



Committente:

# ENERGY AQUARIUS SRL

Via Arrigo Boito, 8 - 20121 Milano - Italy  
pec: energyaquarius@legalmail.it

Progetto definitivo:

**PROVVEDIMENTO AUTORIZZATIVO UNICO REGIONALE  
ai sensi dell' art. 27 bis del D.Lgs. 152/06 e del D.M. 52/2015**

Denominazione progetto:

**IMPIANTO FOTOVOLTAICO "CARPI-Fossoli"  
di potenza 21,91 MWp con annesso SISTEMA DI ACCUMULO  
(BESS) di potenza 15 MWp**

Sito in:

**COMUNE DI CARPI (MO)**

Titolo elaborato:

## Relazione geotecnica e sismica

Elaborato: E-10a

Scala -



Responsabile Coordinamento progetto : dott. for. Edoardo Pio Iurato

Progettisti : dott. geol. Cristian Borra

Collaboratori : -

TIMBRI E FIRME:



REV.:	REDAZIONE:	CONTROLLO:	APPROVAZIONE :	DATA:
00	dott. geol. Cristian Borra	dott. geol. Cristian Borra	dott. geol. Cristian Borra	17/03/2025
01				
02				
03				
04				
05				

FIRMA/TIMBRO  
COMMITTENTE:

**ENERGY AQUARIUS S.R.L.**

Via Arrigo Boito, 8  
20121 Milano (MI)  
P. IVA/C.F. 13512090963

# ENERGY AQUARIUS SRL

Via Arrigo Boito, 8 - 20121 Milano - Italy  
pec: energyaquarius@legalmail.it

IMPIANTO FOTOVOLTAICO "CARPI - Fossoli"				
E-10a	Relazione geotecnica e sismica	rev 00	17.03.2025	Pagina 1 di 46

**PREAMBOLO .....2**

**1.   PREMESSA .....3**

**2.   RISULTANZE DELLE INDAGINI PENETROMETRICHE ESEGUITE IN SITO .....5**

**3.   RISULTANZE DELLE INDAGINI SISMICHE **MASW** ESEGUITE NELL’AREA D’INDAGINE .....35**

*3.1. Introduzione .....35*

*3.2. Cenni sulla metodologia MASW.....35*

*3.3. Strumentazione utilizzata .....36*

*3.4. Ubicazione dell’indagine e acquisizione dei dati.....36*

*3.5. Elaborazione dei dati e risultati della prova MASW .....37*

**4.   CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE .....45**

IMPIANTO FOTOVOLTAICO "CARPI - Fossoli"				
E-10a	Relazione geotecnica e sismica	rev 00	17.03.2025	Pagina 2 di 46

## Preambolo

La società **EnviCons S.r.l.** – sede legale lungo Po Antonelli n° 21, Torino, P.I. 10189620015, ha ricevuto incarico dalla società Lio Energy Development S.r.l. - in rappresentanza di Energy Aquarius S.r.l. - per **l'esecuzione di un'indagine geotecnica e sismica a supporto di un progetto di produzione energetica sostenibile, integrato con un sistema di accumulo** (c.d. "BESS") con le seguenti caratteristiche:

- Potenza nominale complessiva: 21.911,68 kWp
- Potenza nominale complessiva BESS: 15.000,00 kWp.
- Superficie catastale interessata: 42,97 ha.
- Superficie di impianto recintata: 25,07 ha.
- Classificazione architettonica: impianto a terra.
- Ubicazione area di impianto e opere di rete: Comune di Carpi (MO) | Regione Emilia-Romagna.
- Particelle superficie catastale disponibile: F. 16 - P.Ile 7, 8, 9, 23, 40, 61 | F. 20 - P.Ile 1, 2, 6, 8, 9, 10, 135 | F. 21 – P.Ile 3 e 7.
- Particelle superficie di impianto recintata: F. 16 - P.Ile 8, 9, 23, 40, 61 | F. 20 - P.Ile 1, 2, 6, 9, 10, 135 | F. 21 – P.Ile 3 e 7.
- Ditta committente: Energy Aquarius S.r.l.

L'obiettivo del presente lavoro è stato la ricostruzione del modello geotecnico e sismico locale, necessario per la progettazione strutturale dei manufatti previsti da progetto.

IMPIANTO FOTOVOLTAICO "CARPI - Fossoli"				
E-10a	Relazione geotecnica e sismica	rev 00	17.03.2025	Pagina 3 di 46

## 1. Premessa

Il presente report è relativo alle indagini geotecniche e sismiche effettuate supporto di un progetto di realizzazione di un impianto fotovoltaico in corrispondenza di un lotto di terreno sito in Comune di Carpi (MO), finalizzate a fornire al Progettista dell'intervento utili indicazioni sulle caratteristiche geotecniche e sismiche dei terreni costituenti il piano di appoggio delle opere di fondazione in progetto. Si evidenzia che la presente costituisce integrazione della relazione geologica preliminare redatta dallo scrivente in data 15/07/2024.

Il terreno interessato dall'intervento, situato nel settore N del territorio comunale, è collocato in un'area ad uso agricolo: il progetto in esame prevede la realizzazione di un impianto esteso su una superficie pari a 25,07 ettari circa, collegato alla linea di distribuzione attraverso un cavidotto interrato di circa 957 m. Nel complesso, l'intervento in progetto comporterà modesti movimenti terra, per i quali andrà prevista la realizzazione di opere di sostegno di tipo ordinario.

La presente indagine è eseguita ai sensi de:

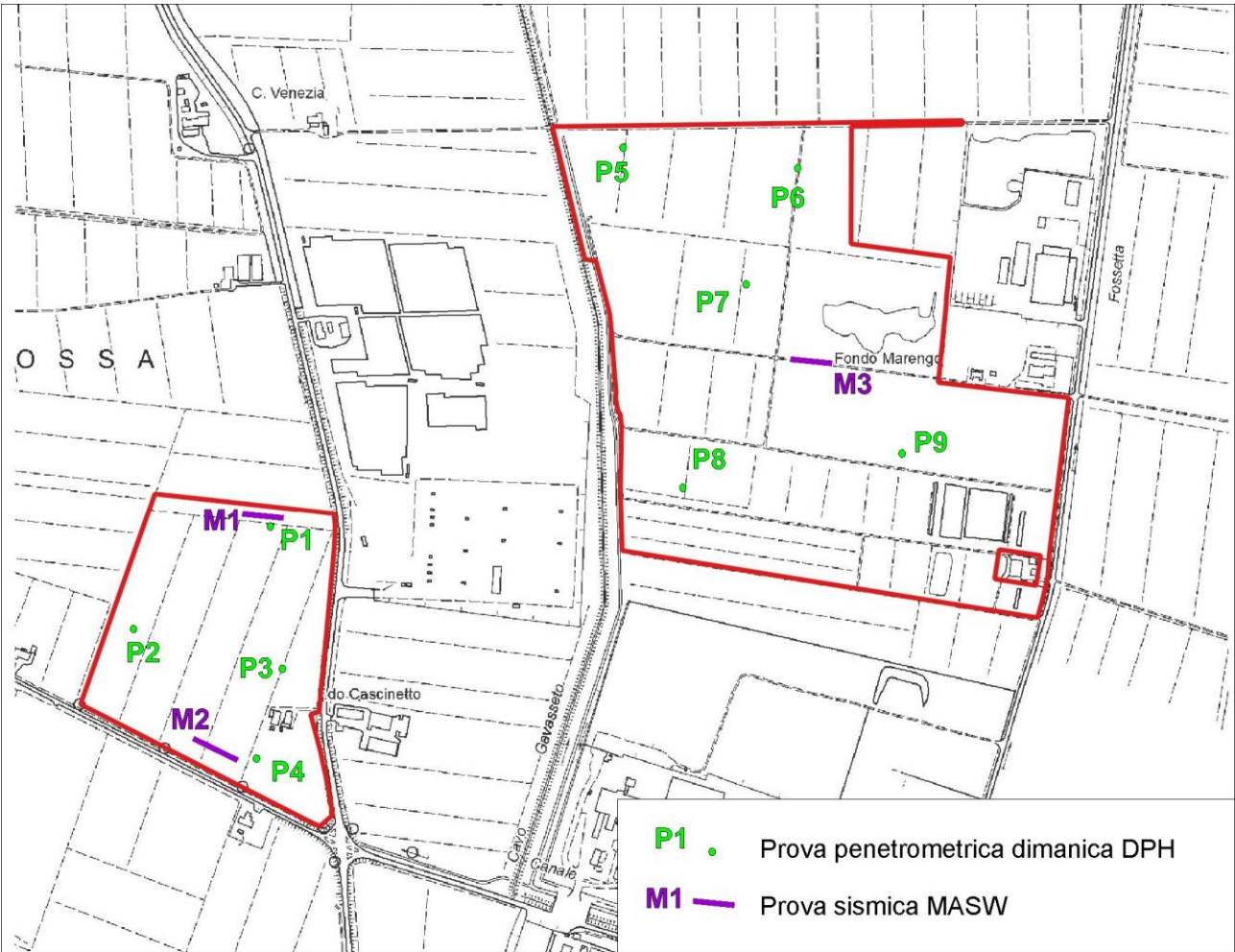
- Ordinanza P.C.M. n. 3274 del 20.03.2003, che definisce la classificazione sismica del territorio nazionale;
- D.M. delle Infrastrutture e dei Trasporti 17 Gennaio 2018, Norme tecniche per le costruzioni;

Nel dettaglio, come rappresentato in Figura 1, sono state eseguite le indagini di seguito elencate:

- n. 9 prove penetrometriche dinamiche pesanti (DPH);
- n. 3 indagini sismiche superficiali di tipo MASW.

Preliminarmente all'esecuzione dell'indagine in sito, è stata condotta una ricerca dei dati bibliografici e della cartografia tecnica disponibili riguardanti l'area in oggetto, nonché degli elaborati geologico - tecnici allegati ai vigenti Piani.

Vengono di seguito riportate le risultanze delle indagini geotecniche e sismiche eseguite in sito, con successiva definizione del modello geotecnico e sismico di riferimento per le opere in progetto.



**Figura 1.** Ubicazione delle prove eseguite in sito, scala 1:10.000.

IMPIANTO FOTOVOLTAICO "CARPI - Fossoli"				
E-10a	Relazione geotecnica e sismica	rev 00	17.03.2025	Pagina 5 di 46

## 2. Risultanze delle indagini penetrometriche eseguite in sito

I caratteri geotecnici indicativi dei litotipi superficiali presenti nel sito d'indagine sono stati ottenuti mediante l'elaborazione delle risultanze di n. 9 prove penetrometriche dinamiche, eseguite con penetrometro DPH pesante (peso massa battente 50 kg), le cui caratteristiche tecniche sono di seguito descritte. Tali prove sono state spinte fino a rifiuto ad una profondità massima di 9 m circa. Di seguito si riportano le ubicazioni delle prove eseguite, nonché alcune considerazioni generali.

L'elaborazione dei dati ottenuti in seguito alle suddette prove ha portato alla visualizzazione, sia sottoforma di diagramma che di tabella, del numero dei colpi (N) di penetrazione della punta (avanzamento) e della resistenza dinamica alla punta stessa (Rpd), entrambi in rapporto alla profondità.

L'Rpd risulta correlata al numero dei colpi secondo la Formula Olandese, qui di seguito enunciata:

$$Rpd = M^2H / [A e (M+P)] = M^2HN / [A \cdot e (M+P)]$$

dove:

- Rpd = resistenza dinamica alla punta [area A]
- M = peso della massa battente = 50 kg
- e = infissione per colpo =  $e/N$ ;
- P = peso totale delle aste del sistema battuta (dipende dal numero di aste utilizzate durante la l'esecuzione prova)
- $e$  = avanzamento punta = 30 cm
- $e$  = Altezza di caduta libera = 0,5 m
- $e$  = N° di colpi punta relativo ad un avanzamento di 30 cm
- $e$  = Area base punta conica = 15 cm<sup>2</sup>

È stata poi eseguita una elaborazione statistica delle prove penetrometriche dinamiche effettuate (valori medi, minimi, massimi, scarto quadratico medio, etc.), che ha permesso una correlazione dei valori di N penetrometrico con i corrispondenti valori di N<sub>spt</sub>. Questi ultimi risultano essere più facilmente interpretabili, essendo disponibile una notevole e specifica bibliografia relativa ad essi.

Poiché non esiste una standardizzazione delle procedure di esecuzione di tali prove, i valori sono stati convertiti in valori equivalenti di SPT, attraverso un coefficiente di correlazione fornito dai produttori della strumentazione penetrometrica utilizzata.

Tale coefficiente, definito  $\beta_t$  (Coefficiente Teorico di Energia), viene calcolato nel seguente modo:

$$\beta_t = Q/Q_{spt} = 0,71$$

Un'ulteriore e più approfondita elaborazione ha permesso la stesura delle tavole d'interpretazione geotecnica delle prove effettuate indicante, dopo una preliminare differenziazione a seconda della natura granulare o coesiva del terreno in esame, i valori dei principali parametri, definiti per ogni differente strato, dedotti da note correlazioni con quelli del numero dei colpi (N) di penetrazione della punta (avanzamento). Si riportano, di seguito, i parametri geotecnici, da attribuire ai vari terreni, desunti indirettamente dall'elaborazione delle prove eseguite dallo scrivente nelle aree indagate e confermati da valori tabellari, nonché dall'analisi del materiale bibliografico disponibile. Si rappresenta che i valori di seguito riportati sono stati ricavati mediando i valori ottenuti dall'elaborazione delle prove di profondità all'interno degli

IMPIANTO FOTOVOLTAICO "CARPI - Fossoli"				
E-10a	Relazione geotecnica e sismica	rev 00	17.03.2025	Pagina 6 di 46

stessi livelli, ed escludendo quei valori che si discostavano eccessivamente dalla media di ogni singolo strato.

