

REGIONE CAMPANIA

PROVINCIA DI CASERTA

COMUNE DI GRAZZANISE

PROGETTO DI UN IMPIANTO AGRO - FOTOVOLTAICO

REALIZZAZIONE ED ESERCIZIO DI UN IMPIANTO PER
LA PRODUZIONE DI ENERGIA DA FONTE
FOTOVOLTAICA E PER LA PRODUZIONE AGRICOLA
DELLA POTENZA DI 21,5 MWp E DELLE RELATIVE
OPERE CONNESSE E DI CONNESSIONE ALLA RETE

DESCRIZIONE ELABORATO RELAZIONE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E GEOTECNICA	Livello Progetto PD		Codice Elaborato RS011
	Scala	Formato stampa A4	Codice Progetto ITA10137

PROGETTAZIONE e SVILUPPO	Proponente:
 MR WIND S.r.l. Via Alessandro Manzoni n.31 - 84091 Battipaglia (SA)	 Vespera Development 01 S.r.l. Via Armando Diaz n.74/A - 74023 Grottaglie (TA)
 TECNICO Ing. Giuseppe Calabrese	 TECNICO Ing. Giovanni Savarese

DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	CONTROLLATO	VERIFICATO
00		-----		
01				
02				
03				



GRAZZANISE

PROVINCIA DI CASERTA



RELAZIONE GEOLOGICA-TECNICA E DI MODELLAZIONE SISMICA

L. 02/02/74 n° 64, D.M. 11/03/88 e D.M. 16/01/96
(Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. Infrastrutture 17 gennaio 2018))

PROGETTO DI UN IMPIANTO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE FOTOVOLTAICA DELLA POTENZA NOMINALE DI 22.00 MWP E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE

CONTIENE:

SISMICA M.A.S.W.
SONDAGGI DPSH
PROVE DI LABORATORIO
SPETTRI DI RISPOSTA ELASTICO

COMMITTENTE:

MR WIND SRL

INDIRIZZO:

Loc. SELVALUNGA

GIU 2023



IL GEOLOGO
Dr. TULLIO CICCARONE

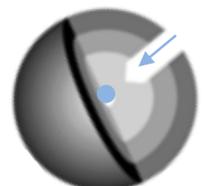


STUDIO DI GEOLOGIA

STUDIO DI GEOLOGIA

Dr. Geol. Tullio Ciccarone

Cell. 339 3872688 P.IVA. 04664850650 - e-mail: tulliociccarone@gmail.com



Sommario

1.0	PREMESSA	1
2.0	INQUADRAMENTO E UBICAZIONE TOPOGRAFICA DEL PROGETTO.....	1
3.0	INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO GENERALE.....	4
4.0	INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO LOCALE.....	7
5.0	INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO.....	8
6.0	ANALISI DEI VINCOLI	10
7.0	RISCHIO IDROGEOLOGICO (PSAI) COMPATIBILITA' GEOLOGICA	10
8.0	PROGRAMMA INDAGINI E PROVE PROGRAMMATE.....	14
9.0	CARATTERIZZAZIONE GEOMECCANICA DEI TERRENI	14
10.0	TABELLE RIASSUNTIVE DELLE ANALISI DI LABORATORIO	18
11.0	MODELLAZIONE SISMICA DEL SITO	19
	RISPOSTA SISMICA LOCALE	21
	RISPOSTA SISMICA DI PROGETTO	23
	CLASSIFICAZIONE SISMICA DEL SUOLO DI FONDAZIONE.....	24
	VALUTAZIONE DELL'AZIONE SISMICA RIFERITA AL CONTESTO DELL'INTERVENTO.....	31
12.0	CONCLUSIONI.....	37

ALLEGATI

1.0 PREMESSA

Il sottoscritto **dr. Geol. Tullio Ciccarone**, iscritto all'Albo dei Geologi della Regione Campania al n.1863, a seguito dell'incarico conferitomi dalla società "**Mr Wind Srl**", ha redatto una relazione geologica per il progetto di un impianto per la produzione di energia elettrica da fonte fotovoltaica della potenza nominale di 22 MWp e relative opere di connessione, da realizzarsi in località "Selvalunga" del territorio comunale di Grazzanise (CE).

Scopo del presente studio è stato quello di verificare che il progetto in esame sia compatibile con i principali processi morfologici e idrogeologici dell'area e con i vincoli imposti dal piano stralcio per l'assetto idrogeologico elaborato dall'ADB Liri Garigliano e Volturno (oggi denominato Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale).

Inoltre lo scopo ha avuto fornire le caratteristiche geomeccaniche dei terreni interessati dalla realizzazione dell'opera, determinare i parametri che condizionano la stabilità del complesso terreno-fondazione e valutare il rischio sismico locale in relazione alle caratteristiche geotecniche, idrogeologiche e morfologiche della zona. A tal scopo è stato eseguito uno studio specifico dedicato alla caratterizzazione geotecnica e sismica dei terreni di fondazione, ai sensi della NTC 2008 (D.M. 17/01/2018), attraverso indagini effettuate in sito.

2.0 INQUADRAMENTO E UBICAZIONE TOPOGRAFICA DEL PROGETTO

Il sito di indagine è posto a circa 3-4 m. s.l.m. e con riferimento alla Cartografia Ufficiale dello Stato, rientra nell'ambito della tavola I.G.M. N°15 Q.172 III "GRAZZANISE", in scala 1:25.000, nella tavola topografica N°430 "CASERTA OVEST", in scala 1:50.000 e nella carta geologica d'Italia N°172 "CASERTA" in scala 1:100.000.

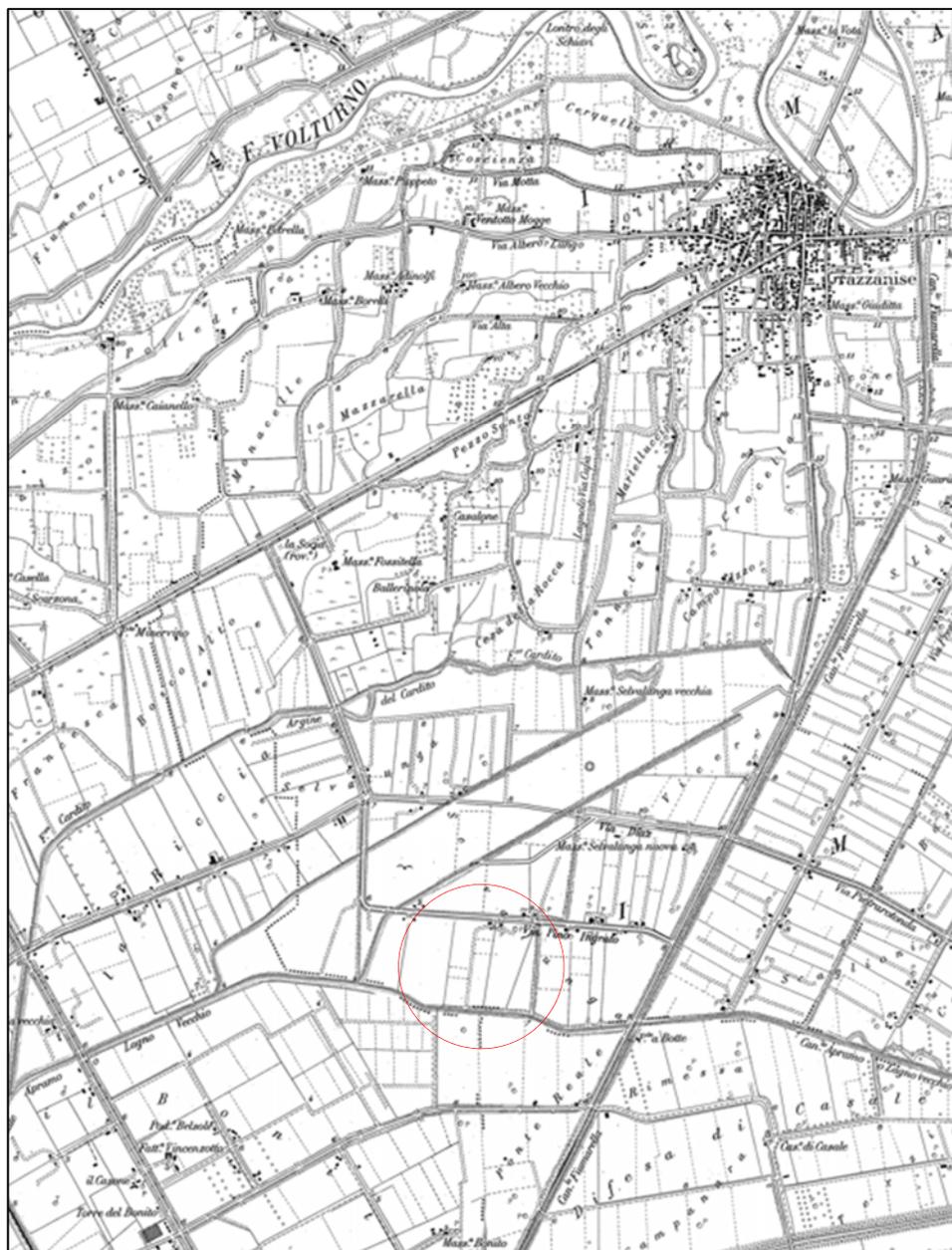
Lat./ Long. [WGS84]..... 41.052666,14.080842--- Lat./ Long. [ED50]..... 41.053662,14.081721



Area campo fotovoltaico (poligono rosso) su ortofoto

Tav.15 "GRAZZANISE" Q.172 III

Stralcio carta della Scala 1:25.000



Sito ubicazione Impianto fotovoltaico

Al catasto l'area di interesse è inquadrata come descritto nella tabella seguente:

FOGLIO DI MAPPA	PARTICELLA	CLASSAMENTO	PROPRIETA'	QUOTA PROPRIETA'
43	16	SEM. IRR.	COPPOLA FILOMENA CPPFMN57M50B872F	1/1
43	40	SEM. IRR.	COPPOLA PASQUALE CPPPQL52B10B872A	1/1
43	38	SEMIN 2^	SCHIAVONE FLORA SCHFLR67E68B963S	1/1
43	73	SEMIN 2^	SCHIAVONE FLORA SCHFLR67E68B963S	1/1
43	46	SEM. IRR.	SCHIAVONE MARIA SCHMRA57B46B872S	1/1
43	61	SEMIN 2^	POLICASTRO SALVATORE	1/1
44	63	SEMIN 2^	POLICASTRO SALVATORE	1/1

Mappa Catastale



3.0 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO GENERALE

Il territorio comunale di Grazzanise è ubicato in un'area pianeggiante in piena piana alluvionale, in corrispondenza del fiume Volturno, alle coordinate sessagesimali 41°05'N, 14°06'E, e quota media di circa 12 m. slm.

L'area presenta una morfologia, determinata dalla storia tettonica recente e dalla messa in posto (della serie ignimbratica flegrea) di materiale di deposizione alluvionale. Si evidenziano sempre pendenze di molto inferiori al 1% ad esclusione delle scarpate e/o gli argini degli alvei e degli innumerevoli specchi di acqua presenti (sia essi naturali che di origine antropica). Le pendenze si attestano, in queste piccole aree, su valori del 6-8 %.

La morfologia, come detto, è subpianeggiante con quote che non superano i 14 m s.l.m. (verso NNE) e che in taluni casi arrivano a circa 5-6 m s.l.m. in direzione della fascia costiera (SSO). La quasi totalità del territorio in disamina è compresa tra 5 e 6 m. s.l.m. e i morfotipi caratterizzanti il territorio sono rappresentati essenzialmente da quelli tipici della dinamica fluviale, da quelli derivanti dalla deposizione piroclastica e quelli di origine antropica.

Per quanto attiene alla morfogenesi dell'area in oggetto è acclarato che il settore di Piana attraversata dal F. Volturno, grazie ad una generale tendenza alla subsidenza, ha conosciuto ambienti marini estesi fin sotto le pendici dei monti di Caserta sino a circa 130.000 anni fa (ROMANO et alii, 1964; CINQUE & ROMANO, 2001). Successivamente si realizzarono condizioni favorevoli alla sua crescita come area emersa. I ritmi della subsidenza tettonica si ridussero sin quasi ad azzerarsi e l'area venne investita dai prodotti piroclastici da flusso e da caduta di provenienza flegrea e p.p. vesuviana.

Nel settore della Piana Campana di precipuo interesse gli elementi che maggiormente, ed in tempi più recenti, hanno improntato la morfologia dell'area sono stati l'arrivo della potente coltre ignimbratica del Tufo Grigio Campano e l'azione deposizionale esercitata del F. Volturno.

Il F. Volturno penetra nella Piana Campana attraverso la stretta di Triflisco (a nord-est di Capua) e prima che le attività antropiche intervenissero significativamente sul suo corso, il fiume trascinava elevate quantità di materiale solido; si trattava però di elementi dalle dimensioni assai ridotte in quanto quelli più grossolani (sabbie e sabbie grosse) si erano già depositati nella piana di M.te Verna a est di Triflisco (BIGGIERO et alii, 1994).

I sedimenti trascinati dalla corrente idrica e scaricati a mare hanno determinato imponenti fenomeni di protrazione della foce. Negli ultimi 150 anni questa ultima ha però subito una progressiva regressione per fattori legati (BIGGIERO et alii, 1994):

- alla realizzazione di dighe lungo il corso del fiume (che di fatto trattengono pressochè totalmente il trasporto solido);
- al prelievo di inerti dal letto fluviale (attività durate dalla fine degli anni '50 al 1974).

Durante la fase di protrazione della foce si verificavano anche formazioni di barre dunari e, talvolta, l'occlusione degli sbocchi a mare delle acque superficiali nelle aree in sinistra e in destra rispetto al dosso del Volturno. Si segnala altresì che gran parte della costa risulta in arretramento ed in particolare quasi tutta la porzione posta a meridione della foce del Volturno, escludendo l'area immediatamente in destra e sinistra della foce dei Regi Lagni ove si evidenzia un avanzamento della linea di costa. Da aggiungere che lì dove sono state realizzate opere di difesa litoranee (siano esse longitudinali che trasversali) il fenomeno è stato

contrastato e si evidenzia un avanzamento. Continuando verso meridione e fino ai limiti comunali si segnala un tratto litoraneo ancora in arretramento.

Attualmente negli ambienti costieri ora descritti troviamo i morfotipi caratteristici cioè quelli di duna (con la tipica deposizione sabbiosa) e interdunali lagunari che si conservano in pochi tratti, ovviamente a ridosso della linea di costa ed in larga parte nella porzione Sud Est del territorio. A tal proposito va segnalato (così come riscontrato sia dalla cartografia storica consultata che da evidenze topografiche) come fossero presenti, in tempi relativamente recenti, altri sistemi dunali e retrodunali oramai cancellati dall'inurbamento diffuso in zona.

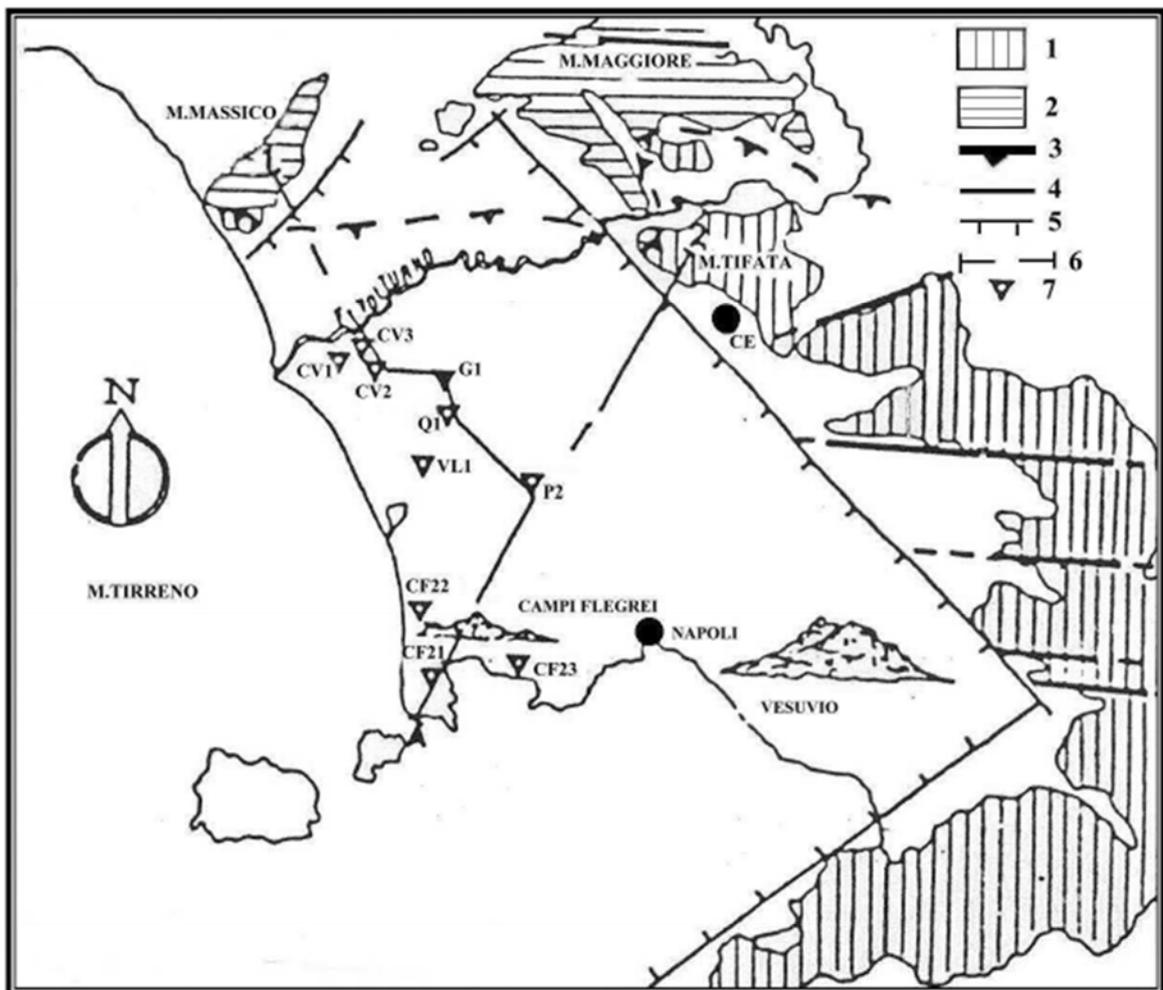
Riguardo i morfotipi legati alla dinamica fluviale si riconoscono: aree golenali, cuspidi deltizie e meandri abbandonati.

Ovviamente le aree golenali sono presenti nelle immediate vicinanze del Volturno, mentre per i Regi Lagni e Canale Agnena il corso è rettilineo e nel primo caso risulta ampiamente cementificato sulle sponde. Si rilevano, all'interno dell'area golenale (quindi ovviamente nei dintorni del Volturno) vari meandri abbandonati che in alcuni casi presentano specchi d'acqua (lago di meandro anche dell'ordine di un ettaro di superficie) ed in altri fanno oramai parte integrante del paesaggio agricolo predominante.

La geologia del territorio è alquanto articolata ed è composta da:

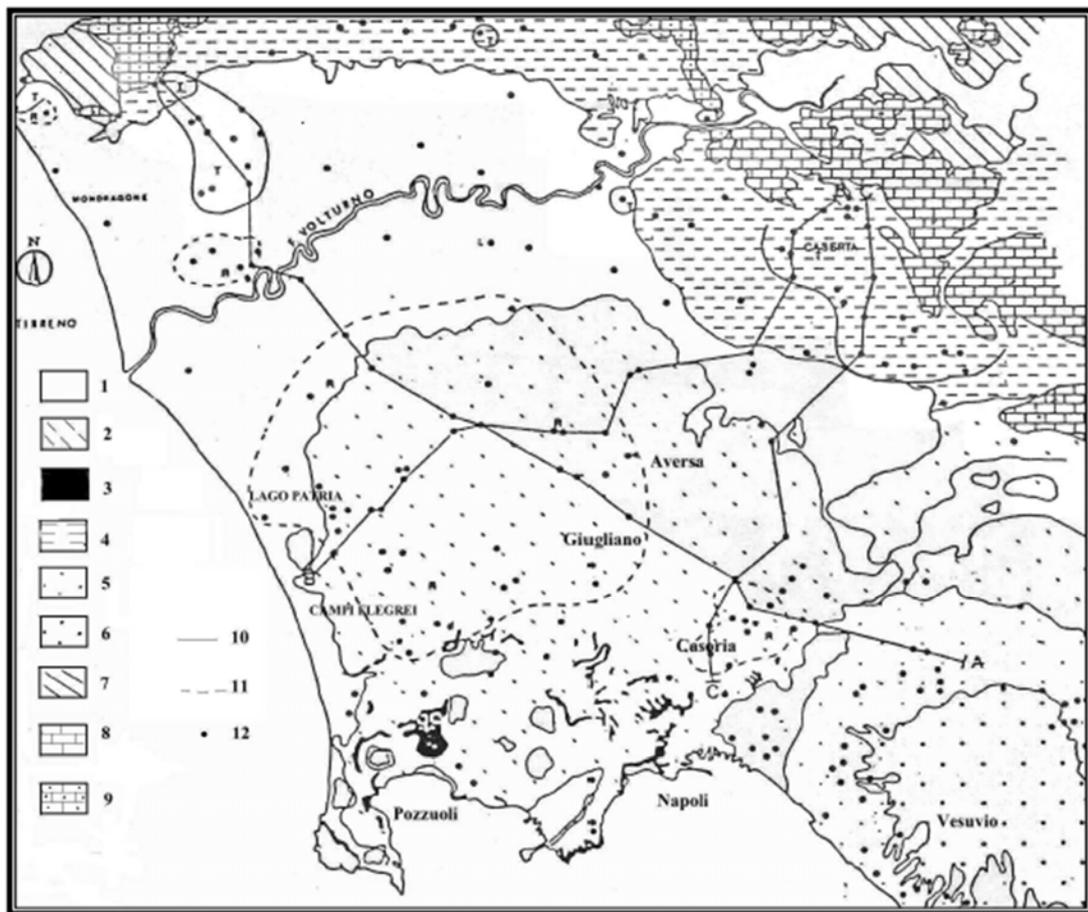
- terreni prevalentemente sabbiosi, dunari e di spiaggia e depositi limo-argillosi di interduna, affioranti in una fascia larga circa 1-2 km prospiciente il mare;
- depositi limo-sabbiosi fluvio-palustri associati a depositi torbosi, che affiorano nella maggior parte dell'area in esame e raggiungono i massimi spessori (30 m) in prossimità del corso del Volturno;
- tufo grigio campano, spesso sormontato da piroclastiti sciolte, affiorante nel settore a nord del T. Savone; il banco di tufo si approfondisce e si assottiglia via via che ci si approssima al corso del Volturno; infatti lo spessore complessivo varia dai 40÷45 m alle pendici del M.te Massico ai 2÷3 m in prossimità del F. Volturno dove sovente il tufo ha consistenza "terrosa" ed a luoghi è assente per locali fenomeni erosivi;
- terreni sabbioso-limoso-ghiaiosi di ambiente marino, rinvenuti in perforazione alla base del tufo, che talora passano lateralmente o poggiano (in destra Volturno) su terreni granulometricamente affini ma di origine piroclastica; lo spessore è di 50÷60 m
- terreni a granulometria fine (da limo-sabbiosi a limo-argillosi), anch'essi di probabile ambiente marino, con spessori di qualche centinaio di metri;
- depositi vulcanici antichi (tufi e lave andesitiche e basaltiche attribuibili ad attività preflegrea) con spessori notevoli;

- depositi clastici di età mio-pliocenica (profondità 3÷5 km) affioranti localmente sul versante meridionale del M. Massico;
- terreni carbonatici di piattaforma, affioranti al M.te Massico e mai raggiunti dalle perforazioni profonde eseguite nel settore baricentrico della Piana Campana poiché ribassati da "ripide" gradonate di faglia.



Schema tettonico della Piana Campana e delle aree circostanti (da Ortolani & Aprile, 1985)

- 1) Unità carbonatiche della piattaforma Campano-Lucana;
- 2) Unità carbonatiche della piattaforma Abruzzese-Campana;
- 3) Fronte di sovrascorrimento delle unità della piattaforma Campano-Lucana;
- 4) Strutture mioceniche;
- 5) Faglie dirette quaternarie;
- 6) Traccia delle sezioni geologiche interpretative;
- 7) Sondaggi meccanici.



Schema geologico della Piana Campana (da Ortolani & Aprile, 1985)

1) Alluvioni recenti; 2) Piroclastiti recenti dei Campi Flegrei; 3) Tufo giallo; 4) Tufo grigio; 5) Piroclastiti del Somma Vesuvio; 6) Lave e piroclastiti del Somma Vesuvio; 7) Arenarie, argille e marne mioceniche; 8) Calcari e dolomie della piattaforma Campano-Lucana; 9) Calcari e dolomie della piattaforma Abruzzese-Campana; 10) Travertino presente nel sottosuolo; 11) Lave a piccola profondità; 12) Perforazioni; A-A') Traccia di sezione

4.0 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO LOCALE

La zona di interesse appartiene ad una zona prevalentemente pianeggiante, caratterizzata da una morfogenesi prevalentemente fluviale con evoluzione di subsidenza. I litotipi sono caratterizzati da una facies deposizionale di tipo fluviale composta da terreni limosi e argillo limosi grigi e verdognoli, con intercalazioni di torbe e prodotti in lenti.

