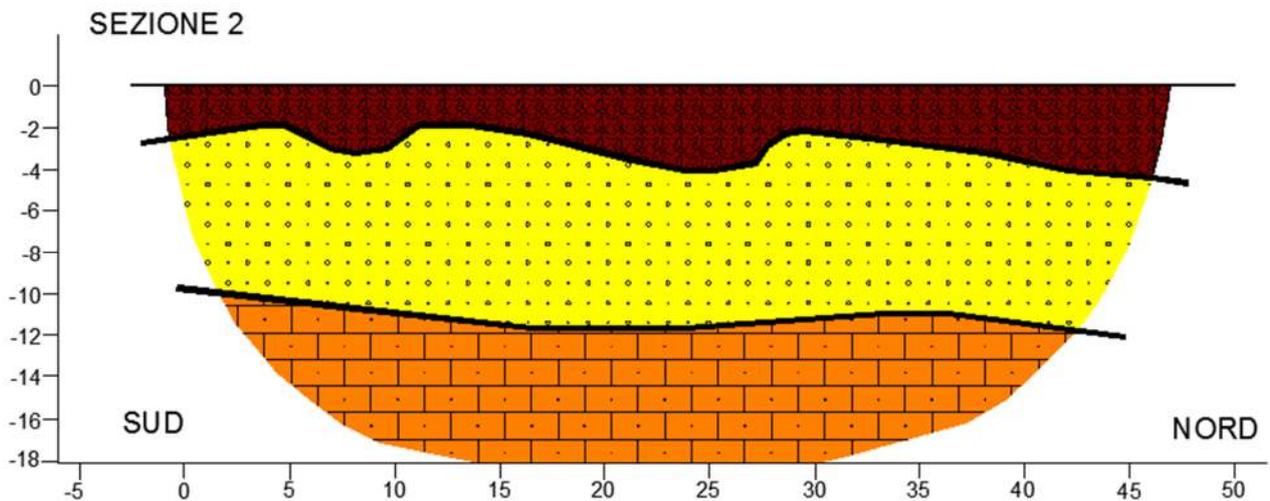


Figura 30: Sezione stratigrafica interpretativa della base sismica 2.

Località: Fotovoltaico, Latiano (BR)
Data: Dicembre 2019

Sezione 3

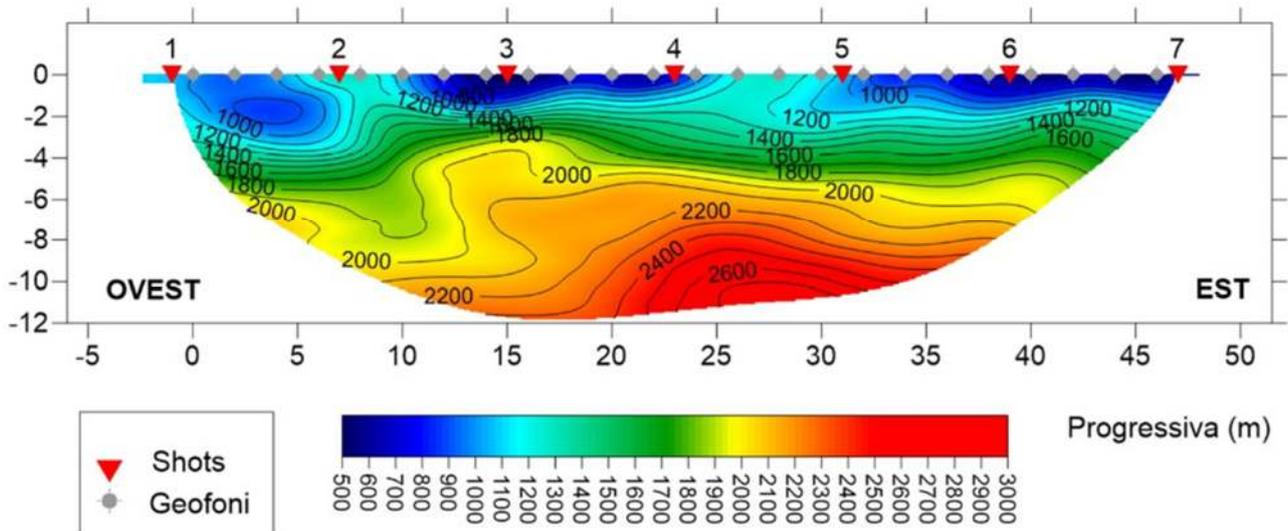


Figura 31: Tomografia sismica in onde P – Sezione 3.

Tabella 4: Velocità Vp, spessori ed interpretazione stratigrafica Sezione 3.

Base Sismica N. 3	Vp (m/sec)	H (m)	Interpretazione stratigrafica
Sismostrato 1	400-600	0,00 – 2,00	Terreno vegetale frammisto a pietrame calcareo
Sismostrato 2	1900	4,00- 6,00	Calcarei fratturati
Sismostrato 3	>2000	-	Calcarei da poco fratturati a compatti

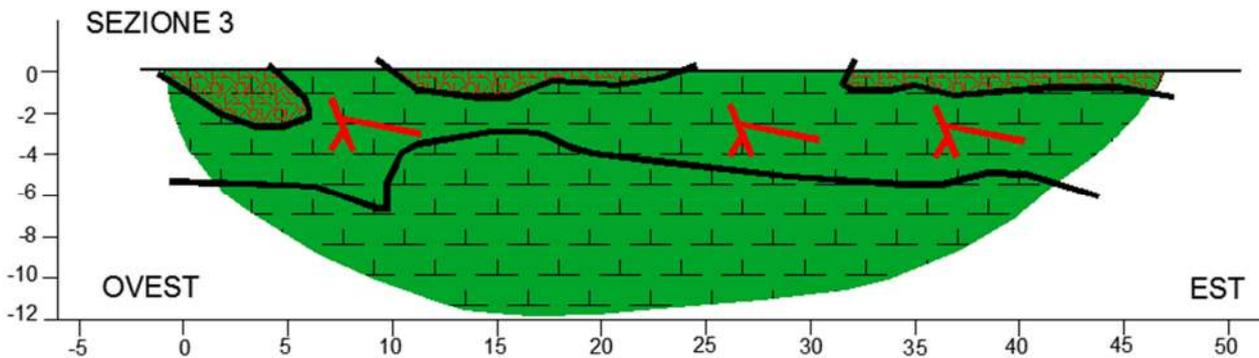


Figura 32: Sezione stratigrafica interpretativa della base sismica 3.

Località: Fotovoltaico, Latiano (BR)
Data: Dicembre 2019

Sezione 4

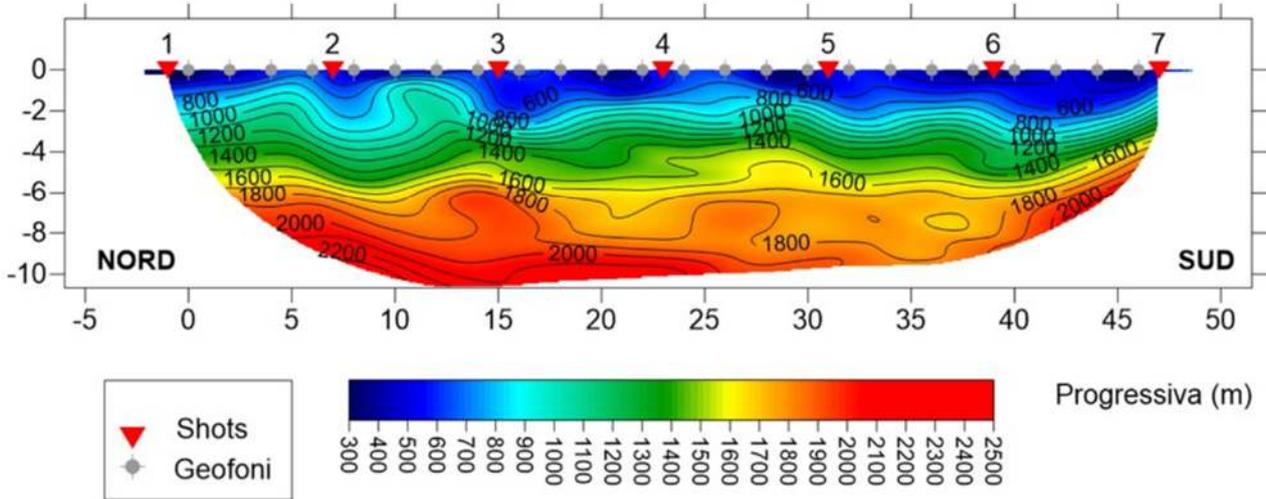


Figura 33: Tomografia sismica in onde P – Sezione 4.

Tabella 5: Velocità Vp, spessori ed interpretazione stratigrafica Sezione 4

Base Sismica N. 4	Vp (m/sec)	H (m)	Interpretazione stratigrafica
Sismostrato 1	400-600	0,00 – 1,50	Terreno vegetale frammisto a pietrame calcareo
Sismostrato 2	1700	4,50 - 6,00	Calcari estremamente fratturati, alterati e carsificati
Sismostrato 3	1900	2,00	Calcari fratturati
Sismostrato 4	>2000	-	Calcari poco fratturati

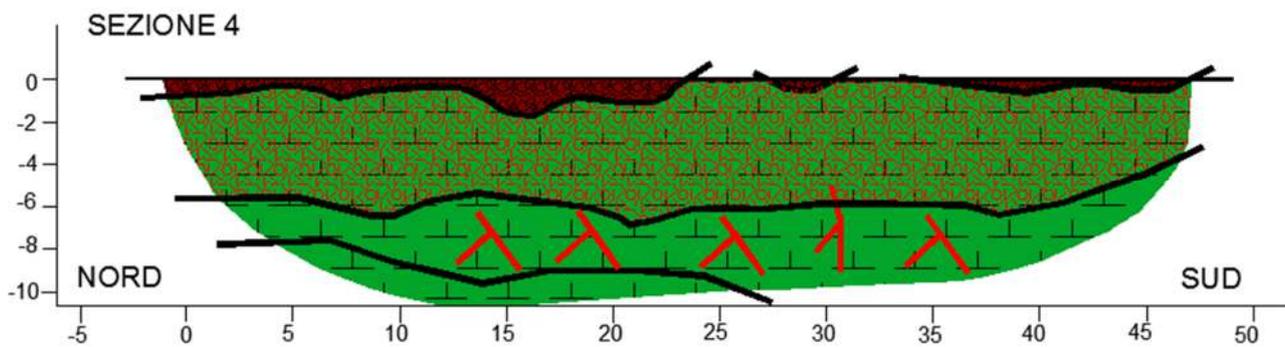


Figura 34: Sezione stratigrafica interpretativa della base sismica 4.

Località: Fotovoltaico, Latiano (BR)
Data: Dicembre 2019

Sezione 5

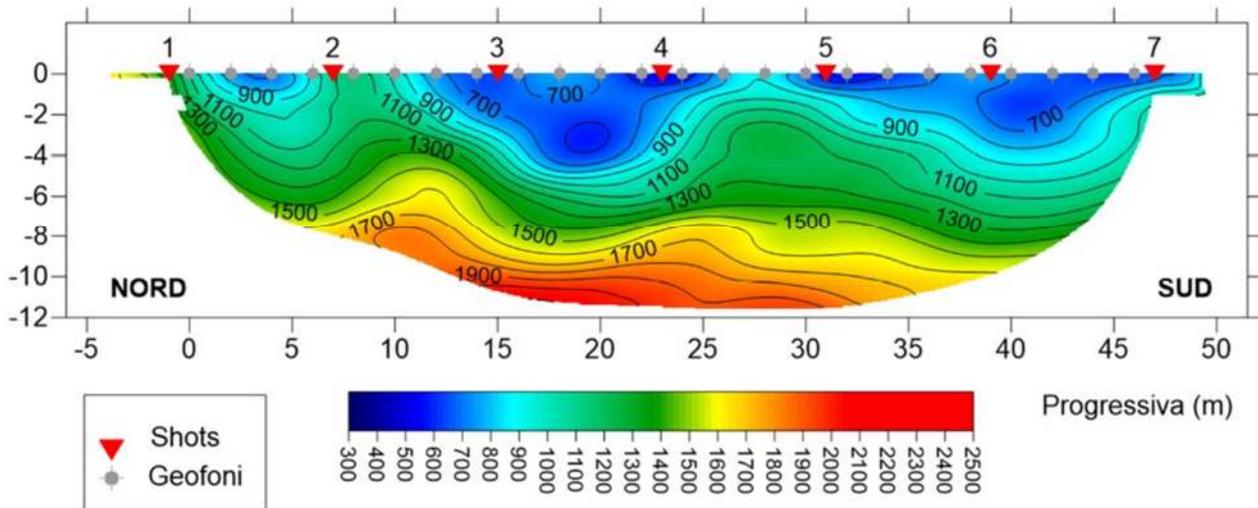


Figura 35: Tomografia sismica in onde P – Sezione 5.