PROVA P1

Strumento utilizzatoDPH  
Prova eseguita in data27/01/2025  
Profondità prova7,80 m  
Falda rilevata  
Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm²)	Res. dinamica (Kg/cm²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm²)
0,30	4	0,853	13,01	15,26	0,65	0,76
0,60	1	0,847	3,23	3,81	0,16	0,19
0,90	5	0,842	15,05	17,88	0,75	0,89
1,20	9	0,836	26,92	32,19	1,35	1,61
1,50	8	0,831	23,78	28,61	1,19	1,43
1,80	11	0,826	30,61	37,04	1,53	1,85
2,10	6	0,822	16,60	20,20	0,83	1,01
2,40	5	0,817	13,76	16,84	0,69	0,84
2,70	7	0,813	18,10	22,27	0,90	1,11
3,00	7	0,809	18,01	22,27	0,90	1,11
3,30	8	0,805	20,48	25,45	1,02	1,27
3,60	8	0,801	19,31	24,12	0,97	1,21
3,90	8	0,797	19,22	24,12	0,96	1,21
4,20	6	0,794	14,36	18,09	0,72	0,90
4,50	9	0,790	20,37	25,78	1,02	1,29
4,80	9	0,787	20,29	25,78	1,01	1,29
5,10	11	0,784	24,70	31,51	1,24	1,58
5,40	10	0,781	21,31	27,28	1,07	1,36
5,70	8	0,778	16,99	21,83	0,85	1,09
6,00	9	0,775	19,04	24,56	0,95	1,23
6,30	11	0,773	22,14	28,65	1,11	1,43
6,60	15	0,720	28,15	39,07	1,41	1,95
6,90	13	0,718	24,31	33,86	1,22	1,69
7,20	25	0,666	41,47	62,30	2,07	3,11
7,50	36	0,613	55,03	89,71	2,75	4,49
7,80	43	0,561	60,14	107,15	3,01	5,36

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA P1

TERRENI COESIVI  
Coesione non drenata

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm²)
[1] - Materiale poco consistente	2,36	0,90	Schmertmann (1975)	0,23
[2] - Materiale mod. consistente	6,32	6,90	Schmertmann (1975)	0,62

IMPIANTO FOTOVOLTAICO "CARPI - Fossoli"				
E-10a	Relazione geotecnica e sismica	rev 00	17.03.2025	Pagina 7 di 46

**Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm²)
[1] - Materiale poco consistente	2,36	0,90	Robertson (1983)	4,72
[2] - Materiale mod. consistente	6,32	6,90	Robertson (1983)	12,64

**Modulo Edometrico**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm²)
[1] - Materiale poco consistente	2,36	0,90	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	25,86
[2] - Materiale mod. consistente	6,32	6,90	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	66,25

**Modulo di Young**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm²)
[1] - Materiale poco consistente	2,36	0,90	D'Appollonia ed altri 1983	23,60
[2] - Materiale mod. consistente	6,32	6,90	D'Appollonia ed altri 1983	63,20

**Classificazione AGI**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] - Materiale poco consistente	2,36	0,90	Classificaz. A.G.I. (1977)	POCO CONSISTENTE
[2] - Materiale mod. consistente	6,32	6,90	Classificaz. A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE

**Peso unità di volume**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m³)
[1] - Materiale poco consistente	2,36	0,90	Meyerhof ed altri	1,59
[2] - Materiale mod. consistente	6,32	6,90	Meyerhof ed altri	1,83

**Peso unità di volume saturo**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m³)
[1] - Materiale poco consistente	2,36	0,90	Meyerhof ed altri	1,86
[2] - Materiale mod. consistente	6,32	6,90	Meyerhof ed altri	1,89



IMPIANTO FOTOVOLTAICO "CARPI - Fossoli"				
E-10a	Relazione geotecnica e sismica	rev 00	17.03.2025	Pagina 8 di 46

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
[1] - Materiale poco consistente	2,36	0,90	2,36	Meyerhof (1957)	36,73
[2] - Materiale mod. consistente	6,32	6,90	6,32	Meyerhof (1957)	46,17
[3] - Materiale mod. addensato	24,62	7,80	19,81	Meyerhof (1957)	73,05

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
[1] - Materiale poco consistente	2,36	0,90	2,36	Shioi-Fukuni (1982)	20,95
[2] - Materiale mod. consistente	6,32	6,90	6,32	Shioi-Fukuni (1982)	24,74
[3] - Materiale mod. addensato	24,62	7,80	19,81	Shioi-Fukuni (1982)	32,24

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm²)
[3] - Materiale mod. addensato	24,62	7,80	19,81	Bowles (1982)	174,05

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm²)
[3] - Materiale mod. addensato	24,62	7,80	19,81	Menzenbach e Malcev	126,35

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[3] - Materiale mod. addensato	24,62	7,80	19,81	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m³)
[3] - Materiale mod. addensato	24,62	7,80	19,81	Meyerhof ed altri	1,99

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m³)
[3] - Materiale mod. addensato	24,62	7,80	19,81	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,09

IMPIANTO FOTOVOLTAICO "CARPI - Fossoli"				
E-10a	Relazione geotecnica e sismica	rev 00	17.03.2025	Pagina 9 di 46

### PROVA P2

Strumento utilizzato DPH  
 Prova eseguita in data 27/01/2025  
 Profondità prova 8,40 m  
 Falda rilevata  
 Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,30	1	0,853	3,25	3,81	0,16	0,19
0,60	3	0,847	9,69	11,44	0,48	0,57
0,90	5	0,842	15,05	17,88	0,75	0,89
1,20	15	0,786	42,19	53,65	2,11	2,68
1,50	11	0,831	32,70	39,35	1,64	1,97
1,80	14	0,776	36,60	47,14	1,83	2,36
2,10	16	0,772	41,58	53,88	2,08	2,69
2,40	14	0,767	36,17	47,14	1,81	2,36
2,70	13	0,763	31,55	41,35	1,58	2,07
3,00	9	0,809	23,15	28,63	1,16	1,43
3,30	8	0,805	20,48	25,45	1,02	1,27
3,60	8	0,801	19,31	24,12	0,97	1,21
3,90	9	0,797	21,63	27,13	1,08	1,36
4,20	9	0,794	21,53	27,13	1,08	1,36
4,50	10	0,790	22,64	28,64	1,13	1,43
4,80	8	0,787	18,04	22,91	0,90	1,15
5,10	9	0,784	20,21	25,78	1,01	1,29
5,40	12	0,781	25,57	32,74	1,28	1,64
5,70	10	0,778	21,23	27,28	1,06	1,36
6,00	13	0,725	25,73	35,47	1,29	1,77
6,30	11	0,773	22,14	28,65	1,11	1,43
6,60	11	0,770	22,07	28,65	1,10	1,43
6,90	12	0,768	24,00	31,26	1,20	1,56
7,20	16	0,716	28,53	39,87	1,43	1,99
7,50	26	0,663	42,98	64,79	2,15	3,24
7,80	37	0,611	56,36	92,20	2,82	4,61
8,10	40	0,559	53,43	95,54	2,67	4,78
8,40	45	0,557	59,89	107,48	2,99	5,37

### STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA P2

#### TERRENI COESIVI Coesione non drenata

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - Materiale poco consistente	2,13	0,90	Schmertmann (1975)	0,21
[2] - Materiale consistente	8,04	7,20	Schmertmann (1975)	0,79

IMPIANTO FOTOVOLTAICO "CARPI - Fossoli"				
E-10a	Relazione geotecnica e sismica	rev 00	17.03.2025	Pagina 10 di 46

**Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm²)
[1] - Materiale poco consistente	2,13	0,90	Robertson (1983)	4,26
[2] - Materiale consistente	8,04	7,20	Robertson (1983)	16,08

**Modulo Edometrico**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm²)
[1] - Materiale poco consistente	2,13	0,90	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	23,52
[2] - Materiale consistente	8,04	7,20	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	83,80

**Modulo di Young**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm²)
[1] - Materiale poco consistente	2,13	0,90	D'Appollonia ed altri 1983	21,30
[2] - Materiale consistente	8,04	7,20	D'Appollonia ed altri 1983	80,40

**Classificazione AGI**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] - Materiale poco consistente	2,13	0,90	Classificaz. A.G.I. (1977)	POCO CONSISTENTE
[2] - Materiale consistente	8,04	7,20	Classificaz. A.G.I. (1977)	CONSISTENTE

**Peso unità di volume**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m³)
[1] - Materiale poco consistente	2,13	0,90	Meyerhof ed altri	1,57
[2] - Materiale consistente	8,04	7,20	Meyerhof ed altri	1,90

**Peso unità di volume saturo**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m³)
[1] - Materiale poco consistente	2,13	0,90	Meyerhof ed altri	1,85
[2] - Materiale consistente	8,04	7,20	Meyerhof ed altri	1,98

IMPIANTO FOTOVOLTAICO "CARPI - Fossoli"				
E-10a	Relazione geotecnica e sismica	rev 00	17.03.2025	Pagina 11 di 46

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
[1] - Materiale poco consistente	2,13	0,90	2,13	Meyerhof (1957)	34,91
[2] - Materiale consistente	8,04	7,20	8,04	Meyerhof (1957)	51,71
[3] - Materiale mod. addensato	26,27	8,40	20,635	Meyerhof (1957)	73,22

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
[1] - Materiale poco consistente	2,13	0,90	2,13	Shioi-Fukuni (1982)	20,65
[2] - Materiale consistente	8,04	7,20	8,04	Shioi-Fukuni (1982)	25,98
[3] - Materiale mod. addensato	26,27	8,40	20,635	Shioi-Fukuni (1982)	32,59

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm²)
[3] - Materiale mod. addensato	26,27	8,40	20,635	Bowles (1982)	178,18

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm²)
[3] - Materiale mod. addensato	26,27	8,40	20,635	Menzenbach e Malcev	130,03

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[3] - Materiale mod. addensato	26,27	8,40	20,635	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m³)
[3] - Materiale mod. addensato	26,27	8,40	20,635	Meyerhof ed altri	2,01

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m³)
[3] - Materiale mod. addensato	26,27	8,40	20,635	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,11

IMPIANTO FOTOVOLTAICO "CARPI - Fossoli"				
E-10a	Relazione geotecnica e sismica	rev 00	17.03.2025	Pagina 12 di 46

**PROVA P3**

Strumento utilizzato  
Prova eseguita in data  
Profondità prova  
Falda rilevata  
Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

DPH  
27/01/2025  
7,50 m

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm²)	Res. dinamica (Kg/cm²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm²)
0,30	4	0,853	13,01	15,26	0,65	0,76
0,60	4	0,847	12,92	15,26	0,65	0,76
0,90	3	0,842	9,03	10,73	0,45	0,54
1,20	8	0,836	23,93	28,61	1,20	1,43
1,50	5	0,831	14,87	17,88	0,74	0,89
1,80	5	0,826	13,91	16,84	0,70	0,84
2,10	9	0,822	24,90	30,31	1,25	1,52
2,40	9	0,817	24,76	30,31	1,24	1,52
2,70	13	0,763	31,55	41,35	1,58	2,07
3,00	10	0,809	25,73	31,81	1,29	1,59
3,30	8	0,805	20,48	25,45	1,02	1,27
3,60	7	0,801	16,90	21,10	0,84	1,06
3,90	8	0,797	19,22	24,12	0,96	1,21
4,20	8	0,794	19,14	24,12	0,96	1,21
4,50	8	0,790	18,11	22,91	0,91	1,15
4,80	6	0,787	13,53	17,19	0,68	0,86
5,10	5	0,784	11,23	14,32	0,56	0,72
5,40	11	0,781	23,44	30,01	1,17	1,50
5,70	15	0,728	29,80	40,93	1,49	2,05
6,00	20	0,725	39,59	54,57	1,98	2,73
6,30	29	0,673	50,83	75,54	2,54	3,78
6,60	34	0,620	54,94	88,56	2,75	4,43
6,90	31	0,618	49,90	80,75	2,49	4,04
7,20	40	0,566	56,38	99,68	2,82	4,98
7,50	44	0,563	61,78	109,65	3,09	5,48

**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA P3**

TERRENI COESIVI  
Coesione non drenata

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm²)
[1] - Materiale poco consistente	2,61	0,90	Schmertmann (1975)	0,25
[2] - Materiale mod. consistente	5,99	5,70	Schmertmann (1975)	0,58

IMPIANTO FOTOVOLTAICO "CARPI - Fossoli"				
E-10a	Relazione geotecnica e sismica	rev 00	17.03.2025	Pagina 13 di 46

**Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm²)
[1] - Materiale poco consistente	2,61	0,90	Robertson (1983)	5,22
[2] - Materiale mod. consistente	5,99	5,70	Robertson (1983)	11,98

**Modulo Edometrico**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm²)
[1] - Materiale poco consistente	2,61	0,90	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	28,41
[2] - Materiale mod. consistente	5,99	5,70	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	62,89

**Modulo di Young**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm²)
[1] - Materiale poco consistente	2,61	0,90	D'Appollonia ed altri 1983	26,10
[2] - Materiale mod. consistente	5,99	5,70	D'Appollonia ed altri 1983	59,90

**Classificazione AGI**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] - Materiale poco consistente	2,61	0,90	Classificaz. A.G.I. (1977)	POCO CONSISTENTE
[2] - Materiale mod. consistente	5,99	5,70	Classificaz. A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE

**Peso unità di volume**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m³)
[1] - Materiale poco consistente	2,61	0,90	Meyerhof ed altri	1,61
[2] - Materiale mod. consistente	5,99	5,70	Meyerhof ed altri	1,81

**Peso unità di volume saturo**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m³)
[1] - Materiale poco consistente	2,61	0,90	Meyerhof ed altri	1,86
[2] - Materiale mod. consistente	5,99	5,70	Meyerhof ed altri	1,89

IMPIANTO FOTOVOLTAICO "CARPI - Fossoli"				
E-10a	Relazione geotecnica e sismica	rev 00	17.03.2025	Pagina 14 di 46

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
[1] - Materiale poco consistente	2,61	0,90	2,61	Meyerhof (1957)	38,6
[2] - Materiale mod. consistente	5,99	5,70	5,99	Meyerhof (1957)	45,94
[3] - Materiale mod. addensato	23,43	7,50	19,215	Meyerhof (1957)	73,01