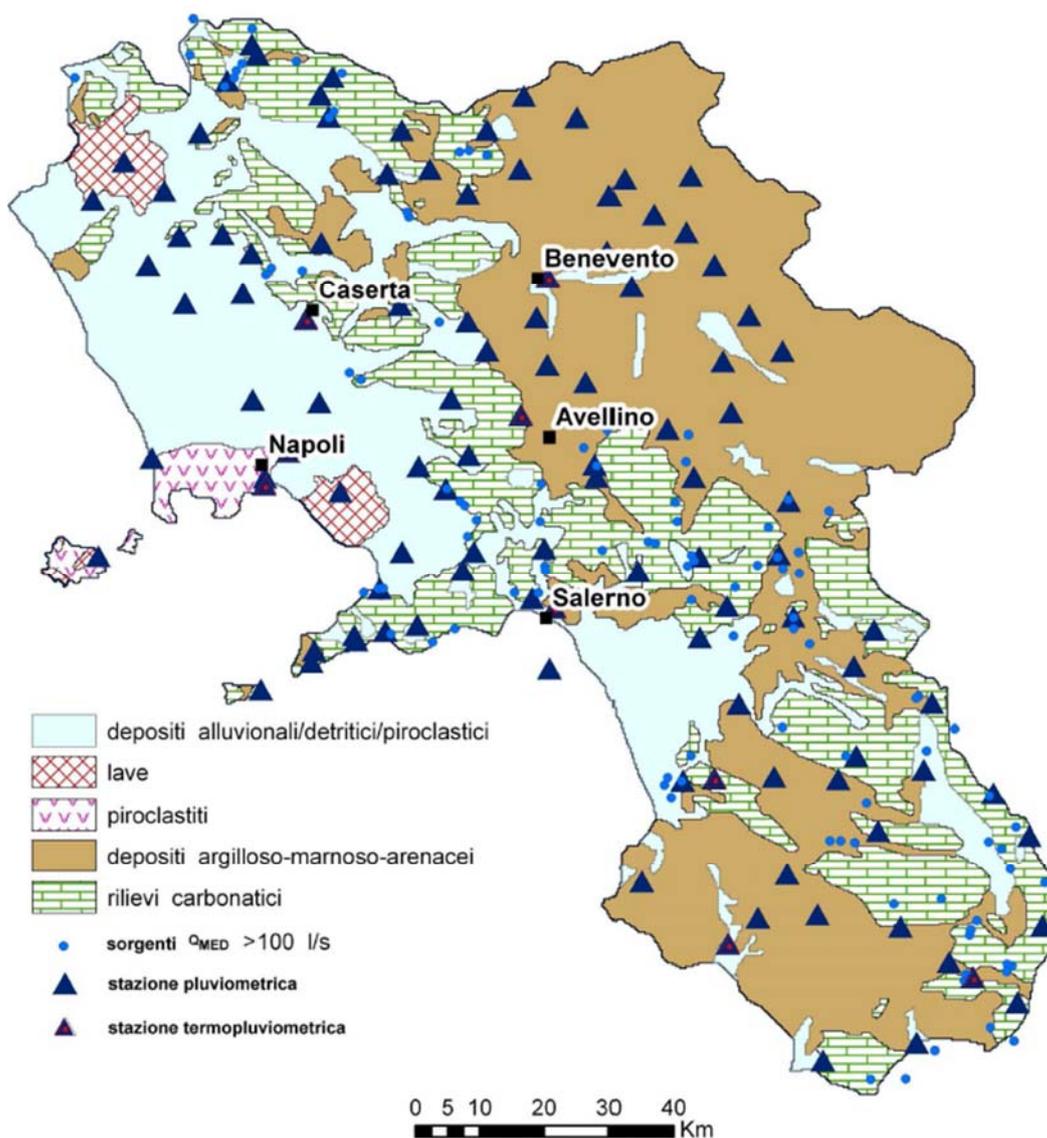
Occasionalmente sono presenti subordinate frazioni pomicee piroclastiche prodotti dell'intensa attività vulcanica flegrea.

Dal punto di vista morfologico si presenta uniformemente pianeggiante con pendenza che non superano il 1% determinando l'assenza di fenomeni franosi e di conseguenza una condizione di stabilità dal punto di vista morfologico. Pertanto l'intervento è del tutto compatibile con le norme di salvaguardia del Piano Stralcio elaborato dell'**Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale** poiché non sono state evidenziati rischi idrogeologici.

5.0 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

La stratigrafia del sottosuolo della Piana Campana è nota con sufficiente dettaglio attraverso i dati di perforazioni eseguite in passato per vari scopi (ricerche di idrocarburi e di forze endogene; ricerche d'acqua).

E' sufficientemente conosciuto lo schema litologico e vi sono sufficienti dati relativi alle principali sorgenti e le stazioni pluviometriche e termopluviometriche.



Schema litologico della Campania, con le principali sorgenti e stazione pluviometriche e termopluviometriche. (da Ducci & Tranfaglia , 2006)

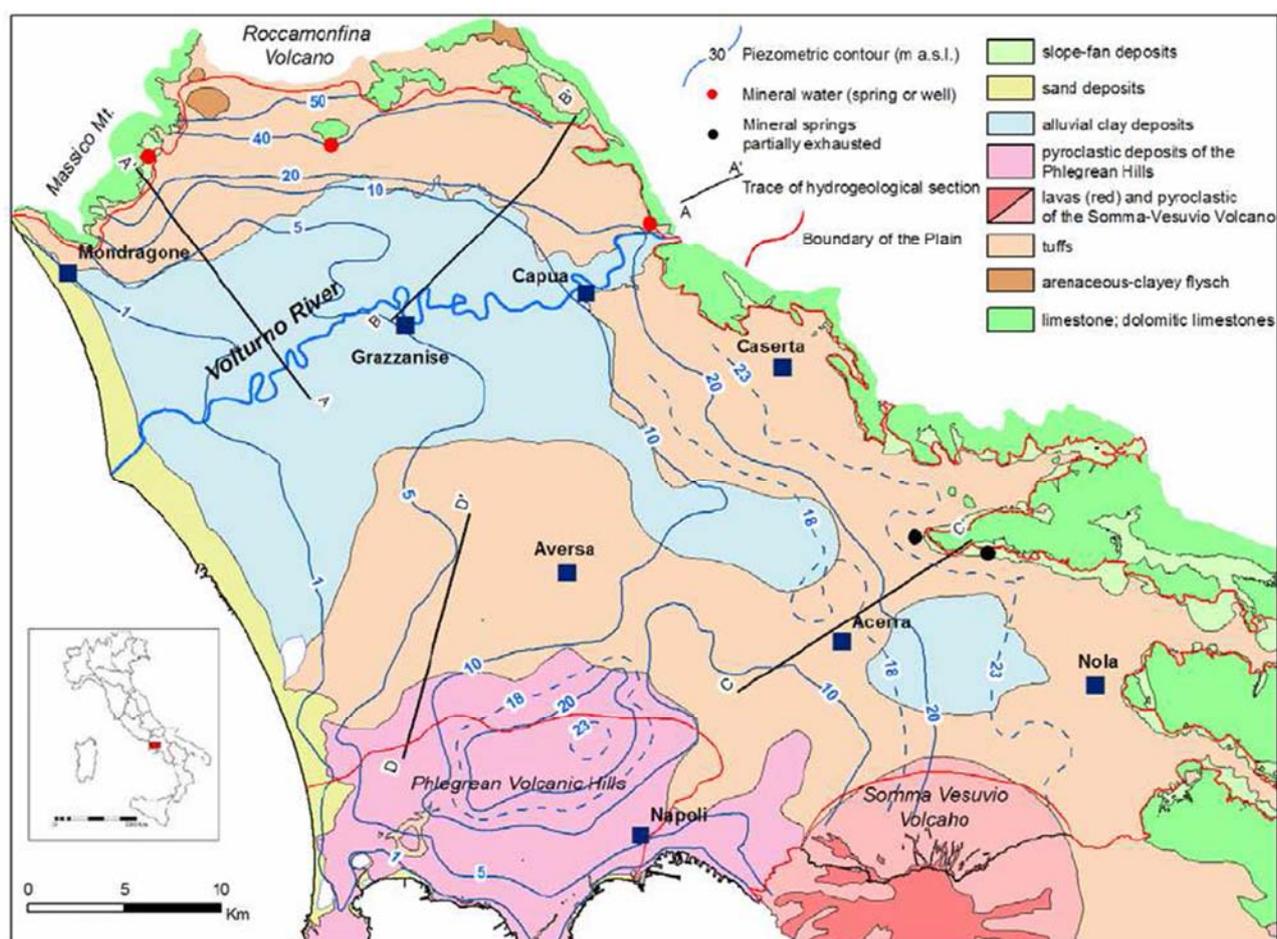
In particolare è stata accertata, nelle zone prossime ai massicci carbonatici che si snodano con continuità dal “casertano” al “sarnese”, la presenza, al di sotto di uno spessore di materiale piroclastico (prima) e limo-sabbioso-ghiaioso (poi), di un substrato prevalentemente calcareo che tende ad approfondirsi abbastanza rapidamente dai -100/150 m dal p.c. (nelle zone

pedemontane o nelle valli interne) ai -300/400 m dal p.c. (nelle zone distanti 2-3 Km dal piede dei rilievi).

Man mano che ci si sposta verso Ovest, esso sprofonda a varie migliaia di metri, tanto vero che non è stato raggiunto dalle perforazioni eseguite in passato per ricerche di idrocarburi nel basso Volturno.

Quindi, dal punto di vista idrogeologico la Piana Campana, in cui è inserita la zona esaminata, è un'unità idrogeologica costituita da una spessa coltre di depositi vulcanici, alluvionali e marini, con caratteristiche litologiche ed idrogeologiche molto diverse tra loro.

Questa configurazione lito-stratigrafica connessa alla presenza delle strutture vulcaniche dei Campi Flegrei e del Somma-Vesuvio, porta all'instaurarsi di flussi sotterranei complessi con presenza di più falde sovrapposte e molte volte intercomunicanti.



Carta idrogeologica della Piana Campana (da Ducci, 2007)

Durante i sondaggi sono stati intercettati condizioni di saturazione dei terreni intorno ai 2.00 metri di profondità dal piano campagna. La presenza di strati a diversa consistenza determina variazioni di permeabilità che, durante le precipitazioni, può generare accumuli freatici sospesi.

Si consiglia di realizzare un adeguato sistema di regimazione delle acque intorno a tutte le strutture di progetto con canali e drenaggi affinché le acque possono essere convogliate nei reticoli principali di deflusso naturale ed evitare così risalite di umidità per capillarità e dare maggiore stabilità all'intera opera.

6.0 ANALISI DEI VINCOLI

L'area interessata dall'intervento non è classificata dal PRG con usi speciali. Essa ricade in una fascia agricola in zona meridionale dell'abitato ad una quota compresa tra 5 e 6 m.s.l.m.

Il territorio occupato dall'impianto non risulta direttamente soggetto ai vincoli paesaggistici imposti dalle leggi nazionali. Inoltre, il sito in oggetto non è interessato neanche da aree SIC (Siti d'Importanza Comunitaria – ai sensi del D.M. 03/04/2000) e ZPS (Zone di Protezione Speciali ai sensi delle Direttive 92/43/CEE e 79/409/CEE), né per appartenenza e né per vicinanza.

Per le aree di protezione idrogeologica ai sensi del R.D. n. 3267 del 30/12/1923 restano ferme le disposizioni di tutela della vigente legislazione ed in particolare quella di cui all'Art. 79 della L.R. n. 18/83. L'area di intervento non è sottoposta a vincolo idrogeologico.

7.0 RISCHIO IDROGEOLOGICO (PSAI) COMPATIBILITA' GEOLOGICA

Il territorio comunale, per propria conformazione morfologica presenta caratteristiche di deflusso superficiale nettamente determinate dalla particolare sua posizione nei confronti del Fiume Volturno. Di tale situazione si trova riscontro nella cartografia allegata al Piano Stralcio stilato dall' Autorità di Bacino dei Fiumi Liri-Garigliano e Volturno. (Fig. seguente)

La cartografia redatta per effetto del combinato disposto dalle leggi 183/89, 493/93, dal D.L. 180/98 convertito con legge 226/99 ed indirizzata nel senso del contenuto della legge 365/2000, presenta una situazione nella quale un vasto lembo del territorio comunale, che nelle Norme di attuazione del Piano Stralcio di Difesa dalle Alluvioni (PSDA) del Bacino Volturno in fasce fluviali sono state così definite:

- (Fascia A) Alveo di piena standard;
- (Fascia B) Fascia di esondazione, suddivisa in tre sottofasce (B1, B2 e B3).

Per le aree ricadenti all'interno della zone così perimetrare dall' Autorità di Bacino dei Fiumi Liri-Garigliano e Volturno, valgono i contenuti delle Norme di Attuazione allegate allo stesso Piano Stralcio di Difesa dalle Alluvioni (PSDA) del Bacino Volturno, a cui si rimanda, e si consideri quanto, più specificamente contenuto negli artt. 4 e 29 con rimando al contenuto specifico per il resto.

L'articolo 4 definisce ed individua delle fasce fluviali e precisamente al comma 1 il PSDA definisce, in funzione delle aree inondabili con diverso periodo di ritorno, le fasce fluviali, rispetto alle quali si sono impostate le attività di programmazione contenute nel PSDA. Al comma 2 le fasce fluviali sono state così definite:

Alveo di piena ordinaria. Si definisce alveo di piena ordinaria la parte della regione fluviale interessata dal deflusso idrico in condizioni di piena ordinaria, corrispondente al periodo di ritorno $T = 2-5$ anni. Nel caso di corsi d'acqua di pianura, l'alveo di piena ordinaria coincide con la savenella, cioè con la fascia fluviale compresa tra le sponde dell'alveo incassato. Nel caso di alvei alluvionati, l'alveo di piena ordinaria coincide con il greto attivo, interessato (effettivamente nella fase attuale oppure storicamente) dai canali effimeri in cui defluisce la piena ordinaria.

Alveo di piena standard (Fascia A). La Fascia A viene definita come l'alveo di piena che assicura il libero deflusso della piena standard, di norma assunta a base del dimensionamento delle opere di difesa. Nel presente Piano si è assunta come piena standard quella corrispondente ad un periodo di ritorno pari a 100 anni. Il "limite di progetto tra la Fascia A e la successiva Fascia B" coincide con le opere idrauliche longitudinali programmate per la difesa del territorio. Allorché dette opere entreranno in funzione, i confini della Fascia A si intenderanno definitivamente coincidenti con il tracciato dell'opera idraulica realizzata e la delibera del Comitato Istituzionale di presa d'atto del collaudo dell'opera varrà come adozione di variante del Piano Stralcio per il tratto in questione.

Fascia di esondazione (Fascia B). La Fascia B comprende le aree inondabili dalla piena standard, eventualmente contenenti al loro interno sottofasce inondabili con periodo di ritorno $T < 100$ anni. In particolare sono state considerate tre sottofasce:

. **la sottofascia B1** è quella compresa tra l'alveo di piena e la linea più esterna tra la congiungente l'altezza idrica $h=30$ cm delle piene con periodo di ritorno $T=30$ anni e altezza idrica $h=90$ cm delle piene con periodo di ritorno $T=100$ anni;

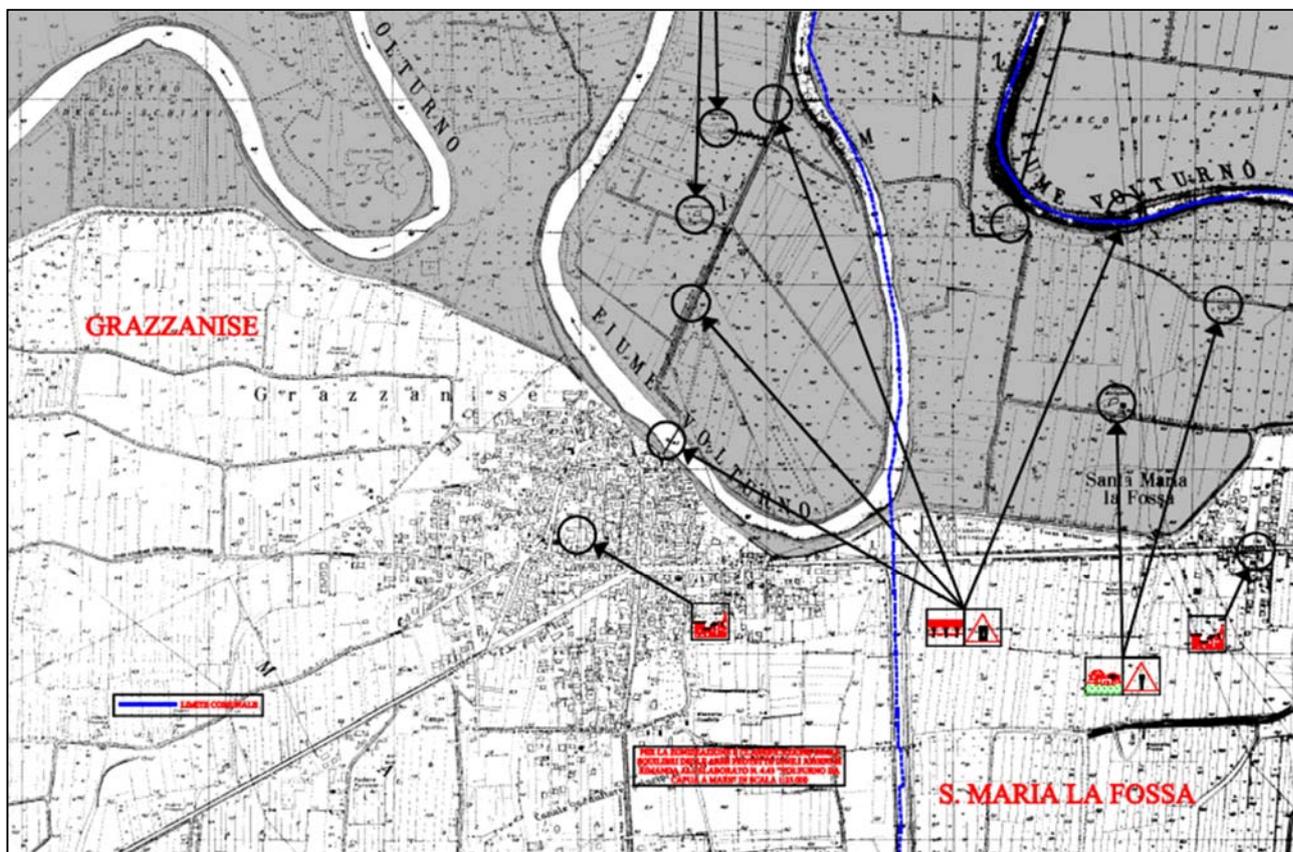
. **la sottofascia B2** è quella compresa fra il limite della Fascia B1 e quello dell'altezza idrica $h=30$ cm delle piene con periodo di ritorno $T=100$ anni;

. **la sottofascia B3** è quella compresa fra il limite della Fascia B2 e quello delle piene con periodo di ritorno $T=100$ anni.

Fascia di inondazione per piena d'intensità eccezionale (Fascia C). E' quella interessata dalla piena relativa a $T = 300$ anni o dalla piena storica nettamente superiore alla piena di progetto.

Nel successivo comma 3 si ricorda come con apposita campitura, nelle Tavole Grafiche allegate al PSDA, sono individuate le fasce A, B1, B2, B3 e C. Di seguito si riporta uno stralcio della tavola grafica ove è inserito il territorio comunale in oggetto.

Piano Stralcio di Difesa dalle Alluvioni (PSDA)

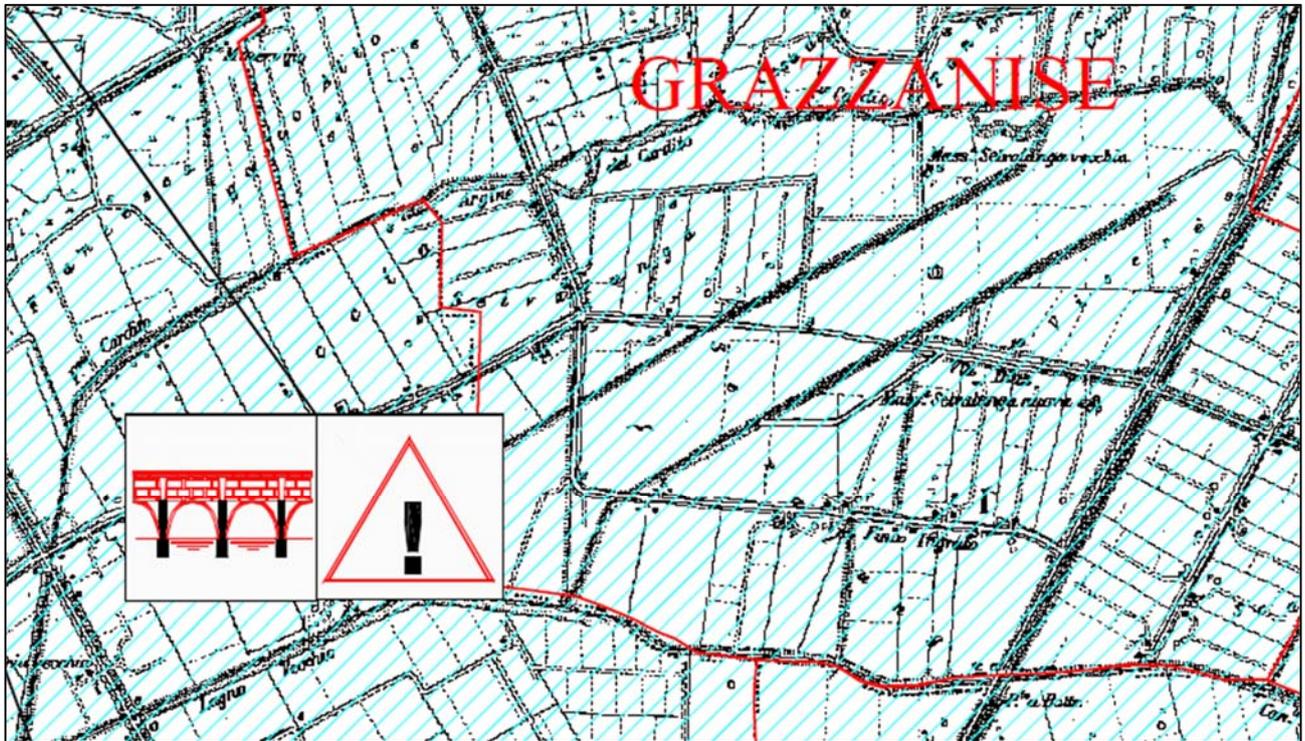


ZONIZZAZIONE



L'area di progetto non è cartografata, ricade in direzione SSO rispetto all'abitato comunale.

Variante al P.S.D.A. – BASSO VOLTURNO



LEGENDA

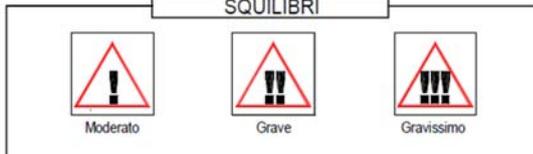
DESTINAZIONE D'USO



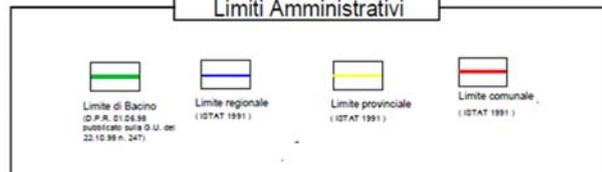
ZONIZZAZIONE



SQUILIBRI



Limiti Amministrativi



Nella variante al P.S.D.A. – BASSO VOLTURNO l'area di progetto dell'impianto ricade in area retroargiva nelle quali non è stato riconosciuto un livello di rischio o di attenzione significativo dal punto di vista idraulico, mentre non sono state indicate livelli di rischio e pericolosità da frane.

Dal punto di vista geostatico l'esame geomorfologico di dettaglio ha evidenziato che l'area è stabile, non si rinvennero, infatti, tracce di movimenti antichi o recenti del terreno, inoltre dal punto di vista della successione litostratigrafica che delle caratteristiche geomeccaniche dei terreni investigati, presenta una sufficiente omogeneità.

Gli interventi citati nella relazione geologica, saranno mirati a limitare il mutamento degli equilibri naturali ed della circolazione idrica superficiale e sotterranea.

Alla luce di quanto descritto nella relazione geologica, vista la modesta entità delle opere da realizzare, si può affermare che:

- *la realizzazione delle opere non è di per sé fattore predisponente del dissesto;*
- *gli interventi in progetto garantiscono la sicurezza del territorio in coerenza a quanto disposto dagli articoli 3, 17 e 31 della legge quadro sulla difesa del suolo L. 183/89 e s.i.m.*

8.0 PROGRAMMA INDAGINI E PROVE PROGRAMMATE

Le indagini sono state effettuate per avere informazioni sulle caratteristiche geomeccaniche e sismiche dei terreni oggetto d'intervento. Essi consistono in n.6 sondaggi penetrometrici dinamici DPSH, entro cui sono stati prelevati n.2 campioni di terreno per le analisi da laboratorio, e n.2 prospezioni sismiche M.A.S.W. per la caratterizzazione sismica dei terreni (NTC2008). Si precisa che la tipologia e il numero di indagini effettuate è da ritenersi idoneo all'opera a farsi in quanto hanno fornito un quadro completo sulle caratteristiche geomeccaniche e sismiche dei terreni di fondazione.

9.0 CARATTERIZZAZIONE GEOMECCANICA DEI TERRENI

I sondaggi penetrometrici sono stati spinti fino ad un massimo di circa 10.00 metri di profondità rispetto al piano campagna. La prova penetrometrica dinamica consiste nell'infiggere nel terreno una punta conica (per tratti consecutivi δ) misurando il numero di colpi N necessari. La loro elaborazione, interpretazione e visualizzazione grafica consente di "catalogare e parametrizzare" il suolo attraversato con un'immagine in continuo che permette anche di avere un raffronto sulle consistenze dei vari livelli attraversati. L'interpretazione delle prove penetrometriche ha permesso di individuare, dunque, nell'ambito del volume di terreno investigato (volume significativo), un profilo litostratigrafico aventi le seguenti caratteristiche:

LITOTIPO 1 0,00 – 10,00	Limo argilloso e argilla torbosa da poco a mediamente consistente con subordinate frazioni limose piroclastiche
--------------------------------	---

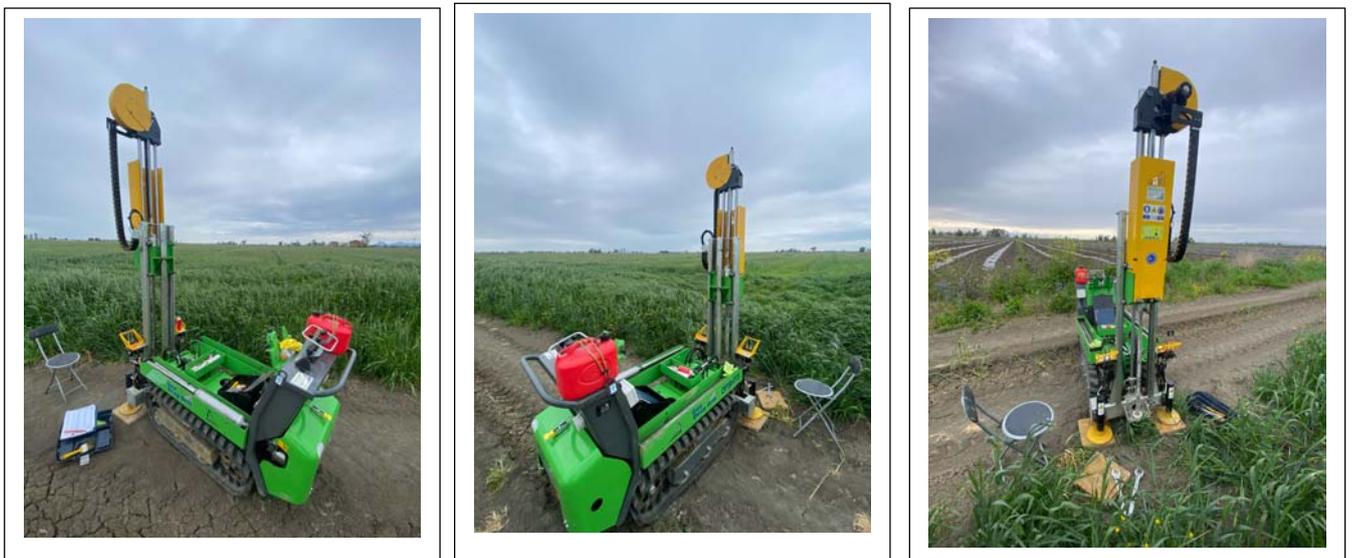
CARATTERISTICHE TECNICHE D.P.S.H.

