

REGIONE BASILICATA



COMUNE DI ALIANO



IMPIANTO AGRO - FOTOVOLTAICO

PROGETTO REALIZZAZIONE IMPIANTO FOTOVOLTAICO E
RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE IN AGRO ALIANO – MT

POTENZA NOMINALE 20 MW

LOCALITÀ PANTANO

PROGETTO DEFINITIVO

**N° ALLEGATO
A2**



RELAZIONE GEOLOGICA

COMMITTENTE

GEMINI WIND SRL

20141 - MILANO

IL GEOLOGO



DATA: DICEMBRE 2022



INDICE

PREMESSA.....	1
DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO.....	2
COLLOCAZIONE GEOGRAFICA E CATASTALE.....	4
VERIFICA DI CONFORMITÀ ALLE NORME DEL PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO DELL'AUTORITÀ DI BACINO.....	5
INQUADRAMENTO GEOLOGICO-REGIONALE.....	7
CARATTERISTICHE GEOLOGICHE.....	10
CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE.....	11
CARATTERISTICHE IDROLOGICHE ED IDROGEOLOGICHE.....	14
INDAGINI GEOGNOSTICHE.....	15
PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE CONTINUE.....	15
RISULTATI DELLE INDAGINI SISMICHE A RIFRAZIONE.....	29
PERICOLOSITÀ SISMICA E SISMICITÀ STORICA DEL SITO.....	3
MODELLO GEOLOGICO DEL SOTTOSUOLO.....	13
VALUTAZIONI TECNICHE CONCLUSIVE.....	14

PREMESSA

Su incarico della società Gemini Wind S.r.l. con sede legale in Milano (MI) lo scrivente ha redatto il presente studio geologico a supporto del progetto definitivo per la realizzazione di un impianto fotovoltaico della potenza di 20 Mw in località Pantano del comune di Aliano (PZ), in ottemperanza alle seguenti normative:

- L.R. n. 9 del 07/06/2011 “Disposizioni urgenti in materia di Microzonazione Sismica”.
- L.R. 11.8.99 n.23 "Tutela, governo ed uso del territorio”.
- D.M. 14.01.2018 – Aggiornamento delle “Norme Tecniche per le costruzioni”.
- R.D. 3267/23 - D.G.R. n. 412/2015: disposizioni in Materia di Vincolo Idrogeologico-RDL 3267/23 "Riordinamento e Riforma Legislazione in Materia di Boschi e Terreni Montani "L.R. n.42/1998 " Norme in Materia Forestale Art.16-2.
- “NTA del Piano Stralcio per l’Assetto Idrogeologico vigente dell’Autorità di Bacino Distrettuale dell’Appennino Meridionale”.

Il piano delle indagini geognostiche ha previsto l’esecuzione di indagini sismiche masw e del tipo a rifrazione e di prove penetrometriche dinamiche continue.

ALLEGATI – TAVOLE GRAFICHE:

- Planimetria con ubicazione delle indagini geognostiche - scala 1:5.000 (Elaborato A.12.a.7).
- Carta Geologica – scala 1:5.000 (Elaborato A.12.a.8).
- Carta Geomorfologica – scala 1:5.000 (Elaborato A.12.a.9).
- Carta Idrogeologica – scala 1:5.000 (Elaborato A.12.a.10).
- Sezione Geologica – scala 1:2.000 (Elaborato A.12.a.11).
- Corografia dei bacini idrografici – scala 1:20.000 (Elaborato A.12.a.12).

DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

Come riportato nella relazione tecnica a corredo degli elaborati progettuali l'intervento riguarda la realizzazione di un impianto fotovoltaico in area agricola situata a sud est rispetto all'abitato di Aliano (PZ).

Per il cavidotto di connessione MT è previsto l'interramento lungo strade esistenti dal punto di raccolta e fino a raggiungere la Stazione Enel ubicata sempre nel territorio di Aliano, a sudovest rispetto all'impianto fotovoltaico.

L'impianto sarà costituito da 32.240 moduli fotovoltaici in silicio monocristallino, bifacciali alloggiati su 1240 strutture di supporto ad inseguimento monoassiale in acciaio zincato infissi nel terreno.

Per l'installazione dei pannelli non sono previsti scavi ma l'infissione dei profili di palificazione nel terreno viene eseguito con macchina operatrice battipali idraulica. Questo procedimento di infissione consente di evitare la realizzazione di plinti in cemento armato.

I profili di sostegno sono costituiti da tubolari metallici in acciaio zincato a caldo opportunamente dimensionati, che vengono posizionati ad un'altezza di circa 2,7-3 m e posizionati orizzontalmente seguendo l'andamento del terreno.

La profondità di infissione solitamente è pari a circa 2 metri.

Il parco fotovoltaico sarà composto da 8 sottocampi distinti, interconnessi tra loro, che saranno realizzati seguendo la naturale orografia del sito di progetto con tracker posti a debita distanza in modo da non ombreggiarsi.

Dalla Cabina di Consegna parte il cavidotto interrato della lunghezza di 11.7 km per il collegamento alla Stazione di Utenza di Raccordo alla S.E Terna.

La Stazione di Utenza di Raccordo verrà realizzata in prossimità della stazione di rete Enel di "Aliano", individuata catastalmente al foglio 47 particella 380 dello stesso Comune di Aliano.

Per accedere ai luoghi si utilizzeranno le stradine interpoderali esistenti nelle immediate vicinanze con accesso principale dalla S.S. n. 598 di Fondo Val D'Agri.

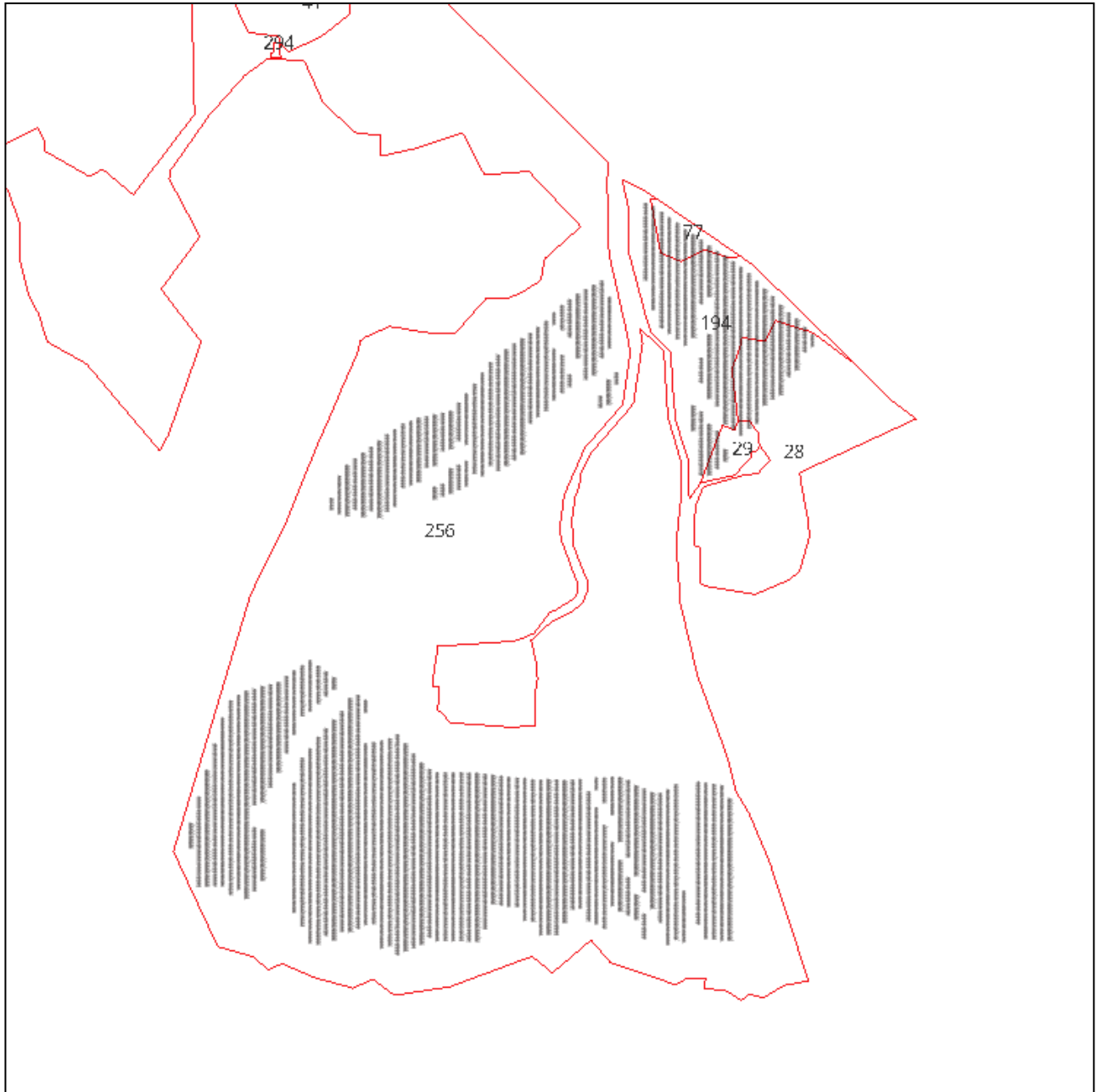
L'interramento dei cavidotti avverrà prevalentemente lungo strada esistente e a margine di terreni agricoli e comporta degli scavi strettamente necessari alla loro posa fino ad una profondità massima di 0,80 – 1.00 m, pertanto saranno degli scavi di dimensioni contenute che non influiranno minimamente sulla stabilità geomorfologica dell'area.

In corrispondenza di interferenze del cavidotto con corsi d'acqua si è scelto di utilizzare la tecnica T.O.C. mediante l'utilizzo di una perforatrice per trivellazione orizzontale controllata, in modo che il tubo passi al di sotto dell'alveo, senza modificare la morfologia del torrente non influenzando in alcun modo sulla natura dell'alveo, senza modificare le portate di deflusso e senza modificare la natura delle fasce di rispetto di 150 m da entrambe le sponde dei corsi d'acqua iscritti al registro delle acque pubbliche.

Si fa presente alla committenza ed al Progettista che per le interferenze del cavidotto di connessione con i corsi d'acqua iscritti nel registro delle acque pubbliche è da redarre apposito Studio di compatibilità idraulica ed idrologica.

COLLOCAZIONE GEOGRAFICA E CATASTALE

L'impianto fotovoltaico verrà realizzato a terra, in un'area che si estende su una superficie agricola posta nella porzione sudorientale del territorio comunale di Aliano (PZ) in contrada "Pantano" catastalmente riportata nel Foglio n. 34, particella 256 e nel Foglio 35 particelle 77 - 194 - 28 - 29 - 28.



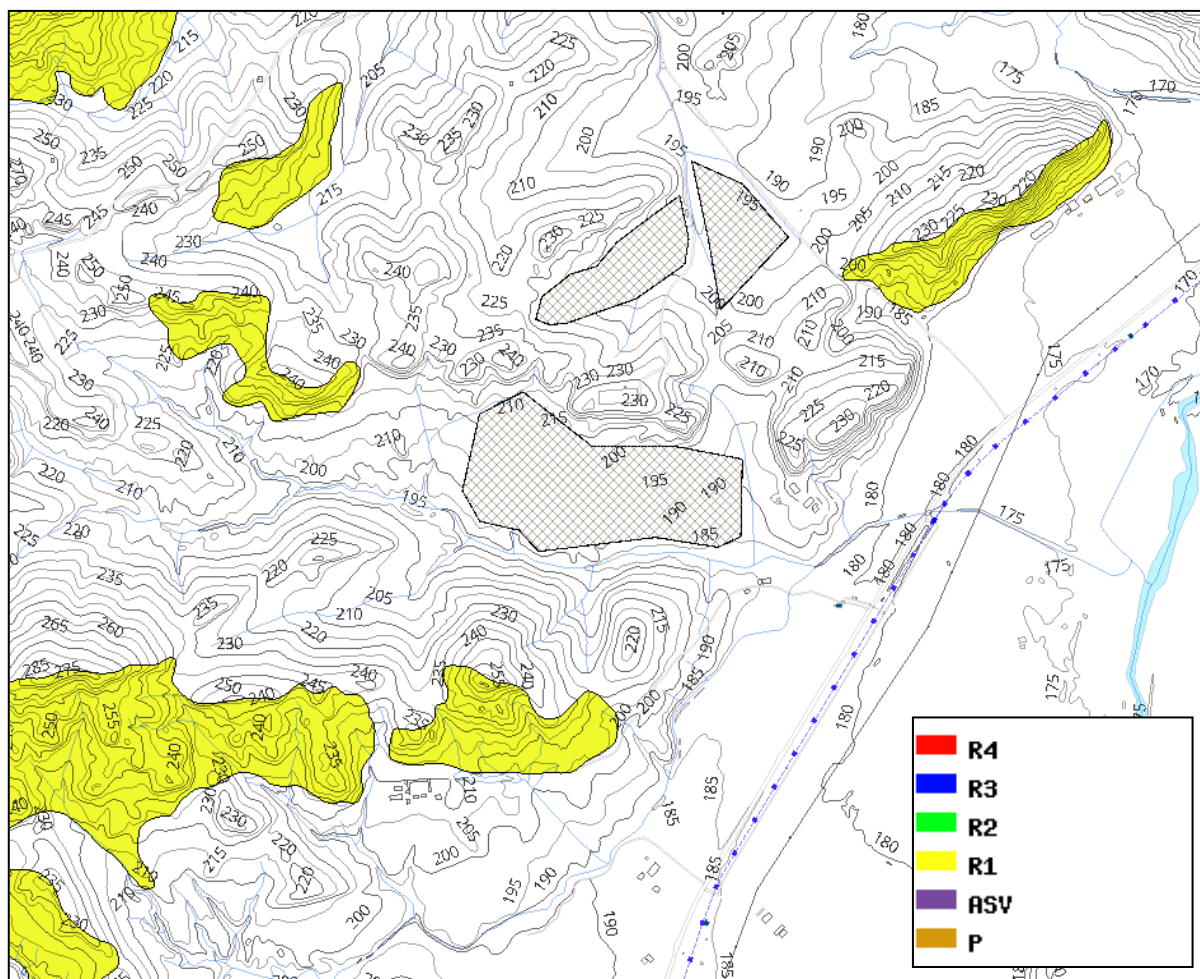
INQUADRAMENTO CATASTALE

VERIFICA DI CONFORMITA' ALLE NORME DEL PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO DELL'AUTORITÀ DI BACINO

La stesura del presente Studio Geologico è stata suffragata dalla consultazione del Piano Stralcio per la Difesa del Rischio Idrogeologico che rappresenta uno strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo con il quale sono programmate e pianificate le azioni e le norme d'uso riguardanti la difesa dal rischio idraulico ed idrogeologico del territorio.

Il territorio comunale di Sant'Arcangelo rientra nel territorio di competenza dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale.

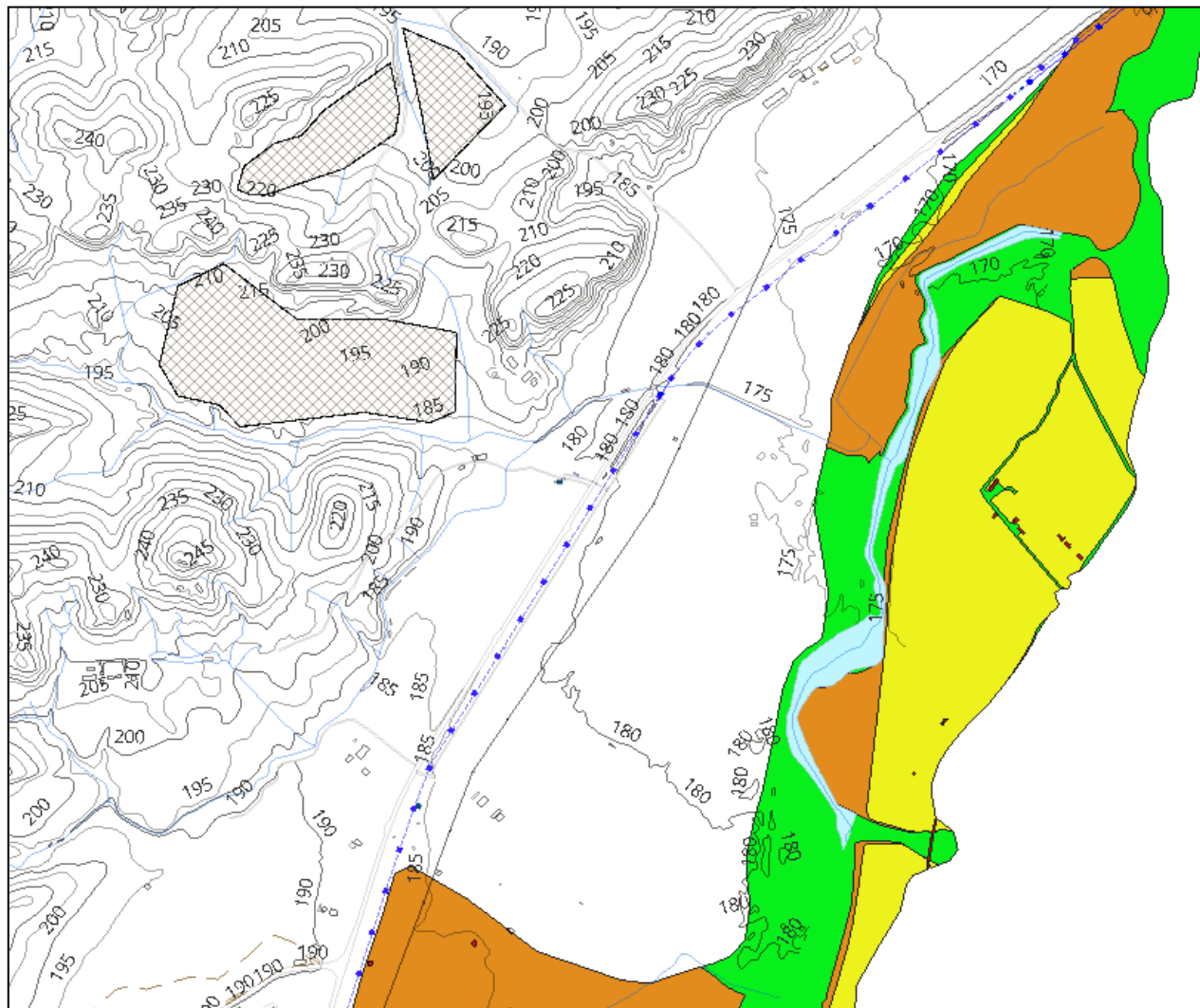
Dalla consultazione delle Tavole del Rischio da frana del Piano per l'Assetto idrogeologico non risultano interferenze delle opere in progetto con le aree a rischio da frana.



