

Regione Siciliana

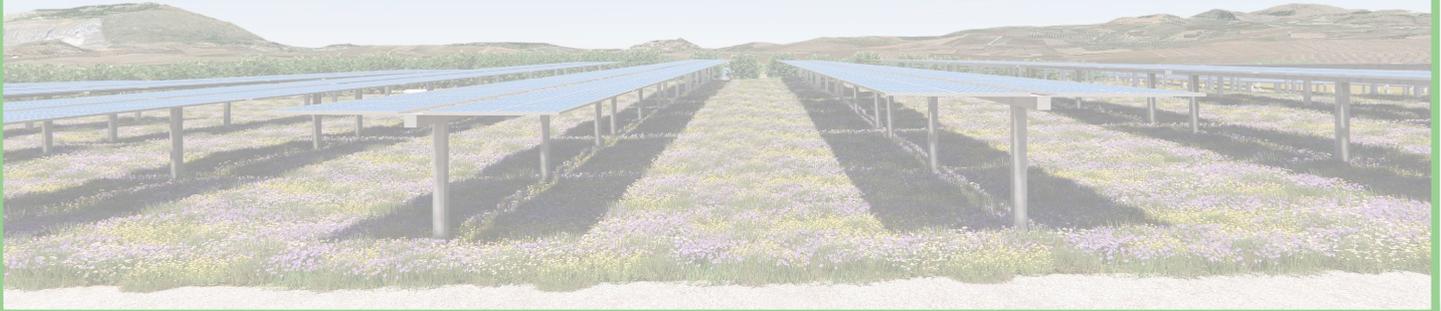


Comune di Trapani

Libero Consorzio Comunale di Trapani

PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTO DI UN IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO COLLEGATO ALLA RTN CON POTENZA NOMINALE DC 40.111,50 kWp E POTENZA NOMINALE AC 33.000 kW DA REALIZZARSI NEL COMUNE DI TRAPANI (TP) - C/DA PALAZZEDDO



Elaborato:	RELAZIONE GEOLOGICA		
Relazione:	Redatto:	Approvato:	Rilasciato:
REL_03	F. Giampapa	AP ENGINEERING	AP ENGINEERING
		Foglio A4	Prima Emissione
Progetto: IMPIANTO KINISIA 4	Data: 19/10/2022	Committente: GREEN FIFTEEN S.R.L. Via Augusto Righi, 7 - 37135 Verona (VR)	
Cantiere: TRAPANI C/DA PALAZZEDDO		Progettista: 	



INDICE

1.	PREMESSA	2
2.	DESCRIZIONE DEL PROGETTO	3
3.	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO, CARTOGRAFICO E CATASTALE	6
3.1.	Ubicazione ed accessibilità	6
3.2	Inquadramento cartografico.....	7
3.3	Inquadramento catastale.....	10
4.	INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE	11
4.1	Geologia area impianto agro-fotovoltaico.....	14
5.	INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO	19
5.1	Geomorfologia e studio plano-altimetrico dell'area impianto	19
5.2	Pericolosità geomorfologica del sito e P.A.I.....	24
6.	CARATTERIZZAZIONE LITOLOGICA E GEOTECNICA	27
6.1	Litostratigrafia e modello geotecnico dell'area impianto.....	31
7.	INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO	36
8.	INQUADRAMENTO IDROGRAFICO	38
9.	INQUADRAMENTO SISMICO	39
9.1	Caratteristiche sismiche.....	40
9.1.1	<i>Vita nominale e classi d'uso delle opere</i>	40
9.1.2	<i>Stati limiti e relative probabilità di superamento</i>	42
9.1.3	<i>Pericolosità sismica di base</i>	43
9.2	Pericolosità sismica dell'area in studio	44
9.2.1	<i>Categoria Sottosuolo</i>	44
9.2.2	<i>Categoria Topografica</i>	45
9.2.3	<i>Azioni sismiche di progetto</i>	46
10.	CONCLUSIONI	47

1. PREMESSA

Nella presente relazione geologica, redatta a supporto del progetto per la costruzione di un Impianto Agro-fotovoltaico della potenza nominale DC di 40.111,50 kWp sito in Contrada Palazzetto nel Comune di Trapani (TP), saranno descritte le caratteristiche geografiche, geologiche, geomorfologiche, litotecniche, idrogeologiche e sismiche generali e del sito in oggetto specifiche del settore di territorio in cui si trova il lotto d'interesse utili alla valutazione della stabilità d'insieme finalizzata a fornire i dati necessari per la progettazione delle opere relative alla realizzazione dell'impianto agro-fotovoltaico. Le suddette caratteristiche ed i dati tematici riportati sono stati ricavati da fonti bibliografiche, rilevati direttamente da portali cartografici, nonché ricavati dall'esecuzione di una campagna di indagini effettuate in situ. La caratterizzazione litostratigrafica e litotecnica dei terreni di fondazione è stata ottenuta mediante lo studio e l'interpretazione dei dati ricavati dalle indagini geofisiche e penetrometriche eseguite dalla ditta UNIGEOS all'interno delle aree di progetto le cui relazioni, a firma del Dott. Geol. Giuseppe Gugliuzza e del Dott. Geol. Angelo Cascio, sono allegate al presente documento e ne costituiscono parte integrante.

Per la redazione del presente lavoro si fa riferimento al seguente quadro normativo:

- D.M. 11.03.1988 e successive modifiche ed integrazioni.
- D.M. LL.PP. del 23/09/1981 sostituito dall'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri nr 3274 del 20/03/2003 "primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni di zone sismiche"; modificata e integrata con l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri nr 3316 del 02/10/2003, modificata e integrata con l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri nr 3431 del 03/05/2005.
- D.M. LL.PP. del 14/01/2008 (G.U. nr 29 del 4/02/2008) "Norme tecniche per le costruzioni" e la circolare del 02/02/2009 nr 617 istruzioni per l'applicazione delle "nuove norme tecniche per le costruzioni"
- D.M. del 17/01/2018 "Aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni" e Circolare n. 7 del 21/01/2019 "Istruzioni per l'applicazione dell'aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni di cui al Decreto Ministeriale 17/01/2018".
- Sono stati consultati i documenti del P.A.I. (Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico) della Regione Sicilia per lo studio dell'area di progetto in relazione a quanto censito e previsto da tale strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo.

Per i riferimenti topografici ci si è avvalsi della cartografia esistente:

- Cartografia I.G.M. in scala 1:50.000, foglio n° 605 Paceco
- Cartografia I.G.M. in scala 1:25.000, tavoletta n° 605 I Quadrante Paceco
- Carta Tecnica Regionale CTR, scala 1:10.000, foglio n° 605080

Allegati alla presente relazione:

- Relazione indagini geofisiche
- Relazione indagini penetrometriche

Committente:

GREEN FIFTEEN S.R.L.

Progettista:



Pag. 2 | 49

2. DESCRIZIONE DEL PROGETTO

La Società Green Fifteen S.r.l. ("G.F." o "la Società") intende realizzare nel Comune di Trapani (TP), in località Palazzeddo, un impianto per la produzione di energia elettrica con tecnologia fotovoltaica, combinato con l'attività di coltivazione agricola. L'impianto avrà una potenza complessiva installata di 40.111,50 kWp e l'energia prodotta sarà immessa nella Rete Elettrica di Trasmissione Nazionale.

Di seguito si descrivono le opere progettuali da realizzare, che si possono così sintetizzare:

1. Impianto agro-fotovoltaico con sistema mobile (tracker monoassiale), della potenza complessiva installata di 40.111,50 kWp, ubicato in località Palazzeddo, nel Comune di Trapani (TP);
2. Dorsale di collegamento interrata, in media tensione (30 kV), per il vettoriamento dell'energia elettrica prodotta dall'impianto alla SEU Kinisia 4. Il percorso della nuova linea interrata si svilupperà per una lunghezza di circa 19.526 m;
3. Nuova Stazione Elettrica di Trasformazione (SEU) 30/220 kV, di proprietà della Società, il quale condividerà con altri produttori lo stallo partenza linea e lo stallo arrivo linea presso la SE "Partanna 2", da realizzarsi nel comune di Marsala (TP);
4. Elettrodotto a 220 kV condiviso, per il collegamento tra la futura stazione elettrica di trasformazione 30/220 kV e la nuova Stazione Elettrica RTN "PARTANNA 2", avente una lunghezza di circa 150 m;
5. Nuova Stazione Elettrica RTN 220 kV denominata "PARTANNA 2", da ubicare nel comune di Marsala (TP), di proprietà del gestore di rete (TERNA S.p.a.).

Le opere di cui al precedente punto 1. e 2. costituiscono il Progetto Definitivo del Campo agro-fotovoltaico. Le opere di cui ai precedenti punti 3. e 4. costituiscono il Progetto Definitivo dell'Impianto di Utenza per la connessione.

La Stazione Elettrica RTN 220 kV di cui al punto 5. rappresenta il Progetto Definitivo dell'Impianto di Rete, tale opera, già realizzata, reso disponibile da Terna S.p.A., è comune a più impianti alimentati da fonti rinnovabili che potrebbero essere realizzati nelle aree circostanti l'impianto agro-fotovoltaico, la stessa è stata autorizzata dalle autorità competenti nell'ambito della procedura di Autorizzazione Unica, ai sensi del D.lgs. 387/03, per un impianto eolico da realizzarsi nei Comuni di Marsala e Salemi (si faccia riferimento al Decreto del Dirigente Generale – Dipartimento dell'Energia – Assessorato dell'Energia e dei servizi di pubblica utilità N. 186 del 26 Marzo 2018, pubblicato sul sito della Regione Siciliana).

Il Campo agro-fotovoltaico si svilupperà su una superficie complessiva di circa 60 Ha; i terreni agricoli sono attualmente utilizzati come seminativi. La Società, nell'ottica di riqualificare le aree da un punto di vista agronomico e di produttività dei suoli, ha scelto di adottare la soluzione impiantistica con tracker monoassiale, in quanto permette di mantenere una distanza significativa tra le strutture di supporto dei moduli fotovoltaici (area libera minima 5,00 m), consentendo la coltivazione tra le strutture di piante aromatiche/officinali e colture da erbaio/foraggio, con l'impiego di mezzi meccanici.

Committente:

GREEN FIFTEEN S.R.L.

Progettista:



Pag. 3 | 49

Con la soluzione impiantistica proposta, si tenga presente che:

- su 60 Ha di superficie totale, quella effettivamente occupata dai moduli è pari a 20,36 Ha (circa il 34% della superficie totale), tale rapporto è dato dal prodotto dell'area del singolo tracker (72,6 m²) per il numero di tracker che compongono l'impianto (2.805);
- la superficie occupata da altre opere di progetto (strade interne all'impianto, cabine di trasformazione e control room) è di circa 2,91 Ha;
- l'impianto sarà circondato da una fascia di vegetazione al fine di mitigare l'impatto paesaggistico, avente una larghezza minima di 10 mt.
- la superficie esclusa dall'intervento sarà utilizzata a scopo agricolo per la coltivazione di diverse colture.
- Copertura permanente con leguminose da granella per la realizzazione di superfici destinate al pascolo apistico.

L'intera area è stata opzionata dalla Società, che ha stipulato diversi contratti preliminari di compravendita con gli attuali proprietari dei fondi oggetto dell'iniziativa.

Il Cavidotto in cavo interrato a 30 kV di collegamento tra il Quadro Generale di Media Tensione del campo agro-fotovoltaico e la Sottostazione di Elettrica Utente, sarà posato lungo la SP29, la SP35, la SP8 e la SP69, per poi finire la sua corsa nella SEU Kinisia 4, ubicata nel territorio Comunale di Marsala foglio di mappa 189, part. 53.

Il Campo, nel dettaglio è diviso nel seguente modo:

DATI SOTTOCAMPI

Descrizione	N. tracker	N. moduli	Pdc (kWp)	Pac (kWp)	Huawei – SUN2000-215 KTL
Sotto campo 1	255	3.630	3.646,50	3.000,00	n.15 Inverter
Sotto campo 2	255	6.630	3.646,50	3.000,00	n.15 Inverter
Sotto campo 3	255	6.630	3.646,50	3.000,00	n.15 Inverter
Sotto campo 4	255	6.630	3.646,50	3.000,00	n.15 Inverter
Sotto campo 5	255	6.630	3.646,50	3.000,00	n.15 Inverter
Sotto campo 6	255	6.630	3.646,50	3.000,00	n.15 Inverter
Sotto campo 7	255	6.630	3.646,50	3.000,00	n.15 Inverter
Sotto campo 8	255	6.630	3.646,50	3.000,00	n.15 Inverter
Sotto campo 9	255	6.630	3.646,50	3.000,00	n.15 Inverter
Sotto campo 10	255	6.630	3.646,50	3.000,00	n.15 Inverter
Sotto campo 11	255	6.630	3.646,50	3.000,00	n.15 Inverter
Totale	2.805	72.930	40.111,5	33.000,00	n.165 inverter

Ogni stringa è composta da 26 moduli, per un totale di 72.930 moduli. I moduli previsti di tipo monocristallino, hanno una potenza nominale di 550 Wp, con un'efficienza di conversione del 21,50%. Le strutture di sostegno dei moduli saranno disposte in file parallele con asse in direzione Nord-Sud, ad una distanza di interasse pari a 9,80 m. Le strutture saranno equipaggiate con un sistema tracker che permetterà di ruotare $\pm 55^\circ$ la struttura porta moduli durante la giornata, posizionando i pannelli nella perfetta angolazione rispetto ai raggi solari.

Le informazioni contenute in questo capitolo fanno riferimento a quanto contenuto nella Relazione Tecnica Generale di progetto (Rel. 01) alla quale si rimanda per ulteriori approfondimenti.



Figura 1 – Layout area impianto agro-fotovoltaico

3. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO, CARTOGRAFICO E CATASTALE

3.1. Ubicazione ed accessibilità

L'area in cui è prevista la realizzazione dell'impianto agro-fotovoltaico è ubicata interamente nel Comune di Trapani (*Provincia di Trapani*), in località Palazzeddo. La superficie topografica risulta essere nel complesso sub-pianeggiante e presenta un'immersione prevalentemente verso nord-ovest, avente una quota media di progetto di circa 90 mt s.l.m. e si sviluppa a nord della SP 35. L'impianto si svilupperà su un'area estesa per circa di 60 Ha, dei quali meno del 34% (20,36 Ha) sarà effettivamente occupata dai moduli.

L'accessibilità all'area di intervento è consentita attraverso una rete di stradelle di campagna che confluiscono sulla SP 29. I punti di accesso all'impianto, invece, sono distribuiti lungo il perimetro mediante 2 passi carrai posizionati uno ad est e uno ad ovest dell'area di impianto.

Il baricentro dell'impianto è individuato dalle seguenti coordinate:

	<i>Latitudine</i>	<i>Longitudine</i>	<i>H media (s.l.m.)</i>
Parco Agro-Fotovoltaico	37° 56' 38.393" N	12° 38' 30.311" E	90 mt

Tabella 1 – Coordinate assolute



Figura 2 – Ubicazione area di impianto dal satellite

3.2 Inquadramento cartografico

Il progetto ricade all'interno delle seguenti cartografie e Fogli di Mappa. Per i dettagli si rimanda alle Tavole di inquadramento territoriale (TAV. B.1.1, B.1.2 e B.1.3).

- Cartografia I.G.M. in scala 1:50.000, foglio n° 605 Paceco
- Cartografia I.G.M. in scala 1:25.000, tavoletta n° 605 I Quadrante Paceco
- Carta Tecnica Regionale CTR, scala 1:10.000, foglio n° 605080

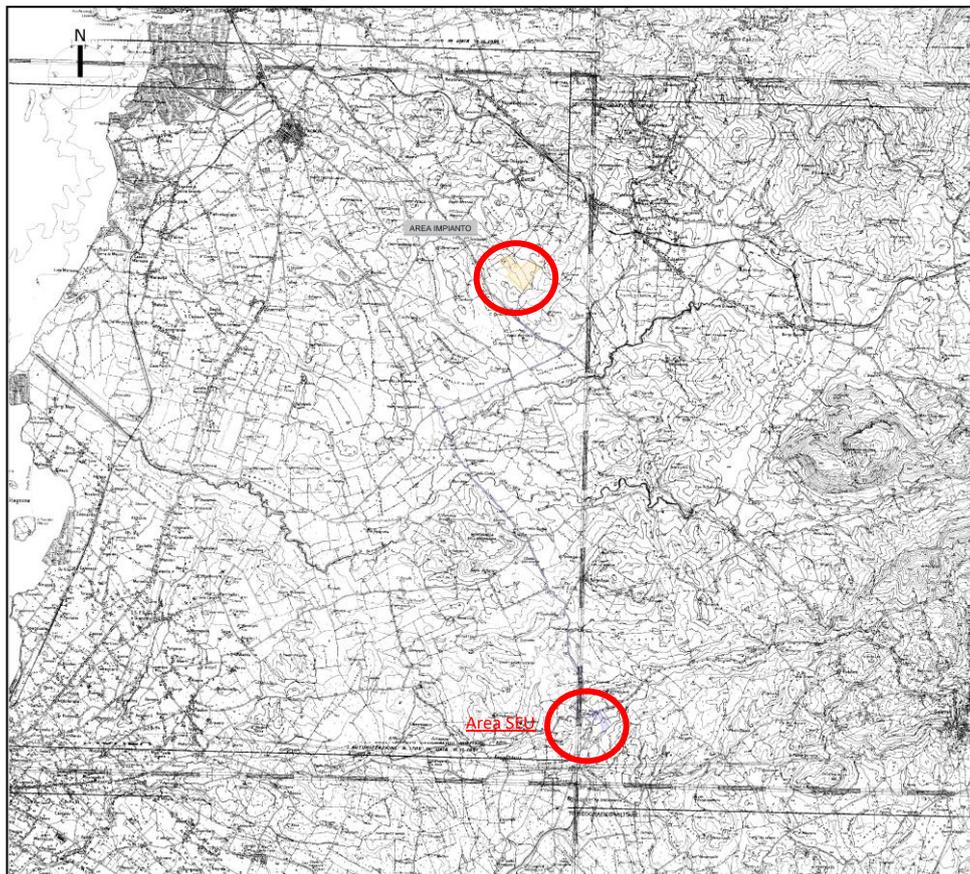


Figura 3 – Inquadramento del sito. IGM 50.000

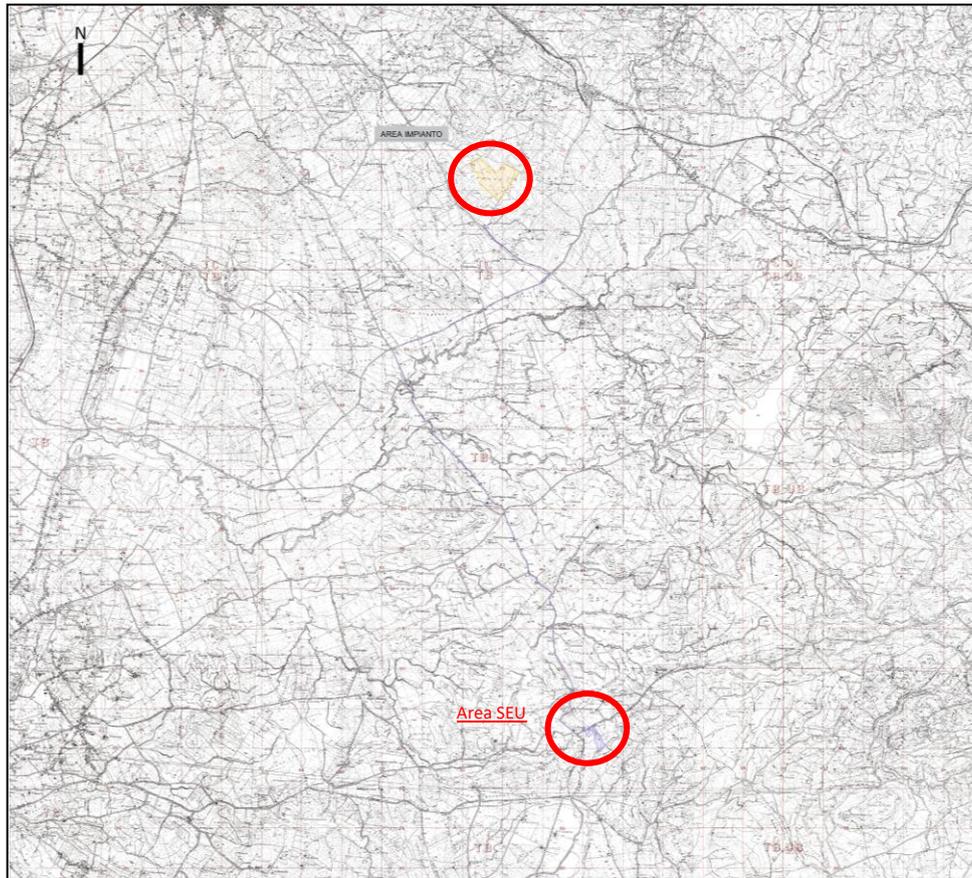


Figura 4 – Inquadramento del sito. IGM 25.000



Figura 5 – Inquadramento dell'area su CTR

3.3 Inquadramento catastale

Così come riportato nella Relazione Tecnica Generale, gli estremi catastali dei terreni dove sarà realizzato quanto in progetto sono riassunti nella tabella seguente e ricadono tutti nel Comune di Trapani.

Comune	Foglio	Particella	Estensione
Trapani	187	13	04.59.50
Trapani	187	14	04.57.20
Trapani	187	15	04.72.80
Trapani	187	1	09.39.00
Trapani	187	16	04.50.00
Trapani	187	11	02.32.30
Trapani	187	12	02.24.90
Trapani	187	21	02.83.80
Trapani	187	9	02.33.00
Trapani	186	15	00.00.73
Trapani	186	16	00.80.00
Trapani	186	17	00.84.50
Trapani	186	20	01.17.50
Trapani	186	30	00.63.10
Trapani	186	31	00.93.30
Trapani	187	3	05.49.30
Trapani	186	21	00.76.30
Trapani	186	28	00.84.80
Trapani	186	6	02.93.60
Trapani	186	7	00.00.73
Trapani	187	5	00.91.90
Trapani	186	2	00.00.46
Trapani	186	29	00.79.90
Trapani	186	3	01.76.00
Trapani	186	4	00.80.90
Trapani	186	5	00.82.70
Trapani	187	25	02.95.10

La superficie totale del terreno in cui è prevista la realizzazione del campo agro-fotovoltaico è pari a 60 Ha, 03 are, 32 centiare.

4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE

Nel Mediterraneo centro-occidentale, la Sicilia costituisce un segmento di catena che si sviluppa lungo il limite tra la placca africana e quella europea, collega le Maghrebidi africane con la Calabria e gli Appennini e si estende dalla Sardegna fino alla piattaforma pelagiana.

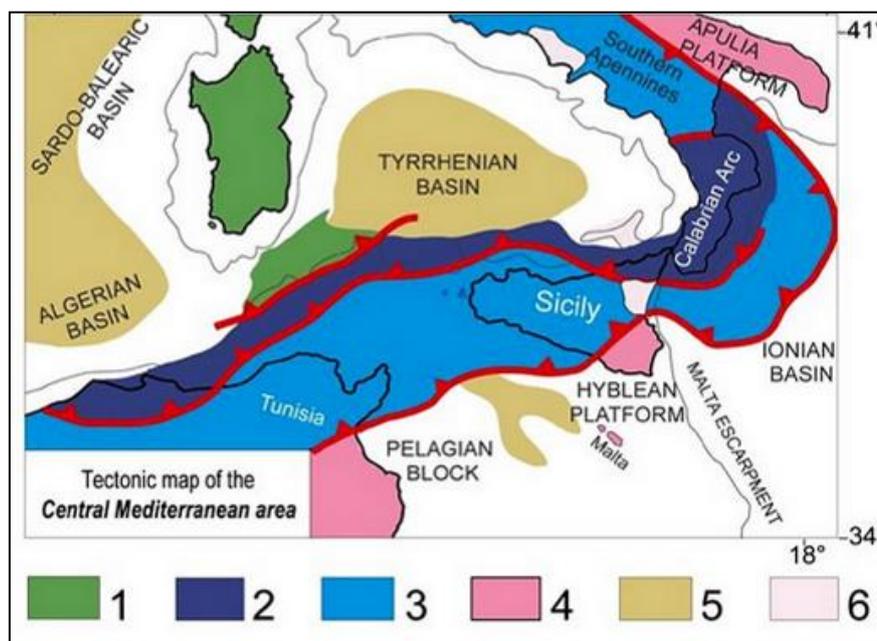


Figura 6 - Schema tettonico del Mediterraneo centrale 1) Corsica-Sardegna; 2) Arco Kabilo-Peloritano-Calabro; 3) Unità Appenninico-Maghrebidi e dell'avampaese deformato; 4) avampaese ed avampaese poco deformato; 5) aree in estensione; 6) vulcaniti plio-quadernarie

Dopo la fase orogenica alpina paleogenica, i movimenti compressivi più importanti di questo settore del Mediterraneo sono dovuti alla subduzione della crosta adriatico-ionica. In questo quadro la collisione del blocco sardo-corso con il margine continentale africano (Bellon et alii, 1977; Channell et alii, 1979; Dercourt et alii, 1986) è considerata comunemente come la causa primaria per la gran parte della deformazione compressiva nella catena sudappenninica-siciliana (Catalano et alii, 1996).

Dal Miocene superiore, con la fine della rotazione del blocco sardo-corso, parte dell'orogene alpino-appenninico venne interessato da processi distensivi, associati con il progressivo arretramento del piano di subduzione, immergente verso NO, della placca adriatico-ionica al di sotto della Calabria, responsabili della formazione ed evoluzione del bacino tirrenico meridionale (Rehault et alii, 1987; Malinverno & Ryan, 1986; Faccenna et alii, 1996; Gueguen et alii, 1998).

Il complesso collisionale della Sicilia e del suo prolungamento offshore è caratterizzato da tre elementi tettonici principali:

a) un'area di avampaese, affiorante nella Sicilia sud-orientale e nel Canale di Sicilia a sud di Sciacca. La successione sedimentaria autoctona ricopre un basamento cristallino africano ed è costituita da circa 7 km di carbonati di piattaforma e di scarpata-bacino del Triassico, di carbonati

pelagici del Giurassico- Eocene e di depositi clastici di piattaforma aperta del Terziario (Patacca et alii, 1979; Catalano & D'Argenio, 1982; Bianchi et alii, 1989; Antonelli et alii, 1991);

b) un'avanfossa recente, localizzata nell'offshore meridionale della Sicilia (Bacino di Gela) e nella regione iblea lungo il margine settentrionale dell'avampaese dove è in parte sepolta dal fronte della catena;

c) una catena complessa, vergente verso SSE, spesso a luoghi più di 15 km, costituita (dall'interno verso l'esterno) da un elemento "europeo" (Unità Peloritane), un elemento "tetideo" (Unità Sicilidi) ed un elemento "africano" (Unità Appenninico-Maghrebidi). Le unità più interne disposte nell'offshore settentrionale dell'Isola sono generalmente collassate verso nord in relazione all'apertura del Tirreno centro-meridionale (Rehault et alii, 1987).

Recenti lavori, supportati da numerosi profili sismici a riflessione (Catalano et alii, 1998 c, 2000 a; Bello et alii, 2000), descrivono la catena siciliana come il risultato della sovrapposizione, da occidente ad oriente, di unità tettoniche pellicolari (risultanti dalla deformazione degli originari domini meso-cenozoici sicilide, imerese e sicano) su un cuneo, spesso 6-7 km, di thrusts derivanti dalla deformazione di un originario dominio di piattaforma carbonatica (trapanese, saccense, panormide). L'insieme così strutturato poggia, a sua volta, sull'avampaese non deformato che affiora nel Plateau ibleo e si continua nel Canale di Sicilia (ibleo-pelagiano).

Geologia area bacino idrografico

Geologicamente l'area oggetto di studio ricade nell'area del bacino idrografico del Fiume Lenzi Baiata (049). L'area interessata dal bacino idrografico del Fiume Lenzi-Baiata si inquadra nel contesto geologico dei Monti di Trapani. Questi ultimi rappresentano le estreme porzioni nordoccidentali della Catena Appenninico-Maghrebide che caratterizza da Est ad Ovest la fascia settentrionale della Sicilia, dai Monti di Trapani fino ai Monti Nebrodi.

La Catena è composta da un insieme di unità stratigrafico-strutturali carbonatiche e terrigeno-carbonatiche derivanti dalla deformazione di domini paleogeografici diversi, caratterizzate da omogeneità di facies e di comportamento strutturale e sovrapposte tettonicamente con vergenza meridionale. La deformazione dei domini paleogeografici e la messa in posto delle unità strutturali è avvenuta a partire dal Miocene inf. a seguito di una tettonica compressivo-traslativa ed è durata fino a buona parte del Pliocene. Essa ha avuto inizio con la messa in posto delle unità più interne ed ha progressivamente interessato i domini paleogeografici più esterni e più profondi nell'edificio tettonico che hanno subito un trasporto minore.

Nel Tortoniano-Messiniano inf., in seguito al sollevamento progressivo della Catena, è iniziata la deposizione del Complesso Postorogeno, con le molasse della Fm. Terravecchia, seguita dalla crisi di salinità, che ha dato luogo alla deposizione della serie evaporitica messiniana e dalla deposizione terrigena argilloso-sabbioso-calcarenitica plioleistocenica. Nell'area del bacino idrografico del Lenzi-Baiata affiorano terreni che abbracciano un intervallo temporale compreso tra il Trias sup. e l'Attuale. Si riscontrano depositi di Catena prevalentemente calcareo-dolomitici e calcareo-marnosi riferibili all'Unità di Monte Erice, depositi prevalentemente argillosi e argilloso-arenacei riferibili al complesso postorogeno e depositi quaternari di natura prevalentemente

sabbioso-calcarenitica. Su tali terreni si rinvencono, infine, depositi di copertura di natura detritica a ridosso dei principali rilievi e di natura alluvionale nelle aree di fondovalle.

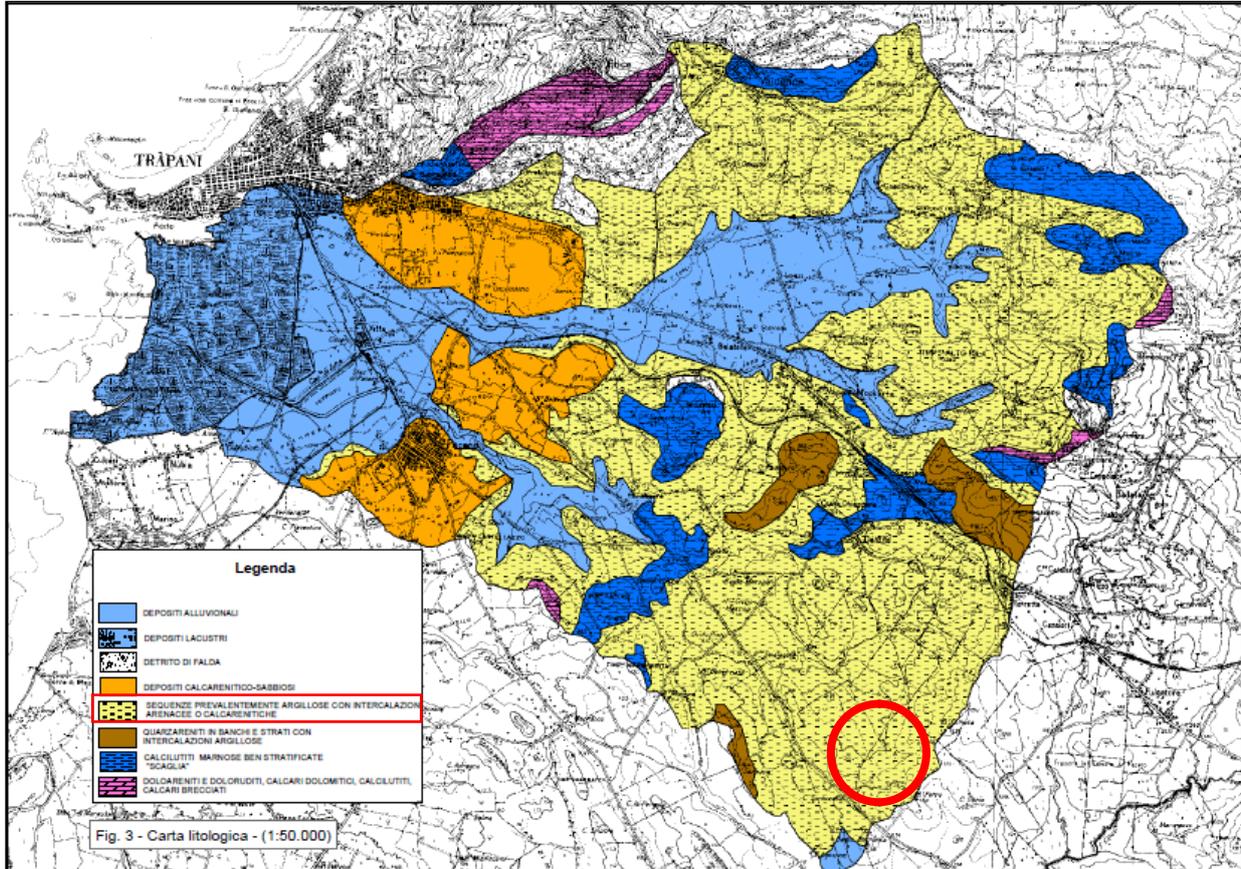


Figura 7 – Carta geologica area bacino idrografico – Scala 1:50.000

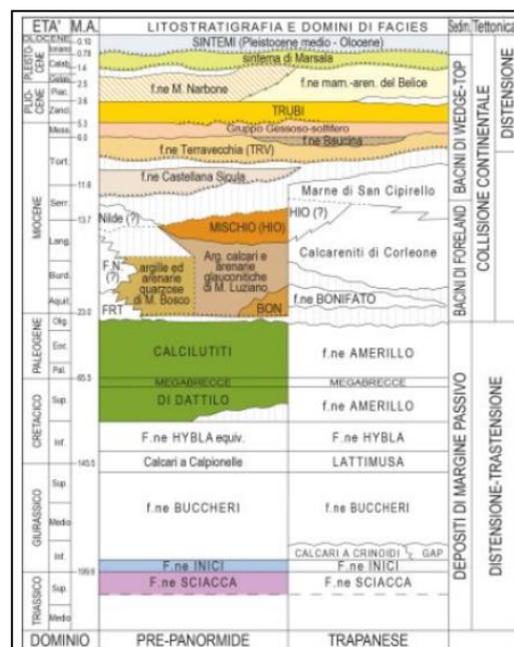


Figura 8 – Litostratigrafia e domini di facies

4.1 Geologia area impianto agro-fotovoltaico

L'area oggetto di studio rientra nella Carta Geologica d'Italia al Foglio nr. 605 "Paceco" del progetto CARG dell'ISPRA in scala 1:50.000; Tale supporto cartografico è stato utilizzato come punto base per il rilevamento di dettaglio sul campo. Il rilevamento geologico è stato esteso ad una zona di ampiezza idonea ad individuare il contesto geologico e litostratigrafico dell'area di progetto. Di seguito verrà descritta la sequenza litostratigrafica delle formazioni riscontrate dai termini più recente a quelli più antichi affioranti nell'area oggetto di studio. Per descrivere le litologie presenti nell'area verrà adoperata la stessa nomenclatura riportata nella Carta Geologica d'Italia Foglio 605 "Paceco".

➤ Depositi Quaternari

(AFL) SINTEMA DI CAPO PLAIA

(AFLb2) Ghiaie, sabbie e limi eluviali e colluviali variamente pedogenizzati.

(AFLb) Limi sabbiosi fluviali grigiastri.

PLEISTOCENE SUPERIORE-OLOCENE

(BRM) SINTEMA DI BORROMIA

Depositi alluvionali di ciottoli poligenici arrotondati in matrice sabbioso ghiaiosa rossastra, argille sabbiose con ciottoli, lenti di sabbie con fossili rimaneggiati, distribuiti lungo i versanti vallivi o in posizione sommitale, fra circa 30 e 150 s.l.m. Due cicli di corpi sedimentari, ognuno dei quali presenta geometrie tabulari e spessore fra 1 e 20 m. Limite inferiore dell'unità è una superficie di erosione fluviale sui depositi di sintema Paceco e più antichi. Limite superiore è una superficie di non deposizione, coincidente con l'attuale superficie tipografica Ambiente fluvio-lacustre.

PLEISTOCENE MEDIO – SUPERIORE

➤ Depositi Miocenici (Avanfossa s.l.)

(SIC) FORMAZIONE CASTELLANA SICULA

Peliti sabbiose e marne argillose grigio-verdastre, con glauconite e pirite, con lenti di arenarie marnose e calcareniti. Contengono foraminiferi planctonici (biozone a *Orbulina suturalis-Paragloborotalia*) nei livelli inferiori, indicativi del Langhiano-Serravalliano. Affiora con spessori esigui (40/50 m) nelle colline a Sud di Paceco. Limite inferiore è una superficie erosiva (o da contatto meccanico) sui depositi oligo-miocenici (LUO, BCO). Il limite superiore, poco visibile, è una superficie di erosione con il sistema Paceco. Ambiente deposizionale di bacino sintettonico.

LANGHIANO – TORTONIANO INFERIORE

➤ Successioni Meso-Cenozoiche del Dominio PrePanormide

(LUO) ARGILLE MARNOSE, CALCARI ED ARENARIE GLAUCONITICHE DI MONTE LUZIANO

La formazione è stata separata in due unità di associazione di litofacies che vengono definite principalmente sulla base della prevalenza delle facies clastico-carbonatiche o di quelle clastico-terrigene. Quando non differenziabile i vari litotipi sono stati assegnati all'unità litostratigrafica

indistinta (LUO). Il contenuto fossilifero (rari foraminiferi planctonici tra cui *Globigerina binaiensis*, *G. ciperoensis*, *Globorotaria opima nana*) è indicativo dell'intervallo Oligocene Superiore-Miocene Medio. Nel loro insieme i depositi raggiungono una potenza di oltre 300 m. Limite inferiore (quando visibile) da paraconcordante a disconcordante su DAT o un contatto meccanico con BCO. Ambiente deposizionale compreso tra la piattaforma esterna e la base della scarpata.

- “Marne, calcari, biocalcareni ed arenarie glauconitiche di Montagnola della Borronia”

Marne, calcilutiti (LUOa) con intercalazioni di arenarie, banchi di calcareniti e calciruditi glauconifere e bioclastiche a base generalmente erosiva (LUOc). Limite inferiore discordante e/o eteropico con BCO ma a luoghi di natura meccanica su DAT.

- “Arenarie, argille sabbiose, quarzosiltiti glauconitiche e calcareniti bioclastiche torbiditiche di Costiere Sigiare”

Arenarie fini e grossolane fino a sabbie argillose con grandi molluschi, progressivamente più ricche in glauconite verso l'alto (LUOb), con intercalazioni di calcareniti e calciruditi molto glauconifere (LUOd). I depositi affiorano, da sud a nord, tra i fiumi Marcanzotta e Quasarano, a Comtrada Sigiare e Costa Guardia – *OLIGOCENE SUPERIORE-MIOCENE MEDIO (Langhiano)*.

(BCO) ARGILLE ED ARENARIE QUARZOSE DI MONTE BOSCO

Peliti siltose ed argille silicee verdastre con livelli di biocalcareni a macroforaminiferi risedimentati, arenarie quarzose brune con rari noduli sideritici, gradate, laminate. Nelle peliti si rinvencono nannofossili calcarei e foraminiferi planctonici. Il limite inferiore è un contatto meccanico su DAT. Il limite superiore è una superficie discordante con SIC. Ambiente sedimentario di scarpata e base di scarpata con sedimentazione emipelagica e risedimentazione per frane sottomarine (*debris flow e grain flow*). *RUPELLIANO p.p. – CHATTIANO p.p.*

Nel dettaglio l'area oggetto di studio, così come riportato nella Carta Geologica d'Italia al Foglio Nr. 605 “Paceco” del progetto CARG dell'ISPRA in scala 1:50.000, insite su litologie prevalentemente argillose ed argillo-limose a comportamento plastico le quali sono caratterizzanti di una morfologia sub-pianeggiante. In particolare tali litotipi sono afferenti alla *Formazione delle Argille ed Arenarie quarzose di Monte Bosco (BCO)* e sui *depositi eluvio colluviali del Sistema di Capo Plaia (AFLb2)*.

Dal punto di vista tettonico in prossimità dell'area di progetto ma esterni ad essa si ritrova un fronte di sovrascorrimento con direzione circa W-E quindi con direzione di sovrascorrimento circa verso S, mentre nella parte occidentale è presente una traccia di superficie assiale di anticlinale.

Si rimanda alla tavola di progetto TAV. B.1.17 “Carta Geologica” per gli inquadramenti geologici relativi all'area di impianto, alla Sottostazione Elettrica di Utenza ed alla linea di connessione.

L'area dell'impianto agro-fotovoltaico, sulla base di quanto riportato dalla mappa estratta dalla banca dati del progetto Ithaca (Italy Hazard from Capable faults) sviluppato dal Servizio Geologico d'Italia - ISPRA, non risulta essere attraversata da faglie attive e capaci “faglie in grado di produrre una significativa deformazione tettonica permanente in superficie”.

