

**REGIONE PUGLIA**  
**Comune di Cerignola**  
**Provincia di Foggia**



**PROGETTO DEFINITIVO**

PROGETTO PER LA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DELL' IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE FOTOVOLTAICA CON ASSOCIATO IMPIANTO AGRICOLO (AGRIFOTOVOLTAICO) E DELLE RELATIVE OPERE ED INFRASTRUTTURE CONNESSE DELLA POTENZA NOMINALE MASSIMA DI 52478 KW E DELLA POTENZA NOMINALE IN A.C. PARI A 47250 KW SITO NEL COMUNE DI CERIGNOLA (FG) CON OPERE DI CONNESSIONE UBICATE NEL COMUNE DI STORNARA (FG)

TITOLO TAVOLA  
**RELAZIONE GEOTECNICA**

PROGETTAZIONE	PROPONENTE	SPAZIO RISERVATO AGLI ENTI
PROGETTISTI Ing. Nicola ROSELLI  Ing. Antonio MALERBA  IL CONSULENTE Geol. Vito PLESCIA   CONSULENZE E COLLABORAZIONI Ing. Rocco SALOME Arch Gianluca DI DONATO Ambiti archeologici - CAST s.r.l. Dott. Massimo MACCHIAROLA Ing Elvio MURETTA Per. Ind. Alessandro CORTI	<b>CERIGNOLA SPV SRL</b> SEDE LEGALE Cerignola (FG), cap 71042 via Terminillo n° 4/H P.IVA 04302020716	

<b>4.2.3</b>	FILE CDD70K7_4.2.3_RELAZIONE GEOTECNICA	CODICE PROGETTO CDD70K7	SCALA
--------------	--	----------------------------	-------

REVISIONE	DATA	DESCRIZIONE REVISIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
A	03/02/2021	EMISSIONE	PLESCIA	CERIGNOLASPVSR	CERIGNOLASPVSR
B	DATA				
C	DATA				
D	DATA				
E	DATA				
F	DATA				

Tutti i diritti sono riservati. È vietata qualsiasi utilizzazione, totale o parziale, senza previa autorizzazione

## INDICE

<b>PREMESSA.....</b>	<b>pag 1</b>
<b>1. INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO E GEOMORFOLOGICO DELL'AREE OGGETTO DELL'INTERVENTO.....</b>	<b>// 4</b>
<b>2. PROGETTO PAI.....</b>	<b>// 10</b>
<b>3. GEOLOGIA.....</b>	<b>// 13</b>
<b>4. INDAGINI GEOGNOSTICHE E CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA.....</b>	<b>// 20</b>
<b>RELAZIONE SULLA PERICOLOSITA' SISMICA.....</b>	<b>// 35</b>
<b>VALUTAZIONE DELLA RISPOSTA SISMICA LOCALE.....</b>	<b>// 36</b>
<b>5. SISMICA.....</b>	<b>// 37</b>
<b>6. VERIFICHE GEOTECNICHE.....</b>	<b>// 40</b>
<b>Bibliografia.....</b>	<b>// 62</b>

### *PLANIMETRIA SATELLITARE*

*PLANIMETRIA UBICAZIONE AREE ALLO STUDIO Scala 1 : 10.000*

*CARTA GEOMORFOLOGICA Scala 1 : 10.000*

*CARTA PAI DELLA PERICOLOSITA' FRANE E INONDAZIONE Scala 1 : 10.000*

*CARTA GEOLOGICA Scala 1 : 100.000/10.000*

*CARTA LITOLOGICA Scala 1 : 10.000*

*PLANIMETRIA UBICAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE Scala 1 : 10.000/3.000*

*DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA*

*STRATIGRAFIE PROVE PENETROMETRICHE*

*CARTA SISMICA DELL'ITALIA PER LA VALUTAZIONE DELLA RISPOSTA SISMICA LOCALE*

## ALLEGATI

*ISPRA POZZI E STRATIGRAFIE*

*TABELLE E GRAFICI PROVE PENETROMETRICHE*

*TABELLE E GRAFICI PROVE SISMICHE*

*TABELLA CALCOLO DEL  $V_s$ ,  $E_{qu}$*

***PREMESSA***

Per conto della Società CERIGNOLA SPV S.r.l. il sottoscritto Geologo Plescia Vito Francesco, iscritto all'Albo Professionale dell'Ordine dei Geologi della Regione Molise al n° 039 sez. A "Geologi Specialisti", ha eseguito uno studio geotecnico, a corredo del progetto definitivo autorizzazione unica ai sensi del DLGS n.37 relativo al progetto per la costruzione ed esercizio dell'impianto di produzione di energia elettrica da fonte fotovoltaica con associato impianto agricolo (agrifotovoltaico) e delle relative opere ed infrastrutture connesse della potenza nominale massima di 52478 Kw e della potenza nominale in a.c. pari a 47250 Kw sito nel comune di Cerignola (FG), con opere di connessione ubicate nel comune di Stornara (FG). Detto studio riguarda il piano di sedime delle cabine utente nel campo fotovoltaico, ed il piano di sedime della stazione utentedi presa vicina alla futura sottostazione Terna.

Nelle aree in esame, per la ricostruzione della serie litostratigrafica locale sono state effettuate quattro prove penetrometriche dinamiche continue DPSH. Pertanto è stata effettuata una campagna indagini geognostiche costituita da quattro prove penetrometriche del tipo dinamica pesante DPSH spinte fino alla profondità significativa e due prove di sismica passiva HVSR. Le prime tre prove all'interno del campo fotovoltaico, la quarta nell'area preposta per la stazione utentedi presa. Detta area si trova vicino la sottostazione Terna (prova penetrometrica n.4). Per il calcolo della risposta sismica locale ai sensi del D.M. 17/01/2018 e della Circolare del C.S.LL.PP. n.7 del 21 gennaio 2019, sono state effettuate due prove sismiche del tipo passiva a stazione singola (HVSR-microtremori). La prima è stata effettuata all'interno del campo fotovoltaico, la seconda nell'area che ospiterà la stazione utente di presa vicina alla futura sottostazione Terna.

Di seguito si espongono le risultanze di che trattasi e le considerazioni emerse dallo studio effettuato.








PLANIMETRIA SATELLITARE UBICAZIONE AREA FOTOVOLTAICO

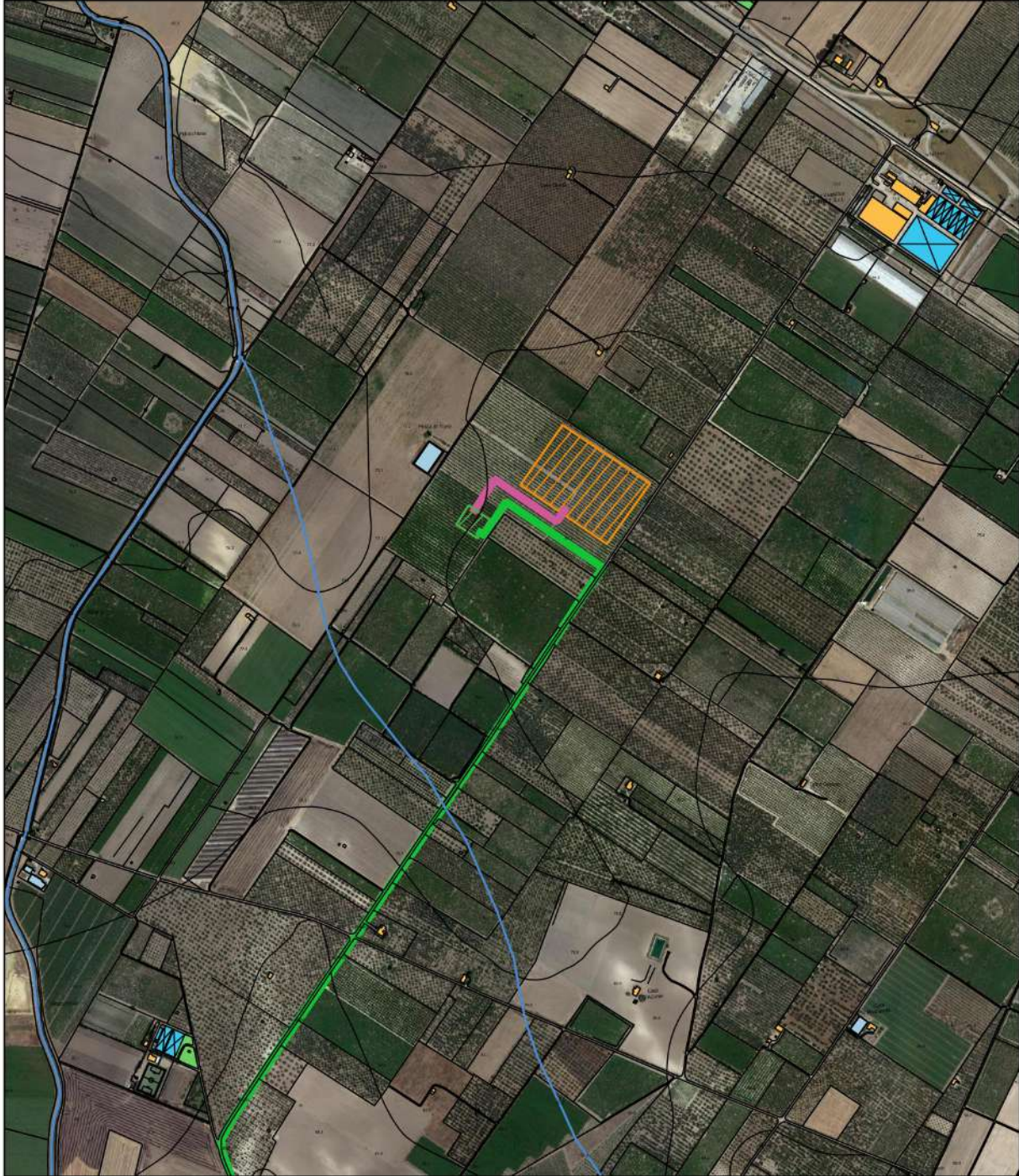
Legenda

Elementi

-  Area preposta per il campo fotovoltaico
-  Area futura stazione 150 KV di Terna S.p.a.
-  Stazione utente di trasformazione MT/AT
-  Elettrodotto interrato MT
-  Connessione alla RTN in AT

Scala 1 : 10.000





PLANIMETRIA SATELLITARE STAZIONE UTENTE DI TRASFORMAZIONE

Legenda

Elementi

- Area preposta per il campo fotovoltaico
- Area futura stazione 150 KV di Terna S.p.a.
- Stazione utente di trasformazione MT/AT
- Elettrodotto interrato MT
- Connessione alla RTN in AT

Scala 1 : 10.000

## ***1. INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO E GEOMORFOLOGICO DELLE AREE OGGETTO DELL'INTERVENTO***

Il territorio interessato dal presente studio è topograficamente è individuabile nel foglio al 100.000, n° 175 Cerignola e nelle Carte Tecniche Regionali elementi 422052, 422153, 422154, 422063,422102,422103,422104, 422141, 422142, 422144 alla scala 1 : 5.000. In particolare l'area interessata dai pannelli fotovoltaici rientra nelle CTR 422153, 422154,422141,422142 territorialmente è delimitata a nord dalla Strada Provinciale n. 95 Candela-Cerignola, ad est dalla C.da Pavoni, a sud dalla C.da Torre di Puglia ed infine ad ovest dalle Cantine Masi. Mentre l'area destinata a stazione utente MT, è ubicata vicino alla futura sottostazione della Terna a Nord di Stornara, elemento CTR 422063. Idrograficamente l'area deputata all'impianto fotovoltaico appartiene ad un piccolo bacino imbrifero di un rigagnolo che verso nord dopo Cerignola è identificato come Fosso della Pila affluente sinistro del Canale Giardino. Mentre l'area deputata alla stazione utente appartiene al bacino idrografico del Canale Marana La Pidocchiosa affluente sinistro del Torrente Carapelle. La morfologia che si presenta in questa parte di territorio è quella tipica del Tavoliere delle Puglie, caratterizzata da una serie di superfici pianeggianti, più o meno estese, interrotte da principali corsi d'acqua e da locali canali e/o marane a deflusso spiccatamente stagionale, e degradanti con deboli pendenze verso la linea di costa adriatica. In tali aree l'evoluzione dei caratteri morfologici è stata naturalmente condizionata dalla natura del substrato geologico presente.

Morfologicamente l'area interessata dai pannelli fotovoltaici si presenta per lo più pianeggiante ed altimetricamente è posta a quote minime di mt 155.50 massime di mt.167.70 s.l.m., con pendenza verso nord-est poco accentuata dell' 0.9%. La stazione utente è posta a quota 81 mt s.l.m. Nelle aree allo studio ed in quelle vicinarie non si riscontrano fenomeni franosi in atto o potenziali, il territorio fa parte del Tavoliere delle Puglie pertanto per la bassa acclività si presenta stabile e privo di fenomenologie eversive del tipo frane, crolli ecc.. Per quanto riguarda il rischio idrogeologico sia nell'area preposta per la realizzazione dell'impianto che nell'area destinata alla stazione utente, dall'analisi effettuate nel presente studio e dalla visione delle carte tematiche del P.A.I. dell'A.d.B. Puglia, risulta nullo. Ugualmente per la pericolosità geomorfologica le aree preposte per la stazione utente e del campo fotovoltaico non risultano interessate. Detta pericolosità la ritroviamo soltanto in

aree influenzate dai canali Marana La Pidocchiosa e Canale Marana Castello. Come si evidenzia nella cartografia allegata. Per quanto riguarda il cavo MT, incrocia aree interessate da pericolosità geomorfologica PG1, nell'attraversamento dei canali sopra citati. Essendo lo stesso progettato in forma interrata viene superata e mitigata la pericolosità geomorfologica.





PLANIMETRIA UBICAZIONE IMPIANTO FOTOVOLTAICO

Legenda

Elementi

- Area preposta per il campo fotovoltaico
- Area futura stazione 150 KV di Terna S.p.a.
- Stazione utente di trasformazione MT/AT
- Elettrodotto interrato MT
- Connessione alla RTN in AT

Scala 1 : 10.000





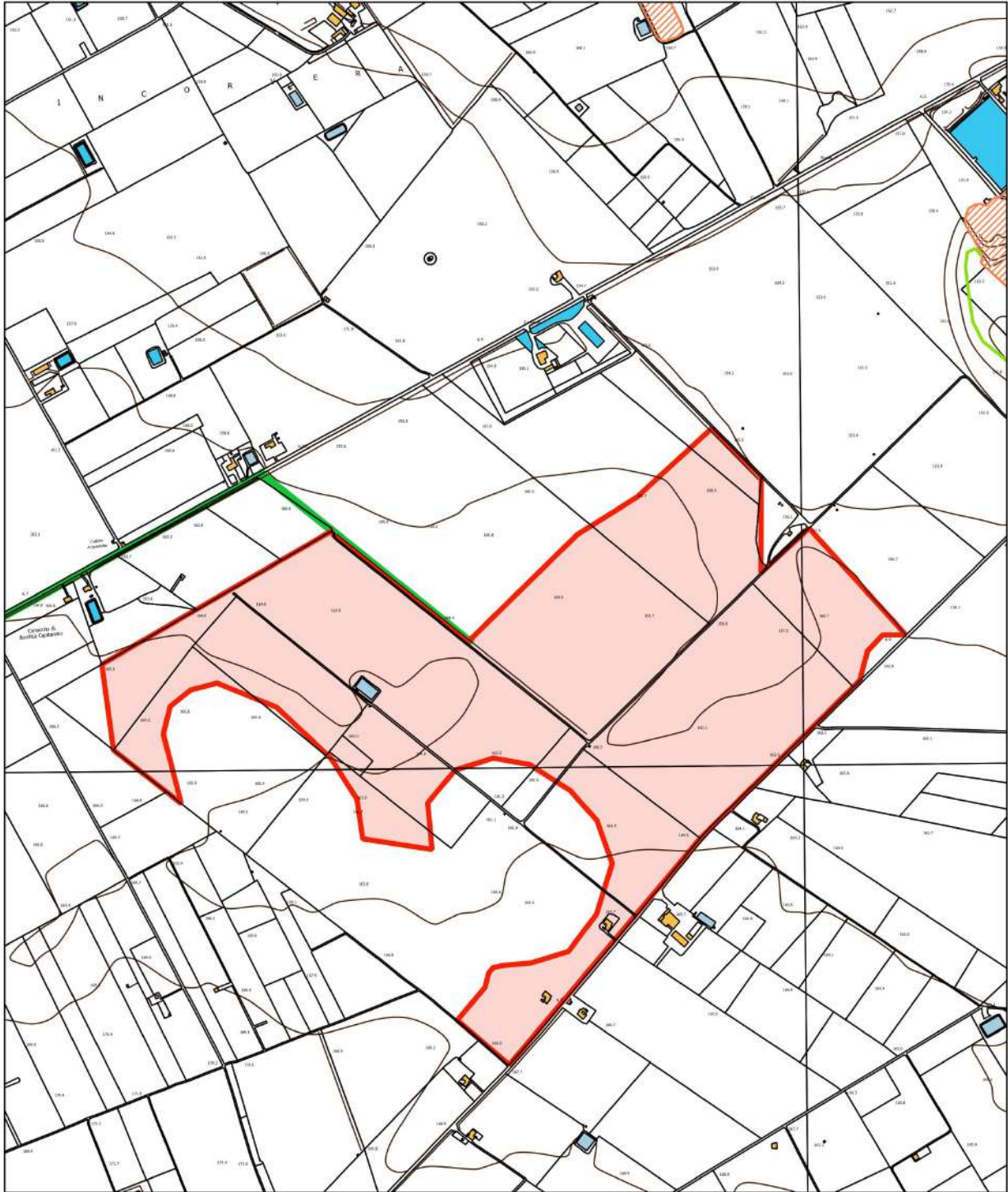
PLANIMETRIA UBICAZIONE STAZIONE UTENTE DI TRASFORMAZIONE

Legenda

Elementi

- Area preposta per il campo fotovoltaico
- Area futura stazione 150 KV di Terna S.p.a.
- Stazione utente di trasformazione MT/AT
- Elettrodotto interrato MT
- Connessione alla RTN in AT

Scala 1 : 10.000



CARTA GEOMORFOLOGICA

Legenda

Scala 1 : 10.000

Elementi

Area preposta per il campo fotovoltaico

Area futura stazione 150 KV di Terna S.p.a.

Stazione utente di trasformazione MT/AT

Elettrodotto interrato MT

Connessione alla RTN in AT

GEOMORFOLOGIA

422\_sorgenti

422\_vette

422\_punti\_sommitali

GEOMORFOLOGIA

422\_reticolo

422\_creste

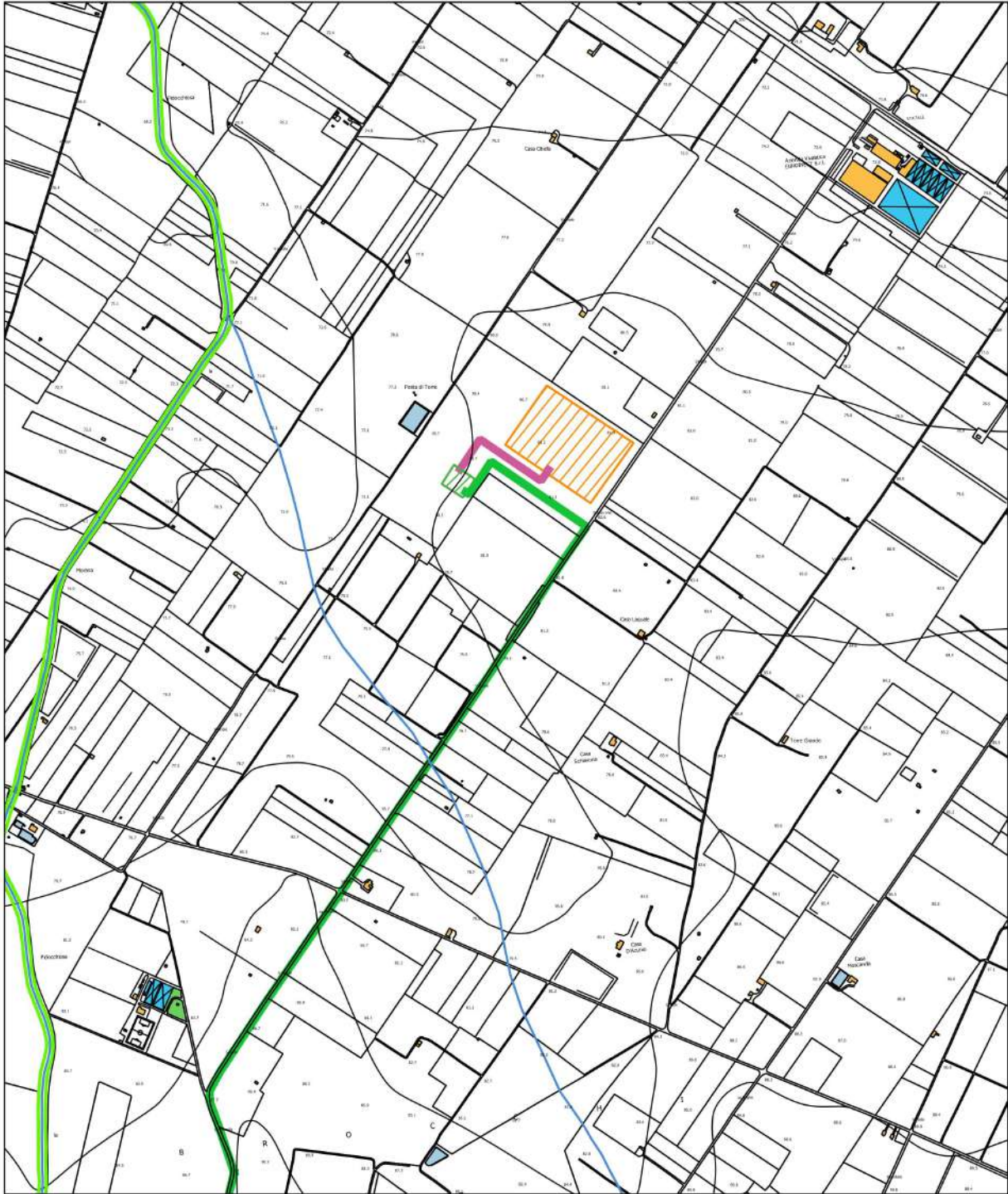
GEOMORFOLOGIA

422\_discariche\_controllate

422\_cave

422\_bacini\_idrici





CARTA GEOMORFOLOGICA

Legenda

Scala 1 : 10.000

Elementi

- Area preposta per il campo fotovoltaico
- Area futura stazione 150 KV di Terna S.p.a.
- Stazione utente di trasformazione MT/AT
- Elettrodotto interrato MT
- Connessione alla RTN in AT

GEOMORFOLOGIA

- 422\_sorgenti
- 422\_vette
- 422\_punti\_sommitali

GEOMORFOLOGIA

- 422\_reticolo
- 422\_creste

GEOMORFOLOGIA

- 422\_discariche\_controllate
- 422\_cave
- 422\_bacini\_idrici



## **2. PROGETTO PAI**

Il Progetto PAI è finalizzato al miglioramento delle condizioni di regime idraulico e della stabilità geomorfologica, individua e norma per l'intero ambito del bacino le aree a pericolosità idraulica e le aree a pericolosità geomorfologica.

Le aree a pericolosità idraulica individuate dal PAI sono suddivise, in funzione dei differenti gradi di rischio in:

### **AREE A PERICOLOSITA' IDRAULICA**

- 1) Aree ad alta probabilità di inondazione – A.P.;
- 2) Aree a media probabilità di inondazione –M.P.;
- 3) Aree a bassa probabilità di inondazione – B.P.;

### **4) AREE A PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA**

- 1) Aree a pericolosità geomorfologica molto elevata – P.G.3;
- 2) Aree a pericolosità geomorfologica elevata – P.G.2;
- 3) Aree a pericolosità geomorfologica media e moderata – P.G.1;

Per quanto riguarda il rischio idrogeologico sia nell'area preposta per la realizzazione dell'impianto che nell'area destinata alla stazione utente, dall'analisi effettuate nel presente studio e dalla visione delle carte tematiche del P.A.I. dell'A.d.B. Puglia, risulta nullo. Ugualmente per la pericolosità geomorfologica le aree non risultano interessate. Detta pericolosità la ritroviamo soltanto in aree influenzate dai canali Marana La Pidocchiosa e Canale Marana Castello. Come si evidenzia nella cartografia allegata, l'area deputata all'impianto fotovoltaico non è interessata da nessuna pericolosità geomorfologica. Come pure l'area destinata alla stazione utente. Per quanto riguarda il cavo MT, incrocia aree interessate da pericolosità geomorfologica PG1 nell'attraversamento dei canali sopra citati. Essendo lo stesso progettato in forma interrata viene superata e mitigata la pericolosità geomorfologica.



CARTA PAI

Scala 1 : 10.000

## Legenda

## Elementi

- Area preposta per il campo fotovoltaico
- Area futura stazione 150 KV di Terna S.p.a.
- Stazione utente di trasformazione MT/AT
- Elettrodotto interrato MT
- Connessione alla RTN in AT

## PAI

## pericolosità\_frane

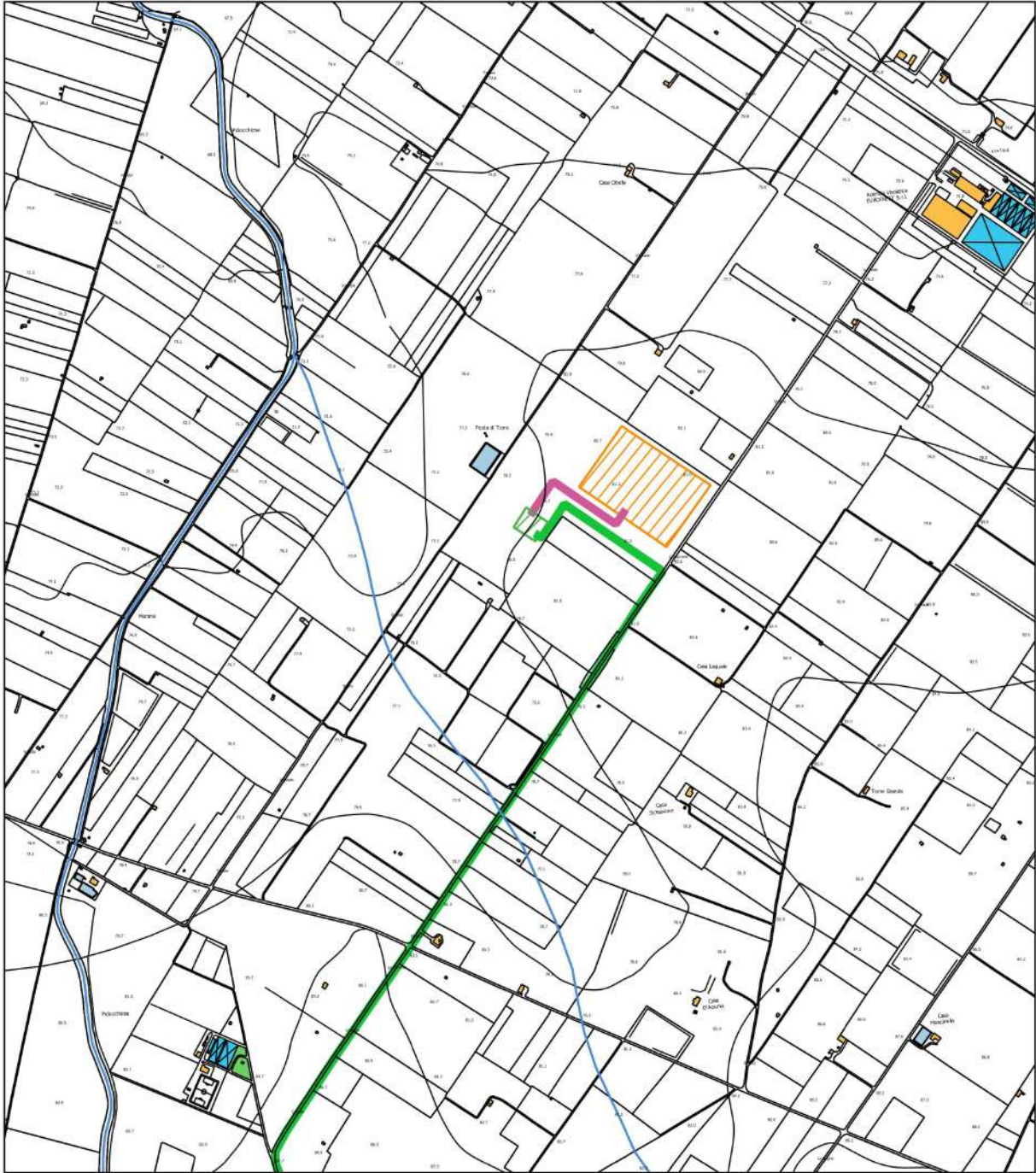
	<b>PG3</b>
	<b>PG2</b>
	<b>PG1</b>

## PAI

## Pericolosità Inondazione

	<b>AP</b>
	<b>MP</b>
	<b>BP</b>





CARTA PAI

Scala 1 : 10.000

Legenda

Elementi

- Area preposta per il campo fotovoltaico
- Area futura stazione 150 KV di Terna S.p.a.
- Stazione utente di trasformazione MT/AT
- Elettrodotto interrato MT
- Connessione alla RTN in AT

PAI

pericolosità\_frane

- PG3
- PG2
- PG1

PAI

Pericolosità Inondazione

- AP
- MP
- BP



### 3. GEOLOGIA

La geologia del territorio interessato dall'intervento ospita terreni delle formazioni terrigene dell'avanfossa bradanica, essi costituiscono l'ossatura del tavoliere. La sinclinale bradanica rappresenta un'area ribassata conseguente a movimenti tettonici che hanno determinato una struttura a graben. Pertanto nella parte depressa si sono accumulati depositi terrigeni dovuti al ciclo sedimentario regressivo-trasgressivo del Calabriano. Nella carta geologica (vedi allegato), si distinguono tre formazioni geologico-sedimentarie una di origine marina e due di origine continentale le cui età vanno dal Pleistocene medio all'Olocene attuale.

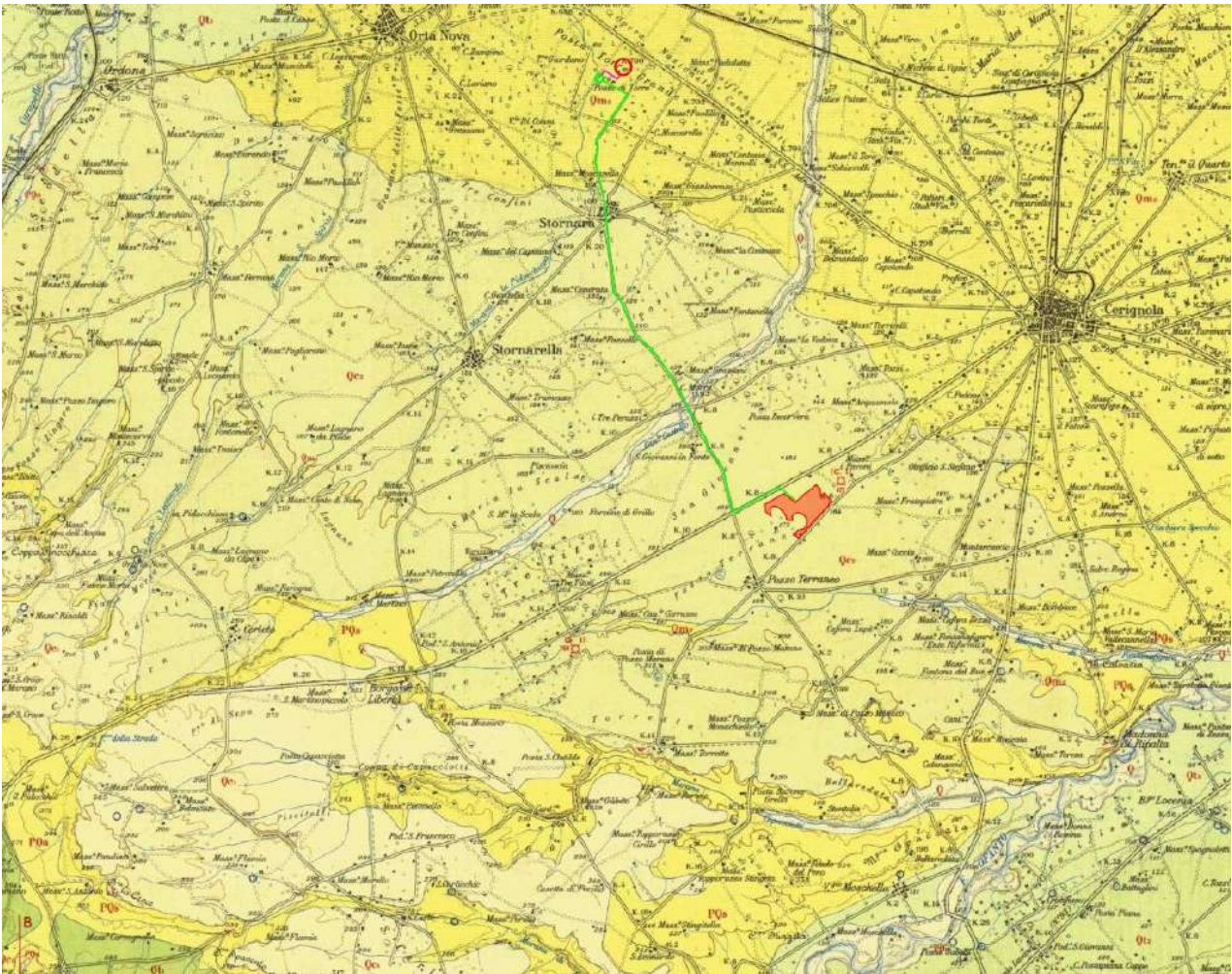
In particolare procedendo dal basso verso l'alto si hanno le seguenti formazioni:

**(Qm2).** Litologicamente la formazione è costituita da sabbie fittamente stratificate di colore giallo oro, a volte pulverulente con intercalazioni argillose, ciottolose e concrezioni calcaree con molluschi litorali di facies marina. Nel foglio 175 Cerignola alla scala 1: 100.000 occupa prevalentemente aree poste a nord est del foglio ed interessa l'area di sedime della stazione utente. L'età è ascrivibile al Pleistocene medio e la sua genesi è marina. Segue in concordanza stratigrafica la formazione continentale denominata :

**(Qc2).** Litologicamente la formazione è costituita da ciottolame incoerente, localmente cementato con ciottoli di madie e piccole dimensioni con intercalazioni sabbiose giallastre e con inclinazione costante verso est. Nel foglio 175 Cerignola alla scala 1: 100.000 occupa prevalentemente la parte centrale del foglio ed interessa l'area di sedime dell'impianto fotovoltaico. L'età è ascrivibile al Pleistocene medio e la sua genesi è di origine marina e continentale.