Per le aree occupate dell'impianto che non interferiscono con quelle classificate a rischio si applica quanto disposto dall'art. 1 c.8 e dall'art. 4-quater delle NdA del PAI.

Dalla consultazione del Piano di Gestione del Rischio Alluvioni – mappa del Rischio

Idraulico TAV 11R - si evince che il parco fotovoltaico non interferisce con aree a rischio idraulico al contrario del cavidotto che nel suo tracciato lungo le strade esistenti, segnatamente in prossimità dell'abitato di Sant'Arcangelo interferisce con aree a rischio R1 ed R2; tale attraversamento è consentito ai sensi dell'art. 10 c.2 delle NTA.

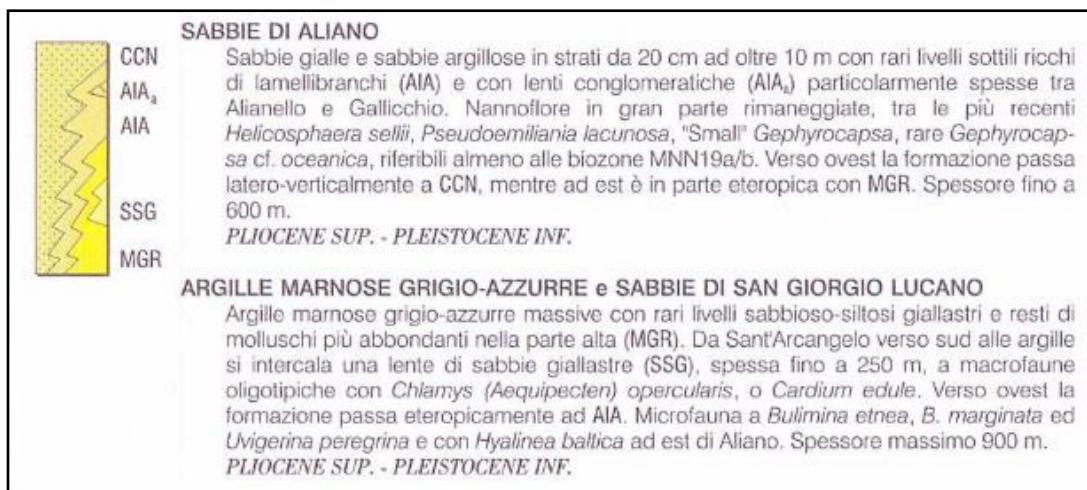
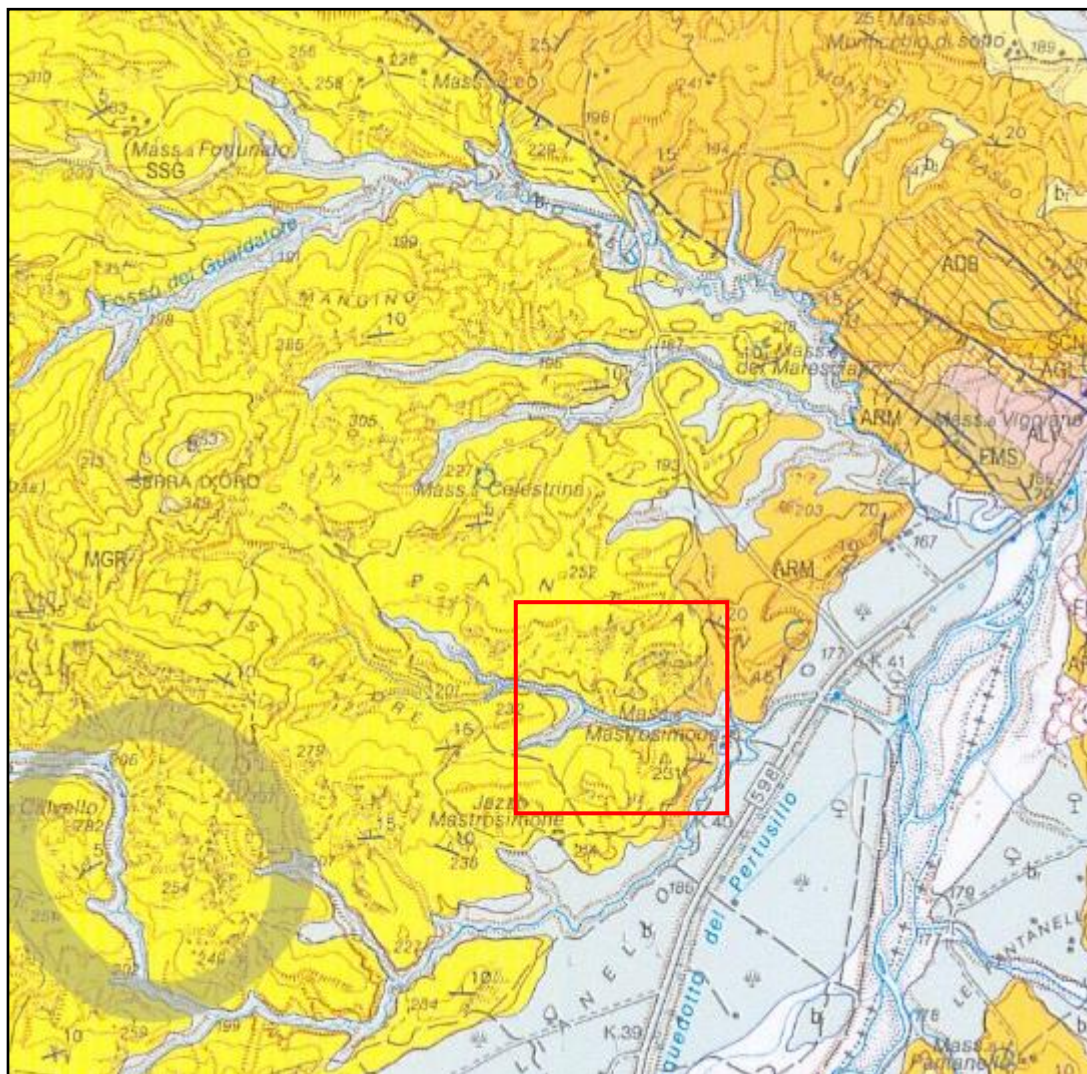


R4 aree/elementi a rischio molto elevato	sono possibili perdite di vite umane e lesioni gravi alle persone, danni gravi agli edifici, alle infrastrutture ed al patrimonio ambientale, la distruzione di attività socio-economiche
R3 aree/elementi a rischio elevato	sono possibili problemi per l'incolumità delle persone, danni funzionali agli edifici e alle infrastrutture con conseguenti inagibilità degli stessi, la interruzione di funzionalità delle attività socio-economiche e danni relativi al patrimonio ambientale
R2 aree/elementi a rischio medio	sono possibili danni minori agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale che non pregiudicano l'incolumità delle persone, l'agibilità degli edifici e la funzionalità delle attività economiche
R1 aree/elementi a rischio moderato o nullo	i danni sociali, economici ed al patrimonio ambientale sono trascurabili o nulli

ESTRATTO PGRA ED UBICAZIONE IMPIANTO

INQUADRAMENTO GEOLOGICO-REGIONALE

Dal punto di vista dell'inquadramento geologico regionale il territorio in esame è compreso nel Foglio geologico 506 del Progetto Carg in scala 1:50.000.



L'area di interesse è ubicata all'estremità meridionale dell'Appennino Lucano, nella parte settentrionale del bacino plio-pleistocenico di Sant'Arcangelo che si sviluppa su un'area allungata in direzione NW-SE

Dal punto di vista geologico-strutturale l'intera area è situata su una fascia marginale dell'Appennino Lucano in un bacino sedimentario definito come un *piggyback basin* individuatosi nel Pliocene superiore al di sopra delle coltri alloctone appenniniche (Caldara *et alii*, 1988).

A grande scala si presenta come un'ampia sinforme colmata da una potente successione plio-pleistocenica con spessore superiore a 3000m (Hyppolite *et alii*, 1994, Zavala, 2000). Queste sono state interpretate in modo differente da vari autori (Vezzani, 1967, Caldara *et alii*, 1988), ma nella carta geologica è stata in buona parte seguita la suddivisione in cicli proposta da Pieri *et alii*, 1994.

I sedimenti che riempiono questo bacino sono prevalentemente clastici di tipo argilloso-sabbiosi e conglomeratici, e nella parte superiore da depositi argillosi di età plio-pleistocenica.

I depositi preplioceni, piegati e fagliati, sono generalmente implicati in fenomeni tettonici che hanno comportato nei vari strati sollecitazioni di entità tale da determinare una intensa fratturazione con conseguente mutamento delle originarie caratteristiche fisico-meccaniche.

In seguito alla neotettonica questa porzione di Appennino si presenta come un complesso edificio a falde di ricoprimento, accavallate e traslate le une rispetto alle altre e quindi, i motivi strutturali delle Formazioni comprese in questo settore costituiscono monoclinali ad andamento appenninico e immersione a SW.

Le formazioni quarzoarenitico-argillose affiorano alle quote più alte dei versanti, al di sopra di queste unità giace, in discordanza, la serie plio-pleistocenica del bacino di Sant'Arcangelo, costituiti alla base da terreni sabbioso-conglomeratici che passano ad argille grigio-azzurre e a sabbie o conglomerati sabbiosi.

La irregolarità dei versanti è altresì determinata da numerosi fenomeni gravitativi, recenti ed attuali che hanno prodotto, nei fianchi collinari, una serie di vallecole e depressioni, a loro

volta approfondite dall'erosione delle acque torrentizie.

Il Bacino di Sant'Arcangelo è allungato in direzione NW-SE e si è individuato a partire dal Pliocene superiore al di sopra delle coltri alloctone appenniniche, durante le ultime fasi di avanzamento della catena (Caldara et al., 1988; Hyppolite et al., 1994).

A grande scala si presenta come un'ampia sinforme colmata da una potente successione plio-pleistocenica con spessore superiore a 3000 m (Hyppolite et al., 1994; Zavala, 2000).

Il rilevamento geologico eseguito in campo ha permesso di individuare i terreni affioranti costituiti da argille marnose grigio-azzurre a frattura concoide con stratificazione suborizzontale.

CARATTERISTICHE GEOLOGICHE

Il rilevamento geologico e le osservazioni di sezioni ben esposte nell'area di studio e la consultazione delle prove di laboratorio geotecnico eseguiti in area limitrofa, hanno permesso di identificare le caratteristiche tecniche e la natura dei terreni presenti, segnatamente le litologie sono ascrivibili alla seguente formazione:

Formazione delle Argille Marnose grigio-azzurre (Pliocene superiore - Pleistocene inferiore): costituiscono il substrato della locale successione e sono costituite da argille più o meno marnose di colore grigio-azzurro con intercalati alcuni livelli limoso-sabbiosi.

Di norma si presenta compatta e disposta in grossi banchi omogenei.

Da un punto di vista stratigrafico, esse sono rappresentate da una potente successione argilloso-siltosa, d'età compresa tra il Pliocene superiore e l'Emiliano.

Le argille limose di colore grigio-azzurro, si presentano generalmente in strati, con spessore variabile da qualche decimetro ad oltre 1 m.

Localmente si rivengono piccole lenti sabbiose concentrate in prevalenza nella parte alta della formazione, in particolare al passaggio con la sovrastante Formazione delle Sabbie di Aliano, che avviene verso nord in prossimità del centro abitato di Aliano.

Da dati bibliografici lo spessore affiorante delle argille si aggira nell'ordine dei 900 m.



PARTICOLARE DELLE ARGILLE MARNOSE

CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE

Lo studio geomorfologico eseguito è stato commisurato alle effettive problematiche dell'area di interesse ed esteso ad un ambito geomorfologico significativo rappresentato dalla porzione di territorio in cui i processi morfoevolutivi di versante possono interferire direttamente o indirettamente con le aree interessate dall'intervento.

La configurazione morfologica dell'area in studio è il risultato dalle caratteristiche litologiche, dall'assetto stratigrafico dei terreni affioranti e dall'azione modellatrice delle acque meteoriche.

L'idrografia superficiale subisce notevoli variazioni a causa di eventi meteorici di estrema intensità che producono un ruscellamento superficiale di notevole entità con linee ad andamento rettilineo.

L'assetto strutturale dell'area identifica una monoclinale immergente verso NNE con angoli di inclinazione variabili tra 30° e 40°.

Di conseguenza, in relazione alla morfologia dell'area, la giacitura risulta a reggipoggio in corrispondenza dei versanti con esposizione a sud e a franapoggio lungo quelli esposti a nord.

Questa difformità morfostrutturale determina le differenti tipologie di movimenti franosi che interessano ambedue i versanti: quelli meridionali, infatti, sono scavati da incisioni che, arretrando verso monte, possono generare fenomeni franosi in scarpate alte e più acclivi; viceversa, i versanti settentrionali sono generalmente interessati da fenomeni di scorrimento traslazionale lungo superfici coincidenti con gli strati limoso-argillosi, generando così una morfologia più dolce.

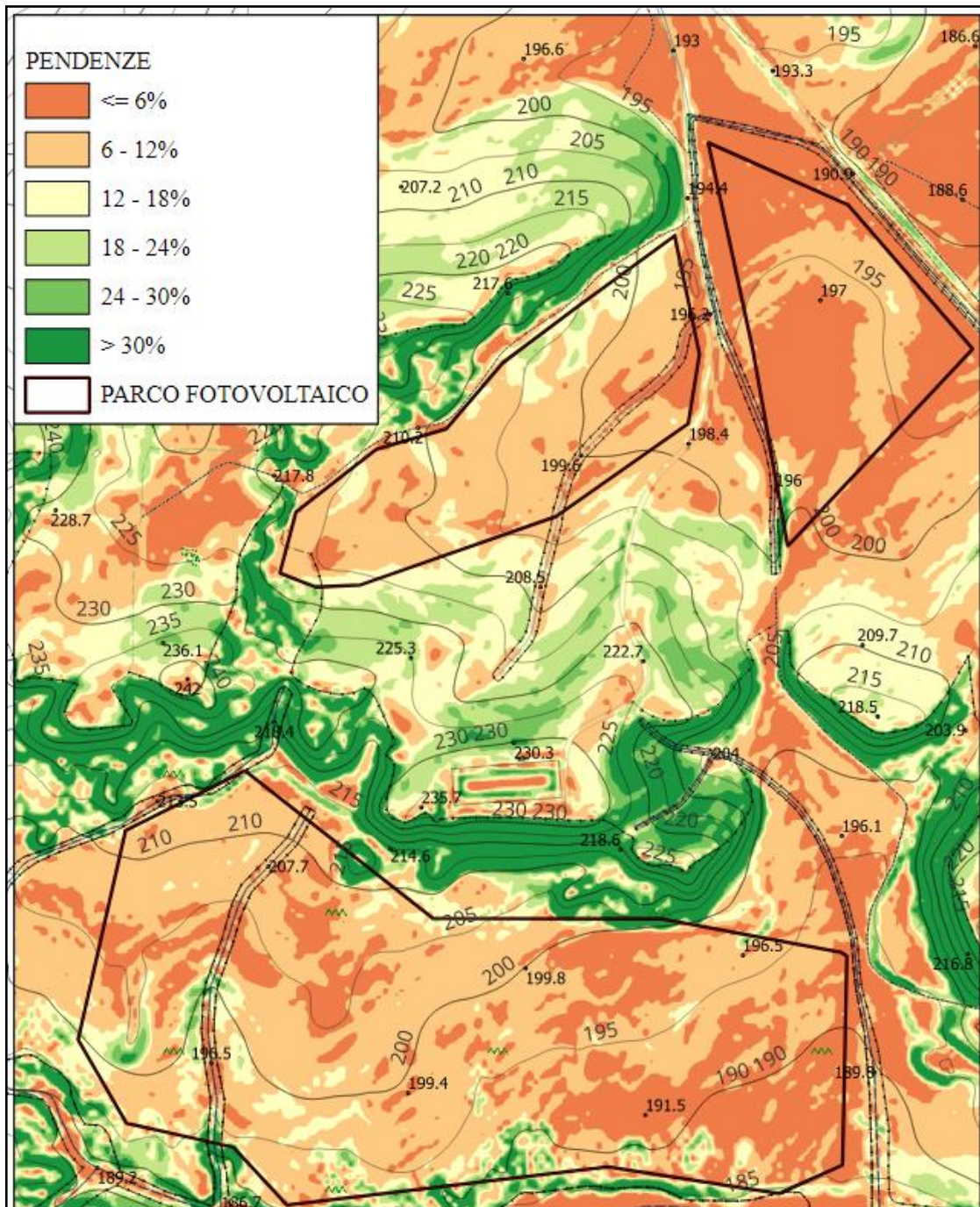
Nelle immagini seguenti si riporta una panoramica delle aree di interesse progettuale che si presentano debolmente acclivi e/o subpianeggianti.



La giacitura generale degli strati è verso nord, pertanto i versanti con esposizione verso i quadranti settentrionali hanno una giacitura a franapoggio meno inclinata del pendio con morfologia più blanda, al contrario le porzioni dei pendii esposte a sud, quindi con giacitura a reggipoggio, mostrano una maggiore acclività e dove denudati mostrano tipici fenomeni di

erosione a rivoli a luoghi incanalata, molto spesso di tipo calanchivo, con solchi lunghi e profondi.