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
[1] - Materiale poco consistente	2,61	0,90	2,61	Shioi-Fukuni (1982)	21,26
[2] - Materiale mod. consistente	5,99	5,70	5,99	Shioi-Fukuni (1982)	24,48
[3] - Materiale mod. addensato	23,43	7,50	19,215	Shioi-Fukuni (1982)	31,98

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm²)
[3] - Materiale mod. addensato	23,43	7,50	19,215	Bowles (1982)	171,07

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm²)
[3] - Materiale mod. addensato	23,43	7,50	19,215	Menzenbach e Malcev	123,70

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[3] - Materiale mod. addensato	23,43	7,50	19,215	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m³)
[3] - Materiale mod. addensato	23,43	7,50	19,215	Meyerhof ed altri	1,98

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m³)
[3] - Materiale mod. addensato	23,43	7,50	19,215	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,08

IMPIANTO FOTOVOLTAICO "CARPI - Fossoli"				
E-10a	Relazione geotecnica e sismica	rev 00	17.03.2025	Pagina 15 di 46

### **PROVA P4**

Strumento utilizzato DPH  
 Prova eseguita in data 27/01/2025  
 Profondità prova 7,20 m  
 Falda rilevata  
 Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,30	3	0,853	9,76	11,44	0,49	0,57
0,60	5	0,847	16,15	19,07	0,81	0,95
0,90	10	0,842	30,10	35,77	1,51	1,79
1,20	12	0,836	35,89	42,92	1,79	2,15
1,50	11	0,831	32,70	39,35	1,64	1,97
1,80	9	0,826	25,04	30,31	1,25	1,52
2,10	9	0,822	24,90	30,31	1,25	1,52
2,40	8	0,817	22,01	26,94	1,10	1,35
2,70	6	0,813	15,51	19,09	0,78	0,95
3,00	6	0,809	15,44	19,09	0,77	0,95
3,30	6	0,805	15,36	19,09	0,77	0,95
3,60	9	0,801	21,73	27,13	1,09	1,36
3,90	6	0,797	14,42	18,09	0,72	0,90
4,20	6	0,794	14,36	18,09	0,72	0,90
4,50	11	0,790	24,90	31,51	1,25	1,58
4,80	9	0,787	20,29	25,78	1,01	1,29
5,10	11	0,784	24,70	31,51	1,24	1,58
5,40	15	0,731	29,92	40,93	1,50	2,05
5,70	19	0,728	37,75	51,84	1,89	2,59
6,00	23	0,675	42,39	62,75	2,12	3,14
6,30	30	0,673	52,58	78,14	2,63	3,91
6,60	37	0,620	59,79	96,38	2,99	4,82
6,90	44	0,568	65,09	114,61	3,25	5,73
7,20	45	0,566	63,43	112,14	3,17	5,61

### **STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA P4**

#### **TERRENI COESIVI** **Coesione non drenata**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - Materiale poco consistente	2,84	0,60	Schmertmann (1975)	0,28
[2] - Materiale mod. consistente	6,39	5,40	Schmertmann (1975)	0,62



IMPIANTO FOTOVOLTAICO "CARPI - Fossoli"				
E-10a	Relazione geotecnica e sismica	rev 00	17.03.2025	Pagina 16 di 46

**Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm²)
[1] - Materiale poco consistente	2,84	0,60	Robertson (1983)	5,68
[2] - Materiale mod. consistente	6,39	5,40	Robertson (1983)	12,78

**Modulo Edometrico**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm²)
[1] - Materiale poco consistente	2,84	0,60	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	30,76
[2] - Materiale mod. consistente	6,39	5,40	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	66,97

**Modulo di Young**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm²)
[1] - Materiale poco consistente	2,84	0,60	D'Appollonia ed altri 1983	28,40
[2] - Materiale mod. consistente	6,39	5,40	D'Appollonia ed altri 1983	63,90

**Classificazione AGI**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] - Materiale poco consistente	2,84	0,60	Classificaz. A.G.I. (1977)	POCO CONSISTENTE
[2] - Materiale mod. consistente	6,39	5,40	Classificaz. A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE

**Peso unità di volume**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m³)
[1] - Materiale poco consistente	2,84	0,60	Meyerhof ed altri	1,62
[2] - Materiale mod. consistente	6,39	5,40	Meyerhof ed altri	1,83

**Peso unità di volume saturo**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m³)
[1] - Materiale poco consistente	2,84	0,60	Meyerhof ed altri	1,86
[2] - Materiale mod. consistente	6,39	5,40	Meyerhof ed altri	1,89

IMPIANTO FOTOVOLTAICO "CARPI - Fossoli"				
E-10a	Relazione geotecnica e sismica	rev 00	17.03.2025	Pagina 17 di 46

**TERRENI INCOERENTI**

**Densità relativa**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
[1] - Materiale poco consistente	2,84	0,60	2,84	Meyerhof (1957)	40,9
[2] - Materiale mod. consistente	6,39	5,40	6,39	Meyerhof (1957)	48,11
[3] - Materiale mod. addensato	23,43	7,20	19,215	Meyerhof (1957)	73,81

**Angolo di resistenza al taglio**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
[1] - Materiale poco consistente	2,84	0,60	2,84	Shioi-Fukuni (1982)	21,53
[2] - Materiale mod. consistente	6,39	5,40	6,39	Shioi-Fukuni (1982)	24,79
[3] - Materiale mod. addensato	23,43	7,20	19,215	Shioi-Fukuni (1982)	31,98

**Modulo di Young**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm²)
[3] - Materiale mod. addensato	23,43	7,20	19,215	Bowles (1982)	171,07

**Modulo Edometrico**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm²)
[3] - Materiale mod. addensato	23,43	7,20	19,215	Menzenbach e Malcev	123,70

**Classificazione AGI**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[3] - Materiale mod. addensato	23,43	7,20	19,215	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO

**Peso unità di volume**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m³)
[3] - Materiale mod. addensato	23,43	7,20	19,215	Meyerhof ed altri	1,98

**Peso unità di volume saturo**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m³)
[3] - Materiale mod. addensato	23,43	7,20	19,215	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,08

IMPIANTO FOTOVOLTAICO "CARPI - Fossoli"				
E-10a	Relazione geotecnica e sismica	rev 00	17.03.2025	Pagina 18 di 46

### **PROVA P5**

Strumento utilizzato DPH  
 Prova eseguita in data 27/01/2025  
 Profondità prova 8,40 m  
 Falda rilevata  
 Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,30	3	0,853	9,76	11,44	0,49	0,57
0,60	5	0,847	16,15	19,07	0,81	0,95
0,90	3	0,842	9,03	10,73	0,45	0,54
1,20	8	0,836	23,93	28,61	1,20	1,43
1,50	7	0,831	20,81	25,04	1,04	1,25
1,80	7	0,826	19,48	23,57	0,97	1,18
2,10	7	0,822	19,37	23,57	0,97	1,18
2,40	9	0,817	24,76	30,31	1,24	1,52
2,70	9	0,813	23,27	28,63	1,16	1,43
3,00	4	0,809	10,29	12,72	0,51	0,64
3,30	6	0,805	15,36	19,09	0,77	0,95
3,60	11	0,801	26,56	33,16	1,33	1,66
3,90	9	0,797	21,63	27,13	1,08	1,36
4,20	8	0,794	19,14	24,12	0,96	1,21
4,50	9	0,790	20,37	25,78	1,02	1,29
4,80	9	0,787	20,29	25,78	1,01	1,29
5,10	12	0,784	26,95	34,37	1,35	1,72
5,40	10	0,781	21,31	27,28	1,07	1,36
5,70	10	0,778	21,23	27,28	1,06	1,36
6,00	11	0,775	23,27	30,01	1,16	1,50
6,30	11	0,773	22,14	28,65	1,11	1,43
6,60	15	0,720	28,15	39,07	1,41	1,95
6,90	14	0,718	26,18	36,47	1,31	1,82
7,20	13	0,716	23,18	32,40	1,16	1,62
7,50	29	0,663	47,94	72,27	2,40	3,61
7,80	35	0,611	53,32	87,22	2,67	4,36
8,10	40	0,559	53,43	95,54	2,67	4,78
8,40	45	0,557	59,89	107,48	2,99	5,37

### **STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA P5**

#### **TERRENI COESIVI** **Coesione non drenata**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - Materiale poco consistente	2,61	0,90	Schmertmann (1975)	0,25
[2] - Materiale mod. consistente	6,73	7,20	Schmertmann (1975)	0,66

IMPIANTO FOTOVOLTAICO "CARPI - Fossoli"				
E-10a	Relazione geotecnica e sismica	rev 00	17.03.2025	Pagina 19 di 46

**Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm²)
[1] - Materiale poco consistente	2,61	0,90	Robertson (1983)	5,22
[2] - Materiale mod. consistente	6,73	7,20	Robertson (1983)	13,46

**Modulo Edometrico**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm²)
[1] - Materiale poco consistente	2,61	0,90	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	28,41
[2] - Materiale mod. consistente	6,73	7,20	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	70,43

**Modulo di Young**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm²)
[1] - Materiale poco consistente	2,61	0,90	D'Appollonia ed altri 1983	26,10
[2] - Materiale mod. consistente	6,73	7,20	D'Appollonia ed altri 1983	67,30

**Classificazione AGI**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] - Materiale poco consistente	2,61	0,90	Classificaz. A.G.I. (1977)	POCO CONSISTENTE
[2] - Materiale mod. consistente	6,73	7,20	Classificaz. A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE

**Peso unità di volume**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m³)
[1] - Materiale poco consistente	2,61	0,90	Meyerhof ed altri	1,61
[2] - Materiale mod. consistente	6,73	7,20	Meyerhof ed altri	1,85

**Peso unità di volume saturo**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m³)
[1] - Materiale poco consistente	2,61	0,90	Meyerhof ed altri	1,86
[2] - Materiale mod. consistente	6,73	7,20	Meyerhof ed altri	1,89

IMPIANTO FOTOVOLTAICO "CARPI - Fossoli"				
E-10a	Relazione geotecnica e sismica	rev 00	17.03.2025	Pagina 20 di 46

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
[1] - Materiale poco consistente	2,61	0,90	2,61	Meyerhof (1957)	38,6
[2] - Materiale mod. consistente	6,73	7,20	6,73	Meyerhof (1957)	48,73
[3] - Materiale mod. addensato	26,45	8,40	20,725	Meyerhof (1957)	75,23

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
[1] - Materiale poco consistente	2,61	0,90	2,61	Shioi-Fukuni (1982)	21,26
[2] - Materiale mod. consistente	6,73	7,20	6,73	Shioi-Fukuni (1982)	25,05
[3] - Materiale mod. addensato	26,45	8,40	20,725	Shioi-Fukuni (1982)	32,63

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm²)
[3] - Materiale mod. addensato	26,45	8,40	20,725	Bowles (1982)	178,62

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm²)
[3] - Materiale mod. addensato	26,45	8,40	20,725	Menzenbach e Malcev	130,43

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[3] - Materiale mod. addensato	26,45	8,40	20,725	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m³)
[3] - Materiale mod. addensato	26,45	8,40	20,725	Meyerhof ed altri	2,01

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m³)
[3] - Materiale mod. addensato	26,45	8,40	20,725	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,11

IMPIANTO FOTOVOLTAICO "CARPI - Fossoli"				
E-10a	Relazione geotecnica e sismica	rev 00	17.03.2025	Pagina 21 di 46

### **PROVA P6**

Strumento utilizzato DPH  
 Prova eseguita in data 27/01/2025  
 Profondità prova 7,50 m  
 Falda rilevata  
 Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,30	4	0,853	13,01	15,26	0,65	0,76
0,60	2	0,847	6,46	7,63	0,32	0,38
0,90	6	0,842	18,06	21,46	0,90	1,07
1,20	9	0,836	26,92	32,19	1,35	1,61
1,50	11	0,831	32,70	39,35	1,64	1,97
1,80	8	0,826	22,26	26,94	1,11	1,35
2,10	5	0,822	13,83	16,84	0,69	0,84
2,40	6	0,817	16,51	20,20	0,83	1,01
2,70	6	0,813	15,51	19,09	0,78	0,95
3,00	7	0,809	18,01	22,27	0,90	1,11
3,30	9	0,805	23,04	28,63	1,15	1,43
3,60	10	0,801	24,14	30,14	1,21	1,51
3,90	10	0,797	24,03	30,14	1,20	1,51
4,20	10	0,794	23,93	30,14	1,20	1,51
4,50	10	0,790	22,64	28,64	1,13	1,43
4,80	11	0,787	24,80	31,51	1,24	1,58
5,10	9	0,784	20,21	25,78	1,01	1,29
5,40	6	0,781	12,79	16,37	0,64	0,82
5,70	12	0,778	25,48	32,74	1,27	1,64
6,00	11	0,775	23,27	30,01	1,16	1,50
6,30	14	0,723	26,36	36,47	1,32	1,82
6,60	10	0,770	20,07	26,05	1,00	1,30
6,90	16	0,718	29,92	41,68	1,50	2,08
7,20	35	0,616	53,70	87,22	2,68	4,36
7,50	41	0,563	57,57	102,17	2,88	5,11

### **STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA P6**

#### **TERRENI COESIVI**

**Coesione non drenata**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - Materiale poco consistente	2,84	0,90	Schmertmann (1975)	0,28
[2] - Materiale mod. consistente	6,74	6,90	Schmertmann (1975)	0,66

IMPIANTO FOTOVOLTAICO "CARPI - Fossoli"				
E-10a	Relazione geotecnica e sismica	rev 00	17.03.2025	Pagina 22 di 46

**Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm²)
[1] - Materiale poco consistente	2,84	0,90	Robertson (1983)	5,68
[2] - Materiale mod. consistente	6,74	6,90	Robertson (1983)	13,48