MARCA GEO DEEP DRILL MODELLO DPSH63-75 MATR. 02/2022/124 Costruzione Febbraio 2022			
Rif. Norme	DIN 4094	Peso aste a metro	5,5Kg/m
Peso Massa battente	63,5Kg	Profondità giunzione prima asta	0,40 m
Altezza di caduta libera	0,75 m	Avanzamento punta	0,20m
Peso sistema di battuta	0,6 Kg	Numero colpi per punta	N(20)
Diametro punta conica	50,96 mm	Coeff. Correlazione	1,479
Area di base punta	20,4 cm ²	Rivestimento/fanghi	No
Lunghezza delle aste	1m	Angolo di apertura punta	90°



UBICAZIONE SONDAGGI SU ORTOFOTO

REPORT FOTOGRAFICO DURANTE L'ESECUZIONE DEI SONDAGGI DPSH





Per la caratterizzazione geotecnica dei terreni, il profilo penetrometrico è stato suddiviso in tratti a carattere omogenei distinti e, per ciascun tratto, sono state valutate le rispettive caratteristiche fisico-meccaniche valutando i parametri desunti dall'elaborazione dei dati acquisiti. Tutti i sondaggi penetrometrici hanno mostrato simili caratteristiche geotecniche, per cui, vengono riportati i valori con più bassi per maggiore sicurezza.

STIMA DEI PARAMETRI GEOTECNICI SONDAGGIO P1

STRATO	NSPT Media	DH (m)	Gam [t/m ³]	Gams [t/m ³]	Fi [°]	c [Kg/cm ²]	cu [Kg/cm ²]	Ey [Kg/cm ²]	Ed [Kg/cm ²]	Ni
1	3.27	6.60	1.65	1.86	25	0.1	0.20	32.70	35.14	0.44

DH: Spessore dello strato; Gam: Peso unità di volume; Gams: Peso unità di volume saturo; Fi: Angolo di attrito; c: Coesione drenata; cu: Coesione non drenata; Ey: Modulo Elastico; Ed: Modulo Edometrico; Ni: Poisson.

STIMA DEI PARAMETRI GEOTECNICI SONDAGGIO P2

STRATO	NSPT Media	DH (m)	Gam [t/m ³]	Gams [t/m ³]	Fi [°]	c [Kg/cm ²]	cu [Kg/cm ²]	Ey [Kg/cm ²]	Ed [Kg/cm ²]	Ni
1	3.40	6.00	1.66	1.86	27	0.15	0.21	34.00	36.5	0.42

DH: Spessore dello strato; Gam: Peso unità di volume; Gams: Peso unità di volume saturo; Fi: Angolo di attrito; c: Coesione drenata; cu: Coesione non drenata; Ey: Modulo Elastico; Ed: Modulo Edometrico; Ni: Poisson.

STIMA DEI PARAMETRI GEOTECNICI SONDAGGIO P3

STRATO	NSPT Media	DH (m)	Gam [t/m ³]	Gams [t/m ³]	Fi [°]	c [Kg/cm ²]	cu [Kg/cm ²]	Ey [Kg/cm ²]	Ed [Kg/cm ²]	Ni
1	2.90	10.0	1.63	1.86	25.15	0.098	0.18	29.0	31.4	0.44

DH: Spessore dello strato; Gam: Peso unità di volume; Gams: Peso unità di volume saturo; Fi: Angolo di attrito; c: Coesione drenata; cu: Coesione non drenata; Ey: Modulo Elastico; Ed: Modulo Edometrico; Ni: Poisson.

STIMA DEI PARAMETRI GEOTECNICI SONDAGGIO P4

STRATO	NSPT Media	DH (m)	Gam [t/m ³]	Gams [t/m ³]	Fi [°]	c [Kg/cm ²]	cu [Kg/cm ²]	Ey [Kg/cm ²]	Ed [Kg/cm ²]	Ni
1	3.00	6.20	1.63	1.86	25.26	0.10	0.19	30.0	32.4	0.44

DH: Spessore dello strato; Gam: Peso unità di volume; Gams: Peso unità di volume saturo; Fi: Angolo di attrito; c: Coesione drenata; cu: Coesione non drenata; Ey: Modulo Elastico; Ed: Modulo Edometrico; Ni: Poisson.

STIMA DEI PARAMETRI GEOTECNICI SONDAGGIO P5

STRATO	NSPT Media	DH (m)	Gam [t/m ³]	Gams [t/m ³]	Fi [°]	c [Kg/cm ²]	cu [Kg/cm ²]	Ey [Kg/cm ²]	Ed [Kg/cm ²]	Ni
1	3.37	6.40	1.66	1.86	26.5	0.12	0.21	33.7	36.2	0.43

DH: Spessore dello strato; Gam: Peso unità di volume; Gams: Peso unità di volume saturo; Fi: Angolo di attrito; c: Coesione drenata; cu: Coesione non drenata; Ey: Modulo Elastico; Ed: Modulo Edometrico; Ni: Poisson.

STIMA DEI PARAMETRI GEOTECNICI SONDAGGIO P6

STRATO	NSPT Media	DH (m)	Gam [t/m ³]	Gams [t/m ³]	Fi [°]	c [Kg/cm ²]	cu [Kg/cm ²]	Ey [Kg/cm ²]	Ed [Kg/cm ²]	Ni
1	3.22	6.80	1.65	1.86	25.90	0.11	0.20	32.2	34.6	0.43

DH: Spessore dello strato; Gam: Peso unità di volume; Gams: Peso unità di volume saturo; Fi: Angolo di attrito; c: Coesione drenata; cu: Coesione non drenata; Ey: Modulo Elastico; Ed: Modulo Edometrico; Ni: Poisson.

10.0 TABELLE RIASSUNTIVE DELLE ANALISI DI LABORATORIO

Le analisi delle prove sono state prelevate ed effettuate dal laboratorio Geotecnico Autorizzato "P.L.P. GROUP", su di un campione prelevato in sito a profondità scelta in base alle caratteristiche stratigrafiche ed al piano di posa delle strutture di fondazione.

PRINCIPALI CARATTERISTICHE FISICHE GENERALI DEL CAMPIONE P2-C1 PROF. 1,00- 1,50 METRI			
Limo argilloso di colore marrone/verdastro con rari clasti poligenici millimetrici, moderatamente consistente.			
Grandezze rilevate in laboratorio		Unità di misura	Valori Medi
CLASSE QUALITA'			Q5
Gn	Peso volume naturale (ASTM D 2216)	KN/m³	17.64
G	Peso specifico dei grani γ (UNI 10013)	KN/m³	26.42
W	Contenuto d'acqua naturale	%	36.49
Grandezze derivate analiticamente			
Gd	Peso volume secco	KN/m³	12.92
P	Porosità	%	51.10
e	Indice dei vuoti	----	1.04
S	Grado di saturazione	%	94.10
Gs	Peso di volume saturo	KN/m³	17.93
G'	Peso di volume sommerso	KN/m³	8.13
PROVA DI TAGLIO			
	Coesione	KPa	10.40
	Angolo di attrito	Gradi	25.55

PRINCIPALI CARATTERISTICHE FISICHE GENERALI DEL CAMPIONE P5-C1 PROF. 1,30- 1,80 METRI			
Limo argilloso di colore marrone/verdastro con rari clasti poligenici millimetrici, moderatamente consistente			
Grandezze rilevate in laboratorio		Unità di misura	Valori Medi
CLASSE QUALITA'			Q5
Gn	Peso volume naturale (ASTM D 2216)	KN/m³	17.49
G	Peso specifico dei grani γ (UNI 10013)	KN/m³	26.52
W	Contenuto d'acqua naturale	%	35.46
Grandezze derivate analiticamente			
Gd	Peso volume secco	KN/m³	12.91
P	Porosità	%	51.33
e	Indice dei vuoti	----	1.05
S	Grado di saturazione	%	90.92
Gs	Peso di volume saturo	KN/m³	17.94
G'	Peso di volume sommerso	KN/m³	8.14
PROVA DI TAGLIO			
	Coesione	KPa	9.57
	Angolo di attrito	Gradi	26.06

MODELLO GEOTECNICO DEL SOTTOSUOLO CON I DATI DEL LABORATORIO

Il modello geotecnico del sottosuolo viene desunto dai parametri elaborati dai sondaggi penetrometrici e dalle prove di laboratorio effettuate. Tra i vari litotipi individuati e parametrizzati sono stati considerati i valori più bassi desunti dall'elaborazione.

STRATO	DH (m)	Gam [t/m ³]	Gams [t/m ³]	Fi [°]	c [Kg/cm ²]	cu [Kg/cm ²]	Ey [Kg/cm ²]	Ed [Kg/cm ²]	Ni
1	10.00	1.78	1.83	25.55	0.097	0.18	29.0	31.4	0.44

(in rosso corrispondono i dati elaborati del laboratorio geotecnico) – certificato del laboratorio in allegato.

DH: Spessore dello strato; Gam: Peso unità di volume; Gams: Peso unità di volume saturo; Fi: Angolo di attrito; c: Coesione drenata; Ey: Modulo Elastico; Ed: Modulo Edometrico; Ni: Poisson; cu: Coesione non drenata.

11.0 MODELLAZIONE SISMICA DEL SITO

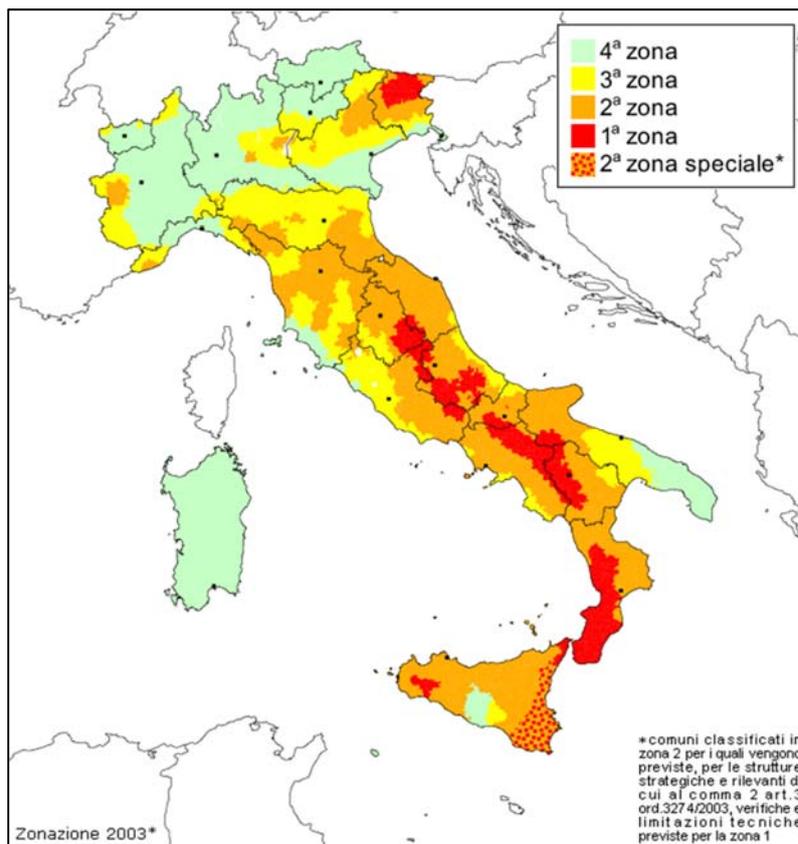
Questo capitolo tratta la modellazione sismica concernente la “pericolosità sismica di base” del sito su cui è prevista la realizzazione del progetto di cui in premessa e quello della valutazione dell'effetto della risposta sismica di progetto mediante specifiche analisi.

La classificazione sismica dell'Italia è la suddivisione del territorio della Repubblica Italiana in specifiche aree, caratterizzate da un comune rischio sismico.

Attualmente la classificazione sismica del territorio italiano in zone è rimasta esclusivamente per aspetti statistici e amministrativi. Con la normativa entrata in vigore nel 2009 (NTC08), all'indomani del terremoto che interessò la città dell'Aquila, ai fini della progettazione antisismica, si usa una nuova metodologia di calcolo basata su un approccio statistico puntiforme. Ogni punto del territorio italiano è caratterizzato da un preciso valore di accelerazione al suolo (PGA o Accelerazione di picco al suolo) in funzione di un tempo di ritorno (ossia un valore probabilistico).

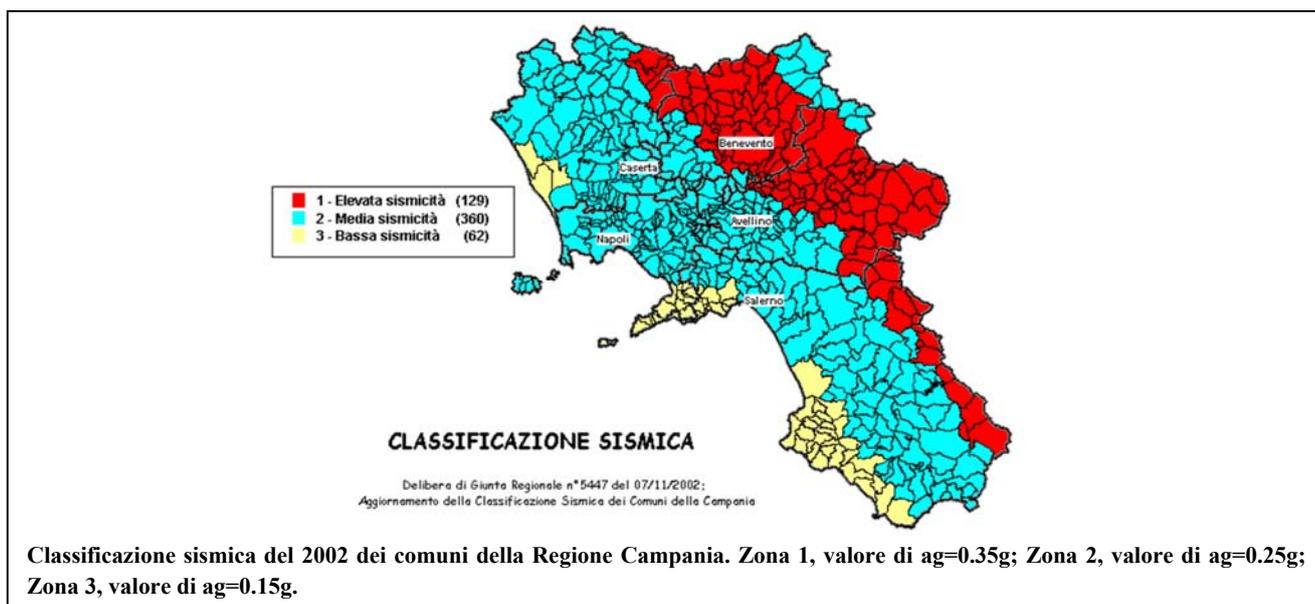
Secondo il provvedimento del 2003, tutti i comuni italiani sono stati classificati in 4 categorie principali, indicative del loro rischio sismico, calcolato in base alla PGA (*Peak Ground Acceleration*, cioè il picco di accelerazione al suolo) e per frequenza e intensità degli eventi, inoltre la classificazione dei comuni è in continuo aggiornamento man mano che vengono effettuati nuovi studi territoriali dalla regione di appartenenza o per variazioni statistiche significative nel lungo periodo:

- **Zona 1:** sismicità **alta** (PGA oltre 0,25 g);
- **Zona 2:** sismicità **medio-alta** (PGA fra 0,15 e 0,25 g);
- **Zona 3:** sismicità **medio-bassa** (PGA fra 0,05 e 0,15 g);
- **Zona 4:** sismicità **bassa** (PGA inferiore a 0,05 g).



La normativa precedente sulle costruzioni in zona sismica (D.M. LL.PP. 16 gennaio 1996) suddivideva il territorio nazionale nelle seguenti zone sismiche:

- zona di I categoria (S=12)
- zona di II categoria (S=9)
- zona di III categoria (S=6)
- zona non classificata.



RISPOSTA SISMICA LOCALE

Il territorio comunale di Grazzanise ricade in zona sismica (nuova classificazione) "zona 2" così come risulta dalla carta della macrozonazione sismica indicata nell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274/2003, aggiornata con la Delibera della Giunta Regionale della Campania n. 5447 del 7.11.2002.

ZONA SISMICA 3 0,15 < ag ≤ 0,25 g	Zona con pericolosità sismica media dove possono verificarsi forti terremoti
S9 – II Cat. (Normativa precedente)	Zona sismica (D.M. LL.PP. 16 gennaio 1996)

I criteri per l'aggiornamento della mappa di **pericolosità sismica** sono stati definiti nell'Ordinanza del PCM n. 3519/2006, che ha suddiviso l'intero territorio nazionale in quattro zone sismiche sulla base del valore dell'**accelerazione orizzontale massima (ag)** su suolo rigido o pianeggiante, che ha una probabilità del 10% di essere superata in 50 anni.

La stima della pericolosità sismica, intesa come accelerazione massima orizzontale su suolo rigido ($V_{s30} > 800$ m/s), viene definita mediante un approccio "sito dipendente" e non più tramite un criterio "zona dipendente". La mappa del territorio nazionale per la pericolosità sismica, disponibile on-line sul sito dell'INGV di Milano, redatta secondo le Norme Tecniche per le Costruzioni, indica che il territorio comunale rientra nelle celle contraddistinte da valori di a_g di riferimento compresi tra 0.125 e 0.150 (punti della griglia riferiti a: parametro dello scuotimento a_g ; probabilità in 50 anni 10%; percentile 50).

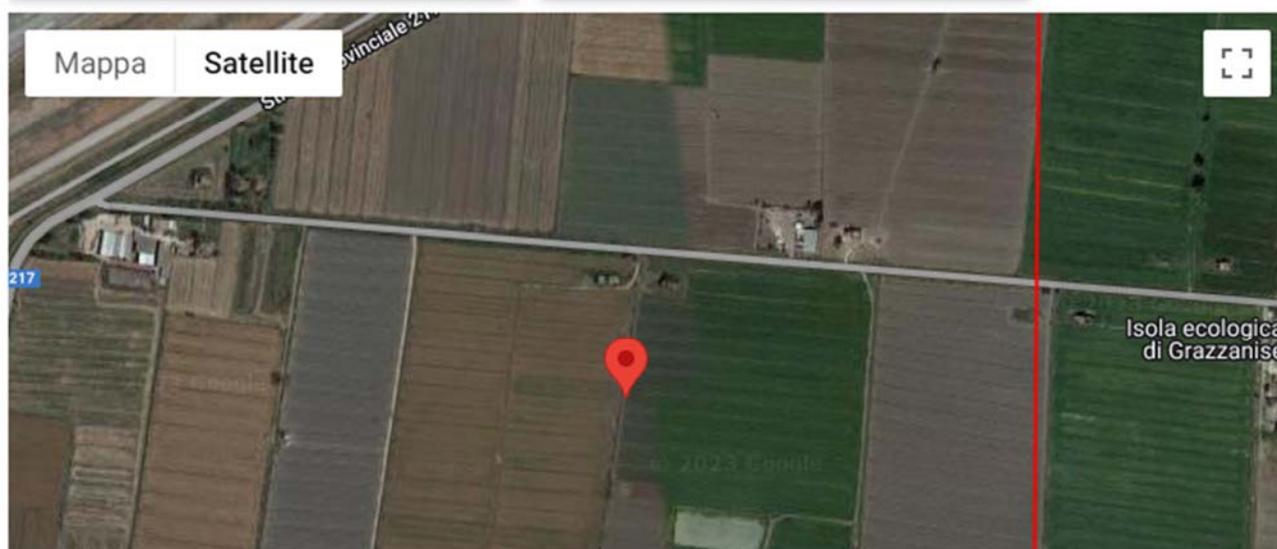
Sito in esame: latitudine: 41,053662 longitudine: 14,081721 (ED50)

Siti di riferimento

Sito 1 ID: 32309 Lat: 41,0338 Lon: 14,0205 Distanza: 5590,876
 Sito 2 ID: 32310 Lat: 41,0334 Lon: 14,0868 Distanza: 2288,416
 Sito 3 ID: 32088 Lat: 41,0834 Lon: 14,0872 Distanza: 3342,230
 Sito 4 ID: 32087 Lat: 41,0838 Lon: 14,0209 Distanza: 6098,325

WGS84: Lat 41.052666 - Lng 14.080842

ED50: Lat 41.053662 - Lng 14.081721



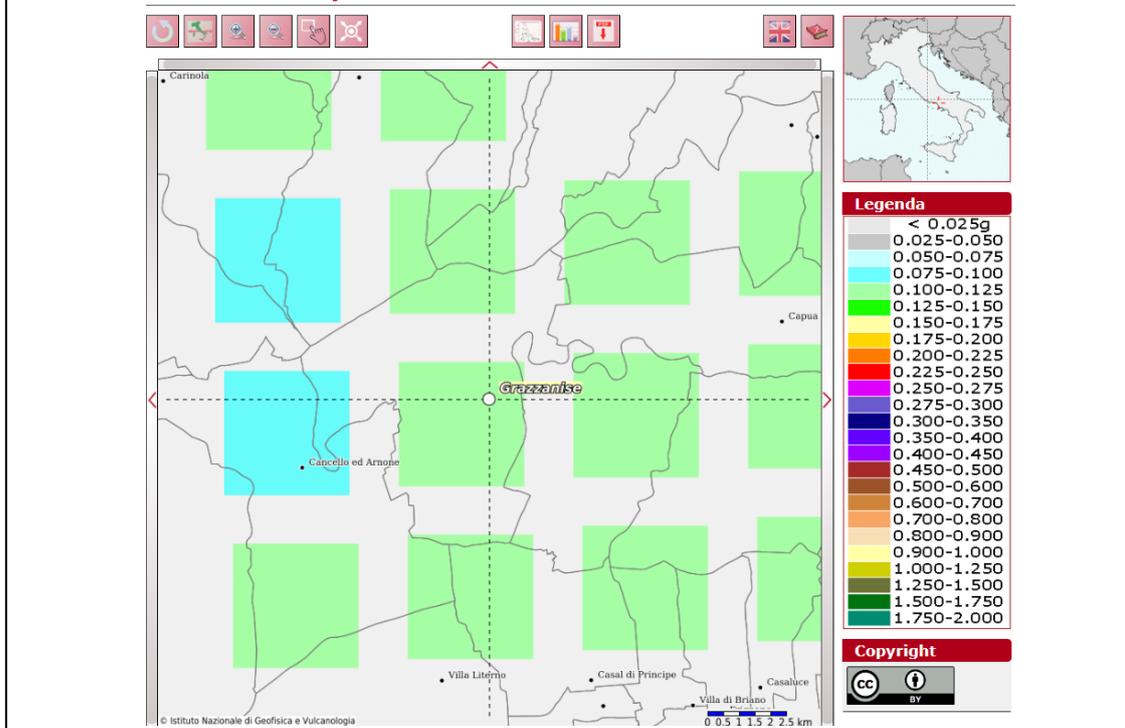
WGS84: Lat 41.052666 - Lng 14.080842



ED50: Lat 41.053662 - Lng 14.081721



Modello di pericolosità sismica MPS04-S1



RISPOSTA SISMICA DI PROGETTO

La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa ag in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale, nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $S_c(T)$, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza P_{vr} , nel periodo di riferimento V_r . In alternativa è ammesso l'uso di accelerogrammi, purché correttamente commisurati alla pericolosità sismica del sito.

Ai fini della presente normativa le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{vr} , a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

- a_g : accelerazione orizzontale massima al sito;
- F_0 : valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- T_c : periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Stati limite e relative probabilità di superamento

Nei confronti delle azioni sismiche gli stati limite, sia di esercizio che ultimi, sono individuati riferendosi alle prestazioni della costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e gli impianti.

Gli stati limiti di esercizio sono:

Stato Limite di Operatività (SLO): a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, non deve subire danni ed interruzioni d'uso significativi;

Stato Limite di Danno (SLD): a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, subisce danni tali da non mettere a rischio gli utenti e da non compromettere significativamente la capacità di resistenza e di rigidezza nei confronti delle azioni verticali ed orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile pur nell'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature.

Gli stati limite ultimi sono:

Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV): a seguito del terremoto la costruzione subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi di rigidezza nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidezza per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali;

Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC): a seguito del terremoto la costruzione subisce gravi rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e danni molto gravi dei componenti strutturali; la costruzione conserva ancora un margine di sicurezza per azioni verticali ed un esiguo margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni orizzontali.

Le probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{vr} , cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente in ciascuno degli stati limite considerati sono riportati nella successiva tabella.

Stati limite		Pvr: probabilità di superamento nel periodo di riferimento Vr
Stati limite di esercizio	SLO	81 %
	SLD	63 %
Stati limite ultimi	SLV	10 %
	SLC	5 %

CLASSIFICAZIONE SISMICA DEL SUOLO DI FONDAZIONE

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi.

In sito sono state effettuate due prospezioni sismiche M.A.S.W. (Multichannel Analysis of Surface Waves ovvero Analisi Multicanale delle onde Superficiali di Rayleigh), mediante l'utilizzo di sismografo **PASI GEA 24** matricola 18297 (24 bit 24 canali), con 12 geofoni elettromagnetici a bobina mobile con frequenza 4,5 hz, al fine di definire le caratteristiche sismostratigrafiche dei litotipi e classificare sismicamente il suolo secondo la normativa. È stata inoltre condotta un'analisi della risposta sismica del suolo fornendo il calcolo degli spettri di risposta elastici delle componenti orizzontale e verticale delle azioni sismiche di progetto.