Con riferimento alla risposta sismica locale in funzione delle “condizioni topografiche”, esse rientrano nella categoria T1, cioè: “*superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $\leq 15^\circ$* ” [punto 3.2.III del Decreto 17 Gennaio 2018: “*Aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni*”] con il valore massimo del “*coefficiente di amplificazione topografica S_T* ” sarà pari a 1.0 (Tabella 3.2.V del Decreto 17 Gennaio 2018: “*Aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni*”).



CARATTERISTICHE IDROLOGICHE ED IDROGEOLOGICHE

Il reticolo idrografico superficiale dell'area si presenta ben ramificato nelle zone di testata ed è rappresentato da corsi d'acqua a regime stagionale con portate che sono molto variabili nel corso dell'anno, quindi caratterizzati da un deflusso che dipende dagli eventi piovosi e dalla loro intensità con incrementi delle portate nei mesi piovosi invernali e scarse con alvei secchi nei periodi estivi e con scarse precipitazioni.

I relativi sottobacini idrografici mostrano un pattern idrografico dei tipo convergente e subendritico, in alcuni casi con fenomeni di cattura fluviale.

Si tratta di fossi che hanno profondamente inciso i terreni argillosi; le acque drenate da queste incisioni vengono recapitate nel fiume Agri situato ad est dell'area.

Data la natura argillosa dei terreni in caso di precipitazioni prevale il deflusso superficiale rispetto all'infiltrazione nel sottosuolo.

La permeabilità dei litotipi di natura argilloso-limoso si può considerare bassa in quanto, anche se dotati di porosità primaria, sono impermeabili a causa delle ridottissime dimensioni dei pori nei quali l'acqua viene fissata come acqua di ritenzione; ne deriva una circolazione nulla o trascurabile, anche nei livelli a prevalenza limosa o sabbiosa in quanto si tratta di sabbie fini con argilla.

Al complesso argilloso-limoso si attribuisce una permeabilità pari a $K = 10^{-8} - 10^{-9}$ m/s.

Nel corso dei sopralluoghi eseguiti in campo si ribadisce l'assenza della falda acquifera, infatti per un vasto areale non si rinvenivano pozzi idrici e/o sorgenti e altre opere di captazione idrica.

INDAGINI GEOGNOSTICHE

I dati ottenuti dal rilevamento geologico di superficie sono stati integrati e supportati con l'esecuzione sia di indagini geofisiche sia di indagini penetrometriche.

PROVE PENETROMETICHE DINAMICHE CONTINUE

Questa prova, normata dall'Eurocodice 7, è effettuata mediante infissione a percussione di una batteria di aste dotate di una punta di diametro 35.68 mm ed angolo di apertura 60°.

Il dispositivo di infissione della punta è costituito da un maglio avente massa pari a 30 Kg che cade liberamente da un'altezza di 0,20 m e consiste nell'infiggere la punta conica nel terreno, per tratti consecutivi di 10 cm con aste della lunghezza di un metro, misurando il numero di colpi necessari all'avanzamento.

La prova è stata effettuata con penetrometro dinamico della ditta Pagani srl modello DMP-3020 (tipo ISSMFE) che può raggiungere anche profondità di 20-25 m.

L'interpretazione dei dati ottenuti dalle prove penetrometriche dinamiche continue si basa sul raffronto con dati statistici, elaborati da un certo numero di prove eseguite in terreni coerenti (limi, argille) oppure incoerenti (ghiaie, sabbie), attraverso i quali è possibile effettuare una valutazione dei parametri di resistenza che può offrire il terreno in esame.

Le prove hanno permesso di ottenere informazioni sullo stato di consistenza del terreno in base al numero di colpi di un maglio per infissioni continue per tratti di 10 cm fino alla profondità di rifiuto.

Fatta questa premessa, necessaria ai fini della comprensione delle indagini penetrometriche, tenuto conto dei valori rilevati lungo ogni verticale d'indagine, risulta che i terreni attraversati sostanzialmente simili, a parte gli spessori, sono costituiti da: uno strato superficiale dello spessore di 0.40-0.60 m poco consistente costituiti da suolo; a profondità maggiore i terreni argilloso-limosi mostrano una resistenza alla penetrazione che aumenta con la profondità in terreni classificabili da consistenti a molto consistenti.

Di seguito si riportano le foto relative alle prove penetrometriche eseguite e la sintesi del numero di colpi registrati con la profondità.



FASI ESECUTIVE DELLE PROVE PENETROMETRICHE ESEGUITE

PROVA ... Nr.1

Strumento utilizzato...DMP 3020 PAGANI Prova eseguita in data 26-11-2022

Profondità prova 2.30 mt Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Minimo

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (KPa)
0.10	3	0.857	0.95	1.11	95.20	111.14
0.20	3	0.855	0.95	1.11	94.98	111.14
0.30	3	0.853	0.95	1.11	94.76	111.14
0.40	6	0.851	1.89	2.22	189.10	222.27
0.50	6	0.849	1.89	2.22	188.68	222.27
0.60	8	0.847	2.51	2.96	251.02	296.36
0.70	12	0.845	3.76	4.45	375.71	444.54
0.80	13	0.793	3.82	4.82	382.06	481.59
0.90	13	0.792	3.63	4.58	362.91	458.49
1.00	15	0.790	4.18	5.29	417.80	529.03
1.10	15	0.788	4.17	5.29	416.88	529.03
1.20	20	0.786	5.55	7.05	554.61	705.37
1.30	26	0.735	6.74	9.17	673.58	916.99
1.40	20	0.783	5.52	7.05	552.21	705.37
1.50	21	0.731	5.42	7.41	541.56	740.64
1.60	19	0.780	5.22	6.70	522.38	670.10
1.70	26	0.728	6.68	9.17	667.50	916.99
1.80	33	0.676	7.87	11.64	787.15	1163.87
1.90	34	0.675	7.72	11.44	772.09	1144.27
2.00	34	0.673	7.70	11.44	770.30	1144.27
2.10	30	0.722	7.29	10.10	728.60	1009.65
2.20	41	0.620	8.56	13.80	855.68	1379.85
2.30	41	0.619	8.54	13.80	853.61	1379.85

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.1

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata (KPa)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Terzaghi-Peck	Sanglerat	U.S.D. M.S.M	Schmertmann 1975	SUNDA (1983) Benassi e Vanelli	Fletcher (1965) Argilla di Chicago	Houston (1960)	Shioi - Fukui 1982	Begemann	De Beer
[1] - Argilla	2	0.60	12.26	24.52	8.04	18.93	33.34	17.95	57.37	9.81	28.44	24.52
[2] - Limo Argilloso	9	2.30	59.62	110.32	35.40	86.49	133.47	78.45	109.74	44.13	126.41	110.32

Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] - Argilla	2	0.60	A.G.I. (1977)	PCO CONSISTENTE
[2] - Limo Argilloso	9	2.30	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

	NSPT	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] - Argilla	2	0.60	10.18	34.37	53.17	12.38
[2] - Limo Argilloso	9	2.30	33.37	64.35	69.74	30.74

Angolo di resistenza al taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson Thornburn-Meyerhof 1956	Meyerhof (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerhof (1965)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanese National Railway	De Mello	Owasa ki & Iwasaki
[1] Argilla	2	0.60	2	27.57	20.57	28.56	32.77	30.37	20.48	27.6	24.87	21.32
[2] Limo Argilloso	9	2.30	9	29.57	22.57	30.52	31.5	33.29	26.62	29.7	37.2	28.42

Modulo di Young (Mpa)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[1] - Argilla	2	0.60	2	---	1.57	---	---	---
[2] - Limo Argilloso	9	2.30	9	---	7.06	10.48	---	---

Modulo Edometrico (Mpa)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[1] - Argilla	2	0.60	2	---	3.10	1.39	4.60
[2] - Limo Argilloso	9	2.30	9	---	4.51	6.27	7.66

Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - Argilla	2	0.60	2	Classificazione A.G.I	SCIOLTO
[2] - Limo Argilloso	9	2.30	9	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO

Peso unità di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità di Volume (KN/m ³)
[1] - Argilla	2	0.60	2	Terzaghi-Peck 1948	13.45
[2] - Limo Argilloso	9	2.30	9	Terzaghi-Peck 1948	14.36

Peso unità di volume saturo

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (KN/m ³)
[1] - Argilla	2	0.60	2	Terzaghi-Peck 1948	18.18
[2] - Limo Argilloso	9	2.30	9	Terzaghi-Peck 1948	18.75

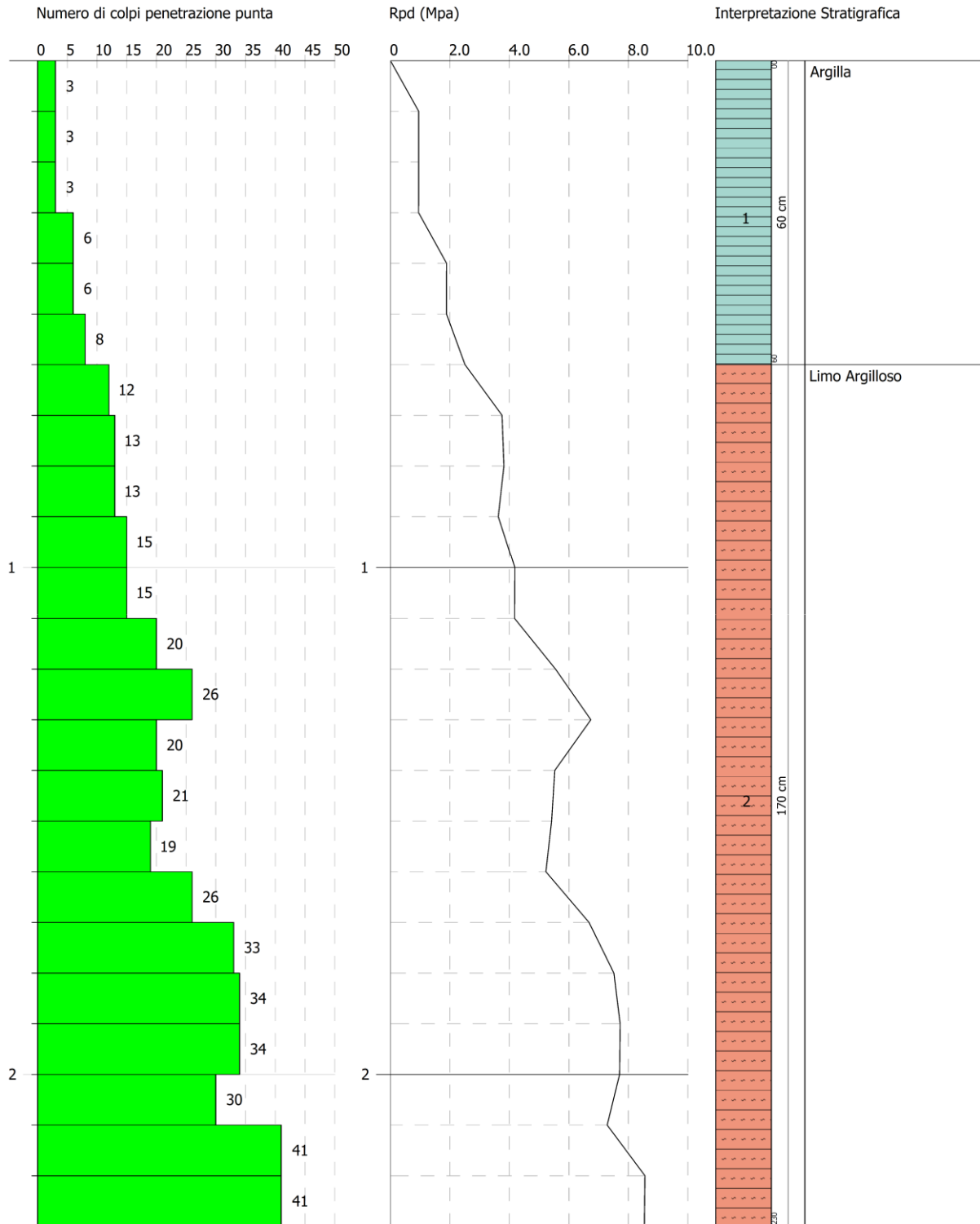
REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO IN LOCALITA' PANTANO DI ALIANO (MT)

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.1
Strumento utilizzato... DMP 3020 PAGANI

Committente:
Descrizione:
Località:

26-11-2022

Scala 1:11



PROVA ... Nr.2

Strumento utilizzato...DMP 3020 PAGANI Prova eseguita in data 26-11-2022

Profondità prova 2.00 mt Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Minimo

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (KPa)
0.10	3	0.857	0.95	1.11	95.20	111.14
0.20	3	0.855	0.95	1.11	94.98	111.14
0.30	3	0.853	0.95	1.11	94.76	111.14
0.40	4	0.851	1.26	1.48	126.07	148.18
0.50	3	0.849	0.94	1.11	94.34	111.14
0.60	16	0.797	4.72	5.93	472.40	592.72
0.70	23	0.745	6.35	8.52	634.90	852.04
0.80	25	0.743	6.88	9.26	688.42	926.13
0.90	22	0.742	5.75	7.76	575.36	775.91
1.00	17	0.790	4.74	6.00	473.51	599.57
1.10	17	0.788	4.72	6.00	472.46	599.57
1.20	15	0.786	4.16	5.29	415.96	529.03
1.30	20	0.785	5.53	7.05	553.40	705.37
1.40	23	0.733	5.94	8.11	594.49	811.18
1.50	26	0.731	6.70	9.17	670.50	916.99
1.60	33	0.680	7.91	11.64	790.91	1163.87
1.70	38	0.678	9.09	13.40	908.57	1340.21
1.80	39	0.626	8.61	13.75	861.50	1375.48
1.90	45	0.625	9.46	15.14	946.16	1514.47
2.00	60	0.623	12.58	20.19	1258.39	2019.29

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.2

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata (KPa)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Terzaghi-Peck	Sanglerat	U.S.D. M.S.M	Schmertmann 1975	SUNDA (1983) Benassi e Vanelli	Fletcher (1965) Argilla di Chicago	Houston (1960)	Shioi - Fukui 1982	Begemann	De Beer
[1] - argilla	2.35	0.50	14.42	28.83	9.41	22.26	33.34	21.08	59.92	11.47	35.60	28.83
[2] - argilla e limo	11.74	2.00	77.67	143.86	45.80	113.17	158.67	101.20	131.80	57.57	177.40	143.86

Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] - argilla	2.35	0.50	A.G.I. (1977)	POCO CONSISTENTE
[2] - argilla e limo	11.74	2.00	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

	NSPT	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] - argilla	2.35	0.50	12.87	37.43	59.95	13.42
[2] - argilla e limo	11.74	2.00	39.64	74.6	81.62	36.7

Angolo di resistenza al taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	Meyerhof (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerhof (1965)	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanese National Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki
[1] argilla	2.35	0.50	2.35	27.67	20.67	28.66	33.39	30.53	<30	20.94	27.7	26.31	21.86
[2] argilla e limo	11.74	2.00	11.74	30.35	23.35	31.29	32.18	34.32	<30	28.27	30.52	39.63	30.32

Modulo di Young (Mpa)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appolonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[1] - argilla	2.35	0.50	2.35	---	1.84	---	---	---
[2] - argilla e limo	11.74	2.00	11.74	23.98	9.21	13.65	26.29	13.11

Modulo Edometrico (Mpa)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[1] - argilla	2.35	0.50	2.35	---	3.17	1.64	4.75
[2] - argilla e limo	11.74	2.00	11.74	6.91	5.06	8.17	8.86

Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - argilla	2.35	0.50	2.35	Classificazione A.G.I	SCIOLTO
[2] - argilla e limo	11.74	2.00	11.74	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO

Peso unità di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità di Volume (KN/m ³)
[1] - argilla	2.35	0.50	2.35	Terzaghi-Peck 1948	13.49
[2] - argilla e limo	11.74	2.00	11.74	Terzaghi-Peck 1948	14.70

Peso unità di volume saturo

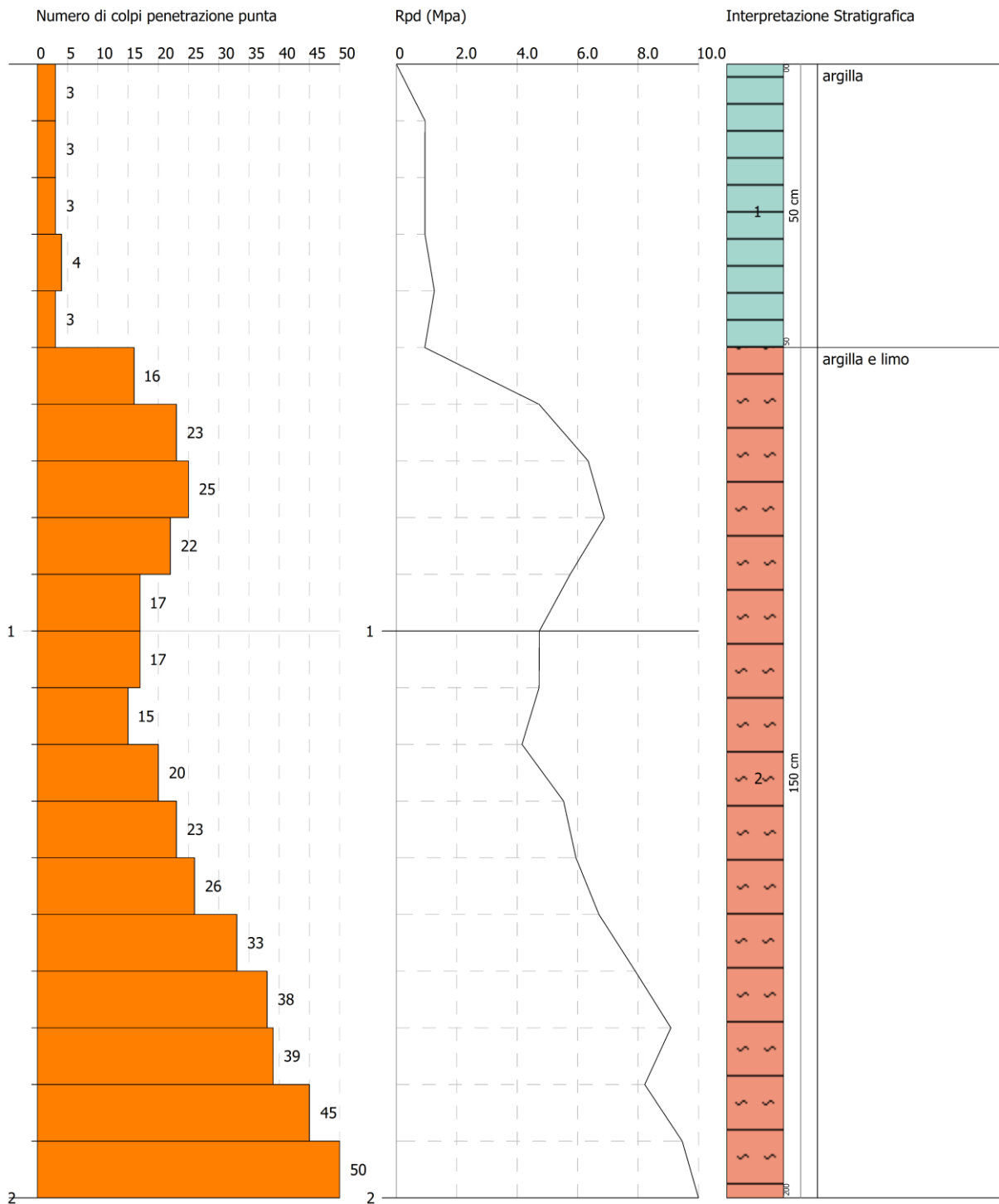
	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (KN/m ³)
[1] - argilla	2.35	0.50	2.35	Terzaghi-Peck 1948	18.21
[2] - argilla e limo	11.74	2.00	11.74	Terzaghi-Peck 1948	18.96