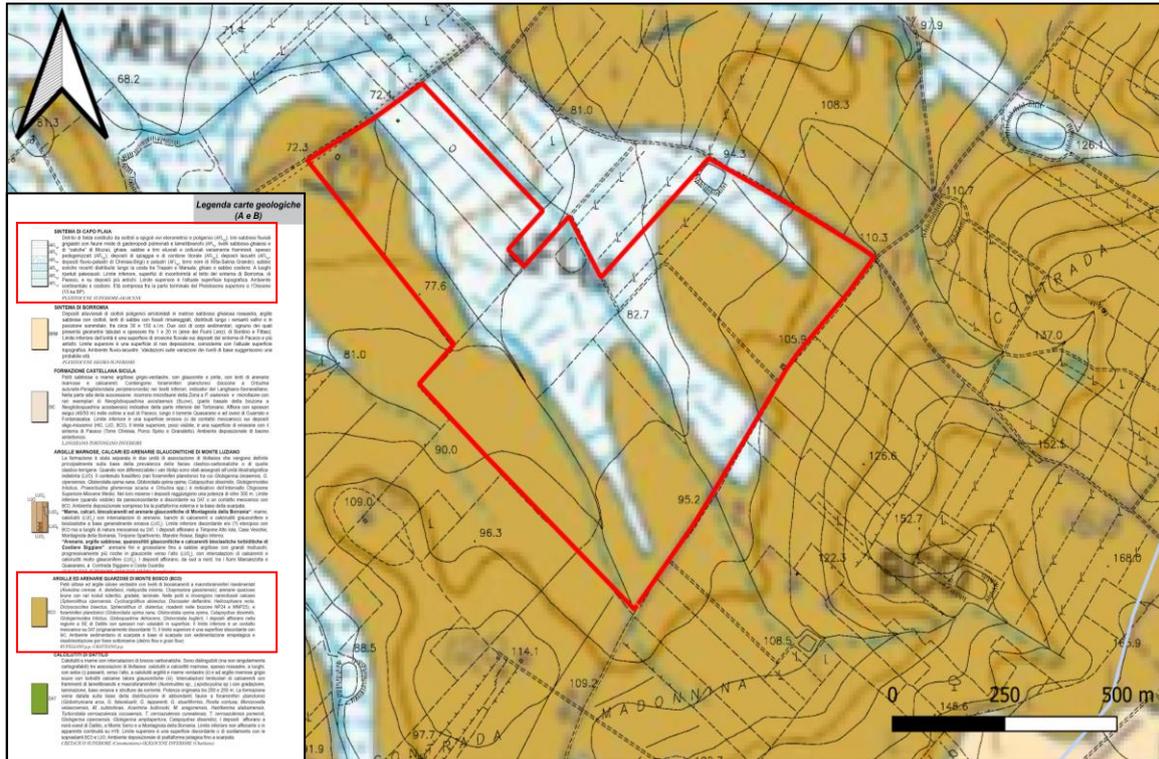


Figura 9 - Stralcio Carta geologica "A" area impianto agro-fotovoltaico



Figura 10 - Stralcio Carta geologica "C" area impianto agro-fotovoltaico, area SSE Utenza e linea di connessione scala 1:100.000

Committente:

GREEN FIFTEEN S.R.L.

Progettista:



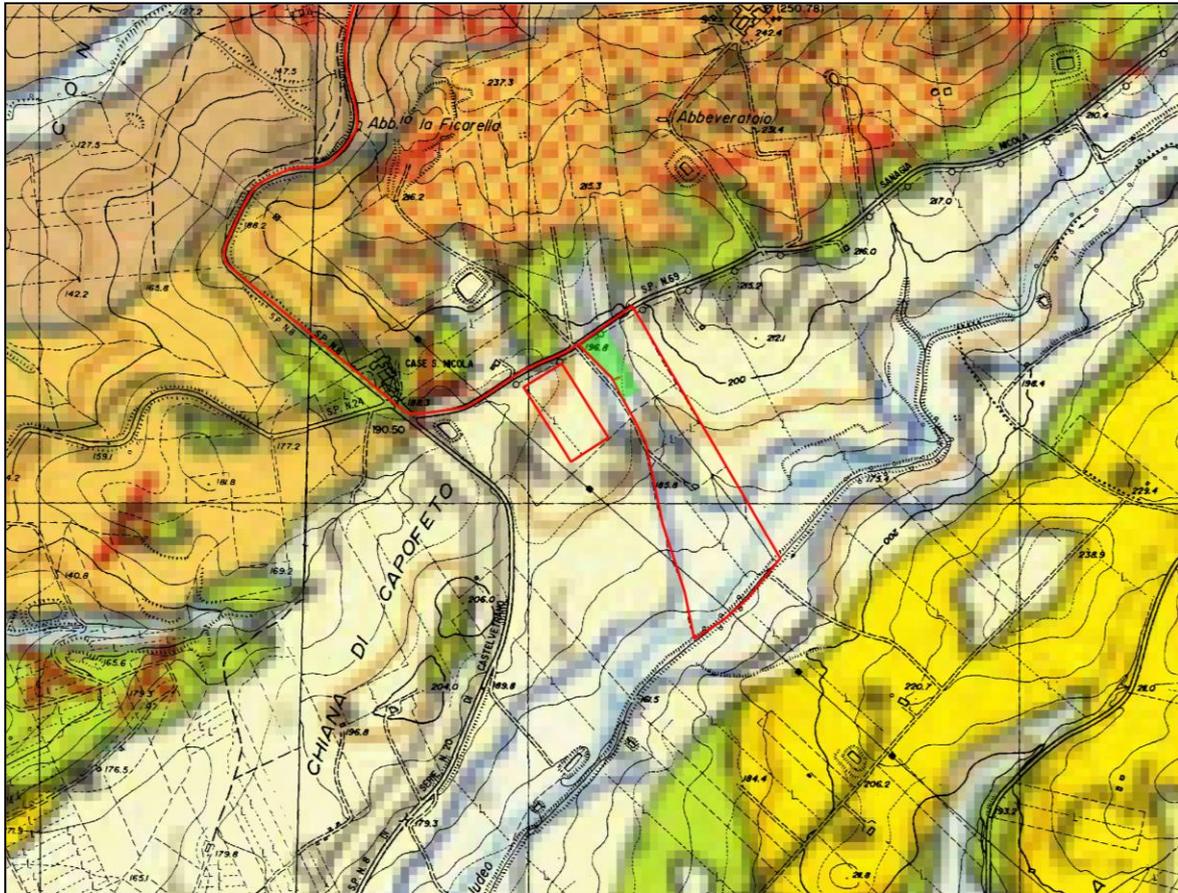


Figura 11 - Stralcio Carta geologica "D" area SSE Utenza - scala 1:10.000

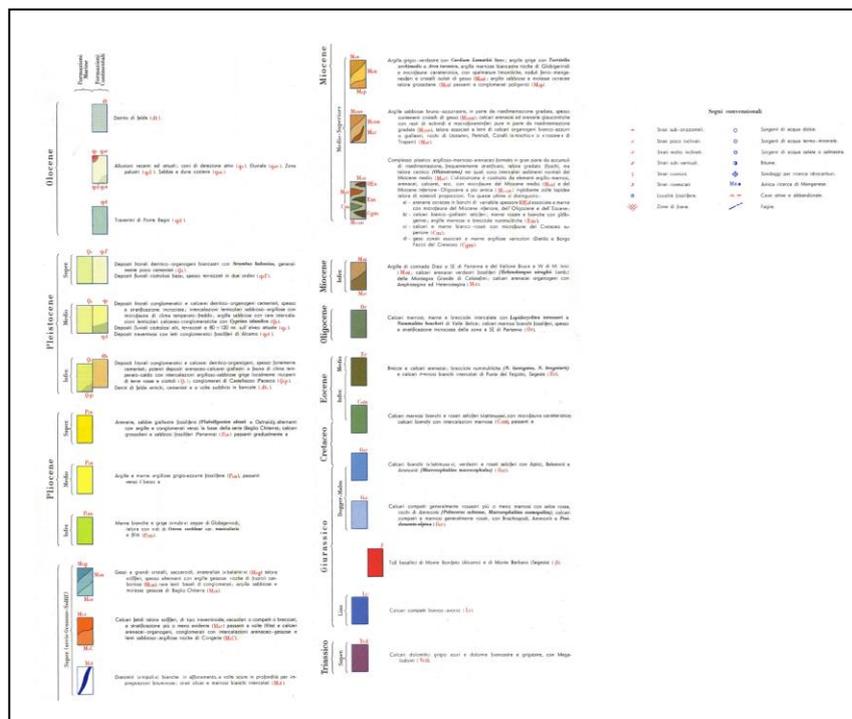


Figura 12 – Legenda Carta Geologica C e D

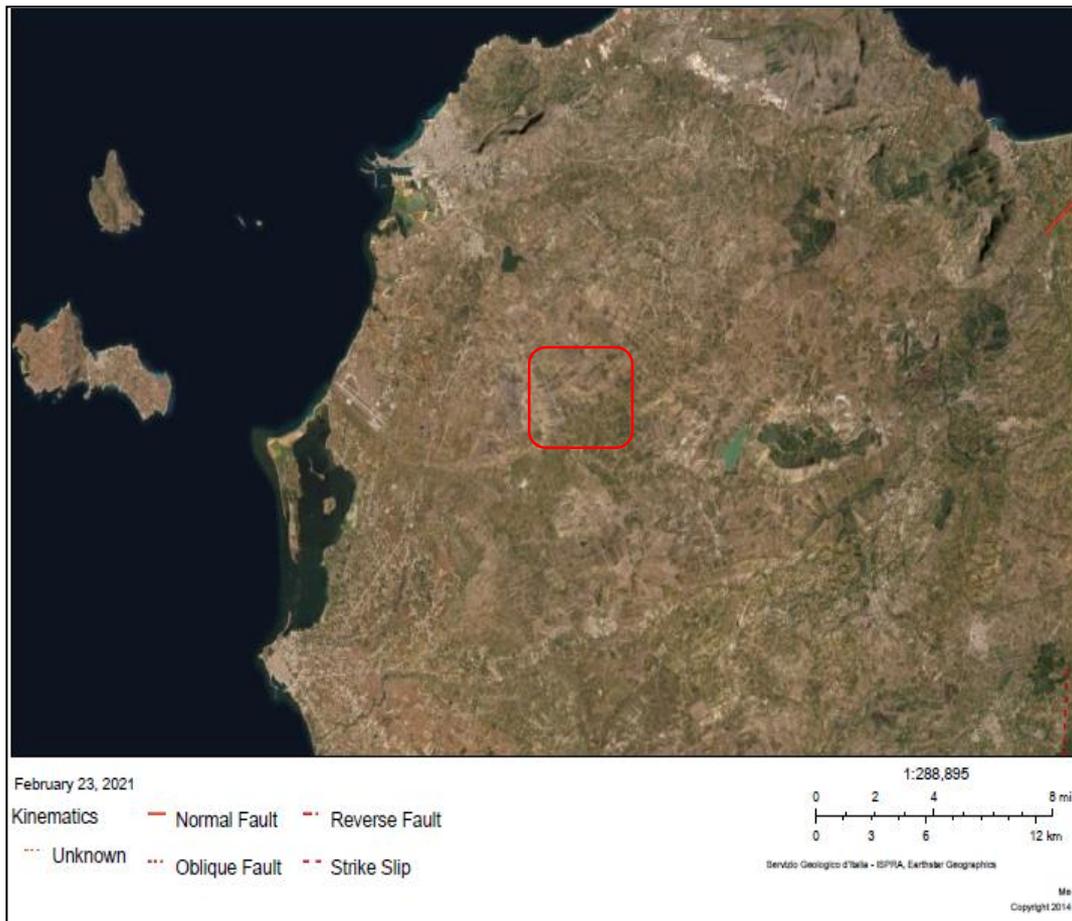


Figura 13 - Strutture tettoniche presenti nell'area in studio, tratto da Banca dati - Ithaca

5. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

Dall'analisi della cartografia tematica del Piano stralcio di bacino per l'assetto idrogeologico (P.A.I.) dell'Autorità di Bacino Interregionale della Sicilia si evince che il sito oggetto di studio rientra ricade nell'area del bacino idrografico del Fiume Lenzi Baiata (Bacino Nr. 049).

L'area oggetto di studio è caratterizzata da depositi a comportamento prevalentemente plastico, che caratterizzano l'assetto morfologico dell'area con forme di tipo collinare molto blande ed arrotondate il cui principale processo morfo-dinamico è quello legato allo scorrimento delle acque libere ed all'erosione ed al trasporto solido delle acque incanalate.

I fenomeni di dissesto nell'area territoriale in studio sono piuttosto rari e poco estesi arealmente. I pochi dissesti individuati nell'intorno dell'area di progetto sono riconducibili a fenomeni di soliflusso e di colamento lento, e più raramente a fenomeni di tipo scorrimento o frane complesse.

5.1 Geomorfologia e studio plano-altimetrico dell'area impianto

Nell'area oggetto di studio si ritrovano prevalentemente litologie argillose ed argillo-limose a comportamento plastico le quali sono caratterizzanti di una morfologia sub-pianeggiante.

All'interno dell'area di progetto, allo stato attuale, non si riscontrano fenomeni gravitativi in atto. L'analisi geomorfologica di dettaglio dell'area, oltre che al rilevamento in situ, è stata effettuata tramite la realizzazione di uno studio plano-altimetrico (vedi tavole di progetto B.2.1 e B.2.2) sviluppato grazie all'uso di software che analizzano gli aspetti topografici del territorio basandosi su rilievi satellitari.

In particolare sono state ricavate le seguenti carte relative all'area dell'impianto:

- ✓ Carta stato di fatto
- ✓ Carta delle curve di livello
- ✓ Carta delle analisi quote altimetriche
- ✓ Carta delle analisi pendenze

Carta stato di fatto

L'area di progetto allo stato di fatto si presenta priva di dissesti gravitativi in atto.

All'interno dell'area si sviluppano delle linee di impluvio aventi direzioni circa SSE-NNW i quali fungono da collettori principali di raccolta delle acque superficiali e sono interessati quindi dallo scorrimento delle stesse solamente in caso di fenomeni meteorici importanti restando quasi sempre in condizioni di asciutto. Nel complesso l'area dell'impianto è caratterizzata da superfici sub-orizzontali nelle quali, a causa delle litologie impermeabili ed in concomitanza ad eventi di pioggia intensi, è possibile riscontrare fenomeni di ristagno idrico superficiale anche importanti.

Nell'area in studio sono presenti due aree attribuibili a vecchi invasi (ad oggi in stato di abbandono) finalizzati probabilmente alla raccolta delle acque meteoriche.

In questa fase progettuale si prevede il ripristino ed il miglioramento degli invasi tramite l'impermeabilizzazione del fondo e delle sponde col fine di raccogliere e trattenere la maggior quantità d'acqua piovana per un utilizzo a scopo agricolo.



Figura 14 - Carta stato di fatto

Carta delle curve di livello

Dall'esame della carta delle curve di livello si evince che le isoipse, aventi equidistanza di 1,00 mt, rappresentano una morfologia eterogenea la quale, considerando anche l'estensione del lotto, possiamo definirla a grande scala sub-pianeggiante. La superficie topografica risulta essere prevalentemente immergente verso NNW.

Le quote altimetriche maggiori si ritrovano nella parte E del campo (quota max 115 mt s.l.m.) mentre le quote minori nella parte N (quota min 75 mt s.l.m.).

La zona centro meridionale dell'area è caratterizzata morfologicamente da una grande depressione delimitata da due versanti con immersione convergenti verso il centro dell'area.

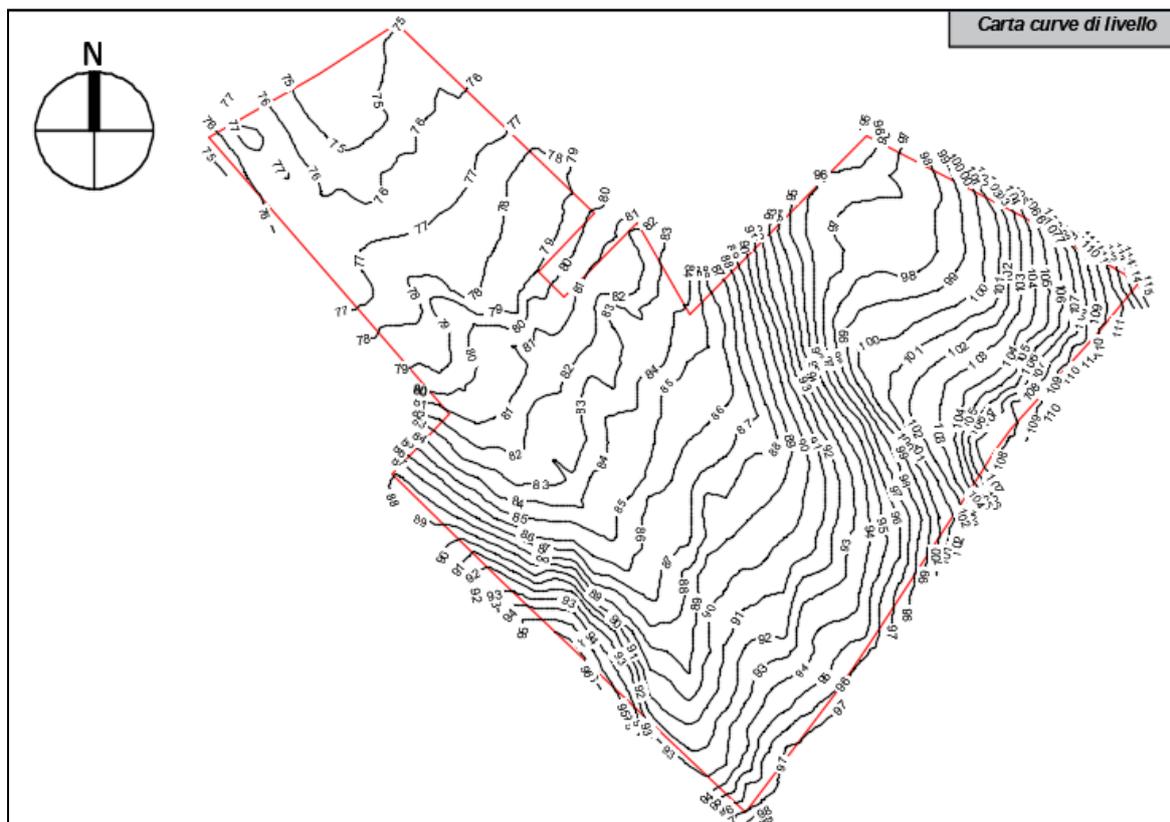


Figura 15 - Carta curve di livello

Committente:

GREEN FIFTEEN S.R.L.

Progettista:



Pag. 21 | 49

Carta delle analisi quote altimetriche

La carta delle analisi quote altimetriche ci restituisce la superficie del lotto in esame settorializzata sulla base dei valori delle quote altimetriche riscontrate. L'area viene suddivisa in settori caratterizzati da range di quota di 10 mt. In particolare si evince che i valori di quota maggiori si ritrovano nella parte orientale dell'area (115,00 mt slm) mentre i valori più bassi nelle aree settentrionali (75,00 mt slm).

Le classi di quota altimetrica che rappresentano maggiormente l'area di progetto sono quelle tra 80,00 e 90,00 mt con una percentuale di 32,08%, e tra 90,00 e 100,00 mt con un'incidenza del 32,16% quindi, si attribuisce come valore medio della quota altimetrica di progetto il valore di 90,00 mt s.l.m.

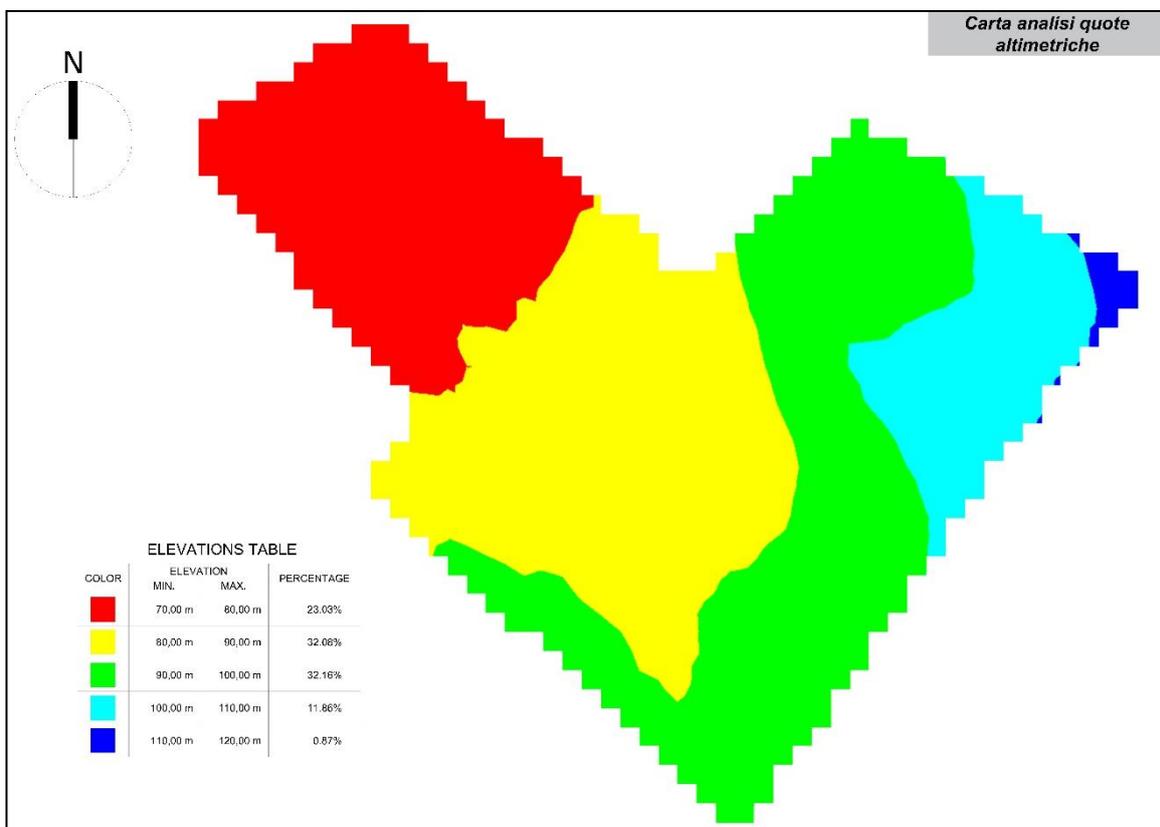


Figura 16 - Carta analisi quote altimetriche

Carta delle analisi pendenze

La carta delle analisi delle pendenze ci descrive invece la distribuzione in percentuale delle pendenze del terreno riscontrate nel lotto in esame.

In particolare il range dei valori di pendenza che rappresenta maggiormente l'area in esame risulta essere tra 0% e 5%, con un'incidenza di circa il 72% mentre per la restante parte si hanno valori tra il 5% ed il 10%.

Allo stato di fatto, considerando la natura impermeabile dei litotipi che costituiscono il sedime di fondazione e l'assenza di un sistema di regimazione delle acque meteoriche si verificano, a seguito di eventi piovosi intensi, fenomeni di ristagno idrico nelle porzioni caratterizzate da una morfologia sub-pianeggiante e fenomeni erosivi di dilavamento superficiale nelle zone a pendenza elevata.

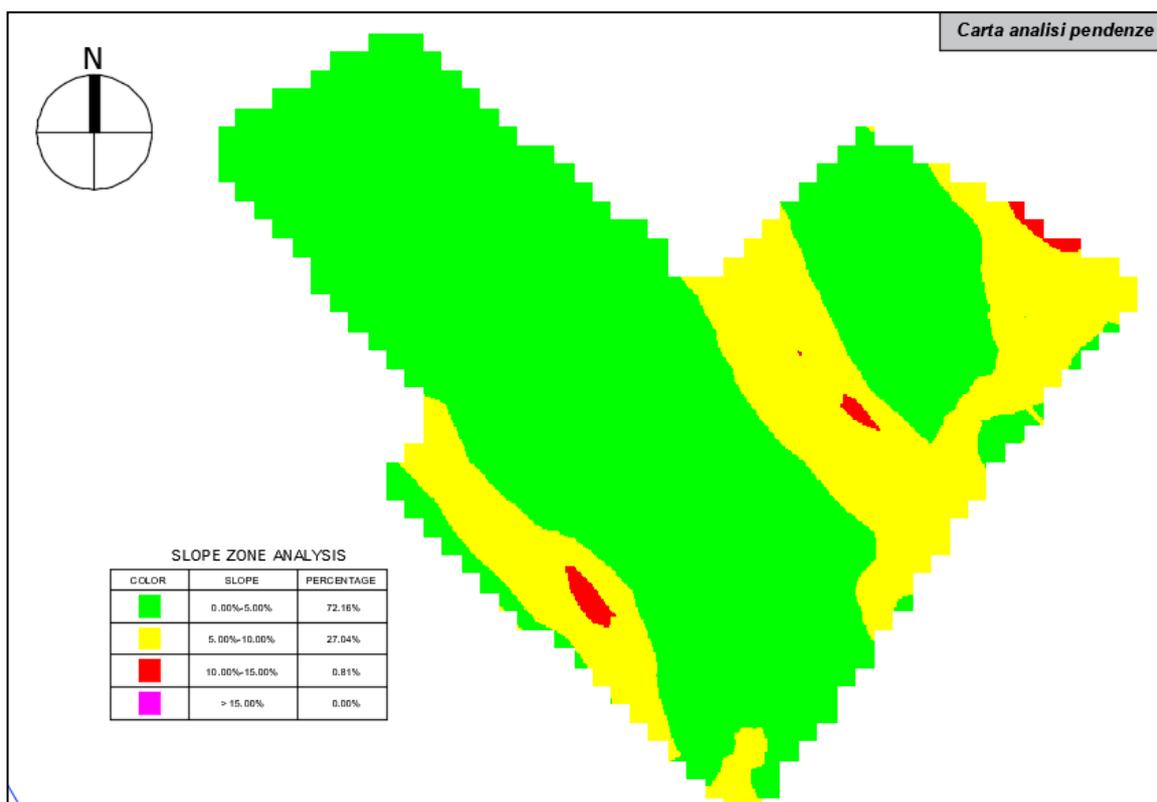


Figura 17 - Carta analisi pendenze

Per tutto quanto sopra descritto si rimanda al progettista incaricato la valutazione relativa allo sviluppo del layout di progetto per l'ubicazione dei pannelli fotovoltaici e delle relative opere accessorie (tipologie fondazioni ed opere idrauliche).

5.2 Pericolosità geomorfologica del sito e P.A.I.

Il sito oggetto di studio rientra nell'area territoriale del Bacino idrografico del Fiume del Fiume Lenzi Baiata (049). Dall'analisi della cartografia tematica dedicata al dissesto idrogeologico dell'Autorità di Bacino Interregionale della Sicilia (P.A.I.) è stato possibile confermare l'assenza, all'interno e nelle adiacenze delle aree in studio, di fenomeni sia gravitativi di dissesti franosi che di rischio idraulico. Si riportano di seguito gli stralci della cartografia PAI che identificano lo stato di attività dei fenomeni di dissesto e le carte di pericolosità e rischio geomorfologico.

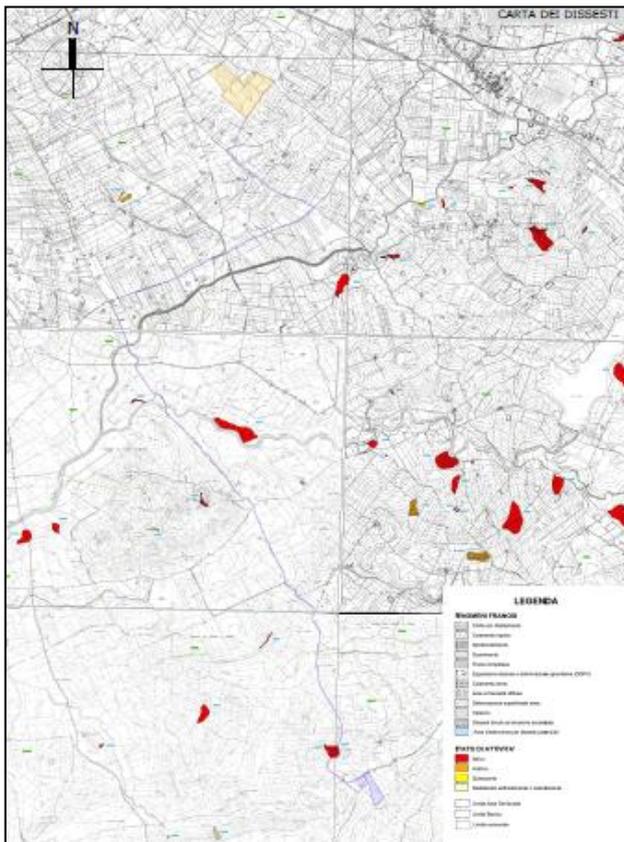


Figura 18 – Sovrapposizione area impianto, cavidotto e area SSE utenza con carta stato di attività dissesti PAI

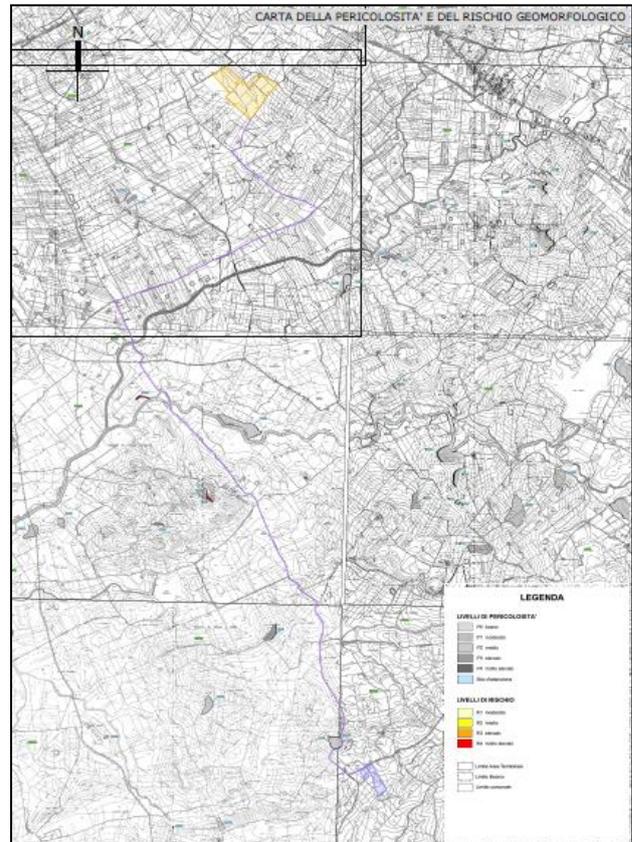


Figura 19 – Sovrapposizione area impianto, cavidotto e area SSE utenza con carta pericolosità e rischio geomorfologico PAI

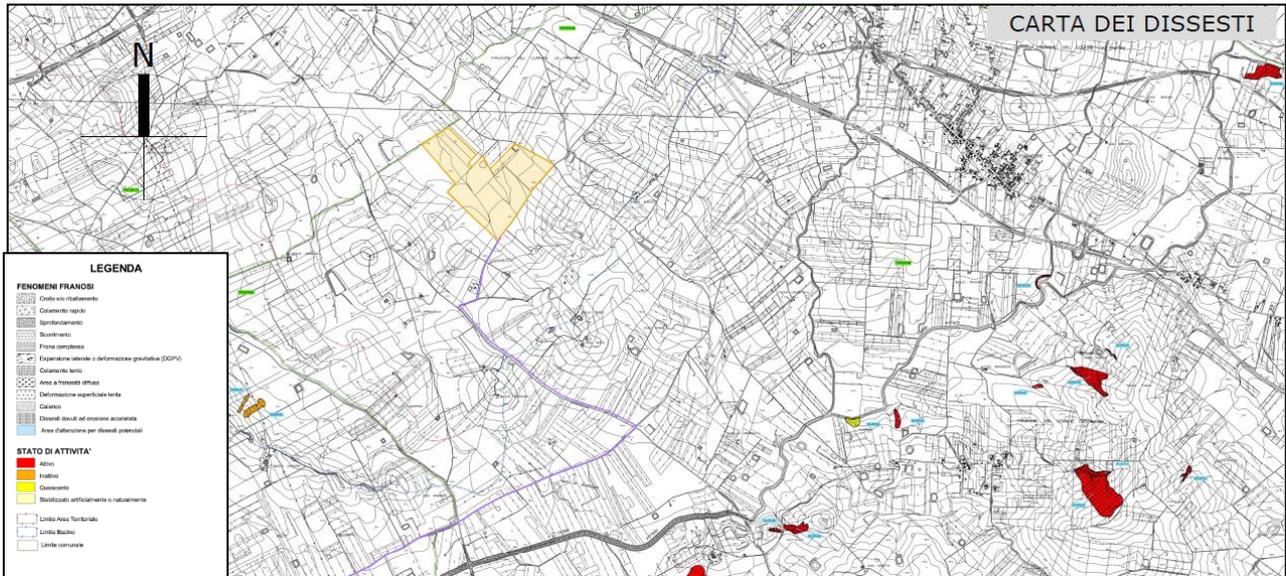


Figura 20 – Particolare area impianto agro-fotovoltaico con carta stato di attività dissesti PAI



Figura 21 – Particolare area SSE di utenza con carta stato di attività dissesti PAI



Figura 22 – Particolare area impianto agro-fotovoltaico con carta pericolosità e rischio geomorfologico PAI

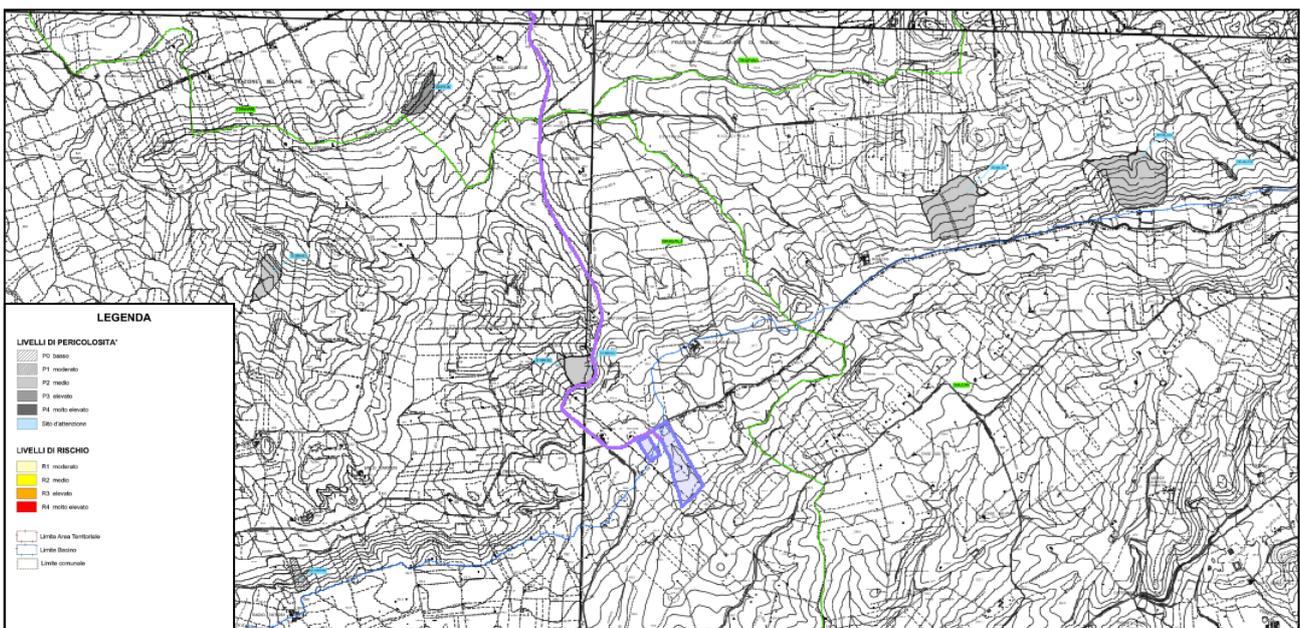


Figura 23 – Particolare area SSE di utenza con carta pericolosità e rischio geomorfologico PAI

Per quanto riguarda i fenomeni di dissesto idraulico risulta che il sito in oggetto non è interessato da situazioni di pericolosità e/o rischio di questo tipo. Alla luce di quanto analizzato, per quanto concerne il rischio geomorfologico ed idraulico relativo all'area dove saranno realizzate le opere previste in progetto si può affermare che, ad oggi, allo stato di fatto, l'area si presta alla realizzazione di quanto previsto in quanto non sono presenti elementi di rischio geomorfologico e/o idraulico in atto.

6. CARATTERIZZAZIONE LITOLOGICA E GEOTECNICA

In questo capitolo vengono analizzate e descritte le caratteristiche fisico-meccaniche delle litofacies che caratterizzano il sedime di fondazione dell'area oggetto di studio ricavate grazie ad una opportuna campagna di indagine programmata consistita in:

- Nr. 7 prove penetrometriche
- Nr. 6 Tomografie sismiche superficiali 2D
- Nr. 2 indagini sismiche di tipo MASW in accordo con il D.M. 17.01.2018

Anche per l'area dove sorgerà la sottostazione elettrica di utenza sono state effettuate le seguenti indagini:

- Nr. 1 prova penetrometrica
- Nr. 1 Tomografia sismica superficiale 2D
- Nr. 1 indagine sismica di tipo MASW in accordo con il D.M. 17.01.2018

Per la successiva fase di progettazione esecutiva saranno approfondite le risultanze delle indagini già effettuate in situ integrandole possibilmente con indagini dirette e/o prove su campioni analizzati in laboratorio per identificare con esattezza i parametri geotecnici dei vari livelli litostratigrafici nonché i relativi spessori.



Figura 24 – Ubicazione indagini effettuate area impianto agro-fotovoltaico



Figura 25 – Ubicazione indagini effettuate area SSE di utenza

Indagini geofisiche

Le indagini geofisiche sono delle indagini di tipo “indiretto” (a differenza dei sondaggi geognostici), poiché misurano la variazione di determinate proprietà fisiche dei terreni da cui poter elaborare dei modelli geologici del sottosuolo. Più nel dettaglio, la misura delle variazioni di tali parametri geofisici e la loro successiva elaborazione consente di definire la geometria e le caratteristiche dei corpi geologici sepolti. I principali utilizzi nel settore geo-ingegneristico corrispondono alla definizione del profilo litostratigrafico, la localizzazione della profondità del substrato o del basamento roccioso, l’individuazione di cavità sotterranee, individuazione di strutture o elementi artificiali sepolti e l’individuazione della superficie della falda freatica o di corpi idrici sotterranei.

Metodo MASW

Il metodo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) è una tecnica di indagine non invasiva che individua (al centro dello stendimento) il profilo di velocità delle onde di taglio verticali V_s , basandosi sulla misura delle onde superficiali fatta in corrispondenza di diversi sensori (accelerometri o geofoni) posti sulla superficie del suolo.

Per quanto concerne i risultati delle MASW effettuate nell’area di progetto sono stati ricavati grazie alle 3 prove effettuate, i modelli stratigrafici rappresentanti i relativi sismostrati le cui caratteristiche fisico-meccaniche risultano migliorare con la profondità d’indagine.

Committente:

GREEN FIFTEEN S.R.L.

Progettista:



Pag. 28 | 49

Da quanto sopra esposto, sono stati calcolati i seguenti valori di Vs30 (m/s) e quindi le relative categorie di sottosuolo ai sensi della NTC 2018:

BLOCCO	MASW	Valore Vs 30 (m/s)	Categoria sottosuolo
Area impianto FV	01	221,00	C
Area impianto FV	02	285,00	C
Area SSE	07	282,14	E

Per i valori dei moduli elastici caratteristici dei sismostrati ed altri dettagli si rimanda alla relazione geofisica allegata.

Tomografia sismica superficiale

Il metodo della sismica consiste nel caratterizzare dinamicamente, tramite la misura delle velocità di propagazione delle onde di compressione (onde P) o delle onde di taglio (Onde S), le unità litologiche presenti nell'area di indagine e determinarne così, la geometria, gli spessori e i contatti delle unità litotecniche riscontrate.

In particolare, il metodo della tomografia sismica superficiale, consente di individuare apprezzabili variazioni delle velocità di propagazione delle onde sismiche nel sottosuolo, permettendo di ottenere un modello di distribuzione delle velocità mediante la restituzione di una mappa di tipo "profondità-velocità", dove è possibile ricostruire con buona approssimazione, la geometria dei materiali di copertura e anche, tramite la variazione progressiva della velocità nel sottosuolo, individuare quelle aree in cui i materiali risultano avere maggior grado di costipazione e quindi migliori caratteristiche fisico-meccaniche.

Modello sismo-stratigrafico AREA IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO:

- PRIMO SISMOSTRATO: spessore medio di circa 2,00 mt costituito da materiali superficiali (verosimilmente coltre eluvio-colluviale). Sono state individuate profondità fino a 4,00 mt (vedi TOM_6). Le velocità di transito delle onde P al suo interno, risultano comprese tra 700,00 m/s e 900 m/s.
- SECONDO SISMOSTRATO: raggiunge profondità variabili tra circa 2,00 e 4,00 mt. Si tratta verosimilmente di materiali argillo-limosi parzialmente alterati, da poco a mediamente consistenti verso il basso con velocità delle onde P al suo interno comprese tra 700,0 m/s ed i 1500,0 m/s.
- TERZO SISMOSTRATO: si intercetta a profondità compresa tra 4,00 e 6,00 mt dal p.c. E' costituito da materiali della stessa natura litologica, dove la velocità di propagazione delle onde P è maggiore di 1300,0 m/s.