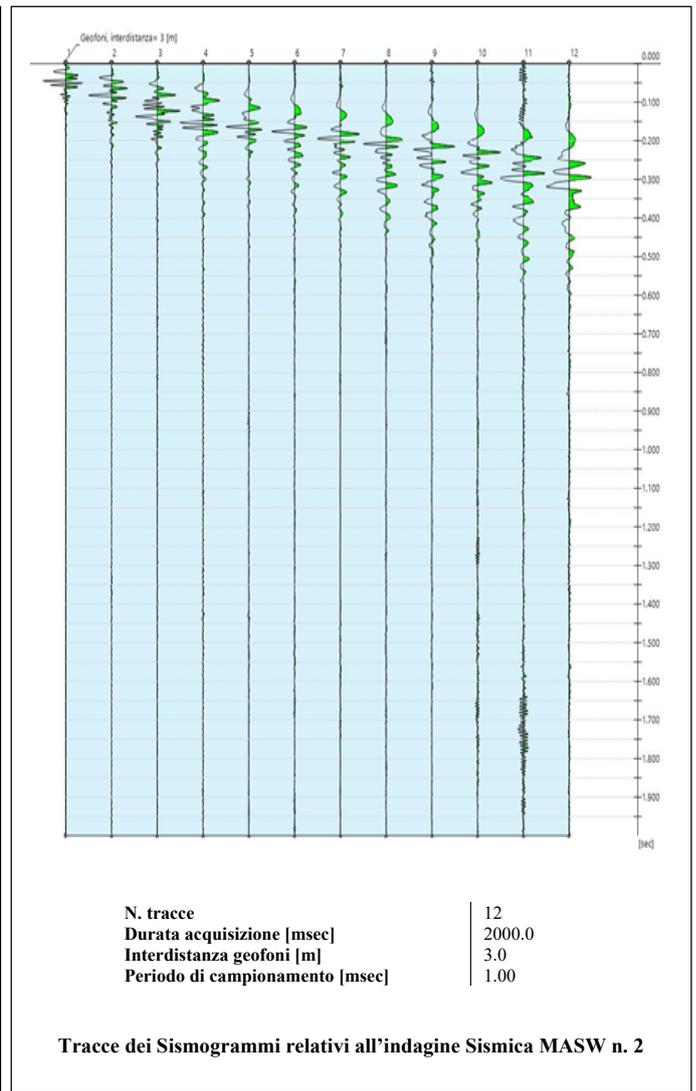
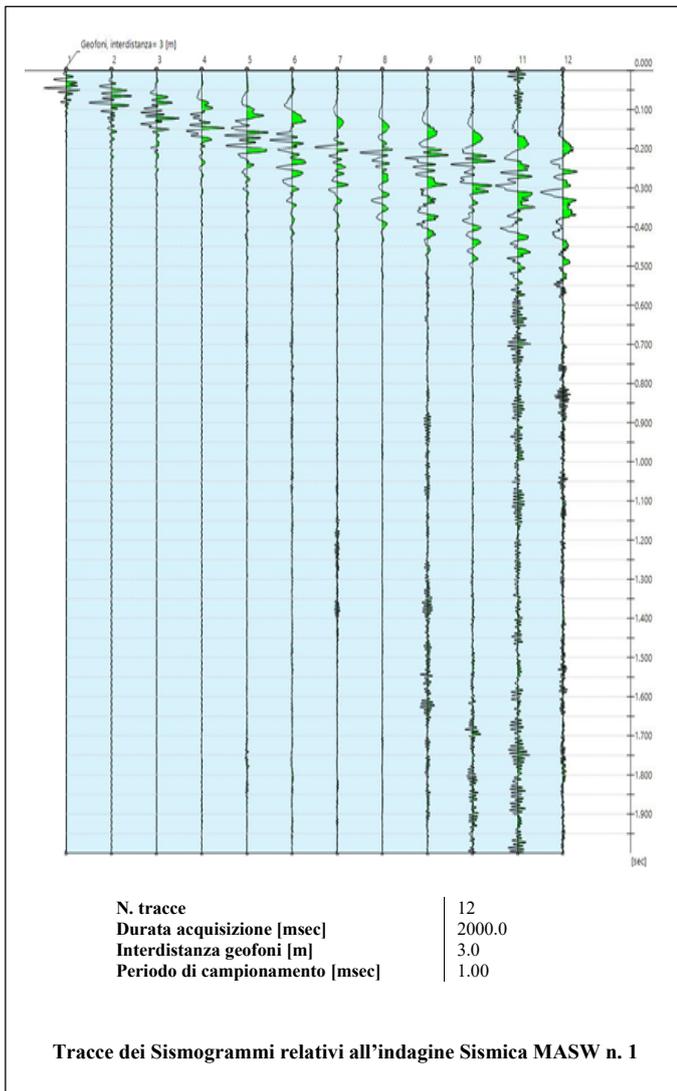
La sorgente sismica è costituita da un impatto transiente verticale (maglio dal peso di 6kg che batte su una piastra quadrata in alluminio). Come trigger/starter è stato utilizzato un geofono verticale a 10Hz, posto in prossimità della piastra. Le oscillazioni del suolo sono state rilevate da 12 geofoni verticali (4.5Hz) posizionati ogni 3 metri lungo il profilo di indagine per una lunghezza complessiva di 36 metri.

La lunghezza complessiva dello stendimento geofonico è stato sufficiente a determinare la sismostratigrafia 2D dei terreni nel sito prescelto fino alla profondità di oltre 30m dal p.c..

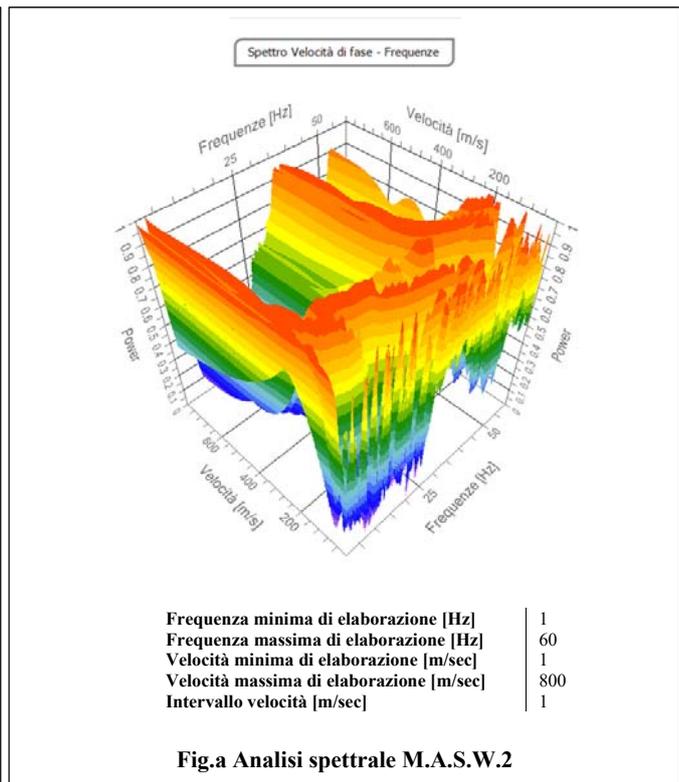
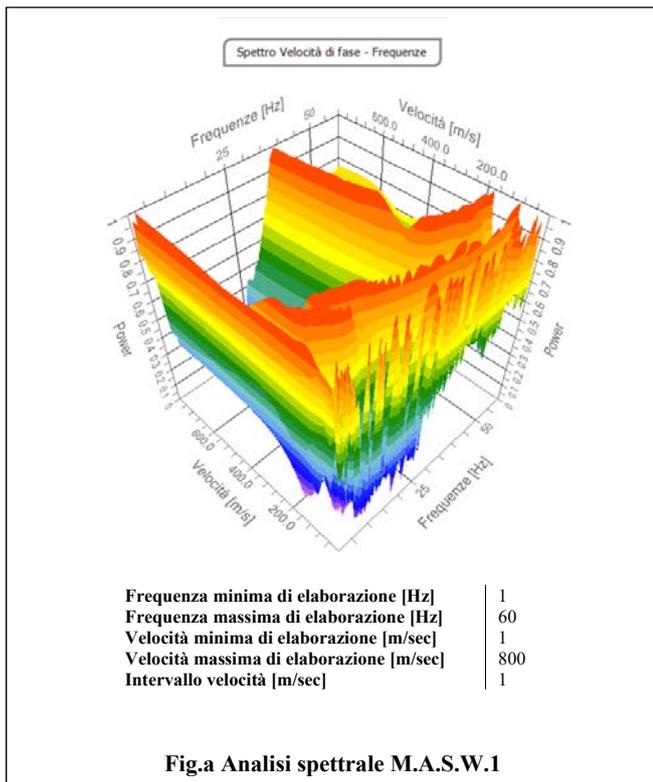
I segnali sismici acquisiti sono stati successivamente elaborati utilizzando il software EASY MASW lite della Geostru, con numero di attivazione HW8EH-HLOL8-L1X9E-43PXS, che consente di analizzare i dati sismici acquisiti in campagna in modo tale da poter ricavare il profilo verticale della Vs (velocità delle onde di taglio). Tale risultato è ottenuto tramite inversione delle curve di dispersione delle onde di Rayleigh, determinate tramite la tecnica MASW (Multi-channel Analysis of Surface Waves).

Rispetto ai comuni metodi di inversione lineare, basati su metodi del gradiente (matrice Jacobiana), queste tecniche di inversione offrono un'affidabilità del risultato di gran lunga superiore per precisione e completezza.

ACQUISIZIONE ED ELABORAZIONE DATI M.A.S.W.1 e M.A.S.W.2



L'elaborazione del sismogramma ha consentito di estrapolare lo spettro di velocità (fig.a) dal quale si è risalito tramite picking alla curva di dispersione che consente di ottenere sia gli spessori dei vari strati che le rispettive velocità.

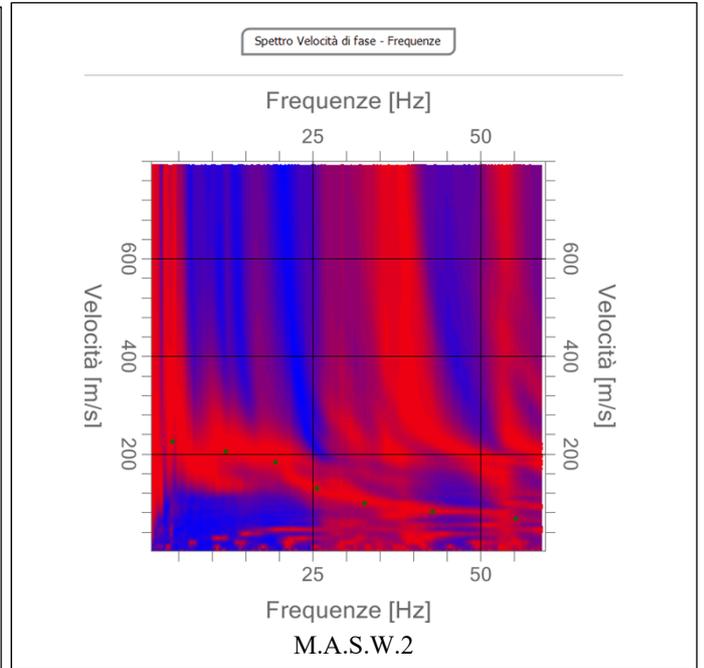
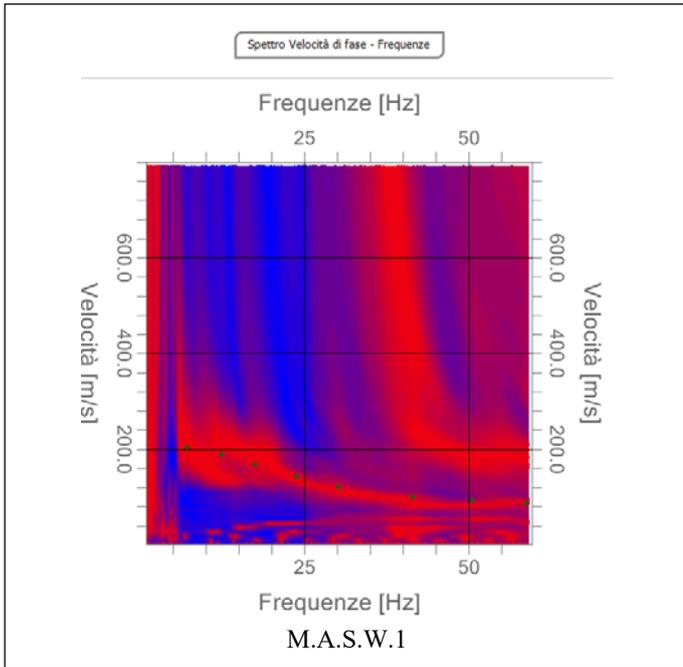


Curva di dispersione M.A.S.W.1

n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]
1	7.2	202.8
2	12.4	189.6
3	17.5	168.1
4	23.8	143.3
5	30.2	120.1
6	41.4	100.3
7	50.5	93.6
8	58.7	87.0

Curva di dispersione M.A.S.W.2

n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]
1	4.1	226.0
2	12.0	204.5
3	19.5	183.0
4	25.7	128.4
5	32.7	98.6
6	42.9	82.1
7	55.2	67.2

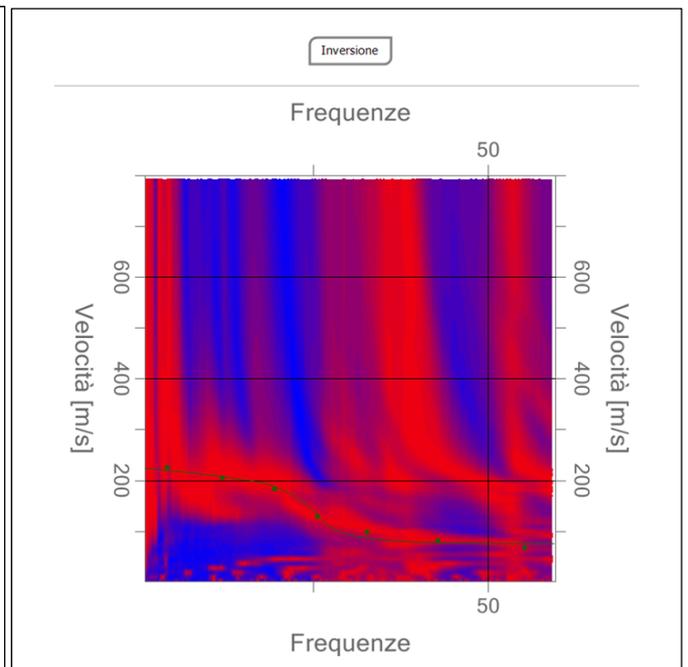
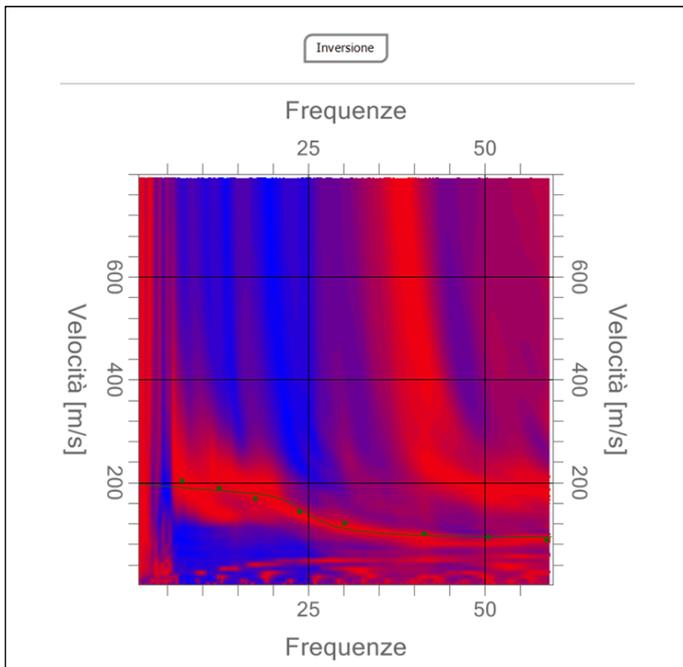


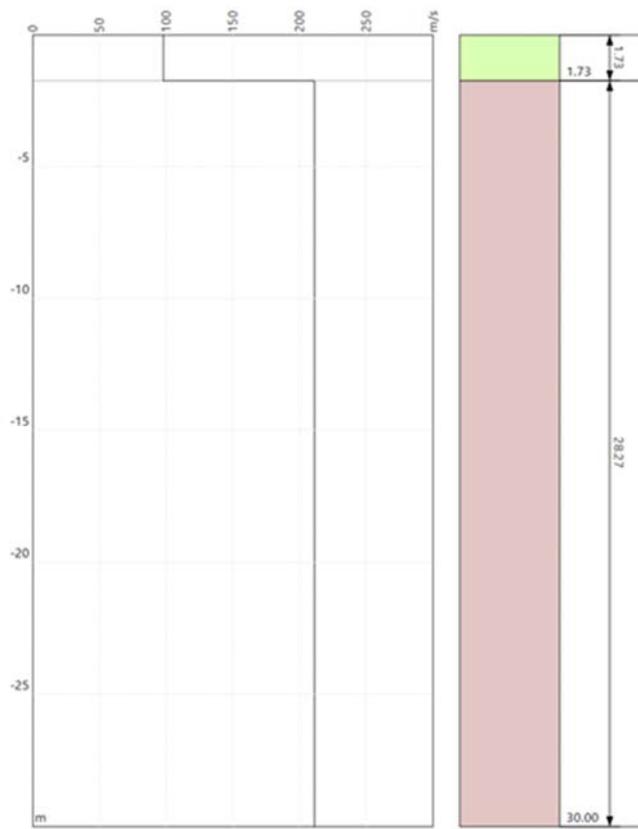
Inversione

n.	Pro-fondità [m]	Spes-sore [m]	Poisson	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1	1.73	1.73	0.44	298.9	97.8
2	oo	oo	0.40	517.0	211.1

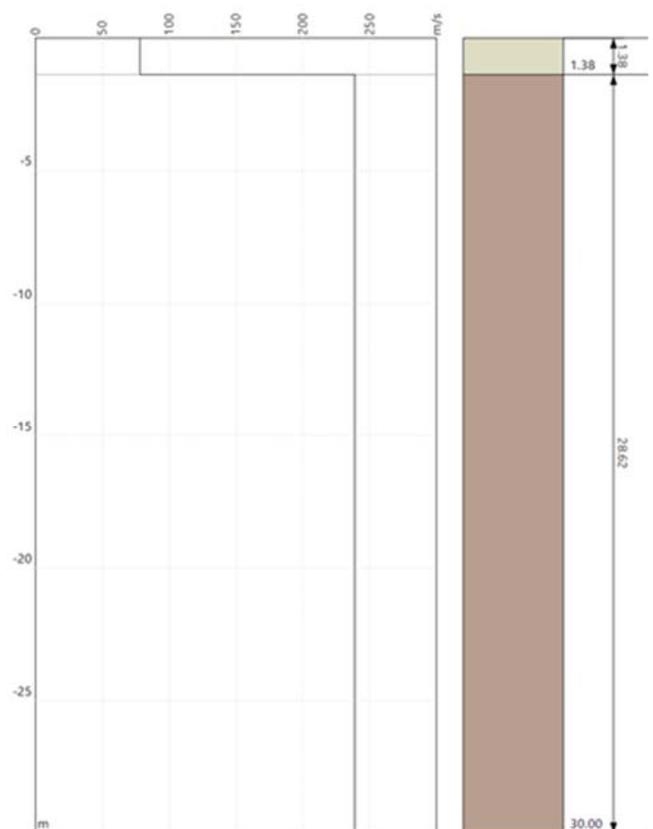
Inversione

n.	Pro-fondità [m]	Spes-sore [m]	Poisson	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1	1.38	1.38	0.44	238.8	78.2
2	oo	oo	0.40	585.1	238.9





SISMOTRATIGRAFIA M.A.S.W.1



SISMOTRATIGRAFIA M.A.S.W.2



Acquisizione prova SISMICA M.A.S.W.

CATEGORIA SISMICA DI SUOLO

Fatta salva la necessità della caratterizzazione geotecnica dei terreni nel volume significativo, ai fini della identificazione della categoria di sottosuolo, la classificazione si effettua in base ai valori della velocità equivalente VS30 di propagazione delle onde di taglio entro i primi 30 m. di profondità.

Per le fondazioni superficiali, tale profondità è riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali è riferita 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 è riferita al piano di imposta della fondazione. La misura diretta della velocità di propagazione delle onde di taglio è fortemente raccomandata.

Nei casi in cui tale determinazione non sia disponibile, la classificazione può essere effettuata in base ai valori del numero equivalente di colpi della prova penetrometrica dinamica (NSPT,30) nei terreni a grana grossa e della resistenza non drenata equivalente (CU,30) nei terreni prevalentemente a grana fina.

La velocità equivalente delle onde di taglio VS30 è definita dall'espressione:

$$V_{S30} = 30 / \sum h_i/v_{si}$$

La resistenza penetrometrica dinamica equivalente Nspt30 è definita dall'espressione:

$$N_{SPT30} = \sum h_i/h_i / NSPT_i$$

La resistenza non drenata equivalente Cu30 è definita dall'espressione:

$$C_{u30} = \sum h_i/h_i / C_{ui}$$

Nel caso di sottosuoli costituiti da stratificazioni di terreni a grana grossa e a grana fina, distribuite con spessori confrontabili nei primi 30 m di profondità, ricadenti nelle categorie da A ad E, quando non si disponga di misure dirette della velocità delle onde di taglio si può procedere come segue:

- Determinare NSPT30 limitatamente agli strati di terreno a grana grossa compresi entro i primi 30 m. di profondità;
- Determinare Cu30 limitatamente agli strati di terreno a grana fina compresi entro i primi 30 m. di profondità;
- Individuare le categorie corrispondenti singolarmente ai parametri NSPT30 e Cu30;
- Riferire il sottosuolo alla categoria peggiore tra quelle individuate al punto precedente.

Condizioni topografiche

Per condizioni topografiche complesse è necessario predisporre specifiche analisi di risposta sismica locale; per configurazioni superficiali semplici si può adottare la seguente classificazione:

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isoalti 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 $i > 30^\circ$

ELABORAZIONE

Dalle indagini sismiche elaborate risulta che il substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_s superiore a 800 m/s, è posto ad una profondità superiore a 30 metri, per cui, è stato determinato il parametro velocità $V_{S,30}$ il cui valore ha classificato la categoria di suolo di appartenenza (NTC 2018).

Questa categoria è stata ricavata, come da normativa, dalla relazione:

$$V_{S30} = \frac{30m}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_i}}$$

dove h_i e V_i indicano lo spessore in metri e la velocità delle onde di taglio (per deformazioni di taglio $\gamma < 10^{-6}$) dello strato i -esimo per un totale di N strati presenti nei primi 30 metri di profondità al di sotto del piano fondale.

Per H si intende la profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_s superiore a 800 m/s.

Quando, invece, i depositi con profondità H , di tale substrato, risulta inferiore a 30 m, la velocità delle onde di taglio V_s è definita dal parametro $V_{s,eq}$.

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

Categorie di Suoli di fondazione (D.M. 17 gennaio 2018)

Prospezione sismica	V_{S30} (m/s)	Categoria Suoli di Fondazione (D.M. 17/01/2018)	CATEGORIA TOPOGRAFICA
MASW_1	197.85	C	T1
MASW_2	218.19	C	T1

Categoria Suolo di fondazione ottenuta dalla prospezione sismica MASW effettuata.

Categoria topografica T1 = Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$.

VALUTAZIONE DELL'AZIONE SISMICA RIFERITA AL CONTESTO DELL'INTERVENTO

Le azioni sismiche di progetto si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione. Essa costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche. La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa **ag**, riferibile allo spettro di risposta elastico **Se(T)**, in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido (categoria **A**) con superficie topografica orizzontale e con riferimento a prefissate probabilità di accadenza **P_{VR}** nel periodo di riferimento **VR**.

L'indagine sismica M.A.S.W. effettuata ha fornito risultati che collocano i terreni oggetto d'indagine in **categoria C** del D.M. 17 gennaio 2018 e proprio in funzione della suddetta categoria e della **categoria topografica T1**, in aggiunta dei parametri di progetto dell'opera, (a cura dello strutturista), vengono ricavati i parametri d'interesse ingegneristico, quali gli spettri di risposta e di progetto elastico, di seguito riportati, affinché il progettista e/o strutturista verifichi il comportamento ante e post operam dell'opera da realizzare nelle seguenti fasi di calcolo:

- Fase1 (Individuazione della pericolosità del sito)
- Fase 2 (Scelta della strategia di Progettazione)
- Fase 3 (Determinazione dell'azione di progetto)

In relazione alla tipologia di costruzione e alle prestazioni richieste per questa nel suo complesso, non essendo previste espresse indicazioni in merito, il rispetto dei vari stati limite si considera conseguito:

- Nei confronti dei tutti gli stati limite di esercizio, rispettando le verifiche relative al solo STATO LIMITE DI DANNO (SLD), a cui corrisponde una probabilità di superamento nel periodo di riferimento pari al 63%
- II. Nei confronti di tutti gli stati limite ultimi, rispettando le indicazioni costruttive e progettuali riportate nelle norme e le verifiche relative al solo STATO LIMITE DI SALVAGUARDIA DELLA VITA (SLV), a cui corrisponde una probabilità di superamento nel periodo di riferimento pari al 10%.

In particolare, per le verifiche si assume che la struttura abbia un comportamento NON DISSIPATIVO, adottando come spettro di progetto lo spettro elastico (non introducendo alcun fattore di struttura).

COEFFICIENTI SISMICI [N.T.C.]