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.2
 Strumento utilizzato... DMP 3020 PAGANI

Committente:
 Descrizione:
 Località:

26-11-2022

Scala 1:10



PROVA ... Nr.3

Strumento utilizzato...DMP 3020 PAGANI

Prova eseguita in data 26-11-2022 Profondità prova 2.40 mt

Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Minimo

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (KPa)
0.10	3	0.857	0.95	1.11	95.20	111.14
0.20	3	0.855	0.95	1.11	94.98	111.14
0.30	7	0.853	2.21	2.59	221.12	259.32
0.40	6	0.851	1.89	2.22	189.10	222.27
0.50	16	0.799	4.74	5.93	473.51	592.72
0.60	21	0.747	5.81	7.78	581.13	777.95
0.70	22	0.745	6.07	8.15	607.30	814.99
0.80	24	0.743	6.61	8.89	660.88	889.08
0.90	22	0.742	5.75	7.76	575.36	775.91
1.00	19	0.790	5.29	6.70	529.22	670.10
1.10	22	0.738	5.73	7.76	572.62	775.91
1.20	19	0.786	5.27	6.70	526.88	670.10
1.30	21	0.735	5.44	7.41	544.04	740.64
1.40	20	0.783	5.52	7.05	552.21	705.37
1.50	15	0.781	4.13	5.29	413.28	529.03
1.60	18	0.780	4.95	6.35	494.89	634.84
1.70	18	0.778	4.94	6.35	493.86	634.84
1.80	19	0.776	5.20	6.70	520.22	670.10
1.90	20	0.775	5.21	6.73	521.48	673.10
2.00	39	0.623	8.18	13.13	817.95	1312.54
2.10	40	0.622	8.37	13.46	836.85	1346.19
2.20	42	0.620	8.77	14.14	876.55	1413.50
2.30	38	0.669	8.55	12.79	855.09	1278.88
2.40	60	0.617	12.46	20.19	1246.19	2019.29

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.3

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata (KPa)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Terza ghi-Peck	Sanglerat	Terza ghi-Peck (1948)	U.S.D .M.S. M	Schmertmann 1975	SUN DA (1983) Bensi e Vanelli	Fletcher (1965) Argilla di Chicago	Houston (1960)	Shioi - Fukui 1982	Bege mann	De Beer
[1] - Argilla	2	0.40	12.26	24.52	0.00	8.04	18.93	33.34	17.95	57.37	9.81	30.69	24.52
[2] - Limo	11	2.40	72.86	134.84	0.00	43.05	106.01	158.67	95.12	125.72	53.94	159.16	134.84

Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] - Argilla	2	0.40	A.G.I. (1977)	PRIVO DI CONSISTENZA
[2] - Limo	11	2.40	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

	NSPT	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] - Argilla	2	0.40	10.46	34.73	59.13	12.38
[2] - Limo	11	2.40	37.57	71.03	76.53	35.16

Angolo di resistenza al taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	Meyerhof (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerhof (1965)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanese National Railway	De Mello	Owaski & Iwasaki
[1] - Argilla	2	0.40	2	27.57	20.57	28.56	33.65	30.37	20.48	27.6	24.93	21.32
[2] - Limo	11	2.40	11	30.14	23.14	31.08	31.8	34.05	27.85	30.3	38.94	29.83

Modulo Edometrico (Mpa)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[1] - Argilla	2	0.40	2	---	3.10	1.39	4.60
[2] - Limo	11	2.40	11	6.47	4.91	7.66	8.54

Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - Argilla	2	0.40	2	Classificazione A.G.I	SCIOLTO
[2] - Limo	11	2.40	11	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO

Peso unità di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità di Volume (KN/m³)
[1] - Argilla	2	0.40	2	Terzaghi-Peck 1948	13.45
[2] - Limo	11	2.40	11	Terzaghi-Peck 1948	14.61

Peso unità di volume saturo

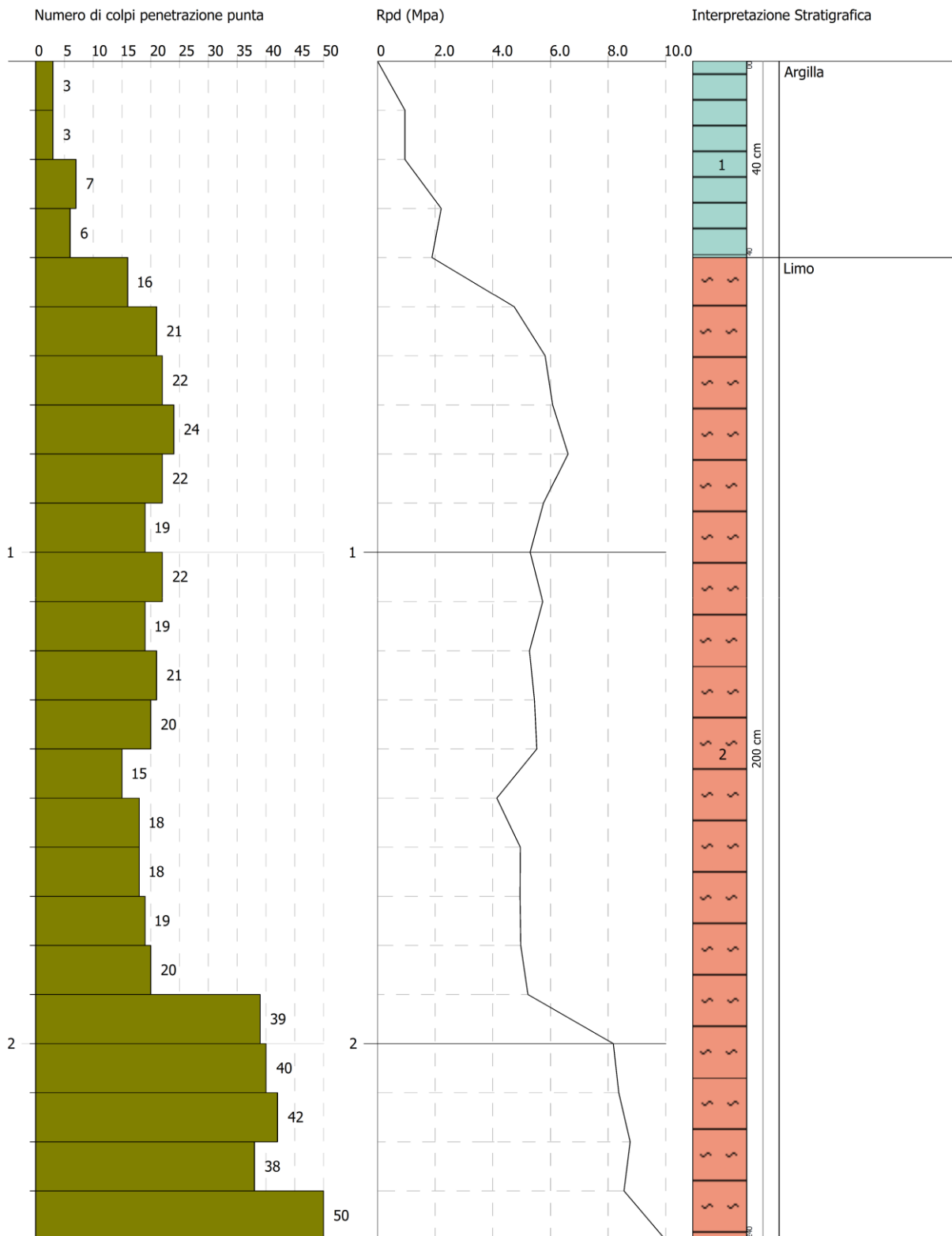
	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità di Volume Saturo (KN/m³)
[1] - Argilla	2	0.40	2	Terzaghi-Peck 1948	18.18
[2] - Limo	11	2.40	11	Terzaghi-Peck 1948	18.90

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.3
Strumento utilizzato... DMP 3020 PAGANI

Committente:
Descrizione:
Località:

26-11-2022

Scala 1:11



INDAGINI SISMICHE

La campagna di indagini geofisiche è consistita in due sismiche a rifrazione ed in una di tipo masw distribuite nelle aree che accoglieranno i moduli fotovoltaici; la finalità delle indagini sismiche è quella di rilevare la sismostratigrafia del sottosuolo, ricercando le superfici di discontinuità fisica–rifrattori, in particolare quelle superfici che separano porzioni di ammasso roccioso o terroso con differente grado di densità e compattezza e/o di consistenza.



FASI ESECUTIVE DELLE INDAGINI SISMICHE

RISULTATI DELLE INDAGINI SISMICHE A RIFRAZIONE

I valori dei tempi di percorso delle onde sismiche misurati in fase di acquisizione dati, unitamente con la distanza dei geofoni sono stati elaborati con il software *Inter-Sism* della *Geo&Soft* che ha consentito il calcolo delle velocità delle onde longitudinali, la profondità degli orizzonti rifrangenti con relative inclinazioni sull'orizzonte.

Gli stendimenti sismici hanno permesso di ricavare un modello sismoelastico caratterizzato da tre sismostrati aventi spessore variabile e differenti valori di velocità delle onde sismiche longitudinali (V_p).

SISMICA A RIFRAZIONE SR_1

Lo stendimento sismico SR_1 ha evidenziato tre sismostrati di spessore variabile e con differenti valori di velocità delle onde sismiche longitudinali P; dal piano campagna fino a profondità variabile tra 1.00 - 1,90 m si trova il primo sismostrato con velocità media V_p pari a 241 m/s; il secondo sismostrato con profondità variabile tra 5 e 12,0 m mostra valori di velocità V_p pari a 1485 m/s; a profondità maggiore si individua lo strato più consistente con velocità delle onde sismiche $V_p = 2327$ m/s.

SISMICA A RIFRAZIONE SR_2

Lo stendimento sismico SR_2 presenta il primo sismostrato con velocità media delle onde P pari a 492 m/s ad una profondità variabile tra 2.50 m a 5.00 m; segue un secondo sismostrato con velocità media delle onde P pari a 1702 m/s ad una profondità dal piano campagna compresa tra 25.00 e 36.00 m.

A profondità maggiore il sismostrato più consistente con $V_p = 2782$ m/s.

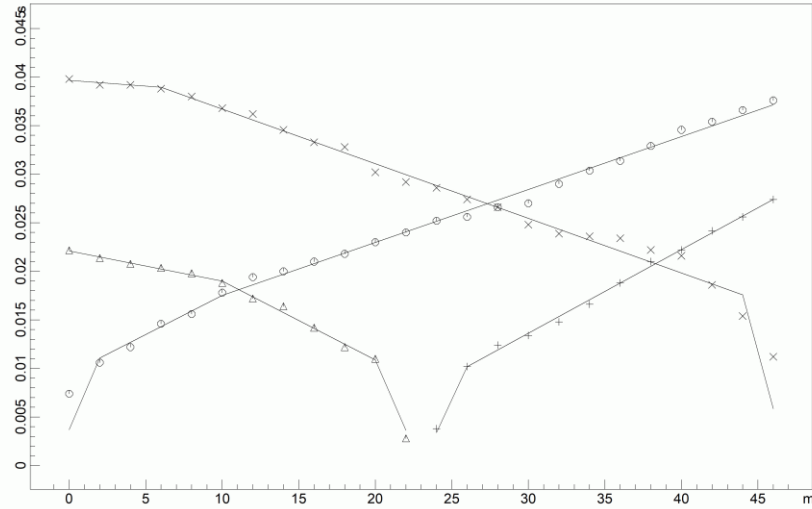
SISMISCA SR 1							
POSIZIONE DELLE BATTUTE							
Ascissa [m]	Quota [m]	Nome File					
-1.00	0.00	2022-11-25_13-19-11_05000_00025_024_Acquis_SEG2.dat					
23.00	0.00	2022-11-25_13-22-53_05000_00030_024_Acquis_SEG2.dat					
47.00	0.00	2022-11-25_13-27-20_05000_00030_024_Acquis_SEG2.dat					
POSIZIONE BATTUTE- GEOFONI E PRIMI ARRIVI							
N.	Ascissa [m]	Quota [m]	FBP da -2.5 [ms]	FBP da 27.5 [ms]	FBP da 57.5 [ms]	Dist Rifrattore 1 [m]	Dist Rifrattore 2 [m]
1	0.00	0.00	7.40	22.16	39.80	1.1	5.3
2	2.00	0.00	10.60	21.36	39.20	1.0	6.3
3	4.00	0.00	12.20	20.76	39.20	1.0	6.9
4	6.00	0.00	14.60	20.36	38.80	1.0	7.4
5	8.00	0.00	15.60	19.80	38.00	1.1	7.1
6	10.00	0.00	17.80	18.80	36.80	1.2	6.5
7	12.00	0.00	19.40	17.20	36.20	1.2	6.9
8	14.00	0.00	20.00	16.40	34.56	1.2	7.4
9	16.00	0.00	21.00	14.20	33.28	1.2	7.9
10	18.00	0.00	21.80	12.20	32.80	1.2	8.5
11	20.00	0.00	23.00	11.00	30.20	1.1	8.9
12	22.00	0.00	24.00	2.80	29.20	1.1	9.0
13	24.00	0.00	25.20	3.80	28.60	1.2	8.4
14	26.00	0.00	25.60	10.20	27.40	1.2	9.7
15	28.00	0.00	26.60	12.40	26.60	1.3	9.2
16	30.00	0.00	27.00	13.40	24.80	1.2	10.3
17	32.00	0.00	29.00	14.80	23.88	1.3	10.7
18	34.00	0.00	30.37	16.60	23.60	1.5	10.5
19	36.00	0.00	31.37	18.80	23.40	1.7	9.0
20	38.00	0.00	32.90	21.00	22.20	1.8	8.7
21	40.00	0.00	34.57	22.20	21.60	1.9	8.5
22	42.00	0.00	35.40	24.16	18.60	1.8	9.8
23	44.00	0.00	36.60	25.60	15.40	1.6	11.8
24	46.00	0.00	37.60	27.40	11.20	1.6	12.3

SISMOSTRATI	
sismostrato	Velocità delle onde P [m/s]
1	241.4
2	1484.6
3	2327.0

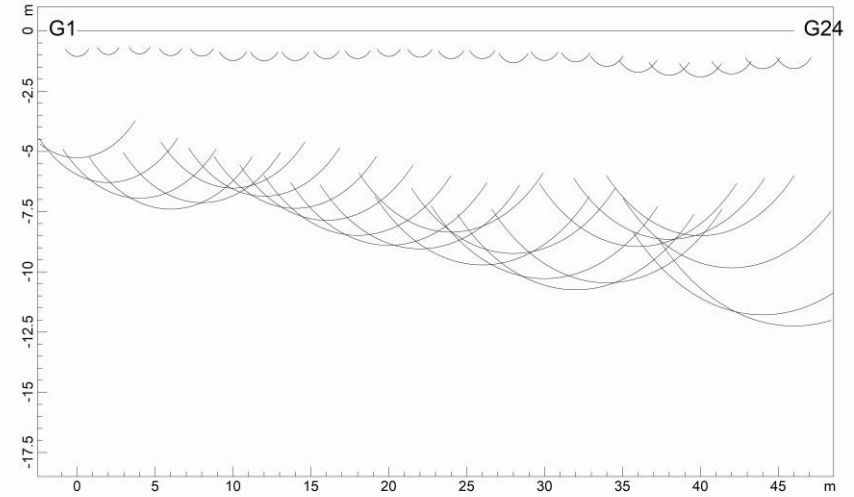
SR1 ALIANO (MT)

SR1 ALIANO (MT)