**Modulo Edometrico**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm²)
[1] - Materiale poco consistente	2,84	0,90	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	30,76
[2] - Materiale mod. consistente	6,74	6,90	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	70,54

**Modulo di Young**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm²)
[1] - Materiale poco consistente	2,84	0,90	D'Appollonia ed altri 1983	28,40
[2] - Materiale mod. consistente	6,74	6,90	D'Appollonia ed altri 1983	67,40

**Classificazione AGI**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] - Materiale poco consistente	2,84	0,90	Classificaz. A.G.I. (1977)	POCO CONSISTENTE
[2] - Materiale mod. consistente	6,74	6,90	Classificaz. A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE

**Peso unità di volume**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m³)
[1] - Materiale poco consistente	2,84	0,90	Meyerhof ed altri	1,62
[2] - Materiale mod. consistente	6,74	6,90	Meyerhof ed altri	1,85

**Peso unità di volume saturo**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m³)
[1] - Materiale poco consistente	2,84	0,90	Meyerhof ed altri	1,86
[2] - Materiale mod. consistente	6,74	6,90	Meyerhof ed altri	1,89

IMPIANTO FOTOVOLTAICO "CARPI - Fossoli"				
E-10a	Relazione geotecnica e sismica	rev 00	17.03.2025	Pagina 23 di 46

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
[1] - Materiale poco consistente	2,84	0,90	2,84	Meyerhof (1957)	40,25
[2] - Materiale mod. consistente	6,74	6,90	6,74	Meyerhof (1957)	48,82
[3] - Materiale mod. addensato	26,98	7,50	20,99	Meyerhof (1957)	77,12

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
[1] - Materiale poco consistente	2,84	0,90	2,84	Shioi-Fukuni (1982)	21,53
[2] - Materiale mod. consistente	6,74	6,90	6,74	Shioi-Fukuni (1982)	25,05
[3] - Materiale mod. addensato	26,98	7,50	20,99	Shioi-Fukuni (1982)	32,74

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm²)
[3] - Materiale mod. addensato	26,98	7,50	20,99	Bowles (1982)	179,95

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm²)
[3] - Materiale mod. addensato	26,98	7,50	20,99	Menzenbach e Malcev	131,62

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[3] - Materiale mod. addensato	26,98	7,50	20,99	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m³)
[3] - Materiale mod. addensato	26,98	7,50	20,99	Meyerhof ed altri	2,01

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m³)
[3] - Materiale mod. addensato	26,98	7,50	20,99	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,11



IMPIANTO FOTOVOLTAICO "CARPI - Fossoli"				
E-10a	Relazione geotecnica e sismica	rev 00	17.03.2025	Pagina 24 di 46

**PROVA P7**

Strumento utilizzato  
Prova eseguita in data  
Profondità prova  
Falda rilevata  
Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

DPH  
27/01/2025  
9,00 m

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm²)	Res. dinamica (Kg/cm²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm²)
0,30	1	0,853	3,25	3,81	0,16	0,19
0,60	1	0,847	3,23	3,81	0,16	0,19
0,90	1	0,842	3,01	3,58	0,15	0,18
1,20	3	0,836	8,97	10,73	0,45	0,54
1,50	5	0,831	14,87	17,88	0,74	0,89
1,80	5	0,826	13,91	16,84	0,70	0,84
2,10	6	0,822	16,60	20,20	0,83	1,01
2,40	6	0,817	16,51	20,20	0,83	1,01
2,70	7	0,813	18,10	22,27	0,90	1,11
3,00	7	0,809	18,01	22,27	0,90	1,11
3,30	12	0,805	30,72	38,17	1,54	1,91
3,60	14	0,751	31,69	42,20	1,58	2,11
3,90	11	0,797	26,43	33,16	1,32	1,66
4,20	9	0,794	21,53	27,13	1,08	1,36
4,50	9	0,790	20,37	25,78	1,02	1,29
4,80	8	0,787	18,04	22,91	0,90	1,15
5,10	9	0,784	20,21	25,78	1,01	1,29
5,40	10	0,781	21,31	27,28	1,07	1,36
5,70	8	0,778	16,99	21,83	0,85	1,09
6,00	8	0,775	16,93	21,83	0,85	1,09
6,30	11	0,773	22,14	28,65	1,11	1,43
6,60	10	0,770	20,07	26,05	1,00	1,30
6,90	14	0,718	26,18	36,47	1,31	1,82
7,20	15	0,716	26,75	37,38	1,34	1,87
7,50	19	0,713	33,78	47,35	1,69	2,37
7,80	26	0,661	42,85	64,79	2,14	3,24
8,10	40	0,559	53,43	95,54	2,67	4,78
8,40	35	0,607	50,76	83,60	2,54	4,18
8,70	36	0,605	52,05	85,98	2,60	4,30
9,00	49	0,553	62,19	112,37	3,11	5,62

**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA P7**

TERRENI COESIVI  
Coesione non drenata

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm²)
[1] - Materiale privo di consistenza	1,06	1,20	Schmertmann (1975)	0,10
[2] - Materiale mod. consistente	6,87	7,50	Schmertmann (1975)	0,67

IMPIANTO FOTOVOLTAICO "CARPI - Fossoli"				
E-10a	Relazione geotecnica e sismica	rev 00	17.03.2025	Pagina 25 di 46

**Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm²)
[1] - Materiale privo di consistenza	1,06	1,20	Robertson (1983)	2,12
[2] - Materiale mod. consistente	6,87	7,50	Robertson (1983)	13,74

**Modulo Edometrico**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm²)
[1] - Materiale privo di consistenza	1,06	1,20	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	12,60
[2] - Materiale mod. consistente	6,87	7,50	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	71,86

**Modulo di Young**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm²)
[1] - Materiale privo di consistenza	1,06	1,20	D'Appollonia ed altri 1983	10,60
[2] - Materiale mod. consistente	6,87	7,50	D'Appollonia ed altri 1983	68,70

**Classificazione AGI**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] - Materiale privo di consistenza	1,06	1,20	Classificaz. A.G.I. (1977)	PRIVO DI CONSISTENZA
[2] - Materiale mod. consistente	6,87	7,50	Classificaz. A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE

**Peso unità di volume**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m³)
[1] - Materiale privo di consistenza	1,06	1,20	Meyerhof ed altri	1,49
[2] - Materiale mod. consistente	6,87	7,50	Meyerhof ed altri	1,85

**Peso unità di volume saturo**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m³)
[1] - Materiale privo di consistenza	1,06	1,20	Meyerhof ed altri	1,84
[2] - Materiale mod. consistente	6,87	7,50	Meyerhof ed altri	1,90

IMPIANTO FOTOVOLTAICO "CARPI - Fossoli"				
E-10a	Relazione geotecnica e sismica	rev 00	17.03.2025	Pagina 26 di 46

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
[1] - Materiale privo di consistenza	1,06	1,20	1,06	Meyerhof (1957)	24,33
[2] - Materiale mod. consistente	6,87	7,50	6,87	Meyerhof (1957)	48,01
[3] - Materiale mod. addensato	26,41	9,00	20,705	Meyerhof (1957)	73,21

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
[1] - Materiale privo di consistenza	1,06	1,20	1,06	Shioi-Fukuni (1982)	18,99
[2] - Materiale mod. consistente	6,87	7,50	6,87	Shioi-Fukuni (1982)	25,15
[3] - Materiale mod. addensato	26,41	9,00	20,705	Shioi-Fukuni (1982)	32,62

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm²)
[3] - Materiale mod. addensato	26,41	9,00	20,705	Bowles (1982)	178,52

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm²)
[3] - Materiale mod. addensato	26,41	9,00	20,705	Menzenbach e Malcev	130,34

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[3] - Materiale mod. addensato	26,41	9,00	20,705	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m³)
[3] - Materiale mod. addensato	26,41	9,00	20,705	Meyerhof ed altri	2,01

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m³)
[3] - Materiale mod. addensato	26,41	9,00	20,705	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,11

IMPIANTO FOTOVOLTAICO "CARPI - Fossoli"				
E-10a	Relazione geotecnica e sismica	rev 00	17.03.2025	Pagina 27 di 46

### **PROVA P8**

Strumento utilizzato DPH  
 Prova eseguita in data 27/01/2025  
 Profondità prova 8,10 m  
 Falda rilevata  
 Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,30	2	0,853	6,50	7,63	0,33	0,38
0,60	2	0,847	6,46	7,63	0,32	0,38
0,90	4	0,842	12,04	14,31	0,60	0,72
1,20	3	0,836	8,97	10,73	0,45	0,54
1,50	8	0,831	23,78	28,61	1,19	1,43
1,80	7	0,826	19,48	23,57	0,97	1,18
2,10	7	0,822	19,37	23,57	0,97	1,18
2,40	6	0,817	16,51	20,20	0,83	1,01
2,70	8	0,813	20,69	25,45	1,03	1,27
3,00	8	0,809	20,58	25,45	1,03	1,27
3,30	7	0,805	17,92	22,27	0,90	1,11
3,60	9	0,801	21,73	27,13	1,09	1,36
3,90	10	0,797	24,03	30,14	1,20	1,51
4,20	11	0,794	26,32	33,16	1,32	1,66
4,50	11	0,790	24,90	31,51	1,25	1,58
4,80	10	0,787	22,54	28,64	1,13	1,43
5,10	9	0,784	20,21	25,78	1,01	1,29
5,40	9	0,781	19,18	24,56	0,96	1,23
5,70	8	0,778	16,99	21,83	0,85	1,09
6,00	9	0,775	19,04	24,56	0,95	1,23
6,30	12	0,773	24,16	31,26	1,21	1,56
6,60	14	0,720	26,27	36,47	1,31	1,82
6,90	14	0,718	26,18	36,47	1,31	1,82
7,20	24	0,666	39,81	59,81	1,99	2,99
7,50	30	0,663	49,60	74,76	2,48	3,74
7,80	29	0,661	47,79	72,27	2,39	3,61
8,10	44	0,559	58,77	105,09	2,94	5,25

### **STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA P8**

#### **TERRENI COESIVI** **Coesione non drenata**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - Materiale privo di consistenza	1,95	1,20	Schmertmann (1975)	0,19
[2] - Materiale mod. consistente	6,62	6,90	Schmertmann (1975)	0,65

IMPIANTO FOTOVOLTAICO "CARPI - Fossoli"				
E-10a	Relazione geotecnica e sismica	rev 00	17.03.2025	Pagina 28 di 46

#### Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm²)
[1] - Materiale privo di consistenza	1,95	1,20	Robertson (1983)	3,90
[2] - Materiale mod. consistente	6,62	6,90	Robertson (1983)	13,24

#### Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm²)
[1] - Materiale privo di consistenza	1,95	1,20	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	21,68
[2] - Materiale mod. consistente	6,62	6,90	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	69,31

#### Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm²)
[1] - Materiale privo di consistenza	1,95	1,20	D'Appollonia ed altri 1983	19,50
[2] - Materiale mod. consistente	6,62	6,90	D'Appollonia ed altri 1983	66,20

#### Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] - Materiale privo di consistenza	1,95	1,20	Classificaz. A.G.I. (1977)	PRIVO DI CONSISTENZA
[2] - Materiale mod. consistente	6,62	6,90	Classificaz. A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE

#### Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m³)
[1] - Materiale privo di consistenza	1,95	1,20	Meyerhof ed altri	1,56
[2] - Materiale mod. consistente	6,62	6,90	Meyerhof ed altri	1,84

#### Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m³)
[1] - Materiale privo di consistenza	1,95	1,20	Meyerhof ed altri	1,85
[2] - Materiale mod. consistente	6,62	6,90	Meyerhof ed altri	1,89

IMPIANTO FOTOVOLTAICO "CARPI - Fossoli"				
E-10a	Relazione geotecnica e sismica	rev 00	17.03.2025	Pagina 29 di 46

### TERRENI INCOERENTI

#### Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
[1] - Materiale privo di consistenza	1,95	1,20	1,95	Meyerhof (1957)	32,92
[2] - Materiale mod. consistente	6,62	6,90	6,62	Meyerhof (1957)	47,52
[3] - Materiale mod. addensato	22,54	8,10	18,77	Meyerhof (1957)	71,82

#### Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
[1] - Materiale privo di consistenza	1,95	1,20	1,95	Shioi-Fukuni (1982)	20,41
[2] - Materiale mod. consistente	6,62	6,90	6,62	Shioi-Fukuni (1982)	24,96
[3] - Materiale mod. addensato	22,54	8,10	18,77	Shioi-Fukuni (1982)	31,78

#### Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm <sup>2</sup> )
[3] - Materiale mod. addensato	22,54	8,10	18,77	Bowles (1982)	168,85

#### Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
[3] - Materiale mod. addensato	22,54	8,10	18,77	Menzenbach e Malcev	121,71

#### Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[3] - Materiale mod. addensato	22,54	8,10	18,77	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO

#### Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m <sup>3</sup> )
[3] - Materiale mod. addensato	22,54	8,10	18,77	Meyerhof ed altri	1,97

#### Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m <sup>3</sup> )
[3] - Materiale mod. addensato	22,54	8,10	18,77	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,07

IMPIANTO FOTOVOLTAICO "CARPI - Fossoli"				
E-10a	Relazione geotecnica e sismica	rev 00	17.03.2025	Pagina 30 di 46