Normativa	NTC 2018
Tipo opera:	Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe II
Coefficiente Cu	1.0
Vita nominale:	50.0 [anni]
Vita di riferimento:	50.0 [anni]
Fattore di struttura [q]:	3
Categoria sottosuolo:	C
Categoria topografica:	T1

Parametri sismici

Sito in esame.

latitudine: 41,053662
longitudine: 14,081721

Operatività (SLO): Probabilità di superamento: 81 % Tr: 30 [anni] ag: 0,039 g Fo: 2,401 Tc*: 0,281 [s]	Danno (SLD): Probabilità di superamento: 63 % Tr: 50 [anni] ag: 0,048 g Fo: 2,371 Tc*: 0,321 [s]
Salvaguardia della vita (SLV): Probabilità di superamento: 10 % Tr: 475 [anni] ag: 0,103 g Fo: 2,579 Tc*: 0,429 [s]	Prevenzione dal collasso (SLC): Probabilità di superamento: 5 % Tr: 975 [anni] ag: 0,124 g Fo: 2,669 Tc*: 0,451 [s]

Coefficienti Sismici Stabilità dei pendii

SLO: Ss: 1,500 Cc: 1,600 St: 1,000 Kh: 0,012 Kv: 0,006 Amax: 0,569 Beta: 0,200
--

SLD: Ss: 1,500 Cc: 1,530 St: 1,000 Kh: 0,014 Kv: 0,007 Amax: 0,711 Beta: 0,200
--

SLV: Ss: 1,500 Cc: 1,390 St: 1,000 Kh: 0,037 Kv: 0,019 Amax: 1,513 Beta: 0,240
--

SLC: Ss: 1,500 Cc: 1,370 St: 1,000 Kh: 0,045 Kv: 0,022 Amax: 1,831 Beta: 0,240
--

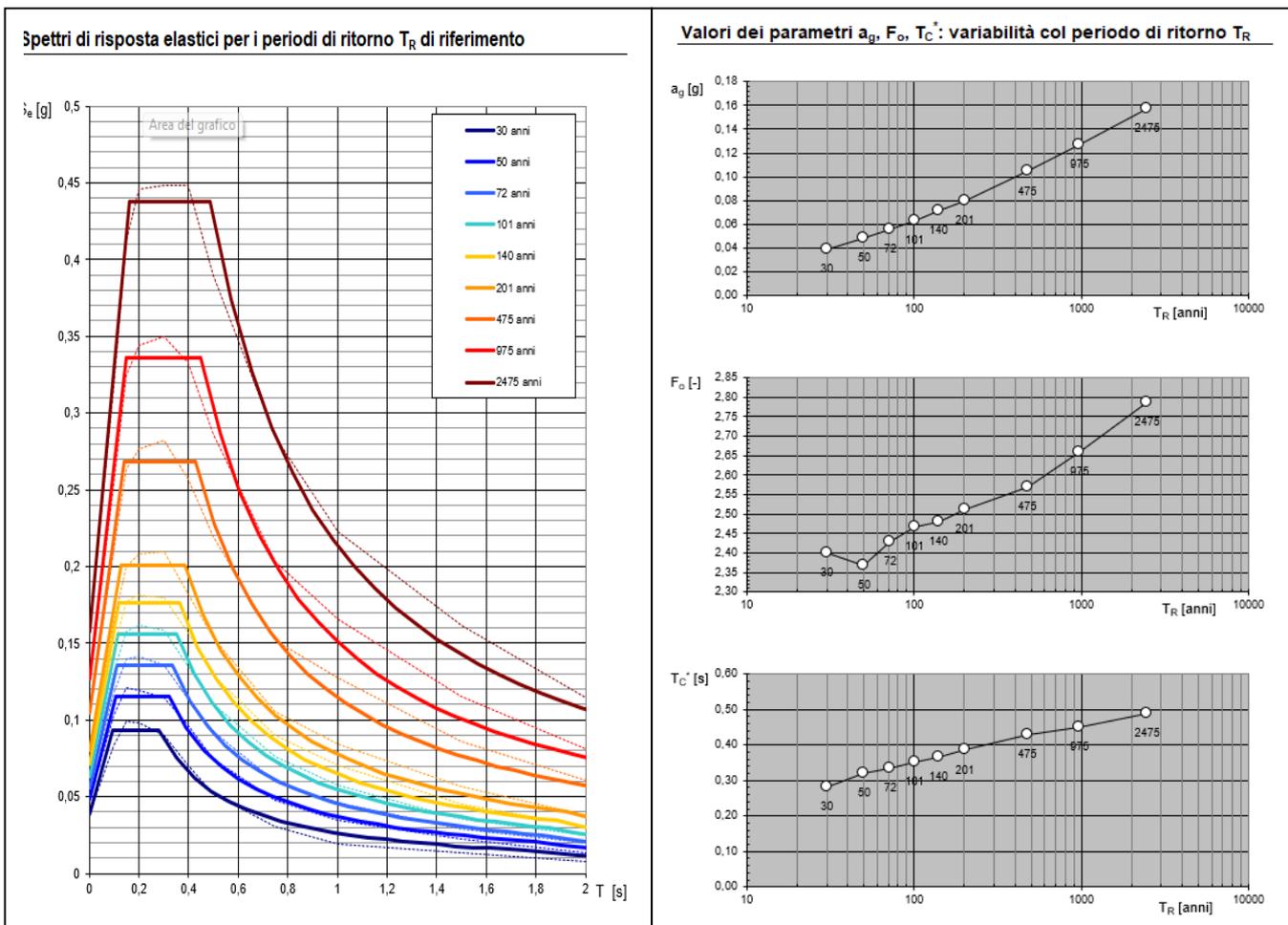
Le coordinate espresse in questo file sono in ED50

Coordinate WGS84

latitudine: 41.052666
longitudine: 14.080842

SPETTRO DI RISPOSTA ELASTICO

Fase 1 (Individuazione della pericolosità del sito)



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

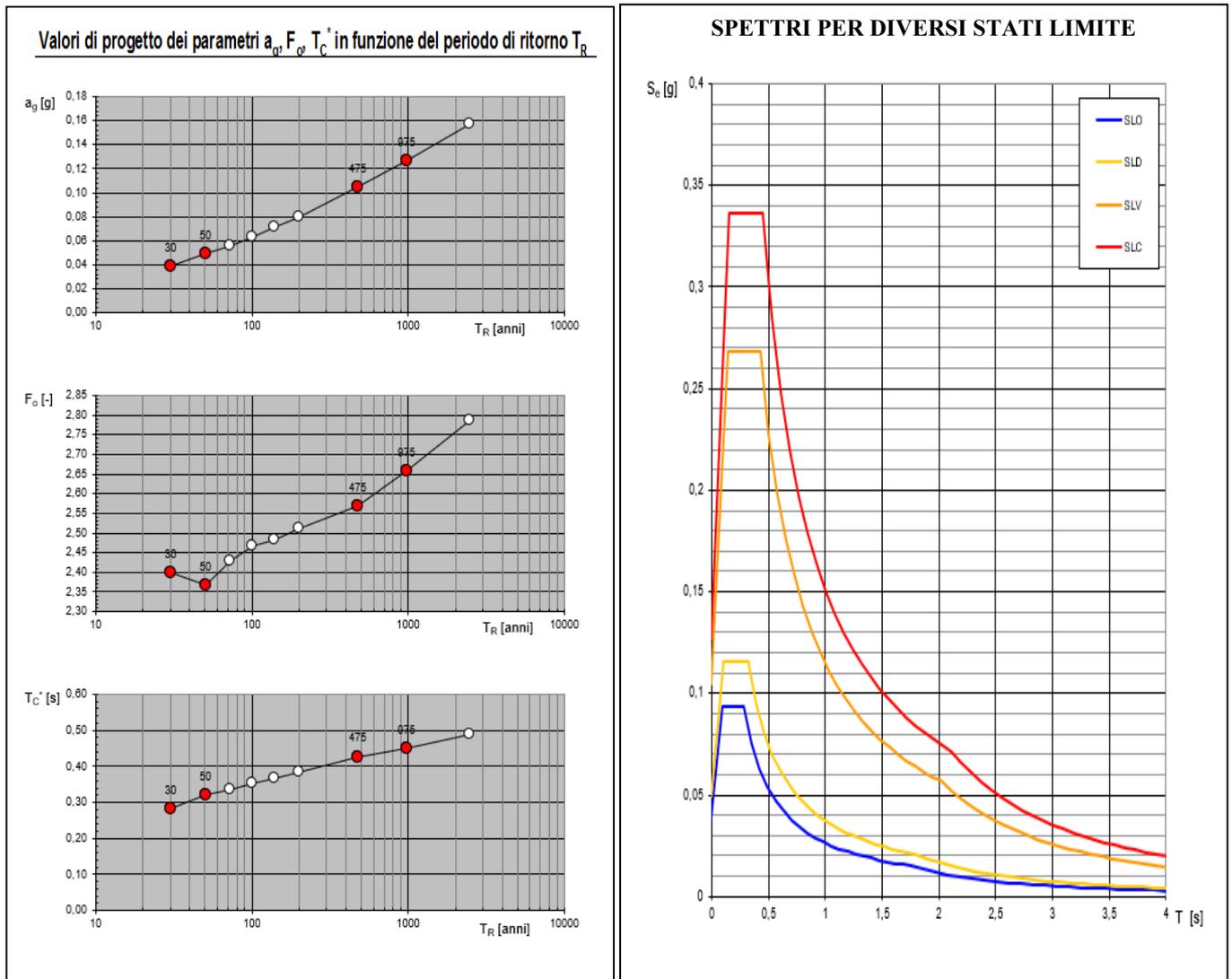
T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
30	0,039	2,400	0,282
50	0,049	2,367	0,321
72	0,056	2,430	0,336
101	0,063	2,466	0,352
140	0,071	2,481	0,366
201	0,080	2,512	0,385
475	0,104	2,570	0,428
975	0,126	2,658	0,449
2475	0,157	2,786	0,488

Fase 2 (Scelta della strategia di Progettazione)

Vita nominale 50 anni (opere ordinarie)

Coefficiente d'uso della costruzione $C_u = 1,0$

Periodo di riferimento per la costruzione $V_R = 50$

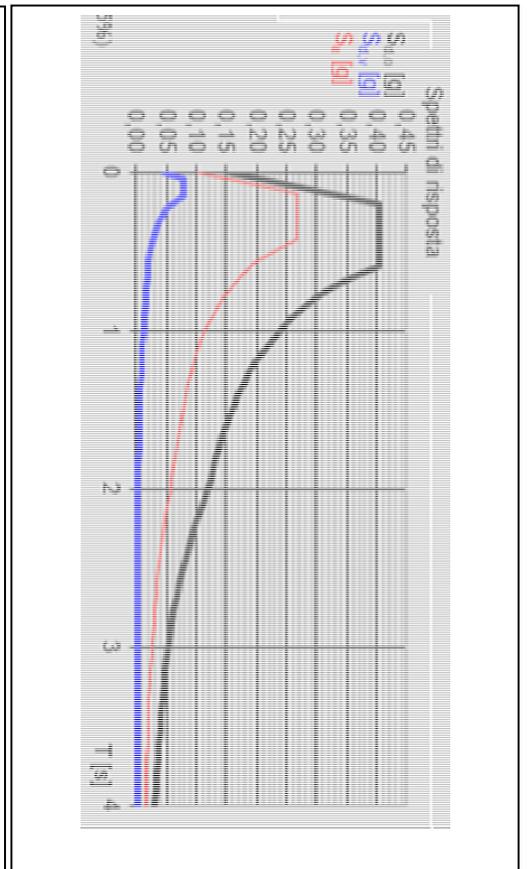
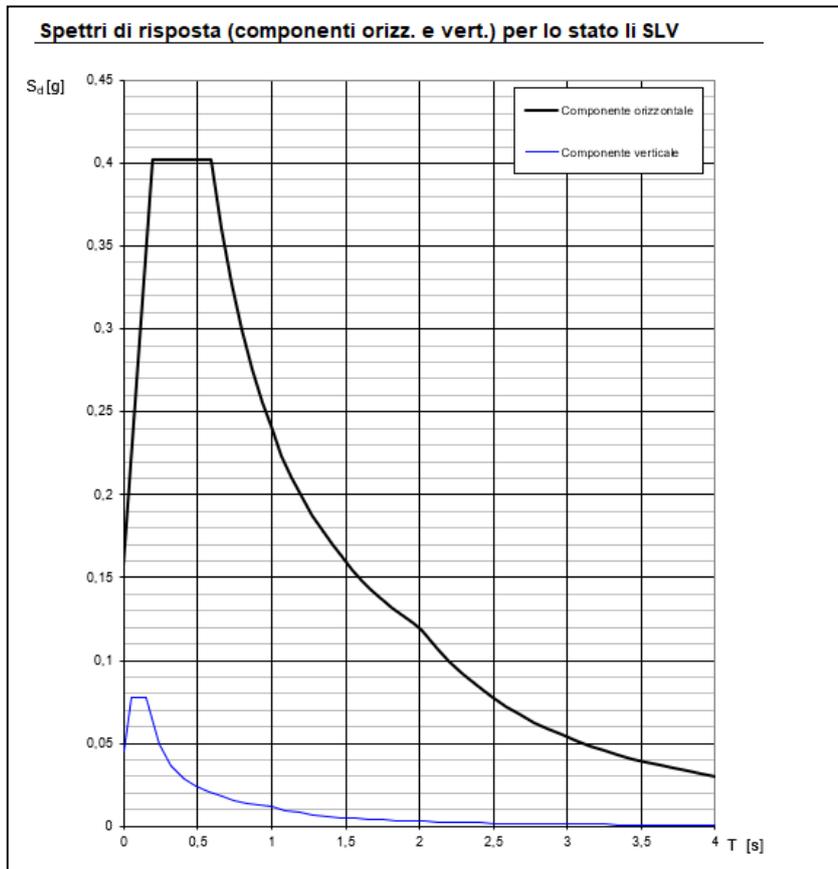
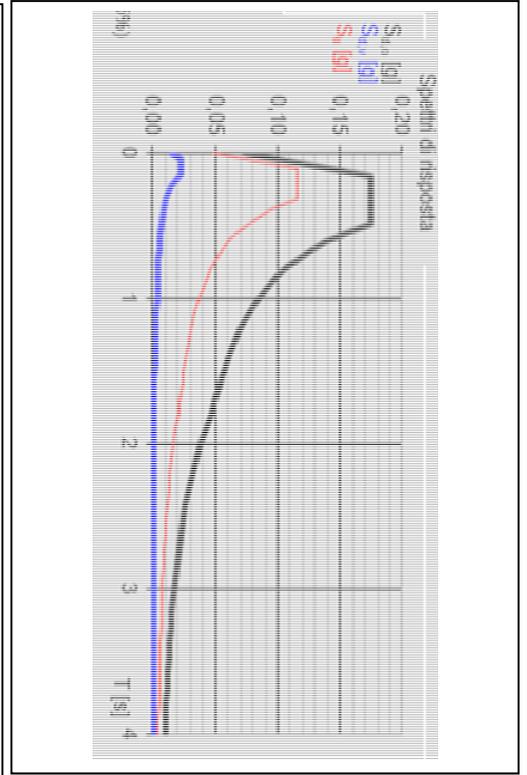
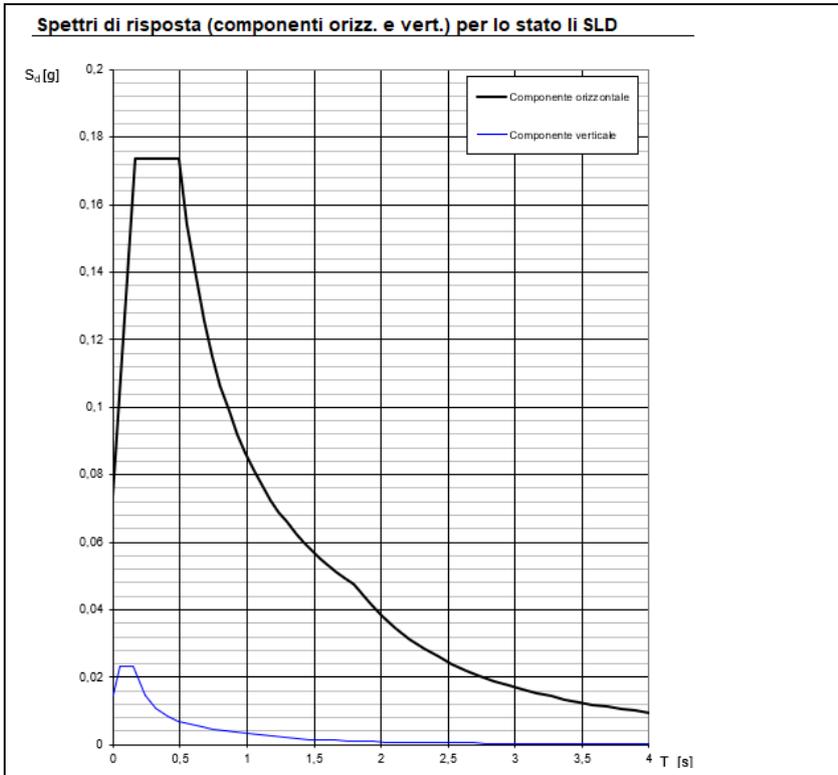


Valori dei parametri a_g, F_o, T_C^* per i periodi di ritorno T_R associati a ciascuno SL

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
SLO	30	0,039	2,400	0,282
SLD	50	0,049	2,368	0,321
SLV	475	0,104	2,570	0,427
SLC	975	0,126	2,658	0,449

Fase 3 (Determinazione dell'azione di progetto)

Categoria sottosuolo C - Classe topografica T1 - Stato limite considerato SLD-DLV



Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato SLD

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLD
a_w	0,049 g
F_w	2,368
T_w	0,321 s
S_w	1,500
C_w	1,527
S_T	1,000
q	1,000

Parametri dipendenti

S	1,500
η	1,000
T_B	0,164 s
T_C	0,491 s
T_D	1,796 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$S = S_w \cdot S_T$ (NTC-08 Eq. 3.2.5)
 $\eta = \sqrt{10 \cdot (5 + \xi)} \geq 0,55; \eta - 1/q$ (NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5)
 $T_B = T_w / 3$ (NTC-07 Eq. 3.2.8)
 $T_C = C_w \cdot T_w$ (NTC-07 Eq. 3.2.7)
 $T_D = 4,0 \cdot a_w / g + 1,6$ (NTC-07 Eq. 3.2.9)

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

$0 \leq T < T_B \quad S_s(T) = a_w \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$
 $T_B \leq T < T_C \quad S_s(T) = a_w \cdot S \cdot \eta \cdot F_0$
 $T_C \leq T < T_D \quad S_s(T) = a_w \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T}{T} \right)$
 $T_D \leq T \quad S_s(T) = a_w \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_D \cdot T_D}{T^2} \right)$

Lo spettro di progetto $S_s(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_e(T)$ sostituendo η con ηq , dove q è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

Punti dello spettro di risposta

T [s]	Se [g]
0,000	0,073
0,164	0,174
0,491	0,174
0,553	0,154
0,615	0,139
0,677	0,126
0,739	0,115
0,801	0,106
0,864	0,099
0,926	0,092
0,988	0,086
1,050	0,081
1,112	0,077
1,174	0,073
1,236	0,069
1,299	0,066
1,361	0,063
1,423	0,060
1,485	0,057
1,547	0,055
1,609	0,053
1,671	0,051
1,734	0,049
1,796	0,047
1,901	0,042
2,006	0,038
2,111	0,034
2,216	0,031
2,321	0,028
2,425	0,026
2,530	0,024
2,635	0,022
2,740	0,020
2,845	0,019
2,950	0,018
3,055	0,016
3,160	0,015
3,265	0,014
3,370	0,013
3,475	0,013
3,580	0,012
3,685	0,011
3,790	0,011
3,895	0,010
4,000	0,010

Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato linSLD

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLD
a_w	0,015 g
S_w	1,000
S_T	1,000
q	1,500
T_w	0,050 s
T_C	0,150 s
T_D	1,000 s

Parametri dipendenti

F_w	0,707
S	1,000
η	0,667

Espressioni dei parametri dipendenti

$S = S_w \cdot S_T$ (NTC-08 Eq. 3.2.5)
 $\eta = 1/q$ (NTC-08 §. 3.2.3.5)
 $F_w = 1,35 \cdot F_0 \cdot \left(\frac{a_w}{g} \right)^{0,5}$ (NTC-08 Eq. 3.2.11)

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.10)

$0 \leq T < T_B \quad S_s(T) = a_w \cdot S \cdot \eta \cdot F_w \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_w} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$
 $T_B \leq T < T_C \quad S_s(T) = a_w \cdot S \cdot \eta \cdot F_w$
 $T_C \leq T < T_D \quad S_s(T) = a_w \cdot S \cdot \eta \cdot F_w \cdot \left(\frac{T}{T} \right)$
 $T_D \leq T \quad S_s(T) = a_w \cdot S \cdot \eta \cdot F_w \cdot \left(\frac{T_D \cdot T_D}{T^2} \right)$

Punti dello spettro di risposta

T [s]	Se [g]
0,000	0,015
0,050	0,023
0,150	0,023
0,235	0,015
0,320	0,011
0,405	0,009
0,490	0,007
0,575	0,006
0,660	0,005
0,745	0,005
0,830	0,004
0,915	0,004
1,000	0,003
1,094	0,003
1,188	0,002
1,281	0,002
1,375	0,002
1,469	0,002
1,563	0,001
1,656	0,001
1,750	0,001
1,844	0,001
1,938	0,001
2,031	0,001
2,125	0,001
2,219	0,001
2,313	0,001
2,406	0,001
2,500	0,001
2,594	0,001
2,688	0,000
2,781	0,000
2,875	0,000
2,969	0,000
3,063	0,000
3,156	0,000
3,250	0,000
3,344	0,000
3,438	0,000
3,531	0,000
3,625	0,000
3,719	0,000
3,813	0,000
3,906	0,000
4,000	0,000

Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato SLV

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_w	0,104 g
F_w	2,570
T_w	0,427 s
S_w	1,500
C_w	1,390
S_T	1,000
q	1,000

Parametri dipendenti

S	1,500
η	1,000
T_B	0,198 s
T_C	0,594 s
T_D	2,018 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$S = S_w \cdot S_T$ (NTC-08 Eq. 3.2.5)
 $\eta = \sqrt{10 \cdot (5 + \xi)} \geq 0,55; \eta - 1/q$ (NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5)
 $T_B = T_w / 3$ (NTC-07 Eq. 3.2.8)
 $T_C = C_w \cdot T_w$ (NTC-07 Eq. 3.2.7)
 $T_D = 4,0 \cdot a_w / g + 1,6$ (NTC-07 Eq. 3.2.9)

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

$0 \leq T < T_B \quad S_s(T) = a_w \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$
 $T_B \leq T < T_C \quad S_s(T) = a_w \cdot S \cdot \eta \cdot F_0$
 $T_C \leq T < T_D \quad S_s(T) = a_w \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T}{T} \right)$
 $T_D \leq T \quad S_s(T) = a_w \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_D \cdot T_D}{T^2} \right)$

Lo spettro di progetto $S_s(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_e(T)$ sostituendo η con ηq , dove q è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

Punti dello spettro di risposta

T [s]	Se [g]
0,000	0,157
0,198	0,402
0,594	0,402
0,662	0,361
0,730	0,328
0,797	0,300
0,865	0,276
0,933	0,256
1,001	0,239
1,069	0,224
1,136	0,210
1,204	0,199
1,272	0,188
1,340	0,178
1,408	0,170
1,475	0,162
1,543	0,155
1,611	0,148
1,679	0,142
1,746	0,137
1,814	0,132
1,882	0,127
1,950	0,123
2,018	0,119
2,112	0,108
2,206	0,099
2,301	0,091
2,395	0,084
2,490	0,078
2,584	0,072
2,678	0,067
2,773	0,063
2,867	0,059
2,962	0,055
3,056	0,052
3,150	0,049
3,245	0,046
3,339	0,043
3,434	0,041
3,528	0,039
3,622	0,037
3,717	0,035
3,811	0,033
3,906	0,032
4,000	0,030

Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato linSLV

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_w	0,046 g
S_w	1,000
S_T	1,000
q	1,500
T_w	0,050 s
T_C	0,150 s
T_D	1,000 s

Parametri dipendenti

F_w	1,121
S	1,000
η	0,667

Espressioni dei parametri dipendenti

$S = S_w \cdot S_T$ (NTC-08 Eq. 3.2.5)
 $\eta = 1/q$ (NTC-08 §. 3.2.3.5)
 $F_w = 1,35 \cdot F_0 \cdot \left(\frac{a_w}{g} \right)^{0,5}$ (NTC-08 Eq. 3.2.11)

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.10)

$0 \leq T < T_B \quad S_s(T) = a_w \cdot S \cdot \eta \cdot F_w \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_w} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$
 $T_B \leq T < T_C \quad S_s(T) = a_w \cdot S \cdot \eta \cdot F_w$
 $T_C \leq T < T_D \quad S_s(T) = a_w \cdot S \cdot \eta \cdot F_w \cdot \left(\frac{T}{T} \right)$
 $T_D \leq T \quad S_s(T) = a_w \cdot S \cdot \eta \cdot F_w \cdot \left(\frac{T_D \cdot T_D}{T^2} \right)$

Punti dello spettro di risposta

T [s]	Se [g]
0,000	0,046
0,050	0,078
0,150	0,078
0,235	0,050
0,320	0,037
0,405	0,029
0,490	0,024
0,575	0,020
0,660	0,018
0,745	0,016
0,830	0,014
0,915	0,013
1,000	0,012
1,094	0,010
1,188	0,009
1,281	0,007
1,375	0,006
1,469	0,005
1,563	0,005
1,656	0,004
1,750	0,004
1,844	0,003
1,938	0,003
2,031	0,003
2,125	0,003
2,219	0,002
2,313	0,002
2,406	0,002
2,500	0,002
2,594	0,002
2,688	0,002
2,781	0,002
2,875	0,001
2,969	0,001
3,063	0,001
3,156	0,001
3,250	0,001
3,344	0,001
3,438	0,001
3,531	0,001
3,625	0,001
3,719	0,001
3,813	0,001
3,906	0,001
4,000	0,001

12.0 CONCLUSIONI

Il sottoscritto **dr. Geol. Tullio Ciccarone**, iscritto all'Albo dei Geologi della Regione Campania al n.1863, a seguito dell'incarico conferitomi dalla società "**Mr Wind Srl**", ha redatto una relazione geologica per il progetto di un impianto per la produzione di energia elettrica da fonte fotovoltaica della potenza nominale di 22 MWp e relative opere di connessione, da realizzarsi in località "Selvalunga" del territorio comunale di Grazzanise (CE).

Gli esiti delle indagini effettuate e l'analisi dei dati hanno permesso, in particolare, di delineare l'assetto geologico-strutturale dell'area, la locale successione litostratigrafica e le condizioni fisico-meccaniche dei terreni.

L'area appartiene ad una formazione di depositi di genesi fluviali composti da limi e limi argillosi, argille torbose poco consistenti e torbe prive di consistenza con subordinate frazioni limose piroclastiche dell'intensa attività vulcanica flegrea.

Dal punto di vista morfologico, l'area di interesse, è in prevalenza pianeggiante (da 5 a 6 m.s.l.m.), caratterizzata da una morfogenesi fluviale con pendenze che non superano mai il 1% determinando l'assenza di fenomeni franosi e di conseguenza una condizione di stabilità dal punto di vista morfologico. Tale condizione trova riscontro nei piani stralcio del rischio e pericolosità da frana dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale (ex Autorità di Bacino dei Fiumi Liri-Garigliano e Volturno).

Riguardo il rischio idraulico dalle tavole allegate al PSDA, l'area di progetto non è cartografata a rischio e nelle tavola della variante al PSDA Basso Volturno ricade nelle aree retroargive dove è consentito la realizzazione di tali opere previo studio di compatibilità idraulica.

L'intervento risulta di modesta entità e le strutture di fondazionali sono tali da non incidere negativamente sugli equilibri idrogeologici dell'area di interesse, in particolare, non sono previsti sbancamenti o riporti significativi: gli scavi saranno ridotti al minimo rispettando le linee di quota e la geometria naturale dell'area. Altrettanto può dirsi per il tracciato del cavidotto che si sviluppa nella sua quasi totalità lungo strade di campagna e/o tratturi già esistenti, oltre che strade provinciali, e con pendenze longitudinali e trasversali alquanto blande.

Durante i sondaggi sono stati intercettati condizioni di saturazione dei terreni da 2 metri dall'attuale piano campagna in poi. La presenza di strati a diversa consistenza determina variazioni di permeabilità che, durante le precipitazioni, può generare accumuli freatici sospesi. Si consiglia di realizzare un adeguato sistema di regimazione delle acque intorno a tutte le strutture di progetto con canali e drenaggi affinché le acque possono essere convogliate nei reticoli principali di deflusso naturale, evitare così risalite di umidità per capillarità e dare maggiore stabilità all'intera opera.

Per la caratterizzazione sismica e determinazione della categoria di sottosuolo è stato effettuato una prospezione sismica con n.2 M.A.S.W. e, dalla relativa sismostratigrafia elaborata, risulta che il substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da Vs superiore a 800 m/s, è posto ad una profondità superiore a

30 metri, per cui, è stato determinato il parametro velocità VS,30 il cui valore ha classificato in **categoria C** il suolo di interesse (NTC 2018).

Dai sondaggi effettuati, dal rilevamento geologico e dalle prove di laboratorio geotecnico, si evince che i terreni possiedono caratteristiche di bassa consistenza, per cui, si adottano fondazioni idonee per tali terreni onde evitare fenomeni di cedimenti.