Tabella 6: Velocità Vp, spessori ed interpretazione stratigrafica Sezione 5

Base Sismica N. 5	Vp (m/sec)	H (m)	Interpretazione stratigrafica
Sismostrato 1	700	0,00 - 4,50	Terreno vegetale frammisto a calcareniti completamente disgregate sotto forma di sabbioni
Sismostrato 2	1600	8,00	Sabbie concrezionate
Sismostrato 3	1900	-	Calcri fratturati

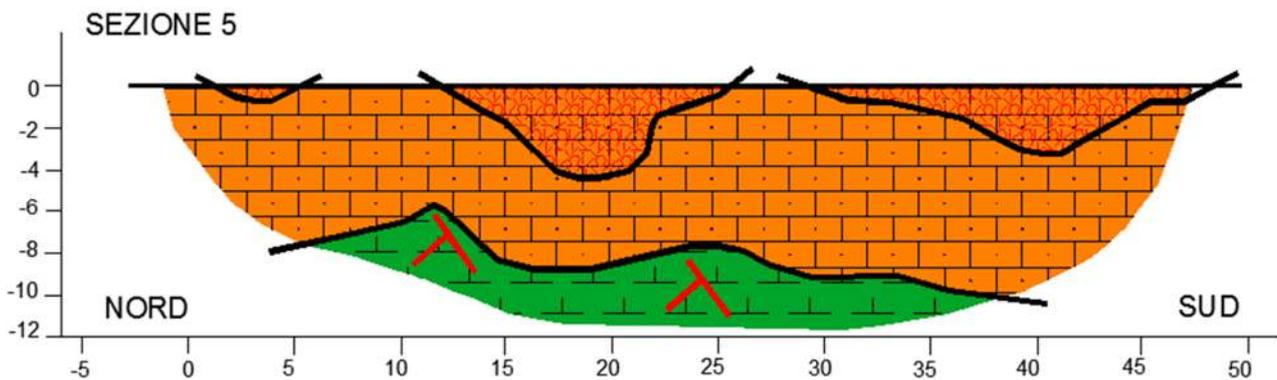


Figura 36: Sezione stratigrafica interpretativa della base sismica 5.

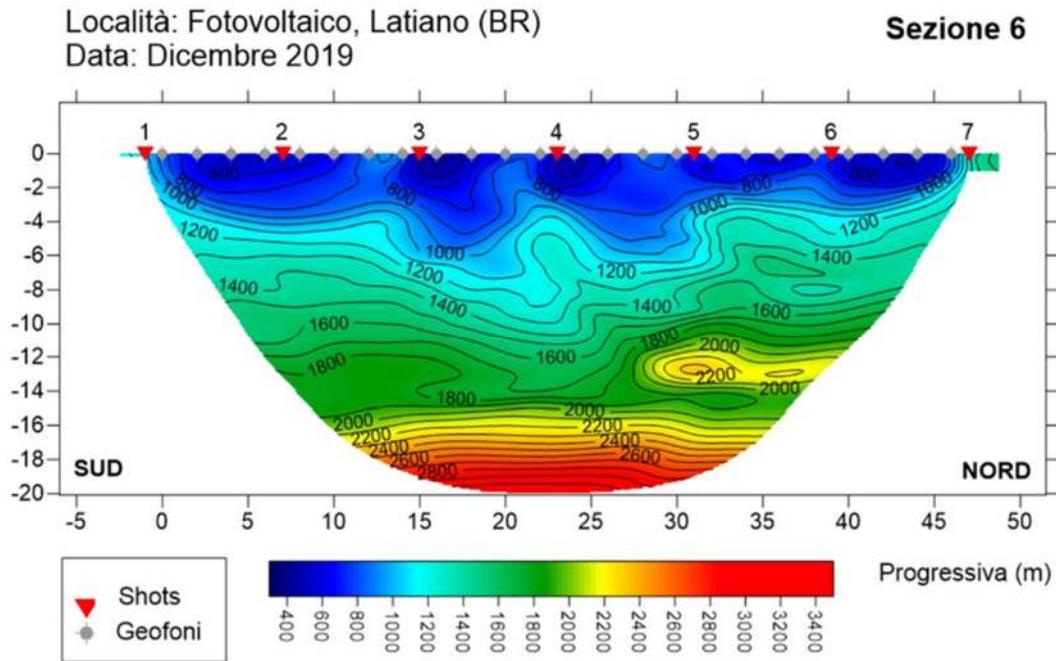
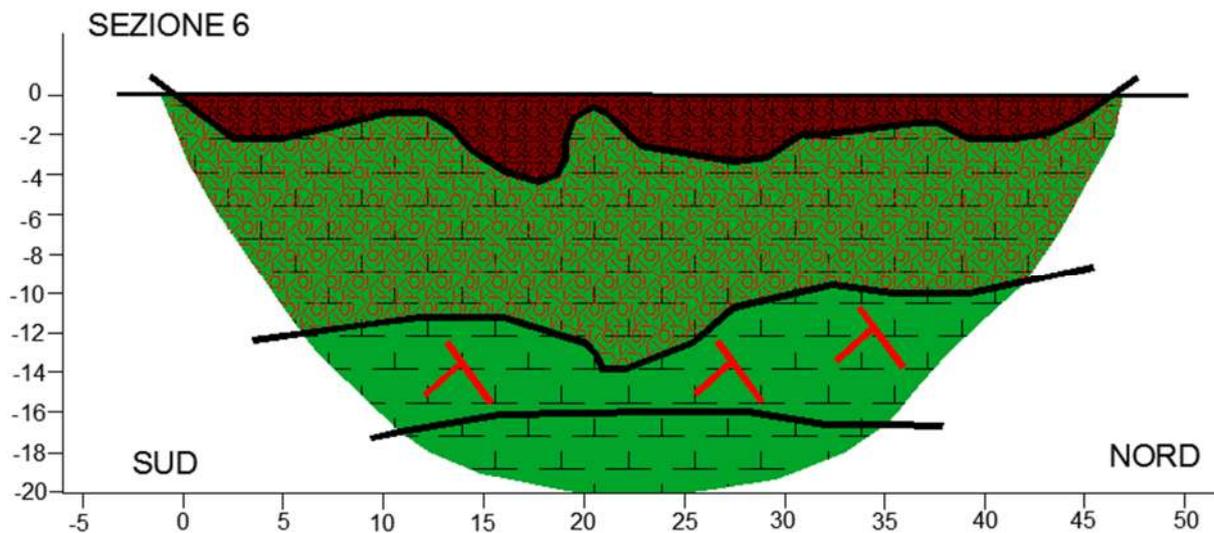


Tabella 7: Velocità Vp, spessori ed interpretazione stratigrafica Sezione 6.

Base Sismica N. 1	Vp (m/sec)	H (m)	Interpretazione stratigrafica
Sismostrato 1	500-600	2,00	Terreno vegetale frammisto a pietrame calcareo
Sismostrato 2	1600	10,00	Calcari estremamente fratturati, alterati e carsificati
Sismostrato 3	1900	4,00	Calcari fratturati
Sismostrato 4	>2400	3,00	Calcari compatti



7.4 Sismica a rifrazione in onde P (Area 1S – Indagine maggio 2021)

In corrispondenza dell'area 1S è stato eseguito un profilo sismico della lunghezza di m 33.00. Nell'Allegato 1b vengono riportate anche la sezione sismostratigrafica, le dromocrone e le registrazioni relative ai diversi punti di scoppio. L'energizzazione è stata ottenuta utilizzando una mazza del peso di Kg 8 battente su un apposito piattello metallico; come trigger/starter è stato utilizzato un geofono verticale a 14 Hz, posto in prossimità della piastra posizionata alla distanza di m -1.00, 16.50 e 34.00 dal primo geofono. La battuta sulla superficie della piastra è stata eseguita in maniera netta e, in caso di rimbalzi della mazza o di sollecitazioni prolungate, la prova è stata ripetuta.



Figura 39: Fase di esecuzione indagine sismica a rifrazione all'interno dell'Area 1S.

Le oscillazioni del suolo sono state rilevate da 12 geofoni verticali da 10,00 Hz posizionati lungo il profilo di indagine con distanza intergeofonica di m 3.00, le onde rilevate dai geofoni sono state registrate per mezzo di un sismografo a 12 canali, modello A6000S della M.A.E. s.r.l.

I risultati della prospezione sismica hanno messo in evidenza, nel sottosuolo della zona in esame, la presenza di due orizzonti a differenti caratteristiche sismiche e meccaniche.

1. **L'orizzonte superficiale**, caratterizzato da velocità di propagazione delle onde sismiche pari a 869 m/s, può essere associato a terreno vegetale passante inferiormente a calcareniti fortemente alterate e/o a sabbioni calcarenitici, dalle differenti misure e dall'andamento delle dromocrone, realizzate effettuando le misure sia lungo una direzione che lungo la direzione opposta, si evince che questo orizzonte presenta uno spessore medio pari a circa m 2.50÷2.80.
2. **Segue**, sino alla massima profondità d'investigazione, un **orizzonte costituito da una roccia calcarenitica** da mediamente a ben cementata, nel quale le onde sismiche si propagano ad una velocità media pari a 1.565 m/s.

SEZIONE SISMOSTRATIGRAFICA
Latiano località: "Fotovoltaico"
Profilo sismico a rifrazione n. 1-1'

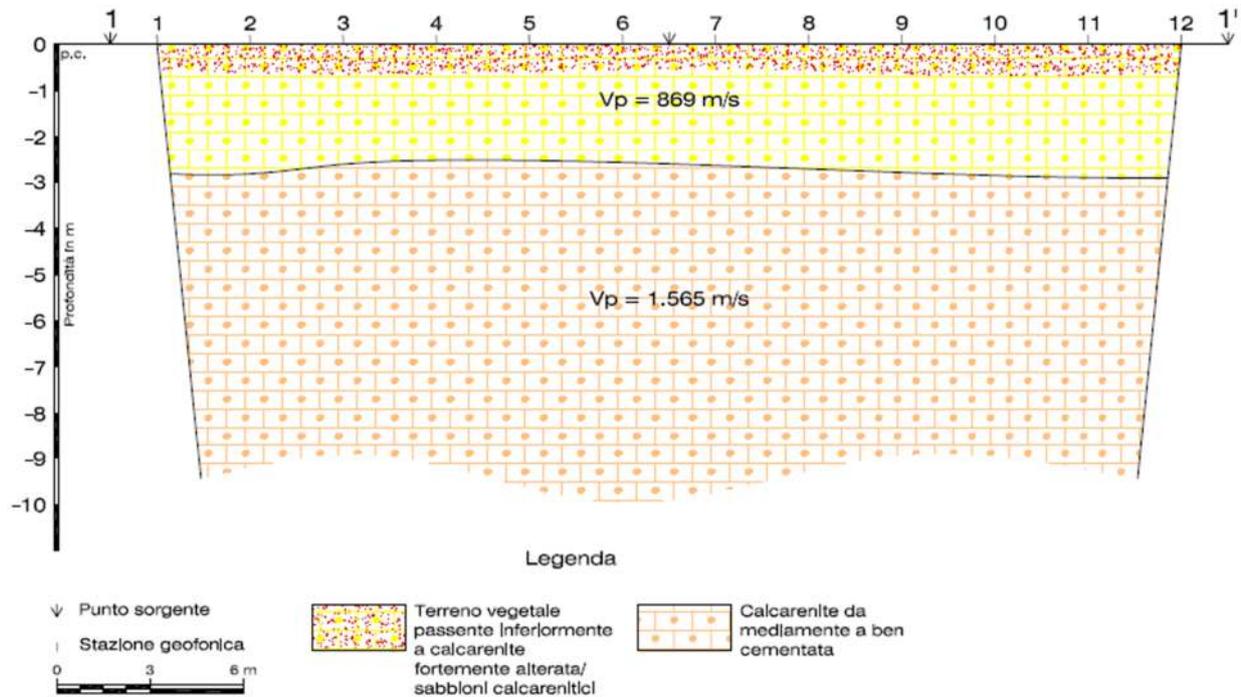


Figura 40: Sezione stratigrafica interpretativa della sismica a rifrazione eseguita all'interno dell'Area 1S.