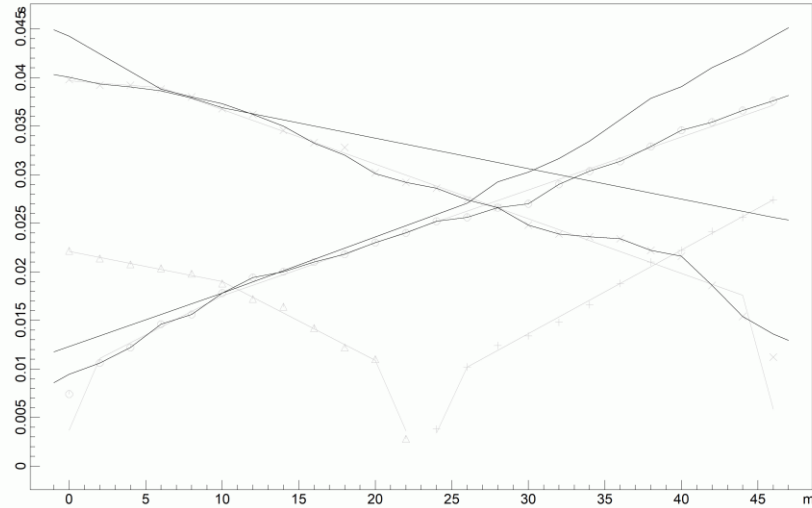
DROMOCRONE ORIGINALI



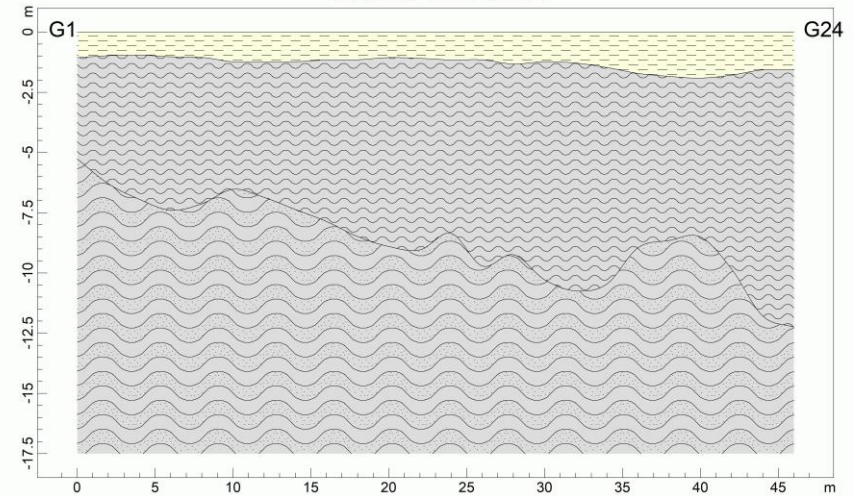
PROFONDITA' RIFRATTORI



DROMOCRONE TRASLATE



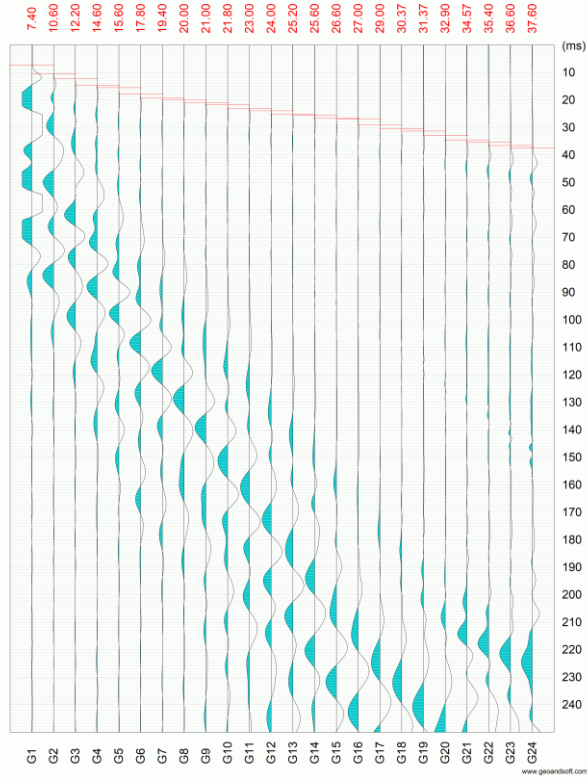
SEZIONE VERTICALE



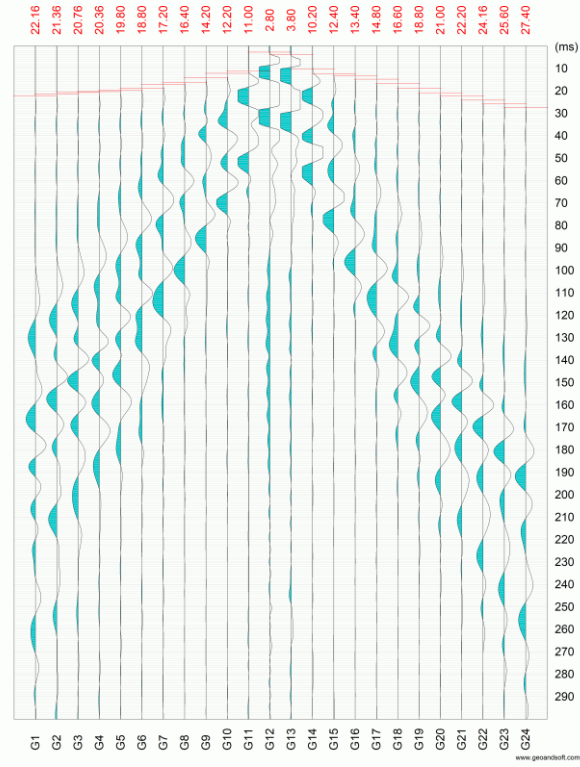
241.4 m/s
 1484.6 m/s
 2327.0 m/s

REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO IN LOCALITA' PANTANO DI ALIANO (MT)

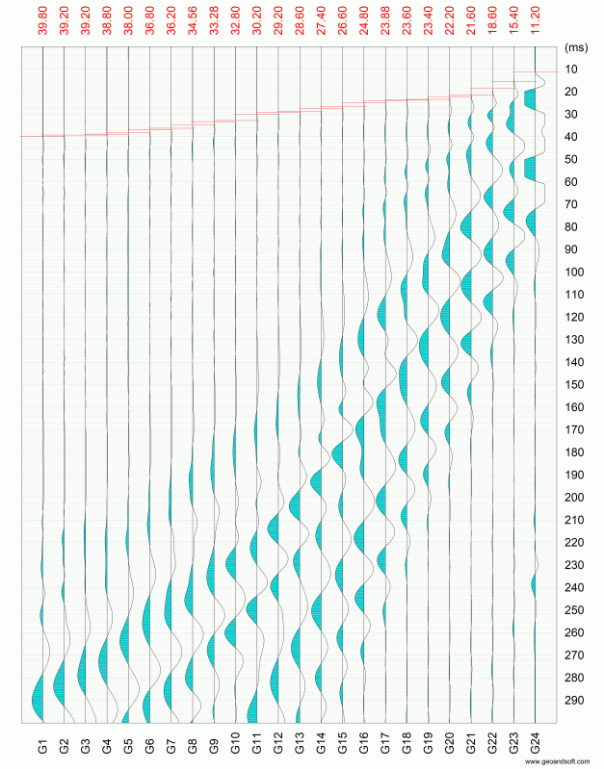
SR1 ALIANO (MT)



SR1 ALIANO (MT)



SR1 ALIANO (MT)

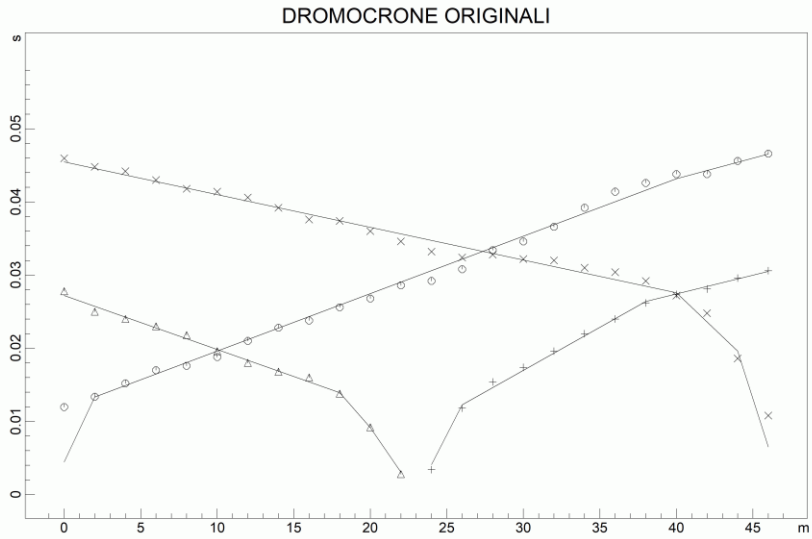


SISMISCA SR 2		
POSIZIONE DELLE BATTUTE		
Ascissa [m]	Quota [m]	Nome File
-1.00	0.00	2022-11-25_15-23-23_05000_00025_024_Acquis_SEG2.dat
23.00	0.00	2022-11-25_15-27-00_05000_00025_024_Acquis_SEG2.dat
47.00	0.00	2022-11-25_15-30-53_05000_00025_024_Acquis_SEG2.dat

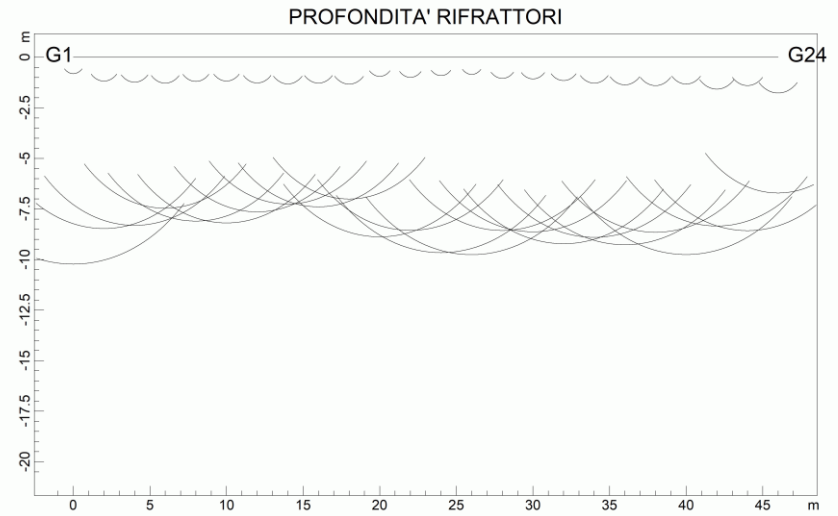
POSIZIONE BATTUTE- GEOFONI E PRIMI ARRIVI							
N.	Ascissa [m]	Quota [m]	FBP da -2.5 [ms]	FBP da 27.5 [ms]	FBP da 57.5 [ms]	Dist Rifrattore 1 [m]	Dist Rifrattore 2 [m]
1	0.00	0.00	11.97	27.80	45.97	0.8	10.2
2	2.00	0.00	13.37	25.00	44.80	1.2	8.5
3	4.00	0.00	15.20	24.00	44.20	1.2	8.3
4	6.00	0.00	17.00	23.00	43.00	1.3	7.5
5	8.00	0.00	17.60	21.80	41.80	1.2	8.1
6	10.00	0.00	18.80	19.60	41.40	1.2	8.2
7	12.00	0.00	21.00	18.00	40.60	1.3	7.6
8	14.00	0.00	22.80	16.80	39.20	1.3	7.3
9	16.00	0.00	23.80	16.00	37.60	1.3	7.4
10	18.00	0.00	25.60	13.80	37.40	1.3	7.0
11	20.00	0.00	26.80	9.20	36.00	0.9	8.9
12	22.00	0.00	28.60	2.80	34.60	1.0	8.6
13	24.00	0.00	29.20	3.40	33.20	0.9	9.7
14	26.00	0.00	30.80	11.80	32.40	0.8	9.8
15	28.00	0.00	33.40	15.40	32.80	1.0	8.6
16	30.00	0.00	34.60	17.40	32.20	1.1	8.6
17	32.00	0.00	36.60	19.60	32.00	1.2	9.2
18	34.00	0.00	39.20	22.00	31.00	1.3	8.9
19	36.00	0.00	41.40	24.00	30.40	1.4	9.3
20	38.00	0.00	42.60	26.20	29.20	1.4	8.7
21	40.00	0.00	43.80	27.37	27.20	1.3	9.8
22	42.00	0.00	43.80	28.10	24.80	1.6	8.3
23	44.00	0.00	45.60	29.60	18.60	1.4	8.6
24	46.00	0.00	46.60	30.60	10.80	1.8	6.7

SISMOSTRATI	
sismostrato	Velocità delle onde P [m/s]
1	221
2	1112
3	1972

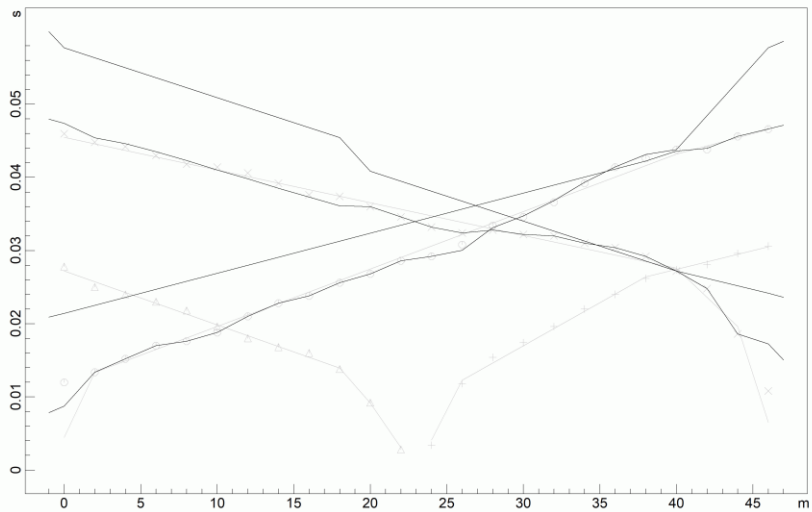
SR2 ALIANO (MT)



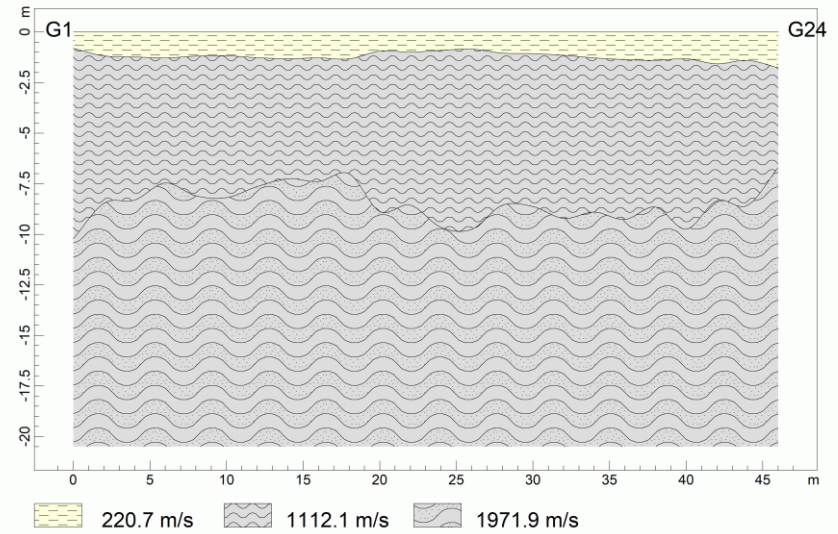
SR2 ALIANO (MT)



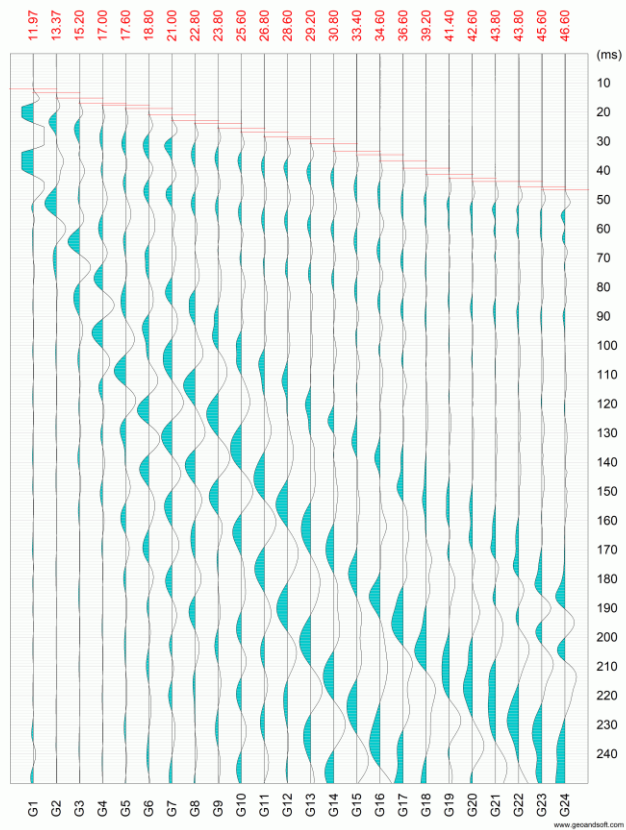
DROMOCRONE TRASLATE



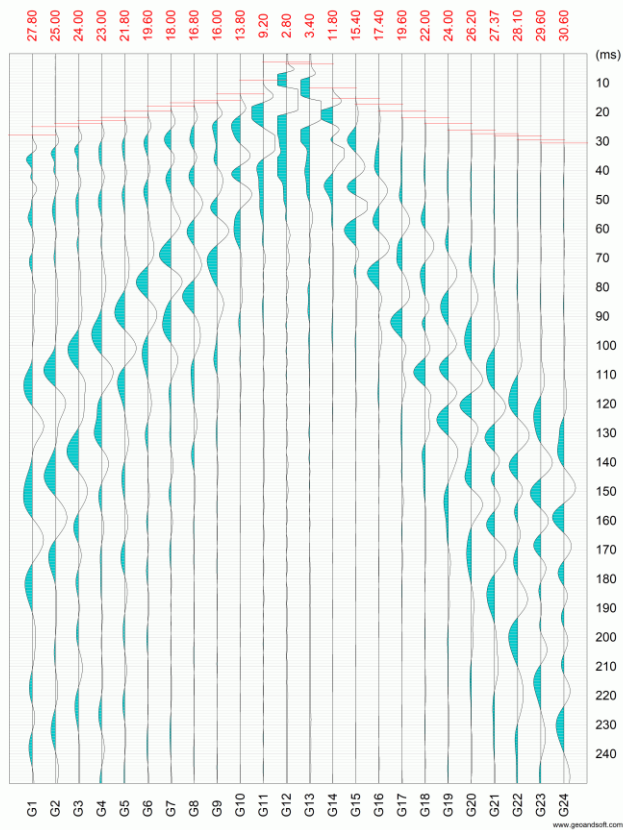
SEZIONE VERTICALE



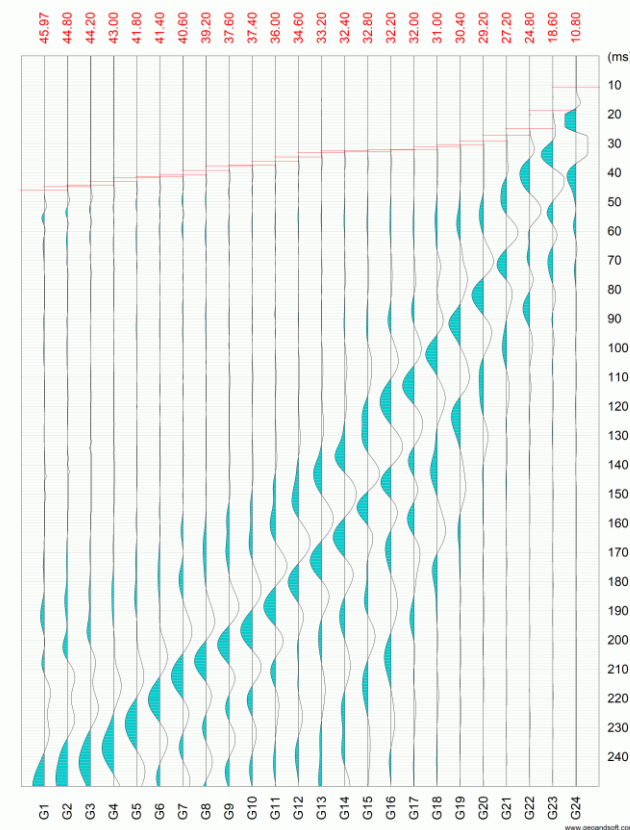
SR2 ALIANO (MT)