La terza formazione che si rinviene è di origine continentale **(Q)** ed è rappresentata da terreni alluvionali recenti ed attuali, l'età è ascrivibile all'Olocene attuale. Nel foglio allo studio è presente lungo l'alveo del Canale Marana Castello. Le formazioni studiate si susseguono sempre in successione stratigrafica; i passaggi da una formazione all'altra sono gradualmente e non si rilevano faglie né strutture tettoniche particolari. Inoltre è da mettere in evidenza come la diversa composizione litologica dei litotipi presenti sul territorio, si riflette spesso sulle forme morfologiche derivanti dalla evoluzione geomorfologica dei versanti. Quindi a forme morfologiche dolci, come versanti con scarse pendenze e pendii poco acclivi, si possono associare terreni teneri, mentre terreni composti da formazioni calcaree, formazioni conglomeratiche cementate e formazioni

marnose formano quasi sempre pianalti, picchi, sporgenze e pendii piuttosto ripidi. (vedi aree poste a sud ovest del foglio 175 Cerignola, Rocchetta S. Antonio Candela). Queste considerazioni emergono dalla visione geologica generale estesa in tutto il territorio interessato del foglio 175 Cerignola. Si è ritenuto opportuno estendere la visione geologica come descritto in quanto tutto ciò permette di avere una visione completa e globale “modello geologico e pericolosità geologica” del territorio su cui si andrà ad intervenire.



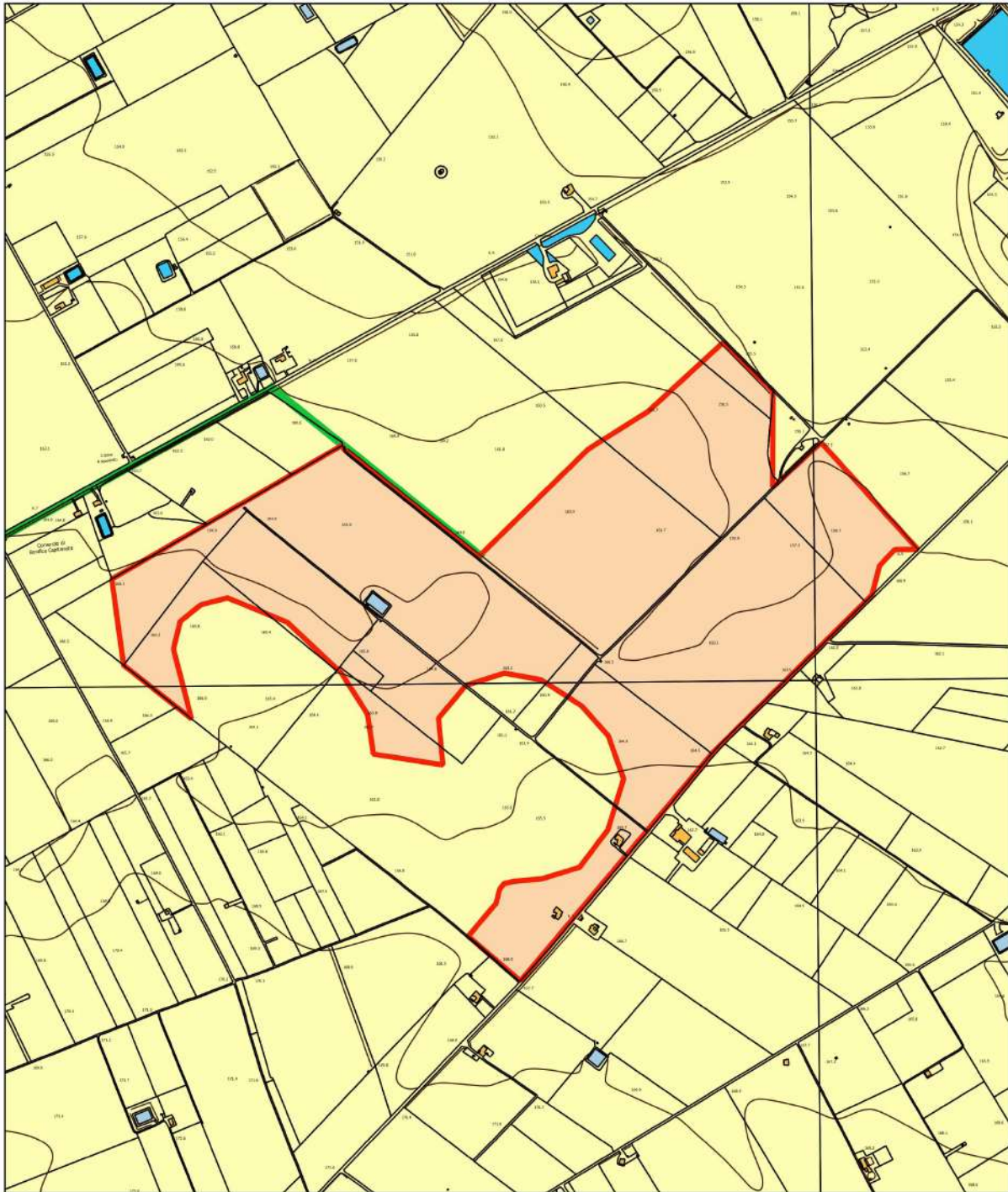
## Legenda



Impianto fotovoltaico

- Q Alluvioni recenti e attuali
- Qc<sup>2</sup> Ciottolame
- Qm<sup>2</sup> Sabbie straterellate giallastre





CARTA GEOLOGICA

## Legenda

## Elementi

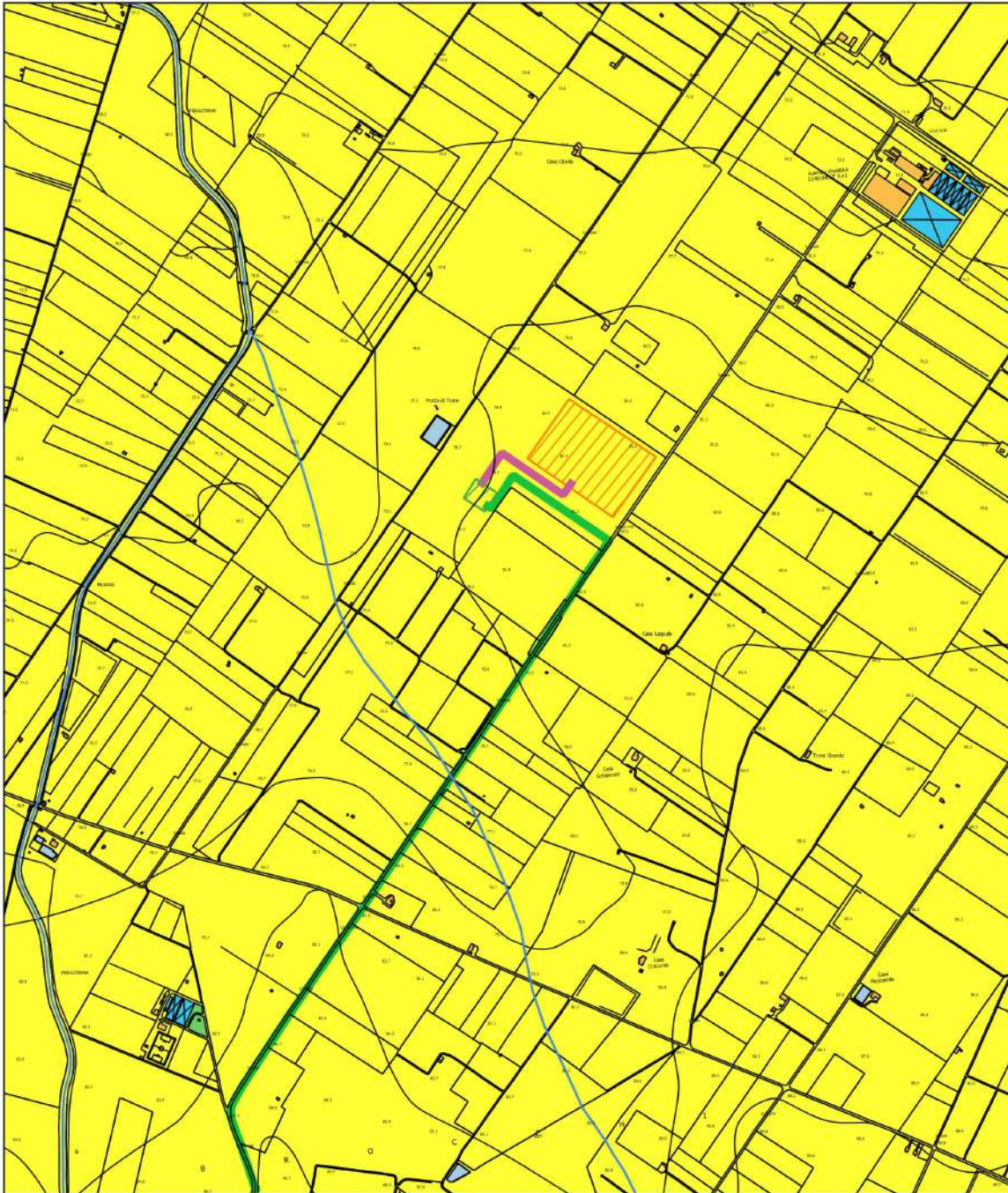
- Area preposta per il campo fotovoltaico
- Area futura stazione 150 KV di Terna S.p.a.
- Stazione utente di trasformazione MT/AT
- Elettrodotto interrato MT
- Connessione alla RTN in AT

## Geologia

- Q Alluvioni recenti ed attuali
- Qc2 Ciottolame
- Qm2 Sabbie straterellate giallastre

Scala 1 : 10.000





CARTA GEOLOGICA

Scala 1 : 10.000

## Legenda

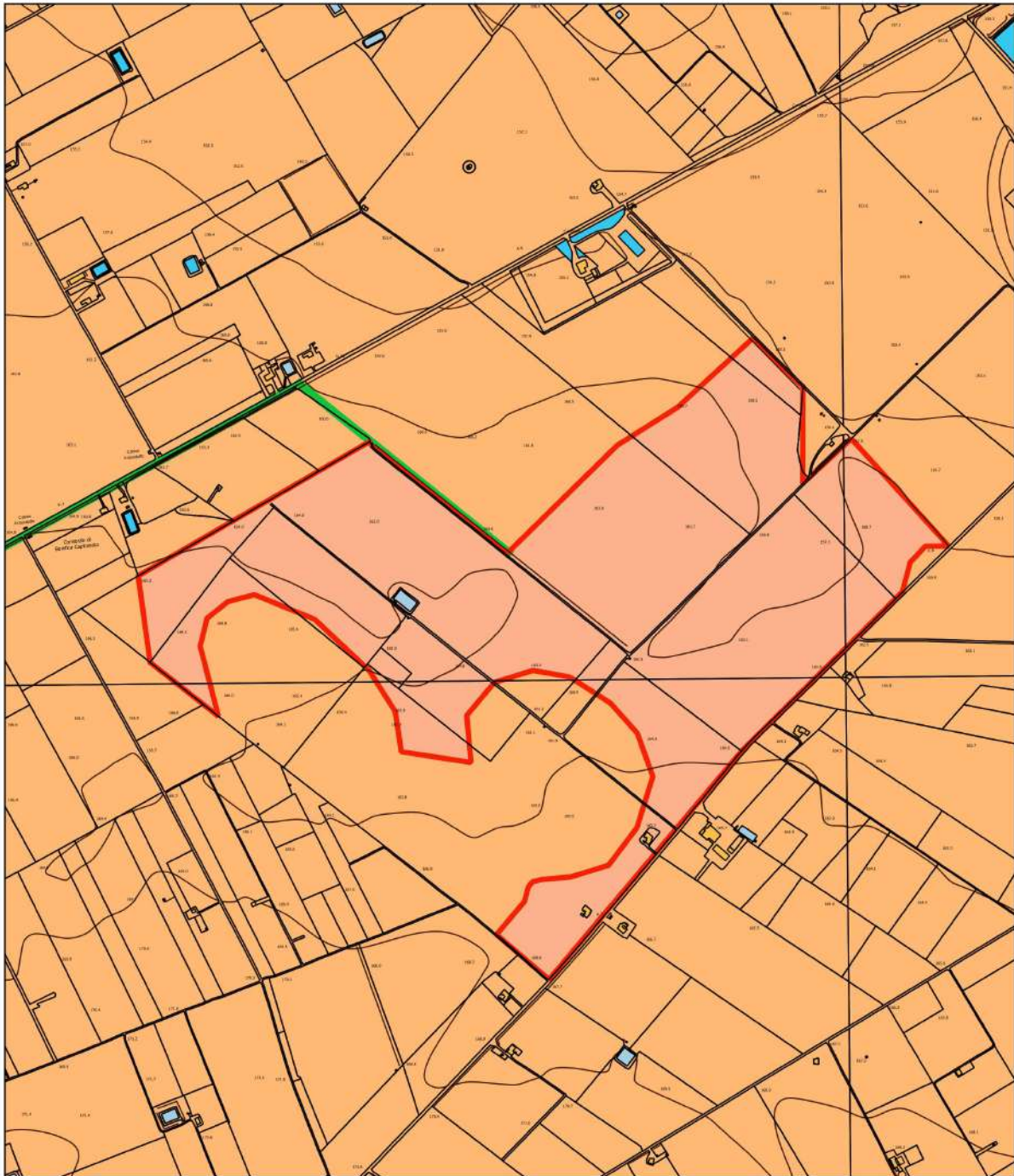
## Elementi

- Area preposta per il campo fotovoltaico
- Area futura stazione 150 KV di Terna S.p.a.
- Stazione utente di trasformazione MT/AT
- Elettrodotto interrato MT
- Connessione alla RTN in AT

## Geologia

- Q Alluvioni recenti ed attuali
- Qc2 Ciottolame
- Qm2 Sabbie straterellate giallastre





CARTA LITOLOGICA

## Legenda

Scala 1 : 10.000

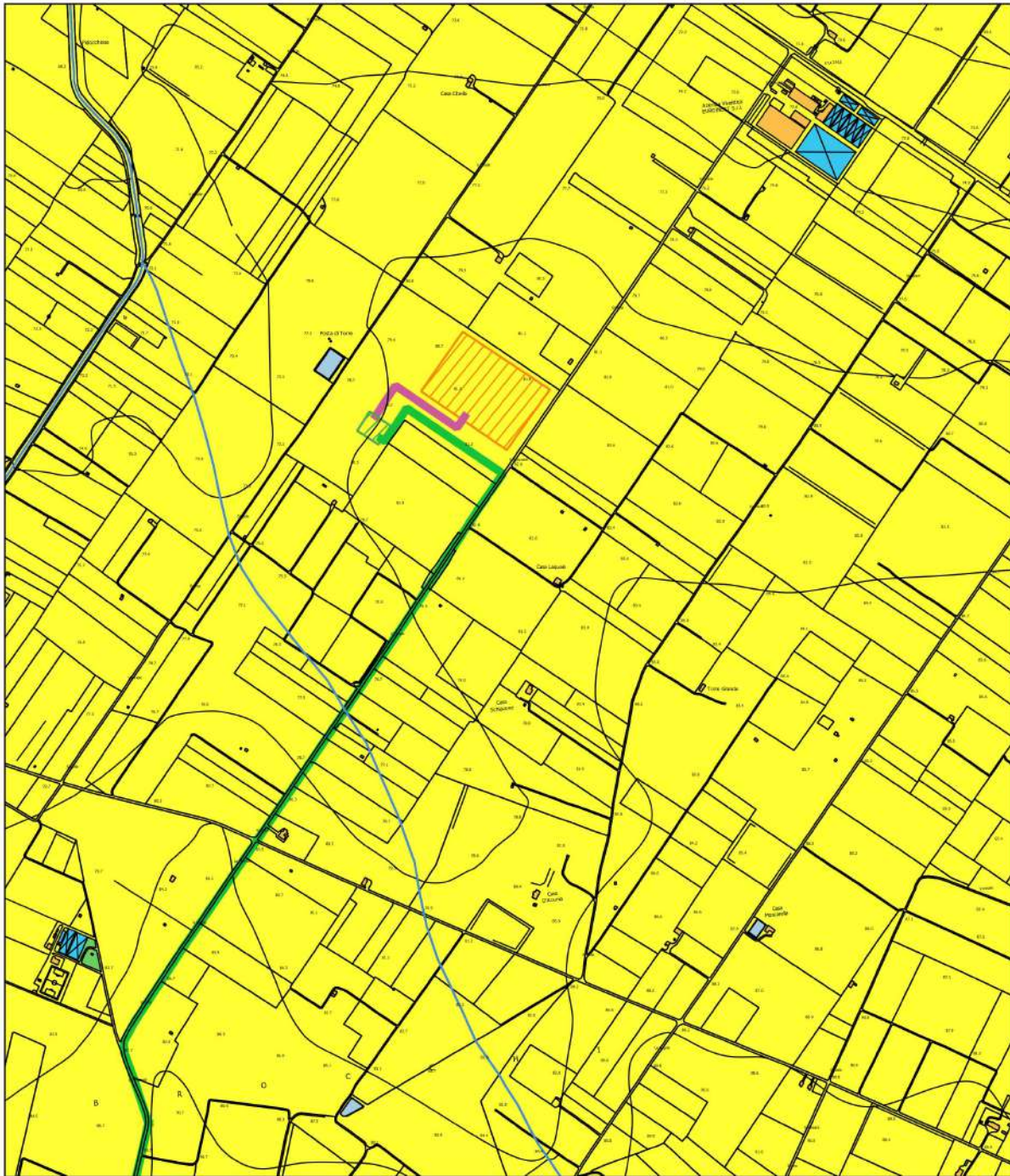
## Elementi

- Area preposta per il campo fotovoltaico
- Area futura stazione 150 KV di Tema S.p.a.
- Stazione utente di trasformazione MT/AT
- Elettrodotto interrato MT
- Connessione alla RTN in AT

## Litologia del substrato

- Depositi sciolti a prevalente componente pelitica
- Unità a prevalente componente ruditica
- unità a prevalente componente siltoso-sabbiosa e/o arenitica





CARTA LITOLOGICA

## Legenda

Scala 1 : 10.000

## Elementi

- Area preposta per il campo fotovoltaico
- Area futura stazione 150 KV di Terna S.p.a.
- Stazione utente di trasformazione MT/AT
- Elettrodotto interrato MT
- Connessione alla RTN in AT

## Litologia del substrato

- Depositi sciolti a prevalente componente pelitica
- Unità a prevalente componente ruditica
- unità a prevalente componente siltoso-sabbiosa e/o arenitica



#### 4. INDAGINI GEOGNOSTICHE E CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Nelle aree in esame come già descritto è stata effettuata una campagna indagini geognostiche costituita da quattro prove penetrometriche del tipo dinamica pesante DPSH spinte fino alla profondità significativa e due prove di sismica passiva HVSR. Le prime tre prove all'interno del campo fotovoltaico, la quarta nell'area preposta per la stazione utente di presa. Detta area si trova vicino la sottostazione Terna (prova penetrometrica n.4). Per il calcolo della risposta sismica locale ai sensi del D.M. 17/01/2018 e della Circolare del C.S.LL.PP. n.7 del 21 gennaio 2019, sono state effettuate due prove sismiche del tipo passiva a stazione singola (HVSR-microtremori) La prima è stata effettuata all'interno del campo fotovoltaico, la seconda nei pressi della stazione utente di presa vicina alla futura sottostazione Terna come sopra descritto.

DPSH-1 Impianto fotovoltaico Cerignola Lat.41°13'27.06'' Long.15°49'33.56''

DPSH-2 Impianto fotovoltaico Cerignola Lat.41°13'33.66'' Long.15°49'14.16''

DPSH-3 Impianto fotovoltaico Cerignola Lat.41°13'36.09'' Long.15°49'49.86''

HVSR-1 Impianto fotovoltaico Cerignola Lat.41°13'28.67'' Long.15°49'39.49''

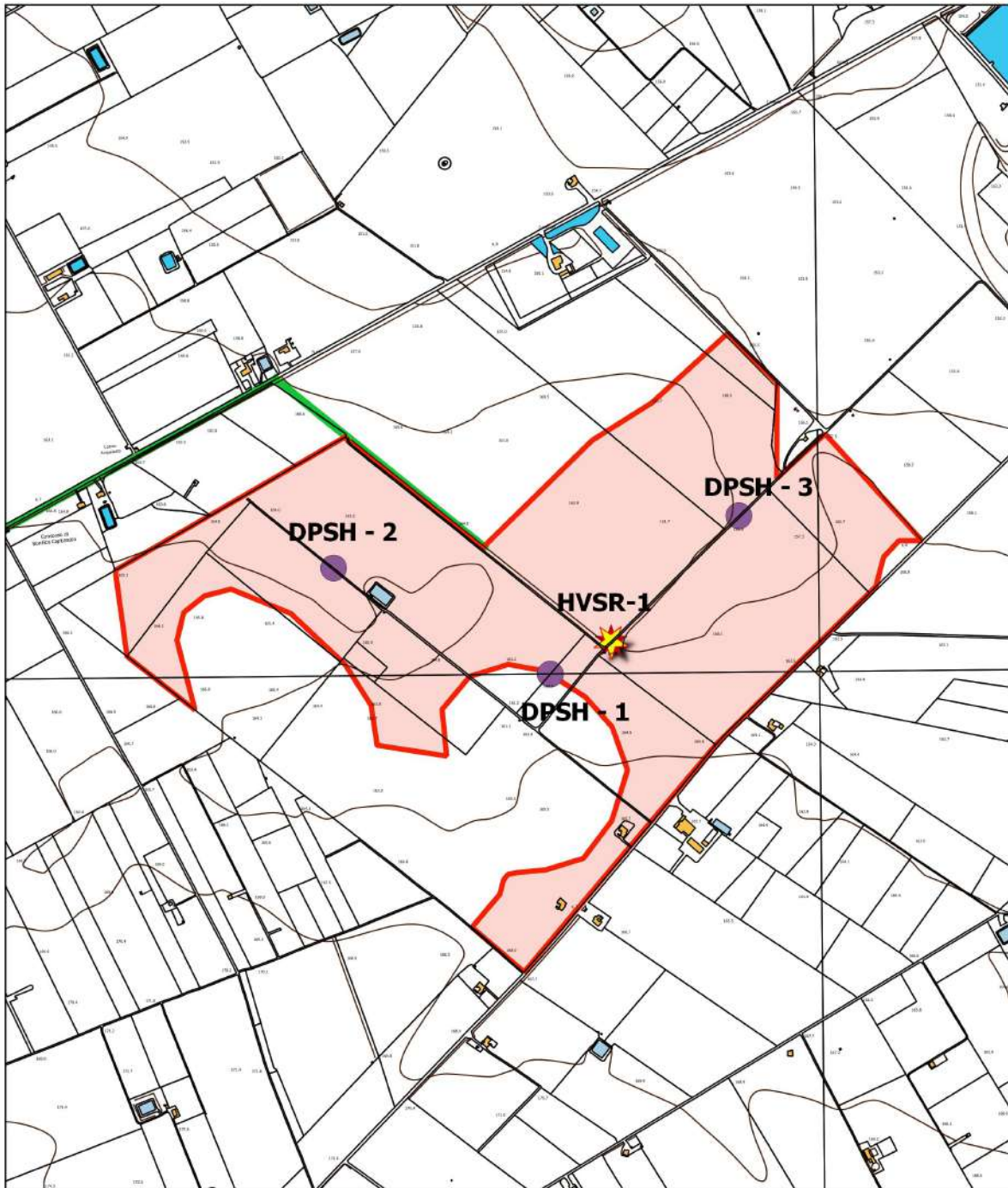


DPSH-4 Stazione utente Lat.41°18'50.69'' Long.15°46'17.03''

HVSR-2 Stazione utente Lat.41°18'52.44'' Long.15°46'18.54''







PLANOMETRIA UBICAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE

Legenda

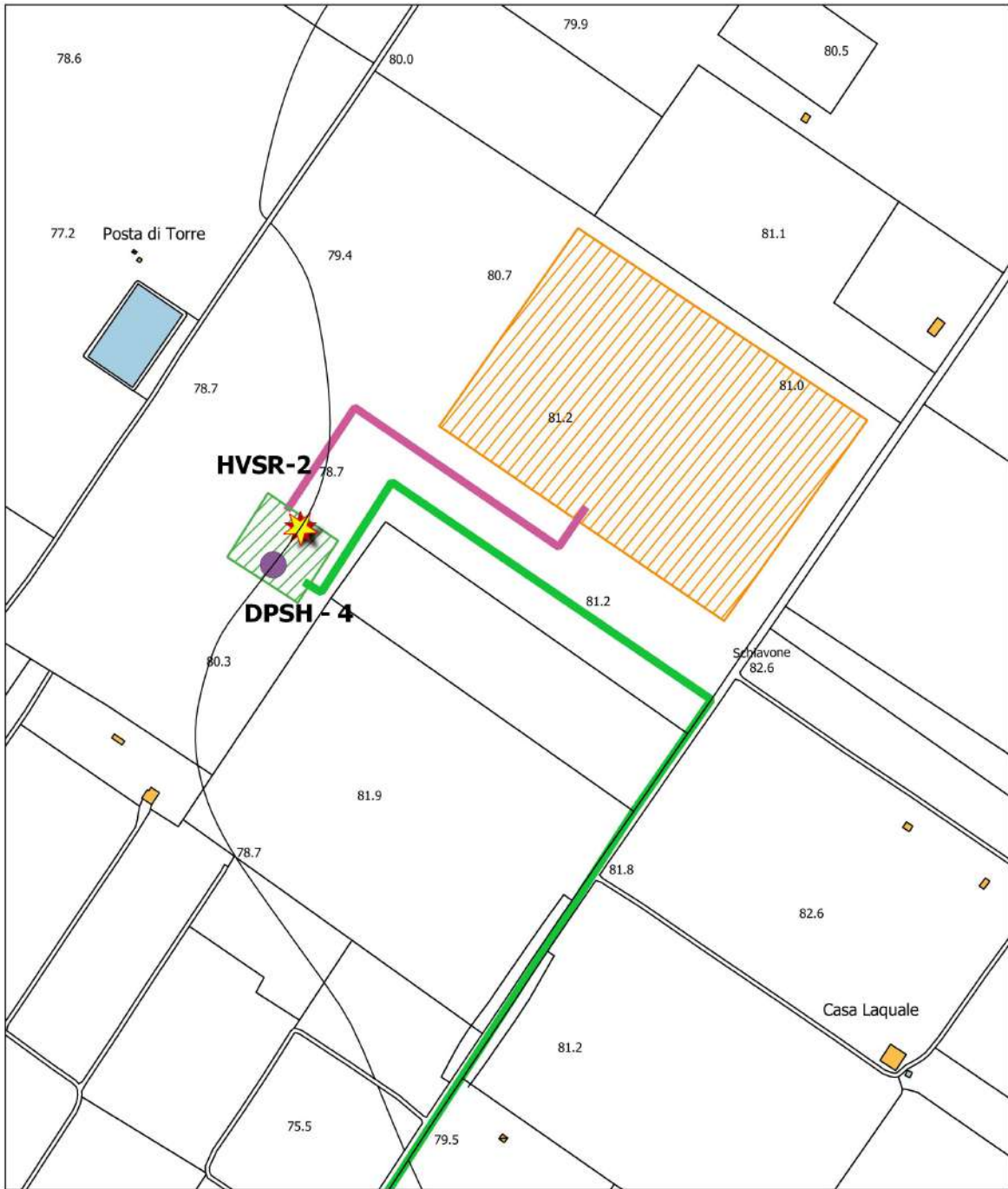
Elementi

- Area preposta per il campo fotovoltaico
- Area futura stazione 150 KV di Terna S.p.a.
- Stazione utente di trasformazione MT/AT
- Elettrodotto interrato MT
- Connessione alla RTN in AT

Indagini geognostiche

- Prove Penetrometriche DPSH
- Prova sismica HVSR
- Pozzo per acqua


Scala 1 : 10.000






PLANOMETRIA UBICAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE

Legenda

Elementi

-  Area preposta per il campo fotovoltaico
-  Area futura stazione 150 KV di Terna S.p.a.
-  Stazione utente di trasformazione MT/AT
-  Elettrodotto interrato MT
-  Connessione alla RTN in AT

Indagini geognostiche

-  Prove Penetrometriche DPSH
-  Prova sismica HVSR
-  Pozzo per acqua

Scala 1 : 3.000



*Prova penetrometrica dinamica continua DPSH n.1*



*Prova penetrometrica dinamica continua DPSH n.2*



*Prova penetrometrica dinamica continua DPSH n.3*



*Prova penetrometrica dinamica continua DPSH n.4*



HVSR





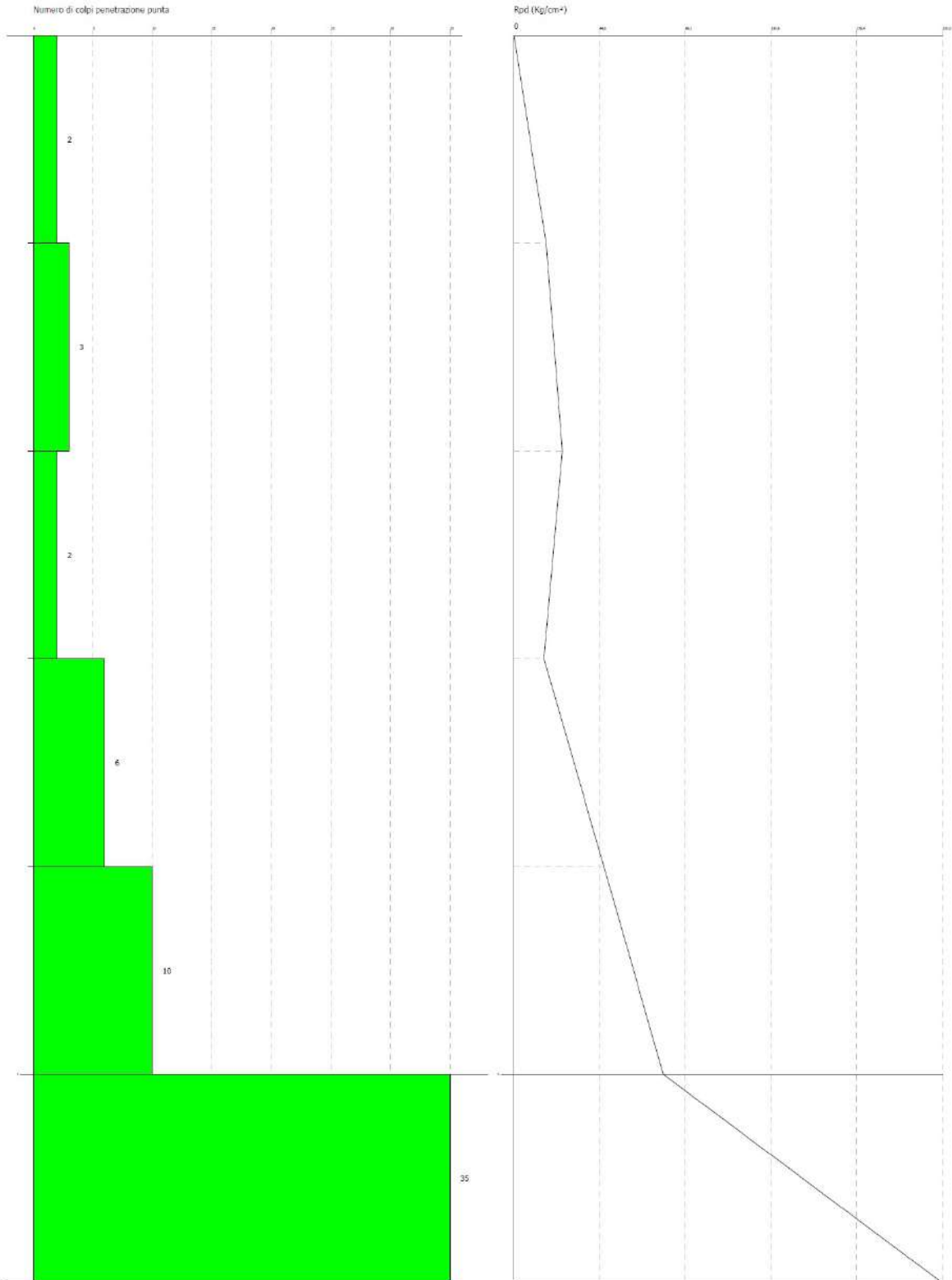
# MODELLO GEOLOGICO PROVA PENETROMETRICA DPSH-1

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA N°:1  
Strumento utilizzato: DPSH (Dynamic Probing Super Heavy)

Committente: Ing. Nicola Roselli  
Cantiere: fotovoltaico  
Località: Cengnola (Fg)

Data: 31/03/2021

Scala 1:5



*MODELLO GEOLOGICO DEL SITO CAMPO FOTOVOLTAICO DPSH-1*

- **0.00 mt - 0.60 mt** = Terreno vegetale.
- **0.60 mt - 1,00 mt** = Sabbie leggermente limose con rare inclusioni di breccie.
- **1.00 mt - 1,20 mt** = Breccie calcaree molto addensate.

*CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA PROVA PENETROMETRICA DPSH-1*

Strato	Prof. Strato (m)	Nspt	Dr (%)	$\phi$ Angolo d'attrito interno (°)	E' modulo di young (Kg/cm <sup>2</sup> )	Eed modulo edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )	Classificazione AGI	$\gamma$ Peso di volume del terreno (t/m <sup>3</sup> )	Coesione non drenata Cu (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	0.00-0.60	3.5	--	--	19.85	16.6	Poco consistente	1.67	0.18
2	0.60-1.00	12.03	37.3	28.42			Moderatamente addensato	1.80	
3	1.00-1.20	52.64	82.65	43.1			Molto addensato	2.25	



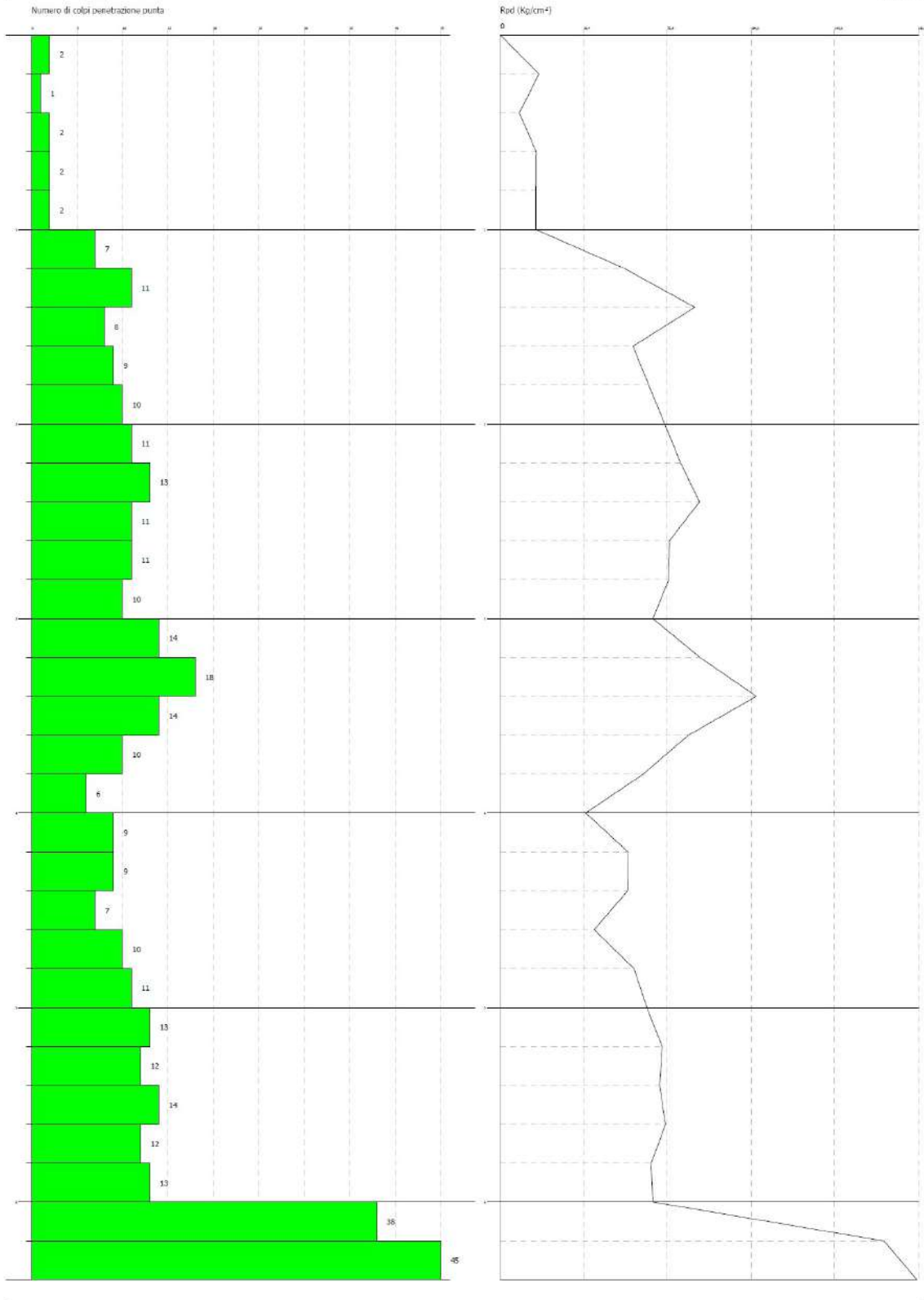
**MODELLO GEOLOGICO PROVA PENETROMETRICA DPSH-2**

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA N°2  
 Strumento utilizzato... DPSH (Dynamic Probing Super Heavy)

Committente: Ing. Nicola Roselli  
 Cantiere: fotovoltaico  
 Località: Ceugnola (Fg)

Data: 31/03/2021

Scala 1:26



*MODELLO GEOLOGICO DEL SITO CAMPO FOTOVOLTAICO DPSH-2*

- **0.00 mt - 1.00 mt** = Terreno vegetale.
- **1.00 mt - 6.00 mt** = Sabbie leggermente limose con rare inclusioni di breccie.
- **6.00 mt - 6.40 mt** = Breccie calcaree molto addensate.

*CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA PROVA PENETROMETRICA DPSH-2*

Strato	Prof. Strato (m)	Nspt	Dr (%)	$\phi$ Angolo d'attrito interno (°)	E' modulo di young (Kg/cm <sup>2</sup> )	Eed modulo edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )	Classificazione AGI	$\gamma$ Peso di volume del terreno (t/m <sup>3</sup> )	Coesione non drenata Cu (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	0.00-1.00	2.71	--	--	10.77	12.43	Poco consistente	1.61	0.14
2	1.00-6.00	16.42	45.52	30.69			Moderatamente addensato	1.92	
3	6.00-6.40	62.42	92.93	45.6			Molto addensato	2.31	



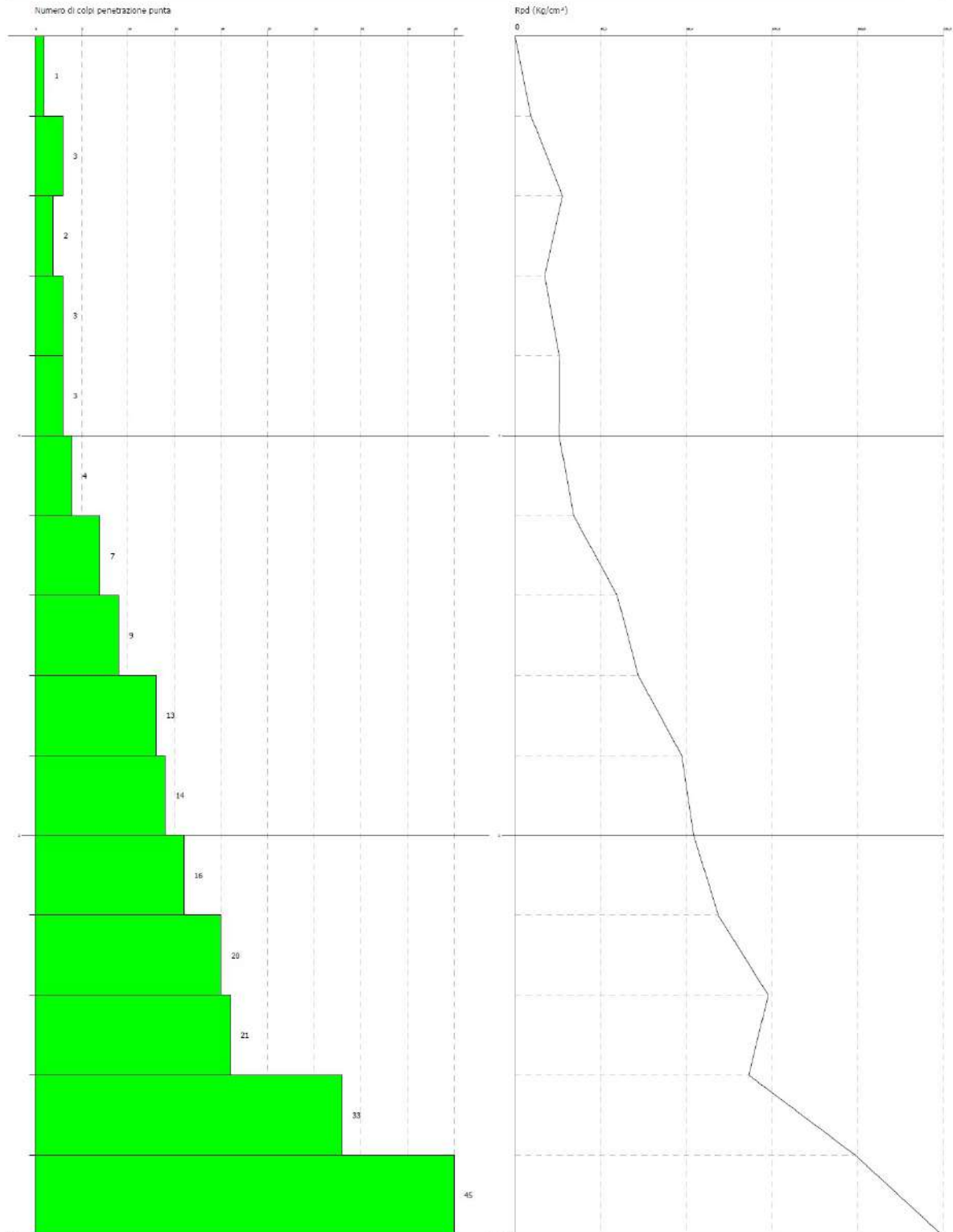
**MODELLO GEOLOGICO PROVA PENETROMETRICA DPSH-3**

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA N.3  
 Strumento utilizzato: DPSH (Dynamic Probing Super Heavy)

Committente: Ing. Nicola Roselli  
 Cantiere: fotovoltaico  
 Località: Cerignola (FG)

Data: 31/03/2021

Scala 1:13



*MODELLO GEOLOGICO DEL SITO CAMPO FOTOVOLTAICO DPSH-3*

- **0.00 mt : 1.20 mt** = Terreno vegetale.
- **1.20 mt : 2.20 mt** = Sabbie leggermente limose con rare inclusioni di breccie.
- **2.20 mt : 2.60 mt** = Breccie calcaree in matrice sabbiosa-limosa.
- **2.60 mt : 3.00 mt** = Breccie calcaree in matrice sabbiosa-limosa molto addensate.

*CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA PROVA PENETROMETRICA DPSH-3*

Strato	Prof. Strato (m)	Nspt	Dr (%)	$\phi$ Angolo d'attrito interno (°)	E' modulo di young (Kg/cm <sup>2</sup> )	Eed modulo edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )	Classificazione AGI	$\gamma$ Peso di volume del terreno (t/m <sup>3</sup> )	Coesione non drenata Cu (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	0.00-1.20	4.02	--	--	25.83	18.44	Moderatamente consistente	1.70	0.20
2	1.20-2.20	17.75	47.74	31.32			Moderatamente addensato	1.95	
3	2.20-2.60	30.83	64.34	36.5			Addensato	2.14	
4	2.60-3.00	58.66	88.56	44.66			Molto addensato	2.28	



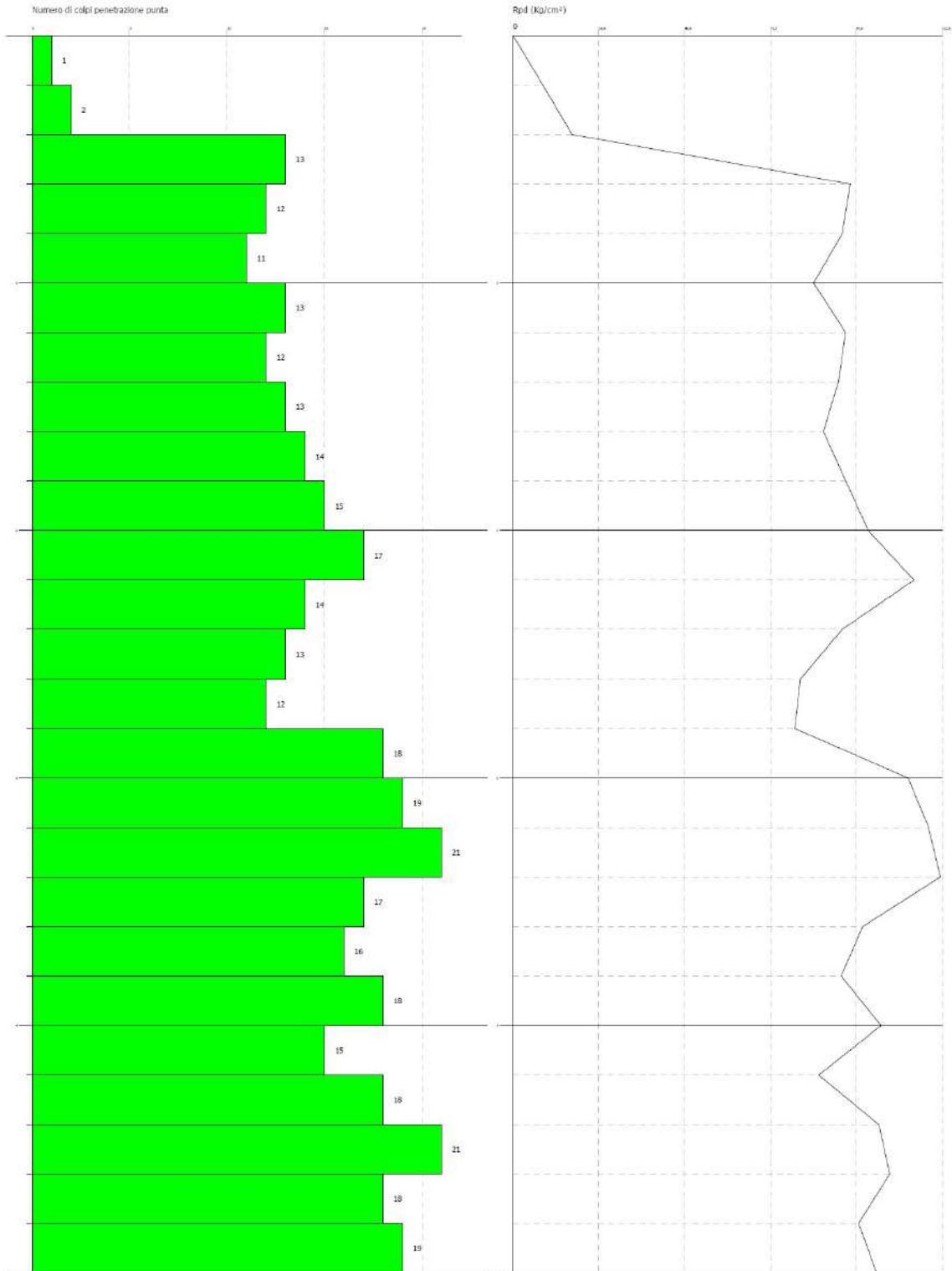
### MODELLO GEOLOGICO DEL SITO STAZIONE UTENTE DPSH-4

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA N°4  
Strumento utilizzato: DPSH (Dynamic Probing Super Heavy)

Committente: Ing. Nicola Roselli  
Cantiere: cabina utente  
Località: Stornara, loc. Schiavone (Fg)

Data: 31/03/2021

Scala 1:21



*MODELLO GEOLOGICO DEL SITO STAZIONE UTENTE DPSH-4*

- **0.00 mt : 0.40 mt** = Terreno tegetale.
- **0.40 mt : 2.80 mt** = Sabbie limose con rare inclusioni di ciottoli.
- **2.80 mt : 5.00 mt** = Sabbie limose con inclusioni di ciottoli.

*CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA PROVA PENETROMETRICA DPSH-4*

Strato	Prof. Strato (m)	Nspt	Dr (%)	$\phi$ Angolo d'attrito interno ( $^{\circ}$ )	E' modulo di young (Kg/cm $^2$ )	Eed modulo edometrico (Kg/cm $^2$ )	Classificazione AGI	$\gamma$ Peso di volume del terreno (t/m $^3$ )	Coesione non drenata Cu (Kg/cm $^2$ )
1	0.00-0.40	2.26	--	--	5.59	10.37	Poco consistente	1.58	0.11
2	0.40-2.80	19.93	51.13	32.29			Moderatamente addensato	1.99	
3	2.80-5.00	27.34	60.68	35.25			Moderatamente addensato	2.11	

Dall'analisi delle prove si evince che tranne lo strato superficiale vegetale tutti gli strati investigati sono del tipo attritivo. Inoltre si ha l'assenza di falde fino alla profondità massima investigata.

Per quanto riguarda le prove sismiche a riflessione multipla del tipo passiva a stazione singola le misure sono state effettuate per mezzo di un tromografo digitale portatile progettato specificatamente per l'acquisizione del rumore sismico. Lo strumento (Tromino, *MICROMED spa*, 10x7x14 cm per 1 Kg di peso) è dotato di tre sensori elettrodinamici (velocimetri) orientati N-S, E-W e verticalmente, alimentato da 2 batterie AA da 1,5 V e senza cavi esterni. I dati di rumore, amplificati e digitalizzati a 24 bit equivalenti, sono stati acquisiti alle frequenze di campionamento di 128 Hz, in modo da avere informazioni su frequenze massime di 64 Hz. (Si ricordi il teorema di Nyquist secondo il quale la massima frequenza ricostruibile di un segnale è la metà della frequenza di campionamento del segnale stesso).

Il risultato finale consiste nella graficizzazione delle medie degli HVSR di ciascuna finestra e nell'interpretazione secondo la tecnica di Nakamura della frequenza fondamentale di risonanza del terreno di fondazione. Inoltre l'elaborazione della prove con l'ausilio dei rapporti stratigrafici ha permesso la classificazione del tipo di terreno così come richiesto dal D.M. 17/01/2018 e della Circolare del C.S.LL.PP. n.7 del 21 gennaio 2019. Dai risultati delle velocità delle onde di taglio, si evince che l'area del campo fotovoltaico, presenta una velocità  $V_{s\_equ}$  di 486 m/sec. che individua un terreno di tipo **B**. Inoltre la frequenza fondamentale del terreno di fondazione di interesse

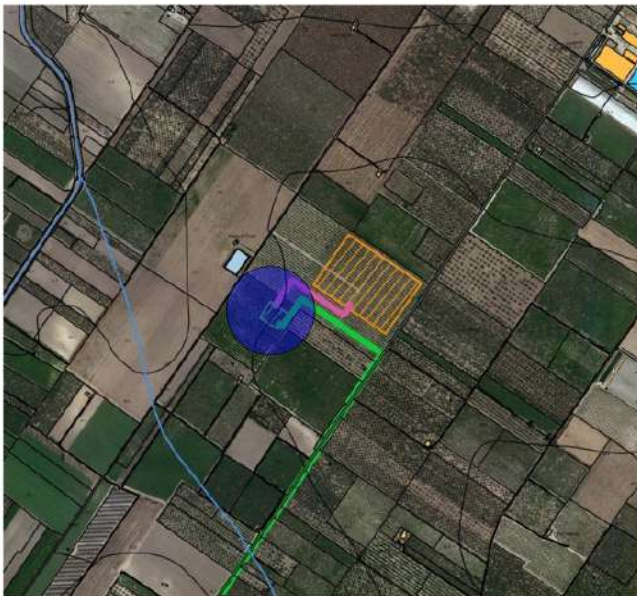
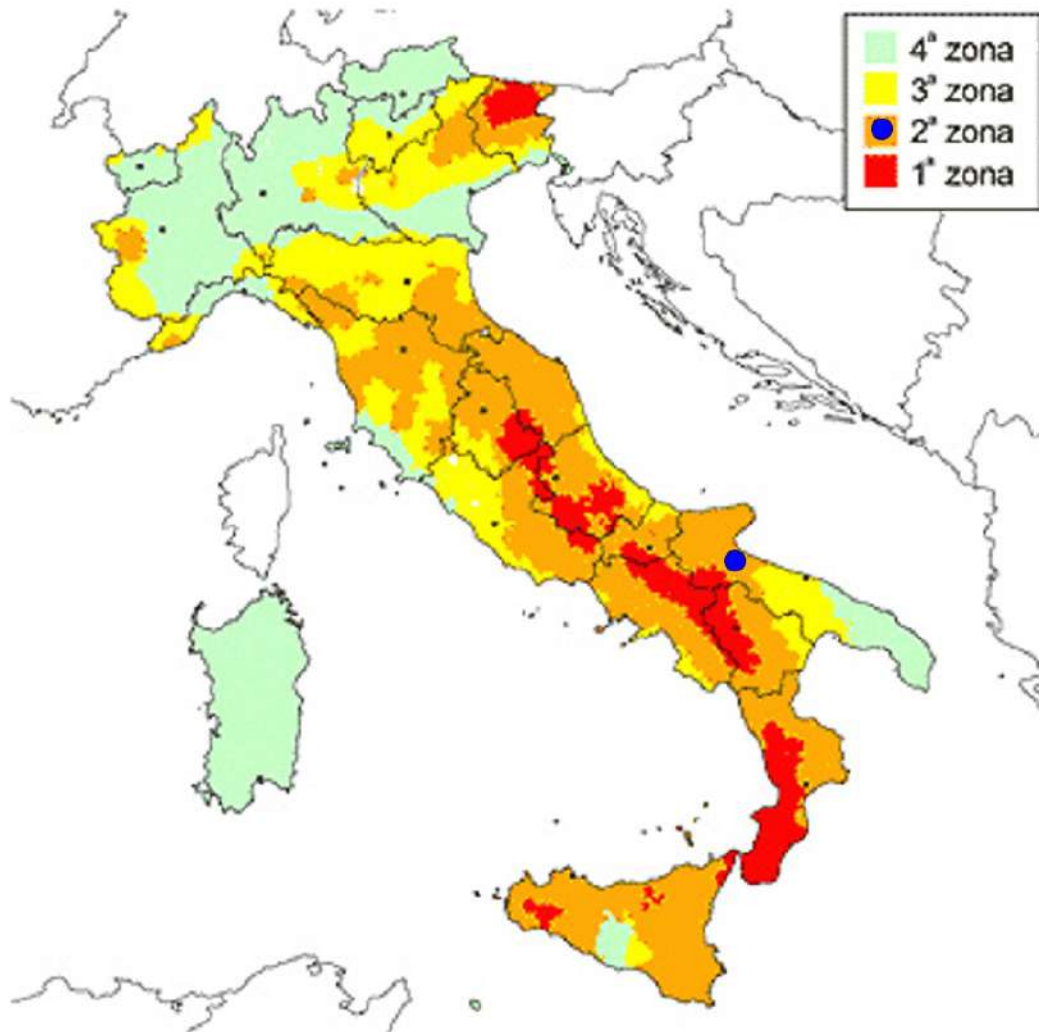


ingegneristico in un Range da 1.0 a 10 Hz risulta di 6.81 Hz. La seconda prova sismica effettuata nell'area destinata alla stazione utente vicina alla futura sottostazione Terna, presenta una velocità  $V_{s\_equ}$  di 437 m/sec. che individua un terreno di tipo **B**. Inoltre la frequenza fondamentale del terreno di fondazione di interesse ingegneristico in un Range da 1.0 a 10 Hz risulta di 1.06 Hz.

# **RELAZIONE SULLA PERICOLOSITA' SISMICA**

Ai sensi del D.M. 17/01/2018 e della Circolare del C.S.LL.PP. n.7 del 21 gennaio 2019

## VALUTAZIONE DELLA RISPOSTA SISMICA LOCALE





## 6. SISMICA

### 6.1 VALUTAZIONE DELLA PERICOLOSITA' SISMICA DELL'AREA ALLO STUDIO

Premesso che per pericolosità sismica di un'area si intende che in essa, in un dato intervallo di tempo, può verificarsi un terremoto di una certa intensità e che detta intensità dipende dalla geologia del sito, morfologia superficiale, morfologia del substrato roccioso sepolto, presenza e profondità della falda freatica, costituzione e proprietà del sottosuolo, presenza di faglie. In Sintesi dipende dalle particolari condizioni locali, cioè dalle caratteristiche topografiche e stratigrafiche dei depositi di terreno, degli ammassi rocciosi e dalle proprietà fisiche e meccaniche dei materiali che lo costituiscono.

Ciò premesso, i territori comunali di Cerignola e Stornara già erano classificati sismici ai sensi del D.M.19.03.1982. L'Ordinanza P.C.M. n.3274 del 23.03.2003 ri classifica l'intero territorio nazionale e in tale quadro i territori dei Comuni di Cerignola e Stornara vengono confermati in zona sismica 2 (media sismicità). Si riporta la tabella ove ciascuna zona è individuata secondo valori di accelerazione di picco orizzontale del suolo ag, con probabilità di superamento del 10% in 50 anni.

Zone Sismiche	Classe	NORMATIVA PRECEDENTE		NORMATIVA ATTUALE
		Coefficiente Sismico S	Amplificazione sismica $C = (S- 2)/100$	Amplificazione sismica a (g)
1	Elevata Sismicità	12	0,1	0,35
2	Media Sismicità	9	0,07	0,25
3	Moderata Sismicità	6	0,04	0,15
4	Bassa Sismicità	0	0	0,05

Con l'entrata in vigore del D.M.17 gennaio 2018, la stima della pericolosità sismica viene definita mediante un approccio “sito dipendente” e non più tramite un criterio “zona dipendente”. L'azione sismica di progetto in base alla quale valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla “pericolosità sismica di base” del sito di costruzione e sono funzione delle caratteristiche morfologiche e stratigrafiche che determinano la risposta sismica locale. Quindi alla scala della singola opera o del singolo sistema geotecnico, la pericolosità sismica viene espressa come risposta sismica locale. La stessa consente di definire le modifiche che un segnale sismico subisce, a causa dei fattori anzi detti, rispetto a quello di un sito di riferimento rigido, (categoria A)

con superficie topografica orizzontale (categoria T1).

In definitiva la risposta sismica locale è l'azione sismica quale emerge in "superficie" a seguito delle modifiche in ampiezza, durata, contenuto in frequenza, subite trasmettendosi dal substrato rigido. La classificazione del sottosuolo si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio,  $V_{s,eq}$  (in m/s).

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

con

$h_i$  = spessore dello strato  $i$ -esimo;

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

$N$  = numero di strati;

$H$  = profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da  $V_s$  non inferiore a 800 m/sec.

Dai risultati delle velocità delle onde di taglio, si evince che l'area nei pressi della stazione utente nel campo fotovoltaico, presenta una velocità  $V_{s,eq}$  di 486 m/sec. che individua un terreno di tipo **B**. Inoltre la frequenza fondamentale del terreno di fondazione di interesse ingegneristico in un Range da 1.0 a 10 Hz risulta di 6.81 Hz. La seconda prova sismica effettuata nell'area destinata alla stazione utente vicina alla futura sottostazione Terna, presenta una velocità  $V_{s,eq}$  di 437 m/sec. che individua un terreno di tipo **B**. Inoltre la frequenza fondamentale del terreno di fondazione di interesse ingegneristico in un Range da 1.0 a 10 Hz risulta di 1.06 Hz.

Per le fondazioni superficiali, la profondità del substrato viene riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali alla testa dei pali. Nel caso di opere di sostegno di terreni naturali, la profondità è riferita alla testa dell'opera. Per muri di sostegno di terrapieni, la profondità viene riferita al piano di imposta della fondazione. Per depositi con profondità  $H$  del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio  $V_{s,eq}$  è definita dal parametro  $V_{s,30}$ , ottenuto ponendo  $H=30$  m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

## 6.2 CLASSIFICAZIONE DEL SITO METODO PREVISTO DAL D.M. 17 GENNAIO 2018

Vengono identificate 5 classi, A, B, C, D e E ad ognuna delle quali è associato uno spettro di risposta elastico. Lo schema indicativo di riferimento per la determinazione della classe del sito è il seguente:

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

Per qualsiasi condizione di sottosuolo non classificabile nelle categorie precedenti, è necessario predisporre specifiche analisi di risposta locale per la definizione delle azioni sismiche.

### Determinazione dei parametri sismici:

Siti in esame.

Impianto fotovoltaico Cerignola Lat.41°13'29.52'' Long.15°49'31,82''

Stazione utente Lat.41°18'51.69'' Long.15°46'17.51''

Categoria sottosuolo : **B** Categoria topografica : T1 Amplificazione topografica  $S_t = 1$

La frequenza fondamentale del terreno di fondazione nel campo fotovoltaico di interesse ingegneristico in un Range da 1.0 a 10 Hz risulta di 6.81 Hz. La seconda prova sismica effettuata nei pressi della stazione utente vicina alla futura sottostazione Terna, presenta una frequenza fondamentale del terreno di fondazione di interesse ingegneristico in un Range da 1.0 a 10 Hz risulta di 1.06 Hz.



## **6. VERIFICHE GEOTECNICHE NTC 2018**

### **CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL SITO § 6.2.1.**

Il modello geologico di riferimento è la ricostruzione concettuale della storia evolutiva dell'area di studio, attraverso la descrizione delle peculiarità genetiche dei diversi terreni presenti, delle dinamiche dei diversi termini litologici, dei rapporti di giustapposizione reciproca, delle vicende tettoniche subite e dell'azione dei diversi agenti morfogenetici.

### **INDAGINI, CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOTECNICA § 6.2.2.**

Le indagini geotecniche devono essere programmate in funzione del tipo di opera e/o di intervento, devono riguardare il volume significativo e, in presenza di azioni sismiche, devono essere conformi a quanto prescritto ai §§ 3.2.2 e 7.11.2. Per volume significativo di terreno si intende la parte di sottosuolo influenzata, direttamente o indirettamente, dalla costruzione del manufatto e che influenza il manufatto stesso.