7.5 Sismica MASW

La prima campagna geofisica è stata svolta nel mese di dicembre 2019, e sono stati eseguiti N.6 profili MASW a 24 canali. A seguito delle integrazioni richieste (di cui alla premessa), nel mese di maggio sono state eseguite ulteriori 3 MASW nelle Aree 1S, 3N e 3O; in tale modo ogni lotto è stato indagato con prospezioni MASW, rispondendo pertanto alla richiesta di integrazioni pervenuta.

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



7.5.1 Sismica MASW – Campagna Geofisica dicembre 2019

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 (Tabelle da 8 a 13). Le figure da 41 a 46 mostrano invece i profili verticali V_s identificati.

Tabella 8: Modello medio delle V_s con stima della V_p , della densità ed i alcuni Moduli Elastici per la prova 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	1.9	212	1.90	85	519	0.40
2	5.2	374	2.01	282	850	0.38
3	6.9	483	2.06	481	1033	0.36
4	6.1	578	2.09	699	1174	0.34
5	5.2	697	2.13	1034	1355	0.32
6	Semi-Spazio	789	2.15	1337	1476	0.30

Tabella 9: Modello medio delle V_s con stima della V_p , della densità ed i alcuni Moduli Elastici per la prova 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	1.2	287	1.97	162	703	0.40
2	3.8	497	2.08	515	1130	0.38
3	5.9	574	2.10	693	1227	0.36
4	6.1	645	2.12	882	1310	0.34
5	5.8	712	2.13	1081	1384	0.32
6	Semi-Spazio	786	2.15	1327	1470	0.30

Tabella 10: Modello medio delle V_s con stima della V_p , della densità ed i alcuni Moduli Elastici per la prova MASW n. 3.

N. STRATO	SPESSORE (Thickness) (m)	V_s (m/s)	DENSITA' (gr/cm ³)	MODULO di TAGLIO (MPa)	V_p (m/s)	POISSON
1	2.1	287	1.97	162	703	0.40
2	5.6	397	2.03	320	902	0.38
3	3.7	621	2.12	819	1328	0.36
4	6.1	874	2.19	1675	1775	0.34
5	5.8	967	2.21	2064	1880	0.32
6	Semi-Spazio	1153	2.24	2979	2157	0.30

Tabella 11: Modello medio delle Vs con stima della Vp, della densità ed i alcuni Moduli Elastici per la prova MASW n. 4.

N. STRATO	SPESSORE (Thickness) (m)	Vs (m/s)	DENSITA' (gr/cm ³)	MODULO di TAGLIO (MPa)	Vp (m/s)	POISSON
1	2.4	211	1.89	84	517	0.40
2	5.6	312	1.97	192	709	0.38
3	4.5	645	2.13	887	1379	0.36
4	5.9	756	2.16	1233	1535	0.34
5	6.3	824	2.17	1472	1602	0.32
6	Semi-Spazio	932	2.19	1901	1744	0.30

Tabella 12: Modello medio delle Vs con stima della Vp, della densità ed i alcuni Moduli Elastici per la prova MASW n. 5.

N. STRATO	SPESSORE (Thickness) (m)	Vs (m/s)	DENSITA' (gr/cm ³)	MODULO di TAGLIO (MPa)	Vp (m/s)	POISSON
1	1.8	221	1.91	93	541	0.40
2	4.9	397	2.03	320	902	0.38
3	5.6	687	2.15	1013	1469	0.36
4	6.1	753	2.16	1223	1529	0.34
5	6.7	862	2.18	1619	1675	0.32
6	Semi-Spazio	927	2.19	1880	1734	0.30

Tabella 13: Modello medio delle Vs con stima della Vp, della densità ed i alcuni Moduli Elastici per la prova MASW n. 6.

N. STRATO	SPESSORE (Thickness) (m)	Vs (m/s)	DENSITA' (gr/cm ³)	MODULO di TAGLIO (MPa)	Vp (m/s)	POISSON
1	1.4	167	1.84	51	409	0.40
2	4.7	361	2.01	261	821	0.38
3	7.1	569	2.10	680	1217	0.36
4	4.9	652	2.12	902	1324	0.34
5	6.5	784	2.16	1325	1524	0.32
6	Semi-Spazio	932	2.19	1901	1744	0.30

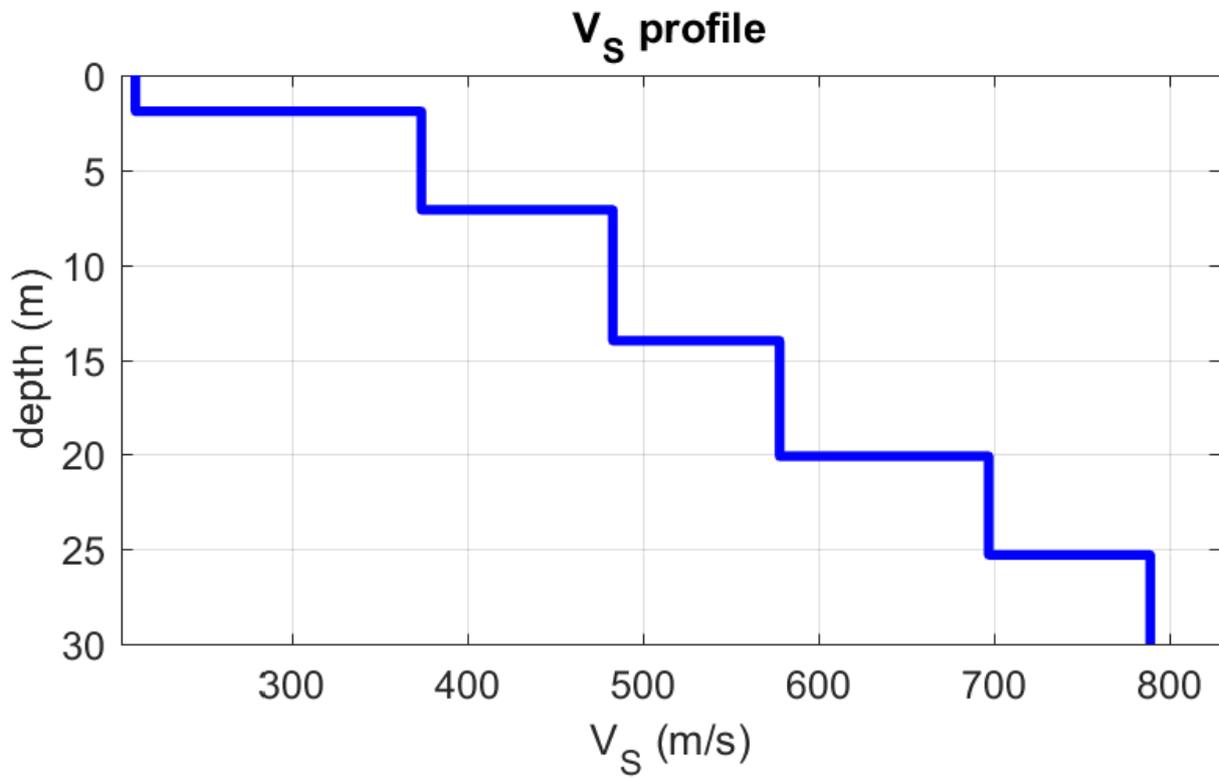


Figura 41: Profilo verticale Vs – MASW 1.

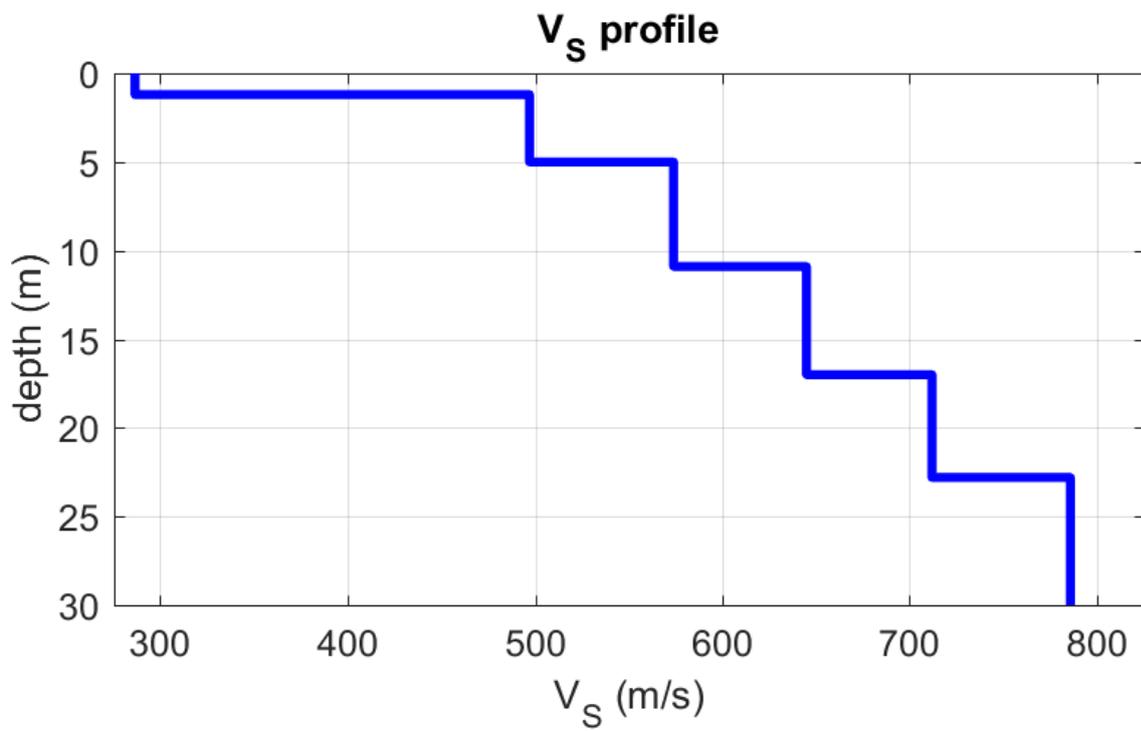


Figura 42: Profilo verticale Vs – MASW 2.