**PROVA P9**

Strumento utilizzato DPH  
Prova eseguita in data 27/01/2025  
Profondità prova 8,70 m  
Falda rilevata  
Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,30	3	0,853	9,76	11,44	0,49	0,57
0,60	5	0,847	16,15	19,07	0,81	0,95
0,90	6	0,842	18,06	21,46	0,90	1,07
1,20	9	0,836	26,92	32,19	1,35	1,61
1,50	6	0,831	17,84	21,46	0,89	1,07
1,80	8	0,826	22,26	26,94	1,11	1,35
2,10	9	0,822	24,90	30,31	1,25	1,52
2,40	8	0,817	22,01	26,94	1,10	1,35
2,70	8	0,813	20,69	25,45	1,03	1,27
3,00	7	0,809	18,01	22,27	0,90	1,11
3,30	10	0,805	25,60	31,81	1,28	1,59
3,60	10	0,801	24,14	30,14	1,21	1,51
3,90	6	0,797	14,42	18,09	0,72	0,90
4,20	9	0,794	21,53	27,13	1,08	1,36
4,50	8	0,790	18,11	22,91	0,91	1,15
4,80	8	0,787	18,04	22,91	0,90	1,15
5,10	8	0,784	17,96	22,91	0,90	1,15
5,40	7	0,781	14,92	19,10	0,75	0,95
5,70	7	0,778	14,86	19,10	0,74	0,95
6,00	8	0,775	16,93	21,83	0,85	1,09
6,30	11	0,773	22,14	28,65	1,11	1,43
6,60	10	0,770	20,07	26,05	1,00	1,30
6,90	14	0,718	26,18	36,47	1,31	1,82
7,20	13	0,716	23,18	32,40	1,16	1,62
7,50	13	0,713	23,11	32,40	1,16	1,62
7,80	28	0,661	46,14	69,77	2,31	3,49
8,10	35	0,609	50,93	83,60	2,55	4,18
8,40	42	0,557	55,90	100,32	2,80	5,02
8,70	39	0,555	51,73	93,15	2,59	4,66

**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA P9**

**TERRENI COESIVI**  
**Coesione non drenata**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - Materiale poco consistente	3,32	0,90	Schmertmann (1975)	0,32
[2] - Materiale mod. consistente	6,35	7,50	Schmertmann (1975)	0,62

IMPIANTO FOTOVOLTAICO "CARPI - Fossoli"				
E-10a	Relazione geotecnica e sismica	rev 00	17.03.2025	Pagina 31 di 46

**Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm²)
[1] - Materiale poco consistente	3,32	0,90	Robertson (1983)	6,64
[2] - Materiale mod. consistente	6,35	7,50	Robertson (1983)	12,70

**Modulo Edometrico**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm²)
[1] - Materiale poco consistente	3,32	0,90	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	35,65
[2] - Materiale mod. consistente	6,35	7,50	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	66,56

**Modulo di Young**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm²)
[1] - Materiale poco consistente	3,32	0,90	D'Appollonia ed altri 1983	33,20
[2] - Materiale mod. consistente	6,35	7,50	D'Appollonia ed altri 1983	63,50

**Classificazione AGI**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] - Materiale poco consistente	3,32	0,90	Classificaz. A.G.I. (1977)	POCO CONSISTENTE
[2] - Materiale mod. consistente	6,35	7,50	Classificaz. A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE

**Peso unità di volume**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m³)
[1] - Materiale poco consistente	3,32	0,90	Meyerhof ed altri	1,66
[2] - Materiale mod. consistente	6,35	7,50	Meyerhof ed altri	1,83

**Peso unità di volume saturo**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m³)
[1] - Materiale poco consistente	3,32	0,90	Meyerhof ed altri	1,86
[2] - Materiale mod. consistente	6,35	7,50	Meyerhof ed altri	1,89



IMPIANTO FOTOVOLTAICO "CARPI - Fossoli"				
E-10a	Relazione geotecnica e sismica	rev 00	17.03.2025	Pagina 32 di 46

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
[1] - Materiale poco consistente	3,32	0,90	3,32	Meyerhof (1957)	43,47
[2] - Materiale mod. consistente	6,35	7,50	6,35	Meyerhof (1957)	45,87
[3] - Materiale mod. addensato	25,56	8,70	20,28	Meyerhof (1957)	72,34

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
[1] - Materiale poco consistente	3,32	0,90	3,32	Shioi-Fukuni (1982)	22,06
[2] - Materiale mod. consistente	6,35	7,50	6,35	Shioi-Fukuni (1982)	24,76
[3] - Materiale mod. addensato	25,56	8,70	20,28	Shioi-Fukuni (1982)	32,44

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm²)
[3] - Materiale mod. addensato	25,56	8,70	20,28	Bowles (1982)	176,40

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm²)
[3] - Materiale mod. addensato	25,56	8,70	20,28	Menzenbach e Malcev	128,45

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[3] - Materiale mod. addensato	25,56	8,70	20,28	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m³)
[3] - Materiale mod. addensato	25,56	8,70	20,28	Meyerhof ed altri	2,00

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m³)
[3] - Materiale mod. addensato	25,56	8,70	20,28	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,10

IMPIANTO FOTOVOLTAICO "CARPI - Fossoli"				
E-10a	Relazione geotecnica e sismica	rev 00	17.03.2025	Pagina 33 di 46

Di seguito si riporta una tabella riassuntiva dei parametri mediati da attribuire ai terreni attraversati desunti dall'elaborazione delle risultanze delle prove penetrometriche eseguite, corrispondenti ai valori medi e caratteristici da utilizzarsi ai sensi del D.M. 17/01/2018.

Strato	Profondità massima	Nspt	Tipo	Classificazione A.G.I.	$\gamma$	$\gamma_{sat}$	$\phi'$	C
	m da p.c.				t/m <sup>3</sup>	t/m <sup>3</sup>	°	kg/cm <sup>2</sup>
1	0,0 – 1,2	< 5	Coesivo	Poco consistente	1,7	1,9	22	0,2
2	1,2 – 7,5	5 - 10	Coesivo	Mod. consistente	1,9	2,0	24	0,5
3	> 7,5	> 20	Incoerente	Mod. addensato	2,0	2,1	32	0,0

dove:

Nspt : numero colpi riferibili ad una prova SPT

$\gamma$ : peso di volume

$\gamma_{sat}$ : peso di volume saturo

$\phi$ : angolo di attrito

C: coesione non drenata

Lo schema geotecnico valido per l'area d'intervento, dedotto dalle indagini eseguite, è il seguente:

- piano campagna di riferimento locale: orizzontale;
- profondità della falda: - 2 m;
- terreno di fondazione: Unità litologica 2;
- volume significativo: Unità litologica 1+2;
- valori medi parametri: vedasi tabella precedente.

Per quanto riguarda i valori di progetto da adottare nei calcoli ove vengano previste Combinazioni contenenti M2, si rappresenta che questi si ottengono dividendo i valori caratteristici sopra riportati per i coefficienti riduttivi parziali secondo quanto indicato nell'Eurocodice 7 e nel D.M. 17.01.2018 – NTC, di seguito riportati:

$$\gamma_d = \gamma_k/1;$$

$$C_d = C_k/1,4;$$

$$\phi'_d = \phi'_k/1,25.$$

Una volta ottenuti i predetti valori caratteristici e di progetto da utilizzarsi nelle diverse tipologie di verifiche da parte del Progettista, tutte le opere e le componenti strutturali dovranno essere progettate, eseguite, collaudate e soggette a manutenzione in modo tale da consentirne la prevista utilizzazione in forma economicamente sostenibile e con il livello di sicurezza previsto dalla normativa vigente.

Le opere e le varie tipologie strutturali dovranno possedere i seguenti requisiti:

- sicurezza nei confronti di stati limite ultimi (SLU);

IMPIANTO FOTOVOLTAICO "CARPI - Fossoli"				
E-10a	Relazione geotecnica e sismica	rev 00	17.03.2025	Pagina 34 di 46

- capacità di evitare crolli, perdite di equilibrio e dissesti gravi, totali o parziali, che possano compromettere l'incolumità delle persone, o comportare la perdita di beni, o provocare gravi danni ambientali e sociali, oppure mettere fuori servizio l'opera;
- sicurezza nei confronti di stati limite di esercizio (SLE): capacità di garantire le prestazioni previste per le condizioni di esercizio;
- robustezza nei confronti di azioni eccezionali: capacità di evitare danni sproporzionati rispetto all'entità delle cause innescanti quali incendio, esplosioni, urti.

Il superamento di uno stato limite ultimo (SLU) ha carattere irreversibile e si definisce collasso. Il superamento di uno stato limite di esercizio (SLE) può avere carattere reversibile o irreversibile.

Il superamento di uno stato limite di esercizio (SLE) ha carattere reversibile nel caso che si esamini una situazione in cui la deformazione o il danno cessino con l'estinguersi della causa che ha determinato il superamento dello stato limite. Se, pur non avendosi il collasso, l'opera subisce lesioni tali da renderla inutilizzabile, in quest'ultimo caso siamo in presenza di danni irreversibili o di deformazioni permanenti inaccettabili. Ad esempio, nel caso di una fondazione superficiale ciò può verificarsi quando i cedimenti del terreno superano una soglia critica, provocando delle distorsioni angolari non accettabili negli elementi della sovrastruttura.

Per le opere esistenti è possibile fare riferimento a livelli di sicurezza diversi da quelli delle nuove opere ed è anche possibile considerare solo gli stati limite ultimi (SLU).

La verifica della sicurezza nei confronti degli stati limite ultimi (SLU) di resistenza si ottiene con il "Metodo semiprobabilistico dei Coefficienti parziali" di sicurezza tramite l'equazione:

$$R_d > E_d$$

con:

- $R_d$  = resistenza di progetto, valutata in base ai valori di progetto della resistenza dei materiali e ai valori nominali delle grandezze geometriche interessate (di pertinenza del geotecnico e dello strutturista);
- $E_d$  = valore di progetto dell'effetto delle azioni, valutato in base ai valori di progetto nelle varie combinazioni di carico (di pertinenza dello strutturista).

Disponendo dei carichi indotti dalle strutture in progetto, nonché dei parametri caratteristici e di progetto forniti, dovranno essere effettuate dal Progettista le verifiche ai diversi stati limite del sistema geotecnico applicando le combinazioni e i coefficienti parziali sui parametri previsti dal D.M. 17.01.2018.

### 3. Risultanze delle indagini sismiche MASW eseguite nell'area d'indagine

#### 3.1. Introduzione

All'interno del sito in esame sono state eseguite n. 3 prove sismiche di tipo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves), finalizzate alla definizione del parametro  $V_{s,eq}$  per la classificazione sismica dei suoli (in accordo al D.M. 17.01.2018 e successivi aggiornamenti). Si illustrano e analizzano di seguito i risultati ottenuti.

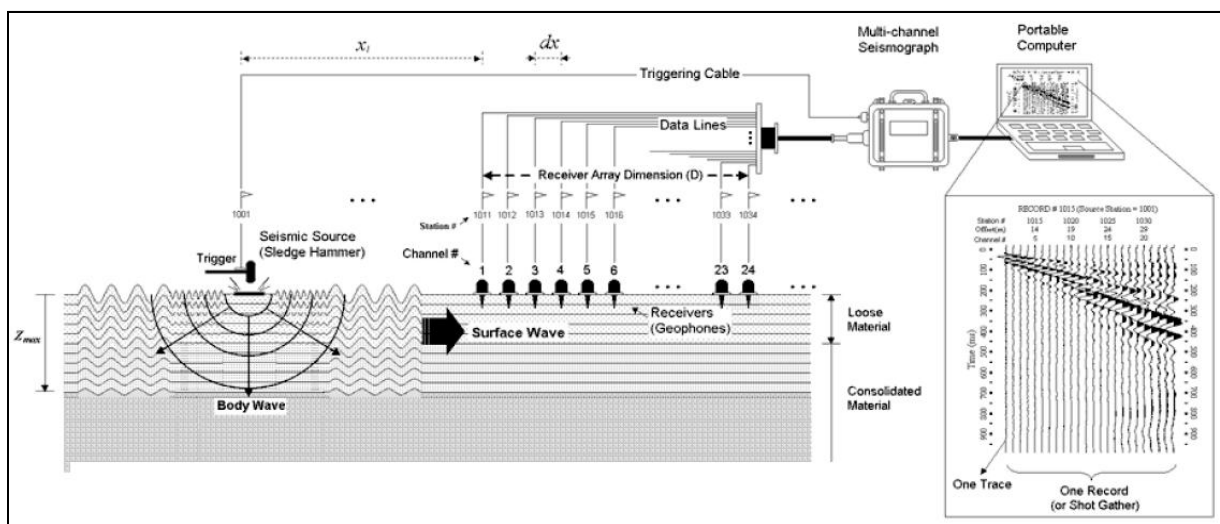
#### 3.2. Cenni sulla metodologia MASW

La propagazione delle onde di Rayleigh in un mezzo verticalmente eterogeneo è un fenomeno multimodale: data una determinata stratigrafia, in corrispondenza di una certa frequenza, possono esistere diverse lunghezze d'onda. Di conseguenza, ad una determinata frequenza possono corrispondere diverse velocità di fase, ad ognuna delle quali corrisponde un modo di propagazione e differenti modi di vibrazione possono esibirsi simultaneamente.

La curva di dispersione ottenuta elaborando i dati derivanti dalle indagini sismiche col metodo SWM (surface waves multichannel) è una curva apparente derivante dalla sovrapposizione delle curve relative ai vari modi di vibrazione, e che per i limiti indotti dal campionamento non necessariamente coincide con singoli modi nei diversi intervalli di frequenza campionati.

Il processo di caratterizzazione basato sul metodo delle onde superficiali, in sintesi, può essere suddiviso in tre fasi:

- Acquisizione;
- Elaborazione;
- Inversione.



**Figura 2.** Schema d'acquisizione della prova sismica MASW.

I dati acquisiti vengono sottoposti ad una fase di processing che consente di stimare la curva di dispersione caratteristica del sito in oggetto ovvero, la velocità di fase delle onde di Rayleigh in funzione della frequenza (il codice di calcolo utilizzato è Easy MASW della Geostru).