### **CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA AI FINI SISMICI § 7.11.2.**

Le indagini geotecniche devono essere predisposte dal progettista in presenza di un quadro geologico adeguatamente definito, che comprenda i principali caratteri tettonici e litologici, nonché l'eventuale preesistenza di fenomeni di instabilità del territorio. Le indagini devono comprendere l'accertamento degli elementi che, unitamente agli effetti topografici, influenzano la propagazione delle onde sismiche, quali le condizioni stratigrafiche e la presenza di un substrato rigido o di una formazione ad esso assimilabile.

### **RISPOSTA SISMICA E STABILITÀ DEL SITO § 7.11.3.**

#### **RISPOSTA SISMICA LOCALE § 7.11.3.1**

Il moto generato da un terremoto in un sito dipende dalle particolari condizioni locali, cioè dalle caratteristiche topografiche e stratigrafiche del sottosuolo e dalle proprietà fisiche e meccaniche dei terreni e degli ammassi rocciosi di cui è costituito. Alla scala della singola opera o del singolo sistema geotecnico, l'analisi della risposta sismica locale consente quindi di definire le modifiche che il segnale sismico di ingresso subisce, a causa dei suddetti fattori locali.

#### **FATTORI DI AMPLIFICAZIONE STRATIGRAFICA § 7.11.3.2**

#### **FATTORI DI AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA § 7.11.3.3**

In condizioni stratigrafiche e morfologiche schematizzabili con un modello mono-dimensionale e per profili stratigrafici riconducibili alle categorie di cui alla Tab. 3.2.II, il moto sismico alla superficie di un sito è definibile mediante l'accelerazione massima ( $a_{max}$ ) attesa in superficie ed una forma spettrale ancorata ad essa. Il valore di  $a_{max}$  può essere ricavato dalla relazione  $a_{max} = SS \times a_g$  dove  $a_g$  è l'accelerazione massima su sito di riferimento rigido ed  $SS$  è il coefficiente di amplificazione stratigrafica.

#### STABILITÀ NEI CONFRONTI DELLA LIQUEFAZIONE § 7.11.3.4

##### Generalità § 7.11.3.4.1

Il sito presso il quale è ubicato il manufatto deve essere stabile nei confronti della liquefazione, intendendo con tale termine quei fenomeni associati alla perdita di resistenza al taglio o ad accumulo di deformazioni plastiche in terreni saturi, prevalentemente sabbiosi, sollecitati da azioni cicliche e dinamiche che agiscono in condizioni non drenate. Se il terreno risulta suscettibile di liquefazione e gli effetti conseguenti appaiono tali da influire sulle condizioni di stabilità di pendii o manufatti, occorre procedere ad interventi di consolidamento del terreno e/o trasferire il carico a strati di terreno non suscettibili di liquefazione.

##### Esclusione della verifica a liquefazione § 7.11.3.4.2

La verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

1. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di  $0,1g$ ;
2. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
3. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata  $(N1)_{60} > 30$  oppure  $qc_{1N} > 180$  dove  $(N1)_{60}$  è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e  $qc_{1N}$  è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;

4. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Fig. 7.11.1(a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità  $U_c < 3,5$  e in Fig. 7.11.1(b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità  $U_c > 3,5$ .

#### VERIFICHE DI SICUREZZA

Le verifiche di sicurezza relative agli stati limite ultimi (SLU) e le analisi relative alle condizioni di esercizio (SLE) devono essere effettuate nel rispetto dei principi e delle procedure indicate al § 2.6 .6.2.4.1.

#### VERIFICHE NEI CONFRONTI DEGLI STATI LIMITE ULTIMI (SLU)

Per ogni stato limite per perdita di equilibrio (EQU), come definito al §2.6.1, deve essere rispettata la condizione:  $E_{inst,d} < Estb,d$  dove  $E_{inst,d}$  è il valore di progetto dell'azione instabilizzante,  $Estb,d$  è il valore di progetto dell'azione stabilizzante. La verifica della suddetta condizione deve essere eseguita impiegando come fattori parziali per le azioni i valori JF riportati nella colonna EQU della tabella 6.2.I. Per ogni stato limite ultimo che preveda il raggiungimento della resistenza di un elemento strutturale (STR) o del terreno (GEO), come definiti al § 2.6.1, deve essere rispettata la condizione:  $E_d < R_d$  [6.2.1] essendo  $E_d$  il valore di progetto dell'azione o dell'effetto dell'azione, definito dalle relazioni :

$$E_d = E \left[ \gamma_F F_k; \frac{X_k}{\gamma_M}; a_d \right] \quad [6.2.2a]$$

$$E_d = \gamma_E \cdot E \left[ F_k; \frac{X_k}{\gamma_M}; a_d \right] \quad [6.2.2b]$$

e  $R_d$  è il valore di progetto della resistenza del sistema geotecnico definito dalla relazione:

$$R_d = \frac{1}{\gamma_R} R \left[ \gamma_F F_k; \frac{X_k}{\gamma_M}; a_d \right] \quad [6.2.3]$$

Effetto delle azioni e resistenza di progetto sono espresse nelle [6.2.2a] e [6.2.3] rispettivamente in unzione delle azioni di progetto  $\gamma_F F_k$ , dei parametri geotecnici di progetto  $X_k/\gamma_M$  e dei parametri geometrici di progetto  $a_d$ . Il coefficiente parziale di sicurezza opera direttamente sulla resistenza del sistema. L'effetto delle azioni di progetto  $\gamma_R$  può anche essere valutato direttamente con i valori caratteristici delle azioni come indicato dalla [6.2.2b] con  $\gamma_E = \gamma_F$ . In accordo a quanto stabilito al §2.6.1, la verifica della condizione [6.2.1] deve essere effettuata impiegando diverse combinazioni di gruppi di coefficienti parziali, rispettivamente definiti per le azioni (A1 e A2), per i parametri



geotecnici (M1 e M2) e per le resistenze (R1, R2 e R3). I diversi gruppi di coefficienti di sicurezza parziali sono scelti nell'ambito di due approcci progettuali distinti e alternativi. Nel primo approccio progettuale (Approccio 1) le verifiche si eseguono con due diverse combinazioni di gruppi di coefficienti ognuna delle quali può essere critica per differenti aspetti dello stesso progetto. Nel secondo approccio progettuale (Approccio 2) le verifiche si eseguono con un'unica combinazione di gruppi di coefficienti. Per le verifiche nei confronti di stati limite ultimi non espressamente trattati nei successivi paragrafi, da 6.3 a 6.11, si utilizza l'Approccio 1 con le due combinazioni (A1+M1+R1) e (A2+M2+R2). I fattori parziali per il gruppo R1 sono sempre unitari; quelli del gruppo R2 possono essere maggiori o uguali all'unità e, in assenza di indicazioni specifiche per lo stato limite ultimo considerato, devono essere scelti dal progettista in relazione alle incertezze connesse con i procedimenti adottati.

## AZIONI

I coefficienti parziali  $y_F$  relativi alle azioni sono indicati nella Tab. 6.2.I. NTC2018. Ad essi deve essere fatto riferimento con le precisazioni riportate nel § 2.6.1. Si deve comunque intendere che il terreno e l'acqua costituiscono carichi permanenti (strutturali) quando, nella modellazione utilizzata, contribuiscono al comportamento dell'opera con le loro caratteristiche di peso, resistenza e rigidità. Nella valutazione della combinazione delle azioni i coefficienti di combinazione devono essere assunti come specificato nel Capitolo 2.

## RESISTENZA

Il valore di progetto della resistenza  $R_d$  può essere determinato:

- a) in modo analitico, con riferimento al valore caratteristico dei parametri geotecnici del terreno, diviso per il valore del coefficiente parziale  $y_M$  specificato nella successiva Tab. 6.2.II e tenendo conto, ove necessario, dei coefficienti parziali  $y_R$  specificati nei paragrafi relativi a ciascun tipo di opera;
- b) in modo analitico, con riferimento a correlazioni con i risultati di prove in sito, tenendo conto dei coefficienti parziali  $y_R$  riportati nelle tabelle contenute nei paragrafi relativi a ciascun tipo di opera;
- c) sulla base di misure dirette su prototipi, tenendo conto dei coefficienti parziali  $y_R$  riportati nelle tabelle contenute nei paragrafi relativi a ciascun tipo di opera.

Dalle indagini geotecniche e sismiche effettuate è stata calcolata la capacità portante utilizzando un foglio di calcolo realizzato dal Dott. Ing. Paolo Sottile. Inoltre in tutte le indagini non si è riscontrata la presenza di falda, la stessa da pozzi presenti nelle aree è stata rinvenuta sempre al di sotto dei 25.00 mt. Dal p.c.

Nelle aree dedicate al campo fotovoltaico sono previste la realizzazione di n. 26 cabine così distribuite :

- n. 1 stazione utente denominata 00, con platea di dimensioni di mt.10.80 x 3.80 x 0.40.
- n. 4 cabine destinate a vani tecnici con platea di dimensioni di mt.10.80 x 3.80 x 0.40.
- n. 2 cabine destinate “Controll Room” con platea di dimensioni di mt.16.80 x 3.80 x 0.40.
- n. 18 cabine da campo con platea di dimensioni di mt.6.90 x 3.25 x 0.40.

Per il calcolo della capacità portante sono stati utilizzati i parametri geotecnici e fisici più sfavorevoli del terreno di fondazione  $\phi = 28^{\circ}.42$  e peso del terreno  $Y = 1.8 \text{ T/m}^3$ .

Approccio 2 combinazione (A1+M1+R3).

Nell’area dedicata alla stazione utente vicino la stazione terna è prevista la realizzazione di una platea di dimensioni di mt.26 x 5 x 0.40.

Per il calcolo della capacità portante sono stati utilizzati i parametri geotecnici e fisici più sfavorevoli del terreno di fondazione  $\phi = 32^{\circ}.29$  e peso del terreno  $Y = 19.90 \text{ T/m}^3$ .

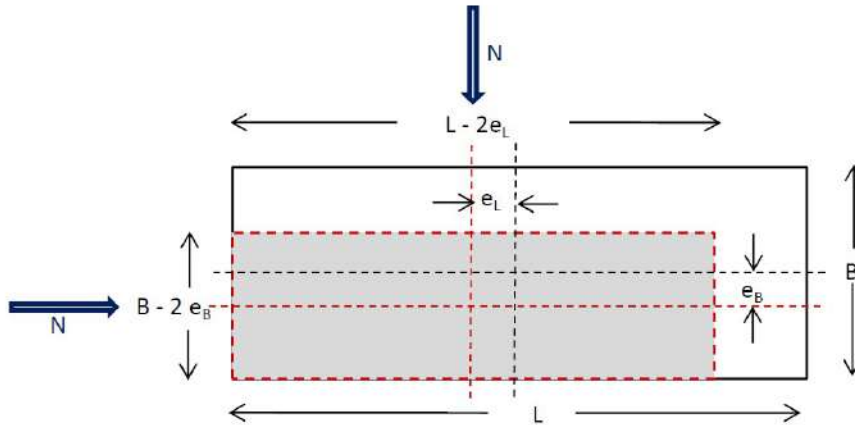
Approccio 2 combinazione (A1+M1+R3).



N. 5 platee di dimensioni di mt.10.80 x 3.80 x 0.40.

### CALCOLO CAPACITA' PORTANTE FONDAZIONI SUPERFICIALI (NTC 2018)

La fondazione è la parte di una struttura che serve a trasmettere il carico dell'opera al terreno sottostante attraverso la superficie di contatto (piano di posa). In accordo con la teoria di Terzaghi, una fondazione si definisce di tipo superficiale se  $D/B < 4$ , essendo  $D$  la profondità del piano di posa rispetto al piano di campagna e  $B$  la dimensione minima in pianta della fondazione.



Carichi permanenti

$$G_{k1} = 410 \text{ KN}$$

Carichi permanenti non strutturali

$$G_{k2} = 123 \text{ KN}$$

Sovraccarichi

$$Q_k = 0 \text{ KN}$$

Risultante dei carichi verticali

$$N = 533 \text{ KN}$$

Inclinazione della risultante  $N$  rispetto alla verticale

$$\theta = 0^\circ$$

Componente orizzontale dei carichi agente sul piano di posa

$$H = 0.00 \text{ KN}$$

Componente verticale dei carichi agente sul piano di posa

$$V = 533.00 \text{ KN}$$

Eccentricità della risultante dei carichi parallela al lato  $B$

$$e_B = 0.00 \text{ m}$$

Eccentricità della risultante dei carichi parallela al lato  $L$

$$e_L = 0.00 \text{ m}$$

Larghezza della fondazione all'appoggio sul terreno

$$B = 3.80 \text{ m}$$

Lunghezza della fondazione

$$L = 10.20 \text{ m}$$

Profondità del piano di posa della fondazione

$$D = 1.20 \text{ m}$$

Larghezza ridotta della fondazione per eccentricità del carico

$$B' = 3.80 \text{ m}$$

Lunghezza ridotta della fondazione per eccentricità del carico

$$L' = 10.20 \text{ m}$$

Coesione del terreno al di sotto del piano di posa

$$c = 0.00 \text{ KN/m}^2$$

Adesione lungo la base della fondazione (ca < c)

$$c_a = 0.00 \text{ KN/m}^2$$

Angolo di attrito del terreno al di sotto del piano di posa

$$\phi = 28.42^\circ$$

Pressione geostatica sul piano di posa della fondazione

$$q = 21.6 \text{ KN/m}^2$$

Peso unità di volume del terreno al di sotto del piano di posa

$$\gamma_t = 18.00 \text{ KN/m}^3$$

Angolo di inclinazione del piano di campagna

$$\omega = 3^\circ$$

Angolo di inclinazione del piano di posa

$$\varepsilon = 0^\circ$$

#### Parametri sismici

Stato limite considerato

$$SLV$$

Accelerazione orizzontale massima attesa sul sito di riferimento

$$a_g = 0.161 \text{ m/sec}^2$$

Fattore di amplificazione spettrale max sul sito di riferimento

$$F_o = 2.49$$

Categoria di sottosuolo

B

$$\beta_s = 0.24$$

Coefficiente di amplificazione stratigrafica

$$S_s = 1.20$$

Categoria topografica

T1

$$S_T = 1.0$$

Il carico limite unitario del terreno di fondazione, calcolato con la formula di Brinch - Hansen, è dato dalla seguente espressione:

$$q_{lim} = c \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot g_c \cdot b_c \cdot z_c + q \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot g_q \cdot b_q \cdot z_q + 0,5 \cdot B \cdot \gamma_t \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma \cdot g_\gamma \cdot b_\gamma \cdot z_\gamma \cdot e_{\gamma k} \cdot e_{\gamma i}$$

**Fattori di capacità portante  $N_c$ ,  $N_q$  e  $N_\gamma$**

per $c > 0$ e $\phi = 0$	
$N_c = 2 + \pi$	FALSO
$N_q = 1$	FALSO
$N_\gamma = 0$ se $\phi=0$	FALSO
$N_\gamma = -2 \text{ sen } \omega$ se $\phi \neq 0$	FALSO

per $\phi > 0$	A1+M1+R3
$N_c = (N_q - 1) \text{ ctg } \phi$	26.62
$N_q = K_p \cdot e^{\pi \text{tg} \phi}$	15.40
$N_\gamma = 2 (N_q + 1) \cdot \text{tg} \phi$	17.75

**Fattori di forma  $s_c$ ,  $s_q$ , e  $s_\gamma$  ( $B/L \leq 1$ )**

per $c > 0$ e $\phi = 0$	
$s_c = 1 + [B'/(2 + \pi) \cdot L']$	FALSO
$s_q = 1$	FALSO
$s_\gamma = 1 - 0,4 (B'/L')$	FALSO

per $\phi > 0$	A1+M1+R3
$s_c = 1 + (N_q \cdot B') / (N_c \cdot L')$	1.22
$s_q = 1 + (B'/L' \cdot \text{tg} \phi)$	1.20
$s_\gamma = 1 - 0,4 (B'/L')$	0.85

**Fattori di profondità  $d_c$ ,  $d_q$ , e  $d_\gamma$**

Si definisce il seguente parametro:

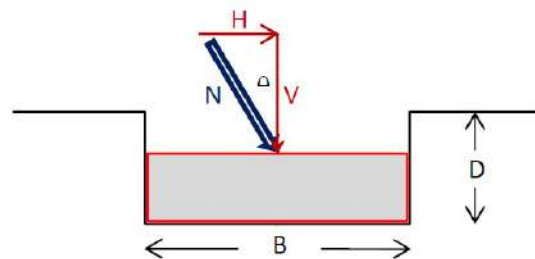
$$K = D/B' = 0.32 \text{ se } D/B' \leq 1$$

$$K = \arctg D/B' = \text{N.R. se } D/B' > 1$$

per $c > 0$ e $\phi = 0$	
$d_c = 1 + 0,4 K$	FALSO
$d_q = 1$	FALSO
$d_\gamma = 1$	FALSO

per $\phi > 0$	A1+M1+R3
$d_c = d_q - [(1 - d_q) / (N_c \cdot \text{tg} \phi)]$	1.10
$d_q = 1 + 2 \text{tg} \phi (1 - \text{sen} \phi)^2 \cdot K$	1.09
$d_\gamma = 1$	1.00

**Fattori di inclinazione del carico  $i_c$ ,  $i_q$ , e  $i_\gamma$**



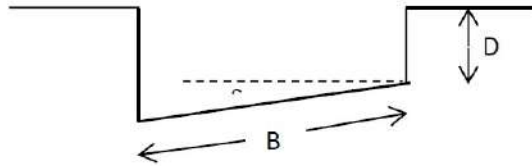
Si definisce il seguente parametro:

$$m = [2 + (B'/L')] / [1 + (B'/L')] = 1.73$$

per $c > 0$ e $\phi = 0$	
$i_c = 1 - [(m \cdot H) / (B' \cdot L' \cdot c_a \cdot N_c)]$	FALSO
$i_q = 1$	FALSO
$i_\gamma = 1$	FALSO

per $\phi > 0$	A1+M1+R3
$i_c = i_q - [(1 - i_q) / (N_c \cdot \text{tg} \phi)]$	1.00
$i_q = [1 - (H / (V + B' \cdot L' \cdot c_a \cdot \text{ctg} \phi))]^m$	1.00
$i_\gamma = [1 - (H / (V + B' \cdot L' \cdot c_a \cdot \text{ctg} \phi))]^{m+1}$	1.00

**Fattori di inclinazione del piano di posa  $g_c, g_q$  e  $g_\gamma$  ( $\varepsilon < 45^\circ$ )**



per $c > 0$ e $\phi = 0$	
$g_c = 1 - [(2 \cdot \varepsilon)/(2 + \pi)]$	FALSO
$g_q = 1$	FALSO
$g_\gamma = 1$	FALSO

per $\phi > 0$		A1+M1+R3
$g_c = g_q - [(1 - g_q)/(N_c \cdot \text{tag}\phi)]$		1.00
$g_q = (1 - \varepsilon \cdot \text{tg}\phi)^2$		1.00
$g_\gamma = (1 - \varepsilon \cdot \text{tg}\phi)^2$		1.00

**Fattori di inclinazione del piano di campagna  $b_c, b_q$  e  $b_\gamma$  ( $\omega < \phi$ ;  $\omega < 45^\circ$ )**



per $c > 0$ e $\phi = 0$	
$b_c = 1 - [(2 \cdot \omega)/(2 + \pi)]$	FALSO
$b_q = 1$	FALSO
$b_\gamma = 1$	FALSO

per $\phi > 0$		A1+M1+R3
$b_c = b_q - [(1 - b_q)/(N_c \cdot \text{tag}\phi)]$		0.89
$b_q = (1 - \text{tg}\omega)^2 \cdot \cos\omega$		0.90
$b_\gamma = b_q / \cos\omega$		0.90

**Fattori di correzione sismica inerziale  $z_c, z_q$  e  $z_\gamma$  (Paolucci - Pecker)**

$z_c = 1 - 0,32 \cdot K_{hi}$	0.99
$z_q = (1 - K_{hi} / \text{tg}\phi)^{0,35}$	0.98
$z_\gamma = (1 - K_{hi} / \text{tg}\phi)^{0,35}$	0.98

$k_{hi} = 0,2 \cdot a_g$	0.032
--------------------------	-------

**Fattori di correzione dell'effetto cinematico  $e_{vir}$  e  $e_{yk}$  (Maugeri - Cascone)**

$e_{yk} = (1 - K_{hk} / \text{tg}\phi)^{0,45}$	0.96
$e_{vir} = (1 - 0,7 K_{hi})^5$	0.89

$k_{hk} = \beta_s \cdot a_{max} / g$	0.047
$a_{max} = S_s \cdot S_T \cdot a_g$	0.193

**VERIFICHE DI SICUREZZA AGLI STATI LIMITE ULTIMI (SLU)**

**Approccio 2 - Combinazione (A1 + M1 + R3)**

Sono incrementate le azioni permanenti, incrementate le azioni variabili (A), invariati i parametri geotecnici (M) e ridotta la resistenza (R), secondo i coefficienti di seguito riportati:

Carichi	(A1)
Perman.	1.30
Perm. n.s.	1.50
Sovracc.	1.50

Par. geo.	(M1)
$\text{tg}\phi$	1.00
c	1.00
$\gamma_t$	1.00

Resist.	(R3)
Cap. port.	2.30
Scorr.	1.10



**VERIFICA AL CARICO LIMITE**      **CONDIZIONI SISMICHE**

Carico limite

Resistenza del sistema geotecnico  $R = q_{lim} \times B' \times L'$ Resistenza di progetto del sistema geotecnico  $R_d = R/\gamma_r$ Valore di progetto dell'azione  $E_d = G_{k1} + 1,3 G_{k2} + 1,3 Q_k$ 

$$q_{lim} = 772.69 \text{ KN/m}^2$$

$$R = 29949.48 \text{ KN}$$

$$R_d = 13021.51 \text{ KN}$$

$$E_d = 717.5 \text{ KN}$$

Deve essere rispettata la condizione  $E_d \leq R_d$  ( $R_d / E_d \geq 1$ )

$$717.5 < 13021.51$$

verifica soddisfatta

$$R_d / E_d = 18.15$$

**VERIFICA ALLO SCORRIMENTO SUL PIANO DI POSA**Res. di prog. sistema geotecnico  $R_d = 1/\gamma_r \cdot [(c \cdot B' \cdot L')/\gamma_c + (N_d \text{ tg}\phi/\gamma_\phi)]$ Valore di progetto dell'azione  $E_d = H$ 

$$R_d = 262.21 \text{ KN}$$

$$E_d = 0.00 \text{ KN}$$

Deve essere rispettata la condizione  $E_d \leq R_d$  ( $R_d / E_d \geq 1$ )

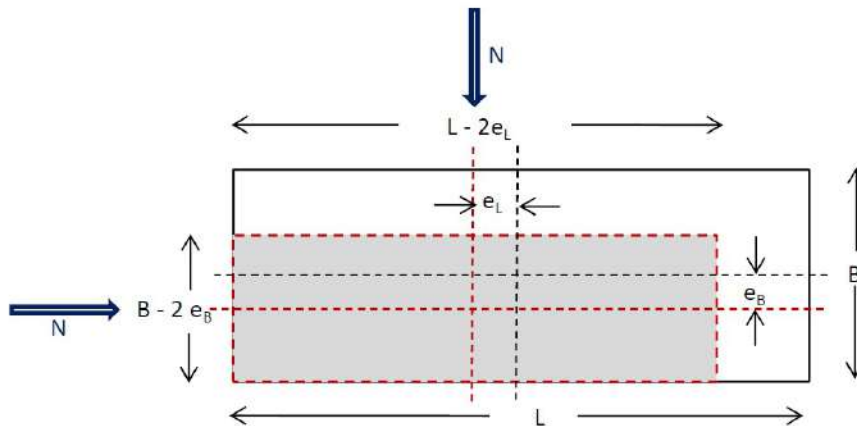
$$0.00 < 262.21$$

verifica soddisfatta

N.2 platee di dimensioni di mt.16.80 x 3.80 x 0.40.

### CALCOLO CAPACITA' PORTANTE FONDAZIONI SUPERFICIALI (NTC 2018)

La fondazione è la parte di una struttura che serve a trasmettere il carico dell'opera al terreno sottostante attraverso la superficie di contatto (piano di posa). In accordo con la teoria di Terzaghi, una fondazione si definisce di tipo superficiale se  $D/B < 4$ , essendo  $D$  la profondità del piano di posa rispetto al piano di campagna e  $B$  la dimensione minima in pianta della fondazione.



Carichi permanenti

Carichi permanenti non strutturali

Sovraccarichi

Risultante dei carichi verticali

Inclinazione della risultante  $N$  rispetto alla verticale

Componente orizzontale dei carichi agente sul piano di posa

Componente verticale dei carichi agente sul piano di posa

Eccentricità della risultante dei carichi parallela al lato  $B$

Eccentricità della risultante dei carichi parallela al lato  $L$

Larghezza della fondazione all'appoggio sul terreno

Lunghezza della fondazione

Profondità del piano di posa della fondazione

Larghezza ridotta della fondazione per eccentricità del carico

Lunghezza ridotta della fondazione per eccentricità del carico

Coesione del terreno al di sotto del piano di posa

Adesione lungo la base della fondazione ( $c_a < c$ )

Angolo di attrito del terreno al di sotto del piano di posa

Pressione geostatica sul piano di posa della fondazione

Peso unità di volume del terreno al di sotto del piano di posa

Angolo di inclinazione del piano di campagna

Angolo di inclinazione del piano di posa

#### Parametri sismici

Stato limite considerato

Accelerazione orizzontale massima attesa sul sito di riferimento

Fattore di amplificazione spettrale max sul sito di riferimento

Categoria di sottosuolo

B

Coefficiente di amplificazione stratigrafica

Categoria topografica

T1

$G_{k1} = 630$  KN

$G_{k2} = 319$  KN

$Q_k = 0$  KN

$N = 949$  KN

$\theta = 0^\circ$

$H = 0.00$  KN

$V = 949.00$  KN

$e_B = 0.00$  m

$e_L = 0.00$  m

$B = 3.80$  m

$L = 16.80$  m

$D = 1.20$  m

$B' = 3.80$  m

$L' = 16.80$  m

$c = 0.00$  KN/m<sup>2</sup>

$c_a = 0.00$  KN/m<sup>2</sup>

$\phi = 28.42^\circ$

$q = 21.6$  KN/m<sup>2</sup>

$\gamma_t = 18.00$  KN/m<sup>3</sup>

$\omega = 3^\circ$

$\varepsilon = 0^\circ$

SLV

$a_g = 0.161$  m/sec<sup>2</sup>

$F_o = 2.49$

$\beta_s = 0.24$

$S_s = 1.20$

$S_T = 1.0$

Il carico limite unitario del terreno di fondazione, calcolato con la formula di Brinch - Hansen, è dato dalla seguente espressione:

$$q_{lim} = c \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot g_c \cdot b_c \cdot z_c + q \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot g_q \cdot b_q \cdot z_q + 0,5 \cdot B \cdot \gamma_t \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma \cdot g_\gamma \cdot b_\gamma \cdot z_\gamma \cdot e_{\gamma k} \cdot e_{\gamma l}$$

**Fattori di capacità portante  $N_c$ ,  $N_q$  e  $N_\gamma$**

per $c > 0$ e $\phi = 0$	
$N_c = 2 + \pi$	FALSO
$N_q = 1$	FALSO
$N_\gamma = 0$ se $\phi=0$	FALSO
$N_\gamma = -2 \text{ sen } \omega$ se $\phi \neq 0$	FALSO

per $\phi > 0$	A1+M1+R3
$N_c = (N_q - 1) \text{ ctg } \phi$	26.62
$N_q = K_p \cdot e^{\pi \text{tg} \phi}$	15.40
$N_\gamma = 2 (N_q + 1) \cdot \text{tg} \phi$	17.75

**Fattori di forma  $s_c$ ,  $s_q$ , e  $s_\gamma$  ( $B/L \leq 1$ )**

per $c > 0$ e $\phi = 0$	
$s_c = 1 + [B'/(2 + \pi) \cdot L']$	FALSO
$s_q = 1$	FALSO
$s_\gamma = 1 - 0,4 (B'/L')$	FALSO

per $\phi > 0$	A1+M1+R3
$s_c = 1 + (N_q \cdot B')/(N_c \cdot L')$	1.13
$s_q = 1 + (B'/L' \cdot \text{tg} \phi)$	1.12
$s_\gamma = 1 - 0,4 (B'/L')$	0.91

**Fattori di profondità  $d_c$ ,  $d_q$ , e  $d_\gamma$**

Si definisce il seguente parametro:

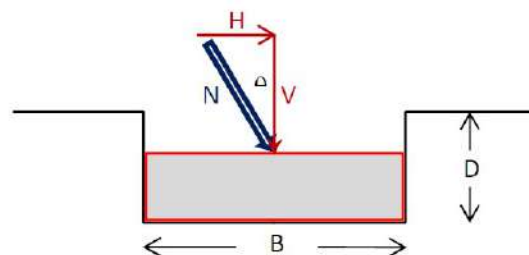
$$K = D/B' = 0.32 \quad \text{se } D/B' \leq 1$$

$$K = \arctg D/B' = \text{N.R.} \quad \text{se } D/B' > 1$$

per $c > 0$ e $\phi = 0$	
$d_c = 1 + 0,4 K$	FALSO
$d_q = 1$	FALSO
$d_\gamma = 1$	FALSO

per $\phi > 0$	A1+M1+R3
$d_c = d_q - [(1 - d_q)/(N_c \text{tg} \phi)]$	1.10
$d_q = 1 + 2 \text{tg} \phi (1 - \text{sen} \phi)^2 \cdot K$	1.09
$d_\gamma = 1$	1.00

**Fattori di inclinazione del carico  $i_c$ ,  $i_q$ , e  $i_\gamma$**



Si definisce il seguente parametro:

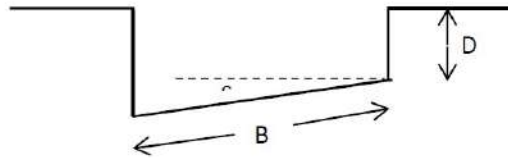
$$m = [2 + (B'/L')]/[(1 + (B'/L'))] = 1.82$$

per $c > 0$ e $\phi = 0$	
$i_c = 1 - [(m \cdot H)/(B' \cdot L' \cdot c_a \cdot N_c)]$	FALSO
$i_q = 1$	FALSO
$i_\gamma = 1$	FALSO

per $\phi > 0$	A1+M1+R3
$i_c = i_q - [(1 - i_q)/(N_c \text{tg} \phi)]$	1.00
$i_q = [1 - (H/(V + B' \cdot L' \cdot c_a \cdot \text{tg} \phi))]^m$	1.00
$i_\gamma = [1 - (H/(V + B' \cdot L' \cdot c_a \cdot \text{tg} \phi))]^{m+1}$	1.00



Fattori di inclinazione del piano di posa  $g_c$ ,  $g_q$ , e  $g_\gamma$  ( $\varepsilon < 45^\circ$ )



per $c > 0$ e $\phi = 0$	
$g_c = 1 - [(2 \cdot \varepsilon) / (2 + \pi)]$	FALSO
$g_q = 1$	FALSO
$g_\gamma = 1$	FALSO

per $\phi > 0$		A1+M1+R3
$g_c = g_q \cdot [(1 - g_q) / (N_c \cdot \tan \phi)]$		1.00
$g_q = (1 - \varepsilon \cdot \tan \phi)^2$		1.00
$g_\gamma = (1 - \varepsilon \cdot \tan \phi)^2$		1.00

Fattori di inclinazione del piano di campagna  $b_c$ ,  $b_q$ , e  $b_\gamma$  ( $\omega < \phi$ ;  $\omega < 45^\circ$ )



per $c > 0$ e $\phi = 0$	
$b_c = 1 - [(2 \cdot \omega) / (2 + \pi)]$	FALSO
$b_q = 1$	FALSO
$b_\gamma = 1$	FALSO

per $\phi > 0$		A1+M1+R3
$b_c = b_q \cdot [(1 - b_q) / (N_c \cdot \tan \phi)]$		0.89
$b_q = (1 - \tan \omega)^2 \cdot \cos \omega$		0.90
$b_\gamma = b_q / \cos \omega$		0.90

Fattori di correzione sismica inerziale  $z_c$ ,  $z_q$ , e  $z_\gamma$  (Paolucci - Pecker)

$z_c = 1 - 0,32 \cdot K_{hi}$	0.99
$z_q = (1 - K_{hi} / \tan \phi)^{0,35}$	0.98
$z_\gamma = (1 - K_{hi} / \tan \phi)^{0,35}$	0.98

$k_{hi} = 0,2 \cdot a_g$	0.032
--------------------------	-------

Fattori di correzione dell'effetto cinematico  $e_{vkr}$ ,  $e_{yk}$  (Maugeri - Cascone)

$e_{yk} = (1 - K_{hk} / \tan \phi)^{0,45}$	0.96
$e_{vr} = (1 - 0,7 K_{hk})^5$	0.89

$k_{hk} = \beta_s \cdot a_{max} / g$	0.047
$a_{max} = S_s \cdot S_T \cdot a_g$	0.193

VERIFICHE DI SICUREZZA AGLI STATI LIMITE ULTIMI (SLU)

#### Approccio 2 - Combinazione (A1 + M1 + R3)

Sono incrementate le azioni permanenti, incrementate le azioni variabili (A), invariati i parametri geotecnici (M) e ridotta la resistenza (R), secondo i coefficienti di seguito riportati:

Carichi	(A1)
Perman.	1.30
Perm. n.s.	1.50
Sovracc.	1.50

Par. geo.	(M1)
$\tan \phi$	1.00
c	1.00
$\gamma_t$	1.00

Resist.	(R3)
Cap. port.	2.30
Scorr.	1.10

**VERIFICA AL CARICO LIMITE****CONDIZIONI SISMICHE**

Carico limite

$$q_{lim} = 774.14 \text{ KN/m}^2$$

Resistenza del sistema geotecnico  $R = q_{lim} \times B' \times L'$ 

$$R = 49421.27 \text{ KN}$$

Resistenza di progetto del sistema geotecnico  $R_d = R/\gamma_r$ 

$$R_d = 21487.51 \text{ KN}$$

Valore di progetto dell'azione  $E_d = G_{k1} + 1,3 G_{k2} + 1,3 Q_k$ 

$$E_d = 1297.5 \text{ KN}$$

Deve essere rispettata la condizione  $E_d \leq R_d \quad (R_d / E_d \geq 1)$ 

$$1297.5 < 21487.51$$

verifica soddisfatta

$$R_d / E_d = 16.56$$

**VERIFICA ALLO SCORRIMENTO SUL PIANO DI POSA**Res. di prog. sistema geotecnico  $R_d = 1/\gamma_r \cdot [(c \cdot B' \cdot L')/\gamma_c + (N_d \cdot \text{tg} \phi / \gamma_\phi)]$ 

$$R_d = 466.86 \text{ KN}$$

Valore di progetto dell'azione  $E_d = H$ 

$$E_d = 0.00 \text{ KN}$$

Deve essere rispettata la condizione  $E_d \leq R_d \quad (R_d / E_d \geq 1)$ 

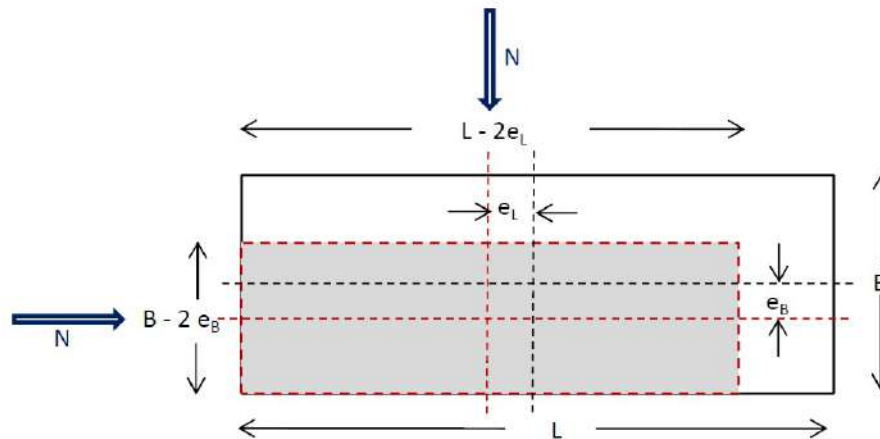
$$0.00 < 466.86$$

verifica soddisfatta

N. 18 platee di dimensioni di mt.6.90 x 3.25 x 0.40.

### CALCOLO CAPACITA' PORTANTE FONDAZIONI SUPERFICIALI (NTC 2018)

La fondazione è la parte di una struttura che serve a trasmettere il carico dell'opera al terreno sottostante attraverso la superficie di contatto (piano di posa). In accordo con la teoria di Terzaghi, una fondazione si definisce di tipo superficiale se  $D/B < 4$ , essendo  $D$  la profondità del piano di posa rispetto al piano di campagna e  $B$  la dimensione minima in pianta della fondazione.