Dai risultati e dalla successiva elaborazione dei dati si evince l'area dell'impianto agro-fotovoltaico mostra un assetto litotecnico piuttosto simile ed omogeneo che si manifesta con una marcata omogeneità litologica che rappresenta tutt'ora l'assetto stratigrafico del settore in studio.

Modello sismo-stratigrafico AREA SSE di utenza (Vedi TOM_7):

- PRIMO SISMOSTRATO: spessore medio di circa 1,00 mt costituito da materiali superficiali alterati poco consistenti con velocità di transito delle onde P inferiori a 400,00 m/s.
- SECONDO SISMOSTRATO: spessore medio circa 2,00 mt. Si tratta di materiali a grana medio-fine da mediamente a consistenti verso il basso con velocità delle onde P al suo interno comprese tra 800,0 m/s ed i 1400,0 m/s.
- TERZO SISMOSTRATO: si intercetta a profondità di circa 3,00 dal p.c. E' costituito da materiali a grana medio fine con apprezzabili caratteristiche fisico-meccaniche, dove la velocità di propagazione delle onde P è maggiore di 1400,0 m/s.

Prove penetrometriche

La prova di resistenza meccanica di tipo dinamica (SPT), consiste nel lasciar cadere un maglio di 30 Kg da un'altezza standard di 20 cm su delle aste di acciaio con diametro di 22 mm, infisse nella parte terminale ad una punta conica, e di registrare i numeri di colpi necessari per ogni 10 cm di avanzamento della suddetta punta nel terreno.

Attraverso delle correlazioni empiriche è possibile risalire con buona approssimazione al profilo stratigrafico e alle caratteristiche meccaniche dei terreni indagati.

Nello specifico è possibile quantificare le caratteristiche geomeccaniche dei terreni, durante l'avanzamento della punta conica nel sottosuolo, fornendo altresì, i valori stimati dei parametri geotecnici considerando ogni strato a comportamento coesivo e granulare.

6.1 Litostratigrafia e modello geotecnico dell'area impianto

Dall'analisi dei risultati delle indagini sopra descritte vengono restituiti due modelli litostratigrafici rappresentativi dell'area dell'impianto agro-fotovoltaico e dell'area dove sorgerà la Sottostazione Elettrica di Utenza. I modelli litostratigrafici e geotecnici sono utili ai fini progettuali per la valutazione ed il dimensionamento delle opere di fondazione e riguardano il volume di terreno significativo influenzato direttamente o indirettamente dalla costruzione di quanto previsto a progetto.

Nei modelli lito-tecnici proposti, si riportano i range dei parametri geotecnici riscontrati dalle indagini effettuate, i quali sono stati ricavati da correlazioni empiriche/statistiche e che quindi dovranno essere integrate e/o confermate con prove più dettagliate in fase esecutiva.

I modelli di seguito riportati vogliono essere un indirizzo per il progettista all'utilizzo dei parametri geotecnici minimi riscontrati nelle indagini eseguite al fine di adottare un approccio cautelativo per il calcolo delle opere previste.

MODELLO LITO-TECNICO 1 (Rappresentativo dell'area dell'impianto Agro-fotovoltaico)

Nel dettaglio si ricostruisce il seguente modello geotecnico costituito da 3 strati:

➤ **STRATO 1 (Profondità p.c. 0,00 ÷ 2,00 mt)**

Costituito da una coltre superficiale composta da terreni a grana medio fine sciolti, con scarse caratteristiche fisico-meccaniche, formata prevalentemente da materiali superficiali alterati litologicamente di natura argillo-limosa e/o materiali eluvio-colluviali in matrice argillosa ed argillo-limosa.

- Spessore medio strato rilevato da indagine penetrometrica: 1,30 mt circa
(Min. 0,80 mt – Max. 1,70 mt)
- Spessore medio strato rilevato da indagine sismica MASW: 1,80 mt circa
(Min. 1,10 mt – Max. 2,50 mt)
- Spessore medio strato rilevato da tomografia sismica 2D: 2,00 mt circa
(Min. 1,10 mt – Max. 2,50 mt)

Spessore strato 1 per modello geotecnico: 2,00 mt circa

Nella prova DIN 1, nel primo metro indagato, si riscontrano valori elevati in termini di numero di colpi e di RPD probabilmente a causa della presenza di ciottoli che ostacolano la penetrazione della punta del penetrometro. Superata tale profondità i valori sono in linea con le altre prove effettuate ragion per cui, per lo strato 1, non saranno considerati i valori geotecnici correlati della prova DIN 1.

Elaborazione statistica dati prove penetrometriche:

- ✓ Range valori medi colpi punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento d = 10 cm)
Tra 2,5 e 12,3

Committente:

GREEN FIFTEEN S.R.L.

Progettista:



Pag. 31 | 49

- ✓ Valori di N_{spt} (valori correlati) -> tra 2 e 9
- ✓ Range medio resistenza dinamica alla punta R_{pd} (Kg/cmq) -> tra 9,6 e 47,2

Parametri geotecnici riscontrati dalle prove penetrometriche effettuate:

- Angolo attrito efficace ϕ' tra 20,50 e 26,60
- Coesione non drenata C_u (Kg/cmq) tra 0,13 e 0,56
- Peso di volume saturo γ_{sat} (t/mc) tra 1,85 e 1,92
- Peso di volume secco γ_d (t/mc) tra 1,36 e 1,48

➤ **STRATO 2 (Profondità p.c. 2,00 ÷ 5,00 mt)**

Costituito da terreni a grana medio fine sciolti, con mediocri caratteristiche fisico-meccaniche, afferenti a litologie argillo-limosa, argille limo-sabbiose ed in alcuni tratti argille marnose.

- Spessore medio strato rilevato da indagine penetrometrica: 2,40 mt circa
(Min. 1,10 mt – Max. 4,10 mt)
- Spessore medio strato rilevato da indagine sismica MASW: 2,80 mt circa
(Min. 2,20 mt – Max. 3,80 mt)
- Spessore medio strato rilevato da tomografia sismica 2D: 3,00 mt circa

Spessore strato 2 per modello geotecnico: 3,00 mt circa

Elaborazione statistica dati prove penetrometriche:

- ✓ Range valori medi colpi punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento $d = 10$ cm)
Tra 2,2 e 9,7
- ✓ Valori di N_{spt} (valori correlati) -> tra 2 e 8
- ✓ Range medio resistenza dinamica alla punta R_{pd} (Kg/cmq) -> tra 8,1 e 32,7

Parametri geotecnici riscontrati dalle prove penetrometriche effettuate:

- Angolo attrito efficace ϕ' tra 20,50 e 26,00
- Coesione non drenata C_u (Kg/cmq) tra 0,13 e 0,50
- Peso di volume saturo γ_{sat} (t/mc) tra 1,85 e 1,91
- Peso di volume secco γ_d (t/mc) tra 1,36 e 1,63

➤ **STRATO 3 (Profondità p.c. > 5,00 mt)**

Tale livello risulta essere la continuazione verso il basso dello strato 2 in quanto costituito dalla stessa natura litologica. I terreni di questo livello risultano avere discrete caratteristiche fisico-meccaniche.

Spessore livello stimato per modello geotecnico: indefinito.

Elaborazione statistica dati prove penetrometriche:

- ✓ Range valori medi colpi punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento $d = 10$ cm)

Committente:

GREEN FIFTEEN S.R.L.

Progettista:



Pag. 32 | 49

Tra 5,3 e 25,8

- ✓ Valori di N_{spt} (valori correlati) -> tra 4 e 20
- ✓ Range medio resistenza dinamica alla punta R_{pd} (Kg/cmq) -> tra 8,1 e 32,7

Parametri geotecnici riscontrati dalle prove penetrometriche effettuate:

- Angolo attrito efficace ϕ' tra 22,70 e 32,30
- Coesione non drenata C_u (Kg/cmq) tra 0,25 e 1,25
- Peso di volume saturo γ_{sat} (t/mc) tra 1,87 e 1,99
- Peso di volume secco γ_d (t/mc) tra 1,39 e 1,59

Categoria di sottosuolo C per l'intera area oggetto di studio.

Di seguito si riporta la tabella dei parametri geotecnici minimi riscontrati nelle prove penetrometriche effettuate proposte per il modello lito-tecnico 1.

Modello lito-tecnico 1 - Area impianto agro-fotovoltaico							
Strato	Profondità		Litologia	ϕ'	C_u (Kg/cmq)	γ_{sat} (t/mc)	γ_d (t/mc)
1	-	2,00	Coltre superficiale	20,00	0,13	1,85	1,36
2	2,00	4,80	Depositi argillosi	21,00	0,13	1,85	1,36
3	4,80	indefinito	Depositi argillosi compatti	23,00	0,25	1,87	1,39

Tabella 2 – Riepilogo parametri geotecnici del modello lito-tecnico 1

MODELLO LITO-TECNICO 2 (Rappresentativo dell'area della Sottostazione Elettrica di Utenza)

Nel dettaglio si ricostruisce il seguente modello geotecnico costituito da 3 strati:

➤ **STRATO 1 (Profondità p.c. 0,00 ÷ 1,00 mt)**

Costituito da una coltre superficiale poco consistente composta da terreni a grana medio fine sciolti, con scarse caratteristiche fisico-meccaniche, formata prevalentemente da materiali superficiali alterati eluvio-colluviali in matrice argillo-limo-sabbiosa.

- Spessore strato rilevato da indagine penetrometrica: 0,90 mt circa
- Spessore strato rilevato da indagine sismica MASW: 1,10 mt circa
- Spessore strato rilevato da tomografia sismica 2D: 0,90 mt circa

Spessore strato 1 per modello geotecnico: 1,00 mt circa

Elaborazione statistica dati prova penetrometrica:

- ✓ Valore medio colpi punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento $d = 10$ cm) = 9,1
- ✓ Valore di N_{spt} (valori correlati) = 7

Committente:

GREEN FIFTEEN S.R.L.

Progettista:



Pag. 33 | 49

- ✓ Resistenza dinamica alla punta Rpd medio (Kg/cmq) = 35,4

Parametri geotecnici riscontrati dalla prova penetrometrica effettuata:

- Angolo attrito efficace ϕ' 25,20
- Coesione non drenata Cu (Kg/cmq) 0,44
- Peso di volume saturo γ_{sat} (t/mc) 1,90
- Peso di volume secco γ_d (t/mc) 1,45

➤ **STRATO 2 (Profondità p.c. 1,00 ÷ 3,20 mt)**

Costituito da terreni a grana medio fine sciolti, con discrete caratteristiche fisico-meccaniche, afferenti ad argille limo-sabbiose.

- Spessore medio strato rilevato da indagine penetrometrica: 1,60 mt circa
- Spessore medio strato rilevato da indagine sismica MASW: 2,20 mt circa
- Spessore medio strato rilevato da tomografia sismica 2D: 2,10 mt circa

Spessore strato 2 per modello geotecnico: 2,20 mt circa

Elaborazione statistica dati prova penetrometrica:

- ✓ Valore medio colpi punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento d = 10 cm) = 10,4
- ✓ Valore di N_{spt} (valori correlati) = 8
- ✓ Resistenza dinamica alla punta Rpd medio (Kg/cmq) = 37,6

Parametri geotecnici riscontrati dalla prova penetrometrica effettuata:

- Angolo attrito efficace ϕ' 26,00
- Coesione non drenata Cu (Kg/cmq) 0,50
- Peso di volume saturo γ_{sat} (t/mc) 1,91
- Peso di volume secco γ_d (t/mc) 1,46

➤ **STRATO 3 (Profondità p.c. > 3,20 mt)**

Tale livello risulta essere la continuazione verso il basso dello strato 2 in quanto costituito dalla stessa natura litologica. I terreni di questo livello risultano avere discrete caratteristiche fisico-meccaniche.

Spessore livello stimato per modello geotecnico: indefinito.

Elaborazione statistica dati prova penetrometrica:

- ✓ Valore medio colpi punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento d = 10 cm) = 30,5
- ✓ Valore di N_{spt} (valori correlati) = 23
- ✓ Resistenza dinamica alla punta Rpd medio (Kg/cmq) = 106,8

Parametri geotecnici riscontrati dalla prova penetrometrica effettuata:

Committente:

GREEN FIFTEEN S.R.L.

Progettista:



Pag. 34 | 49

- Angolo attrito efficace ϕ' 33,60
- Coesione non drenata Cu (Kg/cmq) 2,01
- Peso di volume saturo Ysat (t/mc) 1,62
- Peso di volume secco Yd (t/mc) 1,44

Categoria di sottosuolo E.

Di seguito si riporta la tabella dei parametri geotecnici minimi riscontrati nelle prove penetrometriche effettuate proposte per il modello lito-tecnico 2.

Modello lito-tecnico 2 - Area SSE Utenza							
Strato	Profondità		Litologia	ϕ'	Cu (Kg/cmq)	Ysat (t/mc)	Yd (t/mc)
1	-	1,00	Coltre superficiale	25,00	0,44	1,90	1,45
2	1,00	3,20	Argille limo-sabbiose	26,00	0,50	1,91	1,46
3	3,20	indefinito	Argille limo-sabbiose compatte	33,00	2,01	1,62	1,44

Tabella 3 – Riepilogo parametri geotecnici del modello lito-tecnico 2

Nella successiva fase di progettazione esecutiva i modelli lito-tecnici proposti dovranno essere confermati e/o adattati ai risultati di ulteriori indagini di approfondimento che saranno effettuate per identificare con esattezza i parametri geotecnici dei vari livelli litostratigrafici nonché i relativi spessori. Si rimanda comunque ai progettisti incaricati la valutazione delle tipologie e delle lunghezze di infissione delle fondazioni per le opere relative al progetto dell'impianto.

Per altri dettagli vedi le Relazioni Geofisica e Penetrometrica allegate.

7. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

In questo capitolo si rappresentano le principali caratteristiche idrogeologiche dei terreni affioranti nell'area ove ricade l'impianto oggetto di studio. Tali litotipi sono caratterizzati da un diverso grado di permeabilità.

Sulla base delle considerazioni di carattere geologico-strutturale si individuano due litotipi idrogeologici principali dove, la circolazione idrica sotterranea presenta aspetti e caratteristiche differenti in relazione soprattutto ai litotipi affioranti, ma anche al loro particolare assetto.

In particolare di individuano:

Litotipi mediamente permeabili

Rientrano in questa categoria i depositi clastici incoerenti quali i depositi alluvionali/fluviati attuali e recenti presenti nelle aree di fondovalle dei corsi d'acqua e/o impluvi costituiti da ghiaie, sabbie e limi eluviali e colluviali variamente frammisti spesso pedogenizzati. Sono caratterizzati da permeabilità per porosità con un coefficiente di permeabilità stimato variabile di circa $K = 10^{-3} - 10^{-6}$ m/sec come dedotto da fonti bibliografiche.

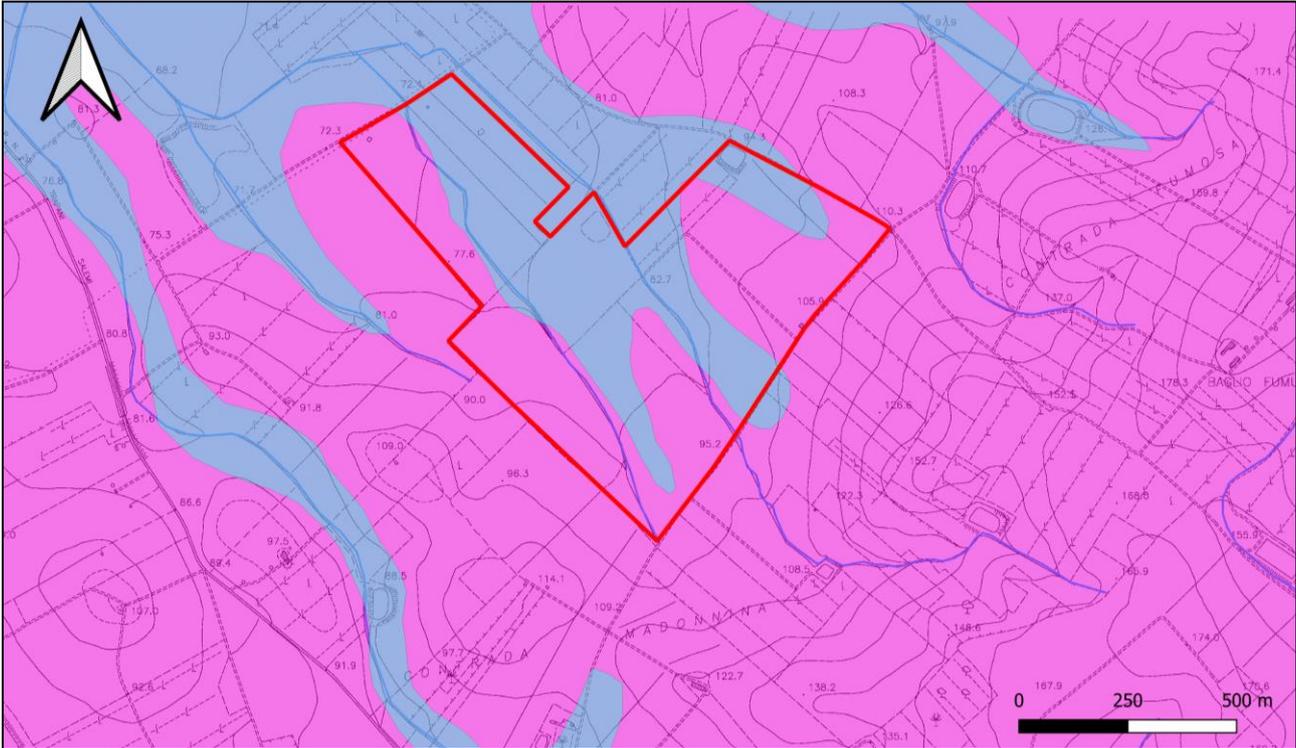
Litotipi impermeabili

Questi litotipi con componente prevalentemente argillosa ed argillo-limoso, sono caratterizzate da una bassa permeabilità con porosità estremamente ridotta con un coefficiente di permeabilità variabile stimato di circa $K = 10^{-6} - 10^{-8}$ cm/sec come dedotto da fonti bibliografiche.

Considerando la natura impermeabile di questi litotipi e l'assenza di un sistema di regimazione delle acque meteoriche si verificano, a seguito di eventi piovosi intensi, fenomeni di ristagno idrico in quanto l'area è caratterizzata da una morfologia prevalentemente sub-pianeggiante.

k (cm/s)	10 ²	10	1	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻⁴	10 ⁻⁵	10 ⁻⁶	10 ⁻⁷	10 ⁻⁸	10 ⁻⁹
k (m/s)	1	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻⁴	10 ⁻⁵	10 ⁻⁶	10 ⁻⁷	10 ⁻⁸	10 ⁻⁹	10 ⁻¹⁰	10 ⁻¹¹
Classi di permeabilità	EE	Elevata	Buona	Discreta	Bassa	BB	Impermeabile					
Tipi di terreno	Ghiaie pulite	Sabbie grossolane pulite e miscele di sabbie e ghiaie			Sabbie fini	Miscele di sabbie e limi		Limi argillosi e argille limose, fanghi argillosi		Argille omogenee e compatte		
Determinazione diretta di K	Prove dirette in situ mediante pompaggio											
	Infiltrimetri – Permeometri a carico costante											
Determinazione indiretta di K	Permeometri a carico variabile											
	Analisi granulometrica (applicabile a sabbie e ghiaie pulite)						Prove di consolidamento					

Tab. 4 – Valori coeff. permeabilità terreni



Grado di permeabilità			Formazioni idrogeologiche
AP	MP	IM	
			LITOTIPI MEDIAMENTE PERMEABILI Depositi clastici incoerenti eluvio colluviali Coeff. permeabilità stimata (K= 10 ⁻³ - 10 ⁻⁶ m/s)
			LITOTIPI IMPERMEABILI Argille, argillo-limose ed argille limo-sabbiose Coeff. permeabilità stimato (K= 10 ⁻⁶ - 10 ⁻⁸ m/s)
AP = Altamente permeabili MP = Mediamente permeabili IM = Bassa permeabilità o Impermeabili			Area impianto Reticolato idrografico

Figura 26 - Carta idrogeologica area impianto

Dalle indagini penetrometriche effettuate in sito, fino alla profondità indagata di 5,90 mt non è stata riscontrata la presenza di falda idrica.

8. INQUADRAMENTO IDROGRAFICO

In questo capitolo si vuole analizzare e descrivere il contesto dell'ambiente idrografico nel quale è inserito il lotto oggetto dell'impianto agro-fotovoltaico in studio ed in particolare l'area rientra nel territorio del Bacino idrografico del Fiume del Fiume Lenzi Baiata (049)

Il bacino imbrifero presenta la forma di un quadrilatero irregolare allungato in senso E-W e si estende complessivamente su una superficie di circa 130 Km². La rete idrografica è caratterizzata da due corsi d'acqua principali, il F. Lenzi a Nord ed il F. Baiata più a Sud, che confluiscono ad Ovest dell'abitato di Paceco, dando luogo ad un unico corpo idrico interamente canalizzato, il Canale di Baiata. Quest'ultimo sfocia a mare in corrispondenza dell'area delle Saline di Trapani, pochi chilometri a Sud dell'area portuale. Lo spartiacque fra F. Lenzi e F. Baiata si sviluppa lungo le alture di Monte Serro, Rocche Emilio, Baglio Vecchio e Baglio Peralta.

Il Fiume Lenzi trae origine dai versanti collinari presenti a Sud-Est di Valderice e a Sud- Sud-Ovest di Buseto Palizzolo, tra i quali emerge il rilievo del Monte Luziano e, con uno sviluppo complessivo di circa 18 Km e andamento abbastanza regolare, scorre con direzione prevalente Est-Ovest.

L'area in esame risulta essere attraversata da due linee d'impluvio, circa parallele tra loro, di piccole entità che attraversano l'area di progetto con andamento circa SSE-NNW. Si presentano quasi sempre in condizione asciutte e fungono da elementi idrografici di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche.

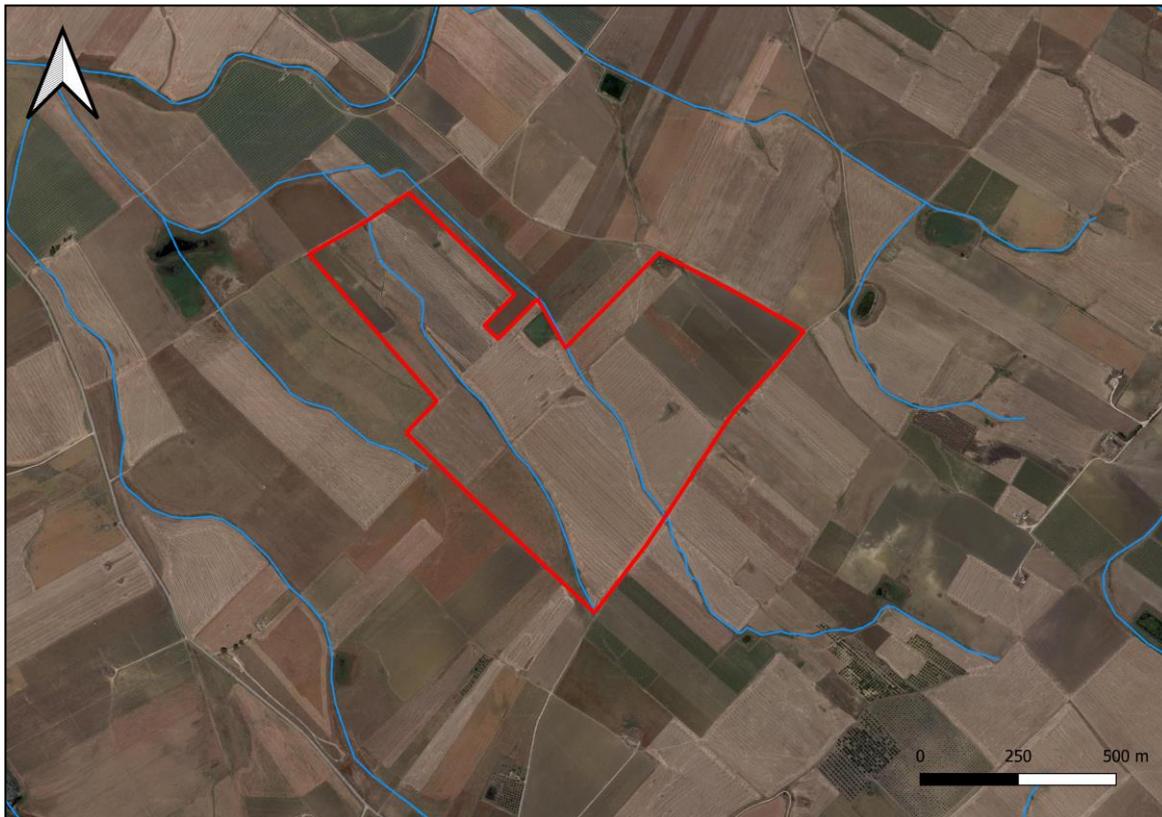


Figura 27 – Elementi idrografici in prossimità dell'area impianto

9. INQUADRAMENTO SISMICO

La classificazione sismica è stata eseguita in conformità alla vigente normativa con specifico riferimento alle seguenti norme:

- D.M. 14 Gennaio 2008 - Nuove norme tecniche per le costruzioni;
- D.M.17 Gennaio 2018 “Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni”;
- Legge 2 Febbraio 1974 n.64 - Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche;
- Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 20/03/2003 - Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica;
- Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3316 - Modifiche ed integrazioni all’Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20/03/2003;
- DGR 408/03, Regione Siciliana – “Individuazione, formazione ed aggiornamento dell’elenco delle zone sismiche ed adempimenti connessi al recepimento ed attuazione dell’Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri del 20 marzo 2003, n.3274”.

La Nuova Classificazione sismica della Regione Siciliana DGR 408/03 - classifica il Comune di Trapani come segue:

- CODICE ISTAT: 19081021
- Nuova Zona sismica DGR 408/03: **zona 2** (zona con pericolosità sismica media)

Per l’area dove ricade il sito in esame, così come riportato dalla mappa interattiva della pericolosità sismica dell’INGV, l’ag risulta compresa tra 0.050-0.075g.

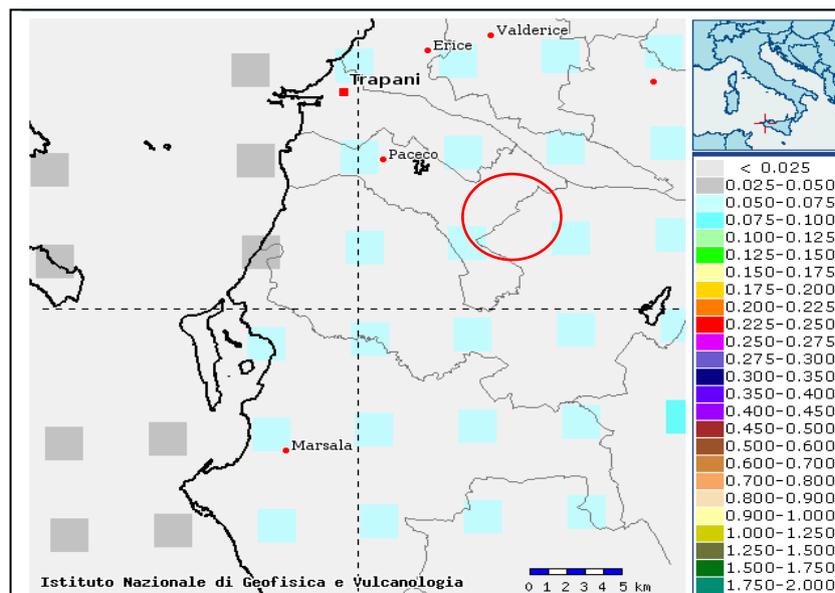


Figura 28 - Mappa interattiva della pericolosità sismica

9.1 Caratteristiche sismiche

Le caratteristiche sismiche di un sito, in relazione ad un qualunque manufatto, si riferiscono a degli stati limite che possono verificarsi durante un determinato periodo di riferimento della stessa opera. Quindi per poter stimare l'azione sismica che dovrà essere utilizzata nella progettazione di una struttura, bisognerà stabilire:

- la vita nominale dell'opera, che congiuntamente alla classe d'uso, permette di determinare quel periodo di riferimento;
- una volta definito il periodo di riferimento, i diversi stati limite da considerare e le relative probabilità di superamento, è possibile stabilire il periodo di ritorno associato a ciascun stato limite;
- la pericolosità sismica di base per il sito interessato alla realizzazione dell'opera, facendo riferimento agli studi condotti sul territorio nazionale dal Gruppo di Lavoro 2004 nell'ambito della convenzione-progetto S1 DPC-INGV 2004-2006 e i cui risultati sono stati promulgati mediante l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri (OPCM) 3519/2006.

9.1.1 Vita nominale e classi d'uso delle opere

Per ciò che concerne le azioni sismiche di progetto, esse vengono definite a partire dalla pericolosità sismica di base del sito di costruzione, che è descritta dalla probabilità che, in un fissato lasso di tempo (periodo di riferimento VR espresso in anni) in detto sito si verifichi un evento sismico di entità almeno pari ed un valore prefissato; la probabilità è denominata "Probabilità di eccedenza o di superamento nel periodo di riferimento" PVR. Il periodo di riferimento VR si calcola, per ciascun tipo di costruzione, in base alla seguente relazione:

$$VR = VN \cdot CU$$

dove:

VN = vita nominale dell'opera;

CU = coefficiente d'uso.

La vita nominale dei diversi tipi di opere deve essere precisata nei documenti di progetto.

TIPI DI COSTRUZIONE		Vita Nominale
1	Opere provvisorie Opere provvisionali - Strutture in fase costruttiva	≤ 10 anni
2	Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale	≥ 50 anni
3	Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica	≥ 100 anni

Tab. 5 - Vita nominale per diversi tipi di opere

In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso così definite:

- Classe I: Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli;
- Classe II: Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti;
- Classe III: Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.
- Classe IV: Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al D.M. 5 novembre 2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

Il valore del coefficiente d'uso CU è definito, al variare della classe d'uso, come mostrato nella seguente tabella:

Valori del coefficiente d'uso CU				
Classe d'uso	I	II	III	IV
Coefficiente cu	0,7	1	1,5	2

TAB. 6. – VALORI COEFFICIENTI D'USO

9.1.2 Stati limiti e relative probabilità di superamento

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

Gli stati limite di esercizio (SLE) sono:

- Lo 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;
- lo 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 rigidità nei confronti delle azioni verticali ed orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile pur nell'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature.

Gli stati limite ultimi (SLU) sono:

- Lo 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 danni dei componenti strutturali cui si associa una perdita significativa di rigidità nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidità per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali;
- Lo 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.

9.1.3 Pericolosità sismica di base

Con l'entrata in vigore delle NTC 2008 e successivamente delle NTC 2018 le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare l'azione sismica di riferimento agli stati limite di progetto considerati, si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione, come già accennato nel paragrafo precedente.

La pericolosità sismica di un sito è descritta dalla probabilità che, in un fissato lasso di tempo, in detto sito si verifichi un evento sismico di entità almeno pari ad un valore prefissato. Nelle NTC 2018 tale lasso di tempo, espresso in anni, è denominato "periodo di riferimento" V_R e la probabilità è denominata "probabilità di eccedenza o di superamento nel periodo di riferimento" P_{vr} .

Ai fini della determinazione delle azioni sismiche di progetto la pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero (cioè in assenza di manufatti) su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale, nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad esso corrispondente, con riferimento a prefissate probabilità di superamento P_{vr} nel periodo di riferimento V_r . Con riferimento sempre alle NTC 2018, al fine di valutare l'azione sismica di riferimento allo stato limite di danno (SLD) e stato limite di salvaguardia (SLV), viene considerata una vita nominale della costruzione V_N pari a 50 anni, un coefficiente d'uso pari a 0.7 ed un periodo di riferimento V_r pari a 35 anni.

Sono identificati per i singoli stati limite i seguenti periodi di ritorno:

- ✓ Stato Limite di Danno: periodo di ritorno pari a 35 anni;
- ✓ Stato Limite di Salvaguardia della Vita: periodo di ritorno pari a 332 anni.

Le forme spettrali sono definite, per ciascuna probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{vr} , a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

- ✓ accelerazione orizzontale massima attesa a_g ;
- ✓ fattore di amplificazione F_0 dello spettro in accelerazione orizzontale;
- ✓ periodo T^*C di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Il valore di a_g è desunto direttamente dalla pericolosità di riferimento, attualmente fornita dall'INGV, mentre F_0 e T^*C sono calcolati in modo che gli spettri di risposta elastici in accelerazione, velocità e spostamento approssimino al meglio i corrispondenti spettri di risposta elastici in accelerazione, velocità e spostamento derivanti dalla pericolosità di riferimento.

L'accelerazione di riferimento viene individuata sulla base delle coordinate geografiche dell'area di progetto ed in funzione della vita nominale dell'opera. Un valore di pericolosità di base è dunque definito per ogni punto del territorio nazionale, su una maglia quadrata di 5 km di lato, indipendentemente dai confini amministrativi comunali.

9.2 Pericolosità sismica dell'area in studio

9.2.1 Categoria Sottosuolo

Per valutare l'influenza del profilo stratigrafico sulla risposta sismica locale si è fatto riferimento ai risultati delle indagini sismiche MASW che hanno permesso di classificare il sito in oggetto secondo quanto richiesto dalle vigenti NTC 2018 attraverso la determinazione del parametro sismico Vs30 per la definizione delle categorie di suolo di fondazione come riportato nella tabella seguente.

Per quanto concerne i risultati delle MASW effettuate nell'area di progetto sono stati ricavati grazie alle 3 prove effettuate, i modelli stratigrafici rappresentanti i relativi sismostrati le cui caratteristiche fisico-meccaniche risultano migliorare con la profondità d'indagine.

Da quanto sopra esposto, sono stati calcolati i seguenti valori di Vs30 (m/s) e quindi le relative categorie di sottosuolo ai sensi della NTC 2018:

BLOCCO	MASW	Valore Vs 30 (m/s)	Categoria sottosuolo
Area impianto FV	01	221,00	C
Area impianto FV	02	285,00	C
Area SSE	07	282,14	E

Per i valori dei moduli elastici caratteristici dei sismostrati ed altri dettagli si rimanda alla relazione geofisica allegata.

Categoria	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>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> 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>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , 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.

TAB. 7 - SUDDIVISIONE CATEGORIE SOTTOSUOLO - NTC 2018

9.2.2 Categoria Topografica

Facendo riferimento alle categorie topografiche della tabella 3.2.III delle NCT 2018, il sito può essere inserito in **CATEGORIA T1**.

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

TAB. 8 - SUDDIVISIONE CATEGORIA TOPOGRAFICA

9.2.3 Azioni sismiche di progetto

Le attuali Norme Tecniche per le Costruzioni (Decreto Ministeriale del 17 Gennaio 2018) hanno modificato il ruolo che la classificazione sismica aveva ai fini progettuali, riferendo ad ogni costruzione una accelerazione di riferimento “propria” individuata sulla base delle coordinate geografiche dell’area di progetto e in funzione della vita nominale dell’opera. Un valore di pericolosità di base, dunque, definito per ogni punto del territorio nazionale, su una maglia quadrata di 5 km di lato, indipendentemente dai confini amministrativi comunali. La classificazione sismica (zona sismica di appartenenza del comune) rimane utile solo per la gestione della pianificazione e per il controllo del territorio da parte degli enti preposti (Regione, Genio civile, ecc.). Le azioni di progetto si ricavano dalle accelerazioni a_g e dai parametri che permettono di definire gli spettri di risposta ai sensi delle NTC e dalle relative forme spettrali. Le forme spettrali previste sono definite, su sito di riferimento rigido orizzontale, in funzione dei tre parametri:

- a_g accelerazione orizzontale massima del terreno;
- 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;

Considerando l’ubicazione dell’area oggetto di studio, la classe d’uso delle opere in progetto (Classe II), la categoria di sottosuolo C (relativamente all’area dell’impianto agro-fotovoltaico) ricavata dalle indagini MASW e la categoria topografica del sito T1, sono state calcolate le relative azioni sismiche di progetto (vedi tabella seguente) ricavate dal sito: (<https://geoapp.eu/parametrisismici2018/>).

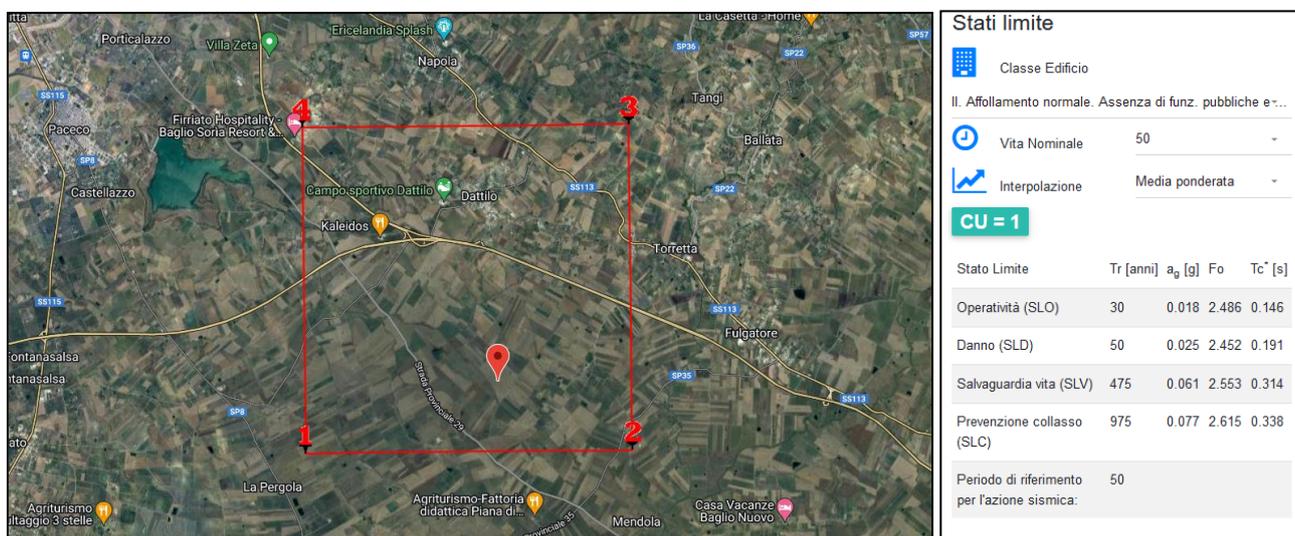


Figura 29 – Area calcolo parametri sismici di progetto

10. CONCLUSIONI

La presente relazione geologica è stata redatta a supporto del progetto per la costruzione di un Impianto Agro-fotovoltaico della potenza nominale DC di 40.111,50 kWp sito in Contrada Palazzeddo nel Comune di Trapani (TP).

Di seguito si riassumono le principali caratteristiche dell'area oggetto di studio:

- **GEOMORFOLOGIA**

Il sito oggetto di studio rientra nell'area territoriale del Bacino idrografico del Fiume Lenzi Baiata (Bacino Nr. 049) ed allo stato di fatto si presenta priva di dissesti gravitativi in atto.

L'area dell'impianto agro-fotovoltaico è caratterizzata da depositi a comportamento prevalentemente plastico, che caratterizzano l'assetto morfologico con forme di tipo collinare molto blande ed arrotondate il cui principale processo morfo-dinamico è quello legato allo scorrimento delle acque libere, all'erosione ed al trasporto solido delle acque incanalate.

I fenomeni di dissesto nell'area territoriale in studio sono piuttosto rari e poco estesi arealmente.

All'interno dell'area si sviluppano delle linee di impluvio aventi direzioni circa SSE-NNW i quali fungono da collettori principali di raccolta delle acque superficiali e sono interessati quindi dallo scorrimento delle stesse solamente in caso di fenomeni meteorici importanti restando quasi sempre in condizioni di asciutto. Nel complesso l'area dell'impianto è caratterizzata da superfici sub-orizzontali nelle quali, a causa delle litologie impermeabili ed in concomitanza ad eventi di pioggia intensi, è possibile riscontrare fenomeni di ristagno idrico superficiale anche importanti.

In fase esecutiva dovranno essere realizzate opere di drenaggio volte alla regimazione delle acque superficiali in maniera da evitare o comunque limitare i fenomeni di ristagno idrico in prossimità delle aree pianeggianti.

- **IDROGEOLOGIA**

Nell'area di progetto si individuano i seguenti complessi idrogeologici caratterizzati da differente grado di permeabilità:

Litotipi mediamente permeabili

Rientrano in questa categoria i depositi clastici incoerenti quali i depositi alluvionali/fluviali attuali e recenti presenti nelle aree di fondovalle dei corsi d'acqua e/o impluvi costituiti da ghiaie, sabbie e limi eluviali e colluviali variamente frammisti spesso pedogenizzati. Sono caratterizzati da permeabilità per porosità con un coefficiente di permeabilità stimato variabile di circa $K = 10^{-3} - 10^{-6}$ m/sec come dedotto da fonti bibliografiche.

Litotipi impermeabili

Questi litotipi con componente prevalentemente argillosa ed argillo-limosa, sono caratterizzate da una bassa permeabilità con porosità estremamente ridotta con un coefficiente di permeabilità variabile stimato di circa $K = 10^{-6} - 10^{-8}$ cm/sec come dedotto da fonti bibliografiche.