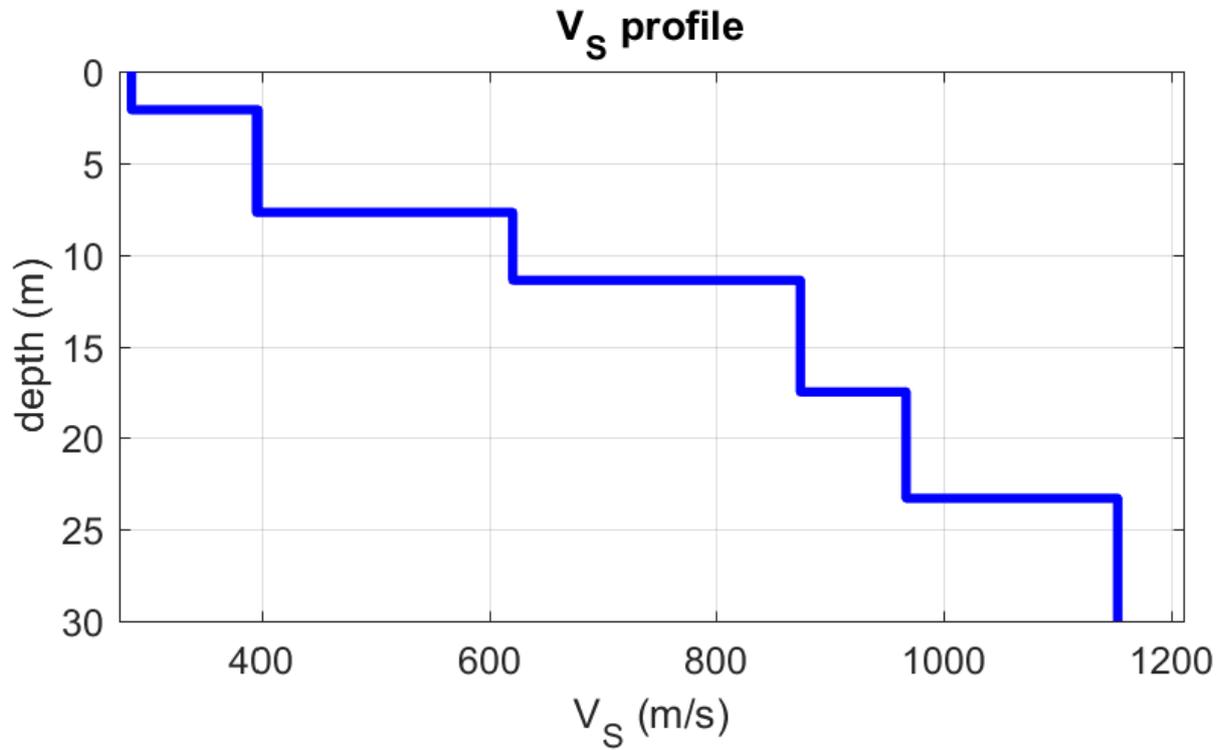


Figura 43: Profilo verticale Vs – MASW 3.

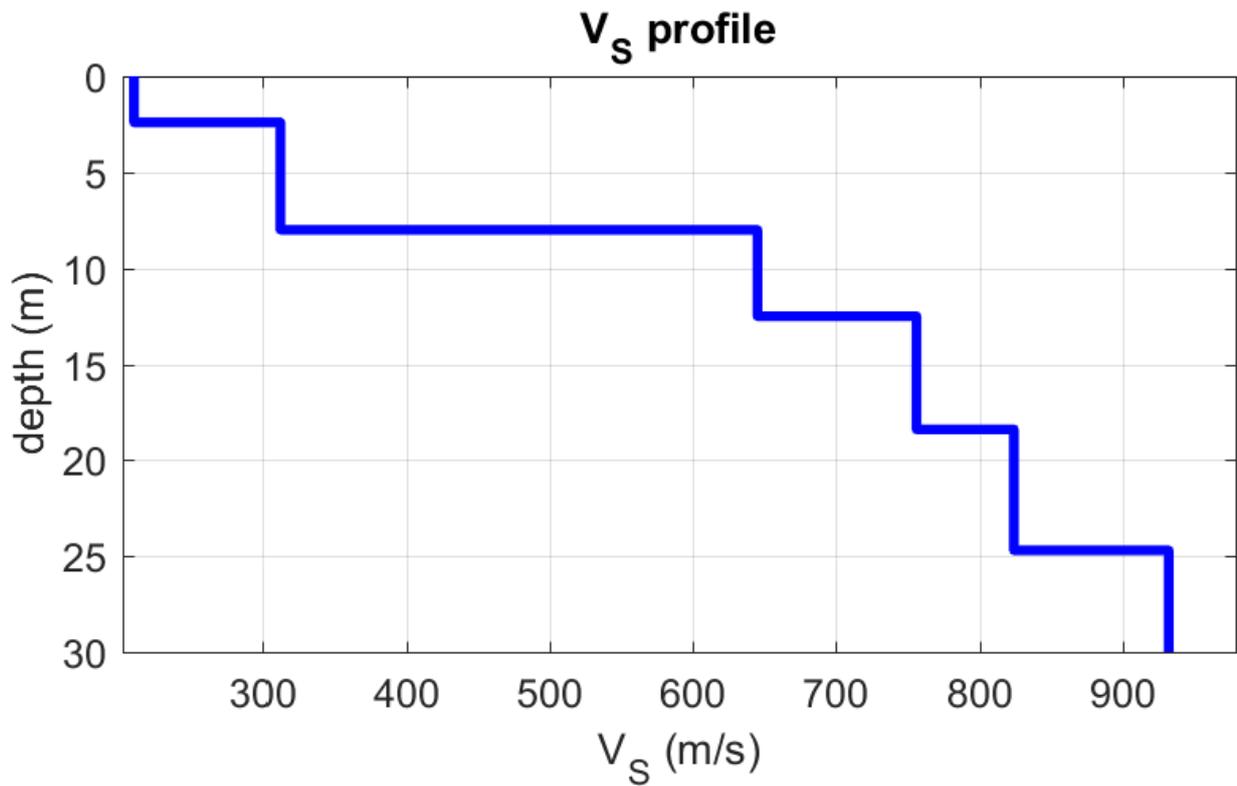


Figura 44: Profilo verticale Vs – MASW 4.



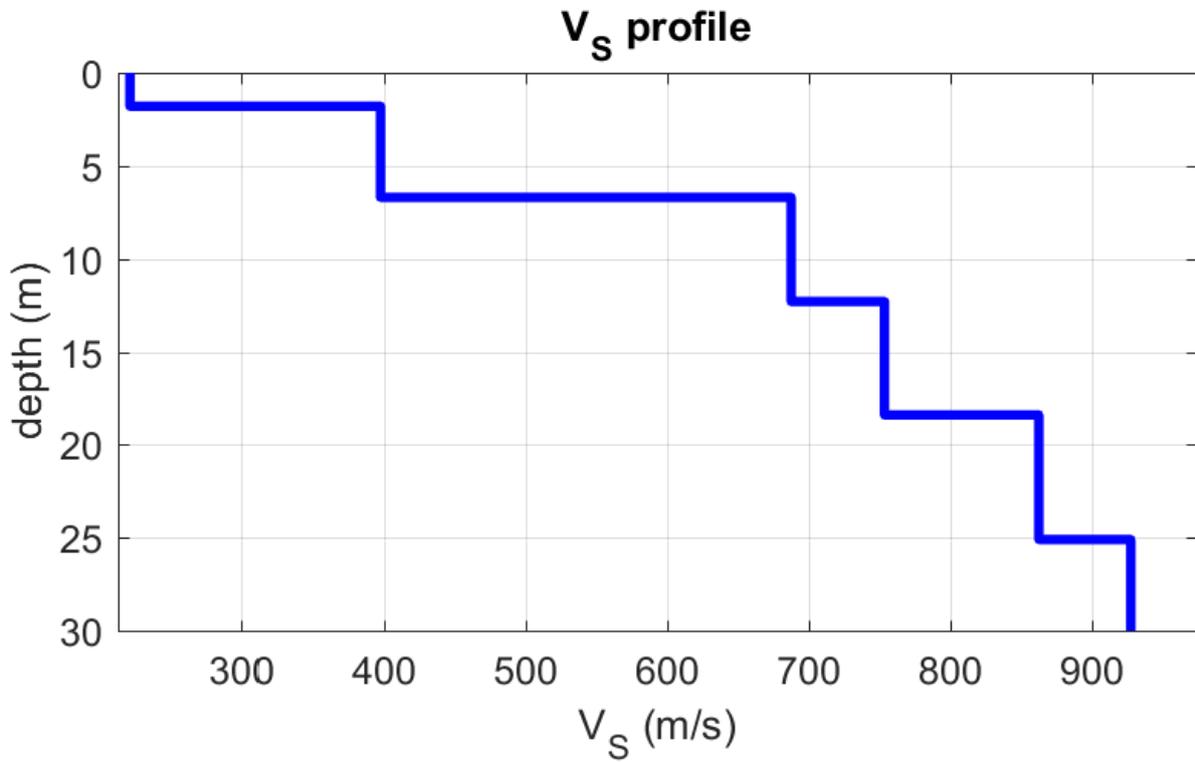


Figura 45: Profilo verticale Vs – MASW 5.

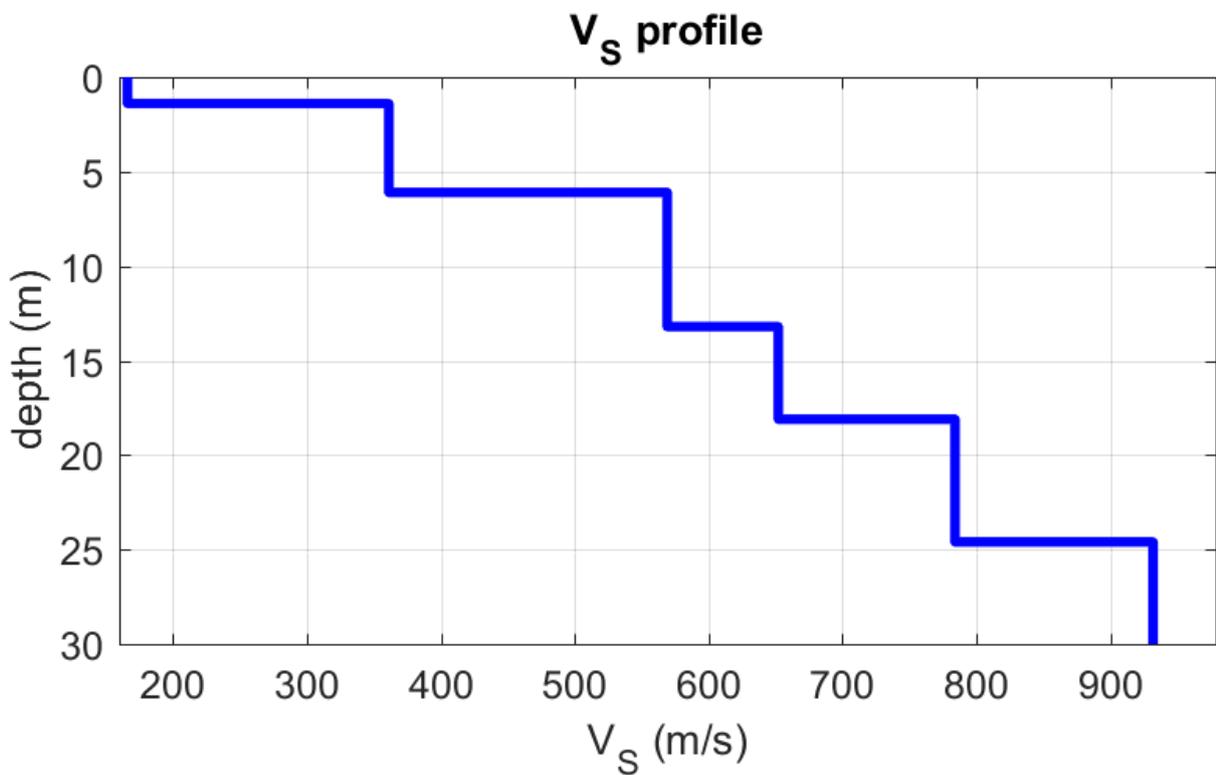


Figura 46: Profilo verticale Vs – MASW 6.



7.5.2 Sismica MASW – Campagna Geofisica maggio 2021

Tabella 14: Modello medio delle Vs con stima della Vp, della densità ed i alcuni Moduli Elastici per la prova MASW n. 1 (campagna Indagini Maggio 2021).