SR2 ALIANO (MT)



SR2 ALIANO (MT)



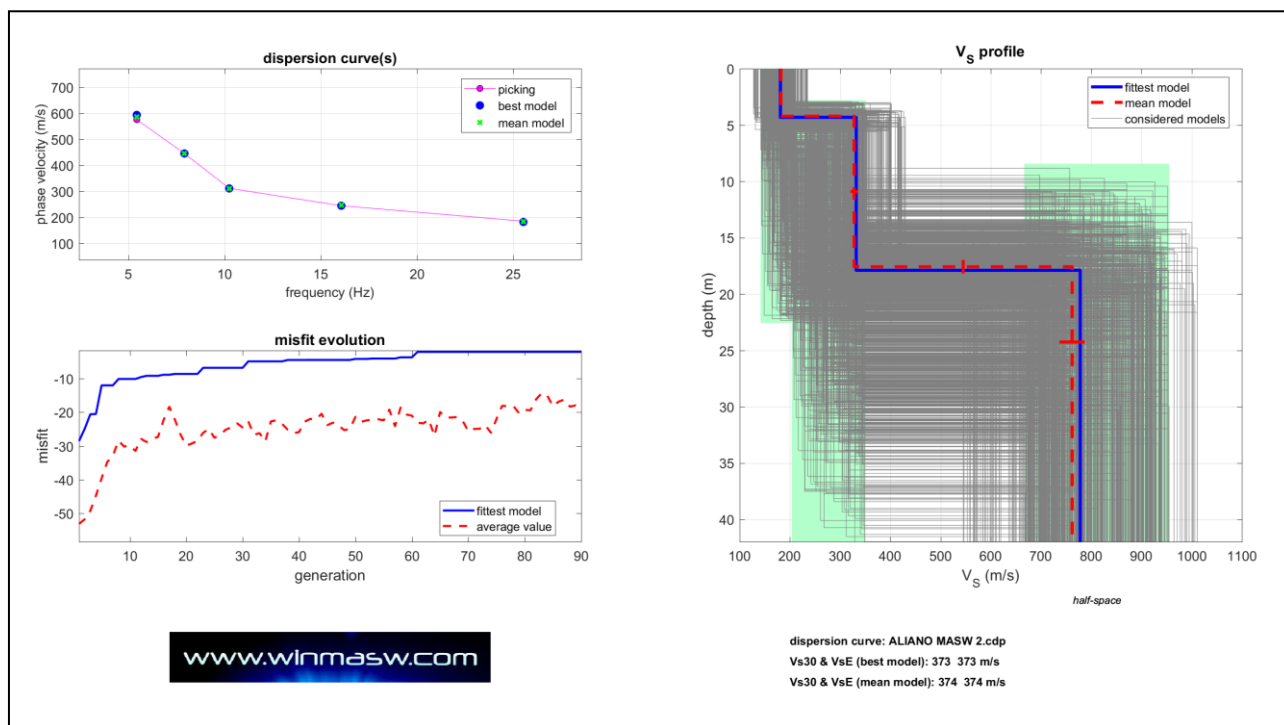
INDAGINE SISMICA MASW

Per valutare l'andamento delle velocità delle onde di taglio (V_s) superficiali con la profondità ed il profilo V_s , sono state analizzate le “*onde superficiali di Rayleigh*” tramite la metodologia masw; una metodologia di tipo attivo in quanto le onde superficiali sono generate dalle interazioni sulla superficie libera delle onde di volume, ottenute da energizzazioni artificiali con massa battente; utilizzando una stesa di geofoni verticali a bassa frequenza si registrano le onde di Rayleigh, caratterizzate da velocità di propagazione correlabile alla rigidezza della parte di terreno interessata dalla propagazione delle onde e quindi risalire al profilo verticale della velocità delle onde di taglio; dall'elaborazione dei dati acquisiti è stato ricavato il profilo verticale delle velocità delle onde di Superficie V_s .

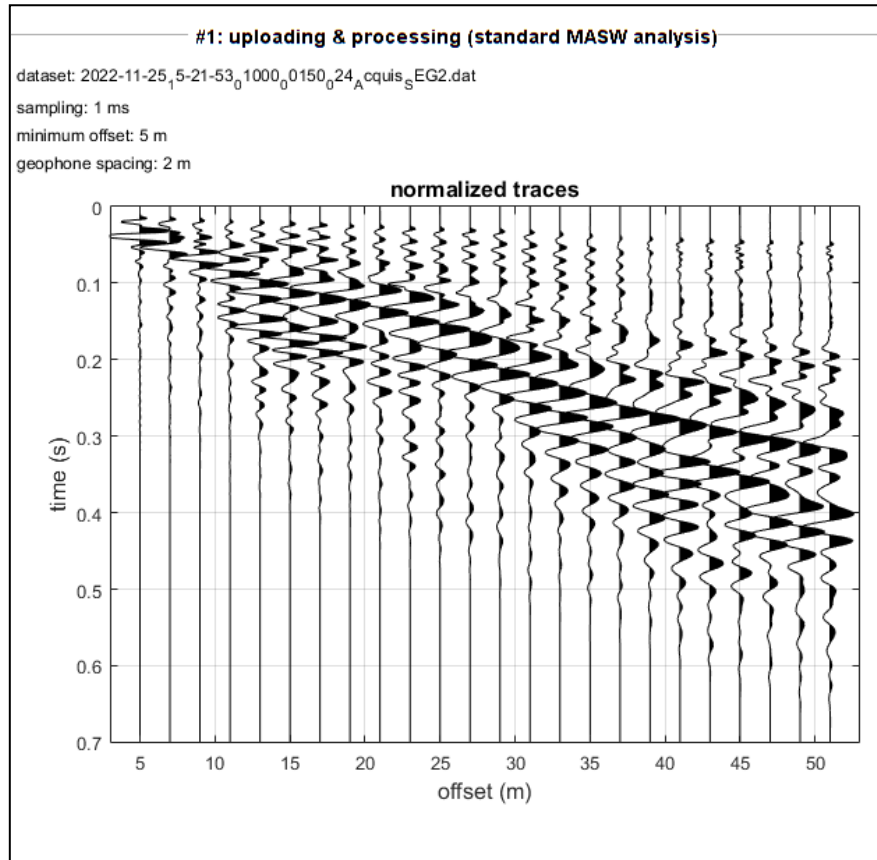
Dall'inversione della curva di dispersione determinata tramite software Win-Masw si ottiene il modello medio del profilo di velocità delle onde di taglio.

MASW

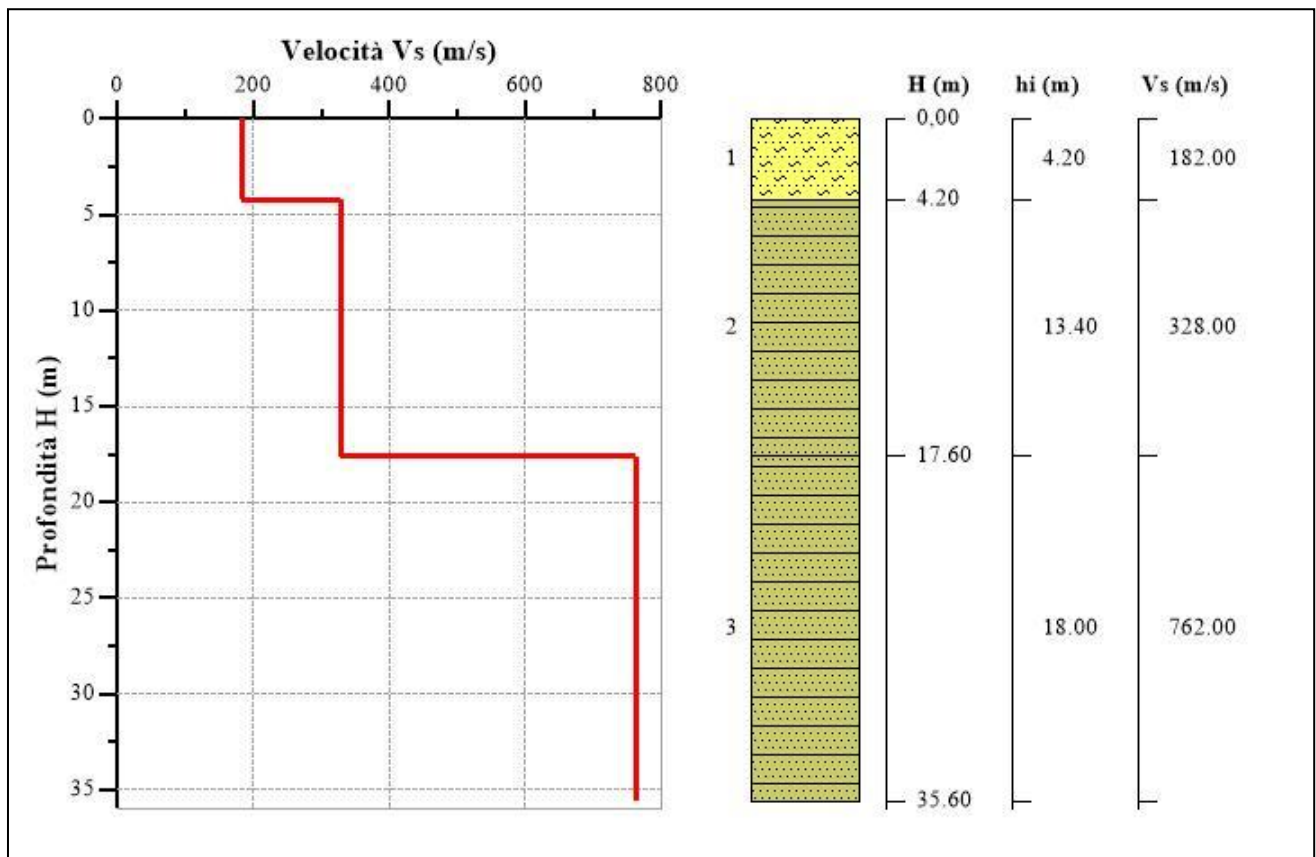
Dall'inversione della curva di dispersione si ottiene il seguente modello medio del profilo di velocità delle onde di taglio per la masw:



INVERSIONE DELLA CURVA DI DISPERSIONE DETERMINATA TRAMITE ANALISI DEI DATI MASW. SPETTRO OSSERVATO, CURVE DI DISPERSIONE PICCATE E CURVE DEL MODELLO INDIVIDUATO DALL'INVERSIONE. SULLA DESTRA IL PROFILO VERTICALE V_s IDENTIFICATO.



SISMOSTRATIGRAFIA - PROFILO Vs



Analyzing Phase velocities

Considered dispersion curve: ALIANO MASW.cdp

Analysis: Rayleigh Waves

Subsurface Model

Vs (m/s): 182, 328, 762

Thickness (m): 4.2, 13.4

Density (gr/cm³) (approximate values): 1.82 1.96 2.17

Shear modulus (MPa) (approximate values): 60 211 1258

Approximate values for Vp and Poisson (please, see manual)

Vp (m/s): 379 683 1586

Vs30 and VsEq (m/s): 374 374

CLASSIFICAZIONE DEI SUOLI DI FONDAZIONE SECONDO LE NTC 2018

Il sottosuolo del sito in esame ai sensi delle norme tecniche per le costruzioni – Decreto 17 gennaio 2018 rientra nella categoria di tipo B - *Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti 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.*

Il modello medio individuato tramite il profilo verticale delle velocità delle onde di taglio del sottosuolo è costituito da quattro sismostrati.

PERICOLOSITÀ SISMICA E SISMICITÀ STORICA DEL SITO

Il Comune di Sant'Arcangelo è stato interessato da una scarsa attività sismica infatti, dalla consultazione del database macrosismico italiano "DBMI15" (2015) redatto dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV), relativo alle osservazioni macrosismiche di terremoti di area italiana al di sopra della soglia del danno, emerge quanto esposto nella figura seguente, in cui viene visualizzata la storia sismica di Aliano che va dal 1857 al 1996 con 9 eventi registrati:

Effetti	In occasione del terremoto del									
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
9	1857	12	16	21	15		Basilicata	340	11	7.12
3	1906	07	02	19	50		Montemurro	15	4	3.78
3	1978	09	24	08	07	4	Materano	121	6	4.75
4-5	1990	05	05	07	21	2	Potentino	1375		5.77
3	1991	05	05	17	16	5	Val d'Agri	27	5-6	4.00
5	1991	05	26	12	25	5	Potentino	597	7	5.08
NF	1994	01	05	13	24	1	Tirreno meridionale	148		5.82
NF	1996	04	03	13	04	3	Irpinia	557	6	4.90

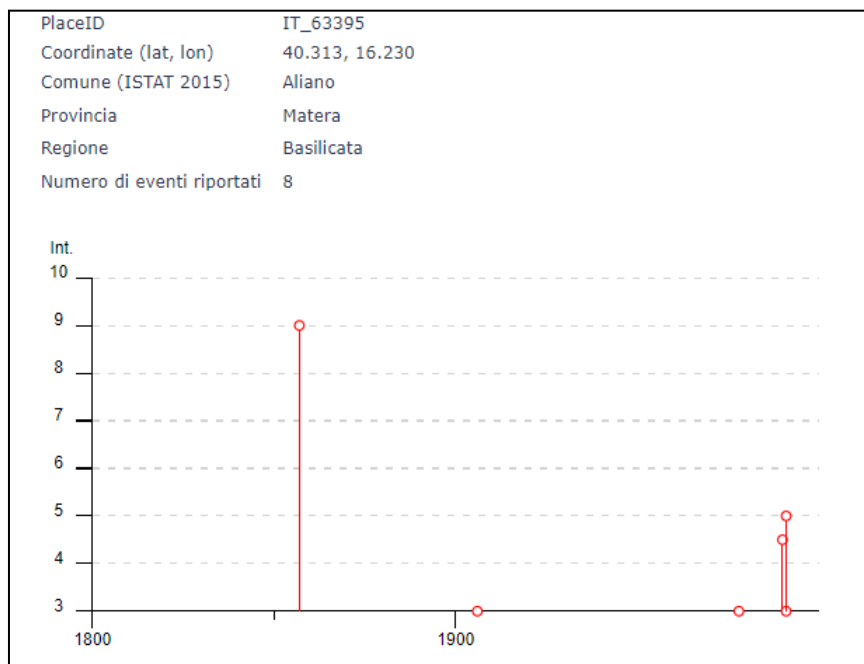


DIAGRAMMA DELLA STORIA SISMICA DI SANT'ARCAANGELO

Al fine della caratterizzazione delle azioni sismiche cui alle NTC 2018 e della definizione delle forme spettrali in base ai parametri correlati al reticolo di riferimento, si riporta quanto segue:

Classificazione della categoria di sottosuolo:

Le misure sismiche eseguite hanno consentito di ottenere il profilo di velocità delle onde di taglio (V_s).

La descrizione stratigrafica è congruente con quella prevista dalla tab. 3.2.II delle NTC 2018, pertanto il sito in esame ricade nella categoria di sottosuolo "B".

Classificazione delle condizioni topografiche:

La categoria topografica è la T1, a cui corrisponde un valore del coefficiente di amplificazione topografica ST pari a 1.0.