Considerando la natura impermeabile di questi litotipi e l'assenza di un sistema di regimazione delle acque meteoriche si verificano, a seguito di eventi piovosi intensi, fenomeni di ristagno idrico in quanto caratterizzate l'area è caratterizzata da una morfologia prevalentemente sub-pianeggiante.

• **GEOLOGIA E MODELLO LITOSTRAFigrafico**

Nel dettaglio l'area oggetto di studio, così come riportato nella Carta Geologica d'Italia al Foglio Nr. 605 "Paceco" del progetto CARG dell'ISPRA in scala 1:50.000, insite su litologie prevalentemente argillose ed argillo-limose a comportamento plastico le quali sono caratterizzanti di una morfologia sub-pianeggiante. In particolare tali litotipi sono afferenti alla *Formazione delle Argille ed Arenarie quarzose di Monte Bosco (BCO)* e sui *depositi eluvio colluviali del Sintema di Capo Plaia (AFLb2)*. L'area non risulta essere attraversata da faglie attive e capaci "faglie in grado di produrre una significativa deformazione tettonica permanente in superficie".

Dall'interpretazione dei dati ricavati dalle indagini geofisiche e penetrometriche effettuate è stato possibile ricavare i modelli litostratigrafici e geotecnici rappresentativi dell'area dell'impianto agro-fotovoltaico e dell'area della SSE di utenza:

MODELLO LITO-TECNICO 1 (Rappresentativo dell'area dell'impianto Agro-fotovoltaico)

Nel dettaglio si ricostruisce il seguente modello geotecnico costituito da 3 strati:

➤ **STRATO 1 (Profondità p.c. 0,00 ÷ 2,00 mt)**

Costituito da una coltre superficiale composta da terreni a grana medio fine sciolti, con scarse caratteristiche fisico-meccaniche, formata prevalentemente da materiali superficiali alterati litologicamente di natura argillo-limosa e/o materiali eluvio-colluviali in matrice argillosa ed argillo-limosa.

➤ **STRATO 2 (Profondità p.c. 2,00 ÷ 5,00 mt)**

Costituito da terreni a grana medio fine sciolti, con mediocri caratteristiche fisico-meccaniche, afferenti a litologie argillo-limosa, argille limo-sabbiose ed in alcuni tratti argille marnose.

➤ **STRATO 3 (Profondità p.c. > 5,00 mt)**

Tale livello risulta essere la continuazione verso il basso dello strato 2 in quanto costituito dalla stessa natura litologica. I terreni di questo livello risultano avere discrete caratteristiche fisico-meccaniche.

Spessore livello stimato per modello geotecnico: indefinito.

Categoria di sottosuolo C per l'intera area oggetto di studio.

MODELLO LITO-TECNICO 2 (Rappresentativo dell'area della Sottostazione Elettrica di Utenza)

Nel dettaglio si ricostruisce il seguente modello geotecnico costituito da 3 strati:

➤ **STRATO 1 (Profondità p.c. 0,00 ÷ 1,00 mt)**

Costituito da una coltre superficiale poco consistente composta da terreni a grana medio fine sciolti, con scarse caratteristiche fisico-meccaniche, formata prevalentemente da materiali superficiali alterati eluvio-colluviali in matrice argillo-limo-sabbiosa.

➤ **STRATO 2 (Profondità p.c. 1,00 ÷ 3,20 mt)**

Costituito da terreni a grana medio fine sciolti, con discrete caratteristiche fisico-meccaniche, afferenti ad argille limo-sabbiose.

➤ **STRATO 3 (Profondità p.c. > 3,20 mt)**

Tale livello risulta essere la continuazione verso il basso dello strato 2 in quanto costituito dalla stessa natura litologica. I terreni di questo livello risultano avere discrete caratteristiche fisico-meccaniche.

Spessore livello stimato per modello geotecnico: indefinito.

Categoria di sottosuolo E per l'area della SSE di Utenza.

Per una valutazione completa di quanto sopra descritto si rimanda alle Relazioni Geofisiche e Penetrometriche allegate al presente documento.

Nella successiva fase di progettazione esecutiva i modelli lito-tecnici proposti dovranno essere confermati e/o adattati ai risultati di ulteriori indagini di approfondimento che saranno effettuate per identificare con esattezza i parametri geotecnici dei vari livelli litostratigrafici nonché i relativi spessori. Si rimanda ai progettisti incaricati per la valutazione ed il dimensionamento delle strutture e/o fondazioni per le opere previste a progetto.

In conclusione, a seguito l'elaborazione del presente studio geologico, ad oggi si può affermare che l'area oggetto di studio si presta alla realizzazione del progetto dell'impianto agro-fotovoltaico proposto.

Trapani, 19 Ottobre 2022

Geologo Francesco Giampapa

COMUNE DI TRAPANI (TP)

OGGETTO:

PROGETTO DI UN IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO COLLEGATO ALLA RTN CON POTENZA NOMINALE DC 40.111,50 kWp E POTENZA NOMINALE AC 33.000 kWp DA REALIZZARSI NEL COMUNE DI TRAPANI (TP)-C/DA PALAZZEDDO.

INDAGINI PENETROMETRICHE MEDIE

COMMITTENTE:

AP Engineering S.r.l.s.

Dott. Geol. Giuseppe GUGLIUZZA



Dott. Geol. Angelo CASCIO



Sintesi descrittiva

Su incarico della ditta "AP Engineering S.r.l.s...", sono state eseguite n°7 prove penetrometriche dinamiche a supporto dello studio geologico per il "Progetto di un impianto agro-fotovoltaico collegato alla RTN con potenza nominale DC 40.111,50 kWp e potenza nominale AC 33.000 kWp da realizzarsi nel comune di Trapani (TP)-C/da Palazzetto. Lo strumento utilizzato è un penetrometro dinamico medio DM 30 (60°) con estrattore idraulico della "Deep Drill", appartenente alla categoria "DPM (medium)" nella classificazione ISSMFE (1988) dei penetrometri dinamici.

La prova di resistenza meccanica di tipo dinamica (SPT), consiste nel lasciar cadere un maglio di 30 Kg da un'altezza standard di 20 cm su delle aste di acciaio con diametro di 22 mm, infisse nella parte terminale ad una punta conica, e di registrare i numeri di colpi necessari per ogni 10 cm di avanzamento della suddetta punta nel terreno.

Attraverso delle correlazioni empiriche, elaborate nella fattispecie dal software Win-Din, è possibile risalire con buona approssimazione al profilo stratigrafico e alle caratteristiche meccaniche dei terreni indagati.

Nello specifico vengono allegate delle tabelle e grafici, dove è possibile quantificare le caratteristiche geomeccaniche dei terreni, durante l'avanzamento della punta conica nel sottosuolo, fornendo altresì, i valori stimati dei parametri geotecnici considerando ogni strato a comportamento coesivo e granulare.

Polizzi Generosa, Maggio 2022

Dott. Geol. Giuseppe GUGLIUZZA



Dott. Geol. Angelo CASCIO



PENETROMETRO DINAMICO IN USO : **DM-30 (60°)**

Classificazione ISSMFE (1988) dei penetrometri dinamici		
TIPO	Sigla Certificato	Peso Massa Battente M (kg)
Leggero	DPL (Light)	$M \leq 10$
Medio	DPM (Medium)	$10 < M < 40$
Pesante	DPH (Heavy)	$40 \leq M < 60$
Super pesante	DPSH (Super Heavy)	$M \geq 60$

CARATTERISTICHE TECNICHE : DM-30 (60°)

PESO MASSA BATTENTE	M = 30,00 kg
ALTEZZA CADUTA LIBERA	H = 0,20 m
PESO SISTEMA BATTUTA	Ms = 13,60 kg
DIAMETRO PUNTA CONICA	D = 35,70 mm
AREA BASE PUNTA CONICA	A = 10,00 cm ²
ANGOLO APERTURA PUNTA	$\alpha = 60^\circ$
LUNGHEZZA DELLE ASTE	La = 1,00 m
PESO ASTE PER METRO	Ma = 2,40 kg
PROF. GIUNZIONE 1 ^a ASTA	P1 = 0,80 m
AVANZAMENTO PUNTA	$\delta = 0,10$ m
NUMERO DI COLPI PUNTA	N = N(10) \Rightarrow Relativo ad un avanzamento di 10 cm
RIVESTIMENTO / FANGHI	SI
ENERGIA SPECIFICA x COLPO	Q = (MH)/(A δ) = 6,00 kg/cm ² (prova SPT : Qspt = 7.83 kg/cm ²)
COEFF.TEORICO DI ENERGIA	$\beta_t = Q/Q_{spt} = 0,766$ (teoricamente : Nspt = $\beta_t N$)

Valutazione resistenza dinamica alla punta Rpd [funzione del numero di colpi N] (FORMULA OLANDESE) :

$$R_{pd} = M^2 H / [A e (M+P)] = M^2 H N / [A \delta (M+P)]$$

Rpd = resistenza dinamica punta [area A]
e = infissione per colpo = δ / N

M = peso massa battente (altezza caduta H)
P = peso totale aste e sistema battuta

UNITA' di MISURA (conversioni)

1 kg/cm² = 0.098067 MPa \approx 0,1 MPa
1 MPa = 1 MN/m² = 10.197 kg/cm²
1 bar = 1.0197 kg/cm² = 0.1 MPa
1 kN = 0.001 MN = 101.97 kg

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA TABELLE VALORI DI RESISTENZA

DIN 1

- cantiere : AP Engineering S.r.l.
- lavoro : Progetto Impianto Agro-Fotovoltaico
- località : Trapani (TP)-C.da Palazzetto

- data prova : 06/07/2022
- quota inizio :
- prof. falda : Falda non rilevata
- data emiss. : 08/07/2022

- note :

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	asta
0,00 - 0,10	11	43,0	1	3,00 - 3,10	9	30,5	4
0,10 - 0,20	21	82,2	1	3,10 - 3,20	6	20,3	4
0,20 - 0,30	35	137,0	1	3,20 - 3,30	11	37,2	4
0,30 - 0,40	39	152,6	1	3,30 - 3,40	11	37,2	4
0,40 - 0,50	35	137,0	1	3,40 - 3,50	11	37,2	4
0,50 - 0,60	29	113,5	1	3,50 - 3,60	11	37,2	4
0,60 - 0,70	25	97,8	1	3,60 - 3,70	10	33,8	4
0,70 - 0,80	20	78,3	1	3,70 - 3,80	10	33,8	4
0,80 - 0,90	16	59,5	2	3,80 - 3,90	10	32,4	5
0,90 - 1,00	15	55,8	2	3,90 - 4,00	10	32,4	5
1,00 - 1,10	14	52,1	2	4,00 - 4,10	12	38,8	5
1,10 - 1,20	9	33,5	2	4,10 - 4,20	13	42,1	5
1,20 - 1,30	9	33,5	2	4,20 - 4,30	12	38,8	5
1,30 - 1,40	7	26,0	2	4,30 - 4,40	11	35,6	5
1,40 - 1,50	7	26,0	2	4,40 - 4,50	11	35,6	5
1,50 - 1,60	6	22,3	2	4,50 - 4,60	13	42,1	5
1,60 - 1,70	6	22,3	2	4,60 - 4,70	14	45,3	5
1,70 - 1,80	5	18,6	2	4,70 - 4,80	15	48,6	5
1,80 - 1,90	5	17,7	3	4,80 - 4,90	15	46,6	6
1,90 - 2,00	7	24,8	3	4,90 - 5,00	16	49,7	6
2,00 - 2,10	6	21,3	3	5,00 - 5,10	16	49,7	6
2,10 - 2,20	5	17,7	3	5,10 - 5,20	20	62,1	6
2,20 - 2,30	5	17,7	3	5,20 - 5,30	24	74,5	6
2,30 - 2,40	7	24,8	3	5,30 - 5,40	24	74,5	6
2,40 - 2,50	7	24,8	3	5,40 - 5,50	25	77,6	6
2,50 - 2,60	7	24,8	3	5,50 - 5,60	26	80,7	6
2,60 - 2,70	7	24,8	3	5,60 - 5,70	26	80,7	6
2,70 - 2,80	9	31,9	3	5,70 - 5,80	27	83,8	6
2,80 - 2,90	8	27,1	4	5,80 - 5,90	27	80,5	7
2,90 - 3,00	10	33,8	4				

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **DM-30 (60°)**- M (massa battente)= **30,00 kg** - H (altezza caduta)= **0,20 m** - A (area punta)= **10,00 cm²** - D(diam. punta)= **35,70 mm**- Numero Colpi Punta N = N(**10**) [$\delta = 10$ cm]- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **SI**

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA TABELLE VALORI DI RESISTENZA

DIN 2

- cantiere : AP Engineering S.r.l.
- lavoro : Progetto Impianto Agro-Fotovoltaico
- località : Trapani (TP)-C.da Palazzetto

- data prova : 06/07/2022
- quota inizio :
- prof. falda : Falda non rilevata
- data emiss. : 08/07/2022

- note :

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	asta
0,00 - 0,10	9	35,2	1	2,50 - 2,60	8	28,3	3
0,10 - 0,20	15	58,7	1	2,60 - 2,70	7	24,8	3
0,20 - 0,30	13	50,9	1	2,70 - 2,80	7	24,8	3
0,30 - 0,40	10	39,1	1	2,80 - 2,90	7	23,7	4
0,40 - 0,50	8	31,3	1	2,90 - 3,00	8	27,1	4
0,50 - 0,60	8	31,3	1	3,00 - 3,10	9	30,5	4
0,60 - 0,70	8	31,3	1	3,10 - 3,20	8	27,1	4
0,70 - 0,80	8	31,3	1	3,20 - 3,30	8	27,1	4
0,80 - 0,90	7	26,0	2	3,30 - 3,40	8	27,1	4
0,90 - 1,00	5	18,6	2	3,40 - 3,50	9	30,5	4
1,00 - 1,10	4	14,9	2	3,50 - 3,60	10	33,8	4
1,10 - 1,20	4	14,9	2	3,60 - 3,70	11	37,2	4
1,20 - 1,30	4	14,9	2	3,70 - 3,80	10	33,8	4
1,30 - 1,40	4	14,9	2	3,80 - 3,90	11	35,6	5
1,40 - 1,50	4	14,9	2	3,90 - 4,00	13	42,1	5
1,50 - 1,60	4	14,9	2	4,00 - 4,10	17	55,0	5
1,60 - 1,70	4	14,9	2	4,10 - 4,20	22	71,2	5
1,70 - 1,80	4	14,9	2	4,20 - 4,30	23	74,5	5
1,80 - 1,90	3	10,6	3	4,30 - 4,40	20	64,7	5
1,90 - 2,00	6	21,3	3	4,40 - 4,50	30	97,1	5
2,00 - 2,10	7	24,8	3	4,50 - 4,60	28	90,6	5
2,10 - 2,20	7	24,8	3	4,60 - 4,70	31	100,4	5
2,20 - 2,30	8	28,3	3	4,70 - 4,80	31	100,4	5
2,30 - 2,40	10	35,4	3	4,80 - 4,90	31	96,2	6
2,40 - 2,50	9	31,9	3				

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **DM-30 (60°)**- M (massa battente)= **30,00 kg** - H (altezza caduta)= **0,20 m** - A (area punta)= **10,00 cm²** - D(diam. punta)= **35,70 mm**- Numero Colpi Punta N = N(**10**) [δ = 10 cm]- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **SI**

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA TABELLE VALORI DI RESISTENZA

DIN 3

- cantiere : AP Engineering S.r.l.
- lavoro : Progetto Impianto Agro-Fotovoltaico
- località : Trapani (TP)-C.da Palazzetto

- data prova : 06/07/2022
- quota inizio :
- prof. falda : Falda non rilevata
- data emiss. : 08/07/2022

- note :

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	asta
0,00 - 0,10	1	3,9	1	3,00 - 3,10	4	13,5	4
0,10 - 0,20	1	3,9	1	3,10 - 3,20	3	10,2	4
0,20 - 0,30	2	7,8	1	3,20 - 3,30	5	16,9	4
0,30 - 0,40	4	15,7	1	3,30 - 3,40	4	13,5	4
0,40 - 0,50	4	15,7	1	3,40 - 3,50	3	10,2	4
0,50 - 0,60	3	11,7	1	3,50 - 3,60	4	13,5	4
0,60 - 0,70	3	11,7	1	3,60 - 3,70	5	16,9	4
0,70 - 0,80	2	7,8	1	3,70 - 3,80	7	23,7	4
0,80 - 0,90	2	7,4	2	3,80 - 3,90	6	19,4	5
0,90 - 1,00	2	7,4	2	3,90 - 4,00	5	16,2	5
1,00 - 1,10	2	7,4	2	4,00 - 4,10	6	19,4	5
1,10 - 1,20	3	11,2	2	4,10 - 4,20	5	16,2	5
1,20 - 1,30	2	7,4	2	4,20 - 4,30	5	16,2	5
1,30 - 1,40	3	11,2	2	4,30 - 4,40	5	16,2	5
1,40 - 1,50	3	11,2	2	4,40 - 4,50	4	12,9	5
1,50 - 1,60	3	11,2	2	4,50 - 4,60	5	16,2	5
1,60 - 1,70	3	11,2	2	4,60 - 4,70	8	25,9	5
1,70 - 1,80	4	14,9	2	4,70 - 4,80	9	29,1	5
1,80 - 1,90	3	10,6	3	4,80 - 4,90	14	43,4	6
1,90 - 2,00	4	14,2	3	4,90 - 5,00	16	49,7	6
2,00 - 2,10	4	14,2	3	5,00 - 5,10	11	34,1	6
2,10 - 2,20	3	10,6	3	5,10 - 5,20	12	37,2	6
2,20 - 2,30	3	10,6	3	5,20 - 5,30	12	37,2	6
2,30 - 2,40	2	7,1	3	5,30 - 5,40	13	40,3	6
2,40 - 2,50	3	10,6	3	5,40 - 5,50	16	49,7	6
2,50 - 2,60	3	10,6	3	5,50 - 5,60	14	43,4	6
2,60 - 2,70	3	10,6	3	5,60 - 5,70	15	46,6	6
2,70 - 2,80	4	14,2	3	5,70 - 5,80	16	49,7	6
2,80 - 2,90	6	20,3	4	5,80 - 5,90	16	47,7	7
2,90 - 3,00	5	16,9	4				

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **DM-30 (60°)**

- M (massa battente)= **30,00 kg** - H (altezza caduta)= **0,20 m** - A (area punta)= **10,00 cm²** - D(diam. punta)= **35,70 mm**

- Numero Colpi Punta N = N(**10**) [$\delta = 10$ cm]

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **SI**

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA TABELLE VALORI DI RESISTENZA

DIN 4

- cantiere : AP Engineering S.r.l.
- lavoro : Progetto Impianto Agro-Fotovoltaico
- località : Trapani (TP)-C.da Palazzetto

- data prova : 06/07/2022
- quota inizio :
- prof. falda : Falda non rilevata
- data emiss. : 08/07/2022

- note :

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	asta
0,00 - 0,10	1	3,9	1	2,50 - 2,60	2	7,1	3
0,10 - 0,20	6	23,5	1	2,60 - 2,70	2	7,1	3
0,20 - 0,30	14	54,8	1	2,70 - 2,80	3	10,6	3
0,30 - 0,40	14	54,8	1	2,80 - 2,90	3	10,2	4
0,40 - 0,50	12	47,0	1	2,90 - 3,00	6	20,3	4
0,50 - 0,60	9	35,2	1	3,00 - 3,10	5	16,9	4
0,60 - 0,70	7	27,4	1	3,10 - 3,20	5	16,9	4
0,70 - 0,80	4	15,7	1	3,20 - 3,30	7	23,7	4
0,80 - 0,90	4	14,9	2	3,30 - 3,40	7	23,7	4
0,90 - 1,00	3	11,2	2	3,40 - 3,50	7	23,7	4
1,00 - 1,10	3	11,2	2	3,50 - 3,60	10	33,8	4
1,10 - 1,20	2	7,4	2	3,60 - 3,70	9	30,5	4
1,20 - 1,30	2	7,4	2	3,70 - 3,80	11	37,2	4
1,30 - 1,40	2	7,4	2	3,80 - 3,90	12	38,8	5
1,40 - 1,50	2	7,4	2	3,90 - 4,00	13	42,1	5
1,50 - 1,60	2	7,4	2	4,00 - 4,10	15	48,6	5
1,60 - 1,70	1	3,7	2	4,10 - 4,20	17	55,0	5
1,70 - 1,80	2	7,4	2	4,20 - 4,30	21	68,0	5
1,80 - 1,90	2	7,1	3	4,30 - 4,40	22	71,2	5
1,90 - 2,00	2	7,1	3	4,40 - 4,50	23	74,5	5
2,00 - 2,10	2	7,1	3	4,50 - 4,60	25	80,9	5
2,10 - 2,20	2	7,1	3	4,60 - 4,70	26	84,2	5
2,20 - 2,30	2	7,1	3	4,70 - 4,80	27	87,4	5
2,30 - 2,40	2	7,1	3	4,80 - 4,90	28	86,9	6
2,40 - 2,50	2	7,1	3				

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **DM-30 (60°)**- M (massa battente)= **30,00 kg** - H (altezza caduta)= **0,20 m** - A (area punta)= **10,00 cm²** - D(diam. punta)= **35,70 mm**- Numero Colpi Punta N = N(**10**) [$\delta = 10$ cm]- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **SI**

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA TABELLE VALORI DI RESISTENZA

DIN 5

- cantiere : AP Engineering S.r.l.
- lavoro : Progetto Impianto Agro-Fotovoltaico
- località : Trapani (TP)-C.da Palazzetto

- data prova : 06/07/2022
- quota inizio :
- prof. falda : Falda non rilevata
- data emiss. : 08/07/2022

- note :

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	asta
0,00 - 0,10	7	27,4	1	3,00 - 3,10	4	13,5	4
0,10 - 0,20	9	35,2	1	3,10 - 3,20	3	10,2	4
0,20 - 0,30	8	31,3	1	3,20 - 3,30	3	10,2	4
0,30 - 0,40	5	19,6	1	3,30 - 3,40	4	13,5	4
0,40 - 0,50	5	19,6	1	3,40 - 3,50	4	13,5	4
0,50 - 0,60	6	23,5	1	3,50 - 3,60	4	13,5	4
0,60 - 0,70	7	27,4	1	3,60 - 3,70	4	13,5	4
0,70 - 0,80	6	23,5	1	3,70 - 3,80	5	16,9	4
0,80 - 0,90	6	22,3	2	3,80 - 3,90	4	12,9	5
0,90 - 1,00	6	22,3	2	3,90 - 4,00	6	19,4	5
1,00 - 1,10	5	18,6	2	4,00 - 4,10	6	19,4	5
1,10 - 1,20	5	18,6	2	4,10 - 4,20	5	16,2	5
1,20 - 1,30	4	14,9	2	4,20 - 4,30	4	12,9	5
1,30 - 1,40	4	14,9	2	4,30 - 4,40	5	16,2	5
1,40 - 1,50	3	11,2	2	4,40 - 4,50	5	16,2	5
1,50 - 1,60	3	11,2	2	4,50 - 4,60	5	16,2	5
1,60 - 1,70	3	11,2	2	4,60 - 4,70	5	16,2	5
1,70 - 1,80	3	11,2	2	4,70 - 4,80	5	16,2	5
1,80 - 1,90	3	10,6	3	4,80 - 4,90	6	18,6	6
1,90 - 2,00	3	10,6	3	4,90 - 5,00	5	15,5	6
2,00 - 2,10	4	14,2	3	5,00 - 5,10	6	18,6	6
2,10 - 2,20	4	14,2	3	5,10 - 5,20	6	18,6	6
2,20 - 2,30	3	10,6	3	5,20 - 5,30	10	31,0	6
2,30 - 2,40	3	10,6	3	5,30 - 5,40	11	34,1	6
2,40 - 2,50	3	10,6	3	5,40 - 5,50	11	34,1	6
2,50 - 2,60	4	14,2	3	5,50 - 5,60	10	31,0	6
2,60 - 2,70	3	10,6	3	5,60 - 5,70	10	31,0	6
2,70 - 2,80	3	10,6	3	5,70 - 5,80	14	43,4	6
2,80 - 2,90	3	10,2	4	5,80 - 5,90	15	44,7	7
2,90 - 3,00	5	16,9	4				

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **DM-30 (60°)**- M (massa battente)= **30,00 kg** - H (altezza caduta)= **0,20 m** - A (area punta)= **10,00 cm²** - D(diam. punta)= **35,70 mm**- Numero Colpi Punta N = N(**10**) [$\delta = 10$ cm]- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **SI**

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA TABELLE VALORI DI RESISTENZA

DIN 6

- cantiere : AP Engineering S.r.l.
- lavoro : Progetto Impianto Agro-Fotovoltaico
- località : Trapani (TP)-C.da Palazzetto

- data prova : 06/07/2022
- quota inizio :
- prof. falda : Falda non rilevata
- data emiss. : 08/07/2022

- note :

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	asta
0,00 - 0,10	3	11,7	1	3,00 - 3,10	6	20,3	4
0,10 - 0,20	6	23,5	1	3,10 - 3,20	5	16,9	4
0,20 - 0,30	6	23,5	1	3,20 - 3,30	5	16,9	4
0,30 - 0,40	6	23,5	1	3,30 - 3,40	6	20,3	4
0,40 - 0,50	9	35,2	1	3,40 - 3,50	6	20,3	4
0,50 - 0,60	9	35,2	1	3,50 - 3,60	6	20,3	4
0,60 - 0,70	9	35,2	1	3,60 - 3,70	7	23,7	4
0,70 - 0,80	9	35,2	1	3,70 - 3,80	7	23,7	4
0,80 - 0,90	7	26,0	2	3,80 - 3,90	7	22,7	5
0,90 - 1,00	6	22,3	2	3,90 - 4,00	7	22,7	5
1,00 - 1,10	5	18,6	2	4,00 - 4,10	7	22,7	5
1,10 - 1,20	5	18,6	2	4,10 - 4,20	7	22,7	5
1,20 - 1,30	11	40,9	2	4,20 - 4,30	8	25,9	5
1,30 - 1,40	14	52,1	2	4,30 - 4,40	9	29,1	5
1,40 - 1,50	5	18,6	2	4,40 - 4,50	8	25,9	5
1,50 - 1,60	4	14,9	2	4,50 - 4,60	9	29,1	5
1,60 - 1,70	4	14,9	2	4,60 - 4,70	11	35,6	5
1,70 - 1,80	4	14,9	2	4,70 - 4,80	12	38,8	5
1,80 - 1,90	4	14,2	3	4,80 - 4,90	12	37,2	6
1,90 - 2,00	4	14,2	3	4,90 - 5,00	10	31,0	6
2,00 - 2,10	4	14,2	3	5,00 - 5,10	7	21,7	6
2,10 - 2,20	5	17,7	3	5,10 - 5,20	7	21,7	6
2,20 - 2,30	4	14,2	3	5,20 - 5,30	9	27,9	6
2,30 - 2,40	5	17,7	3	5,30 - 5,40	10	31,0	6
2,40 - 2,50	5	17,7	3	5,40 - 5,50	12	37,2	6
2,50 - 2,60	4	14,2	3	5,50 - 5,60	14	43,4	6
2,60 - 2,70	5	17,7	3	5,60 - 5,70	14	43,4	6
2,70 - 2,80	5	17,7	3	5,70 - 5,80	15	46,6	6
2,80 - 2,90	7	23,7	4	5,80 - 5,90	16	47,7	7
2,90 - 3,00	5	16,9	4				

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **DM-30 (60°)**

- M (massa battente)= **30,00 kg** - H (altezza caduta)= **0,20 m** - A (area punta)= **10,00 cm²** - D(diam. punta)= **35,70 mm**

- Numero Colpi Punta N = N(**10**) [$\delta = 10$ cm]

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **SI**

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA TABELLE VALORI DI RESISTENZA

DIN 7

- cantiere : AP Engineering S.r.l.
 - lavoro : Progetto Impianto Agro-Fotovoltaico
 - località : Trapani (TP)-C.da Palazzetto

- data prova : 06/07/2022
 - quota inizio :
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - data emiss. : 08/07/2022

- note :

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	asta
0,00 - 0,10	2	7,8	1	1,50 - 1,60	9	33,5	2
0,10 - 0,20	10	39,1	1	1,60 - 1,70	9	33,5	2
0,20 - 0,30	10	39,1	1	1,70 - 1,80	12	44,6	2
0,30 - 0,40	10	39,1	1	1,80 - 1,90	11	39,0	3
0,40 - 0,50	10	39,1	1	1,90 - 2,00	14	49,6	3
0,50 - 0,60	10	39,1	1	2,00 - 2,10	12	42,5	3
0,60 - 0,70	10	39,1	1	2,10 - 2,20	9	31,9	3
0,70 - 0,80	10	39,1	1	2,20 - 2,30	11	39,0	3
0,80 - 0,90	10	37,2	2	2,30 - 2,40	14	49,6	3
0,90 - 1,00	8	29,8	2	2,40 - 2,50	17	60,2	3
1,00 - 1,10	8	29,8	2	2,50 - 2,60	28	99,2	3
1,10 - 1,20	8	29,8	2	2,60 - 2,70	29	102,8	3
1,20 - 1,30	8	29,8	2	2,70 - 2,80	33	116,9	3
1,30 - 1,40	8	29,8	2	2,80 - 2,90	32	108,3	4
1,40 - 1,50	8	29,8	2				

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **DM-30 (60°)**- M (massa battente)= **30,00** kg - H (altezza caduta)= **0,20** m - A (area punta)= **10,00** cm² - D(diam. punta)= **35,70** mm- Numero Colpi Punta N = N(**10**) [$\delta = 10$ cm]- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **SI**

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA TABELLE VALORI DI RESISTENZA

DIN 8

- cantiere : AP Engineering S.r.l.
 - lavoro : Progetto Impianto Agro-Fotovoltaico
 - località : Trapani (TP)-C.da Palazzetto

- data prova : 06/07/2022
 - quota inizio :
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - data emiss. : 08/07/2022

- note :

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	asta
0,00 - 0,10	1	3,9	1	2,50 - 2,60	4	14,2	3
0,10 - 0,20	7	27,4	1	2,60 - 2,70	5	17,7	3
0,20 - 0,30	9	35,2	1	2,70 - 2,80	6	21,3	3
0,30 - 0,40	17	66,5	1	2,80 - 2,90	6	20,3	4
0,40 - 0,50	16	62,6	1	2,90 - 3,00	7	23,7	4
0,50 - 0,60	18	70,4	1	3,00 - 3,10	8	27,1	4
0,60 - 0,70	16	62,6	1	3,10 - 3,20	7	23,7	4
0,70 - 0,80	16	62,6	1	3,20 - 3,30	7	23,7	4
0,80 - 0,90	13	48,3	2	3,30 - 3,40	6	20,3	4
0,90 - 1,00	15	55,8	2	3,40 - 3,50	6	20,3	4
1,00 - 1,10	13	48,3	2	3,50 - 3,60	7	23,7	4
1,10 - 1,20	13	48,3	2	3,60 - 3,70	7	23,7	4
1,20 - 1,30	11	40,9	2	3,70 - 3,80	7	23,7	4
1,30 - 1,40	11	40,9	2	3,80 - 3,90	6	19,4	5
1,40 - 1,50	9	33,5	2	3,90 - 4,00	11	35,6	5
1,50 - 1,60	6	22,3	2	4,00 - 4,10	12	38,8	5
1,60 - 1,70	6	22,3	2	4,10 - 4,20	9	29,1	5
1,70 - 1,80	7	26,0	2	4,20 - 4,30	10	32,4	5
1,80 - 1,90	7	24,8	3	4,30 - 4,40	14	45,3	5
1,90 - 2,00	8	28,3	3	4,40 - 4,50	17	55,0	5
2,00 - 2,10	3	10,6	3	4,50 - 4,60	19	61,5	5
2,10 - 2,20	5	17,7	3	4,60 - 4,70	30	97,1	5
2,20 - 2,30	7	24,8	3	4,70 - 4,80	31	100,4	5
2,30 - 2,40	7	24,8	3	4,80 - 4,90	32	99,3	6
2,40 - 2,50	5	17,7	3				

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **DM-30 (60°)**- M (massa battente)= **30,00 kg** - H (altezza caduta)= **0,20 m** - A (area punta)= **10,00 cm²** - D(diam. punta)= **35,70 mm**- Numero Colpi Punta N = N(**10**) [δ = 10 cm]- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **SI**

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd**

DIN 1

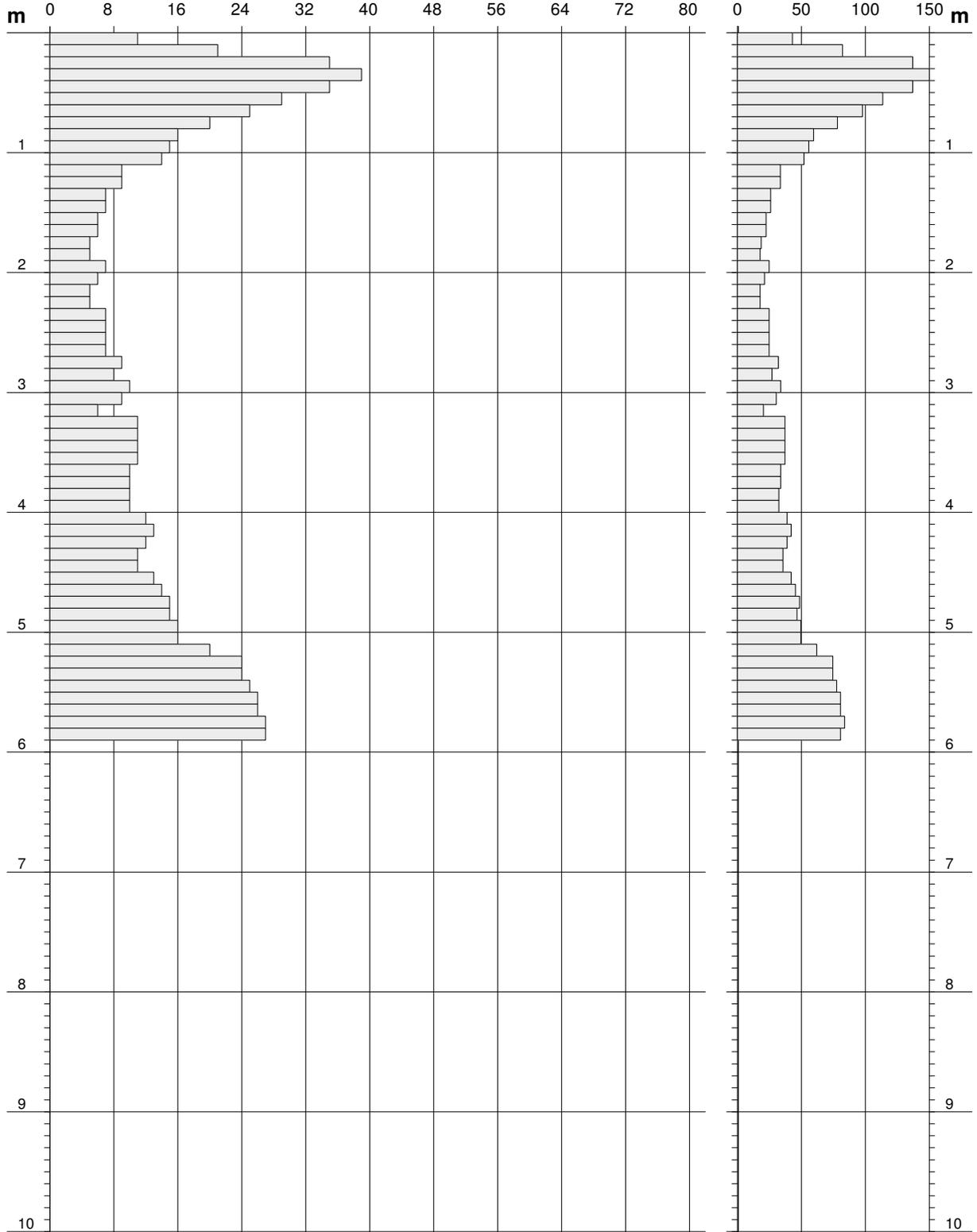
Scala 1: 50

- cantiere : AP Engineering S.r.l.
- lavoro : Progetto Impianto Agro-Fotovoltaico
- località : Trapani (TP)-C.da Palazzetto

- data prova : 06/07/2022
- quota inizio :
- prof. falda : Falda non rilevata
- data emiss. : 08/07/2022

- note :

N = N(10) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento $\delta = 10$ cm



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN 2

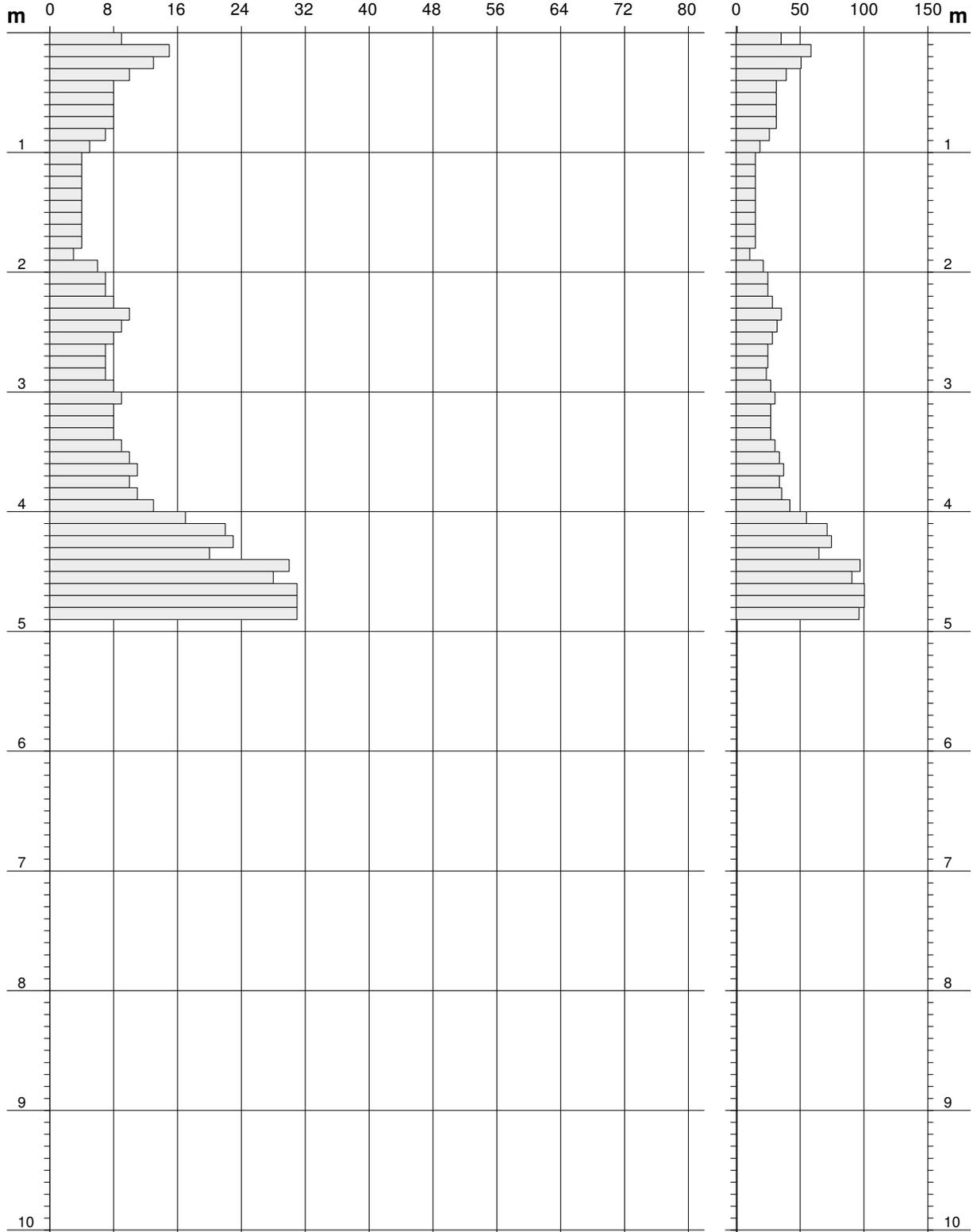
Scala 1: 50

- cantiere : AP Engineering S.r.l.
 - lavoro : Progetto Impianto Agro-Fotovoltaico
 - località : Trapani (TP)-C.da Palazzetto

- data prova : 06/07/2022
 - quota inizio :
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - data emiss. : 08/07/2022

- note :

N = N(10) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento $\delta = 10$ cm