N. STRATO	SPESSORE (Thickness) (m)	Vs (m/s)	DENSITA' (gr/cm ³)	MODULO di TAGLIO (MPa)	Vp (m/s)
1	2.30	281.89	1.70	135.08	690.48
2	4.68	604.09	1.80	656.87	1373.12
3	18.06	603.70	1.90	692.47	1372.23
4	∞	1339.65	1.90	3409.84	2864.28

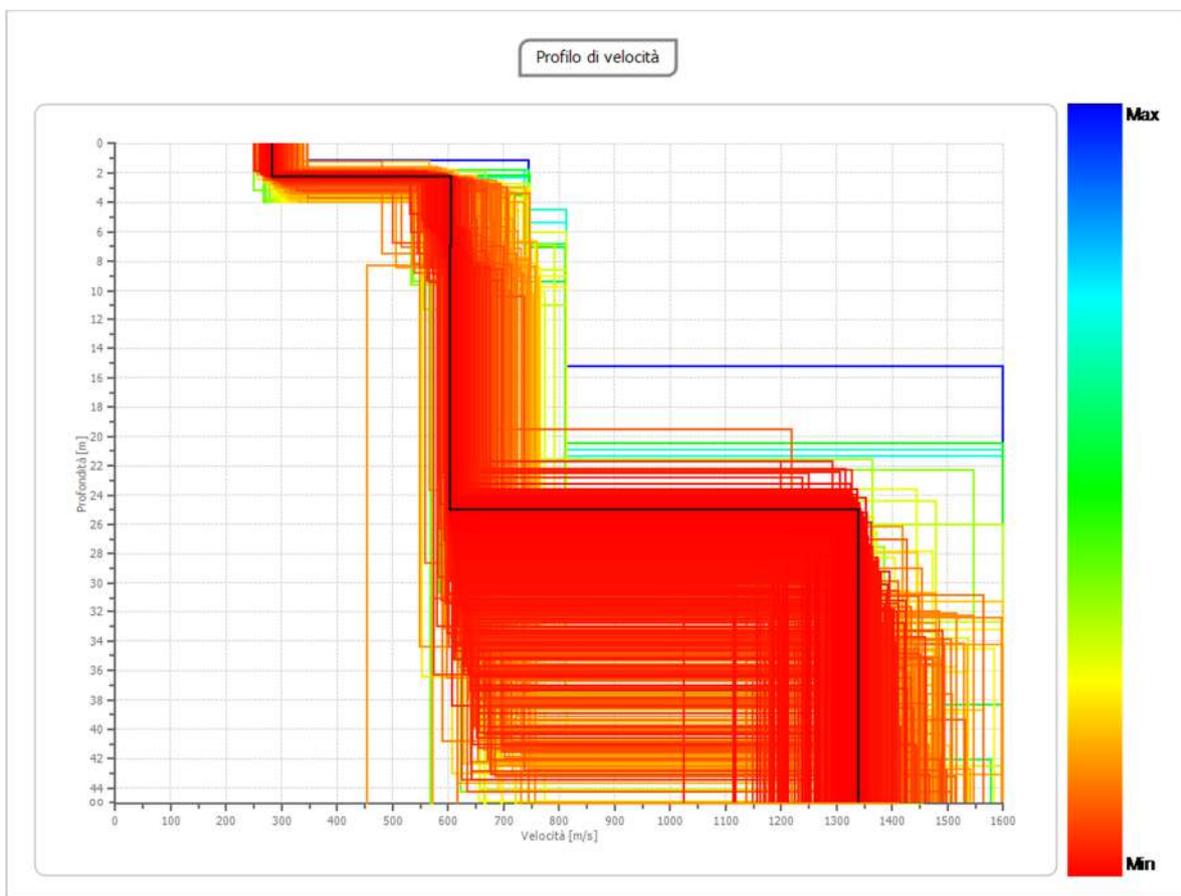


Figura 47: Profilo verticale Vs – MASW 1.

Tabella 15: Modello medio delle Vs con stima della Vp, della densità ed i alcuni Moduli Elastici per la prova MASW n. 2 (campagna Indagini Maggio 2021).

N. STRATO	SPESSORE (Thickness) (m)	Vs (m/s)	DENSITA' (gr/cm ³)	MODULO di TAGLIO (MPa)	Vp (m/s)
1	1.02	310.87	1.70	164.29	761.48
2	17.09	1060.93	1.80	2026.03	2411.53
3	∞	1728.34	1.90	5675.58	3695.34

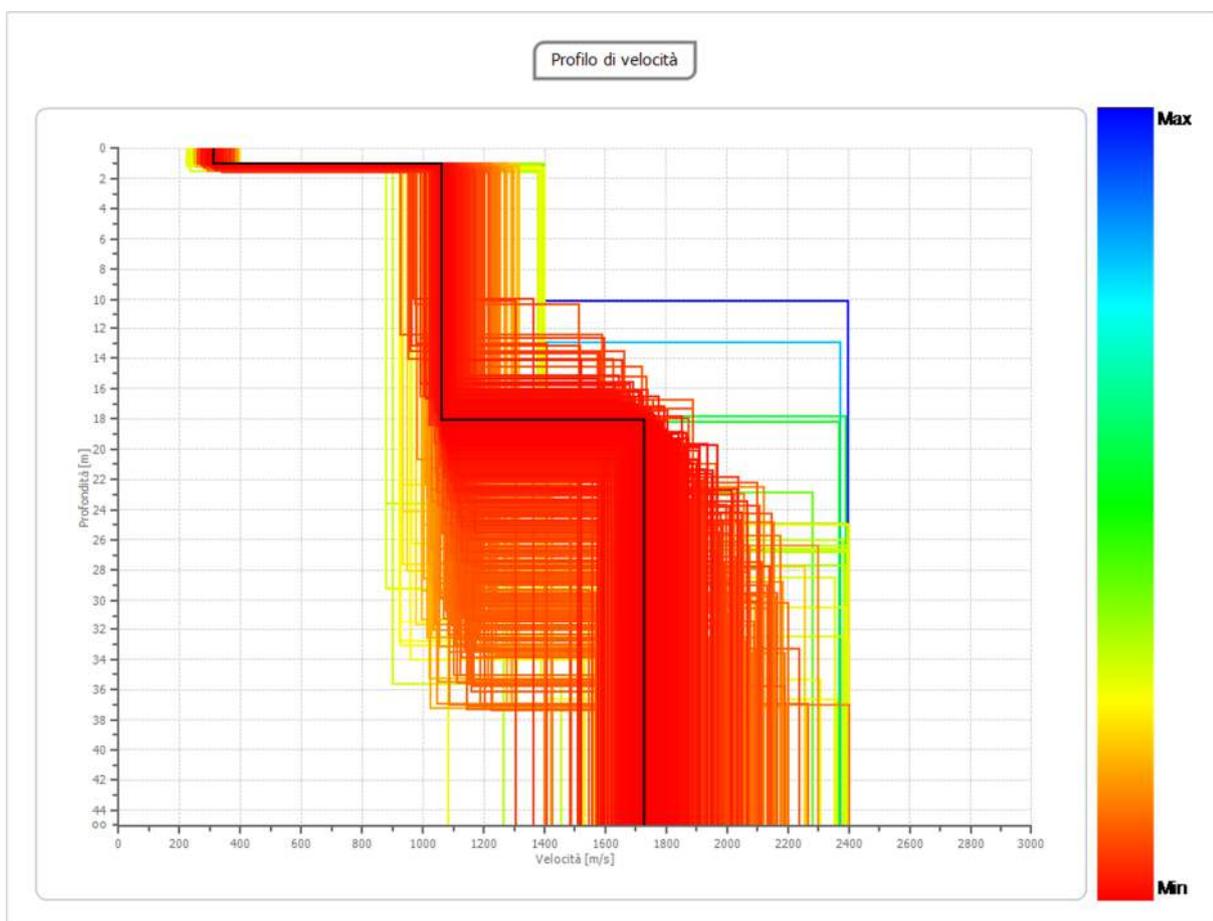


Figura 48: Profilo verticale Vs – MASW 2.

Tabella 16: Modello medio delle Vs con stima della Vp, della densità ed i alcuni Moduli Elastici per la prova MASW n. 3 (campagna Indagini Maggio 2021).

N. STRATO	SPESSORE (Thickness) (m)	Vs (m/s)	DENSITA' (gr/cm ³)	MODULO di TAGLIO (MPa)	Vp (m/s)
1	1.00	238.06	1.70	96.34	583.12
2	3.03	339.31	1.80	207.24	771.26
3	∞	1027.33	1.90	2005.27	2196.52

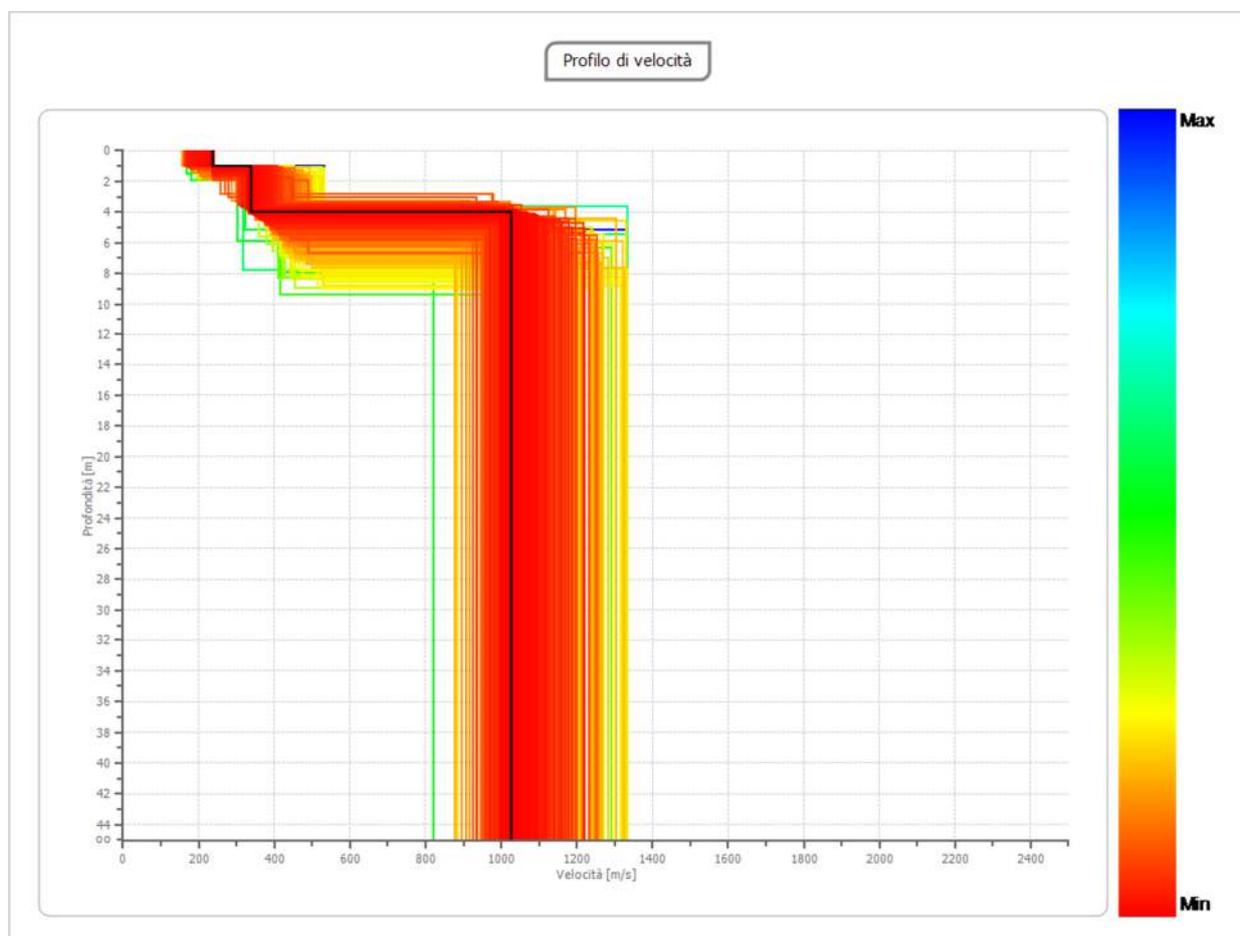


Figura 49: Profilo verticale Vs – MASW 2.

7.5.3 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 VSeq, 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.

La VSeq, è data dai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, VS,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 strato 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 50).