Si precisa che la tipologia e il numero di indagini effettuate è da ritenersi idoneo all'opera a farsi in quanto hanno fornito un quadro completo sulle caratteristiche geomeccaniche e sismiche dei terreni di fondazione, inoltre, gli interventi sono compatibili tra la previsione urbanistica e la caratterizzazione geomorfologica dell'area e le caratteristiche geolitologiche escludono fenomeni di liquefazione in concomitanza di un evento sismico.

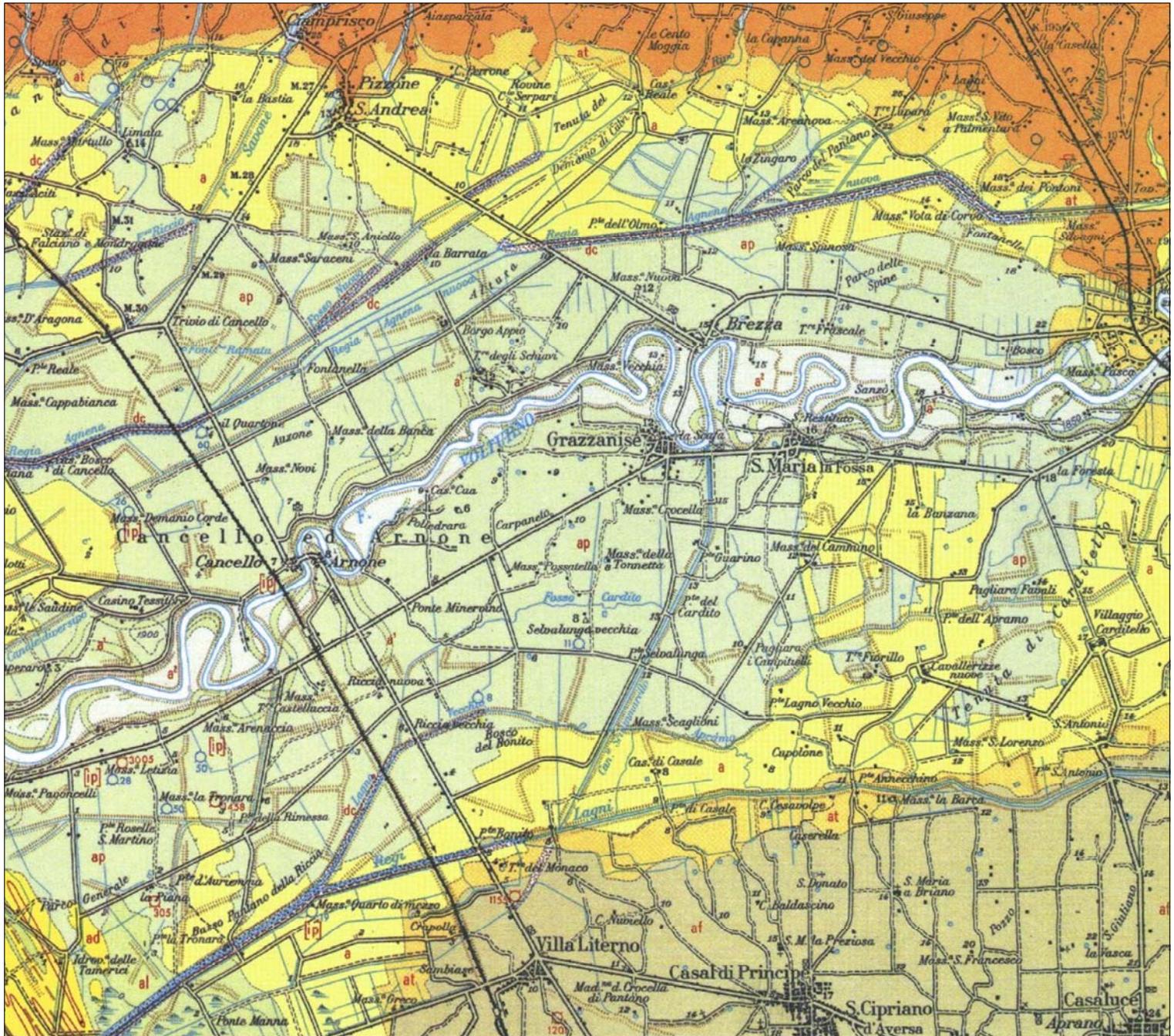
IL GEOLOGO

Dr. TULLIO CICCARONE

ALLEGATO I
INQUADRAMENTI CARTOGRAFICI

CARTA GEOLOGICA D'ITALIA

FOGLIO 172 - CASERTA



SCALA 1: 100 000

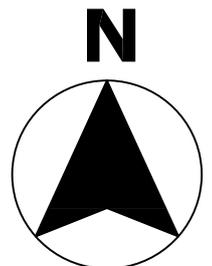
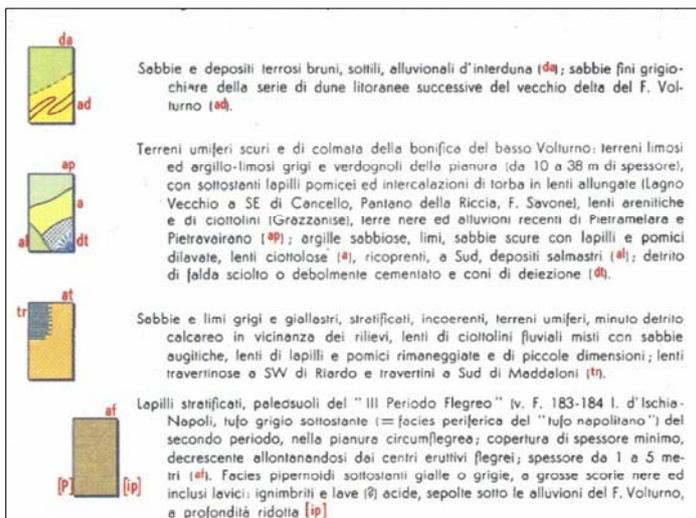
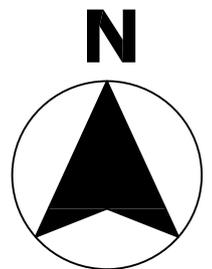


TAVOLA IGM CARTA D'ITALIA

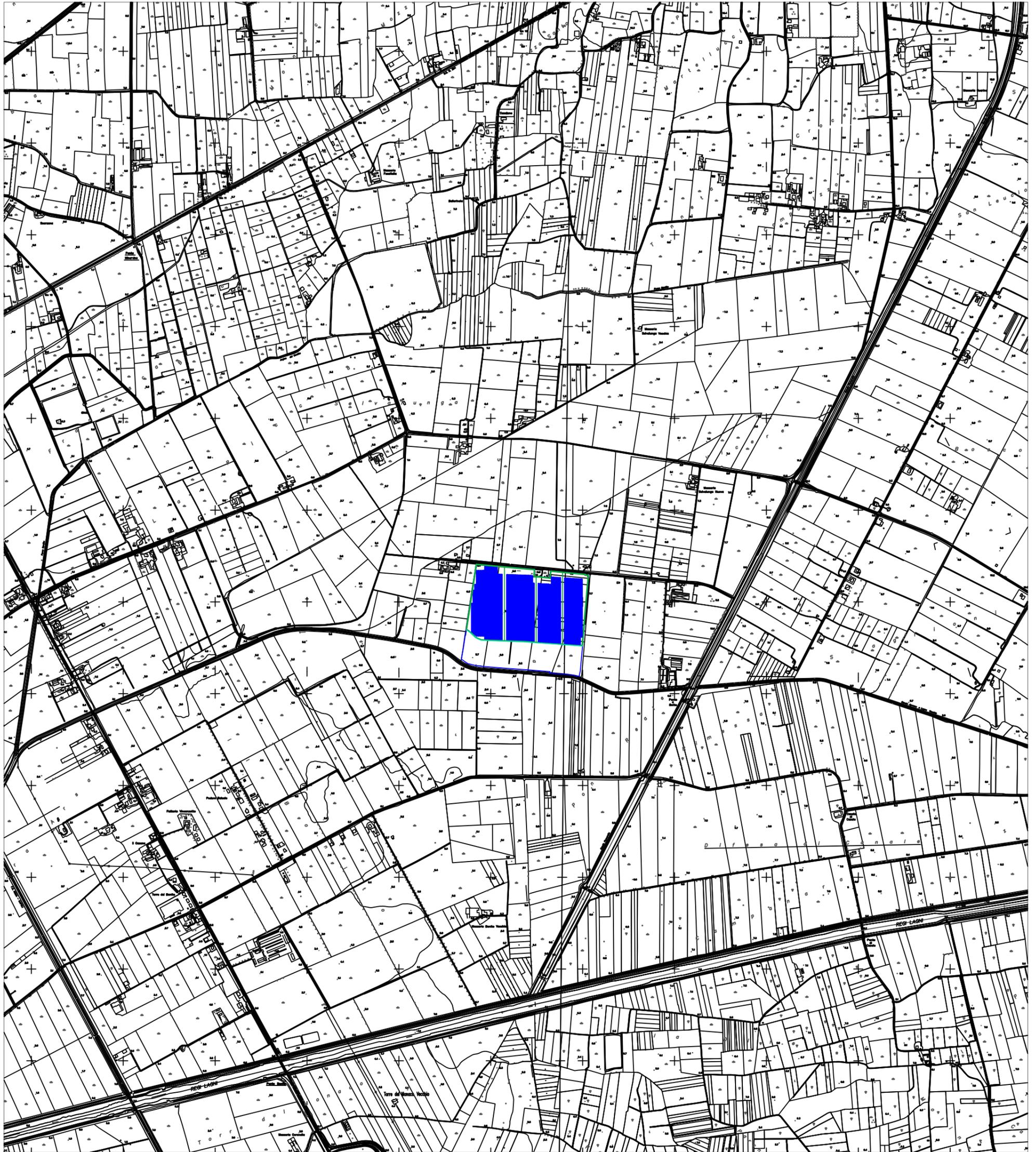
FOGLIO 430 - CASERTA OVEST



SCALA 1:50 000



AEROFOTOGRAMMETRIA

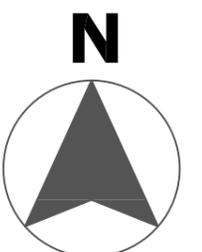


LEGENDA

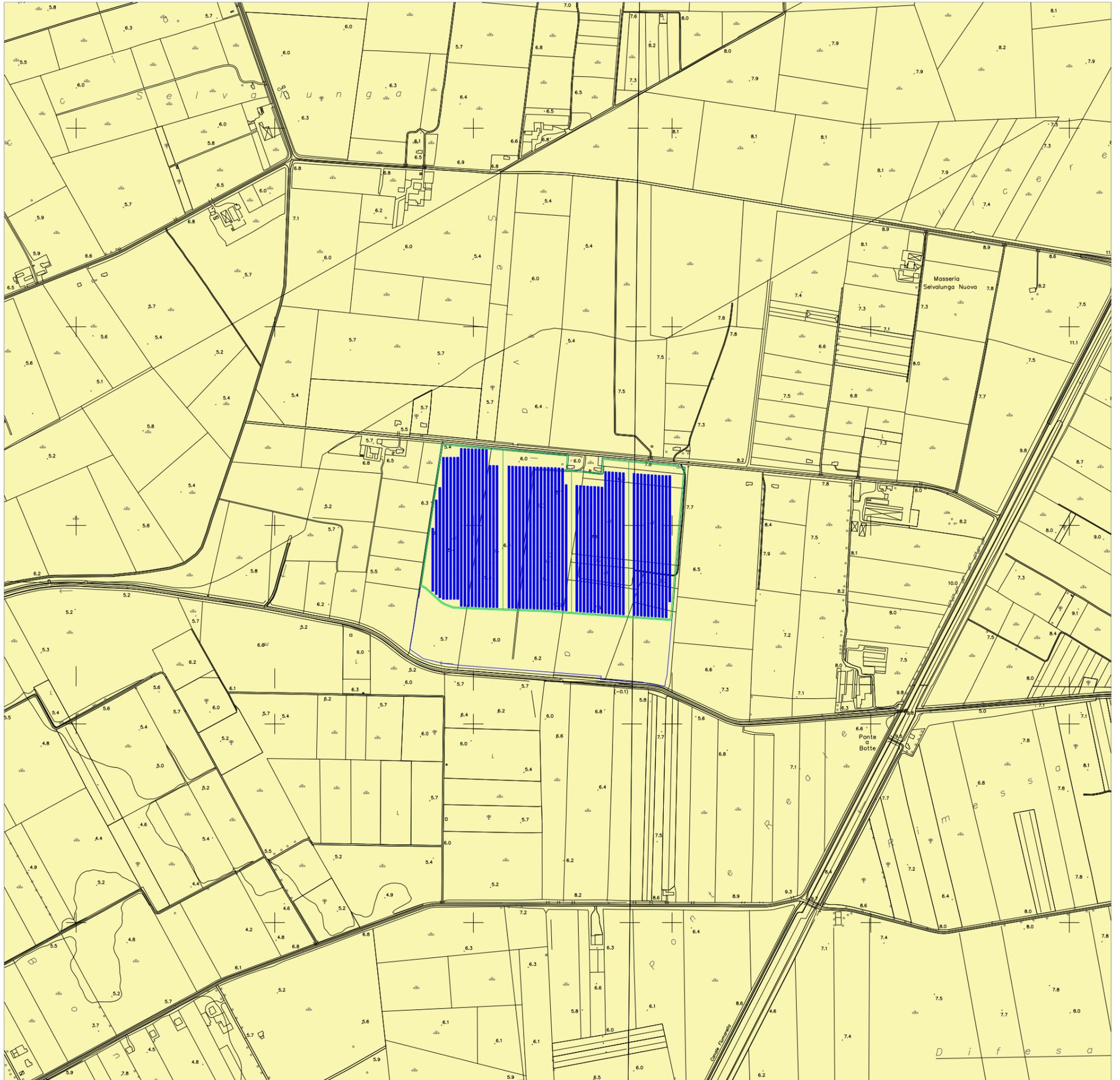


Area campo fotovoltaico

SCALA 1:20 000



CARTA GEOLITOLOGICA CON INDICAZIONI SULLA PERMEABILITA' DELLE FORMAZIONI



SCALA 1:10 000

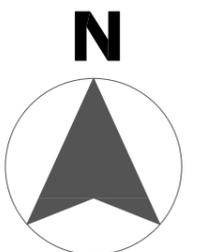
LEGENDA



Terreni argillosi-limosi con intercalazioni di torba e di materiale piroclastico
PERMEABILITA' MEDIO-BASSA, CON LIVELLI IMPERMEABILI



Area campo fotovoltaico



CARTA GEOMORFOLOGICA



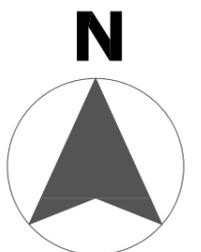
SCALA 1:10 000

LEGENDA

 Piana di deposizione alluvionale, colmata anche di prodotti di origine piroclastica

 Reticolo idrografico

 Area campo fotovoltaico



UBICAZIONE INDAGINI



SCALA 1:5 000

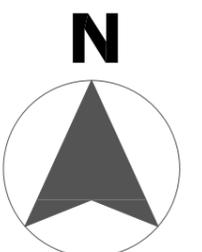
LEGENDA



Ubicazione prova penetrometrica DPSH



Area campo fotovoltaico

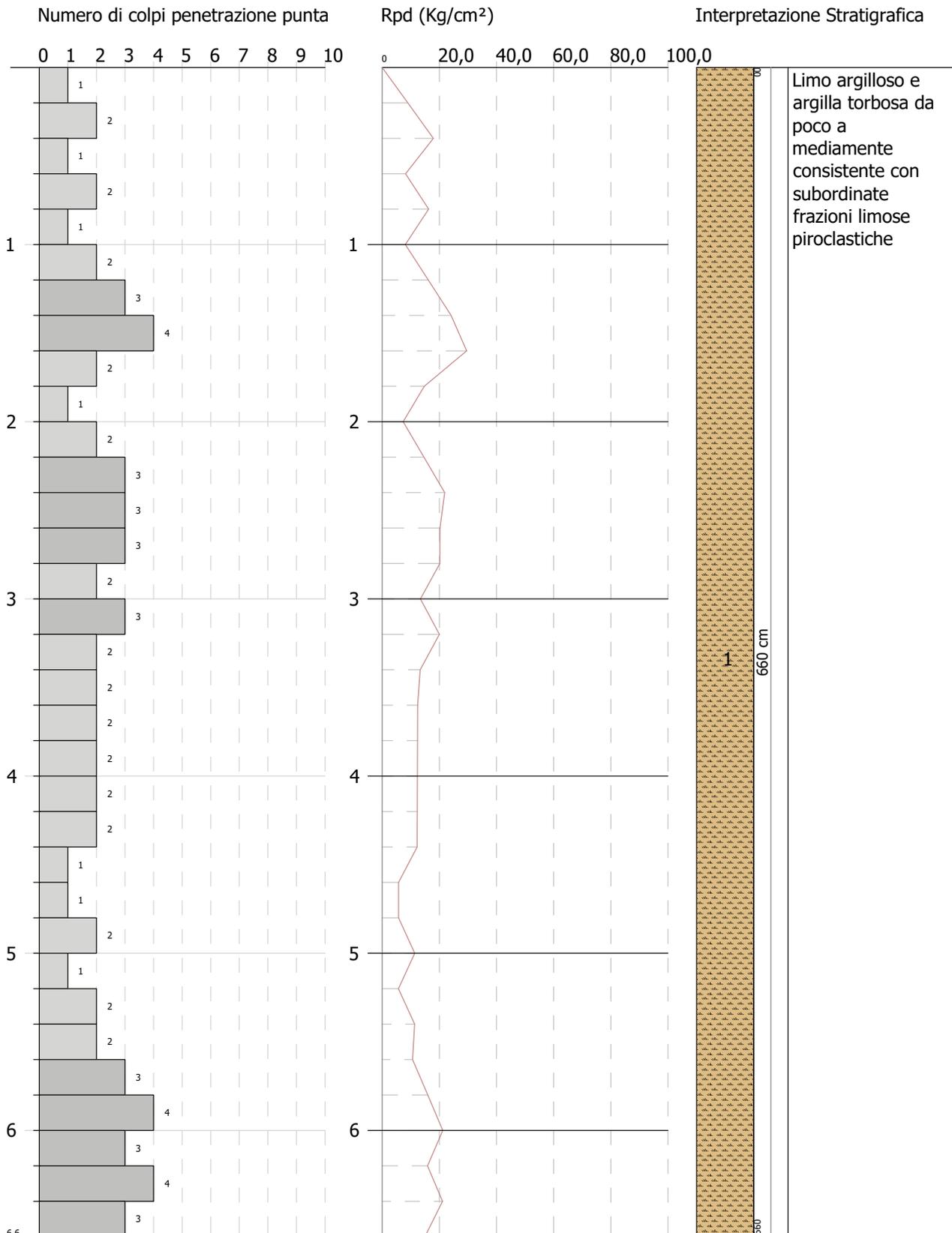


ALLEGATO II
PROVE PENETROMETRICHE

Committente: MR WIND S.r.l.
 Descrizione:
 Localita': Grazzanise (CE)

05/04/2023

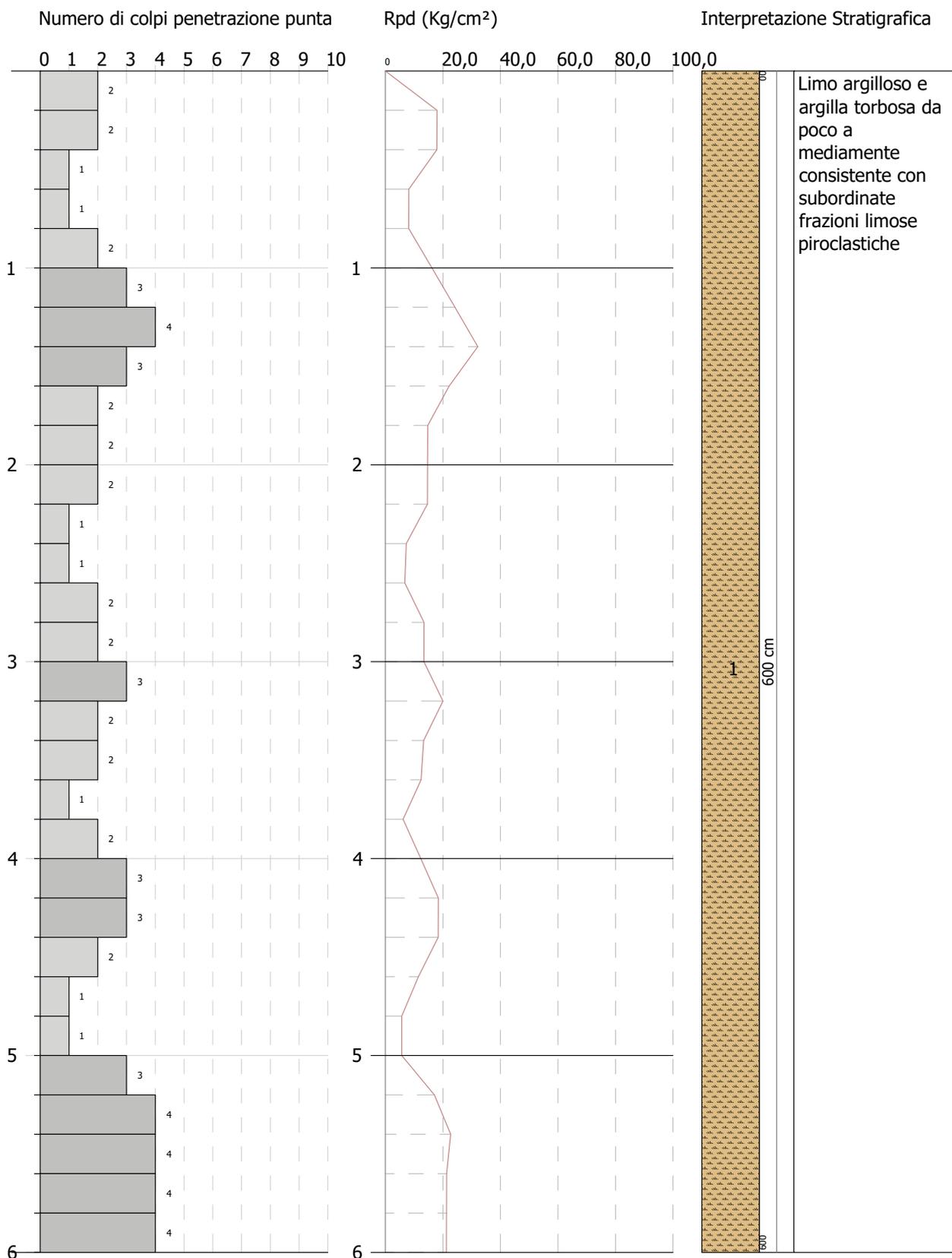
Scala 1:32



Committente: MR WIND S.r.l.
 Descrizione:
 Localita': Grazzanise (CE)

05/04/2023

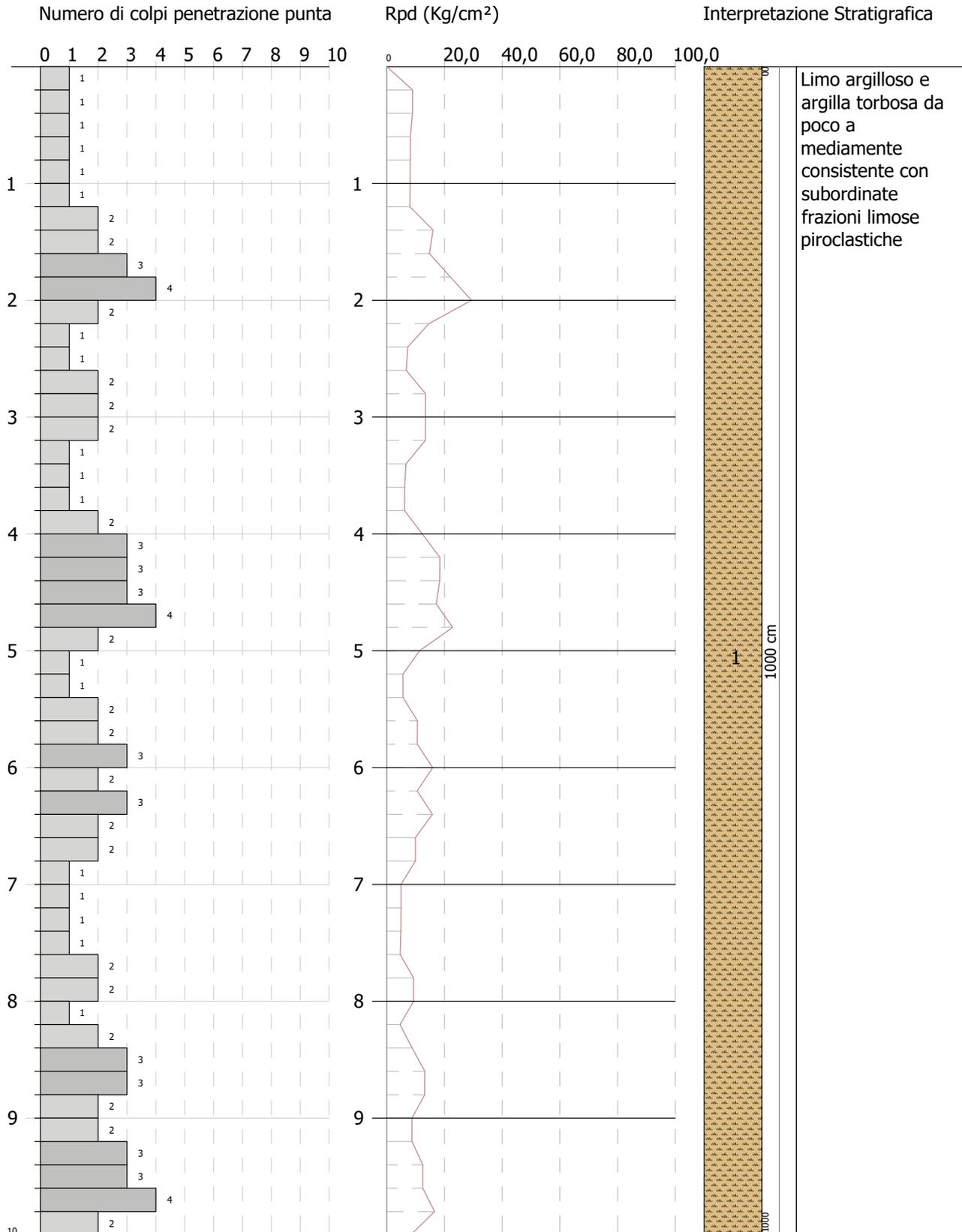
Scala 1:29



Committente: MR WIND S.r.l.
 Descrizione:
 Localita': Grazzanise (CE)