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN 3

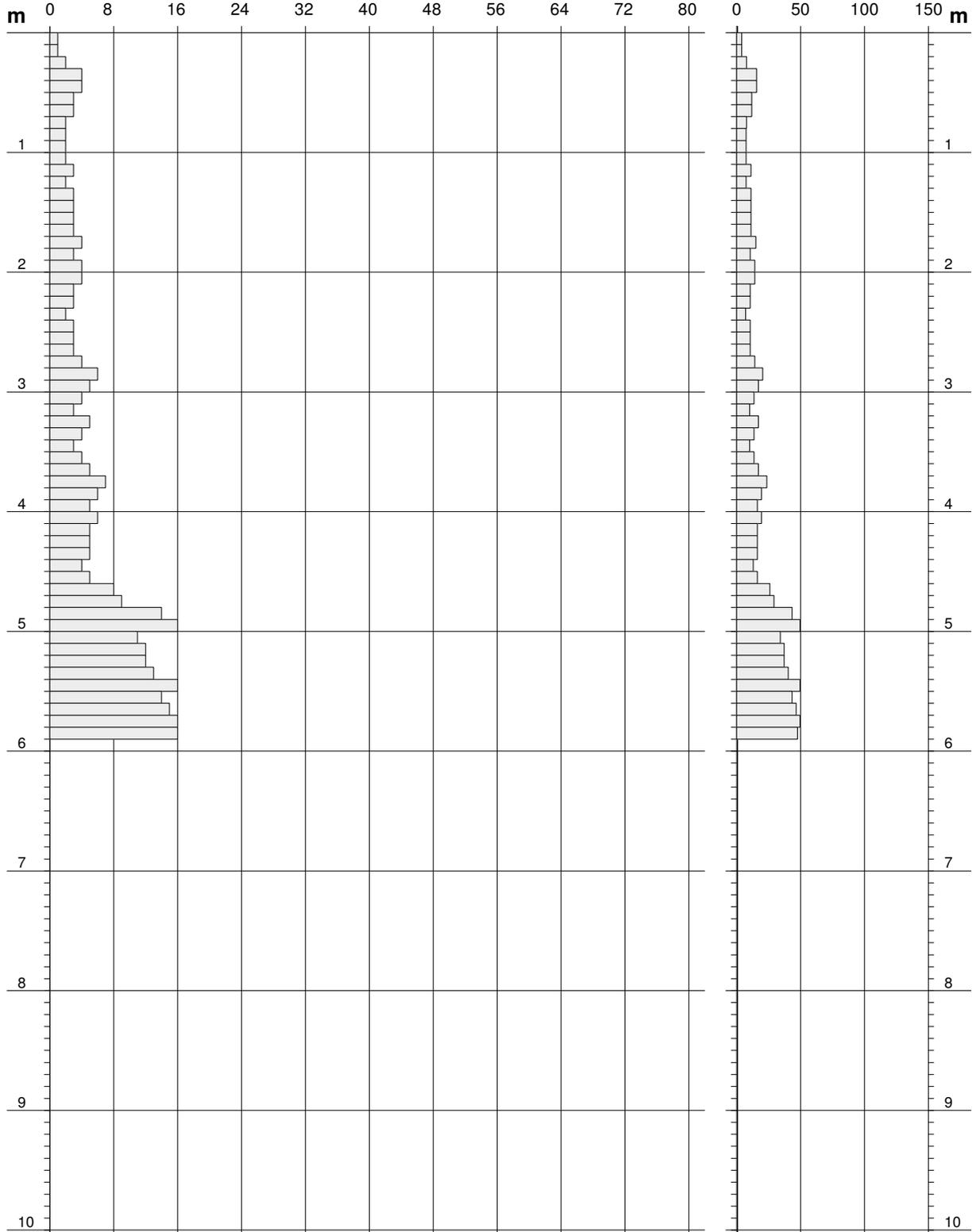
Scala 1: 50

- cantiere : AP Engineering S.r.l.
 - lavoro : Progetto Impianto Agro-Fotovoltaico
 - località : Trapani (TP)-C.da Palazzetto

- data prova : 06/07/2022
 - quota inizio :
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - data emiss. : 08/07/2022

- note :

N = N(10) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento $\delta = 10$ cm



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN 4

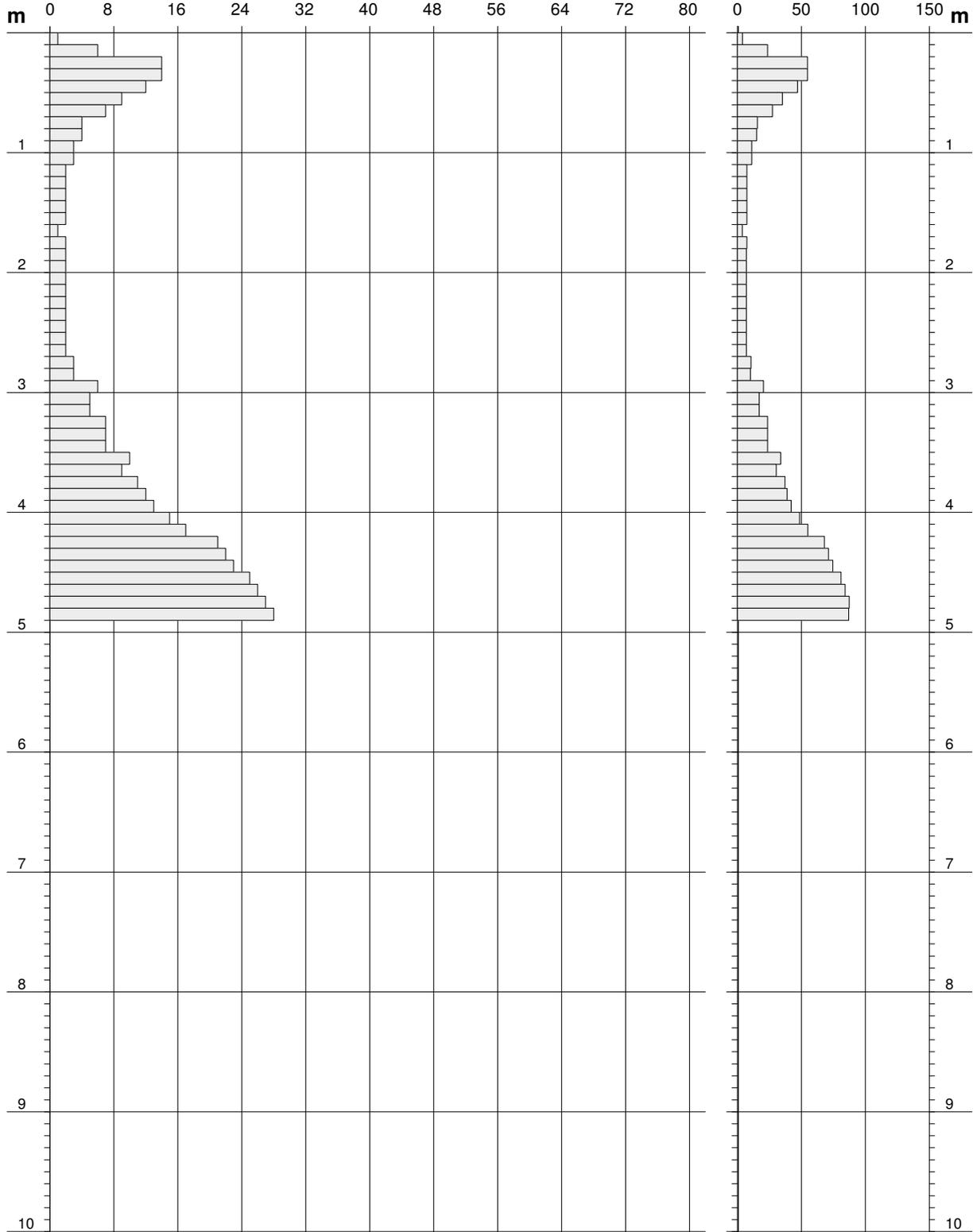
Scala 1: 50

- cantiere : AP Engineering S.r.l.
 - lavoro : Progetto Impianto Agro-Fotovoltaico
 - località : Trapani (TP)-C.da Palazzetto

- data prova : 06/07/2022
 - quota inizio :
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - data emiss. : 08/07/2022

- note :

N = N(10) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento $\delta = 10$ cm



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN 5

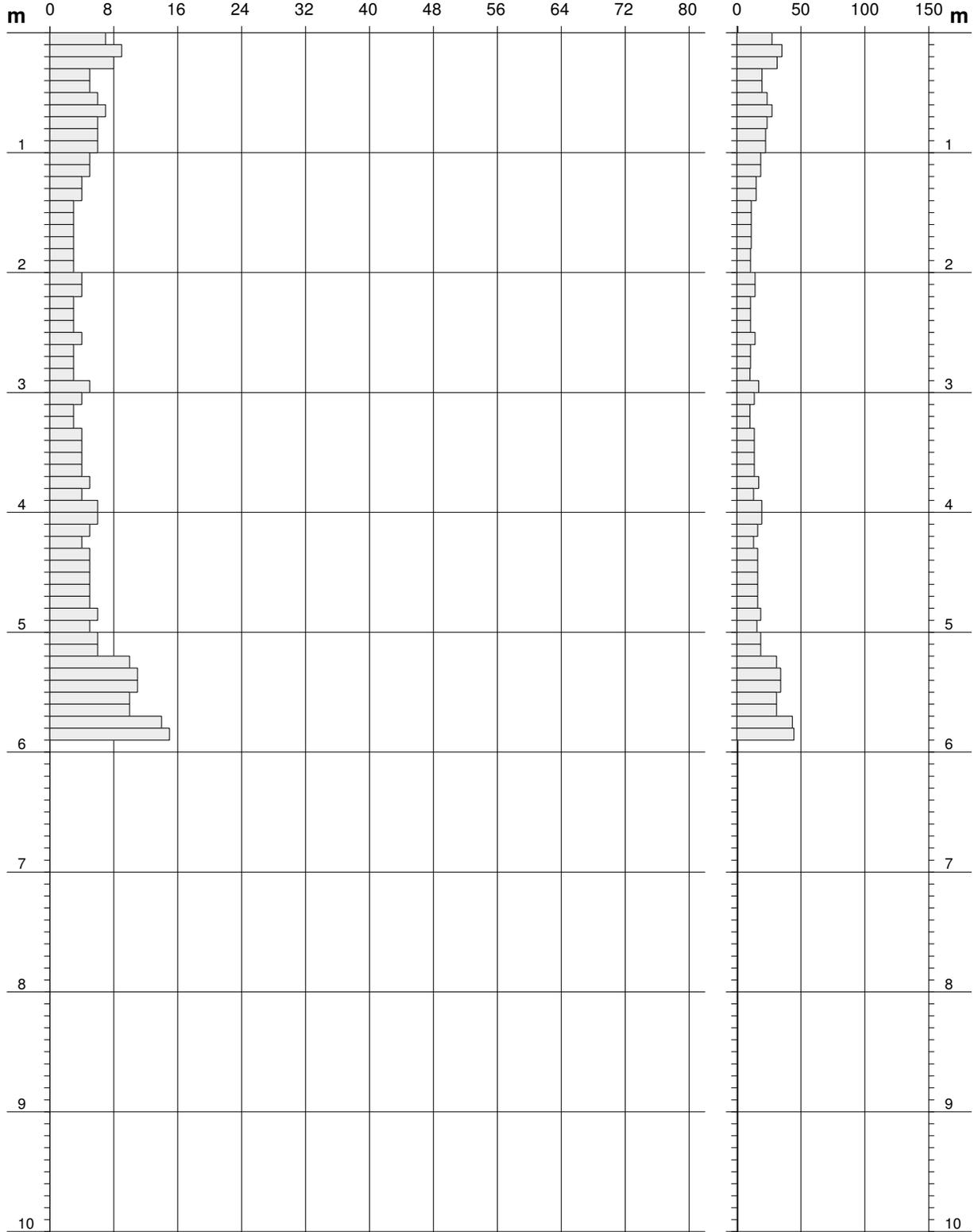
Scala 1: 50

- cantiere : AP Engineering S.r.l.
 - lavoro : Progetto Impianto Agro-Fotovoltaico
 - località : Trapani (TP)-C.da Palazzetto

- data prova : 06/07/2022
 - quota inizio :
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - data emiss. : 08/07/2022

- note :

N = N(10) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento $\delta = 10$ cm



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN 6

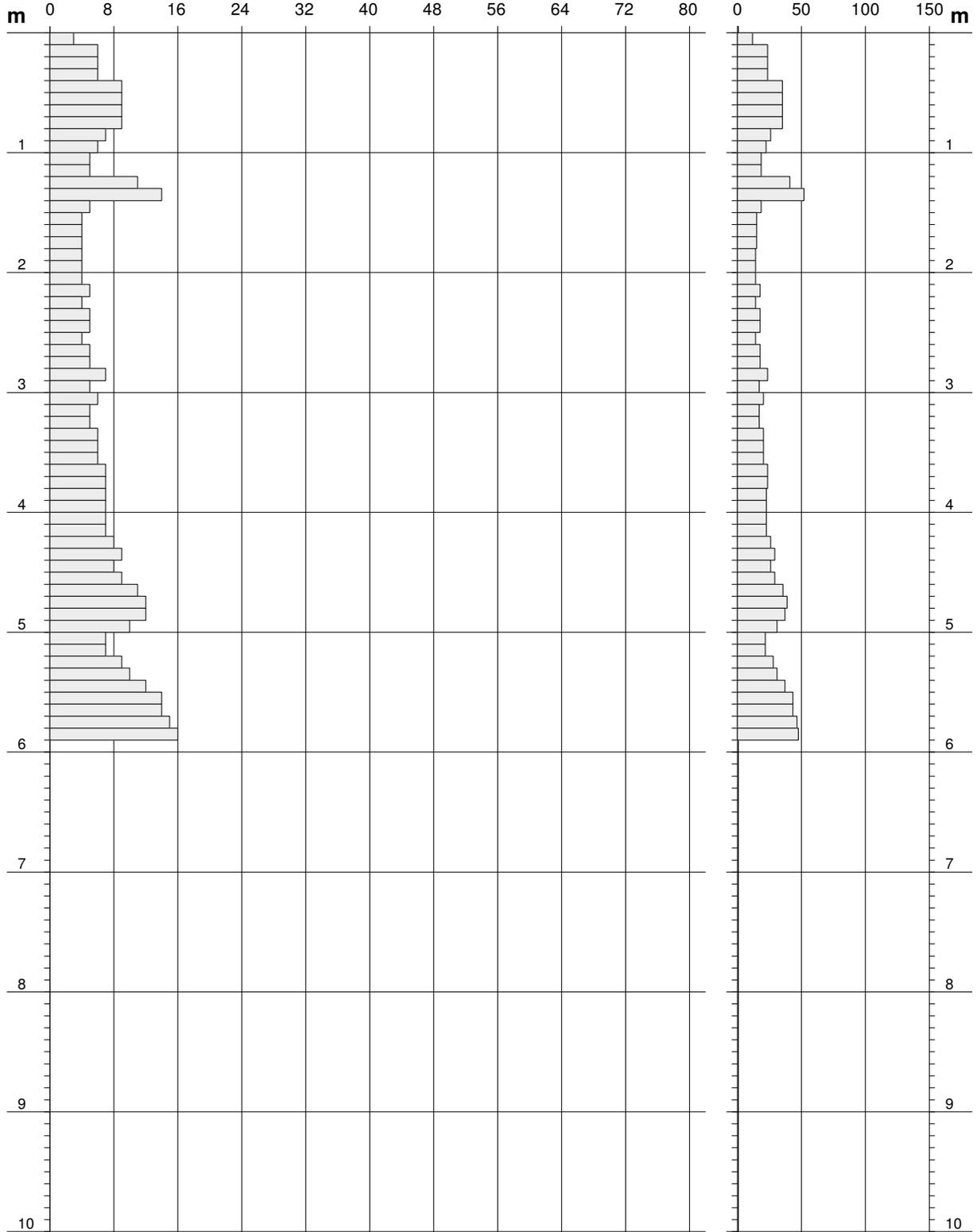
Scala 1: 50

- cantiere : AP Engineering S.r.l.
 - lavoro : Progetto Impianto Agro-Fotovoltaico
 - località : Trapani (TP)-C.da Palazzetto

- data prova : 06/07/2022
 - quota inizio :
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - data emiss. : 08/07/2022

- note :

N = N(10) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento $\delta = 10$ cm



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN 7

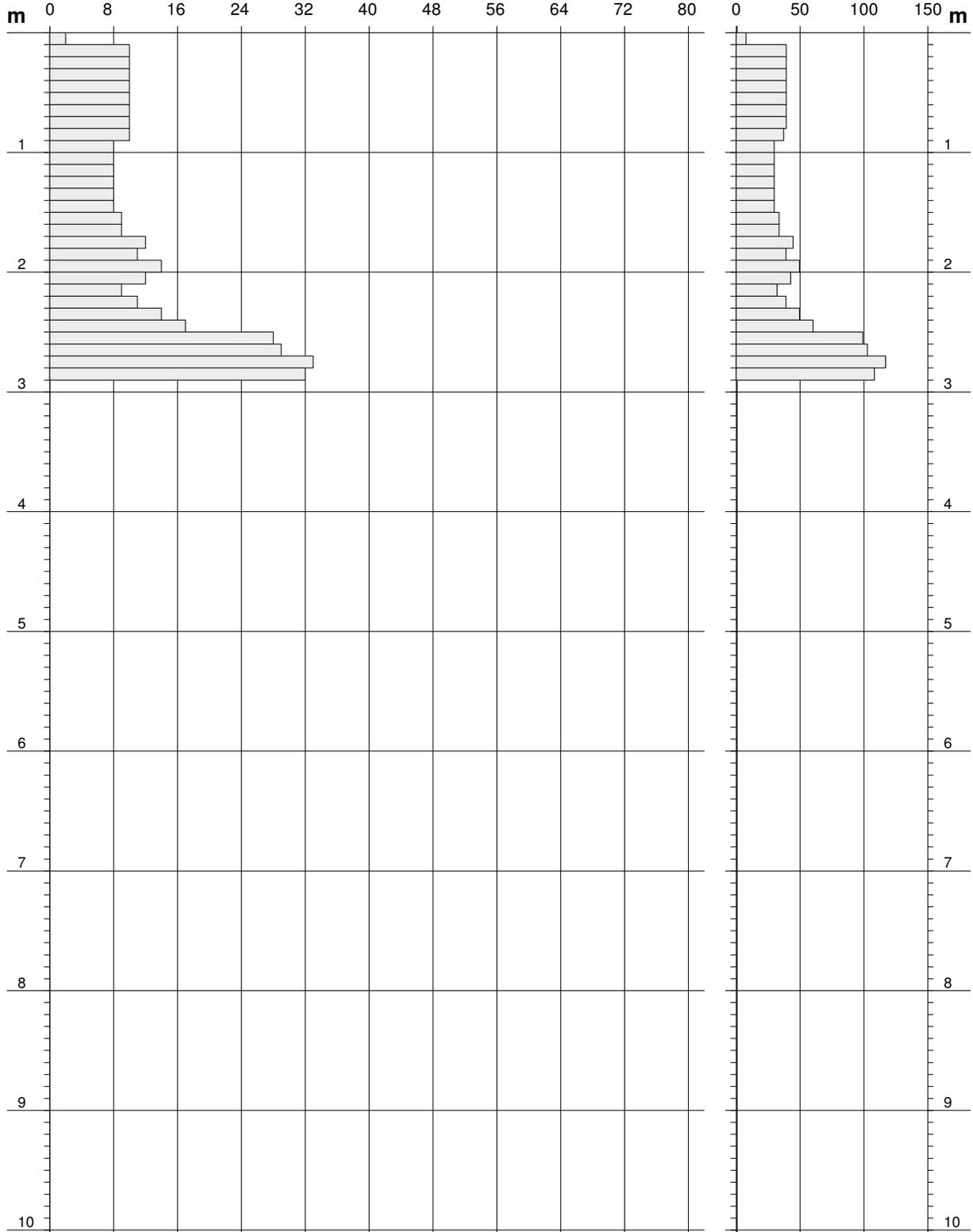
Scala 1: 50

- cantiere : AP Engineering S.r.l.
 - lavoro : Progetto Impianto Agro-Fotovoltaico
 - località : Trapani (TP)-C.da Palazzetto

- data prova : 06/07/2022
 - quota inizio :
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - data emiss. : 08/07/2022

- note :

N = N(10) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento $\delta = 10$ cm



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN 8

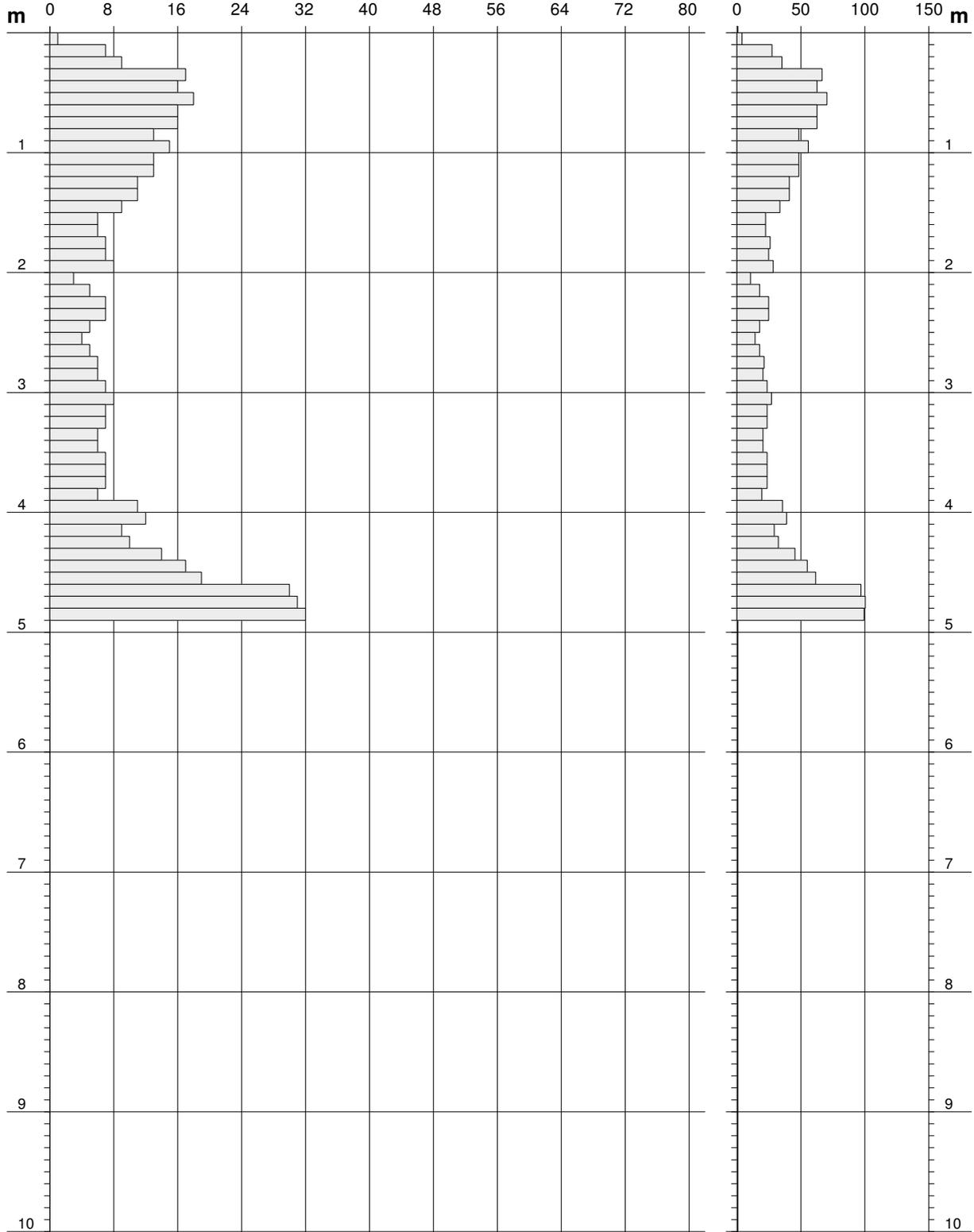
Scala 1: 50

- cantiere : AP Engineering S.r.l.
 - lavoro : Progetto Impianto Agro-Fotovoltaico
 - località : Trapani (TP)-C.da Palazzeddo

- data prova : 06/07/2022
 - quota inizio :
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - data emiss. : 08/07/2022

- note :

N = N(10) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento $\delta = 10$ cm



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA ELABORAZIONE STATISTICA

DIN 1

- cantiere : AP Engineering S.r.l.
 - lavoro : Progetto Impianto Agro-Fotovoltaico
 - località : Trapani (TP)-C.da Palazzetto

- data prova : 06/07/2022
 - quota inizio :
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - data emiss. : 08/07/2022

- note :

n°	Profondità (m)	PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA							VCA	β	Nspt
			M	min	Max	$\frac{1}{2}(M+\min)$	s	M-s	M+s			
1	0,00 1,10	N	23,6	11	39	17,3	9,6	14,0	33,3	24	0,77	18
		Rpd	91,7	43	153	67,4	38,5	53,2	130,2	93		
2	1,10 5,20	N	9,7	5	20	7,4	3,5	6,2	13,3	10	0,77	8
		Rpd	32,7	18	62	25,2	10,3	22,4	42,9	34		
3	5,20 5,90	N	25,6	24	27	24,8	1,3	24,3	26,8	26	0,77	20
		Rpd	78,9	75	84	76,7	3,5	75,4	82,4	80		

M: valore medio min: valore minimo Max: valore massimo s: scarto quadratico medio VCA: valore caratteristico assunto
 N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento $\delta = 10$ cm) Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm²)
 β : Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico $\beta_t = 0,77$) Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 30$ cm)

Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI

DIN 1

n°	Prof.(m)	LITOLOGIA	Nspt	NATURA GRANULARE					NATURA COESIVA			
				DR	ϕ'	E'	Ysat	Yd	Cu	Ysat	W	e
1	0.00 1.10	Coltre superficiale	18	47.0	31.4	330	1.98	1.57	1.13	2.00	26	0.708
2	1.10 5.20	Argille marnose	8	28.3	26.0	253	1.91	1.46	0.50	1.87	35	0.945
3	5.20 5.90	Argille marnose	20	50.0	32.3	346	1.99	1.59	1.25	2.02	25	0.667

Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 30$ cm)

DR % = densità relativa ϕ' (°) = angolo di attrito efficace E' (kg/cm²) = modulo di deformazione drenato W% = contenuto d'acqua
 e (-) = indice dei vuoti Cu (kg/cm²) = coesione non drenata Ysat, Yd (t/m³) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA ELABORAZIONE STATISTICA

DIN 2

- cantiere : AP Engineering S.r.l.
- lavoro : Progetto Impianto Agro-Fotovoltaico
- località : Trapani (TP)-C.da Palazzetto

- data prova : 06/07/2022
- quota inizio :
- prof. falda : Falda non rilevata
- data emiss. : 08/07/2022

- note :

n°	Profondità (m)		PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA						VCA	β	Nspt	
				M	min	Max	$\frac{1}{2}(M+min)$	s	M-s				M+s
1	0,00	0,80	N	9,9	8	15	8,9	2,7	7,2	12,6	10	0,77	8
			Rpd	38,6	31	59	35,0	10,5	28,1	49,2			
2	0,80	1,90	N	4,3	3	7	3,6	1,0	3,3	5,3	4	0,77	3
			Rpd	15,8	11	26	13,2	3,8	12,0	19,7			
3	1,90	3,90	N	8,4	6	11	7,2	1,4	7,0	9,8	8	0,77	6
			Rpd	28,9	21	37	25,1	4,5	24,4	33,4			
4	3,90	4,90	N	24,6	13	31	18,8	6,6	18,0	31,2	25	0,77	19
			Rpd	79,2	42	100	60,7	20,8	58,4	100,0			

M: valore medio min: valore minimo Max: valore massimo s: scarto quadratico medio VCA: valore caratteristico assunto
N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento $\delta = 10$ cm) Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm²)
 β : Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico $\beta t = 0,77$) Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 30$ cm)

Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI

DIN 2

n°	Prof.(m)		LITOLOGIA	Nspt	NATURA GRANULARE					NATURA COESIVA			
					DR	ϕ'	E'	Ysat	Yd	Cu	Ysat	W	e
1	0.00	0.80	Coltre superficiale	8	28.3	26.0	253	1.91	1.46	0.50	1.87	35	0.945
2	0.80	1.90	Argille limose	3	11.3	21.7	214	1.86	1.38	0.19	1.78	44	1.194
3	1.90	3.90	Argille limo marnose	6	21.7	24.5	238	1.89	1.43	0.38	1.85	37	1.000
4	3.90	4.90	Argille marnose	19	48.5	31.9	338	1.98	1.58	1.19	2.01	26	0.687

Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 30$ cm)

DR % = densità relativa ϕ' (°) = angolo di attrito efficace E' (kg/cm²) = modulo di deformazione drenato W% = contenuto d'acqua
e (-) = indice dei vuoti Cu (kg/cm²) = coesione non drenata Ysat, Yd (t/m³) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA ELABORAZIONE STATISTICA

DIN 3

- cantiere : AP Engineering S.r.l.
- lavoro : Progetto Impianto Agro-Fotovoltaico
- località : Trapani (TP)-C.da Palazzetto

- data prova : 06/07/2022
- quota inizio :
- prof. falda : Falda non rilevata
- data emiss. : 08/07/2022

- note :

n°	Profondità (m)		PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA						VCA	β	Nspt	
				M	min	Max	$\frac{1}{2}(M+\min)$	s	M-s				M+s
1	0,00	1,70	N	2,5	1	4	1,8	---	1,7	3,4	2	0,77	2
			Rpd	9,6	4	16	6,8	3,4	6,2	13,0			
2	1,70	4,60	N	4,2	2	7	3,1	1,2	3,1	5,4	4	0,77	3
			Rpd	14,4	7	24	10,7	3,7	10,7	18,1			
3	4,60	5,90	N	13,2	8	16	10,6	2,7	10,5	15,9	13	0,77	10
			Rpd	41,1	26	50	33,5	7,9	33,1	49,0			

M: valore medio min: valore minimo Max: valore massimo s: scarto quadratico medio VCA: valore caratteristico assunto
N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento $\delta = 10$ cm) Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm²)
 β : Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico $\beta_t = 0,77$) Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 30$ cm)

Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI

DIN 3

n°	Prof.(m)		LITOLOGIA	Nspt	NATURA GRANULARE					NATURA COESIVA			
					DR	ϕ'	E'	Ysat	Yd	Cu	Ysat	W	e
1	0.00	1.70	Coltre superficiale	2	7.5	20.5	207	1.85	1.36	0.13	1.75	47	1.267
2	1.70	4.60	Argille limose	3	11.3	21.7	214	1.86	1.38	0.19	1.78	44	1.194
3	4.60	5.90	Argille limose	10	35.0	27.2	268	1.93	1.50	0.63	1.90	33	0.892

Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 30$ cm)

DR % = densità relativa ϕ' (°) = angolo di attrito efficace E' (kg/cm²) = modulo di deformazione drenato W% = contenuto d'acqua
e (-) = indice dei vuoti Cu (kg/cm²) = coesione non drenata Ysat, Yd (t/m³) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA ELABORAZIONE STATISTICA

DIN 4

- cantiere : AP Engineering S.r.l.
- lavoro : Progetto Impianto Agro-Fotovoltaico
- località : Trapani (TP)-C.da Palazzetto

- data prova : 06/07/2022
- quota inizio :
- prof. falda : Falda non rilevata
- data emiss. : 08/07/2022

- note :

n°	Profondità (m)		PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA						VCA	β	Nspt	
				M	min	Max	$\frac{1}{2}(M+\min)$	s	M-s				M+s
1	0,00	0,80	N	8,4	1	14	4,7	4,7	3,6	13,1	8	0,77	6
			Rpd	32,8	4	55	18,3	18,6	14,2	51,4			
2	0,80	2,90	N	2,2	1	4	1,6	---	1,6	2,9	2	0,77	2
			Rpd	8,1	4	15	5,9	2,3	5,8	10,4			
3	2,90	4,20	N	9,5	5	17	7,3	3,9	5,7	13,4	10	0,77	8
			Rpd	31,6	17	55	24,3	12,2	19,4	43,8			
4	4,20	4,90	N	24,6	21	28	22,8	2,6	21,9	27,2	25	0,77	19
			Rpd	79,0	68	87	73,5	7,8	71,2	86,8			

M: valore medio min: valore minimo Max: valore massimo s: scarto quadratico medio VCA: valore caratteristico assunto
N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento $\delta = 10$ cm) Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm²)
 β : Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico $\beta_t = 0,77$) Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 30$ cm)

Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI

DIN 4

n°	Prof.(m)		LITOLOGIA	Nspt	NATURA GRANULARE					NATURA COESIVA			
					DR	ϕ'	E'	Ysat	Yd	Cu	Ysat	W	e
1	0.00	0.80	Coltre superficiale	6	21.7	24.5	238	1.89	1.43	0.38	1.85	37	1.000
2	0.80	2.90	Argille limose	2	7.5	20.5	207	1.85	1.36	0.13	1.75	47	1.267
3	2.90	4.20	Argille marnose	8	28.3	26.0	253	1.91	1.46	0.50	1.87	35	0.945
4	4.20	4.90	Argille marnose	19	48.5	31.9	338	1.98	1.58	1.19	2.01	26	0.687

Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 30$ cm)

DR % = densità relativa ϕ' (°) = angolo di attrito efficace E' (kg/cm²) = modulo di deformazione drenato W% = contenuto d'acqua
e (-) = indice dei vuoti Cu (kg/cm²) = coesione non drenata Ysat, Yd (t/m³) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA ELABORAZIONE STATISTICA

DIN 5

- cantiere : AP Engineering S.r.l.
- lavoro : Progetto Impianto Agro-Fotovoltaico
- località : Trapani (TP)-C.da Palazzetto

- data prova : 06/07/2022
- quota inizio :
- prof. falda : Falda non rilevata
- data emiss. : 08/07/2022

- note :

n°	Profondità (m)		PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA						VCA	β	Nspt	
				M	min	Max	$\frac{1}{2}(M+\min)$	s	M-s				M+s
1	0,00	1,40	N	5,9	4	9	5,0	1,4	4,5	7,4	6	0,77	5
			Rpd	22,8	15	35	18,8	5,9	16,9	28,7			
2	1,40	3,40	N	3,4	3	5	3,2	---	2,8	3,9	3	0,77	2
			Rpd	11,8	10	17	11,0	1,9	9,9	13,7			
3	3,40	5,30	N	5,3	4	10	4,6	1,4	3,9	6,6	5	0,77	4
			Rpd	16,9	13	31	14,9	4,0	12,9	21,0			
4	5,30	5,90	N	11,8	10	15	10,9	2,1	9,7	14,0	12	0,77	9
			Rpd	36,4	31	45	33,7	6,1	30,3	42,5			

M: valore medio min: valore minimo Max: valore massimo s: scarto quadratico medio VCA: valore caratteristico assunto
N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento $\delta = 10$ cm) Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm²)
 β : Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico $\beta t = 0,77$) Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 30$ cm)

Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI

DIN 5

n°	Prof.(m)		LITOLOGIA	Nspt	NATURA GRANULARE					NATURA COESIVA			
					DR	ϕ'	E'	Ysat	Yd	Cu	Ysat	W	e
1	0.00	1.40	Coltre superficiale	5	18.3	23.7	230	1.88	1.41	0.31	1.83	39	1.061
2	1.40	3.40	Argille limose	2	7.5	20.5	207	1.85	1.36	0.13	1.75	47	1.267
3	3.40	5.30	Argille limose	4	15.0	22.7	222	1.87	1.39	0.25	1.80	42	1.125
4	5.30	5.90	Argille limose	9	31.7	26.6	261	1.92	1.48	0.56	1.89	34	0.918

Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 30$ cm)

DR % = densità relativa ϕ' (°) = angolo di attrito efficace E' (kg/cm²) = modulo di deformazione drenato W% = contenuto d'acqua
e (-) = indice dei vuoti Cu (kg/cm²) = coesione non drenata Ysat, Yd (t/m³) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA ELABORAZIONE STATISTICA

DIN 6

- cantiere : AP Engineering S.r.l.
- lavoro : Progetto Impianto Agro-Fotovoltaico
- località : Trapani (TP)-C.da Palazzetto

- data prova : 06/07/2022
- quota inizio :
- prof. falda : Falda non rilevata
- data emiss. : 08/07/2022

- note :

n°	Profondità (m)		PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA						VCA	β	Nspt	
				M	min	Max	$\frac{1}{2}(M+\min)$	s	M-s				M+s
1	0,00	0,90	N	7,1	3	9	5,1	2,1	5,0	9,2	7	0,77	5
			Rpd	27,7	12	35	19,7	8,2	19,5	35,9			
2	0,90	3,00	N	5,5	4	14	4,7	2,5	3,0	8,0	6	0,77	5
			Rpd	19,8	14	52	17,0	9,4	10,4	29,2			
3	3,00	5,90	N	8,9	5	16	7,0	3,1	5,8	12,0	9	0,77	7
			Rpd	28,5	17	48	22,7	9,0	19,5	37,5			

M: valore medio min: valore minimo Max: valore massimo s: scarto quadratico medio VCA: valore caratteristico assunto
N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento $\delta = 10$ cm) Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm²)
 β : Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico $\beta_t = 0,77$) Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 30$ cm)

Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI

DIN 6

n°	Prof.(m)		LITOLOGIA	Nspt	NATURA GRANULARE				NATURA COESIVA				
					DR	ϕ'	E'	Ysat	Yd	Cu	Ysat	W	e
1	0,00	0,90	Coltre superficiale	5	18.3	23.7	230	1.88	1.41	0.31	1.83	39	1.061
2	0,90	3,00	Argille limose	5	18.3	23.7	230	1.88	1.41	0.31	1.83	39	1.061
3	3,00	5,90	Argille limose	7	25.0	25.2	245	1.90	1.45	0.44	1.86	36	0.972

Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 30$ cm)

DR % = densità relativa ϕ' (°) = angolo di attrito efficace E' (kg/cm²) = modulo di deformazione drenato W% = contenuto d'acqua
e (-) = indice dei vuoti Cu (kg/cm²) = coesione non drenata Ysat, Yd (t/m³) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA ELABORAZIONE STATISTICA

DIN 7

- cantiere : AP Engineering S.r.l.
- lavoro : Progetto Impianto Agro-Fotovoltaico
- località : Trapani (TP)-C.da Palazzetto

- data prova : 06/07/2022
- quota inizio :
- prof. falda : Falda non rilevata
- data emiss. : 08/07/2022

- note :

n°	Profondità (m)		PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA						VCA	β	Nspt	
				M	min	Max	$\frac{1}{2}(M+\min)$	s	M-s				M+s
1	0,00	0,90	N	9,1	2	10	5,6	2,7	6,4	11,8	9	0,77	7
			Rpd	35,4	8	39	21,6	10,4	25,1	45,8			
2	0,90	2,50	N	10,4	8	17	9,2	2,8	7,6	13,2	10	0,77	8
			Rpd	37,6	30	60	33,7	9,4	28,3	47,0			
3	2,50	2,90	N	30,5	28	33	29,3	----	----	----	30	0,77	23
			Rpd	106,8	99	117	103,0	----	----	----			

M: valore medio min: valore minimo Max: valore massimo s: scarto quadratico medio VCA: valore caratteristico assunto
N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento $\delta = 10$ cm) Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm²)
 β : Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico $\beta_t = 0,77$) Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 30$ cm)

Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI

DIN 7

n°	Prof.(m)		LITOLOGIA	Nspt	NATURA GRANULARE				NATURA COESIVA				
					DR	ϕ'	E'	Ysat	Yd	Cu	Ysat	W	e
1	0,00	0,90	Coltre superficiale e riporto	7	25.0	25.2	245	1.90	1.45	0.44	1.86	36	0.972
2	0,90	2,50	Argille limo sabbiose	8	28.3	26.0	253	1.91	1.46	0.50	1.87	35	0.945
3	2,50	2,90	Argille limo sabbiose	23	54.5	33.6	369	2.01	1.62	1.44	2.06	23	0.610

Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 30$ cm)

DR % = densità relativa ϕ' (°) = angolo di attrito efficace E' (kg/cm²) = modulo di deformazione drenato W% = contenuto d'acqua
e (-) = indice dei vuoti Cu (kg/cm²) = coesione non drenata Ysat, Yd (t/m³) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA ELABORAZIONE STATISTICA

DIN 8

- cantiere : AP Engineering S.r.l.
 - lavoro : Progetto Impianto Agro-Fotovoltaico
 - località : Trapani (TP)-C.da Palazzetto

- data prova : 06/07/2022
 - quota inizio :
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - data emiss. : 08/07/2022

- note :

n°	Profondità (m)		PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA						VCA	β	Nspt	
				M	min	Max	$\frac{1}{2}(M+\min)$	s	M-s				M+s
1	0,00	1,50	N	12,3	1	18	6,7	4,5	7,8	16,8	12	0,77	9
			Rpd	47,2	4	70	25,5	17,7	29,5	64,9			
2	1,50	4,40	N	7,1	3	14	5,1	2,3	4,8	9,4	7	0,77	5
			Rpd	24,3	11	45	17,4	7,1	17,2	31,3			
3	4,40	4,90	N	25,8	17	32	21,4	----	----	----	26	0,77	20
			Rpd	82,7	55	100	68,9	----	----	----			

M: valore medio min: valore minimo Max: valore massimo s: scarto quadratico medio VCA: valore caratteristico assunto
 N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento $\delta = 10$ cm) Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm²)
 β : Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico $\beta_t = 0,77$) Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 30$ cm)

Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI

DIN 8

n°	Prof.(m)		LITOLOGIA	Nspt	NATURA GRANULARE				NATURA COESIVA				
					DR	ϕ'	E'	Ysat	Yd	Cu	Ysat	W	e
1	0.00	1.50	Coltre superficiale	9	31.7	26.6	261	1.92	1.48	0.56	1.89	34	0.918
2	1.50	4.40	Argille marnose	5	18.3	23.7	230	1.88	1.41	0.31	1.83	39	1.061
3	4.40	4.90	Argille marnose	20	50.0	32.3	346	1.99	1.59	1.25	2.02	25	0.667

Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 30$ cm)

DR % = densità relativa ϕ' (°) = angolo di attrito efficace E' (kg/cm²) = modulo di deformazione drenato W% = contenuto d'acqua
 e (-) = indice dei vuoti Cu (kg/cm²) = coesione non drenata Ysat, Yd (t/m³) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



(Foto n° 1 – Prova penetrometrica Din_01)



(Foto n° 2 – Prova penetrometrica Din_02)



(Foto n° 3 – Prova penetrometrica Din_03)



(Foto n° 4 – Prova penetrometrica Din_04)



(Foto n° 5 – Prova penetrometrica Din_05)



(Foto n° 6 – Prova penetrometrica Din_06)

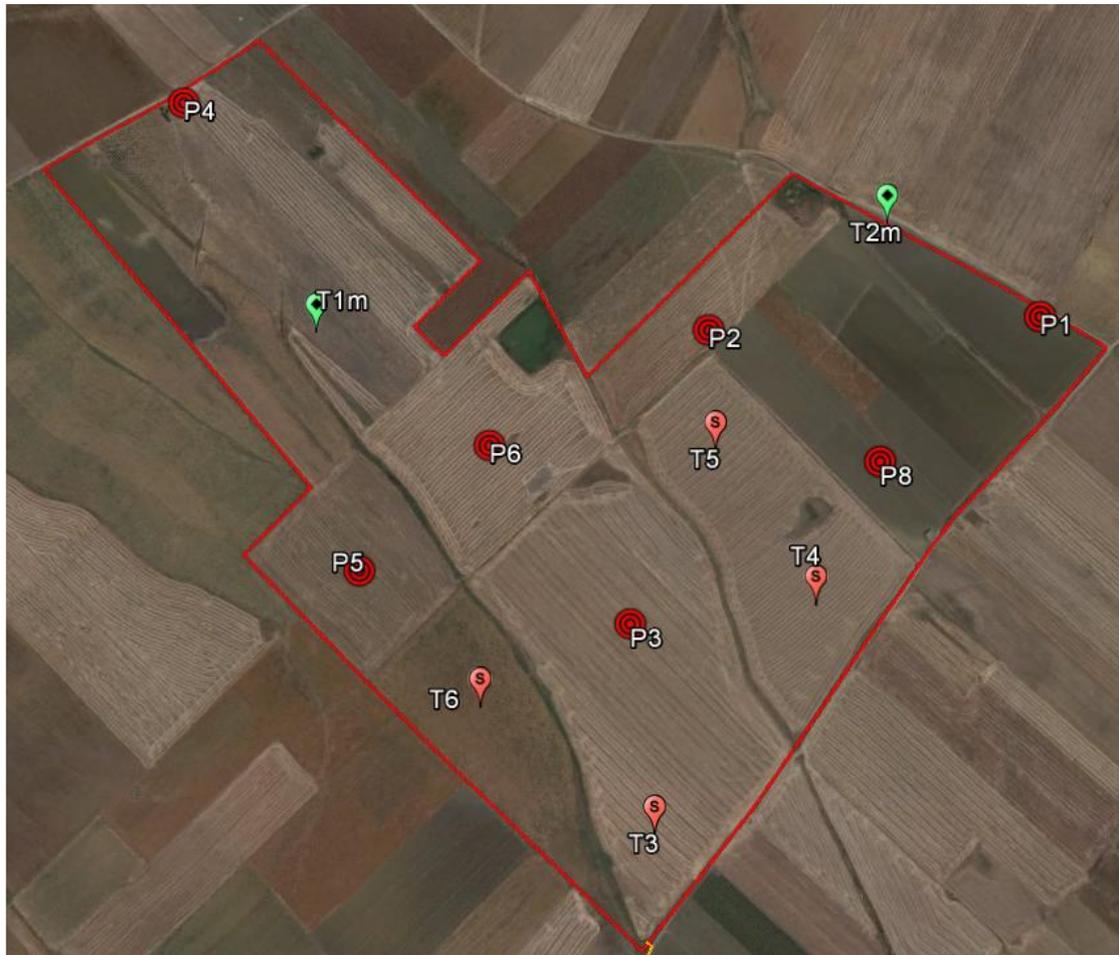


(Foto n° 7 – Prova penetrometrica Din_07)



(Foto n° 8 – Prova penetrometrica Din_08)

Stralcio aerofotogrammetrico con ubicazione schematica delle indagini eseguite



-  P2 Ubicazione indagine penetrometrica
-  T5 Ubicazione indagine Tomografica sismica 2D
-  T1m Ubicazione indagine Tomografica sismica 2D e Masw



COMUNE DI TRAPANI (TP)

OGGETTO:

PROGETTO DI UN IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO COLLEGATO ALLA RTN CON POTENZA NOMINALE DC 40.111,50 kWp E POTENZA NOMINALE AC 33.000 kWp DA REALIZZARSI NEL COMUNE DI TRAPANI (TP)-C/DA PALAZZEDDO.