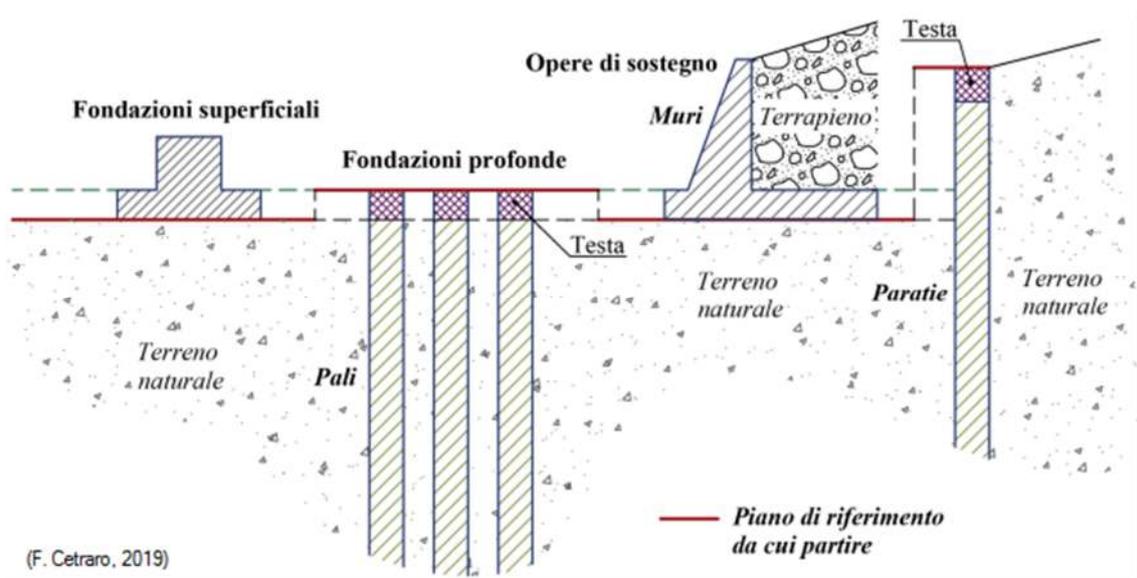


Figura 50: Definizione della profondità del substrato.

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.

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 | $V_{s,eq} = 491$ m/s |
| ➤ per la base sismica MASW 2 | $V_{s,eq} = 614$ m/s |
| ➤ per la base sismica MASW 3 | $V_{s,eq} = 416$ m/s |
| ➤ per la base sismica MASW 4 | $V_{s,eq} = 417$ m/s |
| ➤ per la base sismica MASW 5 | $V_{s,eq} = 501$ m/s |
| ➤ per la base sismica MASW 6 | $V_{s,eq} = 495$ m/s |
| ➤ per la base sismica MW_01 (maggio 2021) | $V_{s,eq} = 605$ m/s |
| ➤ per la base sismica MW_02 (maggio 2021) | $V_{s,eq} = 1147$ m/s |
| ➤ per la base sismica MW_03 (maggio 2021) | $V_{s,eq} = 781$ m/s |

8. CARATTERIZZAZIONE SISMICA

Il Comune di Latiano, secondo la deliberazione della giunta regionale 2 marzo 2004, n. 153 "Individuazione delle zone sismiche del territorio regionale e delle tipologie di edifici ed opere strategici e rilevanti - Approvazione del programma temporale e delle indicazioni per le verifiche tecniche da effettuarsi sugli stessi", **risulta classificato in zona sismica 4**, cui corrispondono valori di accelerazione di picco orizzontale del suolo (a_g), con probabilità di superamento del 10% in 50 anni compreso fra 0,025 e 0,050 g (dove g è l'accelerazione di gravità).

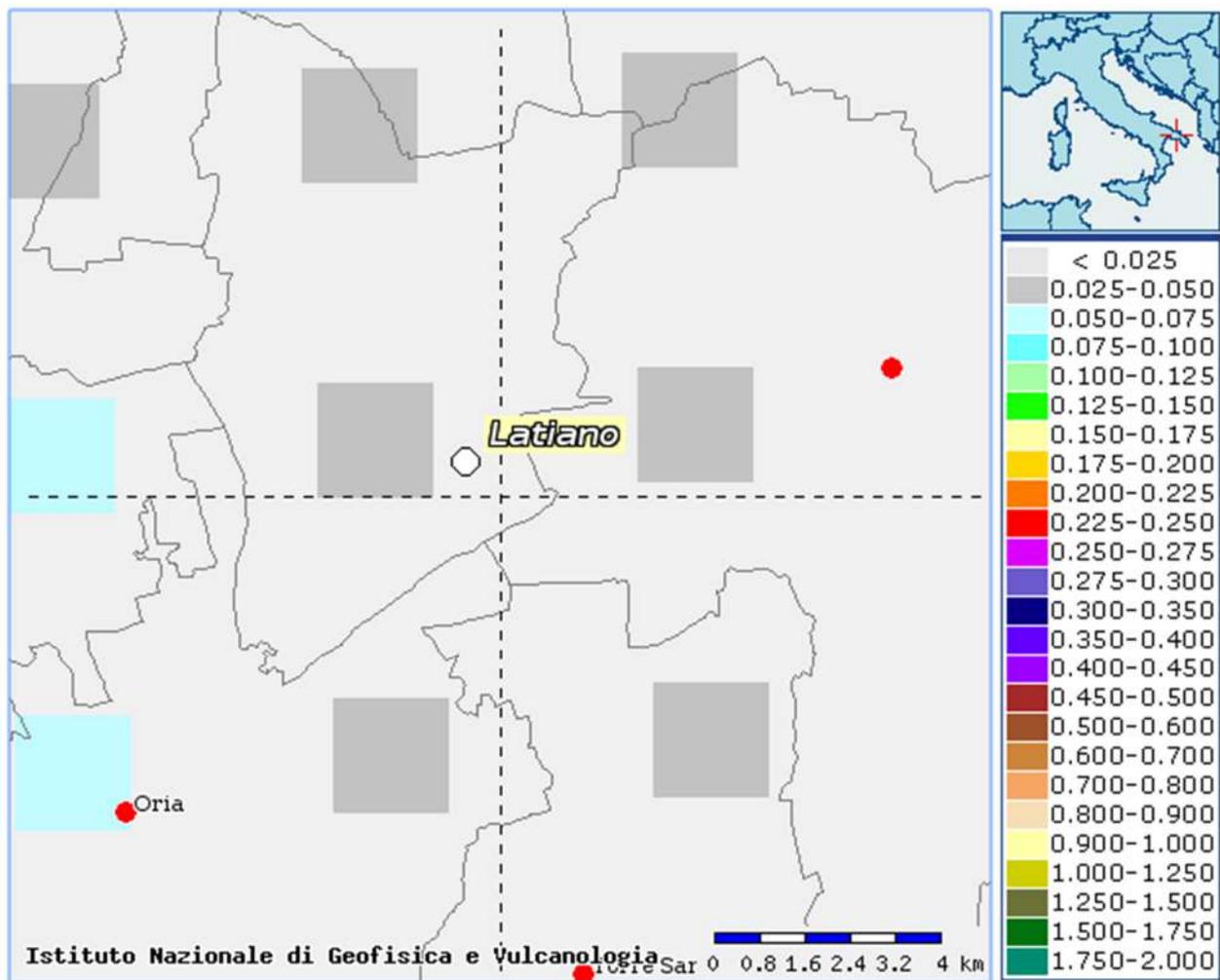


Figura 51: Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale espressa in termini di accelerazione massima al suolo (a_{max}) con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita a soli molto rigidi ($V_{s30} > 800$ m/s; cat.A). Fonte: <http://esse1-gis.mi.ingv.it/>

Lo spettro di progetto va modificato in presenza di condizioni locali che si discostano significativamente da quelle standard di terreno piano rigido.

In alcune situazioni tale modifica è ottenuta semplicemente attraverso l'applicazione di un ulteriore fattore di scala S e attraverso la modifica dei periodi TB, TC, TD in relazione alla presenza nel suolo di fondazione di condizioni litologiche riconducibili a 5 categorie di profilo stratigrafico.

La classificazione del sottosuolo si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, $V_{S,eq}$ (in m/s).

Le 5 categorie di profilo stratigrafico (NTC18), sono le seguenti (Tabella 17).

Tabella 17: Categorie di profilo stratigrafico (NTC 2018).

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

La tipologia di suolo A rappresenta le condizioni litologiche di riferimento (per le quali viene calcolata la DGA). Per le altre tipologie lo spettro di riferimento da utilizzare nella definizione del terremoto di progetto va modificato nei parametri S, TB, TC, TD secondo i valori riportati nella Tabella 18.

Tabella 18: Parametri S, TB, TC, TD, per la definizione dello spettro di riferimento sulla base della categoria del suolo di fondazione.

Componente	Categoria del suolo	S	T _B	T _C	T _D
Orizzontale	A	1.00	0.15	0.40	2.0
Orizzontale	B	1.20	0.15	0.50	2.0
Orizzontale	C	1.15	0.20	0.60	2.0
Orizzontale	D	1.35	0.20	0.80	2.0
Orizzontale	E	1.40	0.15	0.50	2.0
Verticale	A, B, C, D, E	0.90	0.05	0.15	1.0

8.1 Amplificazione Topografica

Per condizioni topografiche complesse è necessario predisporre specifiche analisi di risposta sismica locale. Per configurazioni superficiali semplici, come nel caso oggetto di studio si può adottare la seguente classificazione (Tabella 19):

Tabella 19: Categorie topografiche.

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$



Nel nostro caso si considera la categoria topografica T1.

8.2 Classificazione della categoria del suolo di fondazione

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, nel documento relativo alle "Norme tecniche per il progetto, la valutazione e l'adeguamento sismico degli edifici" si definiscono varie categorie di profilo stratigrafico del "suolo di fondazione". Il terreno di fondazione in base alle proprie caratteristiche geotecniche viene classificato in diverse categorie (A, B, C, D, E) che, correlate all'accelerazione orizzontale (a_g) della zona di appartenenza (Zona 1, 2, 3, 4), definiscono delle azioni sismiche di progetto (SdT).

Il suolo di fondazione è stato desunto dalle indagini in situ effettuate, correlate da indicazioni stratigrafiche e sismiche bibliografiche.

Nello specifico all'interno dell'area di progetto sono state condotte analisi sismiche MASW.

Dalle risultanze delle analisi sismiche eseguite con la metodologia precedentemente descritta, si evince:

	$V_{s,eq}$	Classe
➤ Profilo MASW N.1	491 m/sec	"B"
➤ Profilo MASW N.2	614 m/sec	"B"
➤ Profilo MASW N.3	416 m/sec	"B"
➤ Profilo MASW N.4	417 m/sec	"B"
➤ Profilo MASW N.5	501 m/sec	"B"
➤ Profilo MASW N.6	495 m/sec	"B"
➤ Profilo MW_01	605 m/s	"B"
➤ Profilo MW_02	1147 m/s	"A"
➤ Profilo MW_03	781 m/s	"B"

Se ne desume che per l'intera area di progetto il suolo può essere assimilato alla Categoria B:

"Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s"

8.3 Calcolo dell'azione sismica

Zona sismica: come detto in precedenza, la zona sismica in cui si inserisce il comune di Latiano è la Zona 4, caratterizzata da un valore di accelerazione orizzontale massima da adottare pari ad $a_g = 0,05g$ dove g indica l'accelerazione di gravità.

Descrizione dell'azione sismica: per la descrizione del moto sismico in un punto della superficie del suolo ci si basa su un modello di riferimento costituito dallo Spettro di risposta elastico o, per applicazioni particolari, su accelerogrammi.

Le indagini fin qui eseguite ci permettono di stimare, sulla base dei valori indicati dalla normativa (Ordinanza n. 3274 del 20/03/2003), alcuni fattori da inserire nelle espressioni degli spettri di risposta elastici e degli spettri di progetto relativi alle componenti orizzontali e verticali del moto.

I valori che possono essere restituiti sono quelli relativi al fattore S che tiene conto del profilo stratigrafico del suolo di fondazione ed ai fattori T_B , T_C , T_D che rappresentano i periodi che separano i diversi rami dello spettro e dipendono anch'essi dal profilo stratigrafico del suolo di fondazione.