PARAMETRI SISMICI DI RIFERIMENTO

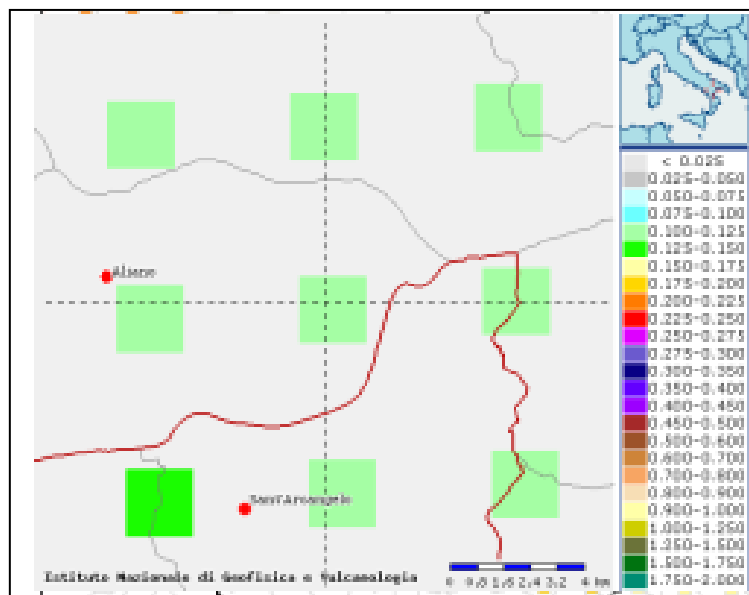
Il Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008 "Norme Tecniche per le Costruzioni" e l'aggiornamento delle Norme Tecniche per Costruzioni D.M. 17/01/2018 raccoglie in forma unitaria le regole che disciplinano la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle costruzioni, al fine di garantire, per stabiliti livelli di sicurezza, la pubblica incolumità.

Le azioni sismiche di progetto, in base alle quali si valutano i diversi stati limite considerati, si definiscono dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione.

I dati di pericolosità sismica prodotti e messi in rete dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV), costituiscono l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche.

La pericolosità sismica di un sito è descritta dalla probabilità che in un fissato periodo avvenga un evento sismico di entità almeno pari a un valore prefissata e rappresenta la frequenza e la forza dei terremoti che interessano un dato territorio, ovvero dalla sua sismicità. Viene definita come la probabilità che in una data area ed in un certo intervallo di tempo si verifichi un terremoto che superi una soglia di intensità, magnitudo o accelerazione di picco (P_{ga}) di nostro interesse. Per la determinazione dei valori della pericolosità sismica, il territorio nazionale è stato suddiviso in molteplici griglie aventi passo di 0.05° , come ben visibile nelle figure seguenti dove è riportata la mappa della Basilicata con i valori di

pericolosità sismica (dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia).



VALORI DELLA PERICOLOSITA' SISMICA DEL COMUNE DI SANT'ARCAANGELO (fonte INGV)

La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa ag in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido; i parametri sismici calcolati per il sito con GeoStru PS <http://www.geostru.com/geoapp/Parametri-Sismici.aspx> sono quelli riportati di seguito dovei valori di ag, Fo, Tc* definiscono le forme spettrali. Nelle Norme Tecniche per le Costruzioni, tale periodo, espresso in anni, è denominato “periodo di riferimento” VR e la probabilità è denominata “probabilità di eccedenza o di superamento nel periodo di riferimento” RVP. Ai fini della determinazione delle azioni sismiche di progetto nei modi previsti dalle NTC, la pericolosità sismica del territorio nazionale è definita convenzionalmente facendo riferimento a un sito rigido (di categoria A) con superficie topografica orizzontale in condizioni di campo libero, cioè in assenza di manufatti.

Di seguito si riportano i dati della pericolosità sismica per il sito di interesse:

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe II
Vita nominale:	50.0 [anni]
Vita di riferimento:	50.0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo: B

Categoria topografica: T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30.0	0.39	2.43	0.28
S.L.D.	50.0	0.49	2.44	0.32
S.L.V.	475.0	1.15	2.57	0.45
S.L.C.	975.0	1.45	2.62	0.47

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s ²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0.468	0.2	0.0095	0.0048
S.L.D.	0.588	0.2	0.012	0.006
S.L.V.	1.38	0.24	0.0338	0.0169
S.L.C.	1.74	0.24	0.0426	0.0213

Coefficiente azione sismica orizzontale 0.0338

Coefficiente azione sismica verticale 0.0169

MICROZONAZIONE SISMICA DI SECONDO LIVELLO

La microzonazione sismica è volta ad individuare gli strumenti necessari ed utili a prevedere e a mitigare, attraverso idonei criteri d'uso del territorio, gli effetti sismici in una zona di dimensioni locali.

Oramai è noto nella comunità scientifica che fattori stratigrafici e geomorfologici locali possono variare le caratteristiche del moto sismico, modificando le onde nel passaggio dal bedrock alla superficie con una redistribuzione dell'energia ed amplificazione del moto vibratorio associato ad alcune frequenze.

Il Riferimento legislativo nazionale e regionale per gli studi finalizzati alla caratterizzazione sismica del territorio sono gli: "Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica (ICMS)" approvati dal Dipartimento della Protezione Civile e dalla Conferenza delle Regioni e delle Province autonome (Gruppo di lavoro MS - 2008)", che sviluppando le istanze delle Regioni e degli Enti Locali e recependo quanto elaborato e sperimentato dalla comunità scientifica, definisce metodi d'indagini ed un criterio di utilizzo dei risultati degli studi di microzonazione sismica.

Lo studio di microzonazione sismica ha tenuto conto delle disposizioni dell'art. 2 comma 6 della L.R. n. 9 del 7 giugno 2011 "*Disposizioni urgenti in materia di microzonazione sismica*" ed è stato predisposto il secondo livello di approfondimento facendo riferimento alla "Nuova classificazione sismica del territorio della Regione Basilicata" così come previsto dal medesimo articolo al comma 3.

Secondo la zonazione sismica della L.R. 9/2011 allegato A e s.m.i. il comune di Aliano è classificato in zona 3a con un valore di PGA pari a 0.150g come riportato nella tabella seguente:

Zona sismica OPCM 3274	Nuova zonazione sismica	PGA subzona (g)	Magnitudo	Distanza (Km)
2	3a	0.150	6,7	80

Il secondo livello di approfondimento si pone come obiettivo quello di fornire quantificazioni numeriche, con metodi semplificati della modificazione locale del moto sismico in superficie individuando zone stabili suscettibili di amplificazioni locali.

La quantificazione numerica per il sito è riportata nella *Carta di microzonazione sismica* redatta ai sensi degli Indirizzi e criteri per la Microzonazione sismica (ICMS).

Le amplificazioni sono state quantificate per mezzo di "abachi" che definiscono i fattori di amplificazione degli spettri elastici in superficie associati alle singole situazioni litostratigrafiche.

In assenza degli abachi regionali di riferimento sono stati utilizzati quelli riportati nella Parte III degli ICMS che sintetizzano i risultati di analisi numeriche mono-dimensionali di propagazione delle onde sismiche di taglio effettuate con il programma SHAKE91 (Idriss e Sun, 1992).

Tali analisi sono di tipo non lineare equivalente e sono condotte su un modello di sottosuolo costituito da terreni stratificati orizzontalmente, poggianti su un semispazio.

Il modello di sottosuolo si riferisce a un deposito stratificato di terreni omogenei deformabili, sovrastante un terreno più rigido identificabile come bedrock sismico; il deposito, qualunque sia lo spessore complessivo, è stato diviso in 50 sublayer di spessore costante in modo da descrivere con sufficiente dettaglio la variazione del profilo di rigidità dei terreni soffici lungo la verticale nel campo di profondità indagato per la redazione degli abachi.

Lo spessore totale del deposito di terreni soffici (H) varia nei calcoli da 5 ad un massimo di 150 m, per un totale di 19 valori.

La velocità equivalente del deposito di terreni soffici (V_sH) copre l'intervallo tra 100 e 700 m/s per un totale di 10 valori ed ognuno con tre diversi profili di velocità per lo spessore del deposito.

I valori riportati negli abachi sono la media dei risultati ottenuti da 7 accelerogrammi diversi

per ciascun livello energetico (0.06g Bassa sismicità, 0.18g media sismicità e 0.26g alta sismicità), su ciascun litotipo (argille, sabbie e ghiaie), spessore H e per ciascun valore dei tre profili di Vs (costante, variabile linearmente con la massima pendenza compatibile con il valore di VsH, e variabile linearmente con pendenza intermedia fra costante e massima).

La scelta del tipo di profilo di velocità è fatta sulla base delle conoscenze specifiche ottenute con il livello 2: in generale quando lo spessore di sottosuolo diventa considerevole (diverse decine di metri), è poco probabile che il profilo di velocità si mantenga costante, ed è quindi consentito orientarsi verso le tabelle riferite al profilo variabile linearmente con pendenza intermedia.

Da un'analisi delle caratteristiche geologiche, geomorfologiche, geotecniche e sismiche, riportate sia nei capitoli precedenti e negli elaborati allegati al presente studio, i siti prescelti per l'impianto fotovoltaico rientrano in "Zona Stabile Suscettibile di amplificazione locale", dove sono attese amplificazioni del moto sismico come effetto della natura litostratigrafica e morfologica locale.

Applicando la metodologia di Studio di Microzonazione Sismica di II livello si è giunti al calcolo dei fattori di amplificazione FA a basso periodo (determinato intorno al periodo proprio per il quale si ha il massimo della risposta in accelerazione) ed FV a periodo proprio (per il quale si ha la massima risposta in pseudovelocità).

Dalla sismica masw eseguita per le aree di progetto è stato individuato la presenza del substrato sismico anche in conformità a quanto riportato nel Cap. C11.3.1.2.1 della Circolare allegata alle NTC/2008, nei casi dove non si raggiunge il valore di 800 m/s è consentito considerare il bedrock sismico per valori non inferiori a 700 m/s.

Individuata la profondità del substrato sismico si accede agli abachi di riferimento per gli effetti litostratigrafici.

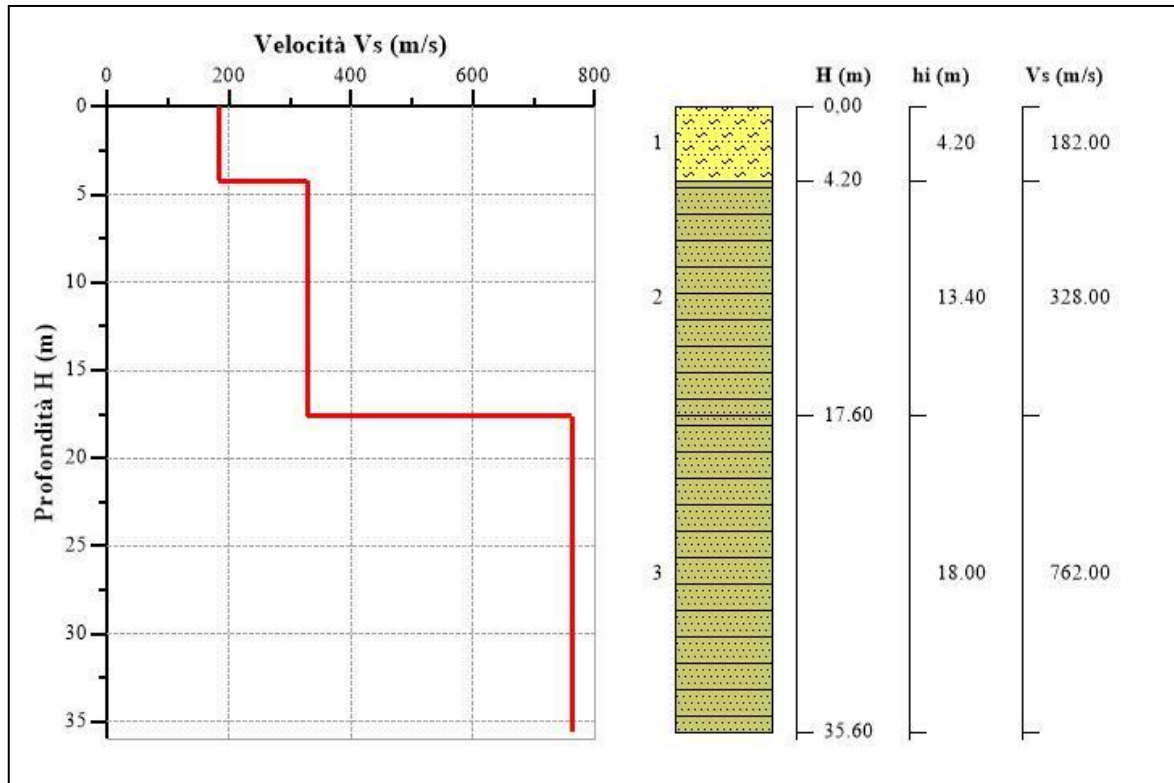
ZONA I

Tipo di terreno: argilla; ag(g): 0.150g - Profilo di velocità: Lineare pendenza intermedia

$V_{SH} = V_{S(20)} = 276,5$ m/s; lo spessore delle coperture è pari a 20 m.

Si ottengono i valori $FA = 1.98$ e $FV = 1.56$.

$A_{max}(g) = 0.297$




SISMOSTRATIGRAFIA DI RIFERIMENTO

A conclusione dello Studio di Microzonazione Sismica di II livello è stata elaborata la Carta di Microzonazione Simica di secondo livello riportata nella figura seguente.

CARTA DI MICROZONAZIONE SISMICA

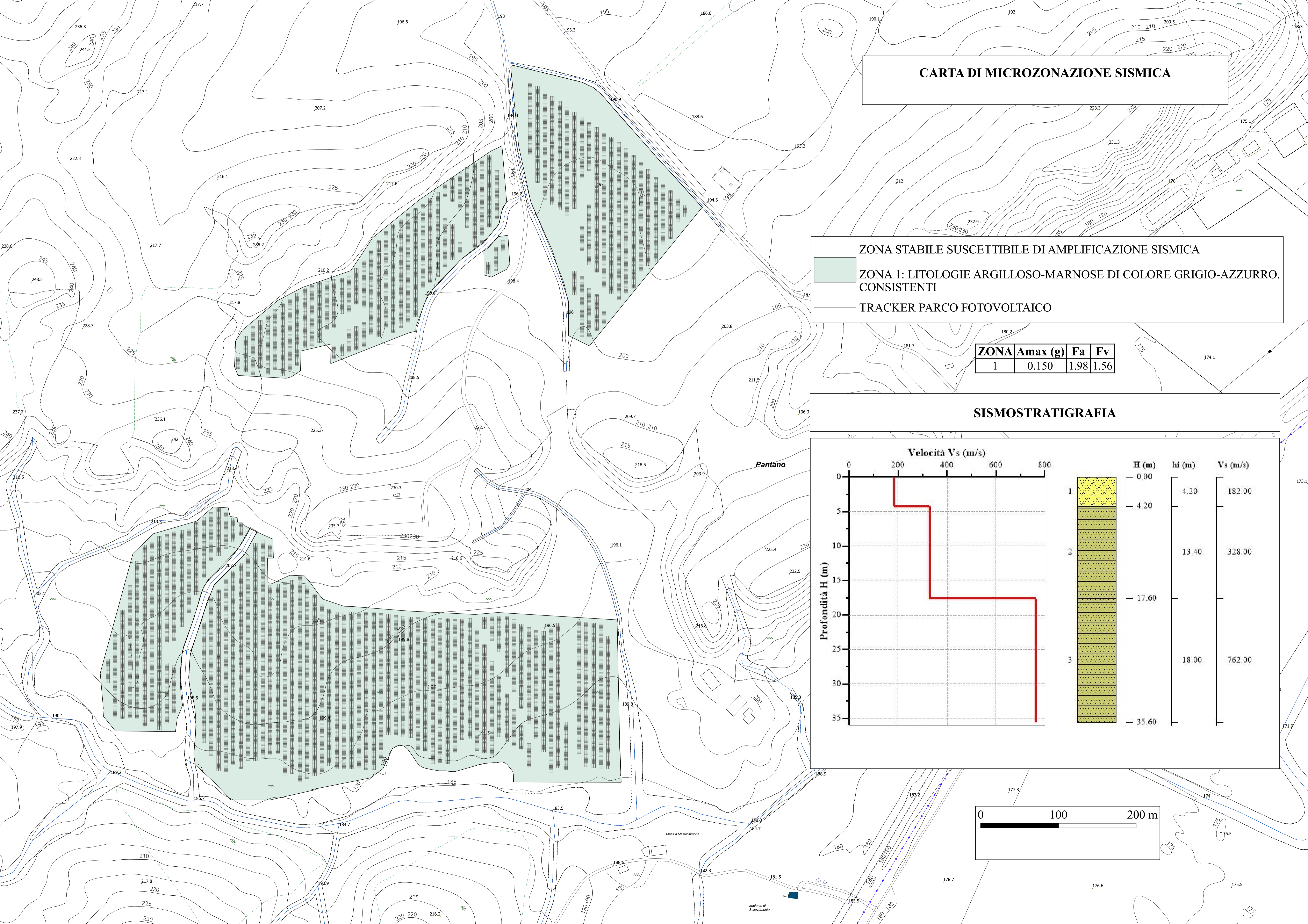
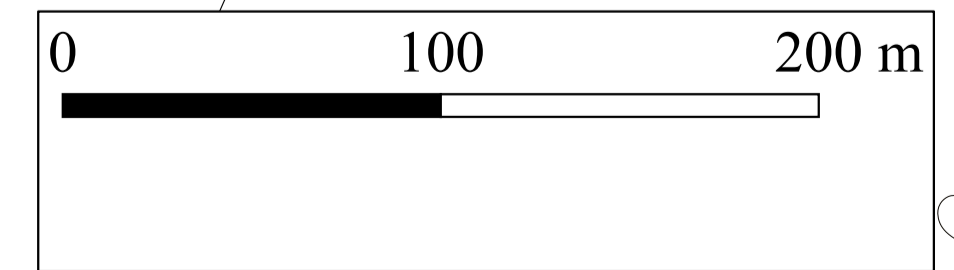
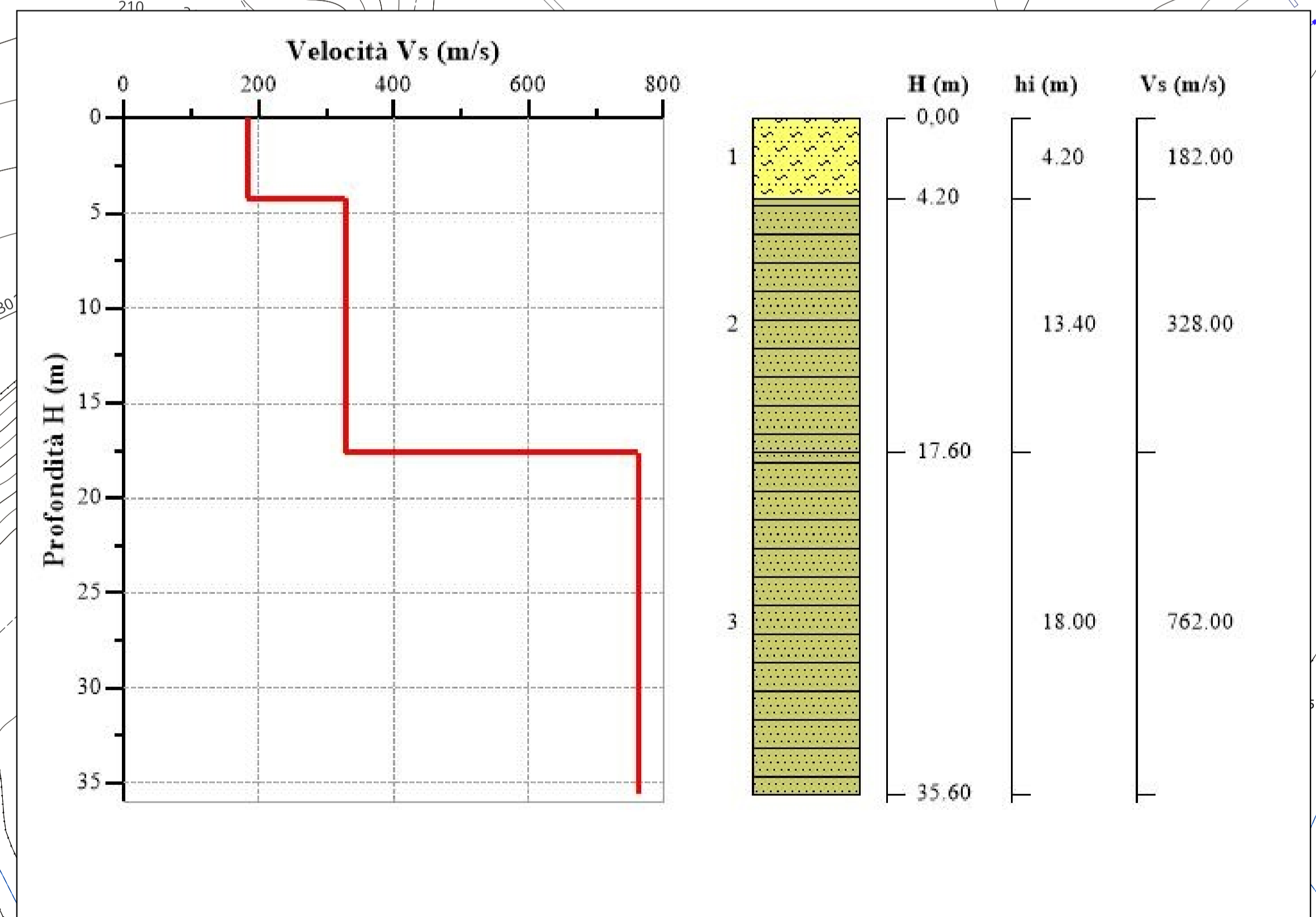
ZONA STABILE SUSCETTIBILE DI AMPLIFICAZIONE SISMICA