RELAZIONE GEOFISICA **TOMOGRAFIE SISMICHE 2D**

COMMITTENTE:

AP Engineering S.r.l.s.

I tecnici

Dott. Geol. Giuseppe Gugliuzza



Dott. Geol. Angelo Cascio



INDICE

1. Premessa

2. Indagini geofisiche sismiche, strumentazione utilizzata ed interpretazione dei risultati

2.1 *Descrizione e finalità della metodologia MASW*

2.2 *Attrezzatura utilizzata e metodologia d'esecuzione della MASW*

2.3 *Interpretazione delle prove MASW*

2.4 *Analisi dei risultati della prova MASW*

2.5 *Descrizione e finalità dell'indagine tomografica sismica superficiale*

2.6 *Attrezzatura utilizzata e metodologia d'esecuzione della tomografia sismica*

2.7 *Interpretazione dei risultati delle Tomografie sismiche superficiali*

2.8 *Analisi dei risultati delle indagini tomografiche sismiche-onde P.*

3. Conclusioni

3.1 *Considerazioni conclusive*

Allegati

- *Documentazione fotografica*
- *Dromocrone*
- *Stralcio aerofotogrammetrico con ubicazione delle indagini eseguite*

1. Premessa

Su incarico della ditta “AP Engineering S.r.l.s..”, sono state eseguite n°7 tomografie sismiche superficiale a supporto dello studio geologico per il “Progetto di un impianto agro-fotovoltaico collegato alla RTN con potenza nominale DC 40.111,50 kWp e potenza nominale AC 33.000 kWp da realizzarsi nel comune di Trapani (TP)-C/da Palazzetto.

Nelle pagine seguenti vengono riassunti i risultati emersi dagli approfondimenti condotti e, nello specifico, sono trattate le problematiche relative all’assetto morfologico e geolitologico locale in relazione alle opere infrastrutturali in progetto.

Si rammenta che il presente lavoro è opera dell’ingegno. E’ vietata, pertanto ,la riproduzione, anche parziale, degli elaborati che rimangono di proprietà intellettuale dello scrivente. Ogni diritto è riservato (Art. 99 L. 633/41).

Nel loro insieme, le procedure adottate sono state eseguite in accordo alle norme tecniche per le costruzioni del DM 17 Gennaio 2018

2. Indagini geofisiche sismiche, strumentazione utilizzata ed interpretazione dei risultati

Per quanto riguarda le indagini geofisiche sismiche sono state eseguite n° 5 prospezioni geofisiche del tipo “MASW (Multi-channel Analysis of Surface Waves, analisi della dispersione delle onde di Rayleigh da misure di sismica attiva – e.g. Park et al., 1999)” e n°14 Tomografie sismiche superficiali 2D. Le ubicazioni delle indagini eseguite sono riportate nella planimetria allegata (*vedi Allegato*).

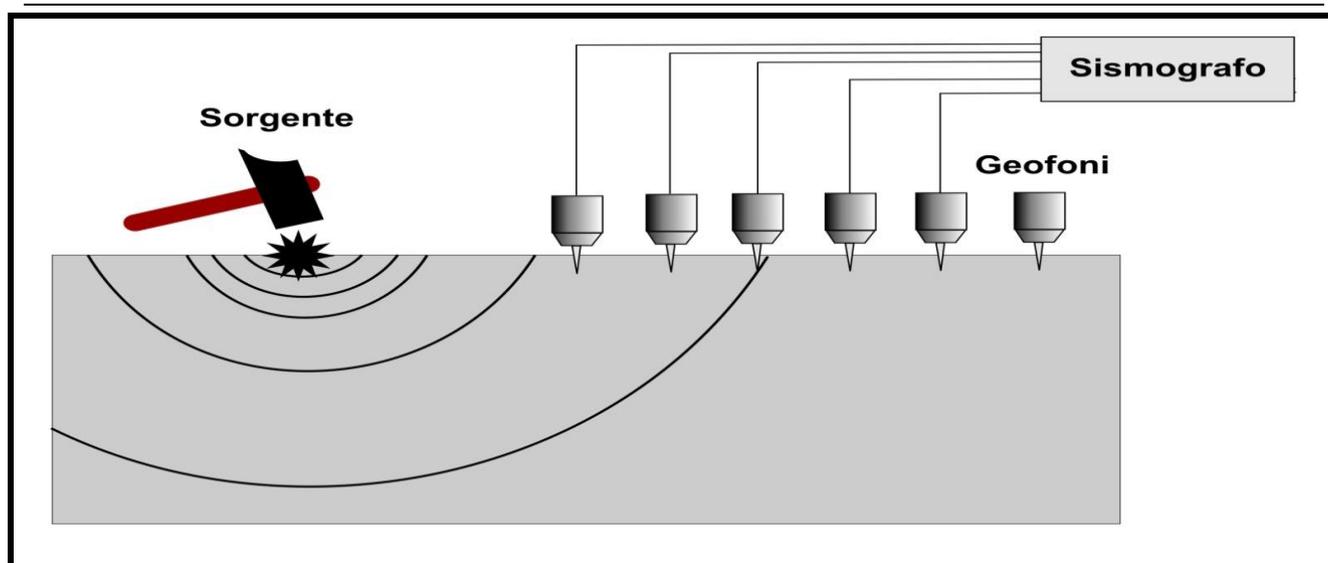
N°	Tipo di Indagine
03	MASW
07	Tomografia sismica superficiale 2D

2.1 Descrizione e finalità della metodologia MASW

Il metodo MASW (Multichannel Analysis of SurfaceWaves) è una tecnica di indagine non invasiva che individua (al centro dello stendimento) il profilo di velocità delle onde di taglio verticali V_s , basandosi sulla misura delle onde superficiali fatta in corrispondenza di diversi sensori (accelerometri o geofoni) posti sulla superficie del suolo. Il contributo predominante alle onde superficiali è dato dalle onde di Rayleigh, che viaggiano con una velocità correlata alla rigidezza della porzione di terreno interessata dalla propagazione delle onde. In un mezzo stratificato le onde di Rayleigh sono dispersive, cioè onde con diverse lunghezze d'onda si propagano con diverse velocità di fase, anche se influenzate dalla V_p (Velocità delle onde P) e della densità, esse sono strettamente correlate alla V_s (parametro di fondamentale importanza nella caratterizzazione geotecnica di un sito e negli studi di amplificazione dello scuotimento sismico). La natura dispersiva delle onde superficiali è correlabile dal fatto che onde ad alta frequenza con lunghezza d'onda corta si propagano negli strati più superficiali e quindi danno informazioni sulla parte più superficiale del suolo, invece onde a bassa frequenza si propagano negli strati più profondi e quindi interessano gli strati più profondi del suolo. In questo metodo le onde superficiali generate in un punto, sulla superficie del suolo sono misurate da uno stendimento lineare di sensori. Che permettono di ottenere una velocità di fase (o curva di dispersione) sperimentale apparente nel range di frequenze compreso tra 5Hz e 70Hz.

2.2 Attrezzatura utilizzata e metodologia d'esecuzione della MASW

La strumentazione utilizzata per l'acquisizione dei dati è un sismografo a 24 canali ECHO 12-24/2012 della "Ambrogeo", con n°24 geofoni verticali aventi un periodo proprio di 4,5 Hz, una mazza battente di 8 kg, a sua volta dotata di uno starter da accoppiare al circuito trigger del sismografo. La prova è consistita nel produrre sulla superficie del terreno, in prossimità del sito da investigare, sollecitazioni dinamiche verticali, per la generazione delle onde Rayleigh e nel registrare le vibrazioni prodotte, sempre in corrispondenza della superficie, a distanze note e prefissate mediante geofoni a componente verticale (*vedi Fig.n°1*).



(Fig. n° 1 - Schematizzazione dello stendimento sismico di tipo MASW)

2.3 Interpretazione delle prove MASW

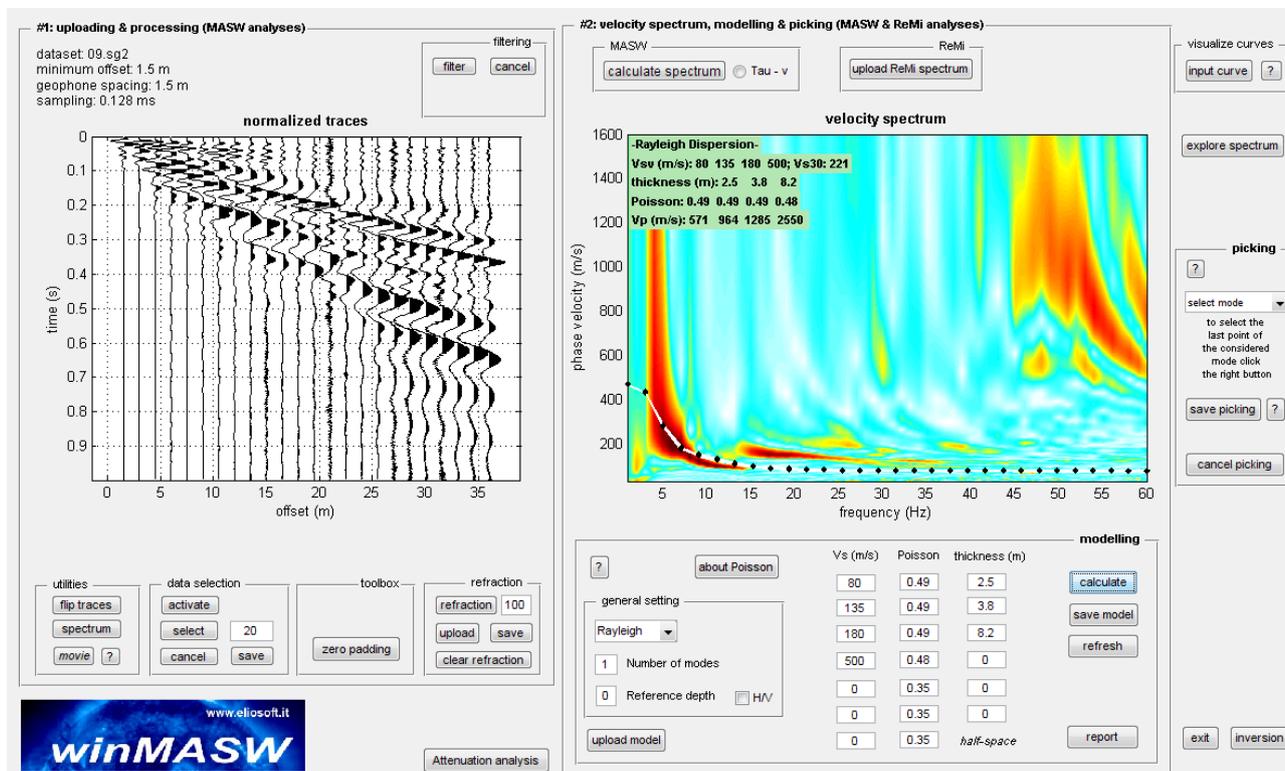
I dati sismici registrati in campagna sono stati elaborati utilizzando il software WinMasw 4.3 professional. L'operazione di processing, nella fattispecie definita come "modellazione diretta", consiste in un fitting tra la curva di dispersione e lo spettro di velocità ottenuto dai dati acquisiti. Il modello del profilo verticale delle Vs, deve essere coerente, con l'andamento della curva di dispersione sperimentale misurata. Inoltre, tali sismostrati verranno utilizzati per il calcolo del Vs30 (velocità media delle onde di taglio nei primi 30 m) così come sancito dalle Nuove Norme Tecniche per la Costruzioni di cui al D.M. 17 Gennaio 2018. In particolare è stata eseguita la seguente tipologia di indagine :

"MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves)"

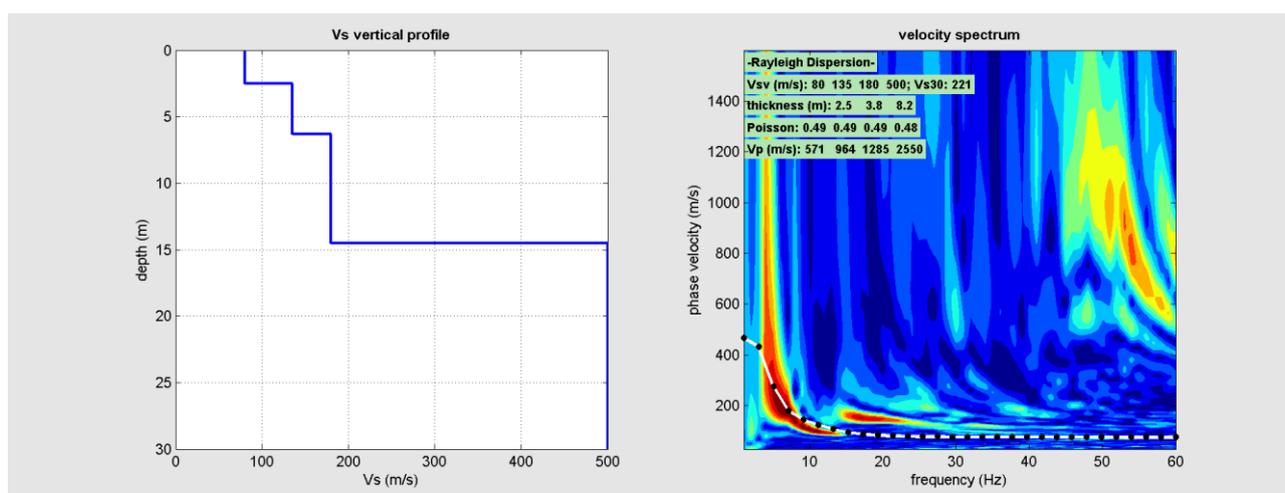
MASW	Lunghezza Stendimento (m)	Step – Geofoni (m)	Offset (m)
MASW_01	34,50	1,50	1,50
MASW_02	34,50	1,50	1,50
MASW_07	34,50	1,50	1,50

A seguire i risultati dell'inversione della curva di dispersione determinata tramite analisi dei dati MASW.

Risultati prospezione MASW_01

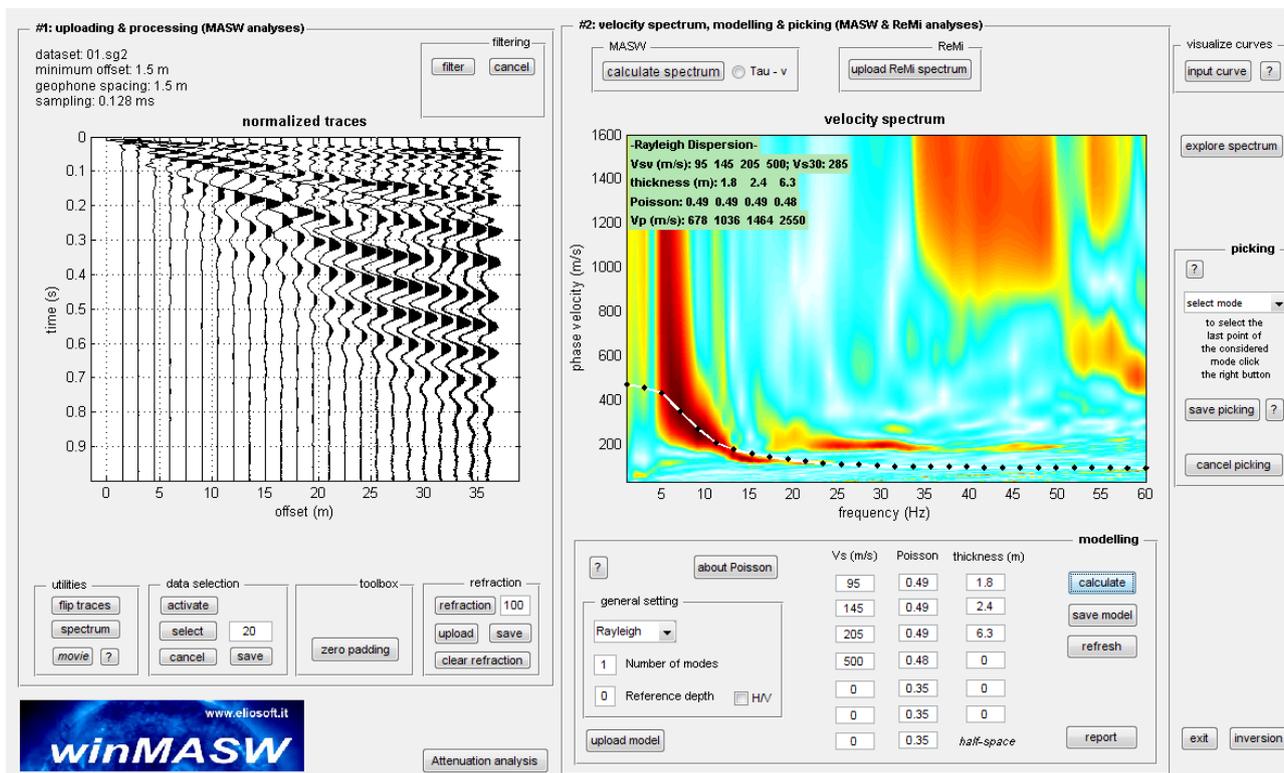


(Fig. 2 - Sulla sinistra i dati di campagna e sulla destra, lo spettro di velocità calcolato della MASW_01)

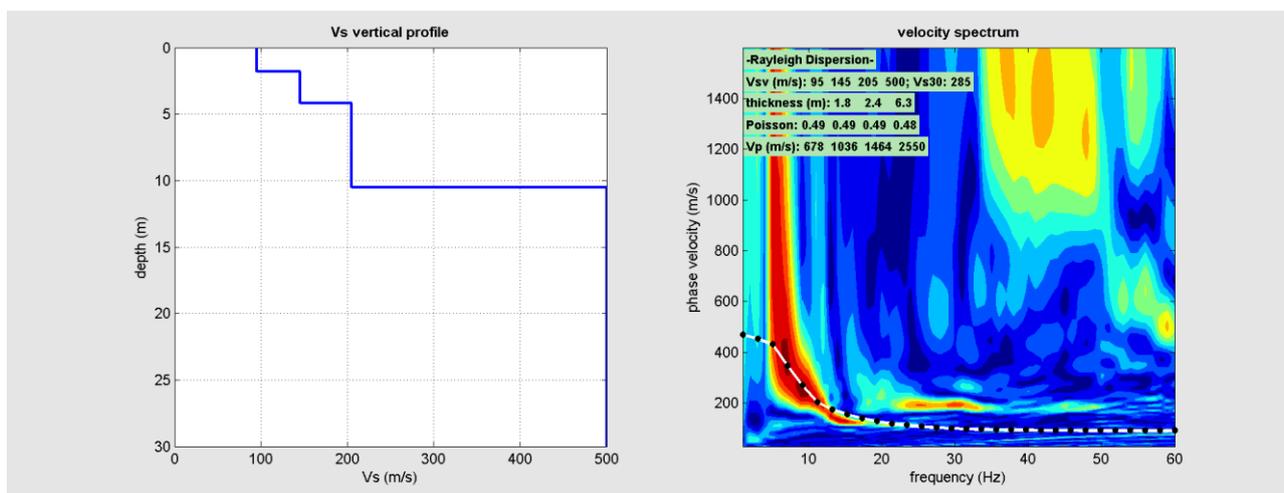


(Fig. 3 - Risultati della modellazione diretta con relativa curva di dispersione. A sinistra: profilo verticale Vs e curva di dispersione del modello diretto - MASW_01)

Risultati prospezione MASW_02

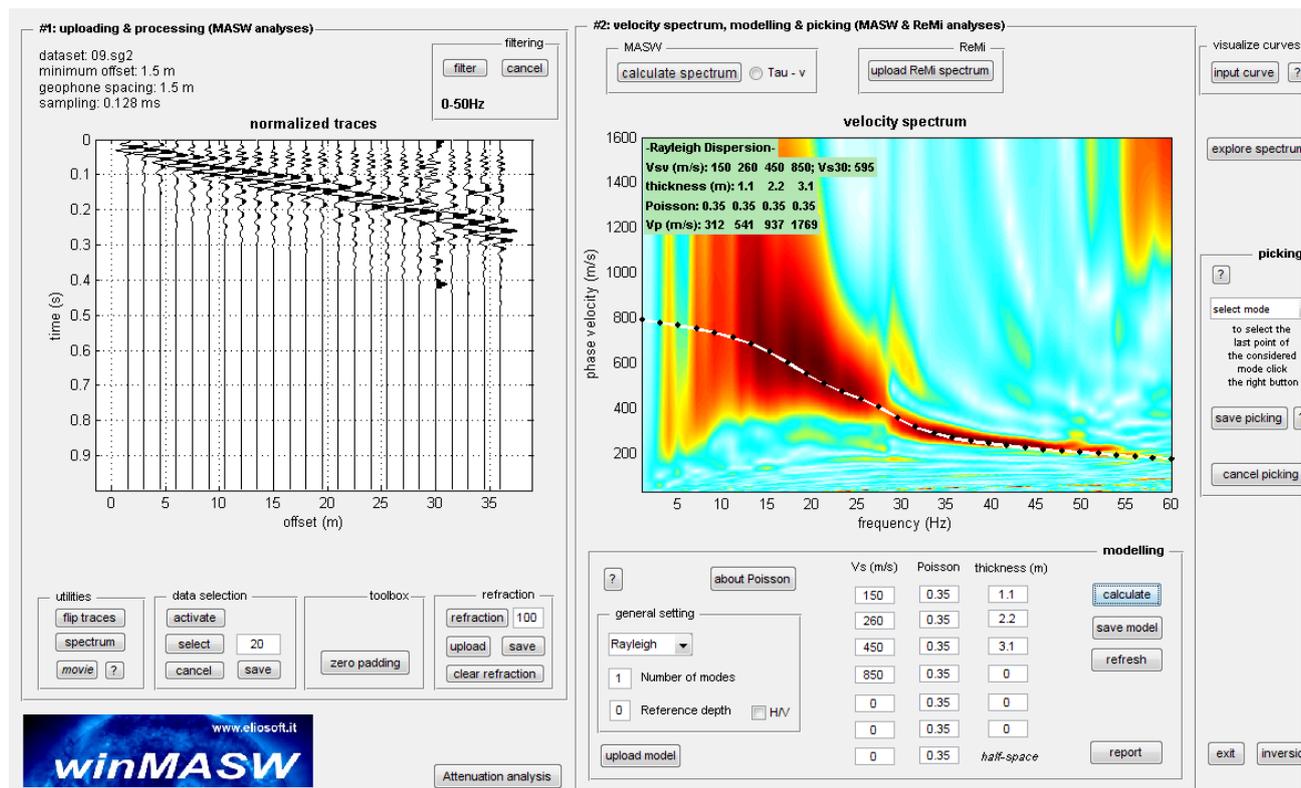


(Fig. 4 - Sulla sinistra i dati di campagna e sulla destra, lo spettro di velocità calcolato della MASW_02)

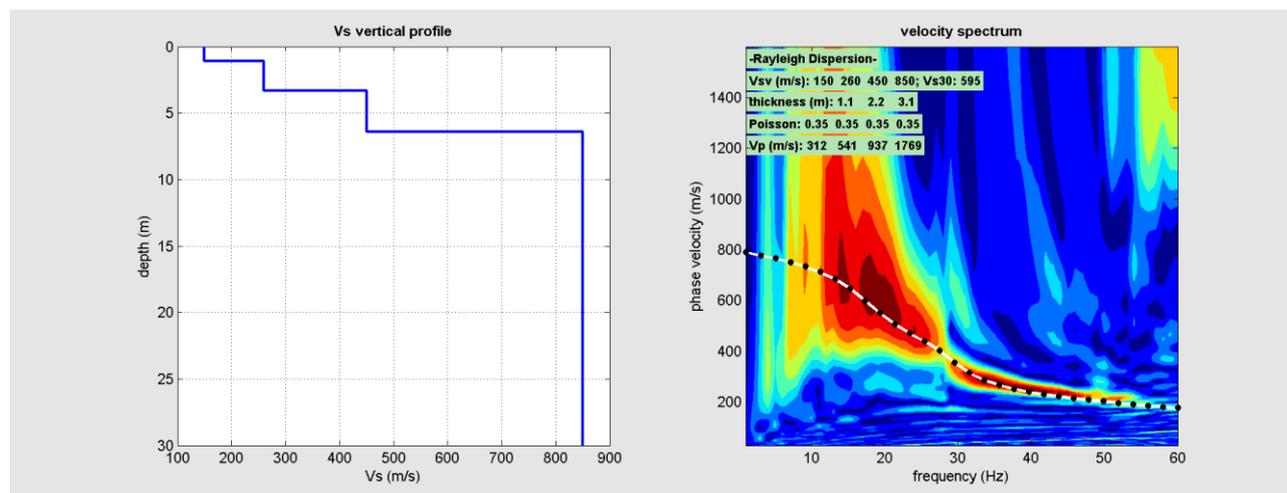


(Fig. 5 - Risultati della modellazione diretta con relativa curva di dispersione. A sinistra: profilo verticale Vs e curva di dispersione del modello diretto - MASW_02)

Risultati prospezione MASW_07



(Fig. 6 - Sulla sinistra i dati di campagna e sulla destra, lo spettro di velocità calcolato della MASW_07)



(Fig. 7 - Risultati della modellazione diretta con relativa curva di dispersione. A sinistra: profilo verticale Vs e curva di dispersione del modello diretto - MASW_07)

2.4 Analisi dei risultati delle prove MASW

Dall'analisi dei dati sismici relativo alla prove MASW, si è ottenuto un riscontro abbastanza coerente con l'assetto geologico che caratterizza l'area in studio. In ottemperanza alle "Nuove Norme Tecniche per la Costruzioni di cui al D.M. 17 Gennaio 2018" la classificazione del sito può essere ottenuta sulla base del valore "V_{s,eq}" (velocità media equivalente delle onde di taglio con substrato rigido presente entro i primi 30,0m), o "V_{s 30}" (velocità media delle onde di taglio nei primi 30 m con substrato rigido > di 30,0m di profondità) utilizzando la seguente espressione:

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

dove:

h_i spessore dell'*i*-esimo strato;

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

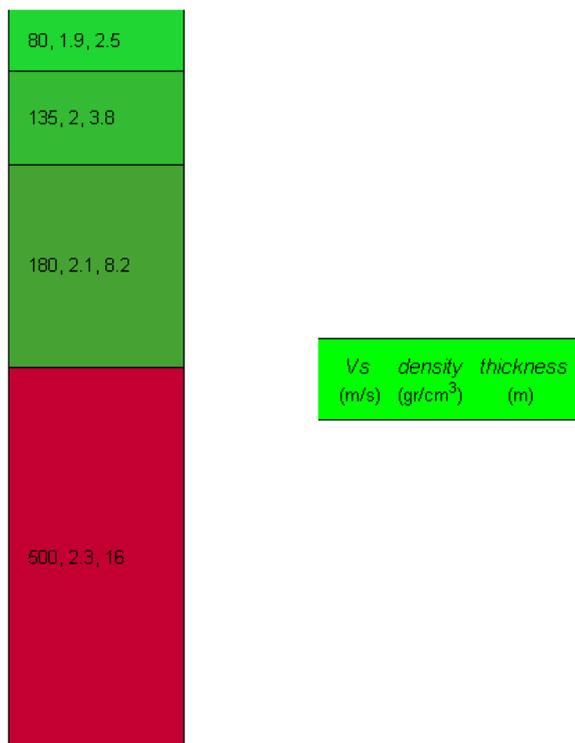
N numero strati;

H profondità del substrato rigido (Bed Rock) < di 30,0 m caratterizzato da velocità non inferiore a 800,00 m/s; o H = 30,0 m nel caso in cui il substrato rigido sia a profondità maggiori di 30,0 m

Da quanto sopra esposto a seguire una tabella riepilogativa dei valori di V_{s,30}, nell'area interessata dalla realizzazione dell'impianto fotovoltaico considerando la profondità del BedRock maggiore di 30,0 m dal p.c. e il valore di V_{s,eq} nell'area interessata dalla realizzazione della "Sottostazione elettrica di utenza", con profondità del BedRock inferiore a 30,0 m. Ai sensi della NTC 2018 risulta una categoria di suolo di tipo "**C**" per la **Masw_01**, e **Masw_02**, mentre di tipo "**E**" per la **Masw_07**.

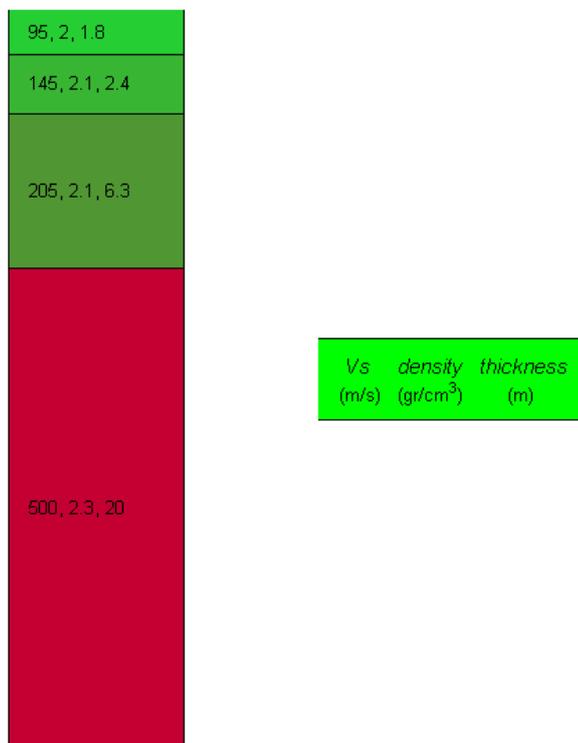
V _{s 30} -V _{s,eq} (m/s)		
MASW_01	Al p.c. V _{s30}	221,00
MASW_02	Al p.c. V _{s30}	285,00
MASW_07	Al p.c. V _{s,eq}	282,14

Il modello stratigrafico ottenuto dalla **MASW_01**, evidenzia n°4 sismostrati, che vengono esposti qui di seguito nella colonna 1D sismostratigrafica:



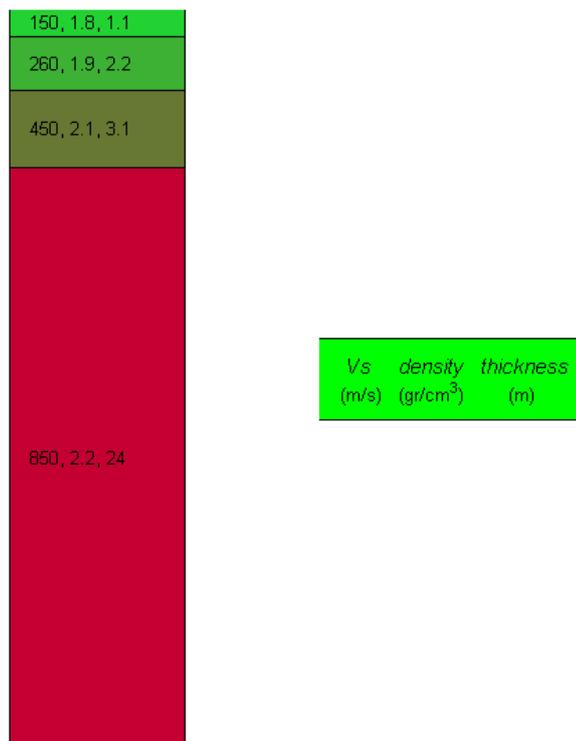
- 0,00 m a – 2,5 m, terreni a grana medio fine sciolti i, costituiscono l'areato superficiale, posseggono scarse caratteristiche fisico-meccaniche. Il complesso è caratterizzato dalle seguenti velocità delle onde sismiche: Vp 577,00 m/s e Vs 80,00 m/s;
- da –2,5 m a -6,3 m terreni a grana medio fine da sciolti, con mediocri caratteristiche fisico meccaniche, sono caratterizzati dai seguenti valori di attraversamento delle onde sismiche Vp 974,00 m/s e Vs 135,00 m/s;
- da -6,3 m a -14,5 m terreni a grana medio-fine, con discrete caratteristiche fisico meccaniche, sono contraddistinti dai seguenti valori di attraversamento delle onde sismiche Vp 1298,00 m/s e Vs 180,00 m/s;
- da -14,5 m a -30,00 m materiale a grana medio-fine, risultano possedere apprezzabili caratteristiche fisico-meccaniche e sono contraddistinti dai seguenti valori di attraversamento delle onde sismiche Vp 2600,00 m/s e Vs 500,00 m/s

Il modello stratigrafico ottenuto dalla **MASW_02**, evidenzia n°4 sismostrati, che vengono esposti qui di seguito nella colonna 1D sismostratigrafica:



- 0,00 m a – 1,80 m, terreni a grana medio fine sciolti i, costituiscono l’areato superficiale, posseggono scarse caratteristiche fisico-meccaniche. Il complesso è caratterizzato dalle seguenti velocità delle onde sismiche: Vp 685,00 m/s e Vs 95,00 m/s;
- da –1,80 m a -4,20 m terreni a grana medio fine da sciolti, con mediocri caratteristiche fisico meccaniche, sono caratterizzati dai seguenti valori di attraversamento delle onde sismiche Vp 1046,00 m/s e Vs 145,00 m/s;
- da -4,20 m a -10,5 m terreni a grana medio-fine, con discrete caratteristiche fisico meccaniche, sono contraddistinti dai seguenti valori di attraversamento delle onde sismiche Vp 1479,00 m/s e Vs 205,00 m/s;
- da -10,5 m a -30,00 m materiale a grana medio-fine, risultano possedere apprezzabili caratteristiche fisico-meccaniche e sono contraddistinti dai seguenti valori di attraversamento delle onde sismiche Vp 2600,00 m/s e Vs 500,00 m/s

Il modello stratigrafico ottenuto dalla **MASW_07**, evidenzia n°4 sismostrati, che vengono esposti qui di seguito nella colonna 1D sismostratigrafica:



- 0,00 m a – 1,10 m, terreni a grana medio fine sciolti i, costituiscono l'areato superficiale, posseggono scarse caratteristiche fisico-meccaniche. Il complesso è caratterizzato dalle seguenti velocità delle onde sismiche: Vp 356,00 m/s e Vs 150,00 m/s;
- da –1,10 m a -3,30 m terreni a grana medio fine da sciolti, con discrete caratteristiche fisico meccaniche, sono caratterizzati dai seguenti valori di attraversamento delle onde sismiche Vp 617,00 m/s e Vs 260,00 m/s;
- da -3,30 m a -6,40 m terreni a grana medio-fine, con apprezzabili caratteristiche fisico meccaniche, sono contraddistinti dai seguenti valori di attraversamento delle onde sismiche Vp 1068,00 m/s e Vs 450,00 m/s;
- da -15,0 m a -30,00 m materiale a grana medio-fine, risultano possedere ottime caratteristiche fisico-meccaniche e sono contraddistinti dai seguenti valori di attraversamento delle onde sismiche Vp 2017,00 m/s e Vs 850,00 m/s

Qui di seguito viene esposta una tabella con la relativa caratterizzazione sismica dei sismostrati individuati.

Il calcolo dei moduli elastici si basa sulla teoria dell'elasticità, la quale prevede che per sforzi impulsivi e di piccola energia, i corpi subiscono deformazioni linearmente proporzionali, alle forze che le originano. Pertanto, per sollecitazioni impulsive e di bassa energia, terreni e rocce rispondono nel campo della deformazione elastica. Le velocità di propagazione delle onde sismiche variano al variare delle caratteristiche geomeccaniche e fisiche dei litotipi coinvolti e quindi, consentono di ottenere informazioni sulle proprietà elastiche dei mezzi attraversati.

Tali parametri esprimono le caratteristiche elastiche di un corpo quando è sottoposto ad uno sforzo e sono:

E (modulo di elasticità o di Young) esprime la resistenza alla deformazione lineare quando lo si sottopone ad uno sforzo di dilatazione o di compressione;

ν (rapporto di Poisson) indica la misura del cambiamento geometrico in forma di un corpo elastico;

G (modulo di rigidità o di Taglio) da una misura del rapporto sforzo-deformazione nel caso di uno sforzo tangenziale ed esprime quindi la capacità del materiale a resistere cambiando di forma e non di volume;

K (modulo di compressione) misura il rapporto sforzo-deformazione nel caso di una pressione idrostatica ed indica la resistenza di un corpo alle variazioni di volume.

μ (modulo di Lamè) tiene conto delle tensioni tangenziali provocate dalle componenti normali dello sforzo.