Le prove realizzate hanno permesso, come detto in precedenza, **di classificare i "suoli di fondazione" come appartenenti alla tipologia B.**

Pertanto avremo per le **componenti orizzontali:**

$$\begin{aligned} S &= 1,20 \\ T_B &= 0,15 \text{ s} \\ T_C &= 0,50 \text{ s} \\ T_D &= 2,00 \text{ s} \end{aligned}$$

Per le componenti **verticali avremo:**

$$\begin{aligned} S &= 0,90 \\ T_B &= 0,05 \text{ s} \\ T_C &= 0,15 \text{ s} \\ T_D &= 1,00 \text{ s} \end{aligned}$$



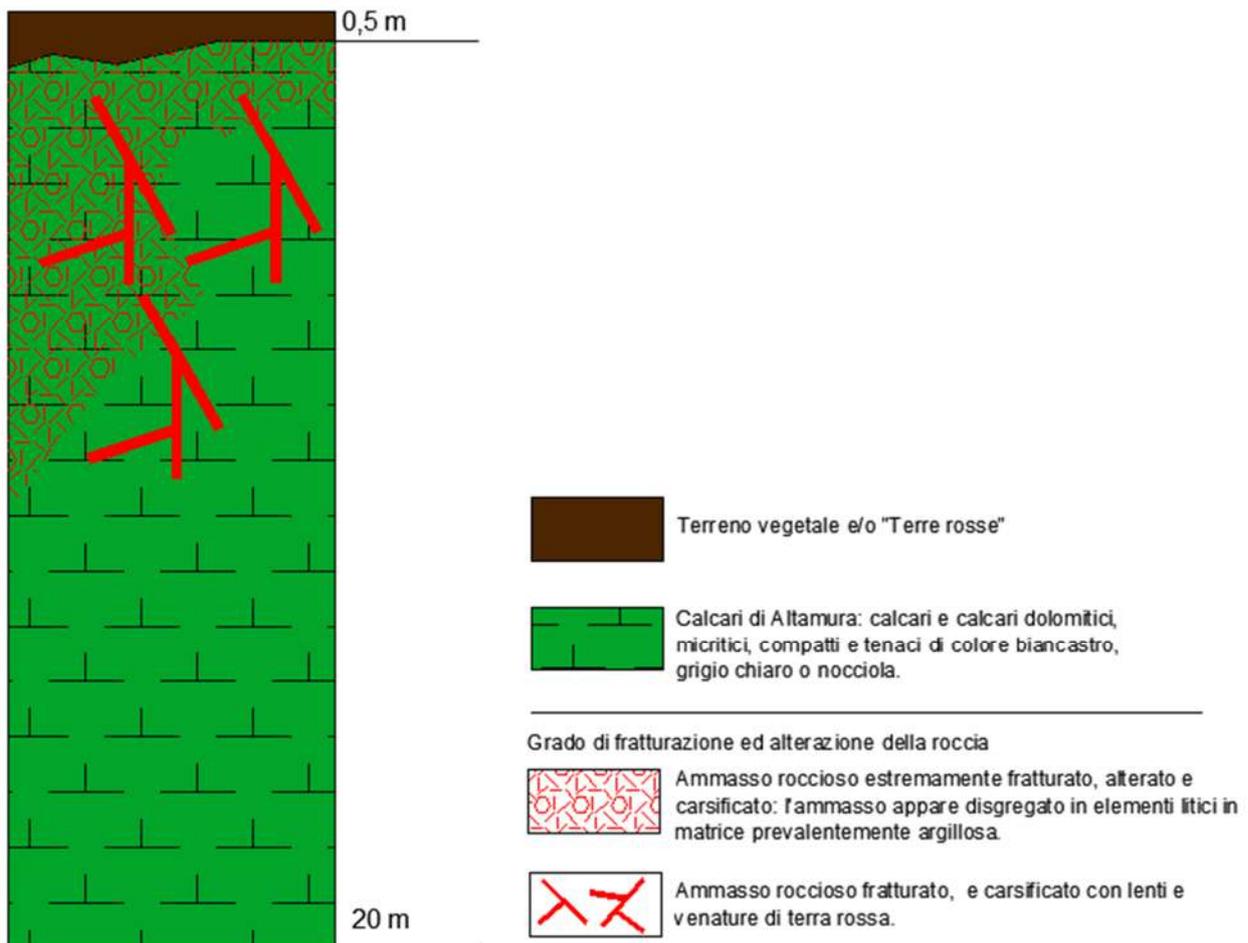
9. MODELLO GEOLOGICO E GEOTECNICO

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.

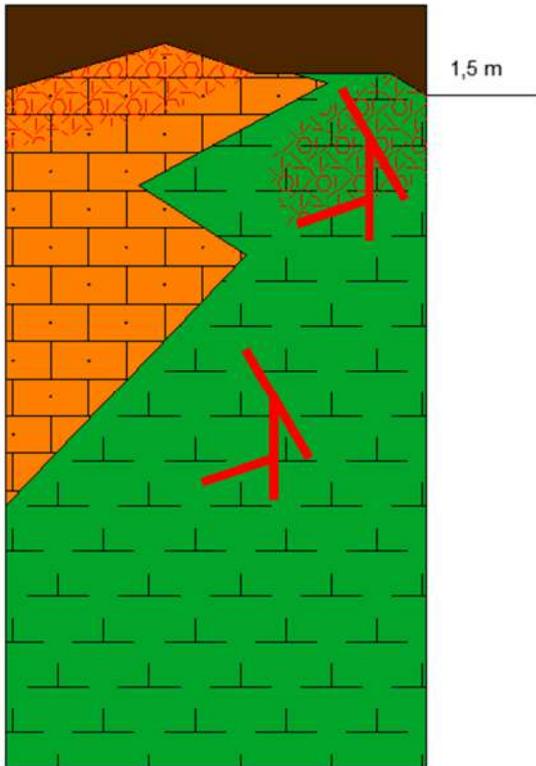
All'interno dell'area progettuale si individuano due aree distinte, in cui le caratteristiche stratigrafiche e geotecniche del sedime di fondazione sono del tutto differenti tra loro. In particolare l'Area 1 e l'Area 2 sono caratterizzati dalla presenza del substrato roccioso (calcarenitico/calcareo) sub-affiorante, mentre nell'Area 3, il substrato roccioso è sormontato da un deposito di sabbie, sabbie limose alternate a livelli di arenarie organogene, deposito ascrivibile alla formazione dei Depositi Marini Terrazzati.

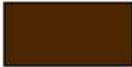
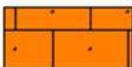
La falda idrica superficiale non è presente in nessuna delle aree investigate, mentre quella profonda, che circola all'interno della massa carbonatica è localizzata a quote di circa ai 80-100 m dal p.c., e pertanto non vi può essere alcuna interazione fra le acque sotterranee e le opere in progetto.

Modello Geologico Area 1N:

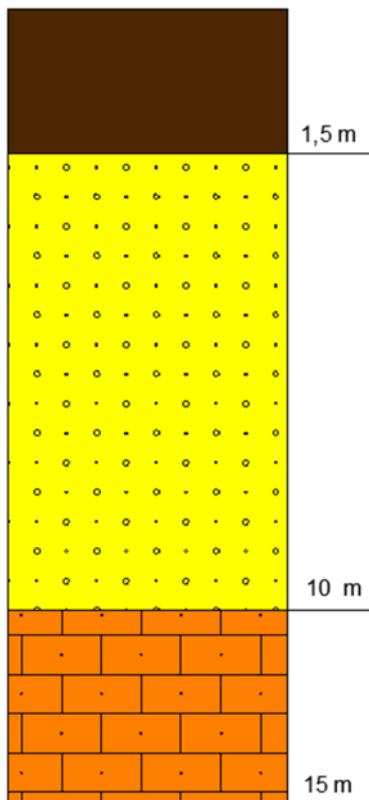


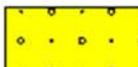
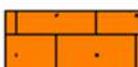
Modello Geologico Area 1S - Area 2:



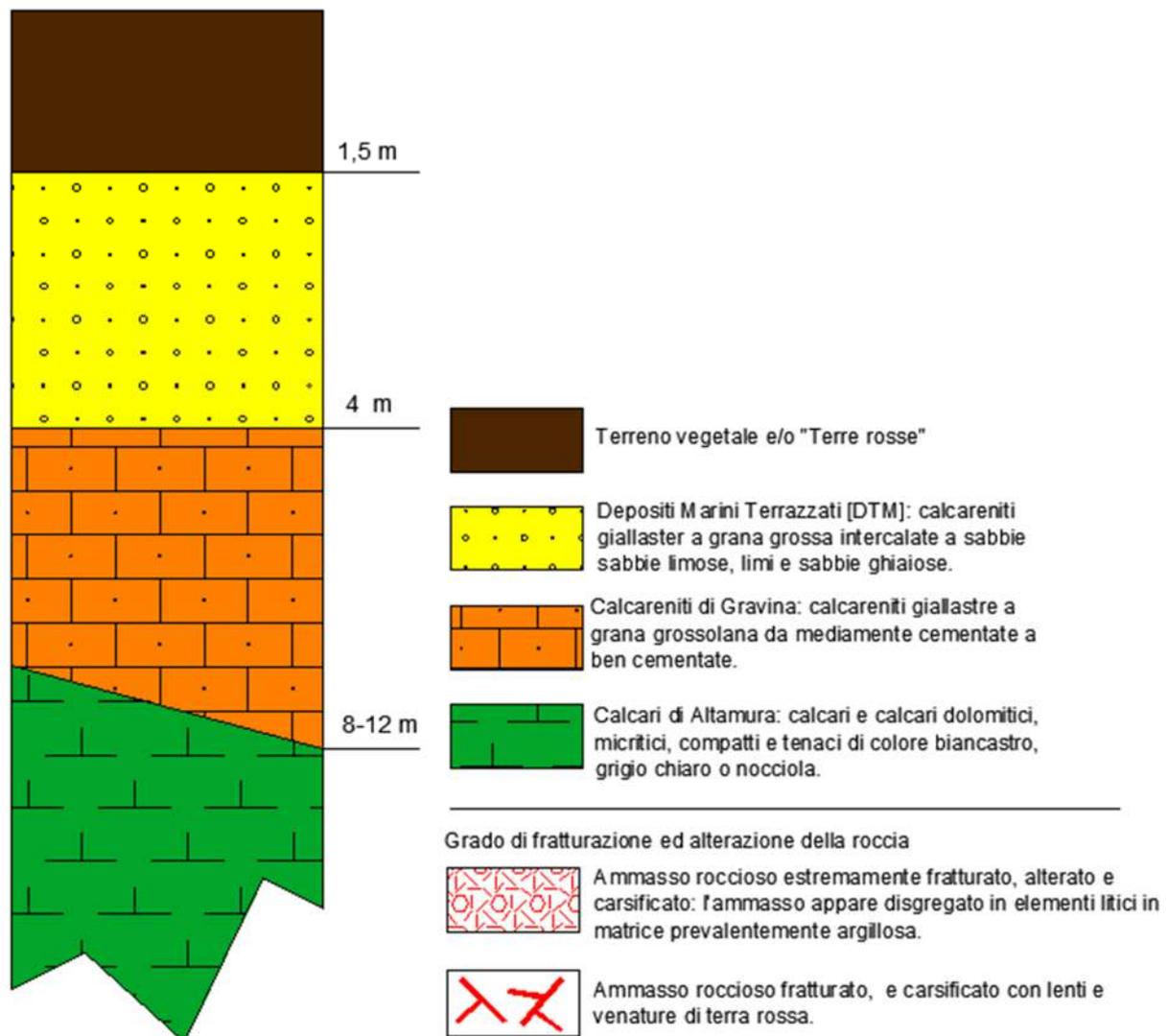
-  Terreno vegetale e/o "Terre rosse"
 -  Calcareniti di Gravina: calcareniti giallastre a grana grossolana da mediamente cementate a ben cementate.
 -  Calcari di Altamura: calcari e calcari dolomitici, micritici, compatti e tenaci di colore biancastro, grigio chiaro o nocciola.
-
- Grado di fratturazione ed alterazione della roccia
-  Ammasso roccioso estremamente fratturato, alterato e carsificato: l'ammasso appare disgregato in elementi litici in matrice prevalentemente argillosa.
 -  Ammasso roccioso fratturato, e carsificato con lenti e venature di terra rossa.