Esistono diverse tecniche di processing per estrarre dai sismogrammi le caratteristiche dispersive del sito. La metodologia più diffusa è l'analisi spettrale in dominio f-k (frequenza-numero d'onda). I dati sismici

IMPIANTO FOTOVOLTAICO "CARPI - Fossoli"				
E-10a	Relazione geotecnica e sismica	rev 00	17.03.2025	Pagina 36 di 46

registrati vengono sottoposti a una doppia trasformata di Fourier che consente di passare dal dominio x-t (spazio tempo) al dominio f-k. Lo spettro f-k del segnale consente di ottenere una curva di dispersione per le onde di Rayleigh, nell'ipotesi che nell'intervallo di frequenze analizzato le onde che si propagano con il maggiore contenuto di energia siano proprio le onde di Rayleigh, e se le caratteristiche del sito sono tali da consentire la propagazione delle onde superficiali e un comportamento dispersivo delle stesse. Si dimostra infatti che la velocità delle onde di Rayleigh è associata ai massimi dello spettro f-k; si può ottenere facilmente una curva di dispersione individuando ad ogni frequenza il picco spettrale, al quale è associato un numero d'onda k e quindi una velocità delle onde di Rayleigh  $V_R$ , determinabile in base alla teoria delle onde dalla relazione:

$$V_R(f) = 2\pi f/k$$

Riportando le coppie di valori ( $V_R, f$ ) in un grafico, si ottiene la curva di dispersione utilizzabile nella successiva fase di inversione. La fase di inversione deve essere preceduta da una parametrizzazione del sottosuolo, che viene di norma schematizzato come un mezzo viscoelastico a strati piano-paralleli, omogenei ed isotropi, nel quale l'eterogeneità è rappresentata dalla differenziazione delle caratteristiche meccaniche degli strati.

Il processo di inversione è iterativo: a partire da un profilo di primo tentativo, costruito sulla base di metodi semplificati, ed eventualmente delle informazioni note a priori riguardo la stratigrafia, il problema diretto viene risolto diverse volte variando i parametri che definiscono il modello. Il processo termina quando viene individuato quel set di parametri di modello che minimizza la differenza fra il set di dati sperimentali (curva di dispersione misurata) e il set di dati calcolati (curva di dispersione sintetica). Usualmente, algoritmi di minimizzazione ai minimi quadrati vengono utilizzati per automatizzare la procedura.

### 3.3. Strumentazione utilizzata

L'acquisizione dei dati sismici è stata realizzata con un sismografo Echo 12/24 della Ambrogeo a 12 canali. Lo strumento è fornito di una connessione di rete standard per la comunicazione con un computer portatile su cui è installato un apposito programma che gestisce la visualizzazione, l'analisi e la memorizzazione delle forme d'onda registrate.

I geofoni utilizzati possiedono una frequenza di risonanza pari 4.5 Hz con distorsione inferiore allo 0.2%.

L'energizzazione si è ottenuta con massa battente da 8 kg su piastra metallica. Per l'innesco (trigger) si è utilizzato uno "shock sensor" collegato alla mazza battente e connesso via cavo al sismografo.

### 3.4. Ubicazione dell'indagine e acquisizione dei dati

Come indicato nell'introduzione, l'indagine ha previsto la realizzazione di n. 3 prove MASW. Per l'esecuzione di ognuna di queste è stato utilizzato uno stendimento con 12 geofoni a 4.5 Hz equispaziati di 1 m, per un totale di 11 m lineari.

Per l'acquisizione dei dati è stato utilizzato un punto di energizzazione posto a un'estremità di ogni stendimento, alla distanza (offset) di 10 m dal primo geofono. In corrispondenza di ogni punto di energizzazione sono stati generati complessivamente n. 5 impulsi sismici.

### 3.5. Elaborazione dei dati e risultati della prova MASW

I dati acquisiti sono stati elaborati con il software Easy MASW della Geostru software, che analizza la curva di dispersione sperimentale per le onde di Rayleigh. L'inversione numerica della curva, secondo un processo iterativo ai minimi quadrati, consente di ottenere un profilo di velocità delle onde di taglio nel sottosuolo.

Il D.M. 17/01/2018 "Norme Tecniche sulle Costruzioni" mette a disposizione dei professionisti uno strumento basato sul progetto sviluppato in collaborazione dall'INGV e dal DPC - "S1" - per il calcolo dei parametri rappresentativi delle componenti (orizzontali e verticali) delle azioni sismiche di progetto per qualsiasi sito del territorio nazionale.

La suddetta normativa individua come parametro di riferimento per la classificazione sismica dei suoli la velocità media di propagazione delle onde di taglio al di sotto del piano di fondazione ( $V_{s,eq}$ ) e viene calcolato con la seguente formula:

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

dove  $h_i$  e  $V_i$  indicano lo spessore (in m) e la velocità (in m/s) delle onde di taglio dello strato  $i$ -esimo, mentre  $H$  indica la profondità del substrato (definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da  $V_s$  non inferiore a 800 m/s).

Nella Tabella di seguito riportata si presenta la classificazione sismica prevista dal suddetto Decreto Ministeriale.

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

L'analisi del profilo sismostratigrafico ottenuto nelle prove eseguite risulta essere il seguente:

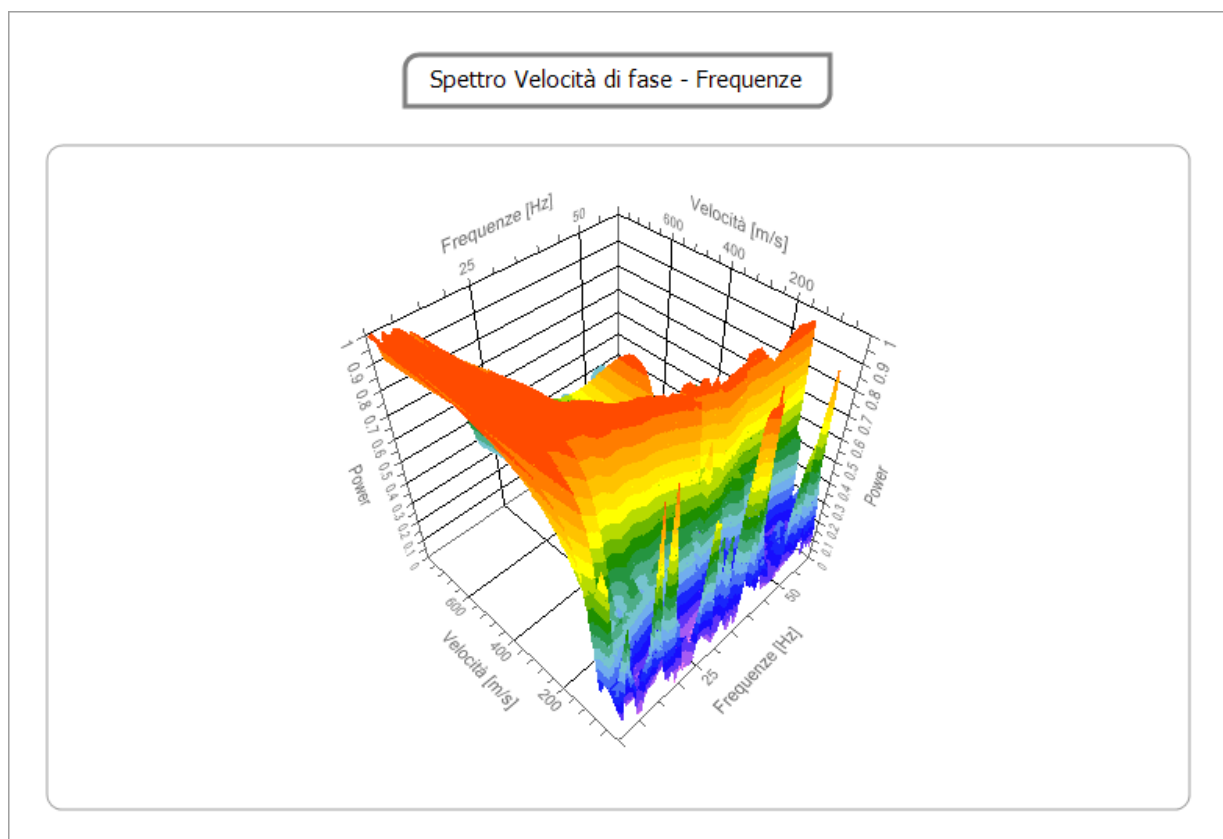
IMPIANTO FOTOVOLTAICO "CARPI - Fossoli"				
E-10a	Relazione geotecnica e sismica	rev 00	17.03.2025	Pagina 38 di 46

### **MASW 1**

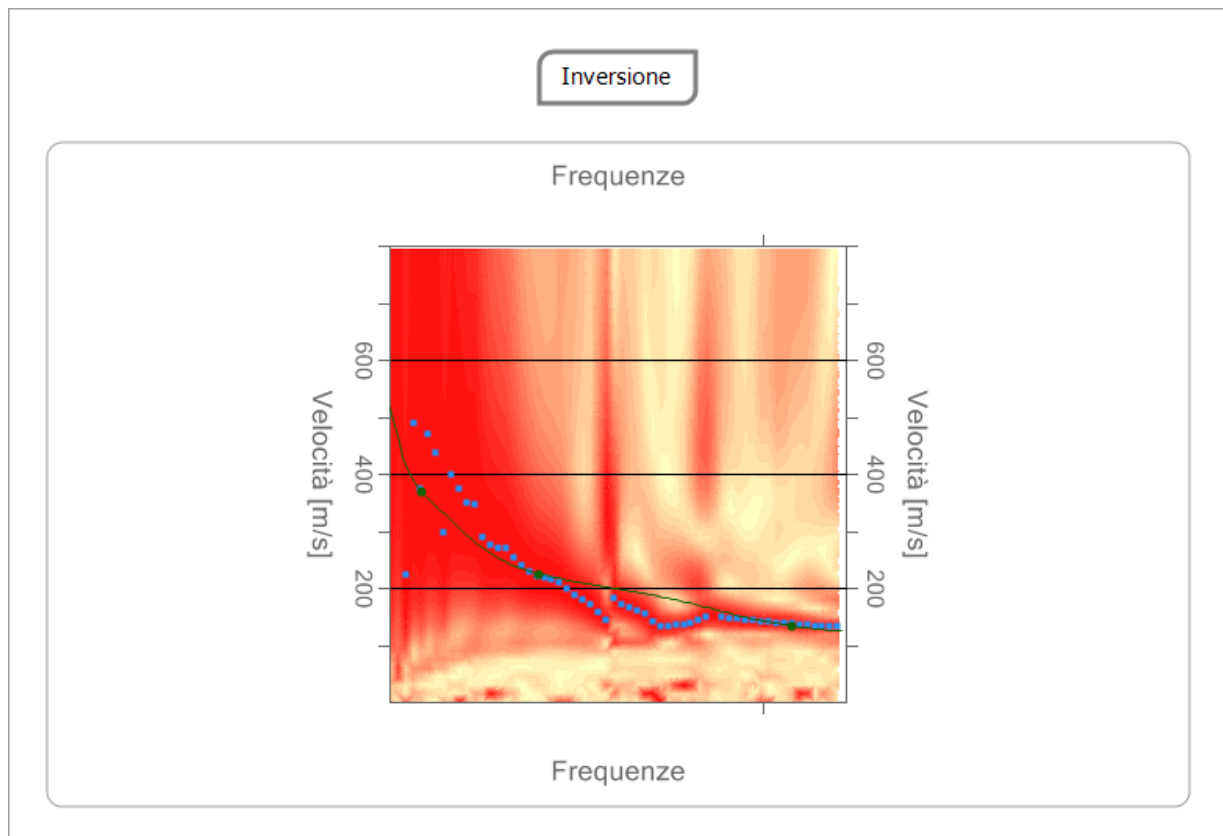
- In superficie è presente un livello di coltre, fino a circa 1 m di profondità, caratterizzato da depositi poco consistenti ( $V_s$  pari a 120 m/s circa);
- Al di sotto della coltre è presente un livello di potenza pari a 6 m circa costituito da depositi alluvionali a granulometria fine, moderatamente consistenti ( $V_s$  pari a 255 m/s circa);
- Al di sotto del suddetto livello superficiale si ritrovano depositi alluvionali a granulometria media, la cui base è posta a profondità maggiore di 30 m da p.c., caratterizzati da materiali addensati e con grado di addensamento crescente in funzione della profondità ( $V_s > 460$  m/s).

Applicando la formula riportata in precedenza, si ottiene per il sito in esame, a partire da p.c., un valore di  $V_{s,eq} = 355$  m/s.

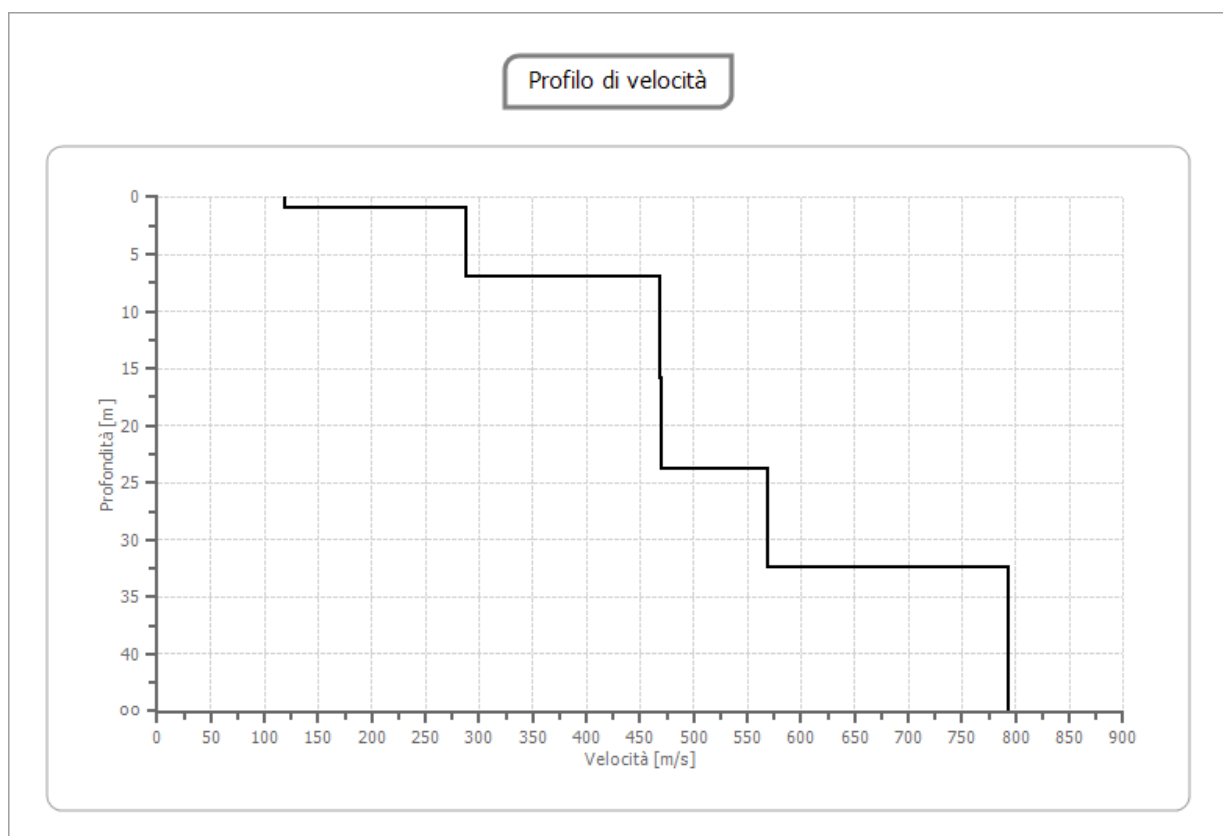
È possibile, pertanto, affermare che il **profilo sismico** di riferimento per il sito in esame è di tipo C.