Caratterizzazione sismica e relativi moduli elastici-dinamici

Sismostrato MASW_01	Spessore (m)	Vp (m/s)	Vs (m/s)	Densità (gr/cm3)	Mod. di Poisson	Mod. di Taglio (MPa)	Mod. di Compressione (MPa)	Mod. di Young (MPa)	Mod di Lamè (MPa)
I	2,50	577,00	80,00	1,92	0,49	12,00	623,00	37,00	615,00
II	3,80	974,00	135,00	2,06	0,49	37,00	1893,00	111,00	1868,00
III	8,20	1298,00	180,00	2,12	0,49	69,00	3476,00	204,00	3430,00
IV	15,50	2600,00	500,00	2,29	0,49	572,00	14695,00	1693,00	14313,00

Sismostrato MASW_02	Spessore (m)	Vp (m/s)	Vs (m/s)	Densità (gr/cm3)	Mod. di Poisson	Mod. di Taglio (MPa)	Mod. di Compressione (MPa)	Mod. di Young (MPa)	Mod di Lamè (MPa)
I	1,80	685,00	95,00	1,96	0,49	18,00	897,00	53,00	885,00
II	2,40	1046,00	145,00	2,06	0,49	43,00	2201,00	129,00	2172,00
III	6,30	1479,00	205,00	2,15	0,49	90,00	4580,00	269,00	4520,00
IV	19,50	2600,00	500,00	2,29	0,49	572,00	14695,00	1693,00	14313,00

Sismostrato MASW_07	Spessore (m)	Vp (m/s)	Vs (m/s)	Densità (gr/cm3)	Mod. di Poisson	Mod. di Taglio (MPa)	Mod. di Compressione (MPa)	Mod. di Young (MPa)	Mod di Lamè (MPa)
I	1,10	356,00	150,00	1,80	0,39	41,00	175,00	113,00	147,00
II	2,20	617,00	260,00	1,94	0,39	131,00	563,00	365,00	476,00
III	3,10	1068,00	450,00	2,07	0,39	419,00	1802,00	1167,00	1523,00
IV	23,60	2017,00	850,00	2,22	0,39	1607,00	6907,00	4475,00	5836,00

2.5 Descrizione e finalità dell'indagine tomografica sismica superficiale

Il metodo della sismica consiste nel caratterizzare dinamicamente, tramite la misura delle velocità di propagazione delle onde di compressione (onde P) o delle onde di taglio (Onde S), le unità litologiche presenti nell'area di indagine e determinarne così, la geometria, gli spessori e i contatti delle unità litotecniche riscontrate. In particolare, il metodo della tomografia sismica superficiale, consente di individuare apprezzabili variazioni delle velocità di propagazione delle onde sismiche nel sottosuolo, permettendo di ottenere un modello di distribuzione delle velocità mediante la restituzione di una mappa di tipo "profondità-velocità", dove è possibile ricostruire con buona approssimazione, la geometria dei materiali di copertura e anche, tramite la variazione progressiva della velocità nel sottosuolo, individuare quelle aree in cui i materiali risultano avere maggior grado di costipazione e quindi migliori caratteristiche fisico-meccaniche. In particolare è stata eseguita la seguente tipologia di indagine :

In particolare è stata eseguita la seguente tipologia di indagine :

Tomografia Sismica Superficiale

Tomografia Sismica superficiale	Lunghezza Array (m)	Step Geofoni (m)	Offset (m) scoppi esterni	Offset (m) scoppi interni	Sampling Interval msec	Record Length (sec)
Tom_01	34,50 m	1,50	1,50	0,75	0,128	0,2
Tom_02	34,50 m	1,50	1,50	0,75	0,128	0,2
Tom_03	34,50 m	1,50	1,50	0,75	0,128	0,2
Tom_04	34,50 m	1,50	1,50	0,75	0,128	0,2
Tom_05	34,50 m	1,50	1,50	0,75	0,128	0,2
Tom_06	34,50 m	1,50	1,50	0,75	0,128	0,2
Tom_07	34,50 m	1,50	1,50	0,75	0,128	0,2

La strumentazione utilizzata per l'acquisizione dei dati è una stazione sismica a 24 canali ECHO 12-24/2002 della "Ambrogeo", con n°24 geofoni verticali, aventi un periodo proprio di 4,5 Hz, una mazza battente di 8 kg, a sua volta dotata di uno starter da accoppiare al circuito trigger.

La prova è consistita nel produrre sulla superficie del terreno, lungo la direzione dello stendimento, sollecitazioni dinamiche verticali, per la precisione n°7 battute, per la generazione delle onde sismiche e nel registrare le vibrazioni prodotte, sempre in corrispondenza della superficie a distanze note e prefissate, mediante sensori (geofoni) a componente verticale. Gli stendimenti sono stati eseguiti con una disposizione di n° 24 geofoni per le registrazioni degli arrivi delle fasi

A seguire la tipologia di array e la configurazione delle energizzazioni:

-n.24 Geofoni con interdistanza di 1,50 m

- n. 7 energizzazioni mediante mazza battente di 8,0 kg

- n.2 shots esterni con offset di 1,50 m da geofono esterni G1 e G24
- n.5 shots interni tra geofoni G2 e G3, G4 e G5, G6 e G7 , G8 e G9, G11e G12 con offset di 0,75 m

2.7 Interpretazione dei risultati delle Tomografie sismiche superficiali

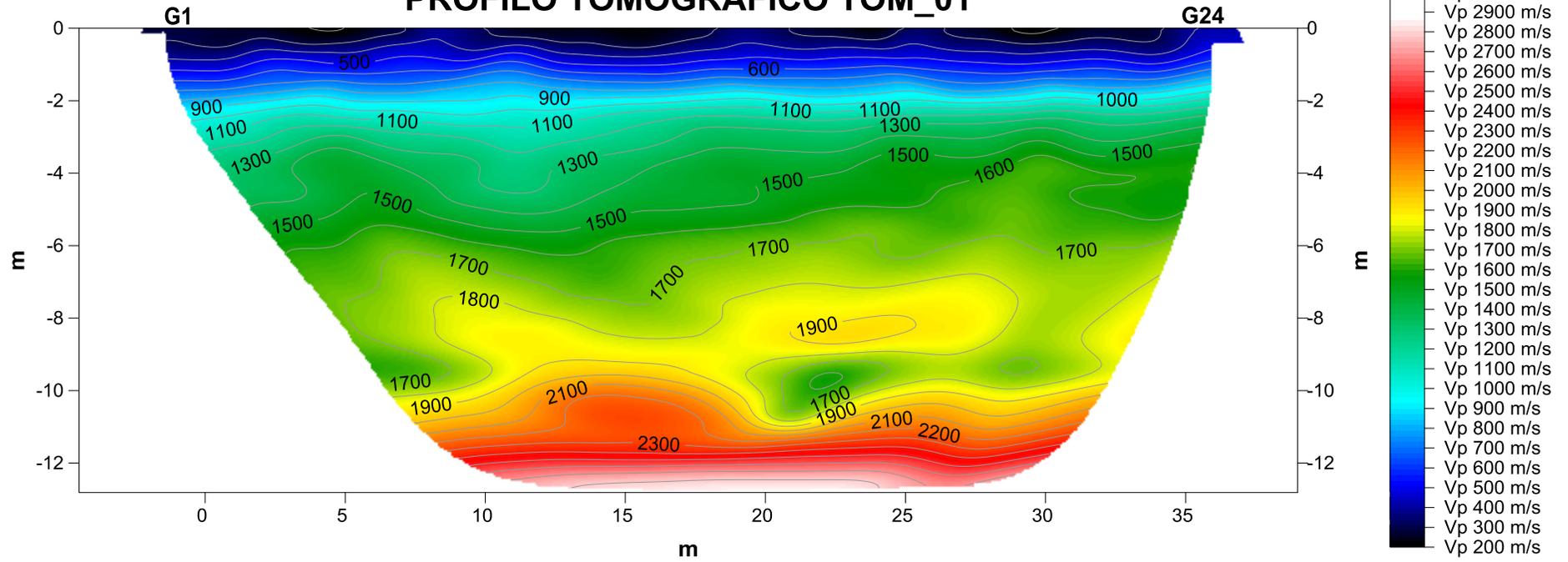
Il sismogramma registrato, è stato elaborato con un software denominato "Echo 12-24", mediante procedura di "piking", cioè in ogni traccia del sismogramma viene individuato il tempo di arrivo delle onde P, successivamente, si è proceduto ad utilizzare per mezzo di un software dedicato, il "**Rayfract2.65**", un codice di elaborazione tomografica denominato come "**Inversione Tomografica WET**" (Wavepath Eikonal Traveltime), questa particolare tecnica di inversione tomografica, permette il calcolo delle traiettorie dell'onda attraverso la soluzione di complesse equazioni, definite in letteratura come eikonale quation di Fresnel, ottenendo così un modello 2D di velocità-profondità, visualizzato con apposito software di countouring.

2.8 Analisi dei risultati delle indagini tomografiche sismiche-onde P.

Lo scopo delle indagini, è stato quello di determinare lo spessore dei materiali areati, poco addensati, aventi scadenti caratteristiche meccaniche. Le caratteristiche

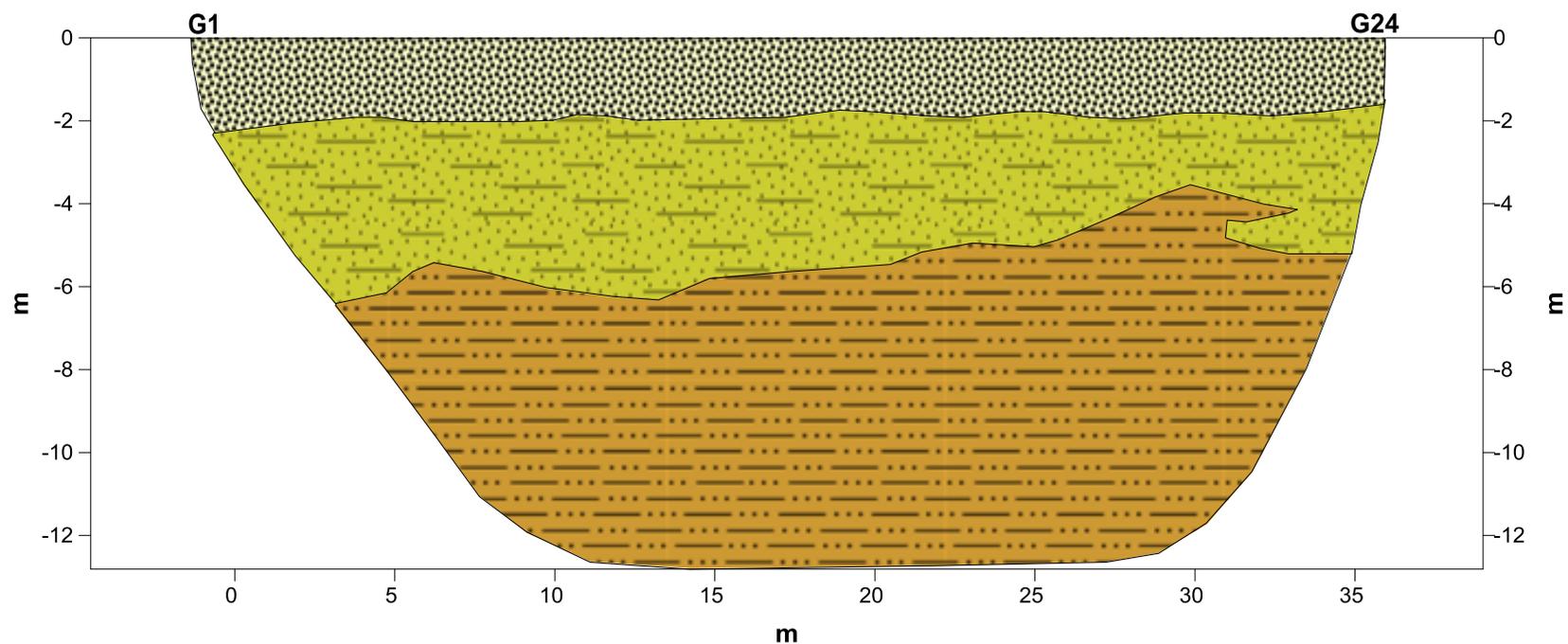
geomeccaniche dei terreni, sono legati alla densità e al grado di costipazione dei terreni e quindi alla velocità di transito delle onde sismiche, nella fattispecie le onde P. Di seguito vengono raffigurate le sezioni tomografiche superficiali e le relative sezioni sismostratigrafiche interpretative. Nello specifico nelle sismosezioni c'è un'interpretazione dove viene definita lo spessore dei terreni e la loro consistenza e quindi le proprie caratteristiche fisico-meccaniche. Considerato che la velocità della propagazione delle onde sismiche, è legata essenzialmente alla densità e alla consistenza dei materiali, è stato possibile identificare i terreni con vari gradi di addensamento in base alla variazione di velocità di propagazione delle onde sismiche nel sottosuolo.

PROFILO TOMOGRAFICO TOM_01



G1-G24 posizione geofono n°1 e n°24

SISMOSEZIONE INTERPRETATIVA-PROFILO TOMOGRAFICO TOM_01



Legenda



Coltre superficiale con mediocri caratteristiche fisico-meccaniche $V_p < 900,0$ m/s



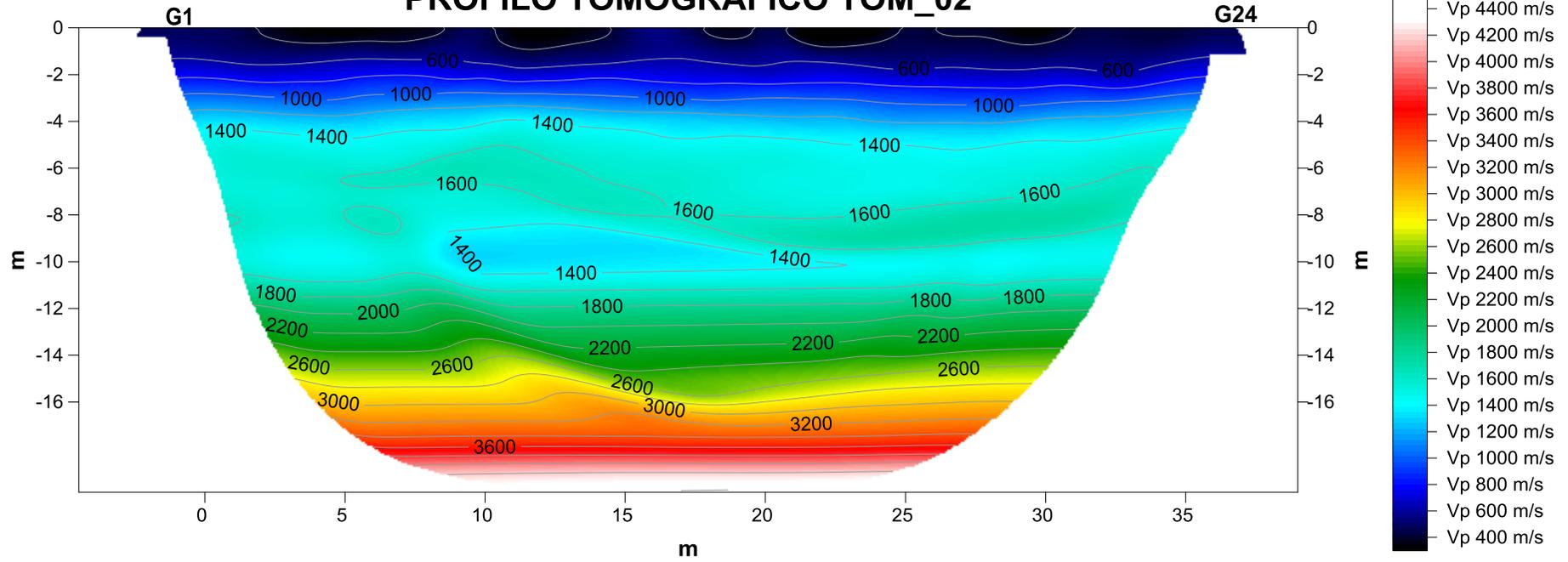
Terreni a grana medio fine da mediamente consistenti a consistenti con la profondità con apprezzabili caratteristiche fisico-meccaniche $900,0 < V_p < 1600,0$ m/s



Terreni a grana medio fine consistenti con ottime caratteristiche fisico meccaniche $V_p > 1600,0$ m/s

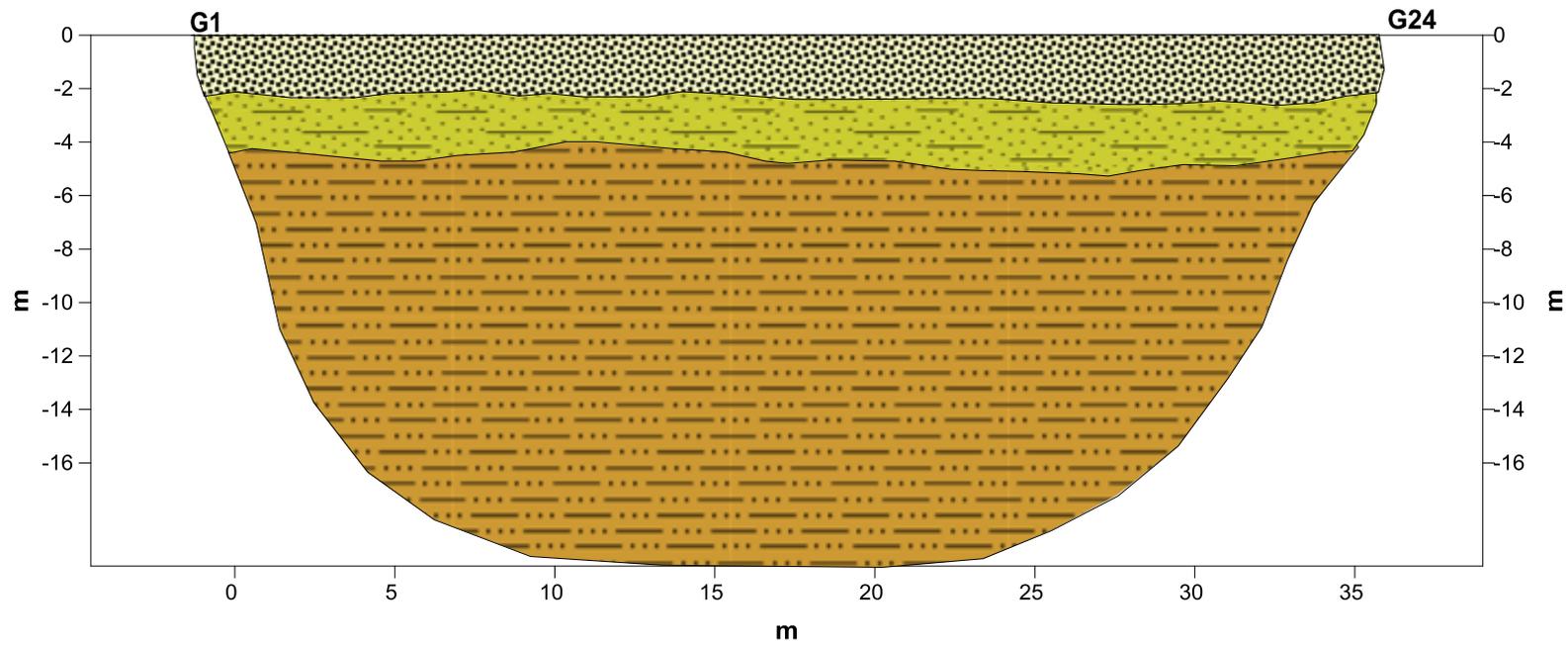
G1-G24 posizione geofono n°1 e n°24

PROFILO TOMOGRAFICO TOM_02



G1-G24 posizione geofono n°1 e n°24

SISMOSEZIONE INTERPRETATIVA-PROFILO TOMOGRAFICO TOM_02



Legenda



Coltre superficiale con mediocri caratteristiche fisico-meccaniche $V_p < 800,0$ m/s



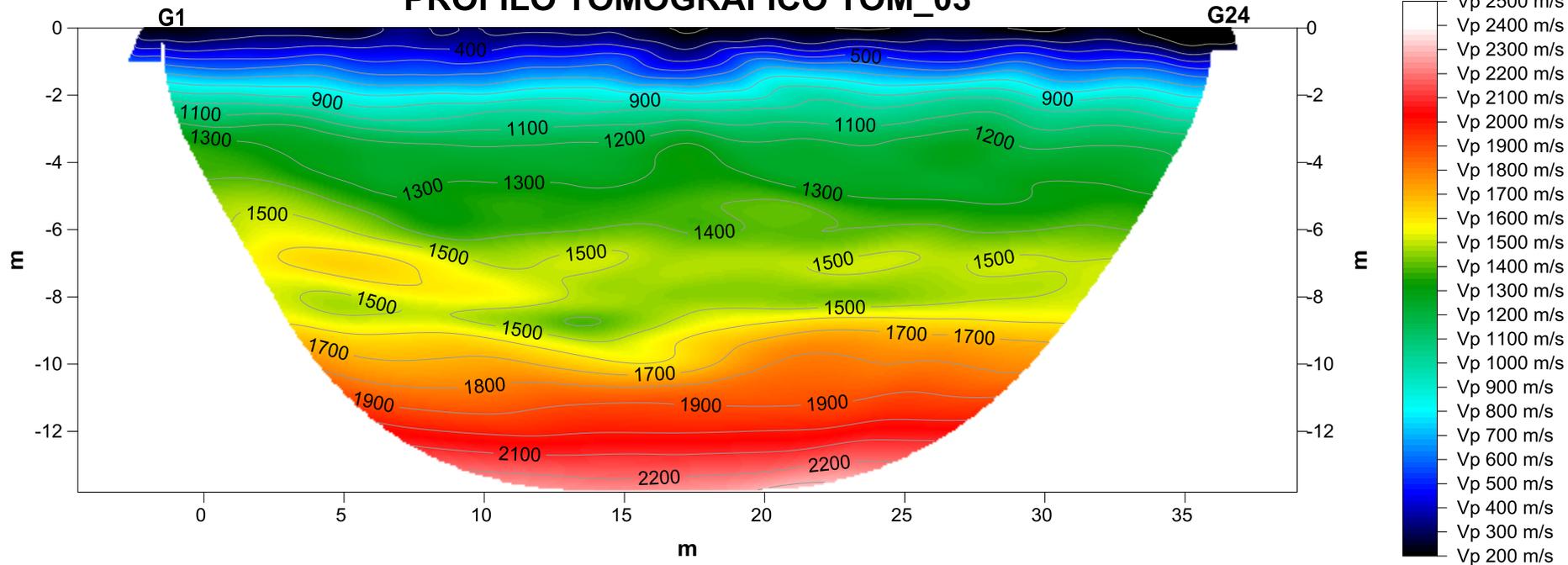
Terreni a grana medio fine da mediamente consistenti a consistenti con la profondità con apprezzabili caratteristiche fisico-meccaniche $800,0 < V_p < 1400,0$ m/s



Terreni a grana medio fine consistenti con ottime caratteristiche fisico meccaniche $V_p > 1400,0$ m/s

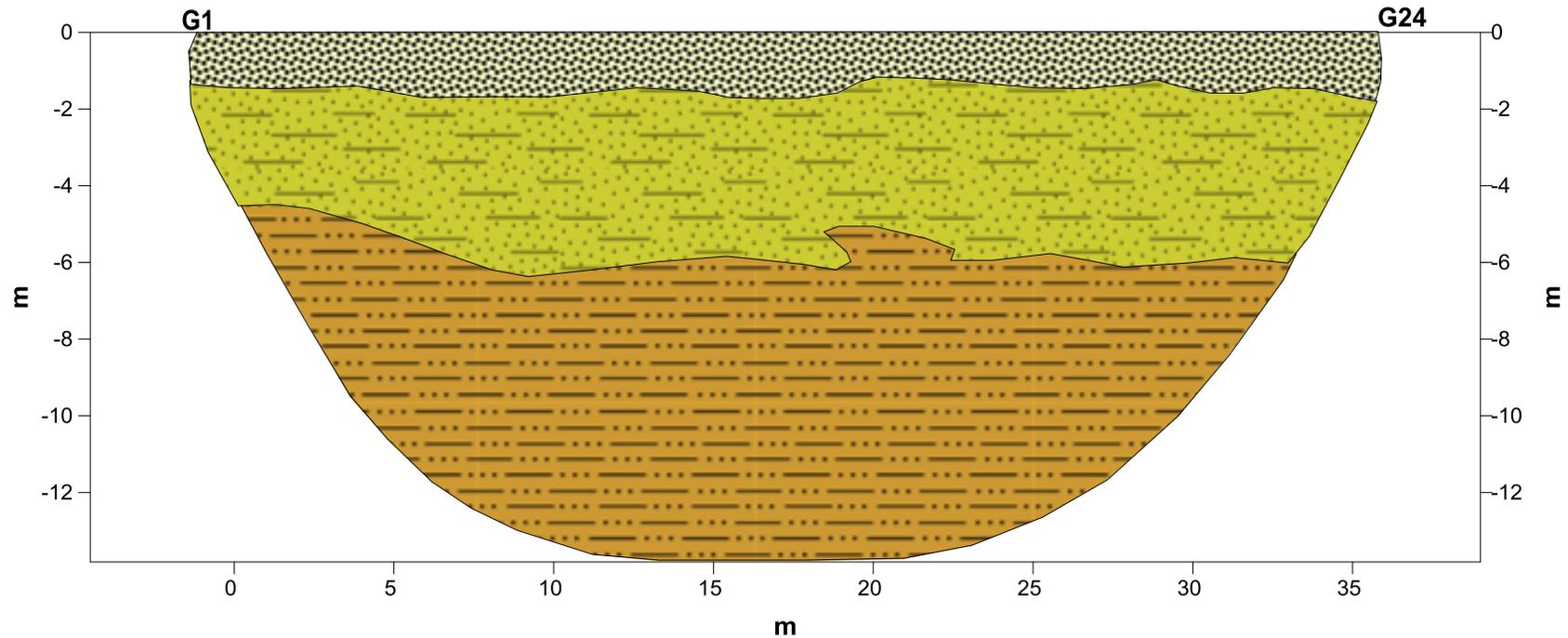
G1-G24 posizione geofono n°1 e n°24

PROFILO TOMOGRAFICO TOM_03



G1-G24 posizione geofono n°1 e n°24

SISMOSEZIONE INTERPRETATIVA-PROFILO TOMOGRAFICO TOM_03



Legenda



Coltre superficiale con mediocri caratteristiche fisico-meccaniche $V_p < 700,0$ m/s



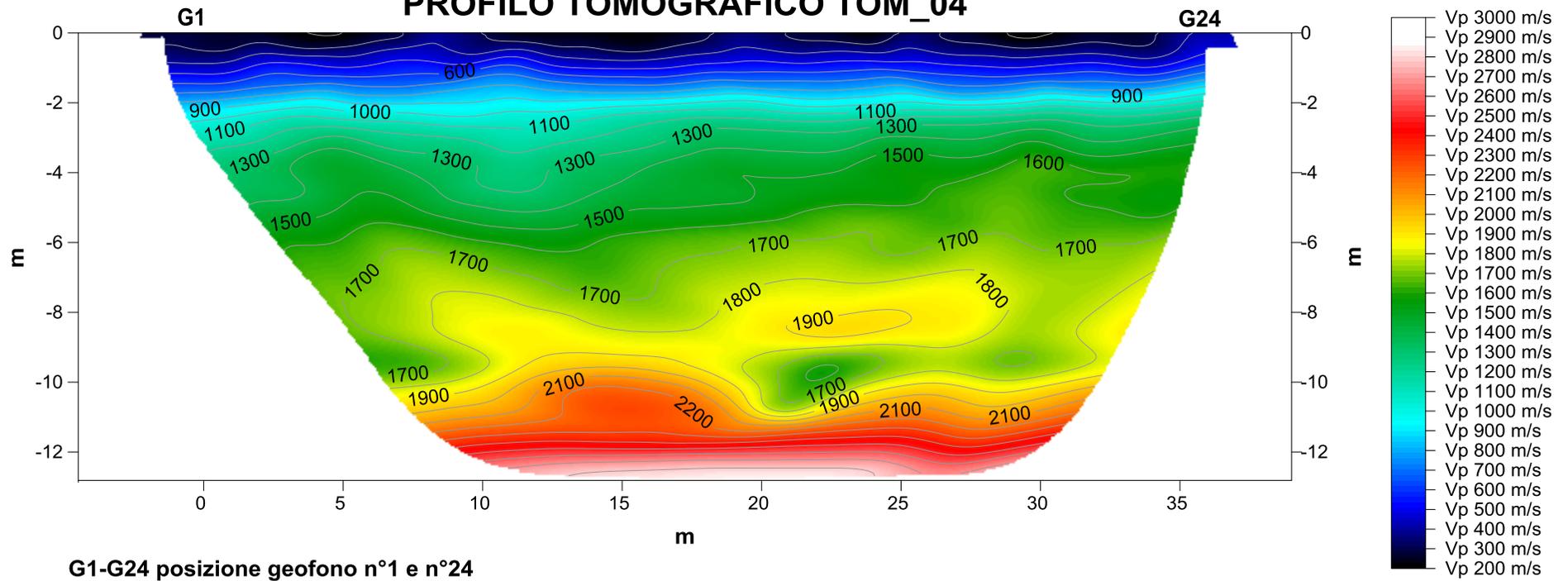
Terreni a grana medio fine da mediamente consistenti a consistenti con la profondità con apprezzabili caratteristiche fisico-meccaniche $700,0 < V_p < 1400,0$ m/s



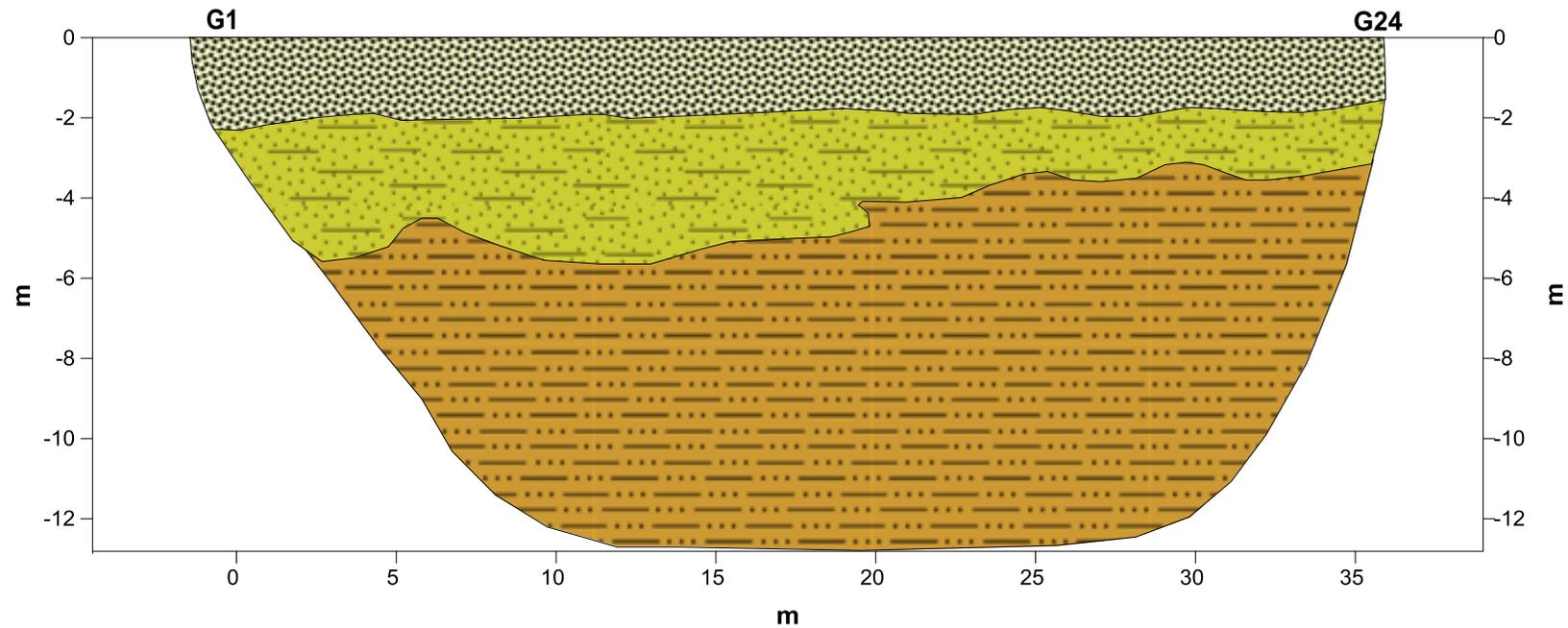
Terreni a grana medio fine consistenti con ottime caratteristiche fisico meccaniche $V_p > 1400,0$ m/s

G1-G24 posizione geofono n°1 e n°24

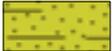
PROFILO TOMOGRAFICO TOM_04



SISMOSEZIONE INTERPRETATIVA-PROFILO TOMOGRAFICO TOM_04

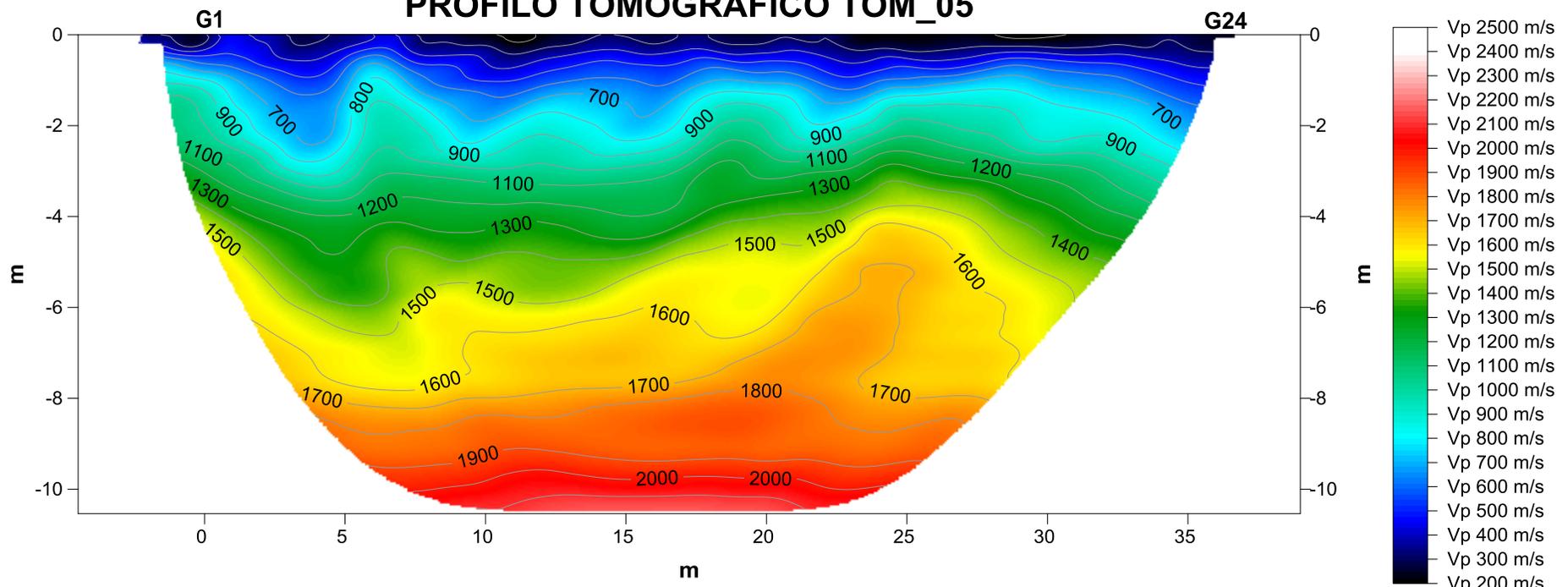


Legenda

-  Coltre superficiale con mediocri caratteristiche fisico-meccaniche $V_p < 900,0$ m/s
-  Terreni a grana medio fine da mediamente consistenti a consistenti con la profondità con apprezzabili caratteristiche fisico-meccaniche $700,0 < V_p < 1500,0$ m/s
-  Terreni a grana medio fine consistenti con ottime caratteristiche fisico meccaniche $V_p > 1500,0$ m/s

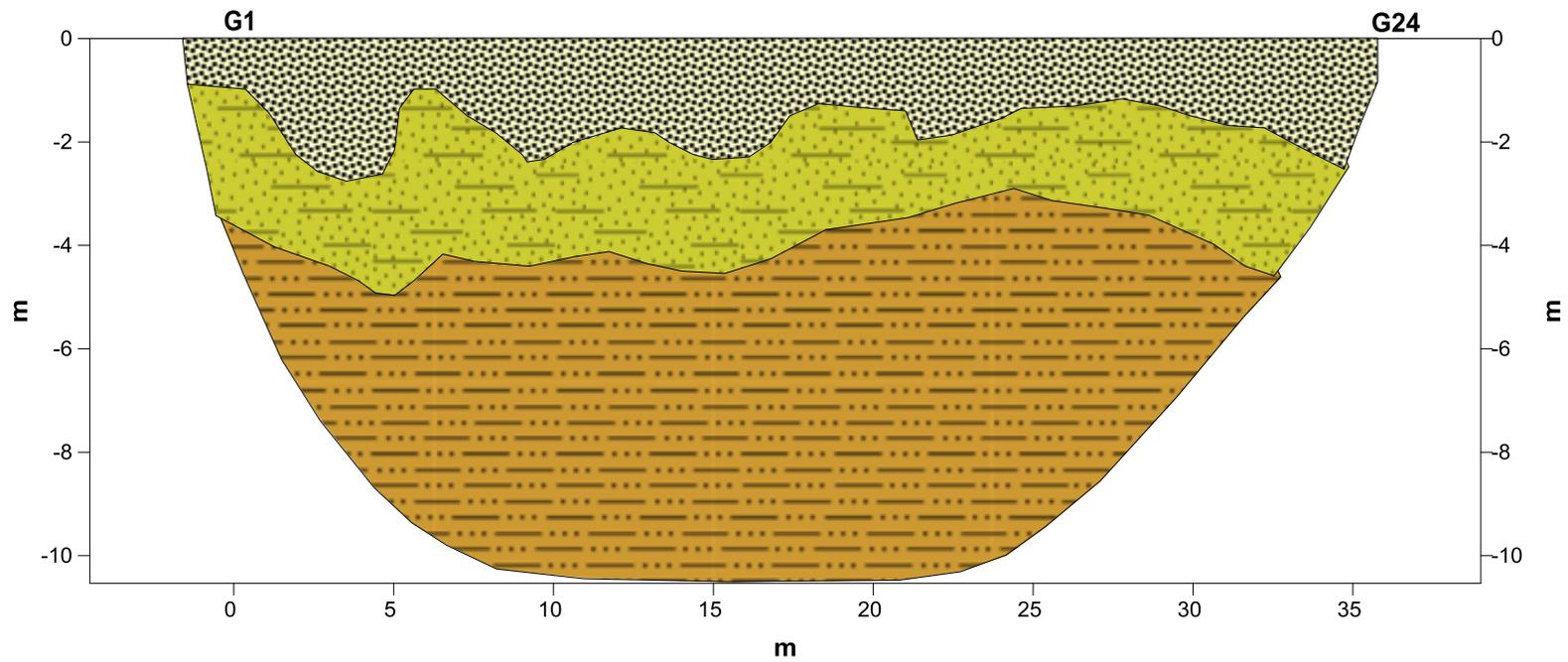
G1-G24 posizione geofono n°1 e n°24

PROFILO TOMOGRAFICO TOM_05



G1-G24 posizione geofono n°1 e n°24

SISMOSEZIONE INTERPRETATIVA-PROFILO TOMOGRAFICO TOM_05



Legenda



Coltre superficiale con mediocri caratteristiche fisico-meccaniche $V_p < 800,0$ m/s

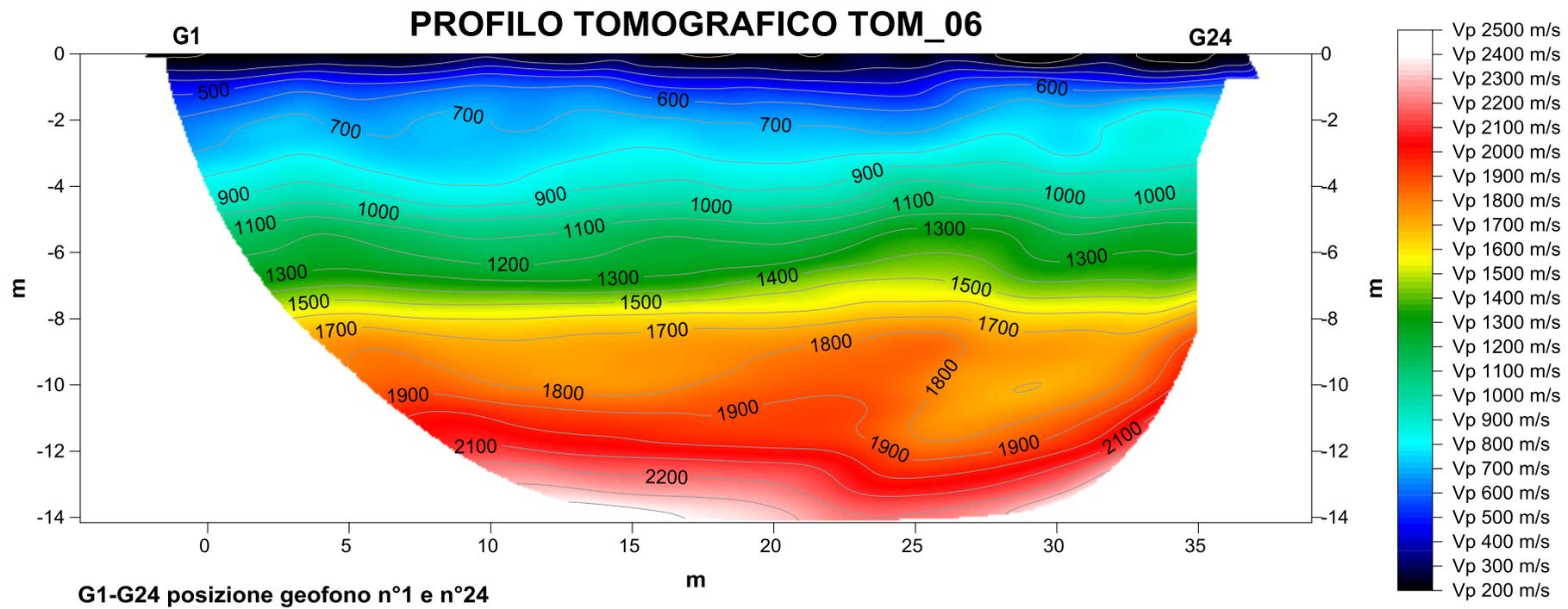


Terreni a grana medio fine da mediamente consistenti a consistenti con la profondità con apprezzabili caratteristiche fisico-meccaniche $800,0 < V_p < 1300,0$ m/s