Modello Geologico Area 3E - Area 30:



-  Terreno vegetale e/o "Terre rosse"
 -  Depositi Marini Terrazzati [DTM]: calcareniti giallastre a grana grossa intercalate a sabbie limose, limi e sabbie ghiaiose.
 -  Calcareniti di Gravina: calcareniti giallastre a grana grossolana da mediamente cementate a ben cementate.
 -  Calcari di Altamura: calcari e calcari dolomitici, micritici, compatti e tenaci di colore biancastro, grigio chiaro o nocciola.
-
- Grado di fratturazione ed alterazione della roccia
-  Ammasso roccioso estremamente fratturato, alterato e carsificato: l'ammasso appare disgregato in elementi litici in matrice prevalentemente argillosa.
 -  Ammasso roccioso fratturato, e carsificato con lenti e venature di terra rossa.

Modello Geologico Area 3S – Area 3N:



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 dai seguenti livelli geotecnici:

Livello Geotecnico	Descrizione
LIVELLO 1)	TERRENO VEGETALE
LIVELLO 2)	SABBIE E SABBIE CALCARENITICHE CONCR.
LIVELLO 3)	CALCARENITI BIOCLASTICHE
LIVELLO 4)	CALCARI MICRITICI FRATTURATI E ALTERATI

I valori delle principali caratteristiche fisiche e meccaniche sono stati ricavati dall'elaborazione delle prove penetrometriche, dalla velocità delle onde sismiche eseguite oltre che da dati bibliografici in possesso dello scrivente riguardanti indagini pregresse su terreni simili a quelli in studio.

In particolare sono stati parametrizzati i livelli 2), 3) e 4); il livello 1), costituito da terreno vegetale, non può essere parametrizzabile. Di seguito, viene esplicitata la parametrizzazione geotecnica dei singoli livelli precedentemente individuati.

Livello Geotecnico (2): Depositi sabbioso-ghiaiosi-arenitici

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.

Parametri geotecnici caratteristici:

	MIN	MAX	BEST FIT
γ (kN/m ³) Peso per unità di volume naturale	17.0	21.0	20.0
γ_{sec} (kN/m ³) Peso per unità di volume secco	16.8	18.0	17.0
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	31.0	35.0	33.0
ϕ'_{vc} (°) Angolo di attrito a volume costante	26.0	31.0	29
c' (kPa) Coesione efficace	0.0	9.0	4.0

Comportamento Strato: Granulare sciolto

Stato di addensamento: da mediamente addensato a semicoerente.

Livello geotecnico (3): Depositi Calcarenitici

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.

Parametri geotecnici caratteristici:

	MIN	MAX	BEST FIT
γ (kN/m ³) Peso per unità di volume naturale	19.5	23.0	21.0
ϕ' (°) Angolo di attrito di picco	31.0	37.0	34.0
c' (kPa) Coesione efficace	70	100	80

Comportamento Strato: Roccioso

Stato di addensamento: Da mediamente a ben cementato

Livello geotecnico (4): Depositi Calcarei

Formazione geologica: Calcari di Altamura

Descrizione litologica: Calcari micritici biancastri da estremamente fratturati a fratturati.

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

Parametri geotecnici caratteristici:

	MIN	MAX	BEST FIT
γ (kN/m ³) Peso per unità di volume naturale	22.0	24.0	23.0
ϕ' (°) Angolo di attrito di picco	34.0	38.0	35.0
c' (kPa) Coesione efficace	147	170	230
E (Kg/cmq) Modulo elastico statico	2000	5000	3000
η Coefficiente di poisson	0.30	0.35	0.32
RQD (%)	60	90	70

10. VALUTAZIONE DELLA COMPATIBILITA' IDRO-GEOMORFOLOGICA DEL PROGETTO

L'assetto idro-geomorfologico è in stretta relazione con la litologia e con l'assetto strutturale dei terreni affioranti. La formazione più antica presente, affiorante nelle aree a nord, 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.

La formazione carbonatica cretacea, risulta coperta trasgressivamente da depositi sabbioso-calcarenitici di età calabriana (Calcarenitici 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, alle formazioni del Pleistocene medio-sup., raggruppate sotto il nome di Depositi marini terrazzati.

All'interno dell'area di progetto, non sono state censite eventuali emergenze (sorgenti).

La permeabilità dei terreni che costituiscono il substrato delle aree, costituito da calcari, calcareniti e sabbie, è da considerarsi estremamente variabile in funzione delle differenti caratteristiche granulometriche dei singoli litotipi.

Dall'esame delle cartografie messe a disposizione dal Distretto Idrografico dell'Appennino Meridionale (UoM Puglia/Ofanto), non si sono rilevate perimetrazioni di rischio frana o di rischio idraulico interessanti le aree dove sorgerà il campo fotovoltaico.

L'analisi dell'assetto litostratigrafico rilevato consente di ritenere che nel sottosuolo del sito in oggetto l'unica falda è quella profonda, ospitata all'interno del basamento carbonatico che si rinviene a quote di circa 80-100 m dal p.c.

L'azione di protezione e salvaguardia della qualità delle acque sotterranee viene svolta dai sistemi vegetali e si esplica attraverso i seguenti meccanismi:

- conservazione del suolo e suo effetto depurante sulle acque;
- aumento della capacità di infiltrazione dell'acqua nel suolo;
- riduzione della velocità media di scorrimento delle acque meteoriche ed incremento dei volumi d'acqua trattenuti dal suolo.

La funzione di salvaguardia esercitata dalla copertura vegetale dipende, in prima analisi, dalla densità, dalla struttura e dall'età delle cenosi vegetali.

Occorre però precisare che il potere di intercettazione della pioggia da parte dei boschi aumenta con l'età ma fino ad un valore soglia oltre il quale esso diminuisce.

Nell'azione di salvaguardia un contributo importante viene dato anche dal sottobosco e dalla lettiera che formano uno schermo protettivo e filtrante nonché dalle tipologie vegetali.

I suoli forestali dotati di alta porosità favoriscono l'infiltrazione anche per merito dell'attività biologica delle piante arboree e di tutti gli organismi vegetali e animali che sono parte integrante dell'ecosistema.

Di seguito si riporta la classificazione, individuata in base ai tipi vegetazionali, con valori di protezione delle acque decrescenti:

1. Boschi vetusti pluristratificati stramaturi con porzioni senescenti, con potenzialità per il Tiglio e con ricchezza elevata in legnose temperate;
2. Macchia mediterranea, boschi maturi (anche con tracce di impatto umano come castagneti da frutto abbandonati), sugherete, praterie di alta quota cacuminali (Festuca e Trifolium);
3. Cedui compatti (ad esempio cedui di Roverella, Carpino nero ecc.), Leccete chiuse;
4. Boschi di conifere (Pinus pinea ubicate prevalentemente nelle zone costiere e pinete a Pinus nigra situate in genere in parti più interne del territorio laziale), Praterie montane dominate da Bromus erectus e Brachypodium genuense);
5. Oliveti a selva abbandonati, Arbusteti (pruneti e roveti), Cespuglieti (scopeti a Cytisus);
6. Oliveti coltivati;
7. Coltivi erborati e Prati pascoli;
8. Seminativi.

Risulta inoltre evidente come le attività antropiche, in particolare le pratiche agricole e gli insediamenti urbani, hanno sottratto spazi considerevoli allo sviluppo naturale della vegetazione che svolge, con maggiore efficacia di altre coperture, la funzione protettiva delle acque.

Per quanto detto, il sito di progetto si trova in un'area mappata come a protezione minima da parte del soprassuolo vegetale, a causa della conduzione agricola dei terreni.

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'impoverimento 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 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 e l'impianto di nuovi uliveti, 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 a circa il 30%, 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, 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 (+55° -55°) 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 e gli ulivi superintensivi offrono 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 superficie interessata dalle installazioni dell'impianto agro-fotovoltaico in progetto resterà pertanto permeabile e sarà soggetta ad un rapido e spontaneo processo di rinverdimento oltre alla piantumazione di ulivi superintensivi in progetto, così da non alterare il bilancio idrologico dell'area. In altre parole, la presenza dei pannelli fotovoltaici 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 ininfluente nel determinare cambiamenti delle naturali portate idriche.

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.

I pannelli sono montati su supporti tubolari 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, in cui saranno piantati ulivi superintensivi.

Il rapporto di copertura superficiale dei soli pannelli (ingombro in pianta) è inferiore al 30%, 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 via battitura o pre-trivellamento, 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. 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 geomorfologico dell'area, anche in relazione al deflusso delle acque meteoriche, in aggiunta a quanto già asserito, **si può considerare quanto segue:**

1. 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.
2. La superficie dell'impianto agro-fotovoltaico resterà permeabile e allo stato naturale, pertanto il regime di infiltrazione non verrà alterato.
3. Durante la fase di cantiere non risulterebbe necessaria alcuna modifica all'assetto idrografico attuale, pertanto si può escludere, sin dal principio, la necessità di importanti opere per la regimazione delle acque.
4. Si eviterà la compattazione diffusa e il formarsi di sentieramenti, che possono fungere da percorsi di deflusso preferenziale per l'acqua.
5. 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.
6. La presenza dell'impianto agro-fotovoltaico non interferisce con i normali processi di infiltrazione, accumulo e scorrimento superficiale delle acque meteoriche.

Entrando in dettaglio, l'analisi del caso presentato consente di affermare che il progetto del parco agro-fotovoltaico non introduce sensibili variazioni nella relazione tra gli eventi meteorologici ed il suolo.

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



11. 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, all'interno di tutti i lotti di progetto tramite una campagna di indagini geognostiche e geosifiche integrativa svolta nel mese di maggio 2021.

L'assetto stratigrafico e litologico è caratterizzato da due distinte aree:

- ✓ La prima nella quale sono localizzati i lotti denominati Area 1N, Area 1S ed Area 2 in cui il sedime di fondazione è costituito da depositi litoidi calcarei e calcarenitici
- ✓ La seconda nella quale si localizzano i lotti denominati Area 3 – N, S, E e O, in cui il sedime di fondazione è costituito da depositi sabbiosi semicoerenti

Sulla scorta degli studi effettuati, si ritiene, che le caratteristiche stratigrafiche del sito siano compatibili con il progetto in essere.

Le opere di progetto andranno ad interessare essenzialmente:

- **il livello geotecnico 2)**, i cui litotipi sono costituiti essenzialmente da un'alternanza di sabbie, sabbie con limo, e strati arenitici da mediamente a ben cementati, i quali sovrastano il substrato roccioso arenitico-calcareo nell'**Area 3 (Area 3N, Area 3S, Area 3E ed Area 3°)**.
- **Il livello geotecnico 3) e 4)** i cui litotipi sono costituiti rispettivamente da rocce calcarenitiche e rocce calcaree da molto fratturate a mediamente fratturate **per l'Area 2 e l'Area 1S**
- **Il livello geotecnico 4)** per l'**Area 1N**.

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 l'Area 3 (Area 3N, Area 3O, Area 3E e Area 3S) , ed a materiali rocciosi per le Aree 1 (Area 1N e Area 1S) e 2.

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 80-100 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 Latiano 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 Puglia/Ofanto (Distretto Idrografico dell'Appennino Meridionale)

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. Unica problematica è legata alla presenza di una dolina all'interno dell'Area 2: tale area sarà lasciata libera da qualsiasi tipo di opera progettuale, al fine di preservare l'emergenza geomorfologica in oggetto ed al fine di realizzare le opere in condizioni di sicurezza geo-idrologica.

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

È possibile inoltre 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 riferimento all'assetto geomorfologico



locale. L'installazione dell'impianto fotovoltaico risulta, pertanto, pienamente compatibile con l'assetto idrogeologico, idrologico e geomorfologico locale.

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, Maggio 2021

dott. Walter MICCOLIS geologo
Ordine dei Geologi della Regione Puglia n. 676



A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Walter Miccolis", written over a horizontal line.