Carichi permanenti	$G_{k1} = 224$ KN
Carichi permanenti non strutturali	$G_{k2} = 67$ KN
Sovraccarichi	$Q_k = 0$ KN
Risultante dei carichi verticali	$N = 291$ KN
Inclinazione della risultante $N$ rispetto alla verticale	$\theta = 0^\circ$
Componente orizzontale dei carichi agente sul piano di posa	$H = 0.00$ KN
Componente verticale dei carichi agente sul piano di posa	$V = 291.00$ KN
Eccentricità della risultante dei carichi parallela al lato $B$	$e_B = 0.00$ m
Eccentricità della risultante dei carichi parallela al lato $L$	$e_L = 0.00$ m
Larghezza della fondazione all'appoggio sul terreno	$B = 3.25$ m
Lunghezza della fondazione	$L = 6.90$ m
Profondità del piano di posa della fondazione	$D = 1.20$ m
Larghezza ridotta della fondazione per eccentricità del carico	$B' = 3.25$ m
Lunghezza ridotta della fondazione per eccentricità del carico	$L' = 6.90$ m
Coesione del terreno al di sotto del piano di posa	$c = 0.00$ KN/m <sup>2</sup>
Adesione lungo la base della fondazione ( $c_a < c$ )	$c_a = 0.00$ KN/m <sup>2</sup>
Angolo di attrito del terreno al di sotto del piano di posa	$\phi = 28.42^\circ$
Pressione geostatica sul piano di posa della fondazione	$q = 21.6$ KN/m <sup>2</sup>
Peso unità di volume del terreno al di sotto del piano di posa	$\gamma_t = 18.00$ KN/m <sup>3</sup>
Angolo di inclinazione del piano di campagna	$\omega = 3^\circ$
Angolo di inclinazione del piano di posa	$\varepsilon = 0^\circ$
<b>Parametri sismici</b>	
Stato limite considerato	SLV
Accelerazione orizzontale massima attesa sul sito di riferimento	$a_g = 0.161$ m/sec <sup>2</sup>
Fattore di amplificazione spettrale max sul sito di riferimento	$F_o = 2.49$
Categoria di sottosuolo	B
Coefficiente di amplificazione stratigrafica	$S_s = 1.20$
Categoria topografica	T1
	$S_T = 1.0$



Il carico limite unitario del terreno di fondazione, calcolato con la formula di Brinch - Hansen, è dato dalla seguente espressione:

$$q_{lim} = c \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot g_c \cdot b_c \cdot z_c + q \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot g_q \cdot b_q \cdot z_q + 0,5 \cdot B \cdot \gamma_t \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma \cdot g_\gamma \cdot b_\gamma \cdot z_\gamma \cdot e_{\gamma k} \cdot e_{\gamma l}$$

**Fattori di capacità portante  $N_c$ ,  $N_q$  e  $N_\gamma$**

per $c > 0$ e $\phi = 0$	
$N_c = 2 + \pi$	FALSO
$N_q = 1$	FALSO
$N_\gamma = 0$ se $\phi=0$	FALSO
$N_\gamma = -2 \text{ sen } \omega$ se $\phi \neq 0$	FALSO

per $\phi > 0$	A1+M1+R3
$N_c = (N_q - 1) \text{ ctg } \phi$	26.62
$N_q = K_p \cdot e^{-\pi \text{tg} \phi}$	15.40
$N_\gamma = 2 (N_q + 1) \cdot \text{tg} \phi$	17.75

**Fattori di forma  $s_c$ ,  $s_q$ , e  $s_\gamma$  ( $B/L \leq 1$ )**

per $c > 0$ e $\phi = 0$	
$s_c = 1 + [B'/(2 + \pi) \cdot L']$	FALSO
$s_q = 1$	FALSO
$s_\gamma = 1 - 0,4 (B'/L')$	FALSO

per $\phi > 0$	A1+M1+R3
$s_c = 1 + (N_q \cdot B') / (N_c \cdot L')$	1.27
$s_q = 1 + (B'/L' \cdot \text{tg} \phi)$	1.25
$s_\gamma = 1 - 0,4 (B'/L')$	0.81

**Fattori di profondità  $d_c$ ,  $d_q$ , e  $d_\gamma$**

Si definisce il seguente parametro:

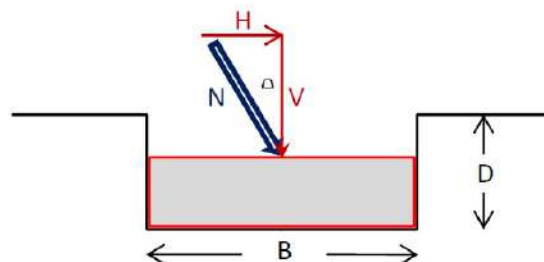
$$K = D/B' = 0.37 \quad \text{se } D/B' \leq 1$$

$$K = \arctg D/B' = \text{N.R.} \quad \text{se } D/B' > 1$$

per $c > 0$ e $\phi = 0$	
$d_c = 1 + 0,4 K$	FALSO
$d_q = 1$	FALSO
$d_\gamma = 1$	FALSO

per $\phi > 0$	A1+M1+R3
$d_c = d_q \cdot [(1 - d_q) / (N_c \cdot \text{tg} \phi)]$	1.12
$d_q = 1 + 2 \text{tg} \phi (1 - \text{sen} \phi)^2 \cdot K$	1.11
$d_\gamma = 1$	1.00

**Fattori di inclinazione del carico  $i_c$ ,  $i_q$ , e  $i_\gamma$**

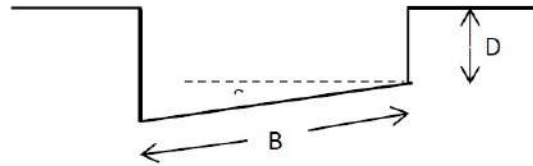


Si definisce il seguente parametro:

$$m = [2 + (B'/L')] / [(1 + (B'/L'))] = 1.68$$

per $c > 0$ e $\phi = 0$	
$i_c = 1 - [(m \cdot H) / (B' \cdot L' \cdot c_s \cdot N_c)]$	FALSO
$i_q = 1$	FALSO
$i_\gamma = 1$	FALSO

per $\phi > 0$	A1+M1+R3
$i_c = i_q \cdot [(1 - i_q) / (N_c \cdot \text{tg} \phi)]$	1.00
$i_q = [1 - (H / (V + B' \cdot L' \cdot c_s \cdot \text{ctg} \phi))]^m$	1.00
$i_\gamma = [1 - (H / (V + B' \cdot L' \cdot c_s \cdot \text{ctg} \phi))]^{m+1}$	1.00

**Fattori di inclinazione del piano di posa  $g_c$ ,  $g_q$ , e  $g_\gamma$  ( $\varepsilon < 45^\circ$ )**


per $c > 0$ e $\phi = 0$	
$g_c = 1 - [(2 \cdot \varepsilon) / (2 + \pi)]$	FALSO
$g_q = 1$	FALSO
$g_\gamma = 1$	FALSO

per $\phi > 0$		A1+M1+R3
$g_c = g_q \cdot [(1 - g_q) / (N_c \cdot \text{tag} \phi)]$		1.00
$g_q = (1 - \varepsilon \cdot \text{tg} \phi)^2$		1.00
$g_\gamma = (1 - \varepsilon \cdot \text{tg} \phi)^2$		1.00

**Fattori di inclinazione del piano di campagna  $b_c$ ,  $b_q$ , e  $b_\gamma$  ( $\omega < \phi$ ;  $\omega < 45^\circ$ )**


per $c > 0$ e $\phi = 0$	
$b_c = 1 - [(2 \cdot \omega) / (2 + \pi)]$	FALSO
$b_q = 1$	FALSO
$b_\gamma = 1$	FALSO

per $\phi > 0$		A1+M1+R3
$b_c = b_q \cdot [(1 - b_q) / (N_c \cdot \text{tag} \phi)]$		0.89
$b_q = (1 - \text{tg} \omega)^2 \cdot \cos \omega$		0.90
$b_\gamma = b_q / \cos \omega$		0.90

**Fattori di correzione sismica inerziale  $z_c$ ,  $z_q$ , e  $z_\gamma$  (Paolucci - Pecker)**

$z_c = 1 - 0,32 \cdot K_{hi}$	0.99
$z_q = (1 - K_{hi} / \text{tg} \phi)^{0,35}$	0.98
$z_\gamma = (1 - K_{hi} / \text{tg} \phi)^{0,35}$	0.98

$k_{hi} = 0,2 \cdot a_g$	0.032
--------------------------	-------

**Fattori di correzione dell'effetto cinematico  $e_{yi}$ ,  $e_{yk}$  (Maugeri - Cascone)**

$e_{yk} = (1 - K_{hk} / \text{tg} \phi)^{0,45}$	0.96
$e_{yi} = (1 - 0,7 K_{hi})^5$	0.89

$k_{hk} = \beta_s \cdot a_{\max} / g$	0.047
$a_{\max} = S_s \cdot S_T \cdot a_g$	0.193

**VERIFICHE DI SICUREZZA AGLI STATI LIMITE ULTIMI (SLU)**
**Approccio 2 - Combinazione (A1 + M1 + R3)**

Sono incrementate le azioni permanenti, incrementate le azioni variabili (A), invariati i parametri geotecnici (M) e ridotta la resistenza (R), secondo i coefficienti di seguito riportati:

Carichi	(A1)
Perman.	1.30
Perm. n.s.	1.50
Sovracc.	1.50

Par. geo.	(M1)
$\text{tg} \phi$	1.00
c	1.00
$\gamma_t$	1.00

Resist.	(R3)
Cap. port.	2.30
Scorr.	1.10

**VERIFICA AL CARICO LIMITE****CONDIZIONI SISMICHE**

Carico limite

$$q_{lim} = 723.86 \text{ KN/m}^2$$

Resistenza del sistema geotecnico  $R = q_{lim} \times B' \times L'$ 

$$R = 16232.49 \text{ KN}$$

Resistenza di progetto del sistema geotecnico  $R_d = R/\gamma_r$ 

$$R_d = 7057.60 \text{ KN}$$

Valore di progetto dell'azione  $E_d = G_{k1} + 1,3 G_{k2} + 1,3 Q_k$ 

$$E_d = 391.7 \text{ KN}$$

Deve essere rispettata la condizione

$$E_d \leq R_d \quad (R_d / E_d \geq 1)$$

$$391.7 < 7057.60$$

verifica soddisfatta

$$R_d / E_d = 18.02$$

**VERIFICA ALLO SCORRIMENTO SUL PIANO DI POSA**Res. di prog. sistema geotecnico  $R_d = 1/\gamma_r \cdot [(c \cdot B' \cdot L')/\gamma_c + (N_d \cdot \text{tg}\phi/\gamma_\phi)]$ 

$$R_d = 143.16 \text{ KN}$$

Valore di progetto dell'azione  $E_d = H$ 

$$E_d = 0.00 \text{ KN}$$

Deve essere rispettata la condizione

$$E_d \leq R_d \quad (R_d / E_d \geq 1)$$

$$0.00 < 143.16$$

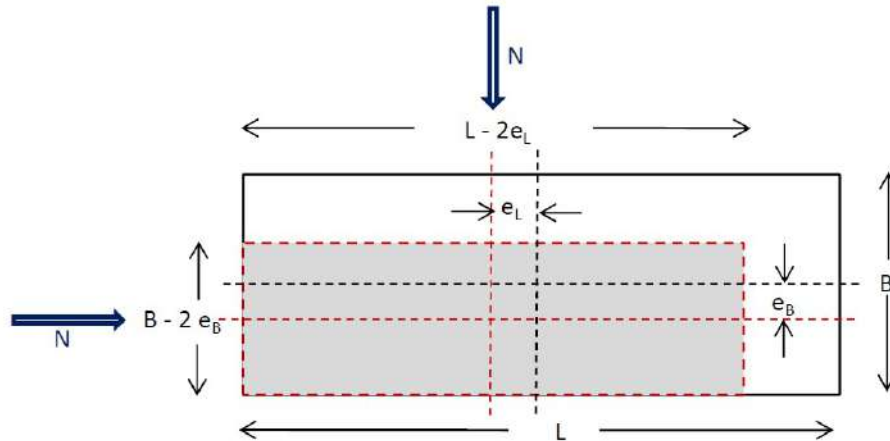
verifica soddisfatta



N. 1 platea di dimensioni di mt.26.00 x 5.00 x 0.40 dell'area di imposta della stazione utente.

### CALCOLO CAPACITA' PORTANTE FONDAZIONI SUPERFICIALI (NTC 2018)

La fondazione è la parte di una struttura che serve a trasmettere il carico dell'opera al terreno sottostante attraverso la superficie di contatto (piano di posa). In accordo con la teoria di Terzaghi, una fondazione si definisce di tipo superficiale se  $D/B < 4$ , essendo D la profondità del piano di posa rispetto al piano di campagna e B la dimensione minima in pianta della fondazione.



Carichi permanenti	$G_{k1} =$	1300	KN
Carichi permanenti non strutturali	$G_{k2} =$	780	KN
Sovraccarichi	$Q_k =$	0	KN
Risultante dei carichi verticali	$N =$	2080	KN
Inclinazione della risultante N rispetto alla verticale	$\theta =$	0	°
Componente orizzontale dei carichi agente sul piano di posa	$H =$	0.00	KN
Componente verticale dei carichi agente sul piano di posa	$V =$	2080.00	KN
Eccentricità della risultante dei carichi parallela al lato B	$e_B =$	0.00	m
Eccentricità della risultante dei carichi parallela al lato L	$e_L =$	0.00	m
Larghezza della fondazione all'appoggio sul terreno	$B =$	5.00	m
Lunghezza della fondazione	$L =$	26.00	m
Profondità del piano di posa della fondazione	$D =$	0.80	m
Larghezza ridotta della fondazione per eccentricità del carico	$B' =$	5.00	m
Lunghezza ridotta della fondazione per eccentricità del carico	$L' =$	26.00	m
Coesione del terreno al di sotto del piano di posa	$c =$	0.00	KN/m <sup>2</sup>
Adesione lungo la base della fondazione ( $c_a < c$ )	$c_a =$	0.00	KN/m <sup>2</sup>
Angolo di attrito del terreno al di sotto del piano di posa	$\phi =$	32.29	°
Pressione geostatica sul piano di posa della fondazione	$q =$	15.92	KN/m <sup>2</sup>
Peso unità di volume del terreno al di sotto del piano di posa	$\gamma_t =$	19.90	KN/m <sup>3</sup>
Angolo di inclinazione del piano di campagna	$\omega =$	3	°
Angolo di inclinazione del piano di posa	$\varepsilon =$	0	°
<b>Parametri sismici</b>			
Stato limite considerato		SLV	
Accelerazione orizzontale massima attesa sul sito di riferimento	$a_g =$	0.161	m/sec <sup>2</sup>
Fattore di amplificazione spettrale max sul sito di riferimento	$F_o =$	2.51	
Categoria di sottosuolo	<input type="text" value="B"/>	$\beta_s =$	0.24
Coefficiente di amplificazione stratigrafica		$S_s =$	1.20
Categoria topografica	<input type="text" value="T1"/>	$S_T =$	1.0

Il carico limite unitario del terreno di fondazione, calcolato con la formula di Brinch - Hansen, è dato dalla seguente espressione:

$$q_{lim} = c \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot g_c \cdot b_c \cdot z_c + q \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot g_q \cdot b_q \cdot z_q + 0,5 \cdot B \cdot \gamma_t \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma \cdot g_\gamma \cdot b_\gamma \cdot z_\gamma \cdot e_{yk} \cdot e_{y\ell}$$

**Fattori di capacità portante  $N_c$ ,  $N_q$  e  $N_\gamma$**

per $c > 0$ e $\phi = 0$	
$N_c = 2 + \pi$	FALSO
$N_q = 1$	FALSO
$N_\gamma = 0$ se $\phi=0$	FALSO
$N_\gamma = -2 \text{ sen } \omega$ se $\phi \neq 0$	FALSO

per $\phi > 0$	A1+M1+R3
$N_c = (N_q - 1) \text{ ctg } \phi$	36.33
$N_q = K_p \cdot e^{\pi \text{tg} \phi}$	23.96
$N_\gamma = 2 (N_q + 1) \cdot \text{tg} \phi$	31.54

**Fattori di forma  $s_c$ ,  $s_q$ , e  $s_\gamma$  ( $B/L \leq 1$ )**

per $c > 0$ e $\phi = 0$	
$s_c = 1 + [B'/(2 + \pi) \cdot L']$	FALSO
$s_q = 1$	FALSO
$s_\gamma = 1 - 0,4 (B'/L')$	FALSO

per $\phi > 0$	A1+M1+R3
$s_c = 1 + (N_q \cdot B')/(N_c \cdot L')$	1.13
$s_q = 1 + (B'/L' \cdot \text{tg} \phi)$	1.12
$s_\gamma = 1 - 0,4 (B'/L')$	0.92

**Fattori di profondità  $d_c$ ,  $d_q$ , e  $d_\gamma$**

Si definisce il seguente parametro:

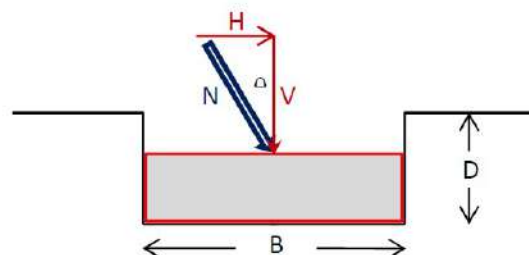
$$K = D/B' = 0.16 \quad \text{se } D/B' \leq 1$$

$$K = \text{arctg } D/B' = \text{N.R.} \quad \text{se } D/B' > 1$$

per $c > 0$ e $\phi = 0$	
$d_c = 1 + 0,4 K$	FALSO
$d_q = 1$	FALSO
$d_\gamma = 1$	FALSO

per $\phi > 0$	A1+M1+R3
$d_c = d_q - [(1-d_q)/(N_c \text{tg} \phi)]$	1.05
$d_q = 1 + 2 \text{tg} \phi (1 - \text{sen} \phi)^2 \cdot K$	1.04
$d_\gamma = 1$	1.00

**Fattori di inclinazione del carico  $i_c$ ,  $i_q$ , e  $i_\gamma$**

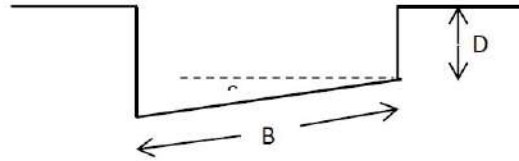


Si definisce il seguente parametro:

$$m = [2 + (B'/L')]/[1 + (B'/L')] = 1.84$$

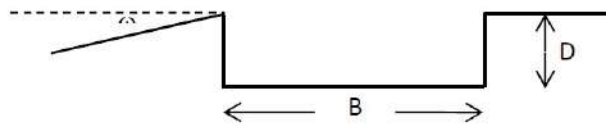
per $c > 0$ e $\phi = 0$	
$i_c = 1 - [(m \cdot H)/(B' \cdot L' \cdot c_\alpha \cdot N_c)]$	FALSO
$i_q = 1$	FALSO
$i_\gamma = 1$	FALSO

per $\phi > 0$	A1+M1+R3
$i_c = i_q - [(1-i_q)/(N_c \text{tg} \phi)]$	1.00
$i_q = [1 - (H/(V + B' \cdot L' \cdot c_\alpha \cdot \text{tg} \phi))]^m$	1.00
$i_\gamma = [1 - (H/(V + B' \cdot L' \cdot c_\alpha \cdot \text{tg} \phi))]^{m+1}$	1.00

**Fattori di inclinazione del piano di posa  $g_c$ ,  $g_q$ , e  $g_\gamma$  ( $\varepsilon < 45^\circ$ )**


per $c > 0$ e $\phi = 0$	
$g_c = 1 - [(2 \cdot \varepsilon)/(2 + \pi)]$	FALSO
$g_q = 1$	FALSO
$g_\gamma = 1$	FALSO

per $\phi > 0$		A1+M1+R3
$g_c = g_q \cdot [(1 - g_q)/(N_c \cdot \tan \phi)]$		1.00
$g_q = (1 - \varepsilon \cdot \tan \phi)^2$		1.00
$g_\gamma = (1 - \varepsilon \cdot \tan \phi)^2$		1.00

**Fattori di inclinazione del piano di campagna  $b_c$ ,  $b_q$ , e  $b_\gamma$  ( $\omega < \phi$ ;  $\omega < 45^\circ$ )**


per $c > 0$ e $\phi = 0$	
$b_c = 1 - [(2 \cdot \omega)/(2 + \pi)]$	FALSO
$b_q = 1$	FALSO
$b_\gamma = 1$	FALSO

per $\phi > 0$		A1+M1+R3
$b_c = b_q \cdot [(1 - b_q)/(N_c \cdot \tan \phi)]$		0.89
$b_q = (1 - \tan \omega)^2 \cdot \cos \omega$		0.90
$b_\gamma = b_q / \cos \omega$		0.90

**Fattori di correzione sismica inerziale  $z_c$ ,  $z_q$ , e  $z_\gamma$  (Paolucci - Pecker)**

$z_c = 1 - 0,32 \cdot K_{hk}$	0.99
$z_q = (1 - K_{hk} / \tan \phi)^{0,35}$	0.98
$z_\gamma = (1 - K_{hk} / \tan \phi)^{0,35}$	0.98

$k_{hk} = 0,2 \cdot a_g$	0.032
--------------------------	-------

**Fattori di correzione dell'effetto cinematico  $e_{y1}$ ,  $e_{yk}$  (Maugeri - Cascone)**

$e_{yk} = (1 - K_{hk} / \tan \phi)^{0,45}$	0.97
$e_{y1} = (1 - 0,7 K_{hk})^5$	0.89

$k_{hk} = \beta_s \cdot a_{max} / g$	0.047
$a_{max} = S_s \cdot S_T \cdot a_g$	0.193

**VERIFICHE DI SICUREZZA AGLI STATI LIMITE ULTIMI (SLU)**
**Approccio 2 - Combinazione (A1 + M1 + R3)**

Sono incrementate le azioni permanenti, incrementate le azioni variabili (A), invariati i parametri geotecnici (M) e ridotta la resistenza (R), secondo i coefficienti di seguito riportati:

Carichi	(A1)
Perman.	1.30
Perm. n.s.	1.50
Sovracc.	1.50

Par. geo.	(M1)
$\tan \phi$	1.00
c	1.00
$\gamma_t$	1.00

Resist.	(R3)
Cap. port.	2.30
Scorr.	1.10



**VERIFICA AL CARICO LIMITE****CONDIZIONI SISMICHE**

Carico limite

$q_{lim} = 1493.47 \text{ KN/m}^2$

Resistenza del sistema geotecnico  $R = q_{lim} \times B' \times L'$ 

$R = 194150.86 \text{ KN}$

Resistenza di progetto del sistema geotecnico  $R_d = R/\gamma_r$ 

$R_d = 84413.42 \text{ KN}$

Valore di progetto dell'azione  $E_d = G_{k1} + 1,3 G_{k2} + 1,3 Q_k$ 

$E_d = 2860 \text{ KN}$

Deve essere rispettata la condizione  $E_d \leq R_d \quad (R_d / E_d \geq 1)$ 

$2860 < 84413.42$

verifica soddisfatta

$R_d / E_d = 29.52$

**VERIFICA ALLO SCORRIMENTO SUL PIANO DI POSA**Res. di prog. sistema geotecnico  $R_d = 1/\gamma_r \cdot [(c \cdot B' \cdot L')/\gamma_c + (N_d \cdot \tan\phi/\gamma_\phi)]$ 

$R_d = 1194.92 \text{ KN}$

Valore di progetto dell'azione  $E_d = H$ 

$E_d = 0.00 \text{ KN}$

Deve essere rispettata la condizione  $E_d \leq R_d \quad (R_d / E_d \geq 1)$ 

$0.00 < 1194.92$

verifica soddisfatta

Dai calcoli innanzi effettuati si evince che il terreno offre una buona portanza. Si omette la verifica di stabilità del pendio ante e post operam visto che il rapporto angolo di attrito interno/pendenza terreno nella situazione ante operam è pari a “ $28.42^\circ/3^\circ = 9.47$ ” – “ $32.29^\circ/3^\circ = 10.7$ ” (coefficiente di sicurezza sicuramente molto superiore ad 1 dove si ha equilibrio tra le forze resistenti e le forze agenti). Infine le opere progettuali non prevedono variazioni delle pendenze naturali del terreno.

Tanto Dovevasi.

*IL GEOLOGO**Dott. Vito. F. PLESCIA*

## ***Bibliografia***

REGIONE PUGLIA Carta Tecnica Regionale C.T.R. 422052, 422153, 422154, 422063, 422102, 422103, 422104, 422141, 422142, 422144 alla scala 1 : 5.000

D.M. 17/01/2018 e della Circolare del C.S.LL.PP. n.7 del 21 gennaio 2019

C. Cestelli Guidi Geotecnica e tecnica delle fondazioni Vol I° e II°

Regolamento Regionale 11 Marzo 2015 n.9 e dalla L.R. del 27 Luglio 2001, n° 20 Art.4 comma 3, lett.b e Art.5, comma 10 bis

Ministero dell'Industria, del Commercio e dell'Artigianato Direzione Generale delle Miniere, Servizio Geologico d'Italia – Note illustrative della CARTA GEOLOGICA D'ITALIA Foglio 175 Cerignola.

Note illustrative della carta geologica alla scala 1 : 100.000 Foglio 175 Cerignola

Note illustrative della carta geologica alla scala 1 : 50.000 Foglio 422 Cerignola

Autorità di Bacino ADB Puglia

Progetto di Piano Stralcio per l'assetto idrogeologico (PAI) dei Bacini di competenza.

Il Dipartimento Difesa del Suolo - *Servizio Geologico d'Italia* dell'APAT (ora in ISPRA). Progetto IFFI (Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia).

ENI Acque dolci sotterranee “Inventario dei dati raccolti dall'Agip durante la ricerca di idrocarburi in Italia”.

Arai H. e Tokimatsu K., 2004. *S-Wave Velocity Profiling by Inversion of Microtremor H/V Spectrum*, *Bull. Seismol. Soc. Am.*, **94**, p. 53-63.

Delgado J., Lopez Casado C., Giner J., Estevez A., Cuenca A. e Molina, S., 2000. *Microtremors as a geophysical exploration tool: applications and limitations*, *Pure Appl. Geophys.*, **157**, 1445–1462.

Nakamura Y., 1989. *A method for dynamic characteristics estimates of subsurface using microtremor on the round surface*, *QR of RTRI*, **30**, 25-33.

Bard P.-Y., 1998. *Microtremor measurements: a tool for site effect estimation? Second International Symposium on the Effects of the Surface Geology on Seismic Motion-ESG98*, Japan.

Borcherdt R. D., 1992. *Simplified site classes and empirical amplification factors for site-dependent code provisions*, in *Proc. NCEER, SEAOC, BSSC Workshop on Site Response during Earthquakes and Seismic Code Provisions*, November 18-20, University of Southern California, Los Angeles, California.

Borcherdt R. D., 1994. Estimates of site-dependent response spectra for design (methodology and justification), *Earthq. Spectra*, **4**, 617-653.

Budny M, 1984. *Seismische Bestimmung der bodendynamischen Kennwerte von oberflächennahen Schichten in Erdbebengebieten der Niederrheinischen Bucht und ihre ingenieur seismologische Anwendung*, Ph.D. Thesis, Special publications No. 57, Geologisches Institut der Universität zu Köln, 209 pp. (in German).

Castellaro S., Mulargia F. e Bianconi L., 2005. Stratigrafia sismica passiva: una nuova tecnica accurata, rapida ed economica, *Geologia Tecnica e Ambientale*, vol. 3.

Mulargia F. e Castellaro S.; 2007b: Single station passive seismic stratigraphy to almost 2 km depth, Roma, GNGTS.

Ben-Menahem A. e Singh S.J.; 1981: *Seismic waves and sources*, Springer-Verlag, New York, 1108 pp.

Mucciarelli M. e Gallipoli M.R.; 2006: Comparison between Vs30 and other estimates of site amplification in Italy, Conf. Earthq. Eng. and Seismol., Geneva, 3-8 Sept., no. 270.


Regione Abruzzo dipartimento della protezione civile, Linee guida per la microzonazione sismica per la ricostruzione dell'area aquilana.