05/04/2023

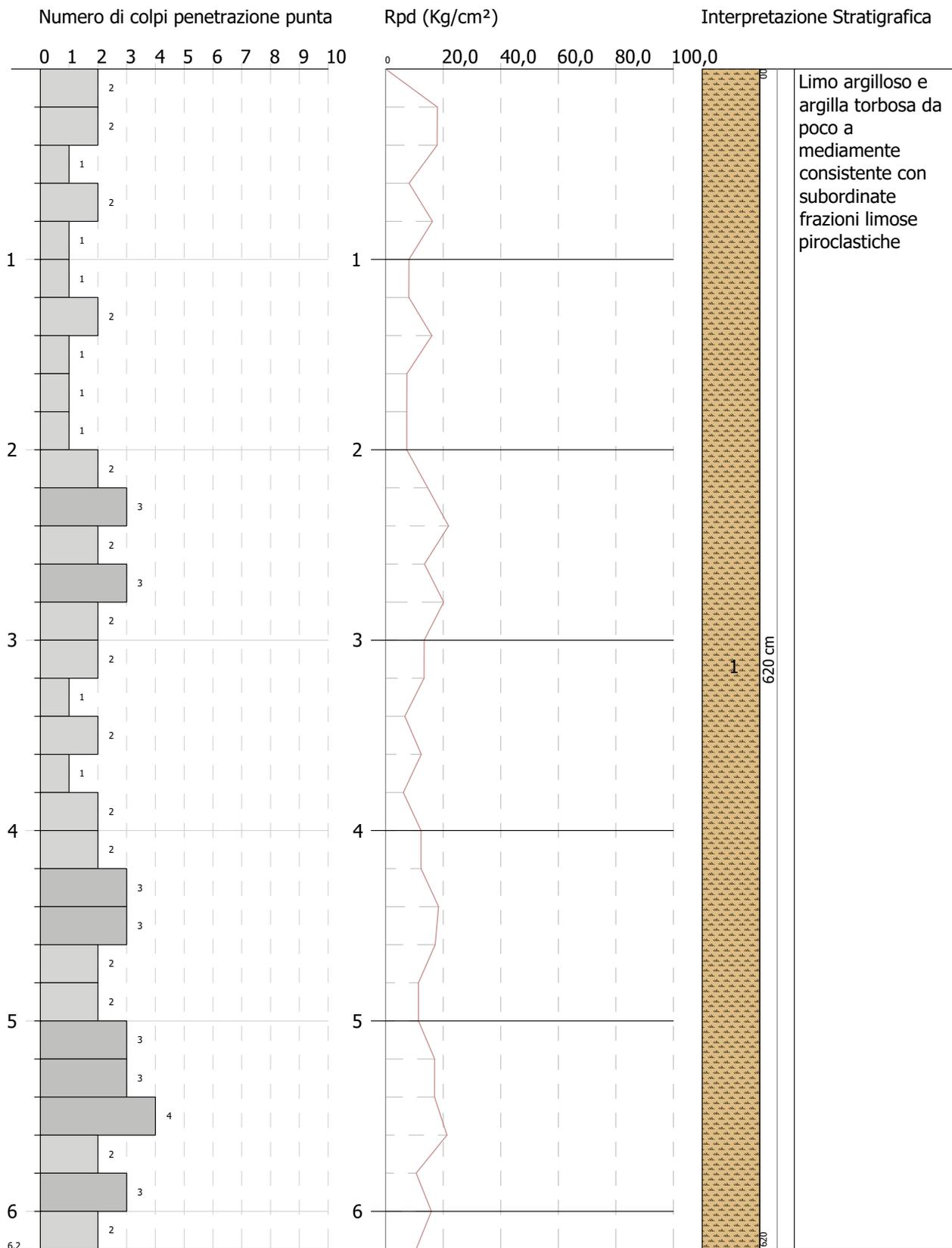
Scala 1:49



Committente: MR WIND S.r.l.
 Descrizione:
 Localita': Grazzanise (CE)

05/04/2023

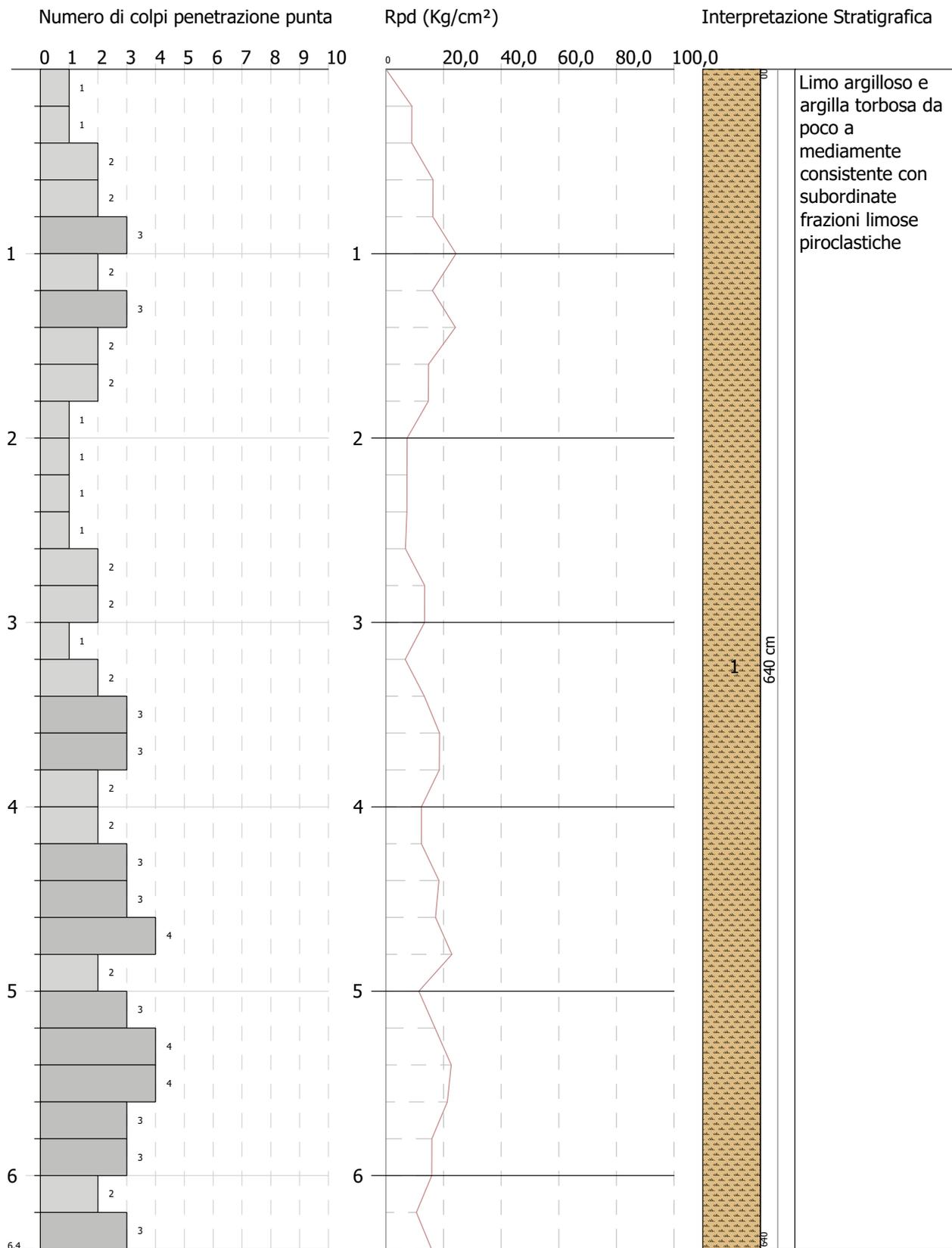
Scala 1:30



Committente: MR WIND S.r.l.
 Descrizione:
 Localita': Grazzanise (CE)

05/04/2023

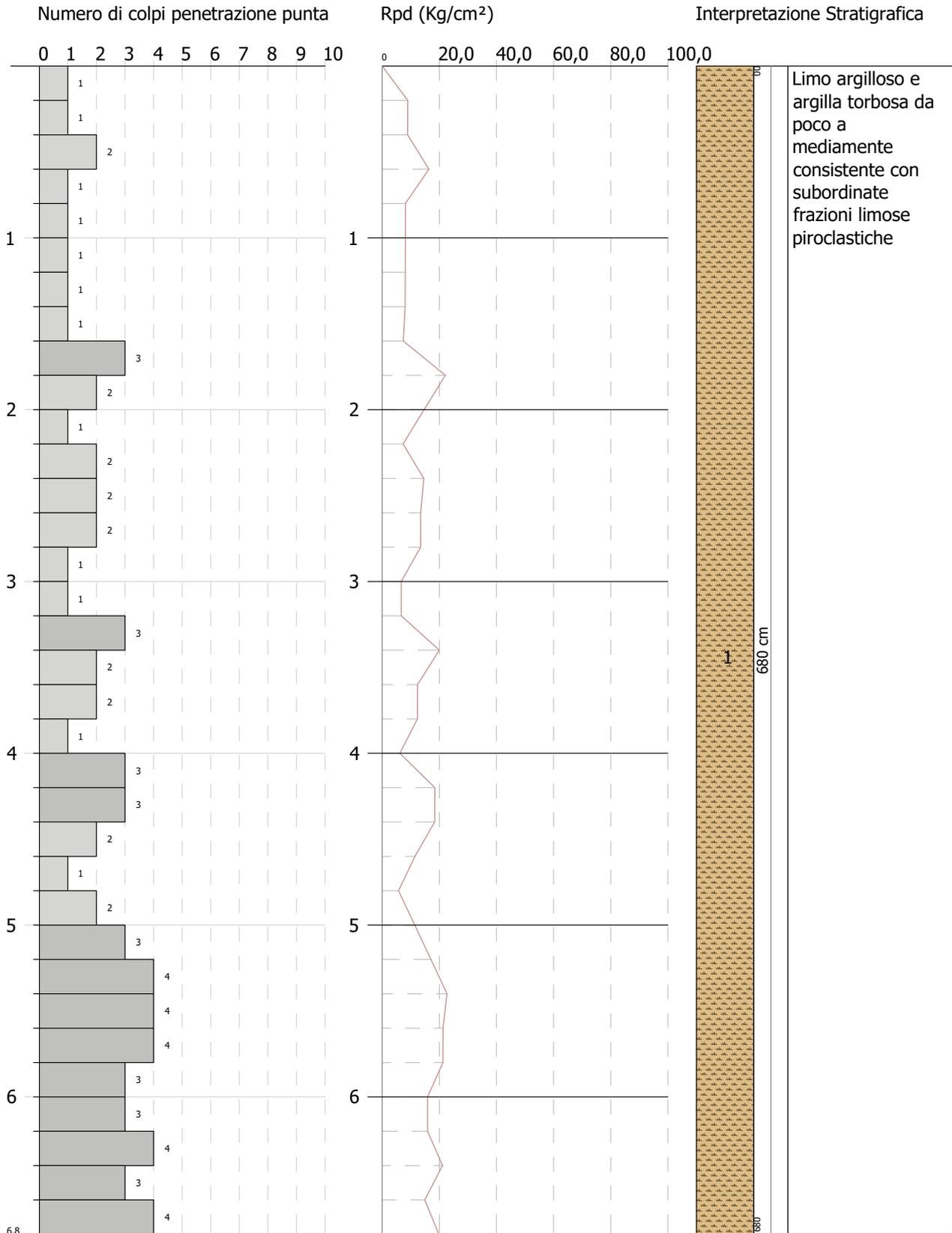
Scala 1:31



Committente: MR WIND S.r.l.
 Descrizione:
 Localita': Grazzanise (CE)

05/04/2023

Scala 1:33



ALLEGATO III
PROVE DI LABORATORIO CERTIFICATE

IDENTIFICAZIONE CAMPIONE

Norma di riferimento: - ASTM D 2488-00

MC-41 Rev. 00
del 03/01/2013

Pag. 1 di 1

Verbale di accettazione n°: TR 129/23
del: 07.04.2023

Certificato n°: 1302-2023
Data certificato: 14.04.2023

Richiedente: Geol. Tullio Ciccarone
Committente: MR Wind Srl
Cantiere: Realizzazione di un impianto fotovoltaico
Località: SP 217 - Grazzanise (CE)
Data di prova: 08.04.2023

DATI IDENTIFICATIVI DEL CAMPIONE

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal p.c.)	Tipo campione	Data prelievo
P2	C1	1,00-1,50	indisturbato	05.04.2023

DATI GENERALI

PROVE SPEDITE

Contenitore:	Fustella	Pocket penetrometer Test (MPa)	***
Diametro (cm):	9,5	Pocket vane Test (MPa)	***
Lunghezza (cm):	46,0	Classe di Qualità (AGI)	Q5
Peso netto campione estratto (N)	60,4	Colore (Tabella colori Munsell)	2,5Y Olive brown 4/4

DESCRIZIONE LITOLOGICA

Limo argilloso di colore marrone/verdastro con rari clasti poligenici millimetrici, moderatamente consistente.

Tecnico sperimentatore
Dr. Geol. M. MAGLIO

Direttore Laboratorio
Dr. Geol. E. MARTONE



CARATTERISTICHE FISICHE GENERALI

Norma di riferimento: UNI CEN ISO/TS 17892-1, 2, 3 - ASTM D854 - ASTM D2216

MC-01 Rev. 01
del 03/01/2013

Pag. 1 di 1

Verbale di accettazione n°: TR 129/23
del: 07.04.2023

Certificato n°: 1303-2023
Data certificato: 14.04.2023

Richiedente: Geol. Tullio Ciccarone
Committente: MR Wind Srl
Cantiere: Realizzazione di un impianto fotovoltaico
Località: SP 217 - Grazzanise (CE)
Data di prova: 08.04.2023

DATI IDENTIFICATIVI DEL CAMPIONE

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal p.c.)	Tipo campione	Data prelievo
P2	C1	1,00-1,50	indisturbato	05.04.2023

RISULTATI DELLE PROVE

Grandezze indici rilevate in laboratorio

γ_n	Peso dell'unità di volume naturale	KN/m ³	17,64
γ_s	Peso specifico dei granuli	KN/m ³	26,42
w	Contenuto di acqua naturale	%	36,49

Grandezze indici derivate analiticamente

γ_d	Peso dell'unità di volume secco	KN/m ³	12,92
n	Porosità	%	51,10
e	Indice dei vuoti	---	1,04
s_r	Grado di saturazione	%	94,10
γ_{sat}	Peso dell'unità di volume saturo	KN/m ³	17,93
γ'	Peso dell'unità di volume sommerso	KN/m ³	8,13

Tecnico sperimentatore
Dr. Geol. M. MAGLIO

Direttore Laboratorio
Dr. Geol. F. MARTONE

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Norma di riferimento: Raccomandazioni AGI - UNI CEN ISO/TS 17892-10

MC - 08 Rev. 01
del 03/01/2013

Pag. 1 di 6

Verbale di accettazione n°: TR 129/23 Certificato n°: 1304-2023
del: 07.04.2023 Data certificato: 14.04.2023
Richiedente: Geol. Tullio Ciccarone
Committente: MR Wind Srl
Cantiere: Realizzazione di un impianto fotovoltaico
Località: SP 217 - Grazzanise (CE)
Data di prova: 08.04.2023

Dati identificativi del campione

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal pc)	Tipo campione	Data di prelievo
P2	C1	1,00-1,50	indisturbato	05.04.2023

Tipo di prova	Consolidata drenata	
Velocità di prova	0,0091	mm/min

Caratteristiche del campione

	Sezione (cm ²)	Altezza iniziale (mm)	Peso Volume (KN/m ³)	Contenuto acqua iniziale (%)	Contenuto acqua finale (%)
Provino 1	36,00	23,00	17,56	36,66	38,11
Provino 2	36,00	23,00	17,72	36,31	36,33
Provino 3	36,00	23,00	17,63	35,83	35,56

Fase di consolidazione

	Tempo (ore)	Carico applicato (KPa)	Cedimento (mm)
Provino 1	24	50	0,31
Provino 2	24	100	0,58
Provino 3	24	150	0,86

ATTREZZATURA UTILIZZATA: MATEST N/S S277-01/AD/0005

Tecnico sperimentatore
Dr. Geol. M. MAGLIO

Direttore Laboratorio
Dr. Geol. F. MARTONE

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Norma di riferimento: Raccomandazioni AGI - UNI CEN ISO/TS 17892-10

MC - 08 Rev. 01
del 03/01/2013

Pag. 2 di 6

Verbale di accettazione n°: TR 129/23

Certificato n°: 1304-2023

del: 07.04.2023

Data certificato: 14.04.2023

Richiedente: Geol. Tullio Ciccarone

Committente: MR Wind Srl

Cantiere: Realizzazione di un impianto fotovoltaico

Località: SP 217 - Grazzanise (CE)

Data di prova: 08.04.2023

Dati identificativi del campione

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal pc)	Tipo campione	Data di prelievo
P2	C1	1,00-1,50	indisturbato	05.04.2023

Dati relativi al provino 1

σ_v 50 KPa															
dt	Sh	Sv	F	τ	dt	Sh	Sv	F	τ	dt	Sh	Sv	F	τ	
min	mm	mm	KN	KPa	min	mm	mm	KN	KPa	min	mm	mm	KN	KPa	
0	0,00	0,000	0,000	0,0											
20	0,18	0,016	0,019	5,4											
40	0,36	0,026	0,039	10,8											
60	0,55	0,040	0,054	15,0											
80	0,73	0,054	0,066	18,4											
100	0,91	0,065	0,078	21,6											
120	1,09	0,079	0,087	24,1											
140	1,27	0,090	0,095	26,3											
160	1,46	0,102	0,100	27,8											
180	1,64	0,117	0,106	29,5											
200	1,82	0,130	0,111	30,7											
220	2,00	0,140	0,113	31,5											
240	2,18	0,154	0,116	32,2											
260	2,37	0,167	0,118	32,9											
280	2,55	0,182	0,120	33,2											
300	2,73	0,193	0,121	33,7											
320	2,91	0,206	0,123	34,1											
340	3,09	0,218	0,124	34,5											
360	3,28	0,228	0,122	33,9											
380	3,46	0,238	0,120	33,3											
400	3,64	0,247	0,117	32,5											
420	3,82	0,254	0,115	32,0											
440	4,00	0,264	0,113	31,3											
460	4,19	0,270	0,109	30,2											
480	4,37	0,276	0,105	29,1											
500	4,55	0,285	0,101	28,1											
520	4,73	0,292	0,098	27,3											
540	4,91	0,299	0,096	26,7											

Pressione a rottura 34,5 (KPa)
Deformazione a rottura 3,09 (mm)

Tecnico sperimentatore
Dr. Geol. M. MAGLIO

Direttore Laboratorio
Dr. Geol. F. MARTONE

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Norma di riferimento: Raccomandazioni AGI - UNI CEN ISO/TS 17892-10

MC - 08 Rev. 01
del 03/01/2013

Pag. 3 di 6

Verbale di accettazione n°: TR 129/23

Certificato n°: 1304-2023

del: 07.04.2023

Data certificato: 14.04.2023

Richiedente: Geol. Tullio Ciccarone

Committente: MR Wind Srl

Cantiere: Realizzazione di un impianto fotovoltaico

Località: SP 217 - Grazzanise (CE)

Data di prova: 08.04.2023

Dati identificativi del campione

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal pc)	Tipo campione	Data di prelievo
P2	C1	1,00-1,50	indisturbato	05.04.2023

Dati relativi al provino 2

σ_v 100 KPa														
dt	Sh	Sv	F	τ	dt	Sh	Sv	F	τ	dt	Sh	Sv	F	τ
min	mm	mm	KN	KPa	min	mm	mm	KN	KPa	min	mm	mm	KN	KPa
0	0,00	0,000	0,000	0,0										
20	0,18	0,035	0,036	10,1										
40	0,36	0,056	0,067	18,7										
60	0,55	0,076	0,098	27,2										
80	0,73	0,094	0,114	31,7										
100	0,91	0,111	0,131	36,5										
120	1,09	0,126	0,146	40,5										
140	1,27	0,142	0,158	43,9										
160	1,46	0,157	0,168	46,7										
180	1,64	0,171	0,177	49,2										
200	1,82	0,183	0,183	50,9										
220	2,00	0,194	0,189	52,4										
240	2,18	0,211	0,194	53,9										
260	2,37	0,226	0,199	55,3										
280	2,55	0,238	0,203	56,3										
300	2,73	0,248	0,205	56,9										
320	2,91	0,258	0,207	57,5										
340	3,09	0,270	0,208	57,7										
360	3,28	0,283	0,208	57,8										
380	3,46	0,293	0,202	56,1										
400	3,64	0,301	0,195	54,1										
420	3,82	0,312	0,185	51,5										
440	4,00	0,323	0,175	48,6										
460	4,19	0,333	0,166	46,2										
480	4,37	0,339	0,160	44,5										
500	4,55	0,345	0,155	43,0										
520	4,73	0,350	0,152	42,2										
540	4,91	0,354	0,149	41,4										

Pressione a rottura 57,8 (KPa)

Deformazione a rottura 3,28 (mm)

Tecnico sperimentatore
Dr. Geol. M. MAGLIO

Direttore Laboratorio
Dr. Geol. F. MARTONE

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Norma di riferimento: Raccomandazioni AGI - UNI CEN ISO/TS 17892-10

MC - 08 Rev. 01
del 03/01/2013

Pag. 4 di 6

Verbale di accettazione n°: TR 129/23

Certificato n°: 1304-2023

del: 07.04.2023

Data certificato: 14.04.2023

Richiedente: Geol. Tullio Ciccarone

Committente: MR Wind Srl

Cantiere: Realizzazione di un impianto fotovoltaico

Località: SP 217 - Grazzanise (CE)

Data di prova: 08.04.2023

Dati identificativi del campione

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal pc)	Tipo campione	Data di prelievo
P2	C1	1,00-1,50	indisturbato	05.04.2023

Dati relativi al provino 3

σ_v 150 KPa														
dt	Sh	Sv	F	τ	dt	Sh	Sv	F	τ	dt	Sh	Sv	F	τ
min	mm	mm	KN	KPa	min	mm	mm	KN	KPa	min	mm	mm	KN	KPa
0	0,00	0,000	0,000	0,0										
20	0,18	0,048	0,058	16,2										
40	0,36	0,096	0,106	29,5										
60	0,55	0,122	0,145	40,3										
80	0,73	0,143	0,175	48,5										
100	0,91	0,159	0,204	56,7										
120	1,09	0,177	0,224	62,1										
140	1,27	0,193	0,238	66,1										
160	1,46	0,205	0,252	70,0										
180	1,64	0,220	0,261	72,6										
200	1,82	0,235	0,271	75,4										
220	2,00	0,248	0,280	77,8										
240	2,18	0,265	0,284	79,0										
260	2,37	0,276	0,289	80,2										
280	2,55	0,291	0,292	81,1										
300	2,73	0,303	0,296	82,3										
320	2,91	0,316	0,293	81,4										
340	3,09	0,330	0,287	79,8										
360	3,28	0,344	0,282	78,4										
380	3,46	0,356	0,276	76,6										
400	3,64	0,373	0,268	74,4										
420	3,82	0,384	0,258	71,6										
440	4,00	0,394	0,250	69,5										
460	4,19	0,402	0,240	66,8										
480	4,37	0,410	0,231	64,1										
500	4,55	0,414	0,222	61,7										
520	4,73	0,416	0,216	60,1										
540	4,91	0,420	0,211	58,6										

Pressione a rottura 82,3 (KPa)

Deformazione a rottura 2,73 (mm)

Tecnico sperimentatore
Dr. Geol. M. MAGLIO

Direttore Laboratorio
Dr. Geol. F. MARTONE

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Norma di riferimento: Raccomandazioni AGI - UNI CEN ISO/TS 17892-10

MC - 08 Rev. 01
del 03/01/2013

Pag. 5 di 6

Verbale di accettazione n°: TR 129/23

Certificato n°: 1304-2023

del: 07.04.2023

Data certificato: 14.04.2023

Richiedente: Geol. Tullio Ciccarone

Committente: MR Wind Srl

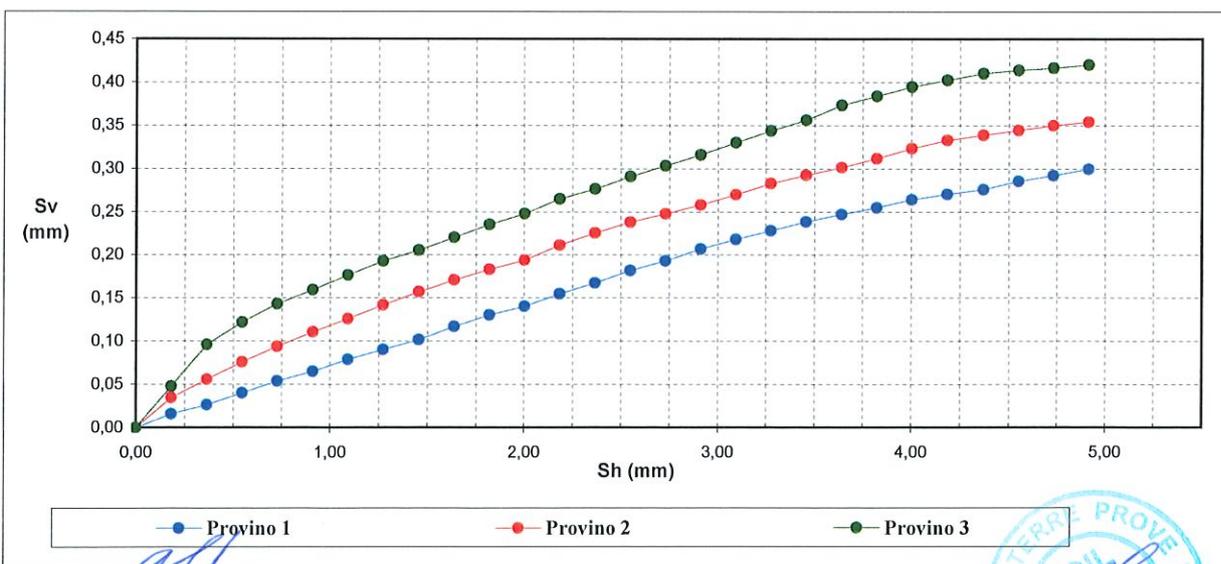
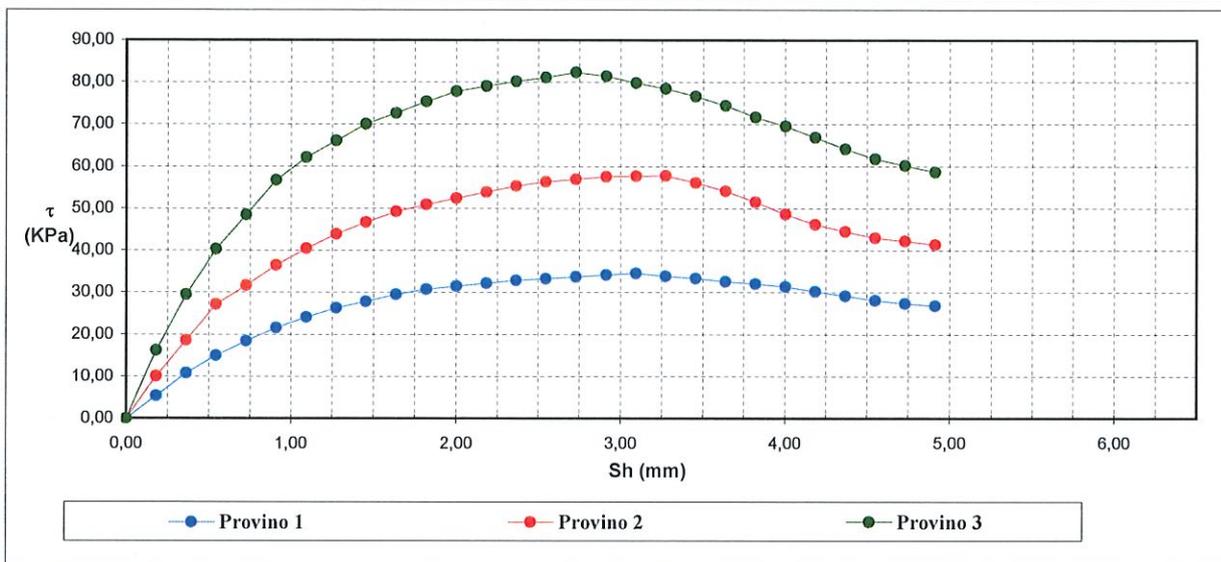
Cantiere: Realizzazione di un impianto fotovoltaico