**Figura 3.** Spettro velocità di fase – frequenza\_ottenuto dall'elaborazione della prova MASW



**Figura 4.** Traccia della curva di dispersione ottenuta dall'elaborazione della prova MASW.



**Figura 5.** Profilo della velocità delle onde S in funzione della profondità.



**Tabella 1.** Modello d'inversione del sottosuolo indagato con la prova MASW.

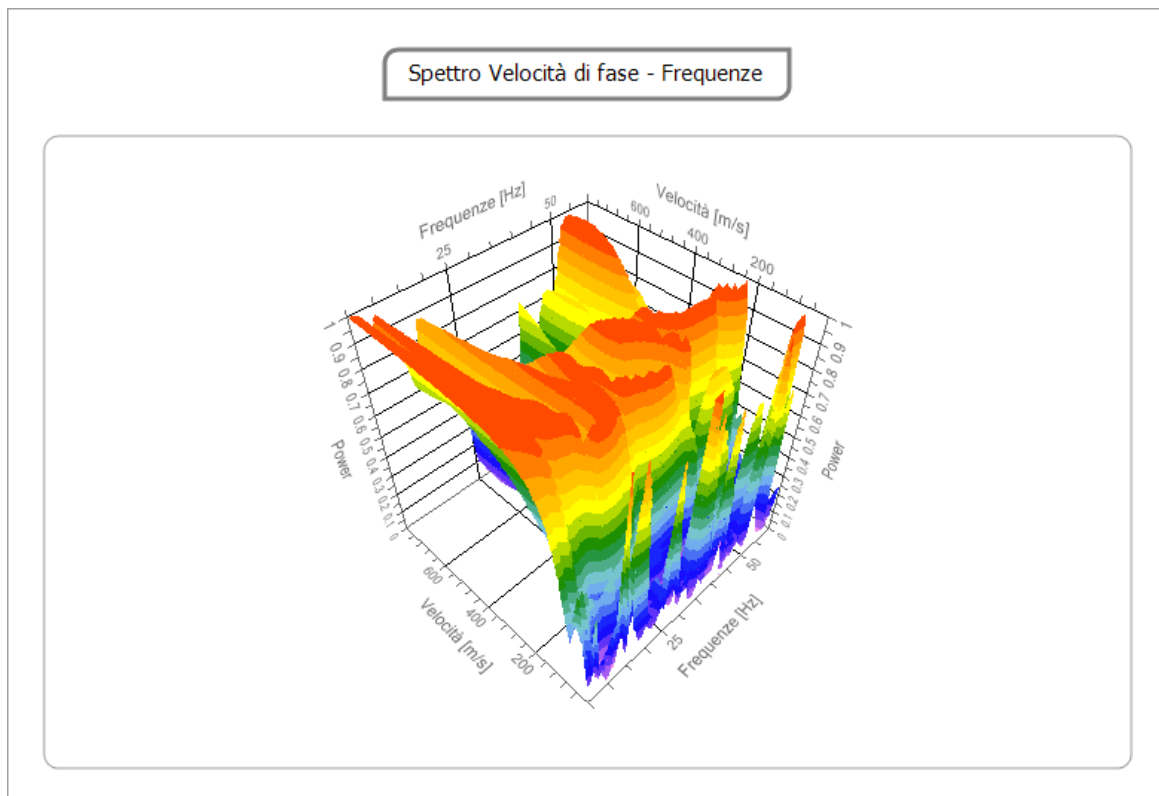
n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1	1.00	1.00	194.7	119.2
2	7.00	6.00	468.6	256.9
3	15.80	8.80	765.2	468.6
4	23.73	7.93	767.5	470.0
5	32.42	8.69	929.5	569.2
6	oo	oo	1294.6	792.8

## MASW 2

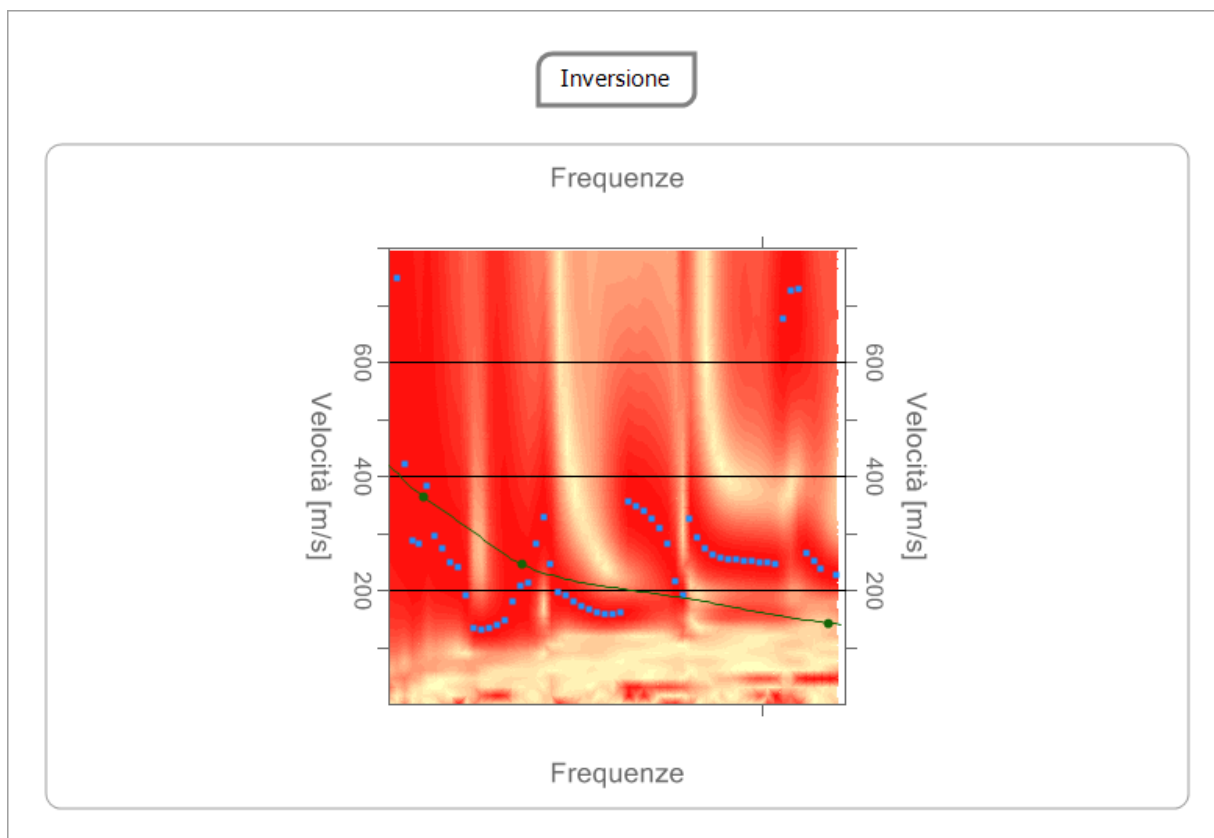
- In superficie è presente un livello di coltre, fino a circa 1 m di profondità, caratterizzato da depositi poco consistenti (Vs pari a 130 m/s circa);
- Al di sotto della coltre è presente un livello di potenza pari a 5,5 m circa costituito da depositi alluvionali a granulometria fine, moderatamente consistenti (Vs pari a 250 m/s circa);
- Al di sotto del suddetto livello superficiale si ritrovano depositi alluvionali a granulometria media, la cui base è posta a profondità maggiore di 30 m da p.c., caratterizzati da materiali addensati e con grado di addensamento crescente in funzione della profondità (Vs > 450 m/s).

Applicando la formula riportata in precedenza, si ottiene per il sito in esame, a partire da p.c., un valore di  $V_{s,eq} = 360$  m/s.

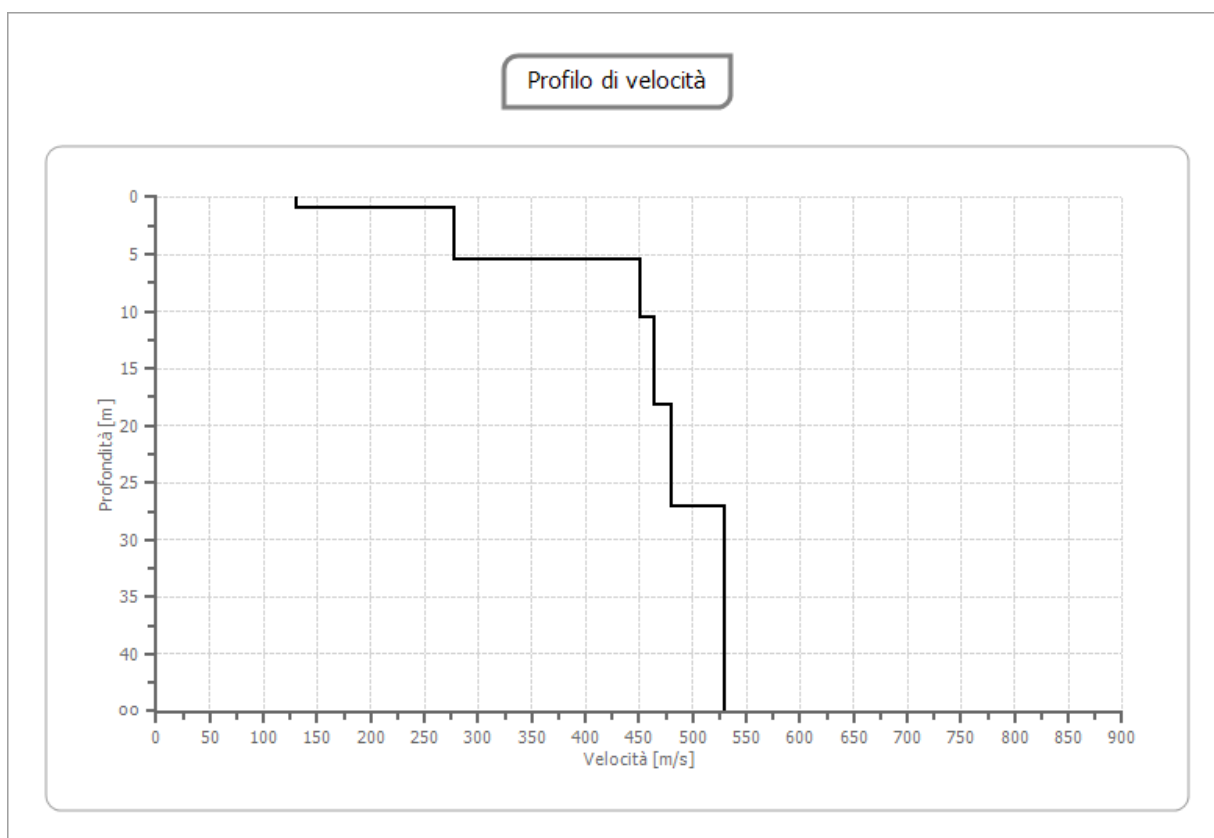
È possibile, pertanto, affermare che il **profilo sismico** di riferimento per il sito in esame è di tipo C.