# ALLEGATI

 <b>ISPRA</b> <small>Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale</small>	 <b>Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente</b>	<b>Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale</b>
--	---	---

### Archivio nazionale delle indagini nel sottosuolo (Legge 464/1984)

Dati generali	Ubicazione indicativa dell'area d'indagine
<p> <b>Codice:</b> 200317  <b>Regione:</b> PUGLIA  <b>Provincia:</b> FOGGIA  <b>Comune:</b> CERIGNOLA  <b>Tipologia:</b> PERFORAZIONE  <b>Opera:</b> POZZO PER ACQUA  <b>Profondità (m):</b> 52,00  <b>Quota pc slm (m):</b> 187,00  <b>Anno realizzazione:</b> 1993  <b>Numero diametri:</b> 1  <b>Presenza acqua:</b> SI  <b>Portata massima (l/s):</b> 5,000  <b>Portata esercizio (l/s):</b> 4,000  <b>Numero falde:</b> 2  <b>Numero filtri:</b> 0  <b>Numero piezometrie:</b> 1  <b>Stratigrafia:</b> NO  <b>Certificazione(*):</b> NO  <b>Numero strati:</b> 0  <b>Longitudine WGS84 (dd):</b> 15,813931  <b>Latitudine WGS84 (dd):</b> 41,209269  <b>Longitudine WGS84 (dms):</b> 15° 48' 50.16" E  <b>Latitudine WGS84 (dms):</b> 41° 12' 33.38" N         </p> <p>(*)Indica la presenza di un professionista nella compilazione della stratigrafia</p>	

#### DIAMETRI PERFORAZIONE




Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	0,00	52,00	52,00	500



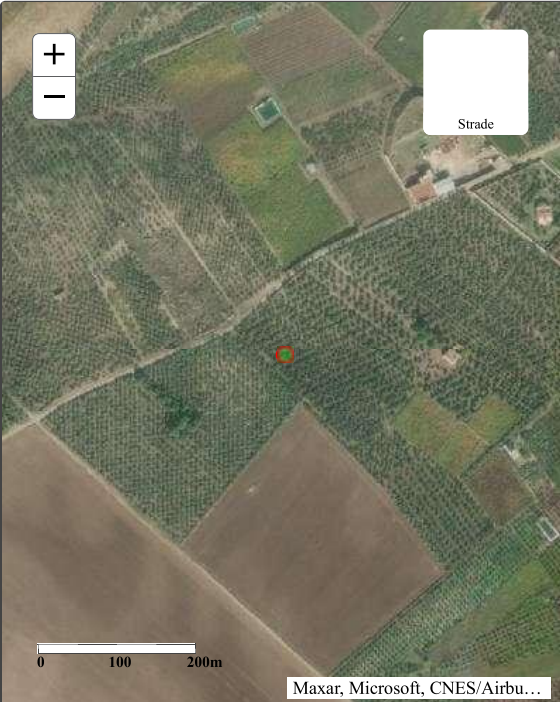
#### FALDE ACQUIFERE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)
1	25,00	30,00	5,00
2	33,00	50,00	17,00



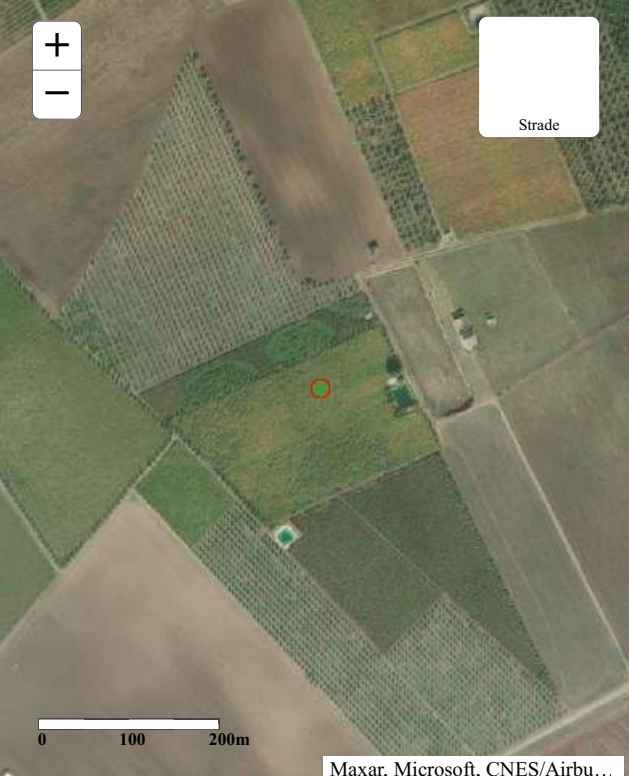
#### MISURE PIEZOMETRICHE


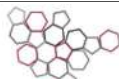
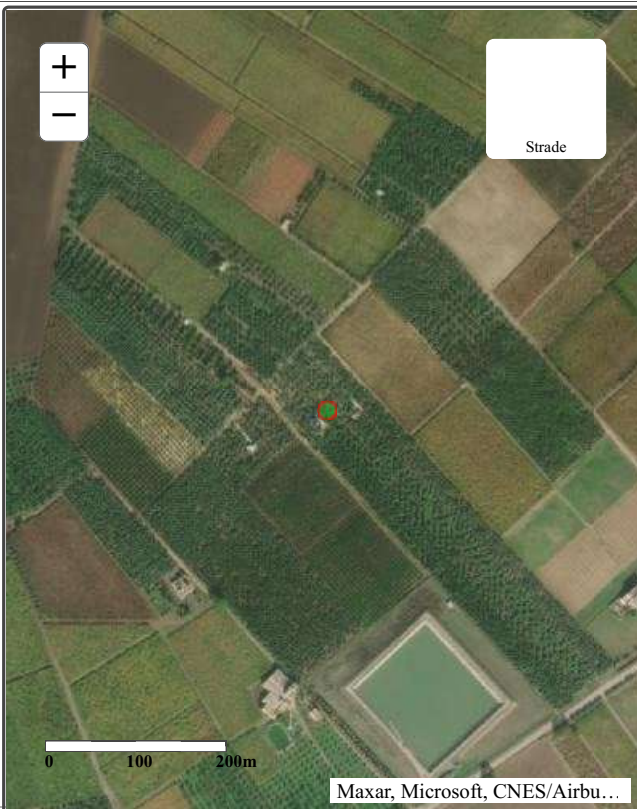
Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)	Portata (l/s)
lug/1993	35,00	36,00	1,00	4,000

 	<b>Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale</b>																																																																								
<b>Archivio nazionale delle indagini nel sottosuolo (Legge 464/1984)</b>																																																																									
<b>Dati generali</b>	<b>Ubicazione indicativa dell'area d'indagine</b>																																																																								
<p> <b>Codice:</b> 199817  <b>Regione:</b> PUGLIA  <b>Provincia:</b> FOGGIA  <b>Comune:</b> CERIGNOLA  <b>Tipologia:</b> PERFORAZIONE  <b>Opera:</b> POZZO PER ACQUA  <b>Profondità (m):</b> 86,00  <b>Quota pc slm (m):</b> 184,00  <b>Anno realizzazione:</b> 1990  <b>Numero diametri:</b> 2  <b>Presenza acqua:</b> SI  <b>Portata massima (l/s):</b> 8,000  <b>Portata esercizio (l/s):</b> 6,000  <b>Numero falde:</b> 3  <b>Numero filtri:</b> 0  <b>Numero piezometrie:</b> 1  <b>Stratigrafia:</b> SI  <b>Certificazione(*):</b> NO  <b>Numero strati:</b> 11  <b>Longitudine WGS84 (dd):</b> 15,782269  <b>Latitudine WGS84 (dd):</b> 41,215111  <b>Longitudine WGS84 (dms):</b> 15° 46' 56.18" E  <b>Latitudine WGS84 (dms):</b> 41° 12' 54.41" N         </p> <p> <b>(*)Indica la presenza di un professionista nella compilazione della stratigrafia</b> </p>																																																																									
<b>DIAMETRI PERFORAZIONE</b>																																																																									
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Progr</th> <th>Da profondità (m)</th> <th>A profondità (m)</th> <th>Lunghezza (m)</th> <th>Diametro (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>0,00</td> <td>50,00</td> <td>50,00</td> <td>500</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>50,00</td> <td>86,00</td> <td>36,00</td> <td>420</td> </tr> </tbody> </table>	Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)	1	0,00	50,00	50,00	500	2	50,00	86,00	36,00	420																																																										
Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)																																																																					
1	0,00	50,00	50,00	500																																																																					
2	50,00	86,00	36,00	420																																																																					
<b>FALDE ACQUIFERE</b>																																																																									
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Progr</th> <th>Da profondità (m)</th> <th>A profondità (m)</th> <th>Lunghezza (m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>31,00</td> <td>49,00</td> <td>18,00</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>56,00</td> <td>66,00</td> <td>10,00</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>79,00</td> <td>85,00</td> <td>6,00</td> </tr> </tbody> </table>	Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	1	31,00	49,00	18,00	2	56,00	66,00	10,00	3	79,00	85,00	6,00																																																									
Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)																																																																						
1	31,00	49,00	18,00																																																																						
2	56,00	66,00	10,00																																																																						
3	79,00	85,00	6,00																																																																						
<b>MISURE PIEZOMETRICHE</b>																																																																									
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Data rilevamento</th> <th>Livello statico (m)</th> <th>Livello dinamico (m)</th> <th>Abbassamento (m)</th> <th>Portata (l/s)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>mag/1990</td> <td>30,00</td> <td>48,00</td> <td>18,00</td> <td>8,000</td> </tr> </tbody> </table>	Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)	Portata (l/s)	mag/1990	30,00	48,00	18,00	8,000																																																															
Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)	Portata (l/s)																																																																					
mag/1990	30,00	48,00	18,00	8,000																																																																					
<b>STRATIGRAFIA</b>																																																																									
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Progr</th> <th>Da profondità (m)</th> <th>A profondità (m)</th> <th>Spessore (m)</th> <th>Età geologica</th> <th>Descrizione litologica</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>0,00</td> <td>2,00</td> <td>2,00</td> <td></td> <td>TERRENO VEGETALE</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>2,00</td> <td>7,00</td> <td>5,00</td> <td></td> <td>BRECCIA</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>7,00</td> <td>11,00</td> <td>4,00</td> <td></td> <td>ARGILLA GIALLA</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>11,00</td> <td>24,00</td> <td>13,00</td> <td></td> <td>BRECCIA CONGLOMERATA</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>24,00</td> <td>31,00</td> <td>7,00</td> <td></td> <td>ARGILLA GIALLA</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>31,00</td> <td>49,00</td> <td>18,00</td> <td></td> <td>BRECCIA</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>49,00</td> <td>56,00</td> <td>7,00</td> <td></td> <td>ARGILLA BLE</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>56,00</td> <td>66,00</td> <td>10,00</td> <td></td> <td>SABBIA GIALLA</td> </tr> <tr> <td>9</td> <td>66,00</td> <td>79,00</td> <td>13,00</td> <td></td> <td>ARGILLA BLE</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>79,00</td> <td>85,00</td> <td>6,00</td> <td></td> <td>SABBIA GRIGIA</td> </tr> <tr> <td>11</td> <td>85,00</td> <td>86,00</td> <td>1,00</td> <td></td> <td>ARGILLA BLE</td> </tr> </tbody> </table>	Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica	Descrizione litologica	1	0,00	2,00	2,00		TERRENO VEGETALE	2	2,00	7,00	5,00		BRECCIA	3	7,00	11,00	4,00		ARGILLA GIALLA	4	11,00	24,00	13,00		BRECCIA CONGLOMERATA	5	24,00	31,00	7,00		ARGILLA GIALLA	6	31,00	49,00	18,00		BRECCIA	7	49,00	56,00	7,00		ARGILLA BLE	8	56,00	66,00	10,00		SABBIA GIALLA	9	66,00	79,00	13,00		ARGILLA BLE	10	79,00	85,00	6,00		SABBIA GRIGIA	11	85,00	86,00	1,00		ARGILLA BLE	
Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica	Descrizione litologica																																																																				
1	0,00	2,00	2,00		TERRENO VEGETALE																																																																				
2	2,00	7,00	5,00		BRECCIA																																																																				
3	7,00	11,00	4,00		ARGILLA GIALLA																																																																				
4	11,00	24,00	13,00		BRECCIA CONGLOMERATA																																																																				
5	24,00	31,00	7,00		ARGILLA GIALLA																																																																				
6	31,00	49,00	18,00		BRECCIA																																																																				
7	49,00	56,00	7,00		ARGILLA BLE																																																																				
8	56,00	66,00	10,00		SABBIA GIALLA																																																																				
9	66,00	79,00	13,00		ARGILLA BLE																																																																				
10	79,00	85,00	6,00		SABBIA GRIGIA																																																																				
11	85,00	86,00	1,00		ARGILLA BLE																																																																				

 	<b>Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale</b>																																																						
<b>Archivio nazionale delle indagini nel sottosuolo (Legge 464/1984)</b>																																																							
<b>Dati generali</b>	<b>Ubicazione indicativa dell'area d'indagine</b>																																																						
<p> <b>Codice:</b> 199834  <b>Regione:</b> PUGLIA  <b>Provincia:</b> FOGGIA  <b>Comune:</b> CERIGNOLA  <b>Tipologia:</b> PERFORAZIONE  <b>Opera:</b> POZZO PER ACQUA  <b>Profondità (m):</b> 46,00  <b>Quota pc slm (m):</b> 160,00  <b>Anno realizzazione:</b> 1992  <b>Numero diametri:</b> 1  <b>Presenza acqua:</b> SI  <b>Portata massima (l/s):</b> 3,000  <b>Portata esercizio (l/s):</b> 3,000  <b>Numero falde:</b> 2  <b>Numero filtri:</b> 0  <b>Numero piezometrie:</b> 1  <b>Stratigrafia:</b> SI  <b>Certificazione(*):</b> NO  <b>Numero strati:</b> 8  <b>Longitudine WGS84 (dd):</b> 15,847819  <b>Latitudine WGS84 (dd):</b> 41,232331  <b>Longitudine WGS84 (dms):</b> 15° 50' 52.16" E  <b>Latitudine WGS84 (dms):</b> 41° 13' 56.40" N         </p> <p>(*)Indica la presenza di un professionista nella compilazione della stratigrafia</p>																																																							
<b>DIAMETRI PERFORAZIONE</b>																																																							
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Progr</th> <th>Da profondità (m)</th> <th>A profondità (m)</th> <th>Lunghezza (m)</th> <th>Diametro (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>0,00</td> <td>46,00</td> <td>46,00</td> <td>500</td> </tr> </tbody> </table>	Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)	1	0,00	46,00	46,00	500																																													
Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)																																																			
1	0,00	46,00	46,00	500																																																			
<b>FALDE ACQUIFERE</b>																																																							
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Progr</th> <th>Da profondità (m)</th> <th>A profondità (m)</th> <th>Lunghezza (m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>25,00</td> <td>29,00</td> <td>4,00</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>35,00</td> <td>44,00</td> <td>9,00</td> </tr> </tbody> </table>	Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	1	25,00	29,00	4,00	2	35,00	44,00	9,00																																											
Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)																																																				
1	25,00	29,00	4,00																																																				
2	35,00	44,00	9,00																																																				
<b>MISURE PIEZOMETRICHE</b>																																																							
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Data rilevamento</th> <th>Livello statico (m)</th> <th>Livello dinamico (m)</th> <th>Abbassamento (m)</th> <th>Portata (l/s)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>set/1992</td> <td>20,00</td> <td>43,00</td> <td>23,00</td> <td>3,000</td> </tr> </tbody> </table>	Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)	Portata (l/s)	set/1992	20,00	43,00	23,00	3,000																																													
Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)	Portata (l/s)																																																			
set/1992	20,00	43,00	23,00	3,000																																																			
<b>STRATIGRAFIA</b>																																																							
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Progr</th> <th>Da profondità (m)</th> <th>A profondità (m)</th> <th>Spessore (m)</th> <th>Età geologica</th> <th>Descrizione litologica</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>0,00</td> <td>2,00</td> <td>2,00</td> <td></td> <td>TERRENO VEGETALE</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>2,00</td> <td>14,00</td> <td>12,00</td> <td></td> <td>BRECCIA</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>14,00</td> <td>17,00</td> <td>3,00</td> <td></td> <td>ARGILLA GIALLA</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>17,00</td> <td>25,00</td> <td>8,00</td> <td></td> <td>ARGILLA BLE</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>25,00</td> <td>29,00</td> <td>4,00</td> <td></td> <td>ARGILLA GIALLA</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>29,00</td> <td>35,00</td> <td>6,00</td> <td></td> <td>BRECCIA</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>35,00</td> <td>44,00</td> <td>9,00</td> <td></td> <td>ARENARIA GIALLA</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>44,00</td> <td>46,00</td> <td>2,00</td> <td></td> <td>ARGILLA BLE</td> </tr> </tbody> </table>	Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica	Descrizione litologica	1	0,00	2,00	2,00		TERRENO VEGETALE	2	2,00	14,00	12,00		BRECCIA	3	14,00	17,00	3,00		ARGILLA GIALLA	4	17,00	25,00	8,00		ARGILLA BLE	5	25,00	29,00	4,00		ARGILLA GIALLA	6	29,00	35,00	6,00		BRECCIA	7	35,00	44,00	9,00		ARENARIA GIALLA	8	44,00	46,00	2,00		ARGILLA BLE	
Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica	Descrizione litologica																																																		
1	0,00	2,00	2,00		TERRENO VEGETALE																																																		
2	2,00	14,00	12,00		BRECCIA																																																		
3	14,00	17,00	3,00		ARGILLA GIALLA																																																		
4	17,00	25,00	8,00		ARGILLA BLE																																																		
5	25,00	29,00	4,00		ARGILLA GIALLA																																																		
6	29,00	35,00	6,00		BRECCIA																																																		
7	35,00	44,00	9,00		ARENARIA GIALLA																																																		
8	44,00	46,00	2,00		ARGILLA BLE																																																		



 <b>ISPRA</b> <small>Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale</small>	 <b>Sistema Nazionale</b> <small>per la Protezione dell'Ambiente</small>	<b>Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale</b>																																							
<b>Archivio nazionale delle indagini nel sottosuolo (Legge 464/1984)</b>																																									
<b>Dati generali</b>	<b>Ubicazione indicativa dell'area d'indagine</b>																																								
<p> <b>Codice:</b> 199360  <b>Regione:</b> PUGLIA  <b>Provincia:</b> FOGGIA  <b>Comune:</b> CERIGNOLA  <b>Tipologia:</b> PERFORAZIONE  <b>Opera:</b> POZZO PER ACQUA  <b>Profondità (m):</b> 54,00  <b>Quota pc slm (m):</b> 154,00  <b>Anno realizzazione:</b> 1992  <b>Numero diametri:</b> 1  <b>Presenza acqua:</b> SI  <b>Portata massima (l/s):</b> 5,000  <b>Portata esercizio (l/s):</b> 5,000  <b>Numero falde:</b> 1  <b>Numero filtri:</b> 0  <b>Numero piezometrie:</b> 1  <b>Stratigrafia:</b> SI  <b>Certificazione(*):</b> NO  <b>Numero strati:</b> 5  <b>Longitudine WGS84 (dd):</b> 15,827819  <b>Latitudine WGS84 (dd):</b> 41,237339  <b>Longitudine WGS84 (dms):</b> 15° 49' 40.15" E  <b>Latitudine WGS84 (dms):</b> 41° 14' 14.43" N         </p> <p> <b>(*)Indica la presenza di un professionista nella compilazione della stratigrafia</b> </p>	 <p style="text-align: right; font-size: small;">Maxar, Microsoft, CNES/Airbu...</p>																																								
<b>DIAMETRI PERFORAZIONE</b>																																									
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">Progr</th> <th style="width: 20%;">Da profondità (m)</th> <th style="width: 20%;">A profondità (m)</th> <th style="width: 20%;">Lunghezza (m)</th> <th style="width: 30%;">Diametro (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>0,00</td> <td>54,00</td> <td>54,00</td> <td>420</td> </tr> </tbody> </table>	Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)	1	0,00	54,00	54,00	420																															
Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)																																					
1	0,00	54,00	54,00	420																																					
<b>FALDE ACQUIFERE</b>																																									
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">Progr</th> <th style="width: 20%;">Da profondità (m)</th> <th style="width: 20%;">A profondità (m)</th> <th style="width: 50%;">Lunghezza (m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>29,50</td> <td>51,00</td> <td>21,50</td> </tr> </tbody> </table>	Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	1	29,50	51,00	21,50																																	
Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)																																						
1	29,50	51,00	21,50																																						
<b>MISURE PIEZOMETRICHE</b>																																									
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 20%;">Data rilevamento</th> <th style="width: 20%;">Livello statico (m)</th> <th style="width: 20%;">Livello dinamico (m)</th> <th style="width: 20%;">Abbassamento (m)</th> <th style="width: 20%;">Portata (l/s)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ott/1992</td> <td>25,00</td> <td>39,00</td> <td>14,00</td> <td>5,000</td> </tr> </tbody> </table>	Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)	Portata (l/s)	ott/1992	25,00	39,00	14,00	5,000																															
Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)	Portata (l/s)																																					
ott/1992	25,00	39,00	14,00	5,000																																					
<b>STRATIGRAFIA</b>																																									
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">Progr</th> <th style="width: 15%;">Da profondità (m)</th> <th style="width: 15%;">A profondità (m)</th> <th style="width: 10%;">Spessore (m)</th> <th style="width: 15%;">Età geologica</th> <th style="width: 45%;">Descrizione litologica</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>0,00</td> <td>1,00</td> <td>1,00</td> <td></td> <td>TERRENO VEGETALE</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>1,00</td> <td>13,00</td> <td>12,00</td> <td></td> <td>BRECCIA CONGLOMERATI</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>13,00</td> <td>29,50</td> <td>16,50</td> <td></td> <td>ARGILLA BLE</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>29,50</td> <td>51,00</td> <td>21,50</td> <td></td> <td>BRECCIA SCIOLTA CON ACQUA</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>51,00</td> <td>54,00</td> <td>3,00</td> <td></td> <td>ARGILLA BLE'</td> </tr> </tbody> </table>	Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica	Descrizione litologica	1	0,00	1,00	1,00		TERRENO VEGETALE	2	1,00	13,00	12,00		BRECCIA CONGLOMERATI	3	13,00	29,50	16,50		ARGILLA BLE	4	29,50	51,00	21,50		BRECCIA SCIOLTA CON ACQUA	5	51,00	54,00	3,00		ARGILLA BLE'					
Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica	Descrizione litologica																																				
1	0,00	1,00	1,00		TERRENO VEGETALE																																				
2	1,00	13,00	12,00		BRECCIA CONGLOMERATI																																				
3	13,00	29,50	16,50		ARGILLA BLE																																				
4	29,50	51,00	21,50		BRECCIA SCIOLTA CON ACQUA																																				
5	51,00	54,00	3,00		ARGILLA BLE'																																				

 <b>ISPRA</b> <small>Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale</small>	 <b>Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente</b>	<b>Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale</b>																																																															
<b>Archivio nazionale delle indagini nel sottosuolo (Legge 464/1984)</b>																																																																	
<b>Dati generali</b>	<b>Ubicazione indicativa dell'area d'indagine</b>																																																																
<p> <b>Codice:</b> 200299  <b>Regione:</b> PUGLIA  <b>Provincia:</b> FOGGIA  <b>Comune:</b> CERIGNOLA  <b>Tipologia:</b> PERFORAZIONE  <b>Opera:</b> POZZO PER ACQUA  <b>Profondità (m):</b> 55,00  <b>Quota pc slm (m):</b> 133,00  <b>Anno realizzazione:</b> 1993  <b>Numero diametri:</b> 1  <b>Presenza acqua:</b> SI  <b>Portata massima (l/s):</b> 0,750  <b>Portata esercizio (l/s):</b> 0,700  <b>Numero falde:</b> 0  <b>Numero filtri:</b> 0  <b>Numero piezometrie:</b> 1  <b>Stratigrafia:</b> SI  <b>Certificazione(*):</b> NO  <b>Numero strati:</b> 9  <b>Longitudine WGS84 (dd):</b> 15,844211  <b>Latitudine WGS84 (dd):</b> 41,244561  <b>Longitudine WGS84 (dms):</b> 15° 50' 39.16" E  <b>Latitudine WGS84 (dms):</b> 41° 14' 40.42" N         </p> <p> <b>(*)Indica la presenza di un professionista nella compilazione della stratigrafia</b> </p>																																																																	
<b>DIAMETRI PERFORAZIONE</b>																																																																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Progr</th> <th>Da profondità (m)</th> <th>A profondità (m)</th> <th>Lunghezza (m)</th> <th>Diametro (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>0,00</td> <td>55,00</td> <td>55,00</td> <td>300</td> </tr> </tbody> </table>	Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)	1	0,00	55,00	55,00	300																																																							
Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)																																																													
1	0,00	55,00	55,00	300																																																													
<b>MISURE PIEZOMETRICHE</b>																																																																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Data rilevamento</th> <th>Livello statico (m)</th> <th>Livello dinamico (m)</th> <th>Abbassamento (m)</th> <th>Portata (l/s)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>apr/1993</td> <td>20,00</td> <td>38,00</td> <td>18,00</td> <td>0,500</td> </tr> </tbody> </table>	Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)	Portata (l/s)	apr/1993	20,00	38,00	18,00	0,500																																																							
Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)	Portata (l/s)																																																													
apr/1993	20,00	38,00	18,00	0,500																																																													
<b>STRATIGRAFIA</b>																																																																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Progr</th> <th>Da profondità (m)</th> <th>A profondità (m)</th> <th>Spessore (m)</th> <th>Età geologica</th> <th>Descrizione litologica</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>0,00</td> <td>2,00</td> <td>2,00</td> <td></td> <td>TERRRENO VEGETALE</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>2,00</td> <td>4,00</td> <td>2,00</td> <td></td> <td>CALCARE IN CONCI</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>4,00</td> <td>9,00</td> <td>5,00</td> <td></td> <td>ARGILLA GIALLA</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>9,00</td> <td>17,00</td> <td>8,00</td> <td></td> <td>CONGLOMERATO GRANDE</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>17,00</td> <td>20,00</td> <td>3,00</td> <td></td> <td>ARGILLA GIALLA</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>20,00</td> <td>36,00</td> <td>16,00</td> <td></td> <td>ARGILLA V. BLU</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>36,00</td> <td>38,00</td> <td>2,00</td> <td></td> <td>SABBIA FINE</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>38,00</td> <td>41,00</td> <td>3,00</td> <td></td> <td>GHIAIA</td> </tr> <tr> <td>9</td> <td>41,00</td> <td>55,00</td> <td>14,00</td> <td></td> <td>ARGILLA V. BLU</td> </tr> </tbody> </table>	Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica	Descrizione litologica	1	0,00	2,00	2,00		TERRRENO VEGETALE	2	2,00	4,00	2,00		CALCARE IN CONCI	3	4,00	9,00	5,00		ARGILLA GIALLA	4	9,00	17,00	8,00		CONGLOMERATO GRANDE	5	17,00	20,00	3,00		ARGILLA GIALLA	6	20,00	36,00	16,00		ARGILLA V. BLU	7	36,00	38,00	2,00		SABBIA FINE	8	38,00	41,00	3,00		GHIAIA	9	41,00	55,00	14,00		ARGILLA V. BLU					
Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica	Descrizione litologica																																																												
1	0,00	2,00	2,00		TERRRENO VEGETALE																																																												
2	2,00	4,00	2,00		CALCARE IN CONCI																																																												
3	4,00	9,00	5,00		ARGILLA GIALLA																																																												
4	9,00	17,00	8,00		CONGLOMERATO GRANDE																																																												
5	17,00	20,00	3,00		ARGILLA GIALLA																																																												
6	20,00	36,00	16,00		ARGILLA V. BLU																																																												
7	36,00	38,00	2,00		SABBIA FINE																																																												
8	38,00	41,00	3,00		GHIAIA																																																												
9	41,00	55,00	14,00		ARGILLA V. BLU																																																												

# Archivio nazionale delle indagini nel sottosuolo (Legge 464/1984)

Stampa

Dati generali

Ubicazione indicativa dell'area d'indagine

Codice: 206490  
 Regione: PUGLIA  
 Provincia: FOGGIA  
 Comune: STORNARA  
 Tipologia: PERFORAZIONE  
 Opera: POZZO PER ACQUA  
 Profondità (m): 68,00  
 Quota pe slm (m): ND  
 Anno realizzazione: 1986  
 Numero diametri: 0  
 Presenza acqua: SI  
 Portata massima (l/s): 8,000  
 Portata esercizio (l/s): ND  
 Numero falde: 0  
 Numero filtri: 0  
 Numero piezometrie: 1  
 Stratigrafia: SI  
 Certificazione(\*) : SI  
 Numero strati: 7  
 Longitudine WGS84 (dd): 15;767819  
 Latitudine WGS84 (dd): 41;295111  
 Longitudine WGS84 (dms): 15° 46' 04,16" E  
 Latitudine WGS84 (dms): 41° 17' 42,41" N

(\*)Indica la presenza di un professionista nella compilazione della stratigrafia



## MISURE PIEZOMETRICHE

Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)	Portata (l/s)
8/9/1986	37,00	53,00	16,00	8,000

## STRATIGRAFIA

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica	Descrizione litologica
1	0,00	7,00	7,00		TERRA NERA
2	7,00	25,00	18,00		ARGILLA GIALLA
3	25,00	37,00	12,00		CONGLOMERATO
4	37,00	43,00	6,00		ARENARIA GIALLA
5	43,00	45,00	2,00		ARENARIA ACQUIFERA
6	45,00	60,00	15,00		ARENARIA GRIGIA
7	60,00	68,00	8,00		ARGILLA BLU

ISPRA - Copyright 2018

Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale  
 Dipartimento per il Servizio Geologico d'Italia



# Archivio nazionale delle indagini nel sottosuolo (Legge 464/1984)

Stampa

## Dati generali

Codice: 205192  
 Regione: PUGLIA  
 Provincia: FOGGIA  
 Comune: ORTA NOVA  
 Tipologia: PERFORAZIONE  
 Opera: POZZO PER ACQUA  
 Profondità (m): 30,00  
 Quota pe slm (m): 74,00  
 Anno realizzazione: 1990  
 Numero diametri: 1  
 Presenza acqua: SI  
 Portata massima (l/s): 3,000  
 Portata esercizio (l/s): 2,000  
 Numero falde: 2  
 Numero filtri: 0  
 Numero piezometrie: 1  
 Stratigrafia: SI  
 Certificazione(\*) : SI  
 Numero strati: 7  
 Longitudine WGS84 (dd): 15,788100  
 Latitudine WGS84 (dd): 41,318719  
 Longitudine WGS84 (dms): 15° 47' 17,16" E  
 Latitudine WGS84 (dms): 41° 19' 07,40" N

(\*)Indica la presenza di un professionista nella compilazione della stratigrafia

## Ubicazione indicativa dell'area d'indagine



### DIAMETRI PERFORAZIONE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	0,00	30,00	30,00	500

### FALDE ACQUIFERE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)
1	20,00	22,00	2,00
2	27,00	29,00	2,00

### MISURE PIEZOMETRICHE

Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)	Portata (l/s)
feb/1990	20,00	27,00	7,00	1,000

### STRATIGRAFIA

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica	Descrizione litologica
1	0,00	2,00	2,00		TERRENO VEGETALE
2	2,00	7,00	5,00		SABBIA ROSSA
3	7,00	20,00	13,00		ARGILLA GIALLA
4	20,00	22,00	2,00		SABBIA ROSSA CON FALDA ACQUIFERA
5	22,00	27,00	5,00		ARGILLA BLU
6	27,00	29,00	2,00		SABBIA GRIGIA CON FALDA
7	29,00	30,00	1,00		ARGILLA BLU

ISPRA - Copyright 2018

Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale  
 Dipartimento per il Servizio Geologico d'Italia





## PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

Committente: Ing.Nicola Rosselli  
Cantiere: fotovoltaico  
Località: Cerignola (Fg)

**Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)**

Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	63,5 Kg
Altezza di caduta libera	0,75 m
Peso sistema di battuta	8 Kg
Diametro punta conica	50,46 mm
Area di base punta	20 cm <sup>2</sup>
Lunghezza delle aste	1 m
Peso aste a metro	5,1 Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0,40 m
Avanzamento punta	0,20 m
Numero colpi per punta	N(20)
Coeff. Correlazione	1,504
Rivestimento/fanghi	No
Angolo di apertura punta	90 °

*Prova penetrometrica dinamica continua DPSH n.1*

*Prova penetrometrica dinamica continua DPSH n.2*



*Prova penetrometrica dinamica continua DPSH n.3*



*Prova penetrometrica dinamica continua DPSH n.4*



**PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE CONTINUE**  
**(DYNAMIC PROBING)**  
**DPSH**

**Note illustrative - Diverse tipologie di penetrometri dinamici**

La prova penetrometrica dinamica consiste nell'infiggere nel terreno una punta conica (per tratti consecutivi  $\delta$ ) misurando il numero di colpi N necessari.