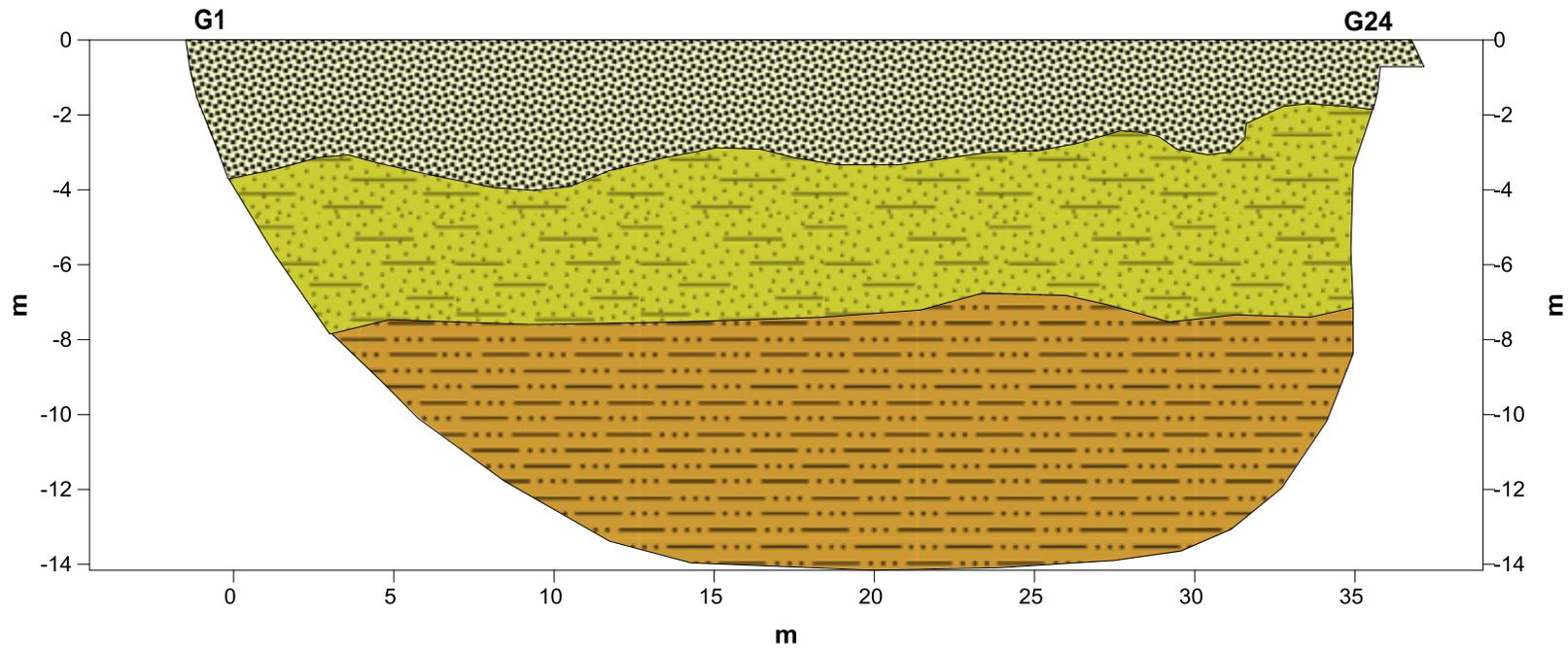


Terreni a grana medio fine consistenti con ottime caratteristiche fisico meccaniche $V_p > 1300,0$ m/s

G1-G24 posizione geofono n°1 e n°24



SISMOSEZIONE INTERPRETATIVA-PROFILO TOMOGRAFICO TOM_06



Legenda



Coltre superficiale con mediocri caratteristiche fisico-meccaniche $V_p < 700,0$ m/s



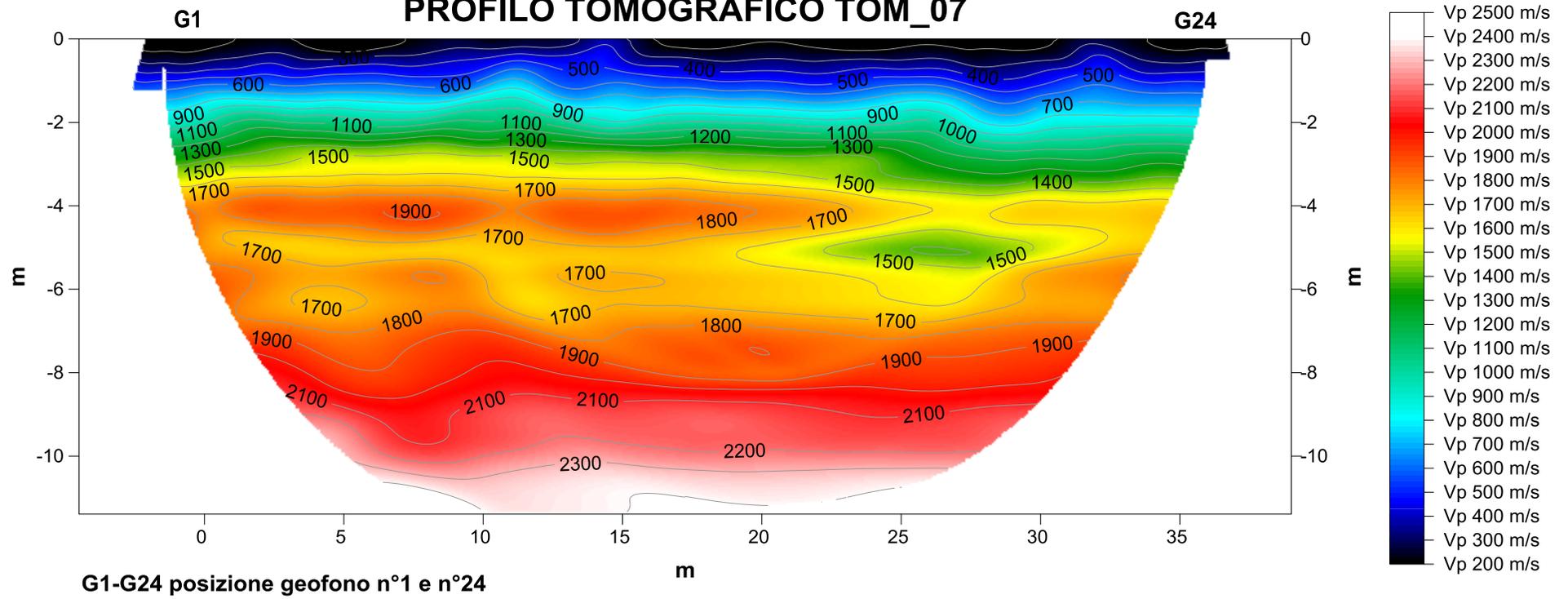
Terreni a grana medio fine da mediamente consistenti a consistenti con la profondità con apprezzabili caratteristiche fisico-meccaniche $700,0 < V_p < 1500,0$ m/s



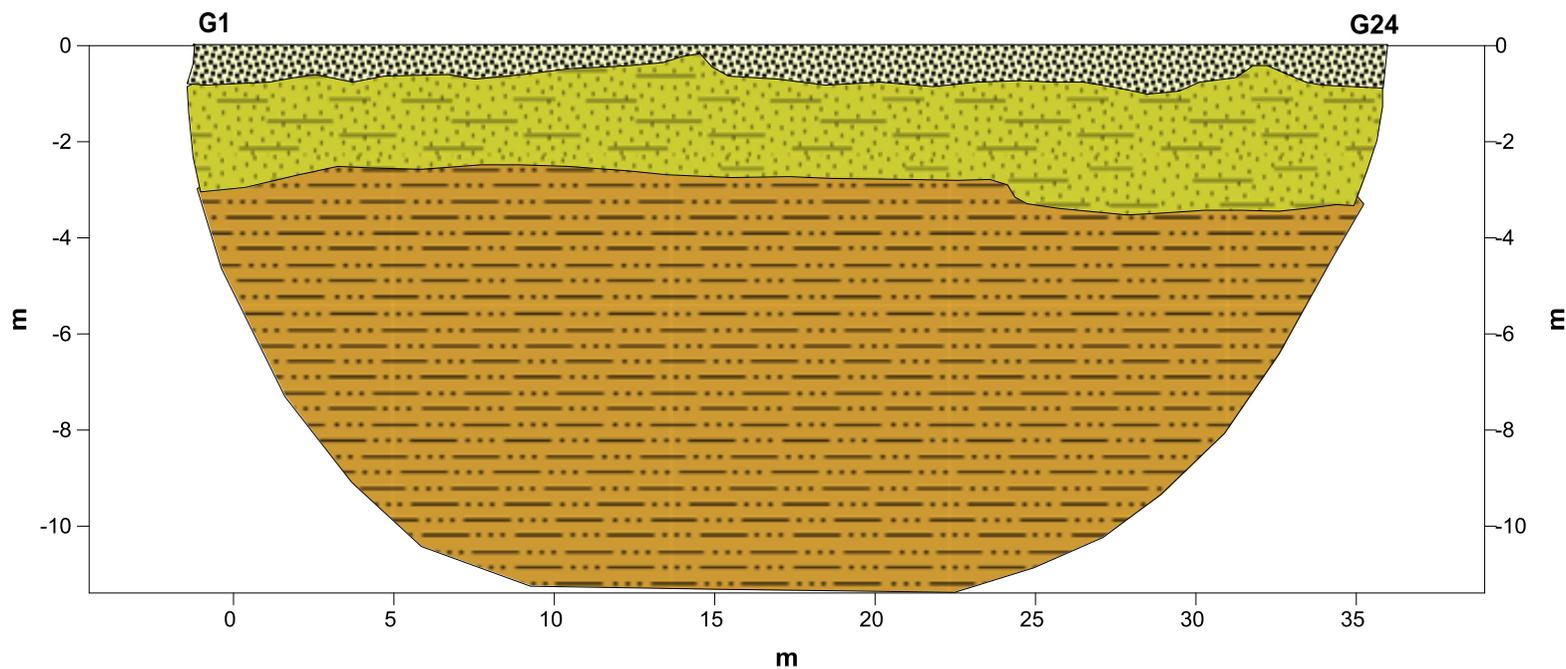
Terreni a grana medio fine consistenti con ottime caratteristiche fisico meccaniche $V_p > 1500,0$ m/s

G1-G24 posizione geofono n°1 e n°24

PROFILO TOMOGRAFICO TOM_07



SISMOSEZIONE INTERPRETATIVA-PROFILO TOMOGRAFICO TOM_07



Legenda



Coltre superficiale con mediocri caratteristiche fisico-meccaniche $V_p < 400,0$ m/s



Terreni a grana medio fine da mediamente consistenti a consistenti con la profondità con apprezzabili caratteristiche fisico-meccaniche $400,0 < V_p < 1400,0$ m/s



Terreni a grana medio fine consistenti con ottime caratteristiche fisico meccaniche $V_p > 1400,0$ m/s

G1-G24 posizione geofono n°1 e n°24

Descrizione dei profili tomografici di velocità delle onde P:

L'ubicazione e il posizionamento degli stendimenti di tomografia sismica 2D sono stati pianificati e programmati con la committenza alla luce delle ristrettezze logistiche dello stato dei luoghi, con il fine di ottenere un'ottimale ed ampia copertura dell'area indagata (*vedi allegato – planimetria con ubicazione delle indagini*).

In particolar modo, l'area nella sua interezza ha mostrato un assetto litotecnico piuttosto simile e omogeneo, che si manifesta con una marcata omogeneità litologica che rappresenta tutt'ora l'assetto stratigrafico del settore in studio. In particolar modo, il modello sismostratigrafico tipo caratterizzante il settore interessato dalla realizzazione dell'impianto fotovoltaico è caratterizzato a partire dall'alto da una copertura di terreni superficiali che definiscono un primo sismostrato con spessore medio di circa 2,0 m, dove nella Tom_06 si è raggiunto uno spessore ragguardevole di 4,0 m. Le velocità di transito delle onde P nel primo sismostrato, risultano inferiori ad un range compreso tra 700,00 m/s e 900,00 m/s.

A seguire il secondo sismostrato, con spessore variabile tra 2,0 m e 4,0 m, risulta costituito verosimilmente da materiali di natura Argillo-limosa parzialmente alterati, e da poco a mediamente consistenti verso la profondità; le velocità delle onde P al suo interno risultano comprese tra 700,0 m/s e 1500,0 m/s. Verso il basso il terzo sismostrato, intercettabile ad una profondità dal piano di campagna compresa tra circa 4,0-6,0 m. E' costituito da materiali della stessa natura litologica piuttosto consistenti, dove la velocità di propagazione delle onde P è maggiore di 1300,0 m/s.

Per quanto riguarda l'area interessata dalla realizzazione della "Sottostazione elettrica di utenza" è stata eseguita la Tom_07. Dalla elaborazione tomografica è stato discretizzato un modello a n.3 sismostrati, dove il primo a partire dall'alto presenta uno spessore di circa 1,0 m e costituisce la coltre superficiale poco consistente con velocità di transito delle onde P inferiore a 400,0 m/s. Il secondo sismostrato, è contraddistinto perlopiù da materiali a grana medio fine da mediamente consistenti a consistenti in profondità con spessore medio di circa 2,0 m; le velocità di propagazione delle onde P sono comprese tra 800,0 e 1400,0 m/s. Infine il terzo sismostrato, caratterizzato da materiali a grana medio fine con apprezzabili caratteristiche fisico-meccaniche, risulta intercettabile a circa 3,0 m dal piano di campagna. Le velocità delle onde P risultano maggiori di 1400,0 m/s.

3. Conclusioni

3.1 Considerazioni conclusive

La risultanza delle indagini geofisiche, hanno consentito di qualificare e quantificare le caratteristiche sismiche dei terreni interessati dallo studio geologico. Il modello di riferimento simo-stratigrafico, restituito dalle prospezioni, ha mostrato una apprezzabile correlatività con l'assetto geologico della area in studio. Dalle indagini sismiche si è definito un modello sismostratigrafico di dettaglio, dove attraverso la discretizzazione dei sismostrati individuati è stato possibile definire l'assetto litotecnico e sismico dei terreni indagati. Inoltre dall'analisi dei tomogrammi, le linee di isovelocità, mostrano nel complesso un andamento abbastanza regolare che non evidenziano anomalie stratigrafiche degne di nota. Dalle indagini, si nota un aumento delle velocità di propagazione delle onde sismiche con la profondità, correlabile ad un corrispondente aumento delle proprietà litotecniche dei materiali.

In osservanza al Nuovo NTC di cui al D.M. del 17 Gennaio 2018 la categoria di suolo per il settore in studio ai sensi della NTC 2018 relativamente all'area interessata dalla realizzazione dell'impianto Agro-fotovoltaico risulta essere "C", mentre per i terreni interessati dalla realizzazione della "Sottostazione elettrica di utenza" risulta essere la "E"

Polizzi Generosa Luglio 2022

I tecnici

Dott. Geol. Giuseppe Gugliuzza



Dott. Geol. Angelo Cascio



Allegati

Documentazione fotografica



(Foto n° 1 - Stendimento sismico: Tom_01-Masw_01)



(Foto n° 2 - Stendimento sismico: Tom_02-Masw_02)



(Foto n° 3 - Stendimento sismico: Tom_03)



(Foto n° 4 - Stendimento sismico: Tom_04)



(Foto n° 5 - Stendimento sismico: Tom_05)

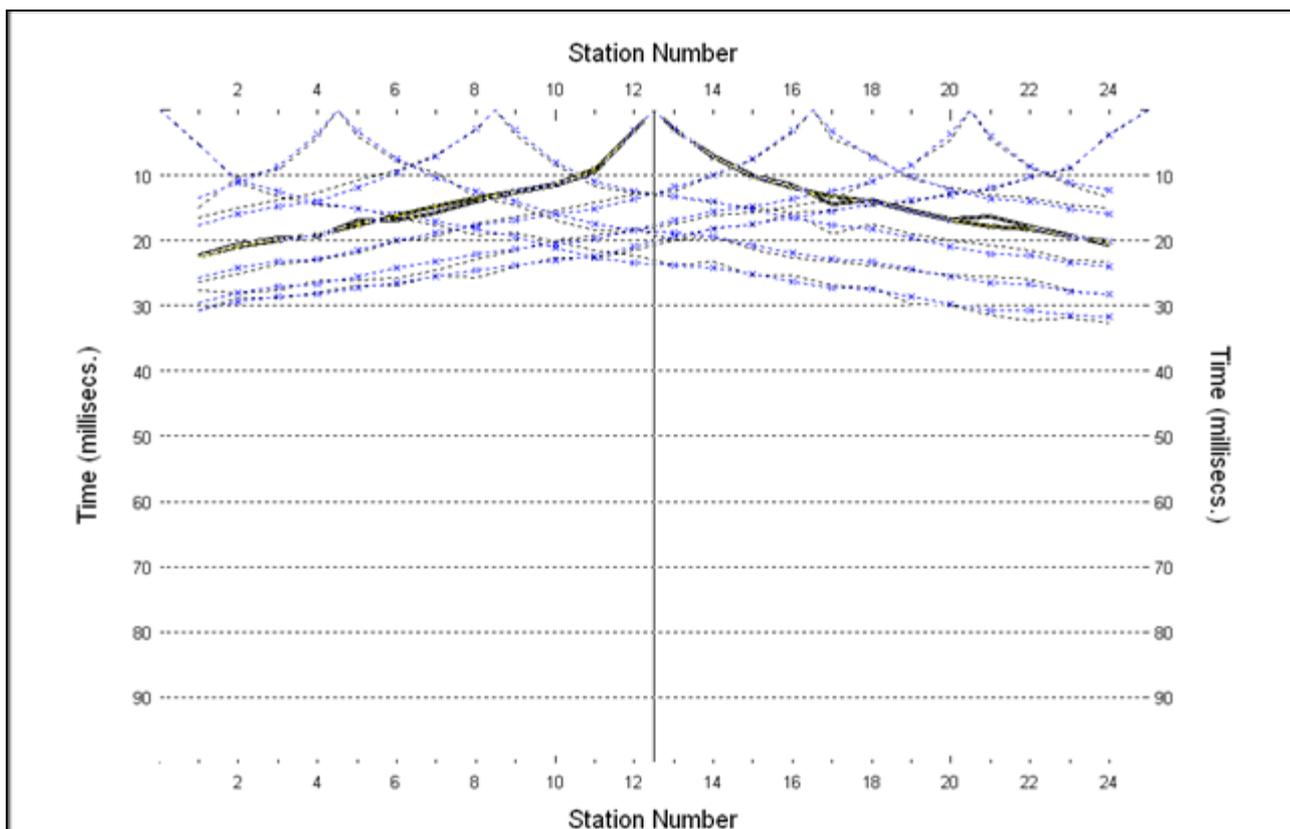


(Foto n° 6 - Stendimento sismico: Tom_06)

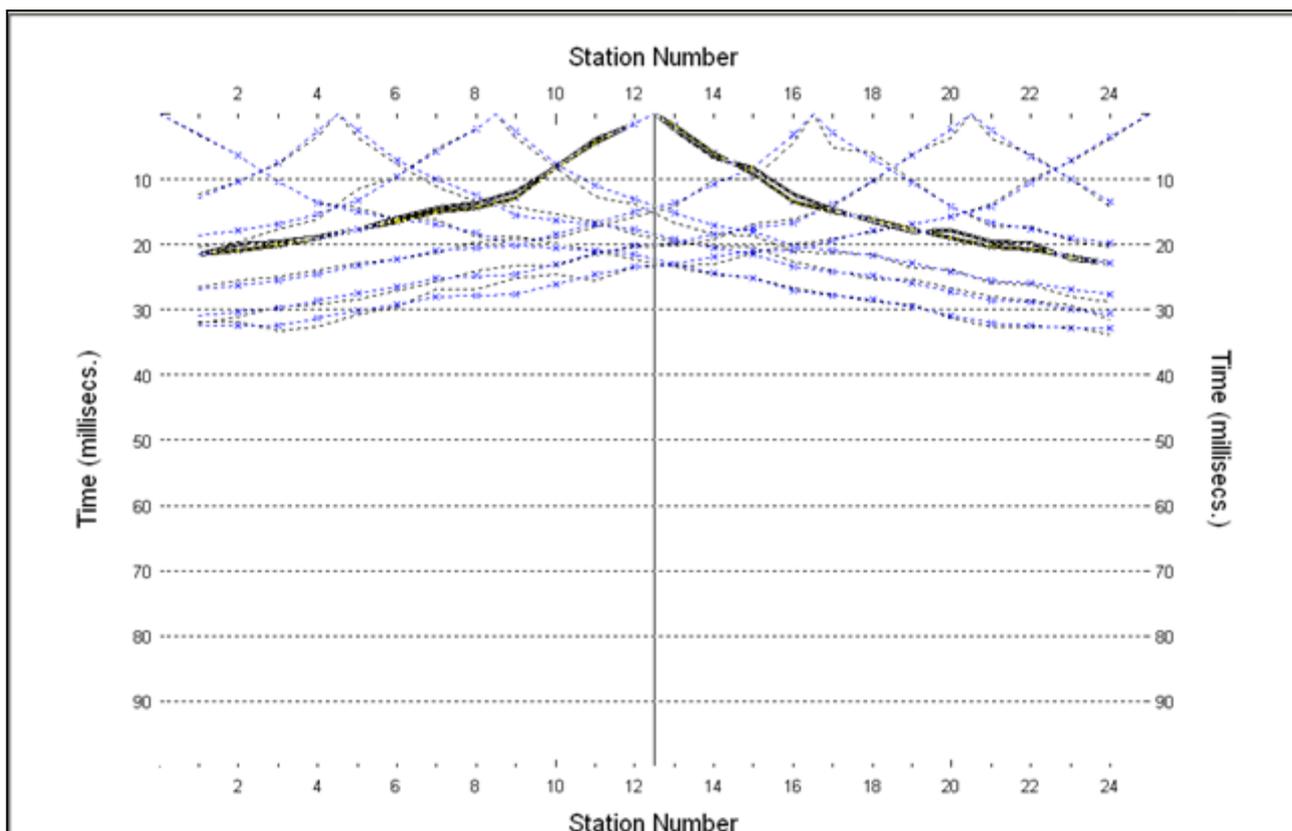


(Foto n° 7 - Stendimento sismico: Tom_07-Masw_07)

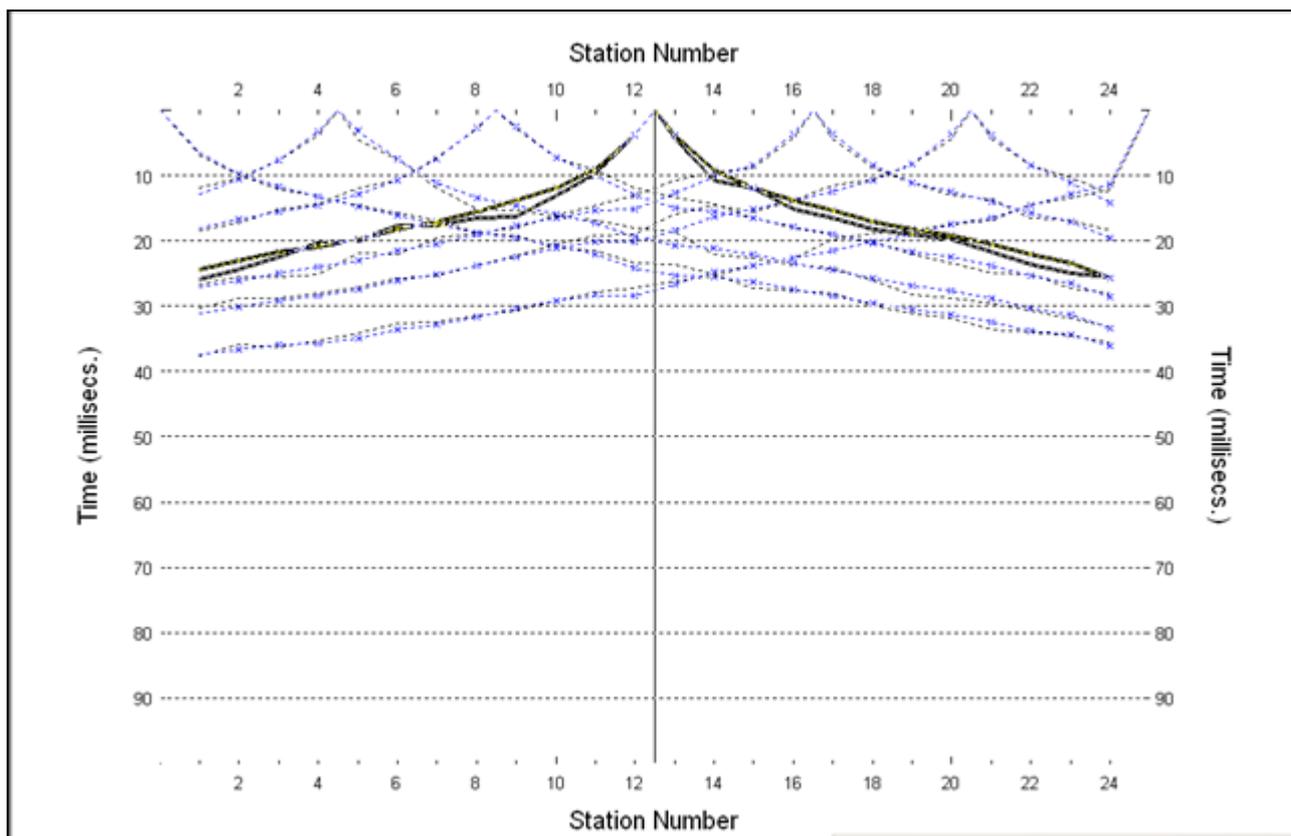
Dromocrone delle indagini Sismiche eseguite



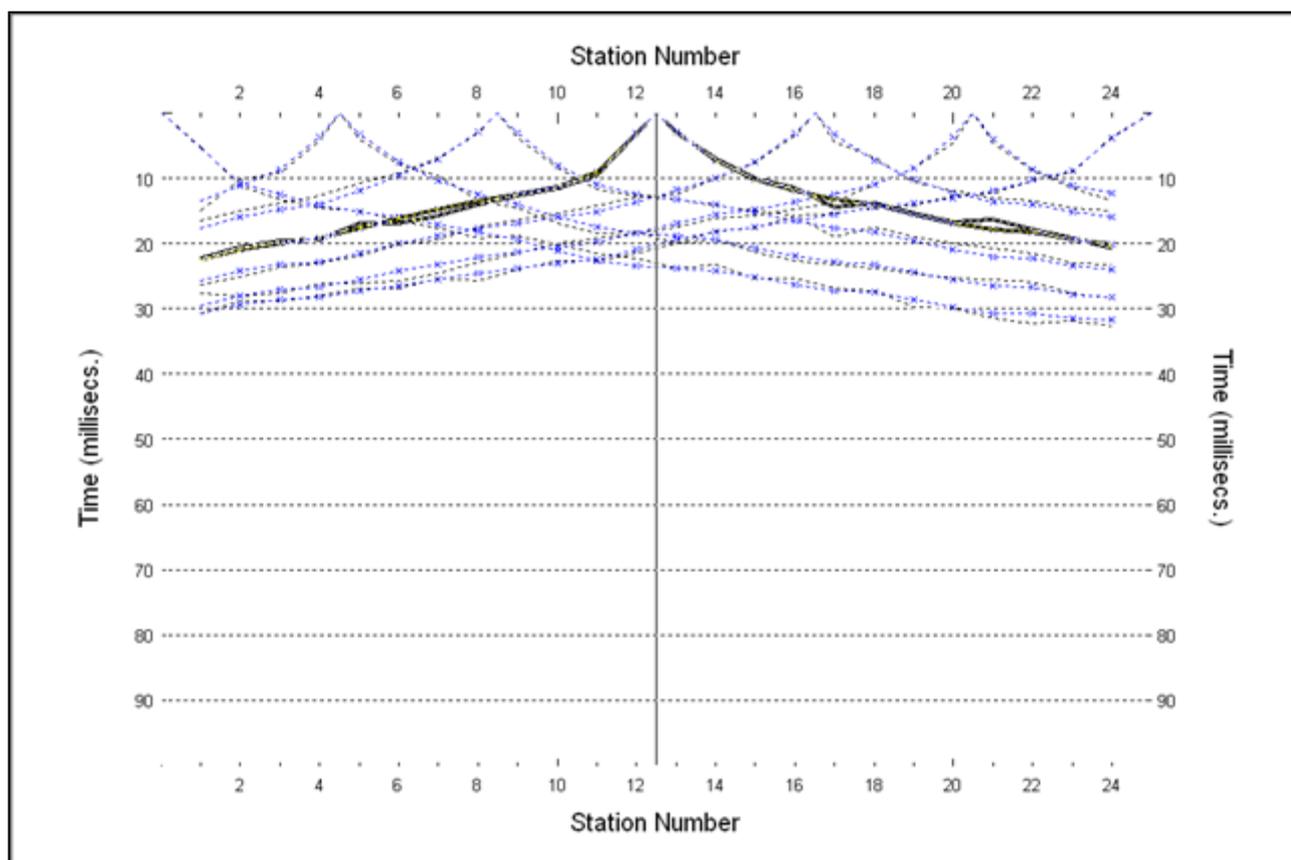
(Dromocrone con fitting del modello sperimentale e di calcolo Tom_01)



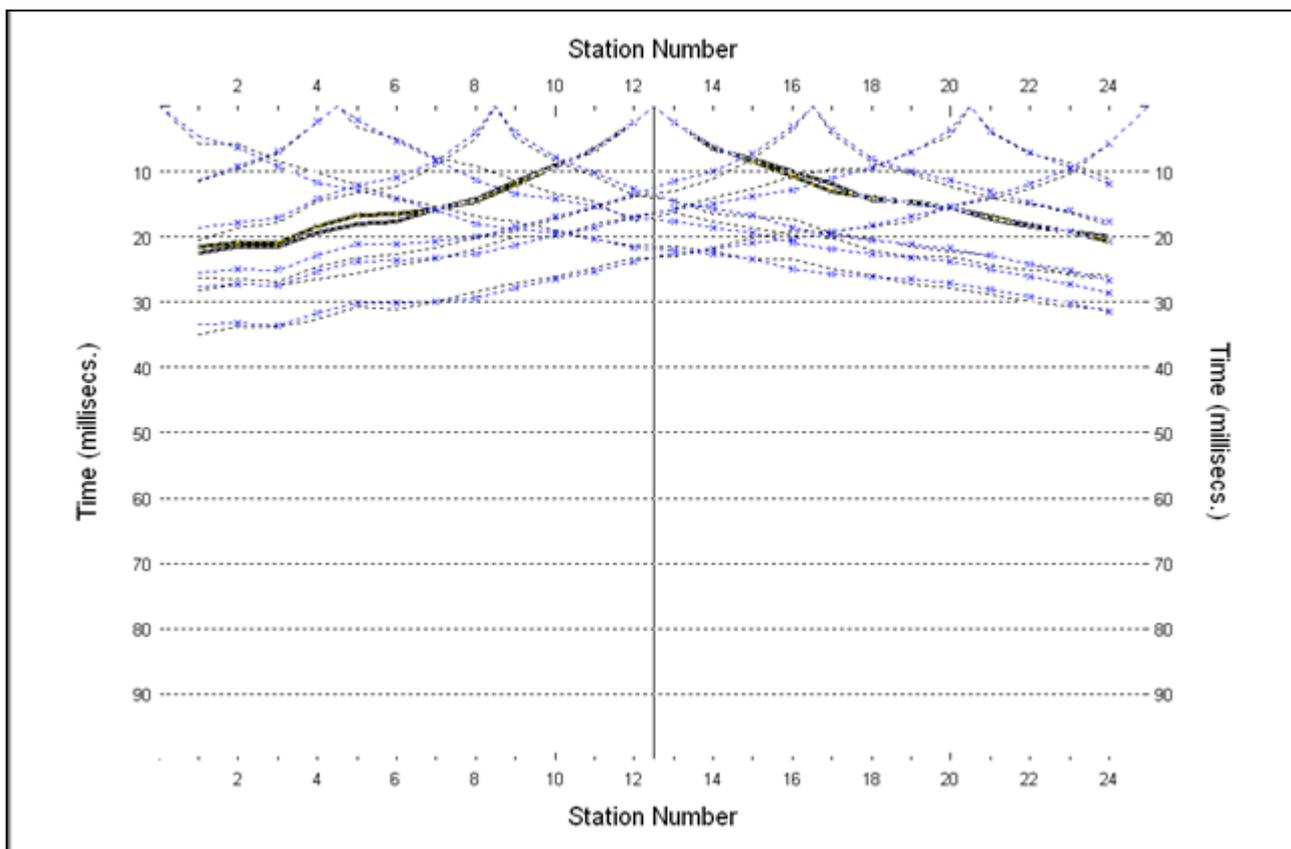
(Dromocrone con fitting del modello sperimentale e di calcolo Tom_02)



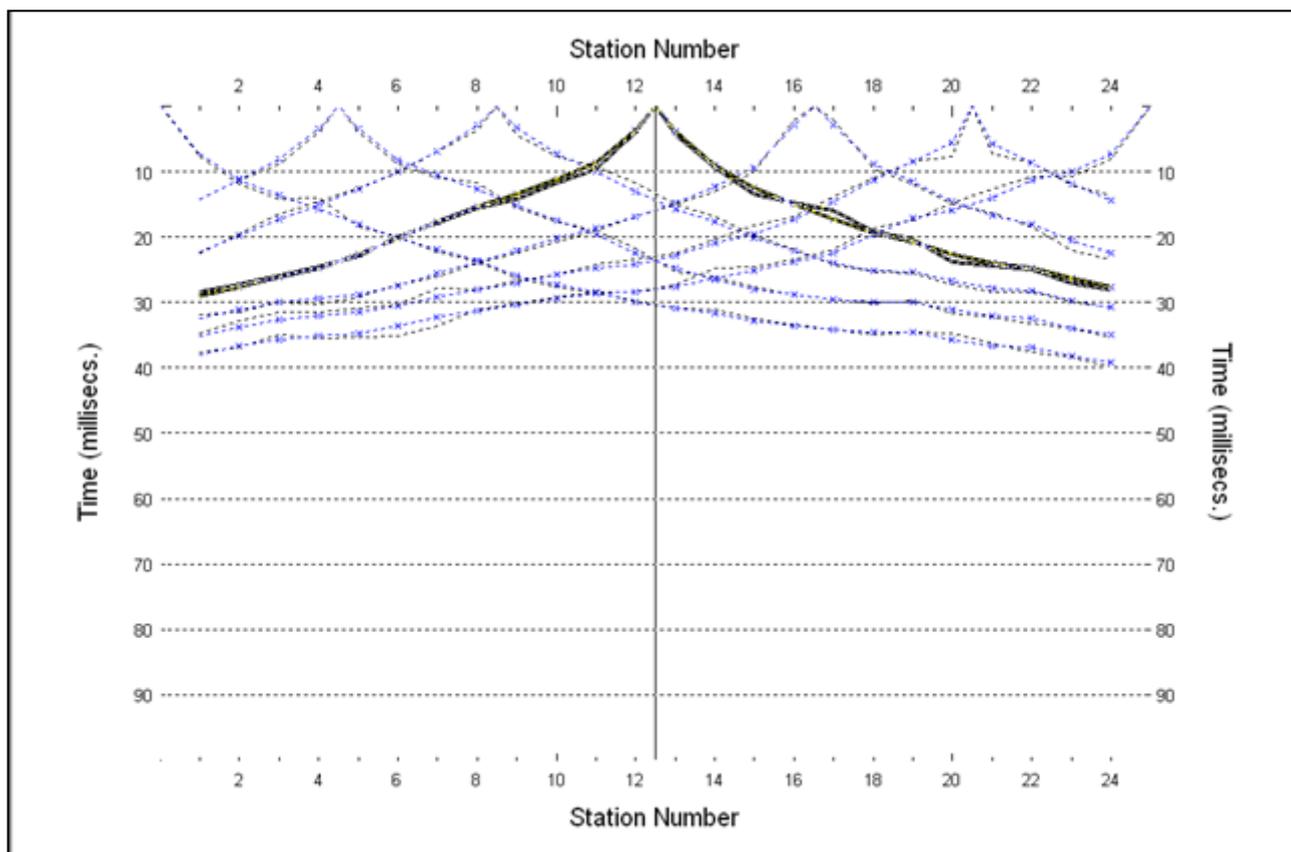
(Dromocrone con fitting del modello sperimentale e di calcolo Tom_03)



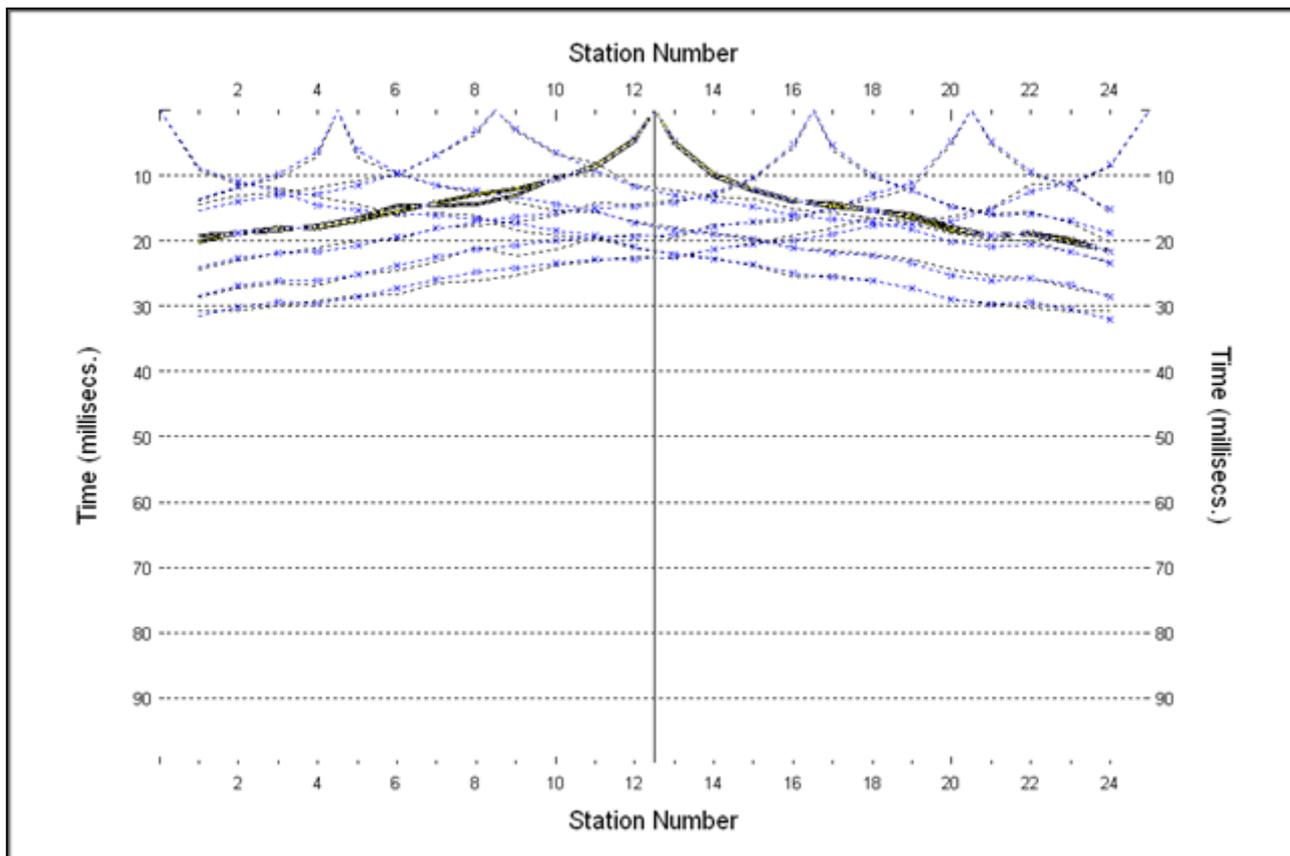
(Dromocrone con fitting del modello sperimentale e di calcolo Tom_04)



(Dromocrone con fitting del modello sperimentale e di calcolo Tom_05)



(Dromocrone con fitting del modello sperimentale e di calcolo Tom_06)



(Dromocrone con fitting del modello sperimentale e di calcolo Tom_07)

Stralcio aerofotogrammetrico con ubicazione schematica delle indagini eseguite



-  P2 Ubicazione indagine penetrometrica
-  T5 Ubicazione indagine Tomografica sismica 2D
-  T1m Ubicazione indagine Tomografica sismica 2D e Masw