**Figura 6.** Spettro velocità di fase – frequenza ottenuto dall'elaborazione della prova MASW.



**Figura 7.** Traccia della curva di dispersione ottenuta dall'elaborazione della prova MASW.



**Figura 8.** Profilo della velocità delle onde S in funzione della profondità.

**Tabella 2.** Modello d'inversione del sottosuolo indagato con la prova MASW.

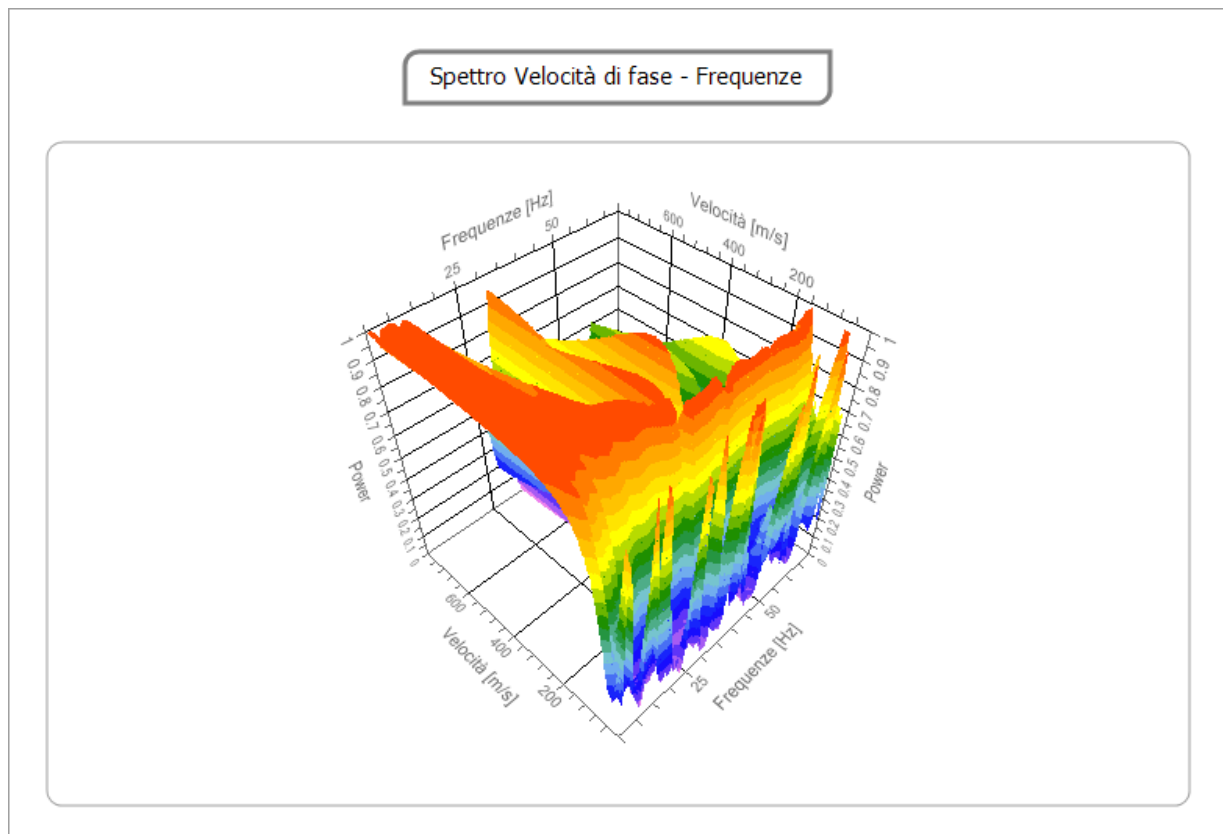
n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1	1.00	1.00	211.7	129.7
2	5.50	4.50	452.5	247.1
3	10.55	5.05	735.8	450.6
4	18.17	7.62	757.4	463.8
5	27.02	8.84	784.8	480.6
6	oo	oo	865.6	530.1

### **MASW 3**

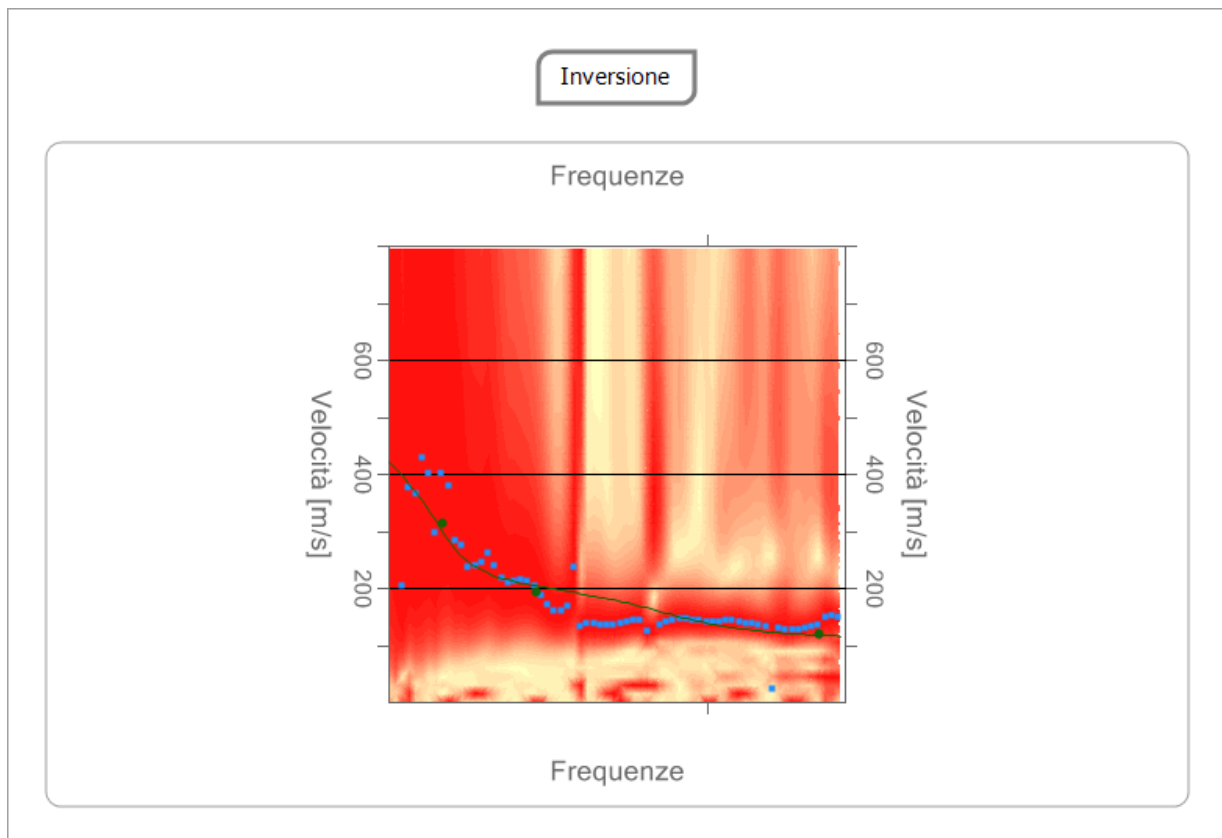
- In superficie è presente un livello di coltre, fino a circa 1 m di profondità, caratterizzato da depositi poco consistenti ( $V_s$  pari a 120 m/s circa);
- Al di sotto della coltre è presente un livello di potenza pari a 6,5 m circa costituito da depositi alluvionali a granulometria fine, moderatamente consistenti ( $V_s$  pari a 240 m/s circa);
- Al di sotto del suddetto livello superficiale si ritrovano depositi alluvionali a granulometria media, la cui base è posta a profondità maggiore di 30 m da p.c., caratterizzati da materiali addensati e con grado di addensamento crescente in funzione della profondità ( $V_s > 480$  m/s).

Applicando la formula riportata in precedenza, si ottiene per il sito in esame, a partire da p.c., un valore di  $V_{s,eq} = 350$  m/s.

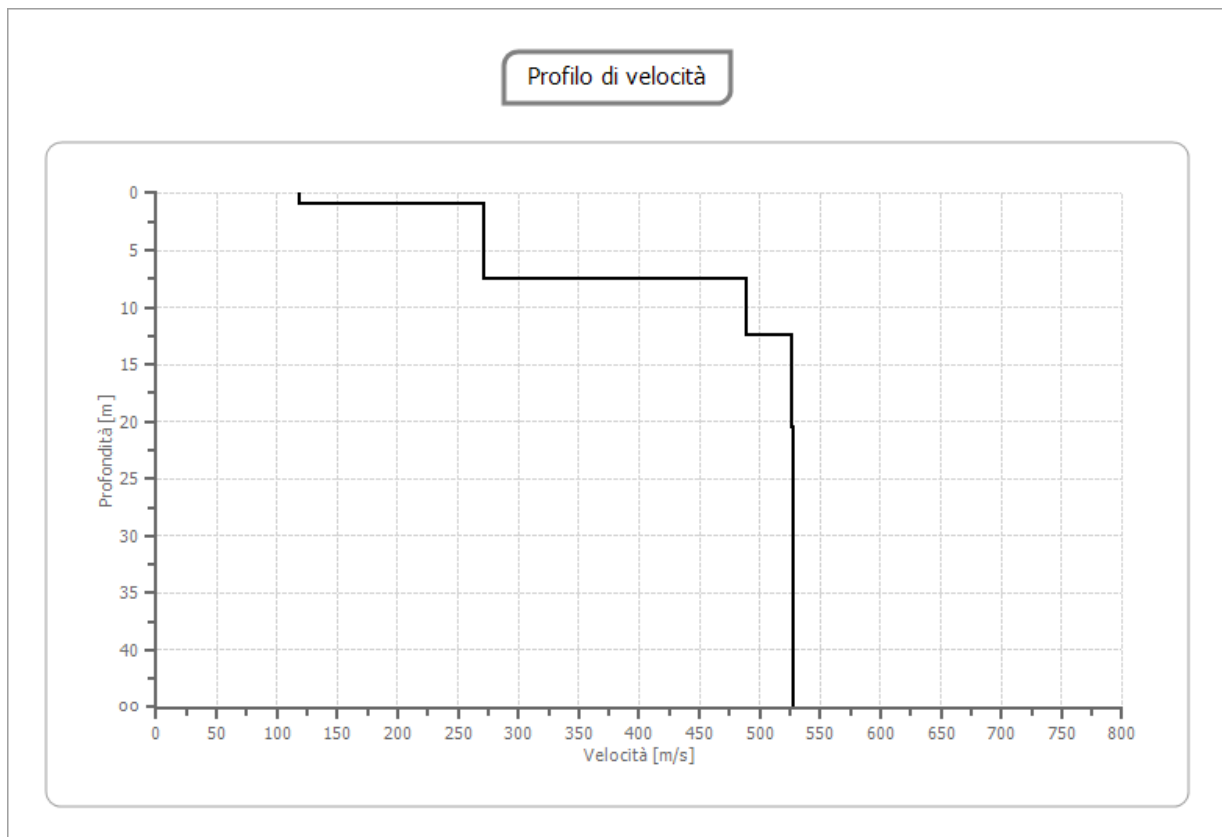
È possibile, pertanto, affermare che il **profilo sismico** di riferimento per il sito in esame è di tipo C.



**Figura 9.** Spettro velocità di fase – frequenza ottenuto dall’elaborazione della prova MASW.



**Figura 10.** Traccia della curva di dispersione ottenuta dall'elaborazione della prova MASW.



**Figura 11.** Profilo della velocità delle onde S in funzione della profondità.

IMPIANTO FOTOVOLTAICO "CARPI - Fossoli"				
E-10a	Relazione geotecnica e sismica	rev 00	17.03.2025	Pagina 44 di 46

**Tabella 3.** Modello d’inversione del sottosuolo indagato con la prova MASW.

n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1	1.00	1.00	193.3	118.4
2	7.50	6.50	442.3	240.9
3	12.50	5.00	797.7	488.5
4	20.46	7.96	860.0	526.7
5	29.31	8.85	860.7	527.0
6	oo	oo	860.7	527.0

IMPIANTO FOTOVOLTAICO "CARPI - Fossoli"				
E-10a	Relazione geotecnica e sismica	rev 00	17.03.2025	Pagina 45 di 46

4. Considerazioni conclusive

Il presente report è relativo alle indagini geotecniche e sismiche effettuate supporto di un progetto di realizzazione di un impianto fotovoltaico in corrispondenza di un lotto di terreno sito in Comune di Carpi (MO), finalizzate a fornire al Progettista dell'intervento utili indicazioni sulle caratteristiche geotecniche e sismiche dei terreni costituenti il piano di appoggio delle opere di fondazione in progetto. Si evidenzia che la presente costituisce integrazione della relazione geologica preliminare redatta dallo scrivente in data 15/07/2024.

Nel dettaglio, come rappresentato in Figura 1, sono state eseguite le indagini di seguito elencate:

- N. 9 prove penetrometriche dinamiche pesanti (DPH);
- N. 3 indagini sismiche superficiali di tipo MASW.

Di seguito si riporta una tabella riassuntiva dei parametri mediati da attribuire ai terreni attraversati desunti dall'elaborazione delle risultanze delle prove penetrometriche eseguite, corrispondenti ai valori medi e caratteristici da utilizzarsi ai sensi del D.M. 17/01/2018.

Strato	Profondità massima	Nspt	Tipo	Classificazione A.G.I.	$\gamma$	$\gamma_{sat}$	$\phi'$	C
	m da p.c.				t/m <sup>3</sup>	t/m <sup>3</sup>	°	kg/cm <sup>2</sup>
1	0,0 – 1,2	< 5	Coesivo	Poco consistente	1,7	1,9	22	0,2
2	1,2 – 7,5	5 - 10	Coesivo	Mod. consistente	1,9	2,0	24	0,5
3	> 7,5	> 20	Incoerente	Mod. addensato	2,0	2,1	32	0,0

dove:

Nspt : numero colpi riferibili ad una prova SPT

$\gamma$ : peso di volume

$\gamma_{sat}$ : peso di volume saturo

$\phi$ : angolo di attrito

C: coesione non drenata

Lo schema geotecnico valido per l'area d'intervento, dedotto dalle indagini eseguite, è il seguente:

- piano campagna di riferimento locale: orizzontale;
- profondità della falda: - 2 m;
- terreno di fondazione: Unità litologica 2;
- volume significativo: Unità litologica 1+2;
- valori medi parametri: vedasi tabella precedente.

Le indagini sismiche eseguite in sito hanno restituito il seguente assetto sismostratigrafico:

- In superficie è presente un livello di coltre, fino a circa 1 m di profondità, caratterizzato da depositi poco consistenti ( $V_s$  pari a 120 - 130 m/s circa);

IMPIANTO FOTOVOLTAICO "CARPI - Fossoli"				
E-10a	Relazione geotecnica e sismica	rev 00	17.03.2025	Pagina 46 di 46

- Al di sotto della coltre è presente un livello di potenza pari a 5,5 - 6,5 m circa costituito da depositi alluvionali a granulometria fine, moderatamente consistenti ( $V_s$  pari a 240 – 250 m/s circa);
- Al di sotto del suddetto livello superficiale si ritrovano depositi alluvionali a granulometria media, la cui base è posta a profondità maggiore di 30 m da p.c., caratterizzati da materiali addensati e con grado di addensamento crescente in funzione della profondità ( $V_s > 450$  m/s).

Dato il valore medio di  $V_{s,eq}$  compreso tra 350 e 360 m/s, è possibile affermare che il profilo sismico di riferimento per il sito in esame è di tipo C.

La presente relazione costituisce adempimento alle Norme Tecniche di cui al D.M. 17.01.2018.