Le Prove Penetrometriche Dinamiche sono molto diffuse ed utilizzate nel territorio da geologi e geotecnici, data la loro semplicità esecutiva, economicità e rapidità di esecuzione.

La loro elaborazione, interpretazione e visualizzazione grafica consente di "catalogare e parametrizzare" il suolo attraversato con un'immagine in continuo, che permette anche di avere un raffronto sulle consistenze dei vari livelli attraversati e una correlazione diretta con sondaggi geognostici per la caratterizzazione stratigrafica.

La sonda penetrometrica permette inoltre di riconoscere abbastanza precisamente lo spessore delle coltri sul substrato, la quota di eventuali falde e superfici di rottura sui pendii, e la consistenza in generale del terreno.

L'utilizzo dei dati, ricavati da correlazioni indirette e facendo riferimento a vari autori, dovrà comunque essere trattato con le opportune cautele e, possibilmente, dopo esperienze geologiche acquisite in zona.

Elementi caratteristici del penetrometro dinamico sono i seguenti:

- peso massa battente M
- altezza libera caduta H
- punta conica: diametro base cono D, area base A (angolo di apertura  $\alpha$ )
- avanzamento (penetrazione)  $\delta$
- presenza o meno del rivestimento esterno (fanghi bentonitici).

Con riferimento alla classificazione ISSMFE (1988) dei diversi tipi di penetrometri dinamici (vedi tabella sotto riportata) si rileva una prima suddivisione in quattro classi (in base al peso M della massa battente) :

- tipo LEGGERO (DPL)
- tipo MEDIO (DPM)
- tipo PESANTE (DPH)
- tipo SUPERPESANTE (DPSH)

Classificazione ISSMFE dei penetrometri dinamici:

Tipo	Sigla di riferimento	peso della massa M (kg)	prof.max indagine battente (m)
Leggero	DPL (Light)	$M \leq 10$	8
Medio	DPM (Medium)	$10 < M < 40$	20-25
Pesante	DPH (Heavy)	$40 \leq M < 60$	25
<b>Super pesante (Super Heavy)</b>	<b>DPSH</b>	<b><math>M \geq 60</math></b>	<b>25</b>

**penetrometri in uso in Italia**

In Italia risultano attualmente in uso i seguenti tipi di penetrometri dinamici (non rientranti però nello Standard ISSMFE):

- DINAMICO SUPERPESANTE (Tipo EMILIA)  
 massa battente M=63.5 kg, altezza caduta H=0.75 m, avanzamento  $\delta=20-30$  cm, punta conica conica ( $\alpha = 60^\circ-90^\circ$ ) diametro D = 50.5 mm, area base cono A = 20 cm<sup>2</sup>, rivestimento / fango bentonitico : talora previsto.

### Correlazione con N<sub>spt</sub>

Poiché la prova penetrometrica standard (SPT) rappresenta, ad oggi, uno dei mezzi più diffusi ed economici per ricavare informazioni dal sottosuolo, la maggior parte delle correlazioni esistenti riguardano i valori del numero di colpi N<sub>spt</sub> ottenuto con la suddetta prova, pertanto si presenta la necessità di rapportare il numero di colpi di una prova dinamica con N<sub>spt</sub>. Il passaggio viene dato da:

$$N_{spt} = \beta_t N$$

Dove:

$$\beta_t = \frac{Q}{Q_{SPT}}$$

in cui Q è l'energia specifica per colpo e Q<sub>spt</sub> è quella riferita alla prova SPT.

L'energia specifica per colpo viene calcolata come segue:

$$Q = \frac{M^2 \cdot H}{A \cdot \delta \cdot (M + M')}$$

in cui

- M = peso massa battente;
- M' = peso aste;
- H = altezza di caduta;
- A = area base punta conica;
- δ = passo di avanzamento.

### Valutazione resistenza dinamica alla punta R<sub>pd</sub>

Formula Olandesi

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

- R<sub>pd</sub> = resistenza dinamica punta (area A);
- e = infissione media per colpo (δ/N);
- M = peso massa battente (altezza caduta H);
- P = peso totale aste e sistema battuta.

### Metodologia di Elaborazione.

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

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

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

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

In particolare consente di ottenere informazioni su:

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



## Valutazioni statistiche e correlazioni

### Elaborazione Statistica

Permette l'elaborazione statistica dei dati numerici di Dynamic Probing, utilizzando nel calcolo dei valori rappresentativi dello strato considerato un valore inferiore o maggiore della media aritmetica dello strato (dato comunque maggiormente utilizzato); i valori possibili in immissione sono :

#### Media

Media aritmetica dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.  
dove  $n$  è il numero di letture.

### Pressione ammissibile

Pressione ammissibile specifica sull'interstrato (con effetto di riduzione energia per svergolamento aste o no) calcolata secondo le note elaborazioni proposte da Herminier, applicando un coefficiente di sicurezza (generalmente = 20-22) che corrisponde ad un coefficiente di sicurezza standard delle fondazioni pari a 4, con una geometria fondale standard di larghezza pari a 1 mt. ed immorsamento  $d = 1$  mt..

### Correlazioni geotecniche terreni incoerenti

#### Angolo di Attrito

- Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956 - Correlazione valida per terreni non molli a prof. < 5 mt.; correlazione valida per sabbie e ghiaie rappresenta valori medi. - Correlazione storica molto usata, valevole per prof. < 5 mt. per terreni sopra falda e < 8 mt. per terreni in falda (tensioni < 8-10 t/mq)
- Meyerhof 1956 - Correlazioni valide per terreni argillosi ed argillosi-marnosi fessurati, terreni di riporto sciolti e coltri detritiche (da modifica sperimentale di dati).
- Sowers 1961)- Angolo di attrito in gradi valido per sabbie in genere (cond. ottimali per prof. < 4 mt. sopra falda e < 7 mt. per terreni in falda)  $\sigma > 5$  t/mq.
- De Mello - Correlazione valida per terreni prevalentemente sabbiosi e sabbioso-ghiaiosi (da modifica sperimentale di dati) con angolo di attrito < 38° .
- Malcev 1964 - Angolo di attrito in gradi valido per sabbie in genere (cond. ottimali per prof. > 2 m. e per valori di angolo di attrito < 38°).
- Schmertmann 1977- Angolo di attrito (gradi) per vari tipi litologici (valori massimi). N.B. valori spesso troppo ottimistici poiché desunti da correlazioni indirette da Dr %.
- Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION) Angolo di attrito in gradi valido per sabbie - sabbie fini o limose e limi siltosi (cond. ottimali per prof. di prova > 8 mt. sopra falda e > 15 mt. per terreni in falda)  $\sigma > 15$  t/mq.
- Shioi-Fukuni 1982 (JAPANESE NATIONALE RAILWAY) Angolo di attrito valido per sabbie medie e grossolane fino a ghiaiose .
- Angolo di attrito in gradi (Owasaki & Iwasaki) valido per sabbie - sabbie medie e grossolane-ghiaiose (cond. ottimali per prof. > 8 mt. sopra falda e > 15 mt. per terreni in falda)  $\sigma > 15$  t/mq.
- Meyerhof 1965 - Correlazione valida per terreni per sabbie con % di limo < 5% a profondità < 5 mt. e con % di limo > 5% a profondità < 3 mt.
- Mitchell e Katti (1965) - Correlazione valida per sabbie e ghiaie.

#### Densità relativa (%)

- Gibbs & Holtz (1957) correlazione valida per qualunque pressione efficace, per ghiaie Dr viene sovrastimato, per limi sottostimato.
- Skempton (1986) elaborazione valida per limi e sabbie e sabbie da fini a grossolane NC a qualunque pressione efficace, per ghiaie il valore di Dr % viene sovrastimato, per limi sottostimato.
- Meyerhof (1957).
- Schultze & Menzenbach (1961) per sabbie fini e ghiaiose NC , metodo valido per qualunque valore di pressione efficace in depositi NC, per ghiaie il valore di Dr % viene sovrastimato, per limi sottostimato.

#### Modulo Di Young ( $E_y$ )

- Terzaghi - elaborazione valida per sabbia pulita e sabbia con ghiaia senza considerare la pressione efficace.
- Schmertmann (1978), correlazione valida per vari tipi litologici .
- Schultze-Menzenbach , correlazione valida per vari tipi litologici.
- D'Appollonia ed altri (1970) , correlazione valida per sabbia, sabbia SC, sabbia NC e ghiaia
- Bowles (1982), correlazione valida per sabbia argillosa, sabbia limosa, limo sabbioso, sabbia media, sabbia e ghiaia.

#### **Modulo Edometrico**

- Begemann (1974) elaborazione desunta da esperienze in Grecia, correlazione valida per limo con sabbia, sabbia e ghiaia
- Buisman-Sanglerat , correlazione valida per sabbia e sabbia argillosa.
- Farrent (1963) valida per sabbie, talora anche per sabbie con ghiaia (da modifica sperimentale di dati).
- Menzenbach e Malcev valida per sabbia fine, sabbia ghiaiosa e sabbia e ghiaia.

#### **Stato di consistenza**

- Classificazione A.G.I. 1977

#### **Peso di Volume Gamma**

- Meyerhof ed altri, valida per sabbie, ghiaie, limo, limo sabbioso.

#### **Peso di volume saturo**

- Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948-1967. Correlazione valida per peso specifico del materiale pari a circa  $\gamma = 2,65$  t/mc e per peso di volume secco variabile da 1,33 (Nspt = 0) a 1,99 (Nspt = 95)

#### **Modulo di poisson**

- Classificazione A.G.I.

### **Correlazioni geotecniche terreni coesivi**

#### **Coesione non drenata**

- Benassi & Vannelli- correlazioni scaturite da esperienze ditta costruttrice Penetrometri SUNDA 1983.
- Terzaghi-Peck (1948-1967), correlazione valida per argille sabbiose-siltose NC con Nspt <8 , argille limose-siltose mediamente plastiche, argille marnose alterate-fessurate.
- Terzaghi-Peck (1948). *Cu min-max*.
- Sanglerat , da dati Penetr. Statico per terreni coesivi saturi , tale correlazione non è valida per argille sensitive con sensitività > 5, per argille sovraconsolidate fessurate e per i limi a bassa plasticità.
- Sanglerat , (per argille limose-sabbiose poco coerenti), valori validi per resistenze penetrometriche < 10 colpi, per resistenze penetrometriche > 10 l'elaborazione valida è comunque quella delle "argille plastiche " di Sanglerat.
- (U.S.D.M.S.M.) U.S. Design Manual Soil Mechanics Coesione non drenata per argille limose e argille di bassa media ed alta plasticità , (Cu-Nspt-grado di plasticità).
- Schmertmann 1975 Cu (Kg/cmq) (valori medi), valida per **argille e limi argillosi** con  $N_c=20$  e  $Q_c/N_{spt}=2$ .
- Schmertmann 1975 Cu (Kg/cmq) (valori minimi), valida per argille NC .
- Fletcher 1965 - (Argilla di Chicago) . Coesione non drenata Cu (Kg/cmq), colonna valori validi per argille a medio-bassa plasticità .
- Houston (1960) - argilla di media-alta plasticità.
- Shioi-Fukuni 1982 , valida per suoli poco coerenti e plastici, argilla di media-alta plasticità.
- Begemann.
- De Beer.

#### **Modulo Di Young ( $E\gamma$ )**

- Schultze-Menzenbach - (Min. e Max.), correlazione valida per limi coerenti e limi argillosi con I.P. >15
- D'Appollonia ed altri (1983) - correlazione valida per argille sature-argille fessurate.

**Stato di consistenza**

- Classificazione A.G.I. 1977

**Peso di Volume Gamma**

- Meyerhof ed altri, valida per argille, argille sabbiose e limose prevalentemente coerenti.

**Peso di volume saturo**

- Correlazione Bowles (1982), Terzaghi-Peck (1948-1967), valida per condizioni specifiche: peso specifico del materiale pari a circa  $G=2,70$  (t/mc) e per indici dei vuoti variabili da 1,833 ( $N_{spt}=0$ ) a 0,545 ( $N_{spt}=28$ )

**PROVA Nr.1**

Strumento utilizzato DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)  
 Prova eseguita in data  
 Profondità prova 1,20 mt  
 Falda non 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> )
0,20	2	0,855	16,87	19,74	0,84	0,99
0,40	3	0,851	25,19	29,61	1,26	1,48
0,60	2	0,847	15,68	18,51	0,78	0,93
0,80	6	0,843	46,82	55,52	2,34	2,78
1,00	10	0,840	77,71	92,54	3,89	4,63
1,20	35	0,686	222,27	323,89	11,11	16,19

**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.1****TERRENI COESIVI****Coesione non drenata**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - Strato	3,5	0,60	Shioi - Fukui 1982	0,18
[2] - Strato	12,03	1,00	Shioi - Fukui 1982	0,60

**Modulo Edometrico**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - Strato	3,5	0,60	Stroud e Butler (1975)	16,06
[2] - Strato	12,03	1,00	Stroud e Butler (1975)	55,19

**Modulo di Young**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - Strato	3,5	0,60	Schultze	19,85
[2] - Strato	12,03	1,00	Schultze	117,95

**Classificazione AGI**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] - Strato	3,5	0,60	Classificaz. A.G.I. (1977)	POCO CONSISTENTE
[2] - Strato	12,03	1,00	Classificaz. A.G.I. (1977)	CONSISTENTE

**Peso unità di volume**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )
[1] - Strato	3,5	0,60	Meyerhof ed altri	1,67
[2] - Strato	12,03	1,00	Meyerhof ed altri	2,02

**Peso unità di volume saturo**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )



[1] - Strato	3,5	0,60	Meyerhof ed altri	1,87
[2] - Strato	12,03	1,00	Meyerhof ed altri	--

**TERRENI INCOERENTI****Densità relativa**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
[2] - Strato	12,03	1,00	12,03	Skempton 1986	37,3
[3] - Strato	52,64	1,20	52,64	Skempton 1986	82,65

**Angolo di resistenza al taglio**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
[2] - Strato	12,03	1,00	12,03	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	28,43
[3] - Strato	52,64	1,20	52,64	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	43,1

**Classificazione AGI**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[2] - Strato	12,03	1,00	12,03	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
[3] - Strato	52,64	1,20	52,64	Classificazione A.G.I. 1977	MOLTO ADDENSATO

**Peso unità di volume**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m <sup>3</sup> )
[2] - Strato	12,03	1,00	12,03	Meyerhof ed altri	1,80
[3] - Strato	52,64	1,20	52,64	Meyerhof ed altri	2,25

**Peso unità di volume saturo**

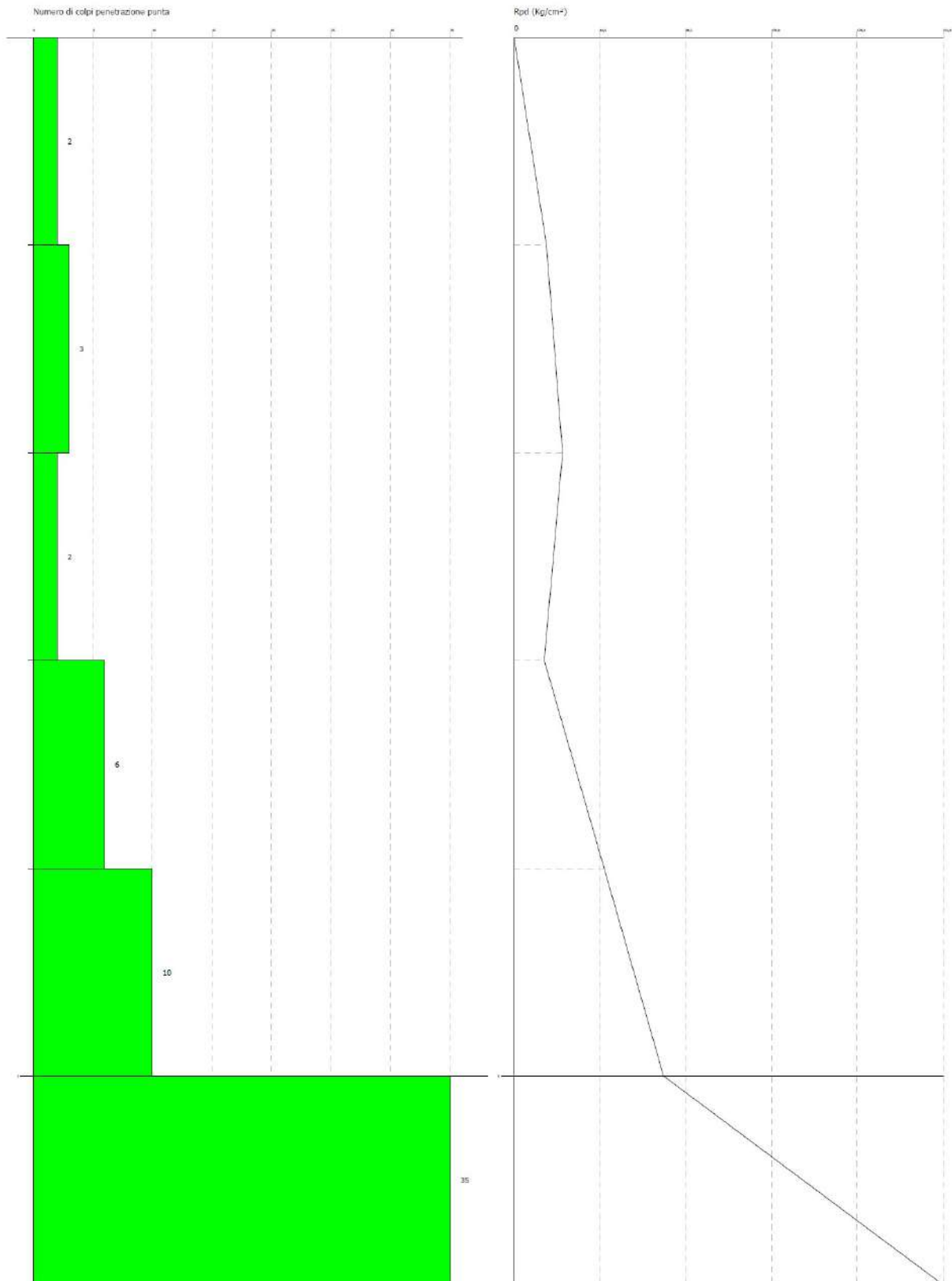
Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m <sup>3</sup> )
[2] - Strato	12,03	1,00	12,03	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,93
[3] - Strato	52,64	1,20	52,64	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,50

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.1  
 Strumento utilizzato... DPSH (Dynamic Probing Super Heavy)

Committente: Ing. Nicola Rosselli  
 Cantiere: fotovoltaico  
 Località: Cernigola (Fg)

Data: 31/03/2021

Scala 1:5



**PROVA Nr.2**

Strumento utilizzato DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)

Prova eseguita in data

Profondità prova 6,40 mt

Falda non 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> )
0,20	2	0,855	16,87	19,74	0,84	0,99
0,40	1	0,851	8,40	9,87	0,42	0,49
0,60	2	0,847	15,68	18,51	0,78	0,93
0,80	2	0,843	15,61	18,51	0,78	0,93
1,00	2	0,840	15,54	18,51	0,78	0,93
1,20	7	0,836	54,17	64,78	2,71	3,24
1,40	11	0,833	84,78	101,79	4,24	5,09
1,60	8	0,830	57,80	69,68	2,89	3,48
1,80	9	0,826	64,78	78,39	3,24	3,92
2,00	10	0,823	71,70	87,10	3,59	4,36
2,20	11	0,820	78,58	95,81	3,93	4,79
2,40	13	0,767	86,87	113,23	4,34	5,66
2,60	11	0,814	73,69	90,50	3,68	4,52
2,80	11	0,811	73,43	90,50	3,67	4,52
3,00	10	0,809	66,53	82,27	3,33	4,11
3,20	14	0,756	87,07	115,18	4,35	5,76
3,40	18	0,753	111,57	148,08	5,58	7,40
3,60	14	0,751	81,94	109,12	4,10	5,46
3,80	10	0,798	62,23	77,94	3,11	3,90
4,00	6	0,796	37,23	46,77	1,86	2,34
4,20	9	0,794	55,68	70,15	2,78	3,51
4,40	9	0,791	55,52	70,15	2,78	3,51
4,60	7	0,789	40,91	51,83	2,05	2,59
4,80	10	0,787	58,28	74,05	2,91	3,70
5,00	11	0,785	63,94	81,45	3,20	4,07
5,20	13	0,733	70,56	96,26	3,53	4,81
5,40	12	0,781	69,40	88,86	3,47	4,44
5,60	14	0,729	71,99	98,74	3,60	4,94
5,80	12	0,777	65,78	84,63	3,29	4,23
6,00	13	0,725	66,52	91,68	3,33	4,58
6,20	38	0,624	167,16	268,00	8,36	13,40
6,40	45	0,572	181,54	317,37	9,08	15,87

**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.2****TERRENI COESIVI****Coesione non drenata**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - Strato	2,71	1,00	Shioi - Fukui 1982	0,14
[2] - Strato	16,42	6,00	Shioi - Fukui 1982	0,82

**Modulo Edometrico**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm <sup>2</sup> )
-------------	------	------------------	--------------	---------------------------

[1] - Strato	2,71	1,00	Stroud e Butler (1975)	12,43
[2] - Strato	16,42	6,00	Stroud e Butler (1975)	75,34

**Modulo di Young**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - Strato	2,71	1,00	Schultze	10,77
[2] - Strato	16,42	6,00	Schultze	168,43

**Classificazione AGI**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] - Strato	2,71	1,00	Classificaz. A.G.I. (1977)	POCO CONSISTENTE
[2] - Strato	16,42	6,00	Classificaz. A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE

**Peso unità di volume**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )
[1] - Strato	2,71	1,00	Meyerhof ed altri	1,61
[2] - Strato	16,42	6,00	Meyerhof ed altri	2,08

**Peso unità di volume saturo**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )
[1] - Strato	2,71	1,00	Meyerhof ed altri	1,86
[2] - Strato	16,42	6,00	Meyerhof ed altri	--

**TERRENI INCOERENTI****Densità relativa**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
[2] - Strato	16,42	6,00	16,42	Skempton 1986	45,52
[3] - Strato	62,42	6,40	62,42	Skempton 1986	92,93

**Angolo di resistenza al taglio**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
[2] - Strato	16,42	6,00	16,42	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	30,69
[3] - Strato	62,42	6,40	62,42	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	45,6

**Classificazione AGI**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[2] - Strato	16,42	6,00	16,42	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
[3] - Strato	62,42	6,40	62,42	Classificazione A.G.I. 1977	MOLTO ADDENSATO

**Peso unità di volume**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m <sup>3</sup> )
[2] - Strato	16,42	6,00	16,42	Meyerhof ed altri	1,92
[3] - Strato	62,42	6,40	62,42	Meyerhof ed altri	2,31

**Peso unità di volume saturo**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato	Nspt corretto per	Correlazione	Gamma Saturo
-------------	------	--------------	-------------------	--------------	--------------



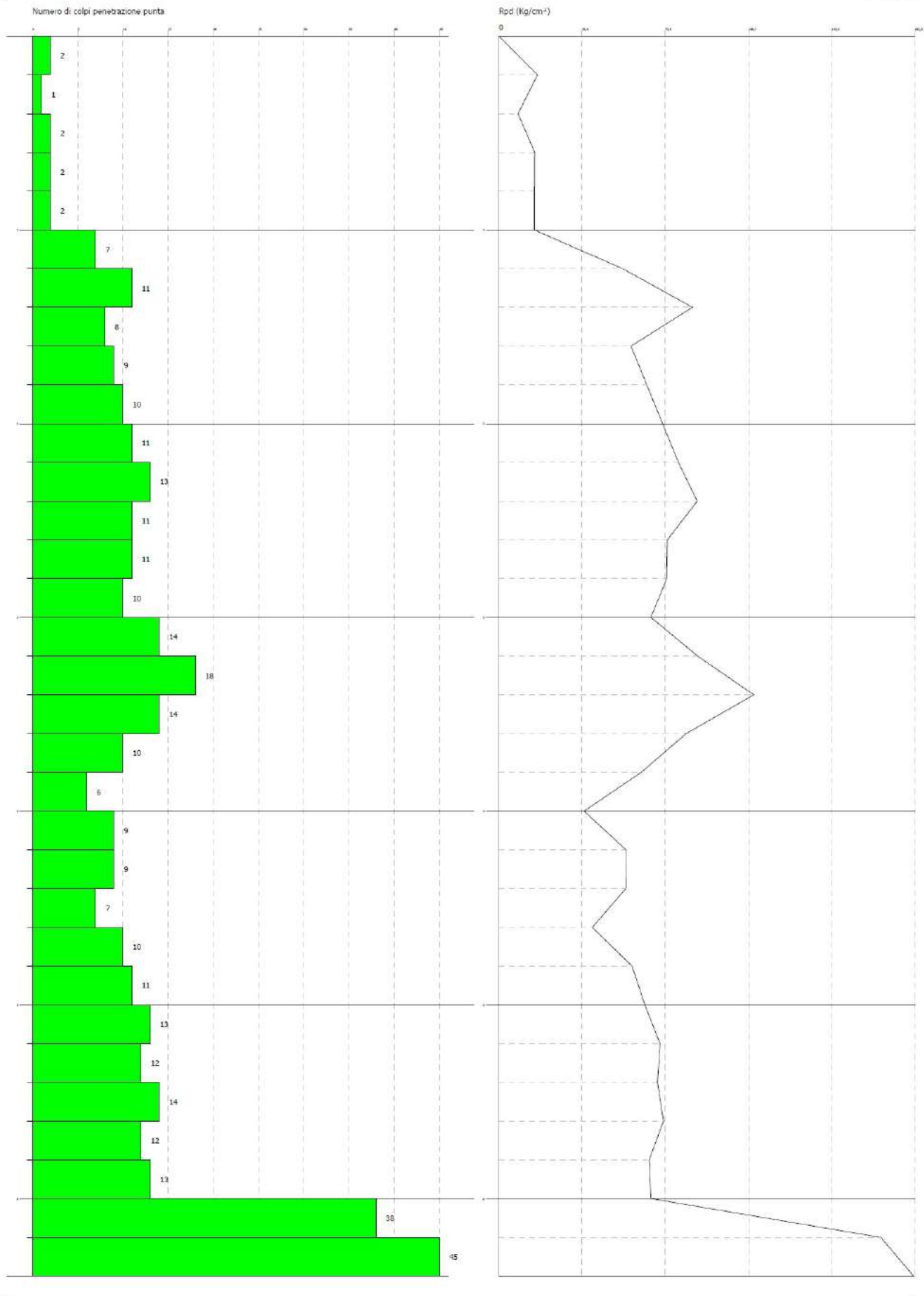
		(m)	presenza falda		(t/m <sup>3</sup> )
[2] - Strato	16,42	6,00	16,42	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,96
[3] - Strato	62,42	6,40	62,42	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,50

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.2  
 Strumento utilizzato... DPH (Dynamic Probing Super Heavy)

Committente: Ing. Nicola Rosselli  
 Cantiere: fotovoltaico  
 Località: Cerninola (Fg)

Data: 31/03/2021

Scala 1:26



**PROVA Nr.3**

Strumento utilizzato DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)  
 Prova eseguita in data  
 Profondità prova 3,00 mt  
 Falda non 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> )
0,20	1	0,855	8,44	9,87	0,42	0,49
0,40	3	0,851	25,19	29,61	1,26	1,48
0,60	2	0,847	15,68	18,51	0,78	0,93
0,80	3	0,843	23,41	27,76	1,17	1,39
1,00	3	0,840	23,31	27,76	1,17	1,39
1,20	4	0,836	30,96	37,02	1,55	1,85
1,40	7	0,833	53,95	64,78	2,70	3,24
1,60	9	0,830	65,03	78,39	3,25	3,92
1,80	13	0,776	87,91	113,23	4,40	5,66
2,00	14	0,773	94,28	121,94	4,71	6,10
2,20	16	0,770	107,33	139,36	5,37	6,97
2,40	20	0,767	133,64	174,20	6,68	8,71
2,60	21	0,714	123,40	172,76	6,17	8,64
2,80	33	0,661	179,57	271,49	8,98	13,57
3,00	45	0,609	225,34	370,21	11,27	18,51

**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.3****TERRENI COESIVI****Coesione non drenata**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - Strato	4,02	1,20	Shioi - Fukui 1982	0,20
[2] - Strato	17,75	2,20	Shioi - Fukui 1982	0,89

**Modulo Edometrico**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - Strato	4,02	1,20	Stroud e Butler (1975)	18,44
[2] - Strato	17,75	2,20	Stroud e Butler (1975)	81,44

**Modulo di Young**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - Strato	4,02	1,20	Schultze	25,83
[2] - Strato	17,75	2,20	Schultze	183,73

**Classificazione AGI**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] - Strato	4,02	1,20	Classificaz. A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE
[2] - Strato	17,75	2,20	Classificaz. A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE

**Peso unità di volume**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )
[1] - Strato	4,02	1,20	Meyerhof ed altri	1,70
[2] - Strato	17,75	2,20	Meyerhof ed altri	2,09

**Peso unità di volume saturo**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )
[1] - Strato	4,02	1,20	Meyerhof ed altri	1,87
[2] - Strato	17,75	2,20	Meyerhof ed altri	--

**TERRENI INCOERENTI****Densità relativa**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
[2] - Strato	17,75	2,20	17,75	Skempton 1986	47,74
[3] - Strato	30,83	2,60	30,83	Skempton 1986	64,34
[4] - Strato	58,66	3,00	58,66	Skempton 1986	88,56

**Angolo di resistenza al taglio**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
[2] - Strato	17,75	2,20	17,75	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	31,32
[3] - Strato	30,83	2,60	30,83	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	36,5
[4] - Strato	58,66	3,00	58,66	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	44,66

**Classificazione AGI**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[2] - Strato	17,75	2,20	17,75	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
[3] - Strato	30,83	2,60	30,83	Classificazione A.G.I. 1977	ADDENSATO
[4] - Strato	58,66	3,00	58,66	Classificazione A.G.I. 1977	MOLTO ADDENSATO

**Peso unità di volume**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m <sup>3</sup> )
[2] - Strato	17,75	2,20	17,75	Meyerhof ed altri	1,95
[3] - Strato	30,83	2,60	30,83	Meyerhof ed altri	2,14
[4] - Strato	58,66	3,00	58,66	Meyerhof ed altri	2,28

**Peso unità di volume saturo**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m <sup>3</sup> )
[2] - Strato	17,75	2,20	17,75	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,97
[3] - Strato	30,83	2,60	30,83	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,50
[4] - Strato	58,66	3,00	58,66	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,50