 ZONA 1: LITOLOGIE ARGILLOSO-MARNOSE DI COLORE GRIGIO-AZZURRO. CONSISTENTI

 TRACKER PARCO FOTOVOLTAICO

ZONA	Amax (g)	Fa	Fv
1	0.150	1.98	1.56

SISMOSTRATIGRAFIA



PERICOLOSITÀ E CRITICITÀ GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA DELL'AREA DI STUDIO

In conformità alla L.R. 23/99 e del suo Regolamento di Attuazione è stata redatta la “*Carta di Sintesi della Pericolosità e Criticità Geologica e Geomorfológica*” che deriva dalla sovrapposizione analitica e critica dei vari tematismi geologici prodotti; Le aree interessate dalle strutture di progetto sono state classificate per il livello di criticità geologica e pericolosità geomorfologica come di seguito riportato:

I AREE NON CRITICHE

Ib - AREE SU VERSANTI ESENTI DA PROBLEMATICHE DI STABILITÀ

Le aree occupate dai fotovoltaici indicate con Ib presentano una morfologia debolmente acclive con $i \ll 15^\circ$; si tratta di aree esenti da criticità idrauliche ed idrologiche.

L'area è caratterizzata da terreni argilloso-limosi e marnosi consistenti, con un aumento della consistenza con la profondità; si presenta stabile ed esente da problematiche geologico-tecniche relative alle opere in progetto.

Le strutture dell'impianto vanno ad interessare la parte più superficiale del terreno fino ad una profondità massima di infissione dei puntali metallici a sostegno dei moduli fotovoltaici pari a 2.00-3.00 m nei terreni “Limoso-argillosi” di buona consistenza.

La falda acquifera è assente, pertanto non si ha alcuna interferenza con le fondazioni dei moduli.

Il comune di Aliano rientra nel territorio di competenza dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale Sede Basilicata.

Dalla consultazione della “Carta del Rischio da frana” - Tav. 506082 del “Piano Stralcio per la difesa dal Rischio Idrogeologico si osserva che la zona di progetto non rientra in perimetrazioni di aree classificate a rischio.

Si esprime la fattibilità geologica e geomorfologica per l'impianto fotovoltaico in progetto.

Nella figura seguente si riporta la carta di sintesi della pericolosità e criticità geologica e geomorfologica.

La realizzazione dell'impianto potrà avvenire senza particolari prescrizioni se non quella di realizzare delle opere di regimazione delle acque di precipitazione e di ruscellamento superficiale in modo da allontanarle dalle aree occupate dal parco fotovoltaico.

IIb – AREE CON CRITICITA' PUNTUALI E MODERATE

Si tratta di aree su versante con modesti fenomeni di instabilità puntuali prossime ad un fosso dove l'azione erosiva al piede dell'argine unitamente alle acque piovane provenienti da monte ha provocato dei movimenti di frana superficiali, non riconoscibili nel corso dei sopralluoghi, ma ben evidenti attraverso foto aeree del 2016-2019.

Tali aree sono escluse dall'installazione delle opere a farsi.

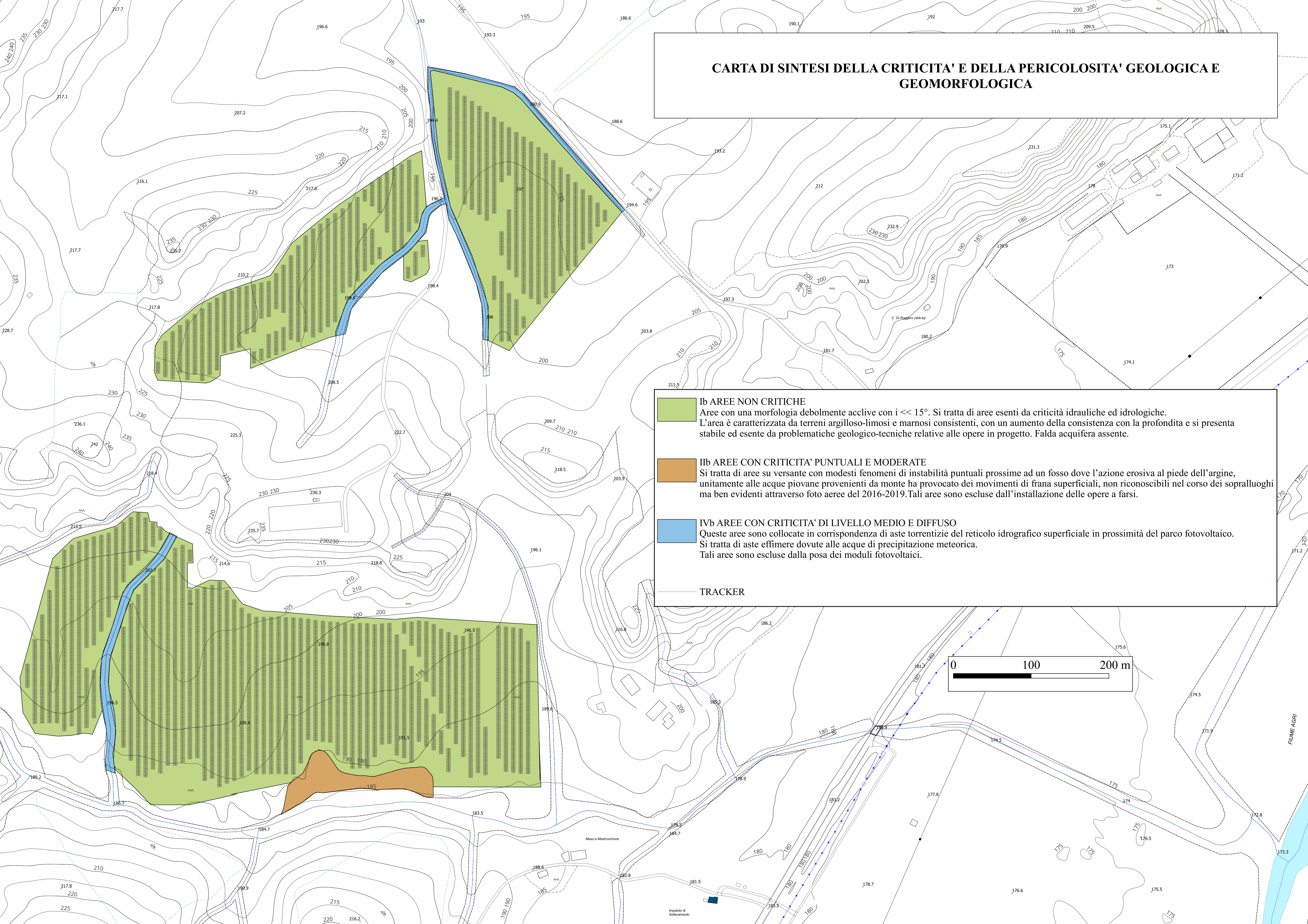
IVb - AREE CON CRITICITA' DI LIVELLO MEDIO E DIFFUSO

Queste aree sono collocate in corrispondenza di aste torrentizie del reticolo idrografico superficiale in prossimità del parco fotovoltaico.

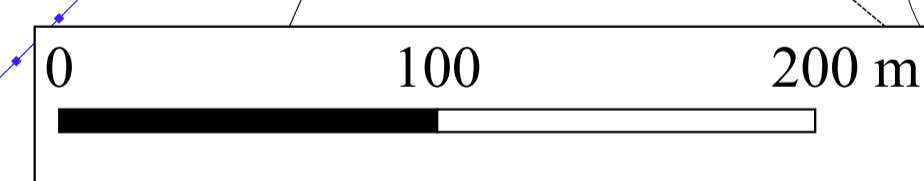
Si tratta di aste effimere dovute alle acque di precipitazioni meteoriche.

Tali aree sono escluse dalla posa dei moduli fotovoltaici.

CARTA DI SINTESI DELLA CRITICITA' E DELLA PERICOLOSITA' GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA



- Ib AREE NON CRITICHE**
Aree con una morfologia debolmente acclive con $i \ll 15^\circ$. Si tratta di aree esenti da criticità idrauliche ed idrologiche. L'area è caratterizzata da terreni argilloso-limosi e marnosi consistenti, con un aumento della consistenza con la profondità e si presenta stabile ed esente da problematiche geologico-tecniche relative alle opere in progetto. Falda acquifera assente.
 - IIb AREE CON CRITICITA' PUNTUALI E MODERATE**
Si tratta di aree su versante con modesti fenomeni di instabilità puntuali prossime ad un fosso dove l'azione erosiva al piede dell'argine, unitamente alle acque piovane provenienti da monte ha provocato dei movimenti di frana superficiali, non riconoscibili nel corso dei sopralluoghi ma ben evidenti attraverso foto aeree del 2016-2019. Tali aree sono escluse dall'installazione delle opere a farsi.
 - IVb AREE CON CRITICITA' DI LIVELLO MEDIO E DIFFUSO**
Queste aree sono collocate in corrispondenza di aste torrentizie del reticolo idrografico superficiale in prossimità del parco fotovoltaico. Si tratta di aste effimere dovute alle acque di precipitazione meteorica. Tali aree sono escluse dalla posa dei moduli fotovoltaici.
- TRACKER



MODELLO GEOLOGICO DEL SOTTOSUOLO

Sono state individuati le seguenti unità litotecniche all'interno dell'Unità geotecnica principale di tipo argilloso-limosa ascrivibile alla Formazione delle Argille Grigio Azzurre, con i relativi parametri di resistenza meccanica.

Da 0 a circa 15 m, a parte una copertura pedogenetica di circa 0.40-0.60 m si rinvengono litologie limose ed argillose delle Argille grigio-azzurre.

A profondità maggiore le litologie sono sempre di natura argilloso-limosa di colore grigio-azzurro, ma più consistenti e rappresentano la porzione inalterata della stessa formazione.

Per la quantificazione dei parametri fisici e di resistenza meccanica, oltre alle indagini eseguite si è fatto riferimento anche a prove geotecniche di laboratorio condotte nelle stesse litologie in direzione nord-ovest in località Frontoni in corrispondenza della discarica per rifiuti solidi urbani del comune di Sant'Arcangelo, non molto distante dal sito di interesse progettuale.

Per quanto detto sopra si riportano i seguenti valori cautelativi dei parametri geotecnici:

Strato	Profondità (m)	γ_n (KN/m ³)	Cu(KPa)	Φ (°)
suolo argilloso	0,00-0,60	18.00	8	21
substrato argilloso-limoso	0,60-15.00	19.00	40	23

Per la fase di progettazione esecutiva va prevista una campagna geognostica di maggior dettaglio sulle aree di interesse progettuale.

VALUTAZIONI CONCLUSIVE

Il presente studio geologico a supporto della Progettazione definitiva per la realizzazione di un impianto fotovoltaico della potenza di 20.00 Mw, ha preso in considerazione le caratteristiche geologiche, geomorfologiche, ed idrogeologiche di un'area localizzata nel territorio comunale di Aliano in località Pantano.

Il rilevamento geologico di superficie, le indagini geognostiche eseguite e consultate unitamente alle condizioni geomorfologiche del sito, confermano che il complesso di natura argillosa possiede caratteristiche tecniche idonee per l'intervento in progetto.

Le aree strettamente occupate dall'impianto fotovoltaico e quelle attraversate dai cavidotti non evidenziano morfologie riconducibili a movimenti franosi di alcun tipo, si presentano come aree stabili.

Ai sensi della L.R. 23/99 l'area di interesse progettuale rientra nella Classe I – Aree non critiche e nella sottoclasse Ib, ubicata su versanti debolmente acclivi con inclinazione $i < 15^\circ$ costituiti dalla Formazione delle Argille Grigio-Azzurre.

La categoria di Sottosuolo ai sensi del D.M. 14/01/018 è di tipo B e la categoria topografica ai sensi dello stesso Decreto al punto 3.2.III - “Aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni” è la T1: superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $\leq 15^\circ$, con il valore massimo del “coefficiente di amplificazione topografica S_T ” sarà pari a 1.0 (Tabella 3.2.V del Decreto 17 Gennaio 2018).

La realizzazione dell'impianto fotovoltaico potrà avvenire senza particolari prescrizioni se non quella di realizzare, soprattutto per il settore di impianto fotovoltaico collocato più a sud, una captazione delle acque provenienti da monte e regimazione delle acque di deflusso meteoriche in modo da allontanarle dalle aree occupate dai moduli fotovoltaici e canalizzarle nei fossi naturali presenti; inoltre queste fossi vanno periodicamente ispezionati e mantenuti liberi da eventuali ostacoli al libero deflusso delle acque.

Per quanto riguarda la carta di Microzonazione Sismica è stata individuata una "Zona stabile suscettibile di amplificazione locale" con i valori di $FA = 1.98$ e $FV = 1.56$.

Per le fondazioni dell'impianto fotovoltaico non sono previsti né opere di sbancamento né fondazioni in calcestruzzo, in quanto la struttura dei moduli sarà sostenuta da puntali metallici infissi nel terreno con macchina battipali fino ad una profondità che va da 2.00-2.50 m in terreni argillosi consistenti.

Le cabine elettriche da installare sono costituite da strutture in cemento prefabbricate di dimensioni modeste e di forma regolare, tipologia monoblocco fondate su di un basamento di appoggio (chiamato vasca) anch'esso prefabbricato e posato ad una profondità di 0.60 m dal piano campagna.

Il comune di Aliano è compreso nel territorio di competenza dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale, dal PAI vigente si nota come l'area dell'impianto non rientra in perimetrazioni classificate a rischio da frana.

Alla luce delle osservazioni eseguite in campo e di tutti gli elementi analizzati e riportati nel presente Studio geologico, lo scrivente in accordo anche alla Cartografia Geologica ufficiale ed a quella relativa al progetto I.F.F.I. nell'area interessata dall'impianto fotovoltaico e dal tracciato del cavidotto non sono presenti movimenti franosi attivi o quiescenti di alcun tipo.

La posa dei moduli fotovoltaici potrà avere una sorta di consolidamento dei terreni per l'effetto di chiodatura e costipamento dei pali di ancoraggio dei pannelli fotovoltaici; inoltre la superficie dei pannelli porterà ad una riduzione della velocità di impatto della pioggia sul terreno, riducendone al contempo la forza erosiva ed il fenomeno dell'erosione da impatto o Splash erosion.

Nell'areale indagato non vi sono interferenze delle opere in progetto e la falda acquifera e altre opere di captazione idrica.

Si fa presente alla Direzione dei Lavori che durante le fasi operative di cantiere si dovrà fare in modo da non generare condizioni di criticità nelle aree di progetto ed in quelle limitrofe garantendo le condizioni di stabilità dei luoghi.

Le interferenze del cavidotto con in corsi d'acqua sono risolte in modo da non ridurre la luce degli attraversamenti interessati e di non creare un ostacolo al libero deflusso delle acque.

Lungo in ponticelli esistenti il cavidotto verrà staffato lateralmente sul lato di valle.