Località: SP 217 - Grazzanise (CE)

Data di prova: 08.04.2023

Dati identificativi del campione

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal pc)	Tipo campione	Data di prelievo
P2	C1	1,00-1,50	indisturbato	05.04.2023



Tecnico sperimentatore
Dr. Geol. M. MAGLIO

Direttore Laboratorio
Dr. Geol. E. MARTONE

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Norma di riferimento: Raccomandazioni AGI - UNI CEN ISO/TS 17892-10

MC - 08 Rev. 01
del 03/01/2013

Pag. 6 di 6

Verbale di accettazione n°: TR 129/23
del: 07.04.2023

Certificato n°: 1304-2023
Data certificato: 14.04.2023

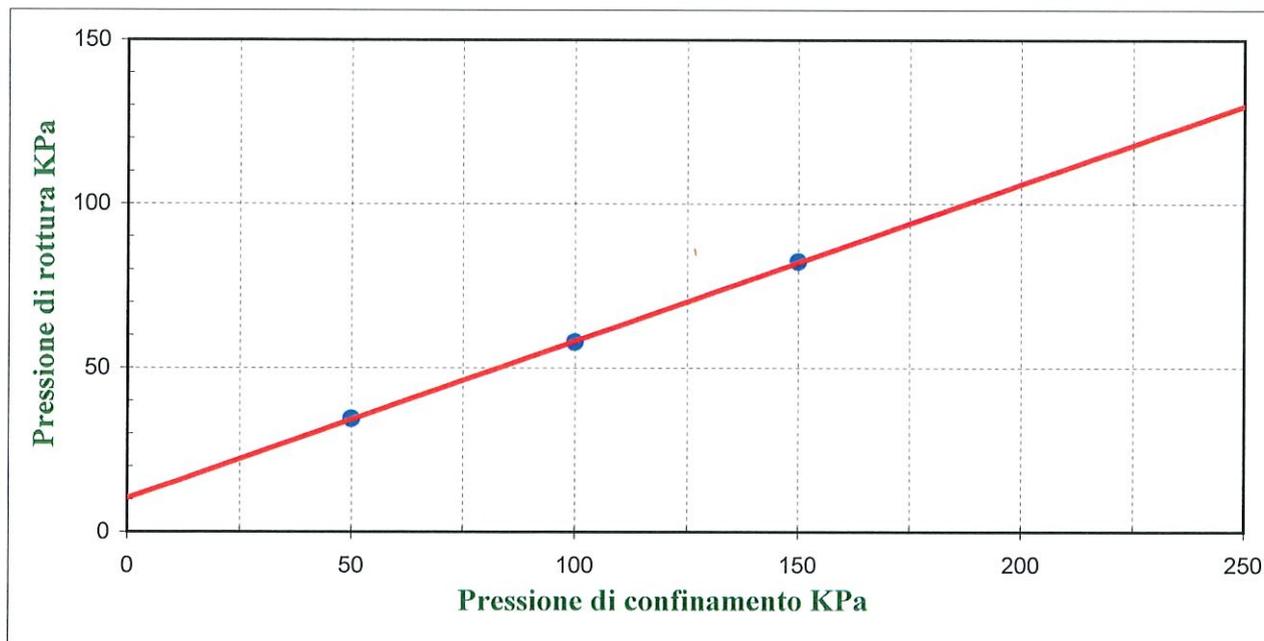
Richiedente: Geol. Tullio Ciccarone
Committente: MR Wind Srl
Cantiere: Realizzazione di un impianto fotovoltaico
Località: SP 217 - Grazzanise (CE)
Data di prova: 08.04.2023

Dati identificativi del campione

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal pc)	Tipo campione	Data di prelievo
P2	C1	1,00-1,50	indisturbato	05.04.2023

Parametri meccanici a rottura

	Press. di consolidazione (KPa)	Press. di rottura (KPa)	Def. a rottura (mm)
Provino 1	50,00	34,50	3,09
Provino 2	100,00	57,80	3,28
Provino 3	150,00	82,30	2,73



Risultati sperimentali

Angolo di attrito **25,55** Gradi
Coesione **10,40** KPa

Tecnico sperimentatore
Dr. Geol. M. MAGLIO

Direttore Laboratorio
Dr. Geol. F. MARTONE

IDENTIFICAZIONE CAMPIONE

Norma di riferimento: - ASTM D 2488-00

MC-41 Rev. 00
del 03/01/2013

Pag. 1 di 1

Verbale di accettazione n°: TR 129/23
del: 07.04.2023

Certificato n°: 1305-2023
Data certificato: 14.04.2023

Richiedente: Geol. Tullio Ciccarone
Committente: MR Wind Srl
Cantiere: Realizzazione di un impianto fotovoltaico
Località: SP 217 - Grazzanise (CE)
Data di prova: 08.04.2023

DATI IDENTIFICATIVI DEL CAMPIONE

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal p.c.)	Tipo campione	Data prelievo
P5	C1	1,30-1,80	indisturbato	05.04.2023

DATI GENERALI

Contenitore:	Fustella	Pocket penetrometer Test (MPa)	***
Diametro (cm):	9,5	Pocket vane Test (MPa)	***
Lunghezza (cm):	46,0	Classe di Qualità (AGI)	Q5
Peso netto campione estratto (N)	56,9	Colore (Tabella colori Munsell)	2,5Y Olive brown 4/3

PROVE SPEDITIVE

DESCRIZIONE LITOLOGICA

Limo argilloso di colore marrone/verdastro con rari clasti poligenici millimetrici, moderatamente consistente.

Tecnico sperimentatore
Dr. Geol. M. MAGLIO

Direttore/Laboratorio
Dr. Geol. F. MARTONE

CARATTERISTICHE FISICHE GENERALI

Norma di riferimento: UNI CEN ISO/TS 17892-1, 2, 3 - ASTM D854 - ASTM D2216

MC-01 Rev. 01
del 03/01/2013

Pag. 1 di 1

Verbale di accettazione n°: TR 129/23
del: 07.04.2023

Certificato n°: 1306-2023
Data certificato: 14.04.2023

Richiedente: Geol. Tullio Ciccarone
Committente: MR Wind Srl
Cantiere: Realizzazione di un impianto fotovoltaico
Località: SP 217 - Grazzanise (CE)
Data di prova: 08.04.2023

DATI IDENTIFICATIVI DEL CAMPIONE

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal p.c.)	Tipo campione	Data prelievo
P5	C1	1,30-1,80	indisturbato	05.04.2023

RISULTATI DELLE PROVE

Grandezze indici rilevate in laboratorio

γ_n	Peso dell'unità di volume naturale	KN/m ³	17,49
γ_s	Peso specifico dei granuli	KN/m ³	26,52
w	Contenuto di acqua naturale	%	35,46

Grandezze indici derivate analiticamente

γ_d	Peso dell'unità di volume secco	KN/m ³	12,91
n	Porosità	%	51,33
e	Indice dei vuoti	---	1,05
s_r	Grado di saturazione	%	90,92
γ_{sat}	Peso dell'unità di volume saturo	KN/m ³	17,94
γ'	Peso dell'unità di volume sommerso	KN/m ³	8,14

Tecnico sperimentatore
Dr. Geol. M. MAGLIO

Direttore Laboratorio
Dr. Geol. F. MARTONE

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Norma di riferimento: Raccomandazioni AGI - UNI CEN ISO/TS 17892-10

MC - 08 Rev. 01
del 03/01/2013

Pag. 1 di 6

Verbale di accettazione n°: **TR 129/23** Certificato n°: **1307-2023**
del: **07.04.2023** Data certificato: **14.04.2023**
Richiedente: Geol. Tullio Ciccarone
Committente: MR Wind Srl
Cantiere: Realizzazione di un impianto fotovoltaico
Località: SP 217 - Grazzanise (CE)
Data di prova: 08.04.2023

Dati identificativi del campione

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal pc)	Tipo campione	Data di prelievo
P5	C1	1,30-1,80	indisturbato	05.04.2023

Tipo di prova	Consolidata drenata	
Velocità di prova	0,0091	mm/min

Caratteristiche del campione

	Sezione (cm ²)	Altezza iniziale (mm)	Peso Volume (KN/m ³)	Contenuto acqua iniziale (%)	Contenuto acqua finale (%)
Provino 1	36,00	23,00	17,61	35,30	37,23
Provino 2	36,00	23,00	17,49	35,61	37,12
Provino 3	36,00	23,00	17,35	36,83	37,33

Fase di consolidazione

	Tempo (ore)	Carico applicato (KPa)	Cedimento (mm)
Provino 1	24	50	0,31
Provino 2	24	100	0,58
Provino 3	24	150	0,86

ATTREZZATURA UTILIZZATA: MATEST N/S S277-01/AD/0004

Tecnico sperimentatore
Dr. Geol. M. MAGLIO

Direttore Laboratorio
Dr. Geol. E. MARTONE

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Norma di riferimento: Raccomandazioni AGI - UNI CEN ISO/TS 17892-10

MC - 08 Rev. 01
del 03/01/2013

Pag. 2 di 6

Verbale di accettazione n°: TR 129/23

Certificato n°: 1307-2023

del: 07.04.2023

Data certificato: 14.04.2023

Richiedente: Geol. Tullio Ciccarone

Committente: MR Wind Srl

Cantiere: Realizzazione di un impianto fotovoltaico

Località: SP 217 - Grazzanise (CE)

Data di prova: 08.04.2023

Dati identificativi del campione

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal pc)	Tipo campione	Data di prelievo
P5	C1	1,30-1,80	indisturbato	05.04.2023

Dati relativi al provino 1

σ_v 50 KPa														
dt	Sh	Sv	F	τ	dt	Sh	Sv	F	τ	dt	Sh	Sv	F	τ
min	mm	mm	KN	KPa	min	mm	mm	KN	KPa	min	mm	mm	KN	KPa
0	0,00	0,000	0,000	0,0										
20	0,18	0,016	0,019	5,4										
40	0,36	0,026	0,039	10,8										
60	0,55	0,040	0,052	14,5										
80	0,73	0,054	0,064	17,8										
100	0,91	0,065	0,076	21,2										
120	1,09	0,079	0,087	24,1										
140	1,27	0,090	0,095	26,4										
160	1,46	0,102	0,101	28,1										
180	1,64	0,117	0,104	28,9										
200	1,82	0,130	0,107	29,8										
220	2,00	0,140	0,110	30,6										
240	2,18	0,154	0,112	31,2										
260	2,37	0,167	0,114	31,7										
280	2,55	0,182	0,116	32,3										
300	2,73	0,193	0,118	32,8										
320	2,91	0,206	0,120	33,2										
340	3,09	0,218	0,117	32,5										
360	3,28	0,228	0,115	32,0										
380	3,46	0,238	0,114	31,6										
400	3,64	0,250	0,112	31,1										
420	3,82	0,262	0,110	30,5										
440	4,00	0,274	0,107	29,8										
460	4,19	0,282	0,106	29,3										
480	4,37	0,294	0,104	28,9										
500	4,55	0,304	0,103	28,5										
520	4,73	0,315	0,102	28,2										
540	4,91	0,322	0,101	28,1										

Pressione a rottura	33,2 (KPa)
Deformazione a rottura	2,91 (mm)

Tecnico sperimentatore
Dr. Geol. M. MAGLIO

Direttore Laboratorio
Dr. Geol. F. MARTONE

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Norma di riferimento: Raccomandazioni AGI - UNI CEN ISO/TS 17892-10

MC - 08 Rev. 01
del 03/01/2013

Pag. 3 di 6

Verbale di accettazione n°: TR 129/23

Certificato n°: 1307-2023

del: 07.04.2023

Data certificato: 14.04.2023

Richiedente: Geol. Tullio Ciccarone

Committente: MR Wind Srl

Cantiere: Realizzazione di un impianto fotovoltaico

Località: SP 217 - Grazzanise (CE)

Data di prova: 08.04.2023

Dati identificativi del campione

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal pc)	Tipo campione	Data di prelievo
P5	C1	1,30-1,80	indisturbato	05.04.2023

Dati relativi al provino 2

σ_v 100 KPa														
dt	Sh	Sv	F	τ	dt	Sh	Sv	F	τ	dt	Sh	Sv	F	τ
min	mm	mm	KN	KPa	min	mm	mm	KN	KPa	min	mm	mm	KN	KPa
0	0,00	0,000	0,000	0,0										
20	0,18	0,035	0,036	10,1										
40	0,36	0,056	0,067	18,7										
60	0,55	0,076	0,098	27,2										
80	0,73	0,094	0,118	32,9										
100	0,91	0,111	0,141	39,1										
120	1,09	0,126	0,161	44,7										
140	1,27	0,142	0,175	48,7										
160	1,46	0,157	0,184	51,1										
180	1,64	0,171	0,191	53,1										
200	1,82	0,183	0,198	55,1										
220	2,00	0,194	0,203	56,3										
240	2,18	0,211	0,206	57,3										
260	2,37	0,226	0,210	58,3										
280	2,55	0,238	0,213	59,1										
300	2,73	0,248	0,216	60,1										
320	2,91	0,258	0,211	58,5										
340	3,09	0,270	0,205	56,9										
360	3,28	0,283	0,201	55,7										
380	3,46	0,293	0,195	54,3										
400	3,64	0,301	0,189	52,5										
420	3,82	0,312	0,183	50,9										
440	4,00	0,323	0,178	49,5										
460	4,19	0,333	0,173	48,0										
480	4,37	0,339	0,167	46,3										
500	4,55	0,345	0,164	45,5										
520	4,73	0,350	0,161	44,7										
540	4,91	0,354	0,158	44,0										

Pressione a rottura 60,1 (KPa)

Deformazione a rottura 2,73 (mm)

Tecnico sperimentatore
Dr. Geol. M. MAGLIO

Direttore Laboratorio
Dr. Geol. F. MARTONE

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Norma di riferimento: Raccomandazioni AGI - UNI CEN ISO/TS 17892-10

MC - 08 Rev. 01
del 03/01/2013

Pag. 4 di 6

Verbale di accettazione n°: TR 129/23

Certificato n°: 1307-2023

del: 07.04.2023

Data certificato: 14.04.2023

Richiedente: Geol. Tullio Ciccarone

Committente: MR Wind Srl

Cantiere: Realizzazione di un impianto fotovoltaico

Località: SP 217 - Grazzanise (CE)

Data di prova: 08.04.2023

Dati identificativi del campione

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal pc)	Tipo campione	Data di prelievo
P5	C1	1,30-1,80	indisturbato	05.04.2023

Dati relativi al provino 3

σ_v 150 KPa															
dt	Sh	Sv	F	τ	dt	Sh	Sv	F	τ	dt	Sh	Sv	F	τ	
min	mm	mm	KN	KPa	min	mm	mm	KN	KPa	min	mm	mm	KN	KPa	
0	0,00	0,000	0,000	0,0											
20	0,18	0,048	0,058	16,2											
40	0,36	0,085	0,106	29,5											
60	0,55	0,111	0,145	40,3											
80	0,73	0,133	0,174	48,3											
100	0,91	0,153	0,202	56,0											
120	1,09	0,173	0,223	62,0											
140	1,27	0,185	0,242	67,1											
160	1,46	0,199	0,255	70,8											
180	1,64	0,212	0,266	73,8											
200	1,82	0,226	0,274	76,0											
220	2,00	0,242	0,279	77,4											
240	2,18	0,260	0,284	79,0											
260	2,37	0,276	0,289	80,2											
280	2,55	0,291	0,292	81,2											
300	2,73	0,303	0,294	81,8											
320	2,91	0,316	0,296	82,1											
340	3,09	0,330	0,289	80,2											
360	3,28	0,341	0,282	78,4											
380	3,46	0,348	0,274	76,0											
400	3,64	0,357	0,264	73,4											
420	3,82	0,368	0,257	71,4											
440	4,00	0,377	0,250	69,4											
460	4,19	0,384	0,241	66,9											
480	4,37	0,392	0,234	64,9											
500	4,55	0,397	0,229	63,5											
520	4,73	0,405	0,223	62,0											
540	4,91	0,410	0,220	61,1											

Pressione a rottura 82,1 (KPa)

Deformazione a rottura 2,91 (mm)

Tecnico sperimentatore
Dr. Geol. M. MAGLIO

Direttore Laboratorio
Dr. Geol. F. MARTONE

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Norma di riferimento: Raccomandazioni AGI - UNI CEN ISO/TS 17892-10

MC - 08 Rev. 01
del 03/01/2013

Pag. 5 di 6

Verbale di accettazione n°: TR 129/23

Certificato n°: 1307-2023

del: 07.04.2023

Data certificato: 14.04.2023

Richiedente: Geol. Tullio Ciccarone

Committente: MR Wind Srl

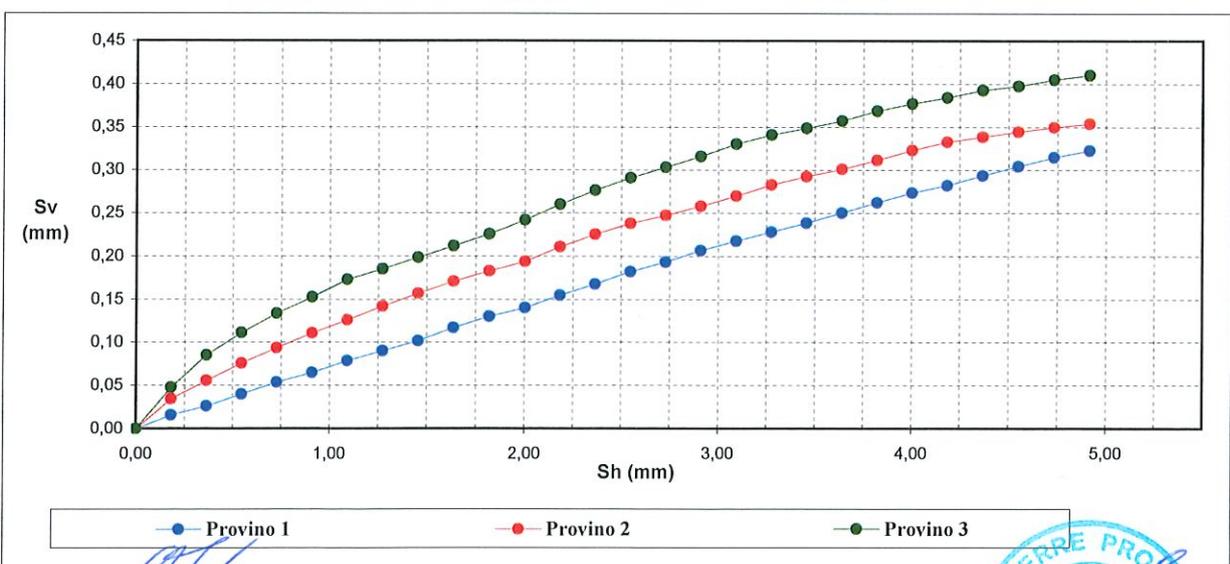
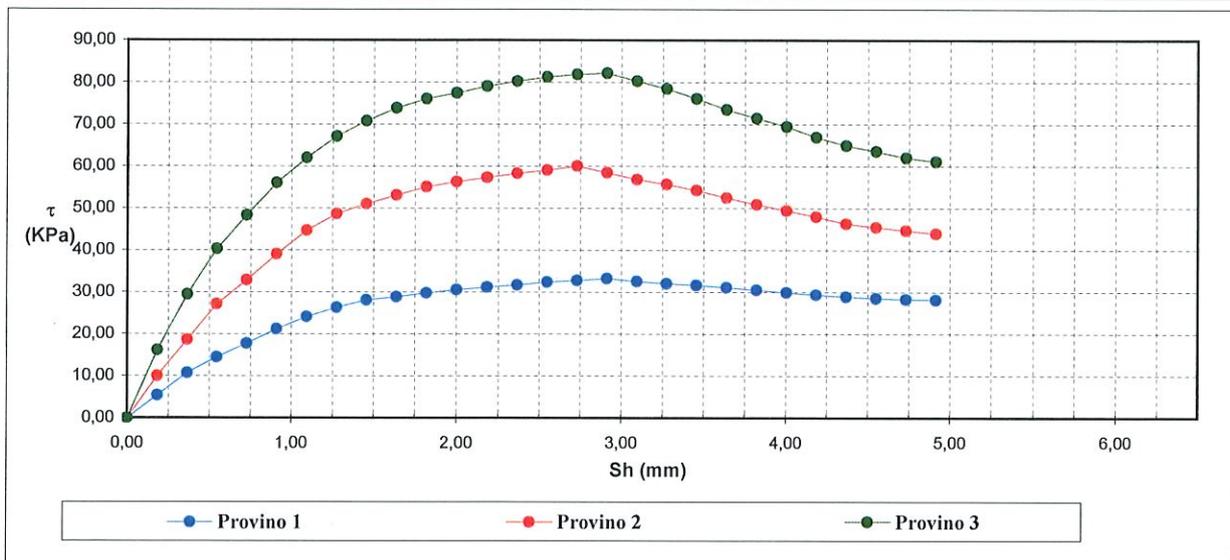
Cantiere: Realizzazione di un impianto fotovoltaico

Località: SP 217 - Grazzanise (CE)

Data di prova: 08.04.2023

Dati identificativi del campione

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal pc)	Tipo campione	Data di prelievo
P5	C1	1,30-1,80	indisturbato	05.04.2023



Tecnico sperimentatore
Dr. Geol. M. MAGLIO

Direttore Laboratorio
Dr. Geol. F. MARTONE

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Norma di riferimento: Raccomandazioni AGI - UNI CEN ISO/TS 17892-10

MC - 08 Rev. 01
del 03/01/2013

Pag. 6 di 6

Verbale di accettazione n°: TR 129/23
del: 07.04.2023

Certificato n°: 1307-2023
Data certificato: 14.04.2023

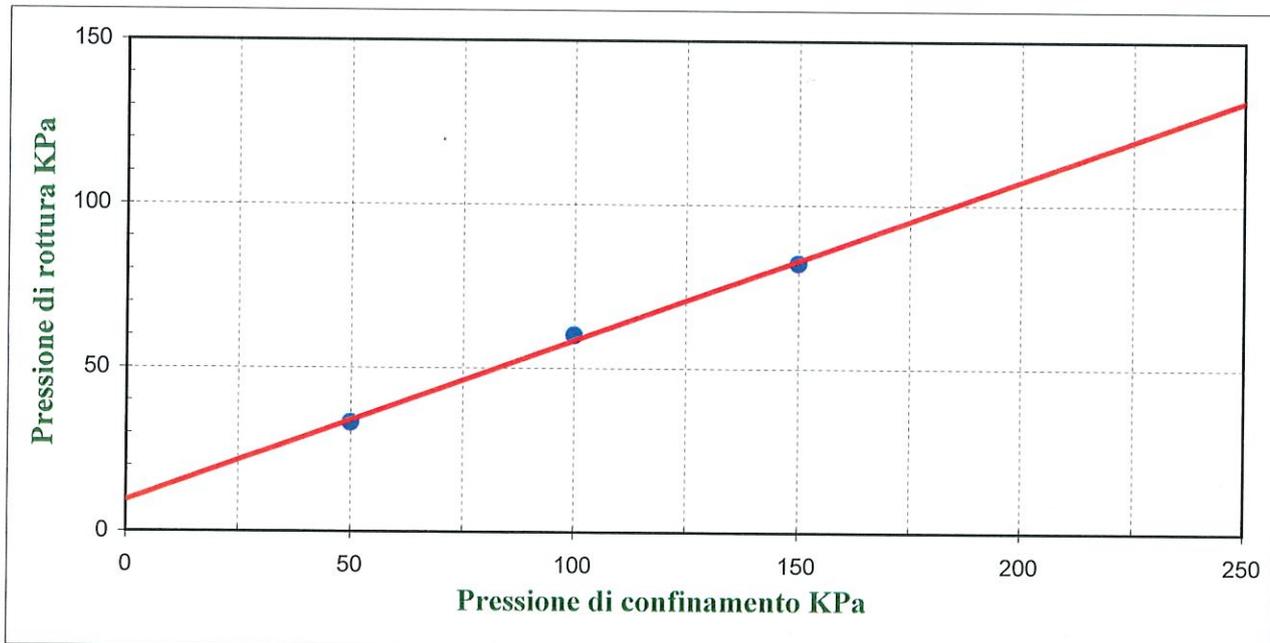
Richiedente: Geol. Tullio Ciccarone
Committente: MR Wind Srl
Cantiere: Realizzazione di un impianto fotovoltaico
Località: SP 217 - Grazzanise (CE)
Data di prova: 08.04.2023

Dati identificativi del campione

Sondaggio	Campione	Profondità (m dal pc)	Tipo campione	Data di prelievo
P5	C1	1,30-1,80	indisturbato	05.04.2023

Parametri meccanici a rottura

	Press. di consolidazione (KPa)	Press. di rottura (KPa)	Def. a rottura (mm)
Provino 1	50,00	33,20	2,91
Provino 2	100,00	60,10	2,73
Provino 3	150,00	82,10	2,91



Risultati sperimentali

Angolo di attrito **26,06** Gradi
Coesione **9,57** KPa

Tecnico sperimentatore
Dr. Geol. M. MAGLIO

Direttore Laboratorio
Dr. Geol. F. MARTONE



Cognome **CICCARONE**
 Nome **TULLIO**
 nato il **02-01-1969**
 (atto n. **00018** p. **1** s. **A** 1969)
 a **BATTIPAGLIA (SA)**
 Cittadinanza **ITALIANA**
 Residenza **BELLIZZI (SA)**
 Via **PARISI D. 6 i.4**
 Stato civile **=====**
 Professione **GEOLOGO**
 CONNOTATI E CONTRASSEGNI SALIENTI
 Statura **185**
 Capelli **Castani**
 Occhi **Castani**
 Segni particolari **=====**



Firma del titolare *Tullio Ciccarone*
BELLIZZI li. **12-08-2016**
 IL SINDACO
 UFFICIALE D'ANAGRAFE
 Antonio Ciccarone
Antonio Ciccarone