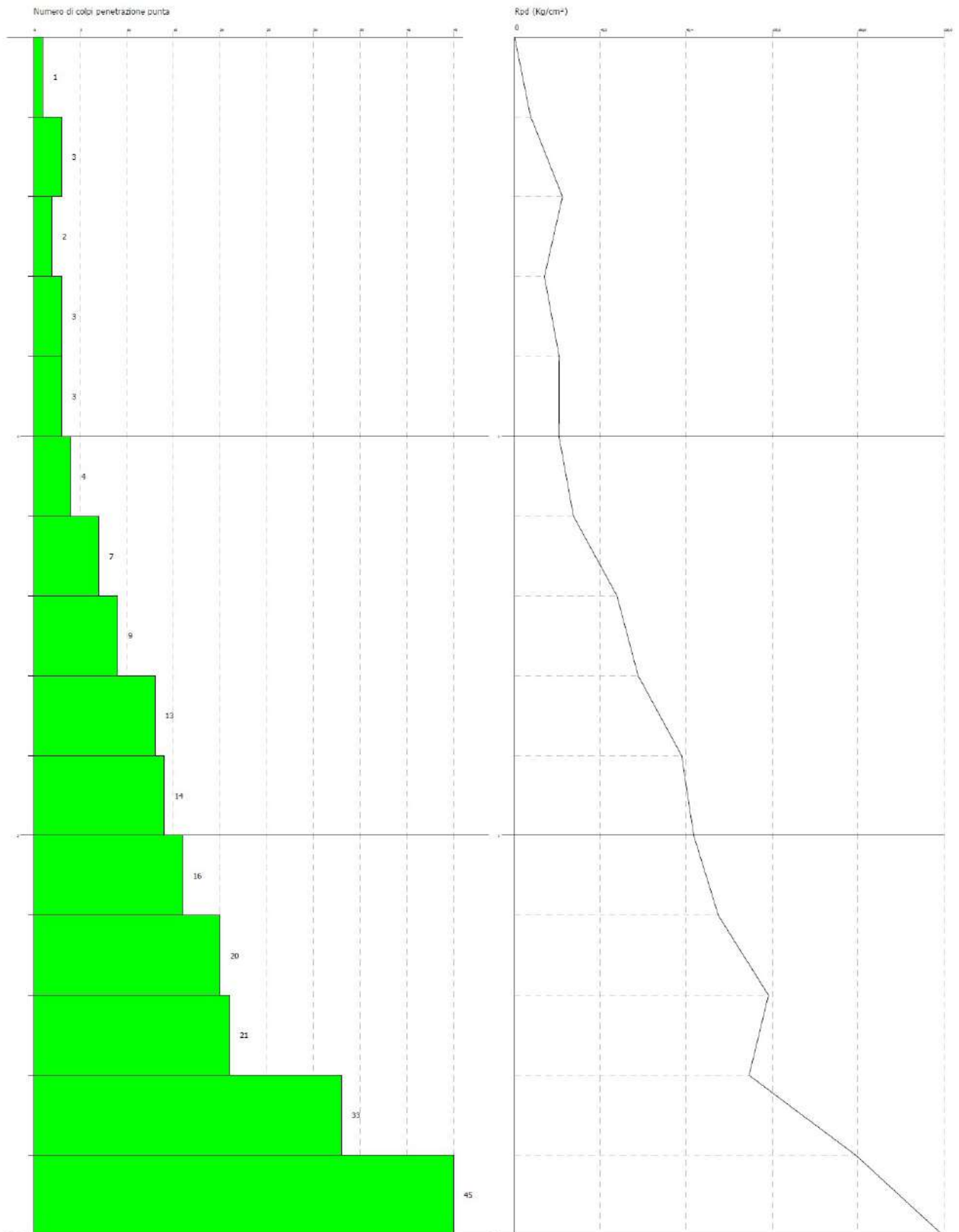


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.3  
 Strumento utilizzato... DPHS (Dynamic Probing Super Heavy)

Committente: Ing. Nicola Roselli  
 Cantiere: fotovoltaico  
 Località: Cerignola (FG)

Data: 31/03/2021

Scala 1:13



**PROVA Nr.4**

Strumento utilizzato DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)

Prova eseguita in data

Profondità prova 5,00 mt

Falda non 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> )
0,20	1	0,855	8,44	9,87	0,42	0,49
0,40	2	0,851	16,79	19,74	0,84	0,99
0,60	13	0,797	95,88	120,30	4,79	6,02
0,80	12	0,843	93,65	111,05	4,68	5,55
1,00	11	0,840	85,48	101,79	4,27	5,09
1,20	13	0,786	94,59	120,30	4,73	6,02
1,40	12	0,833	92,49	111,05	4,62	5,55
1,60	13	0,780	88,27	113,23	4,41	5,66
1,80	14	0,776	94,67	121,94	4,73	6,10
2,00	15	0,773	101,02	130,65	5,05	6,53
2,20	17	0,770	114,04	148,07	5,70	7,40
2,40	14	0,767	93,55	121,94	4,68	6,10
2,60	13	0,764	81,74	106,95	4,09	5,35
2,80	12	0,811	80,11	98,72	4,01	4,94
3,00	18	0,759	112,35	148,08	5,62	7,40
3,20	19	0,756	118,17	156,31	5,91	7,82
3,40	21	0,703	121,52	172,76	6,08	8,64
3,60	17	0,751	99,49	132,50	4,97	6,63
3,80	16	0,748	93,33	124,71	4,67	6,24
4,00	18	0,746	104,67	140,30	5,23	7,01
4,20	15	0,744	86,95	116,91	4,35	5,85
4,40	18	0,741	104,02	140,30	5,20	7,01
4,60	21	0,689	107,18	155,50	5,36	7,78
4,80	18	0,737	98,25	133,29	4,91	6,66
5,00	19	0,735	103,41	140,69	5,17	7,03

**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.4****TERRENI COESIVI****Coesione non drenata**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - Strato	2,26	0,40	Shioi - Fukui 1982	0,11
[2] - Strato	19,93	2,80	Shioi - Fukui 1982	1,00
[3] - Strato	27,34	5,00	Shioi - Fukui 1982	1,37

**Modulo Edometrico**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - Strato	2,26	0,40	Stroud e Butler (1975)	10,37
[2] - Strato	19,93	2,80	Stroud e Butler (1975)	91,44
[3] - Strato	27,34	5,00	Stroud e Butler (1975)	125,44

**Modulo di Young**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato	Correlazione	Ey
-------------	------	--------------	--------------	----

		(m)		(Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - Strato	2,26	0,40	Schultze	5,59
[2] - Strato	19,93	2,80	Schultze	208,80
[3] - Strato	27,34	5,00	Schultze	294,01

**Classificazione AGI**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] - Strato	2,26	0,40	Classificaz. A.G.I. (1977)	POCO CONSISTENTE
[2] - Strato	19,93	2,80	Classificaz. A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE
[3] - Strato	27,34	5,00	Classificaz. A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE

**Peso unità di volume**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )
[1] - Strato	2,26	0,40	Meyerhof ed altri	1,58
[2] - Strato	19,93	2,80	Meyerhof ed altri	2,10
[3] - Strato	27,34	5,00	Meyerhof ed altri	2,13

**Peso unità di volume saturo**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )
[1] - Strato	2,26	0,40	Meyerhof ed altri	1,85
[2] - Strato	19,93	2,80	Meyerhof ed altri	--
[3] - Strato	27,34	5,00	Meyerhof ed altri	2,29

**TERRENI INCOERENTI****Densità relativa**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
[2] - Strato	19,93	2,80	19,93	Skempton 1986	51,13
[3] - Strato	27,34	5,00	27,34	Skempton 1986	60,68

**Angolo di resistenza al taglio**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
[2] - Strato	19,93	2,80	19,93	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	32,29
[3] - Strato	27,34	5,00	27,34	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	35,25

**Classificazione AGI**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[2] - Strato	19,93	2,80	19,93	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENT E ADDENSATO
[3] - Strato	27,34	5,00	27,34	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENT E ADDENSATO

**Peso unità di volume**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m <sup>3</sup> )
[2] - Strato	19,93	2,80	19,93	Meyerhof ed altri	1,99
[3] - Strato	27,34	5,00	27,34	Meyerhof ed altri	2,11

**Peso unità di volume saturo**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato	Nspt corretto per	Correlazione	Gamma Saturo
-------------	------	--------------	-------------------	--------------	--------------

		(m)	presenza falda		(t/m <sup>3</sup> )
[2] - Strato	19,93	2,80	19,93	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,39
[3] - Strato	27,34	5,00	27,34	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,50

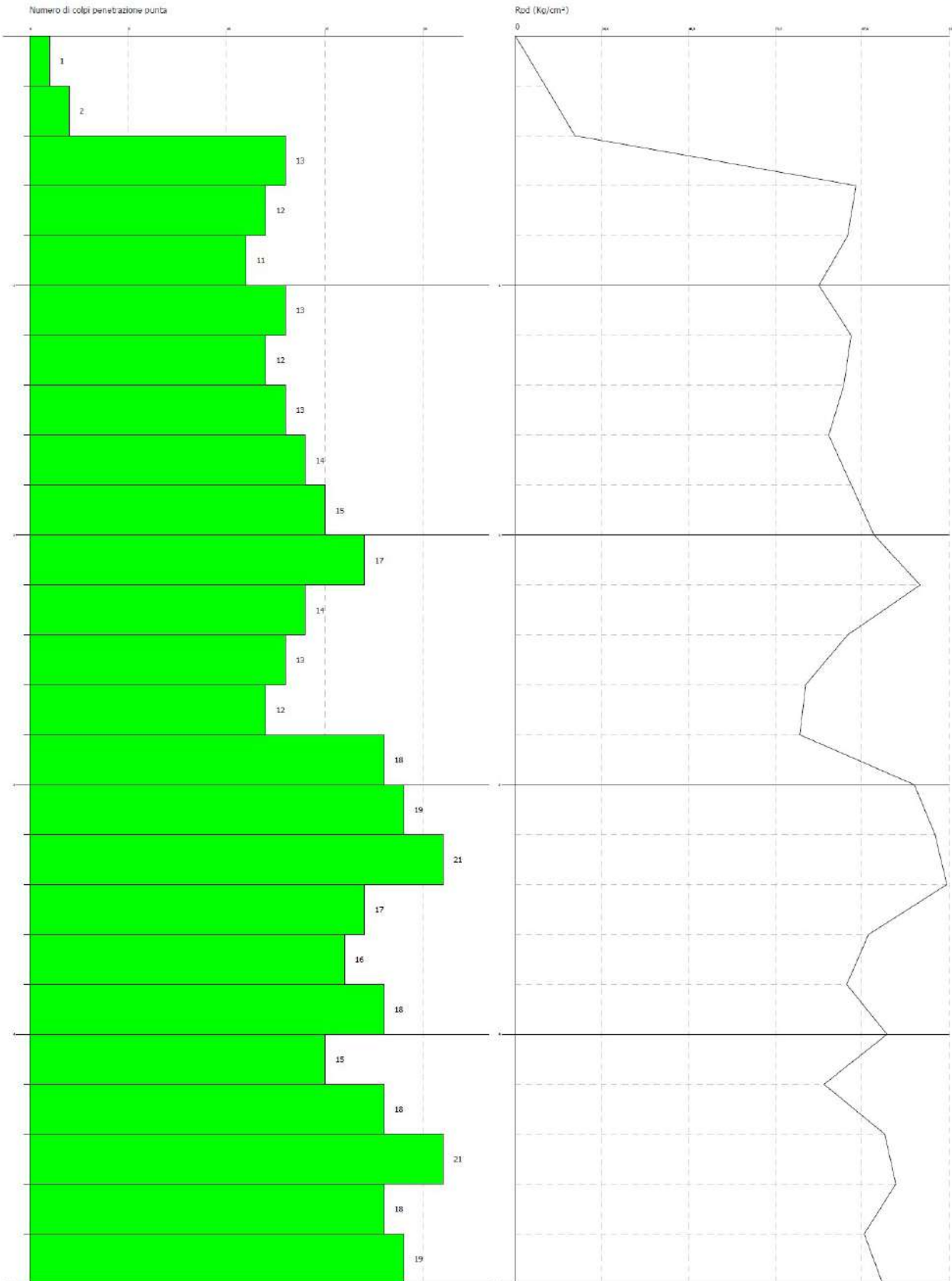


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.4  
 Strumento utilizzato... DPH (Dynamic Probing Super Heavy)

Data: 31/03/2021

Committente: Ing. Nicola Rosselli  
 Cantiere: cabina utenti  
 Località: Stornara, loc. Schiavone (Pg)

Scala 1:21



## **SISMICA HVSR**

Le prove sismiche a riflessione multipla del tipo passiva a stazione singola (HVSR) sono state effettuate per mezzo di un tromografo digitale portatile progettato specificatamente per l'acquisizione del rumore sismico. Lo strumento (Tromino, *MICROMED spa*, 10x7x14 cm per 1 Kg di peso) è dotato di tre sensori elettrodinamici (velocimetri) orientati N-S, E-W e verticalmente, alimentato da 2 batterie AA da 1,5 V e senza cavi esterni. I dati di rumore, amplificati e digitalizzati a 24 bit equivalenti, sono stati acquisiti alle frequenze di campionamento di 128 Hz, in modo da avere informazioni su frequenze massime di 64 Hz. (Si ricordi il teorema di Nyquist secondo il quale la massima frequenza ricostruibile di un segnale è la *metà* della frequenza di campionamento del segnale stesso). Il risultato finale consiste nella graficizzazione delle medie degli HVSR di ciascuna finestra e nell'interpretazione secondo la tecnica di Nakamura della frequenza fondamentale di risonanza del terreno di fondazione. Inoltre l'elaborazione della prove con l'ausilio dei rapporti stratigrafici ha permesso la classificazione del tipo di terreno così come richiesto dal D.M. 17/01/2018 e della Circolare del C.S.LL.PP. n.7 del 21 gennaio 2019.

### HVSR



**CERIGNOLA HVSR -1**

Instrument: TRZ-0092/01-10

Data format: 16 byte

Full scale [mV]: n.a.

Start recording: 30/03/21 9:57:50

End recording: 30/03/21 10:09:51

Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

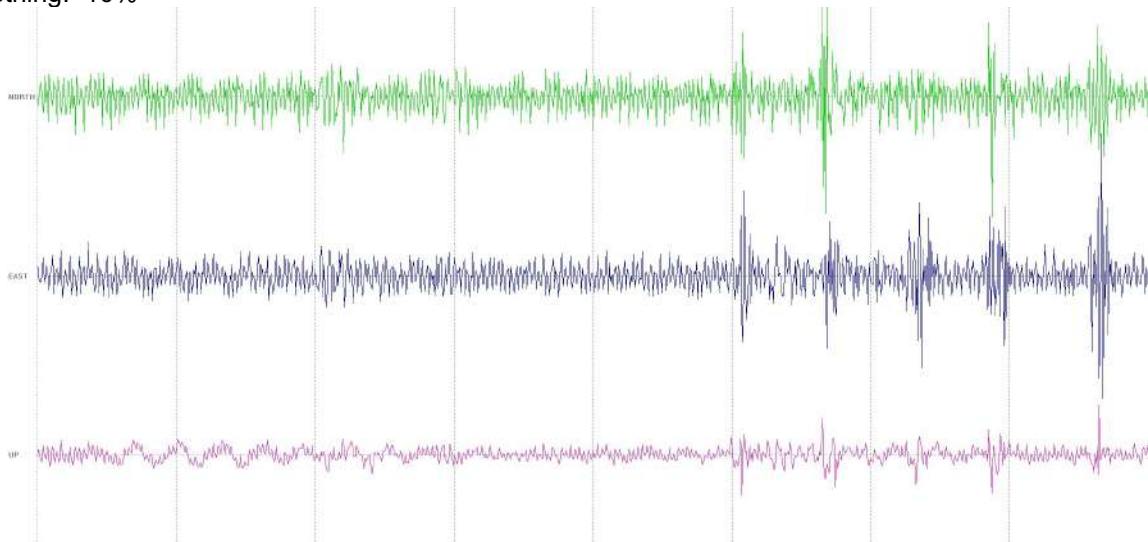
Trace length: 0h12'00". Analysis performed on the entire trace.

Sampling rate: 128 Hz

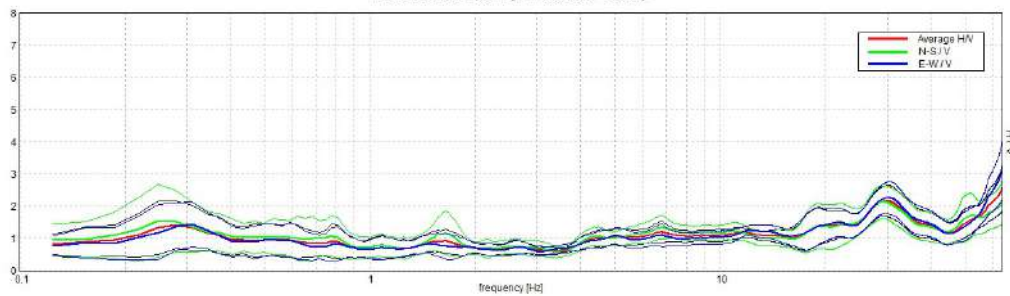
Window size: 20 s

Smoothing type: Triangular window

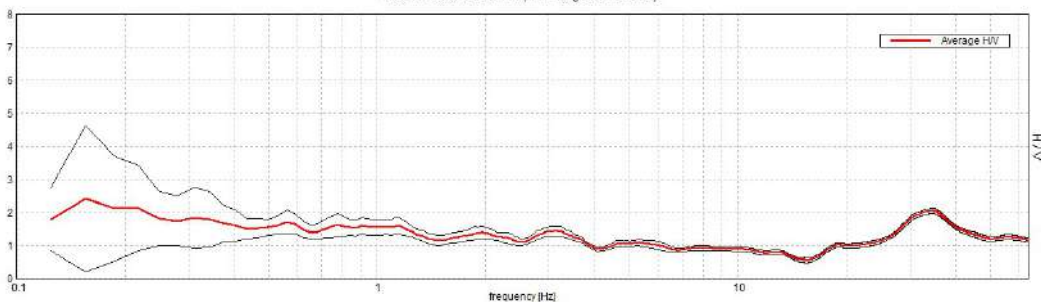
Smoothing: 10%



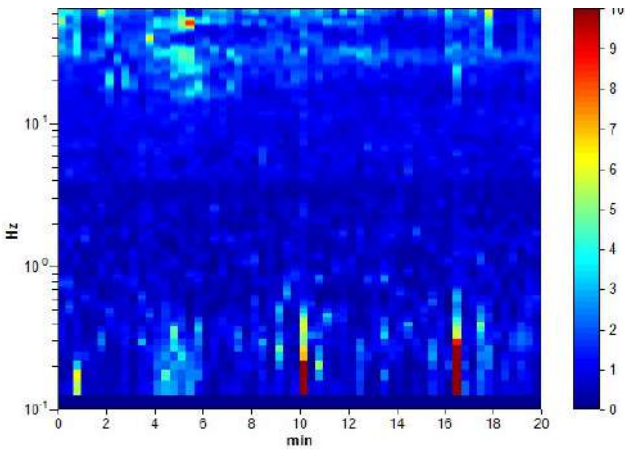
Picco H/V a 63.97 ± 0.0 Hz. (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).

**HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO**

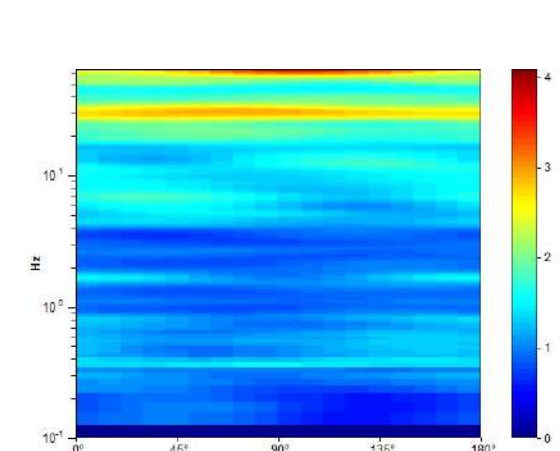
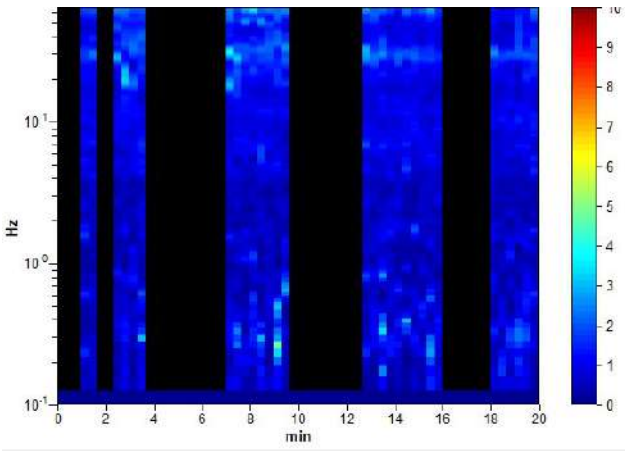
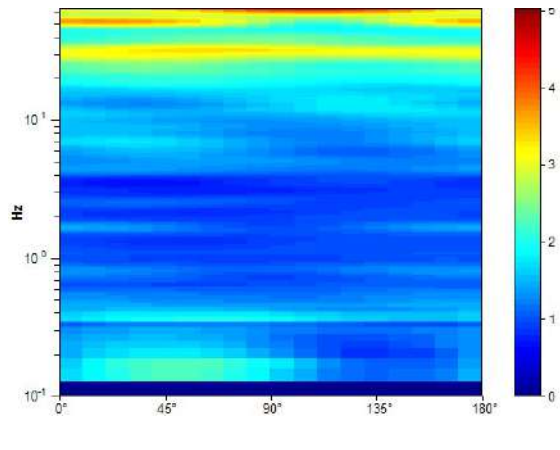
Max. H/V at 0.16 ± 0.0 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



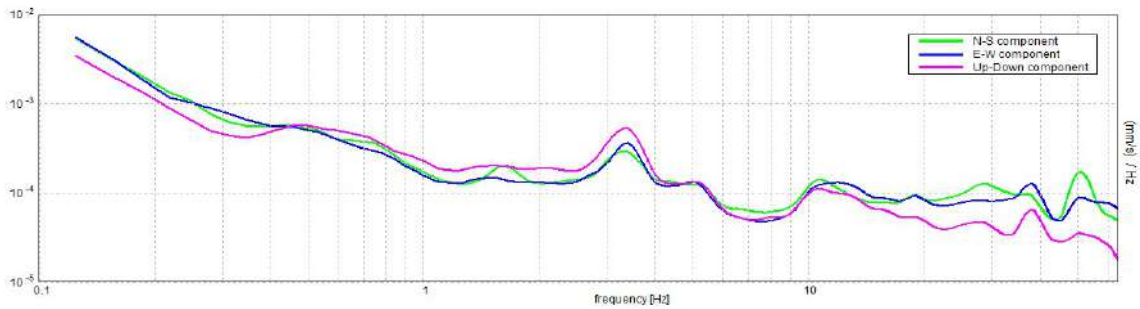
H/V TIME HISTORY



DIRECTIONAL H/V

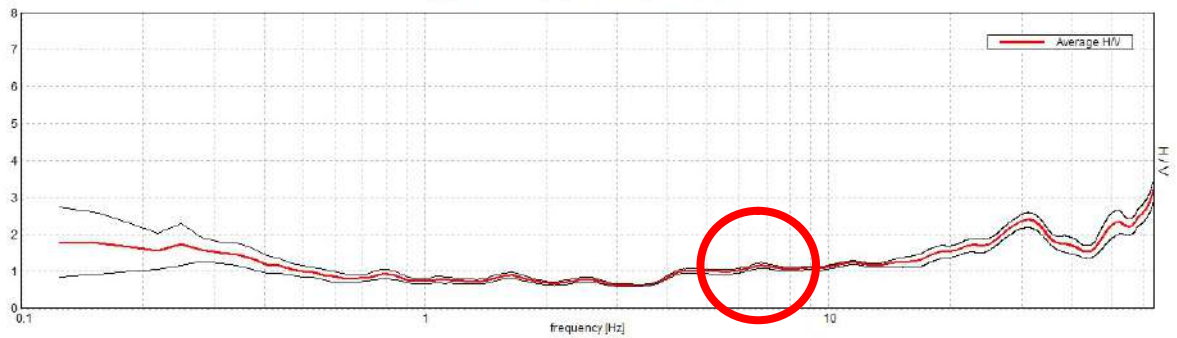


SINGLE COMPONENT SPECTRA



Frequenza fondamentale del terreno di fondazione

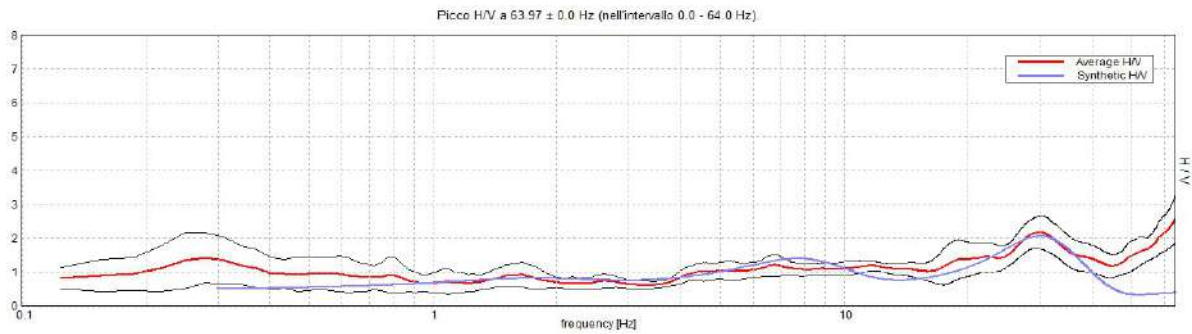
Max. H/V at 6.81 ± 0.4 Hz. (In the range 1.0 - 10.0 Hz).



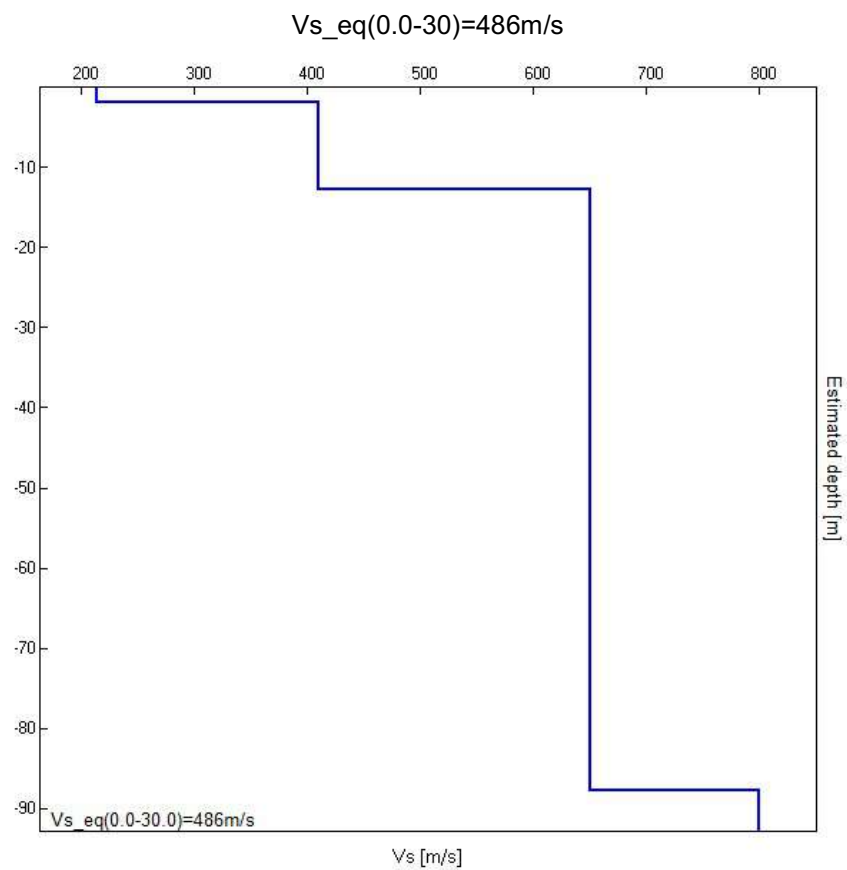
Rapporto spettrale H/V. In rosso è indicato l'H/V medio mentre in nero l'intervallo di confidenza al 95%



## EXPERIMENTAL vs. SYNTHETIC H/V

MODELLO D'INVERSIONE PROPOSTO

Profondità (m)	Spessore sismostrati (m)	Velocità onde Vs (m/s)
1.80	1.80	214
12.80	11.00	410
87.80	75.00	650
inf.	inf.	800



**STORNARA HVSR - 2**

Instrument: TRZ-0092/01-10

Data format: 16 byte

Full scale [mV]: n.a.

Start recording: 30/03/21 13:40:10 End recording: 30/03/21 13:52:11

Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Trace length: 0h12'00". Analysis performed on the entire trace.

Sampling rate: 128 Hz

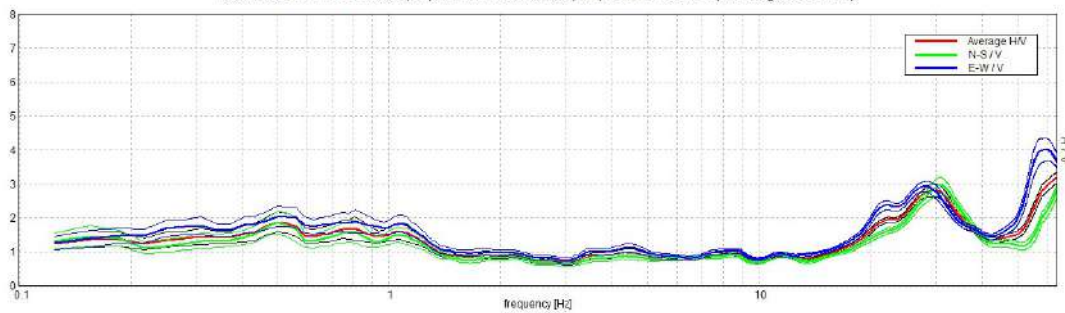
Window size: 20 s

Smoothing type: Triangular window

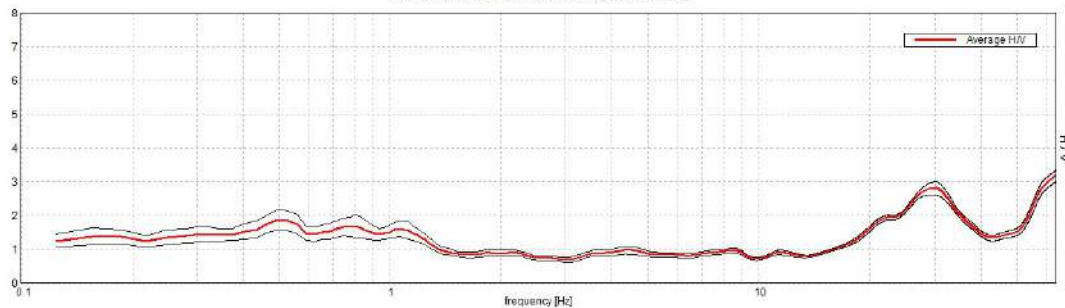
Smoothing: 10%



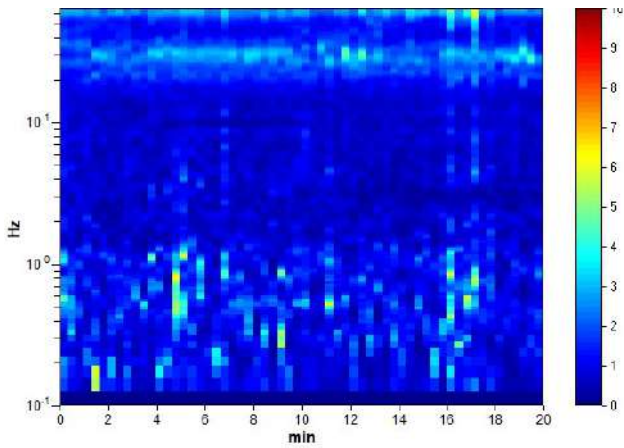
Max. H/V at 63.97 ± 14.19 Hz. Max (N-S)/V: 30.94 ± 19.95 Hz. Max (E-W)/V: 59.63 ± 13.31 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz)

**HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO**

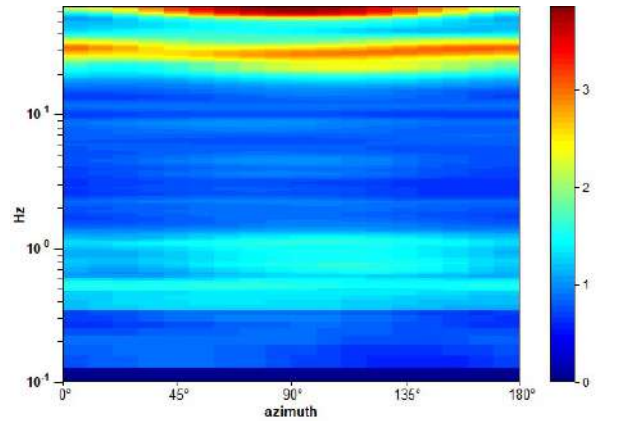
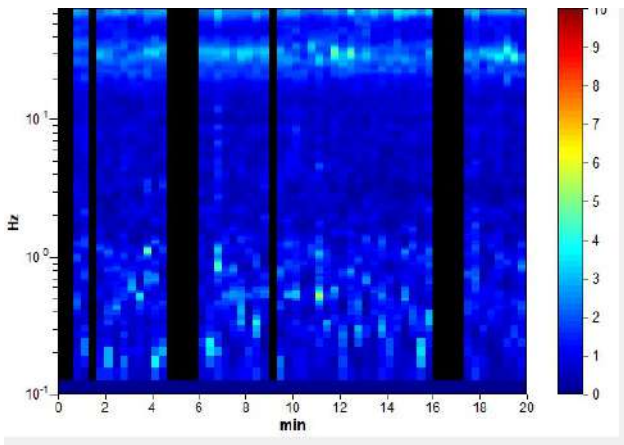
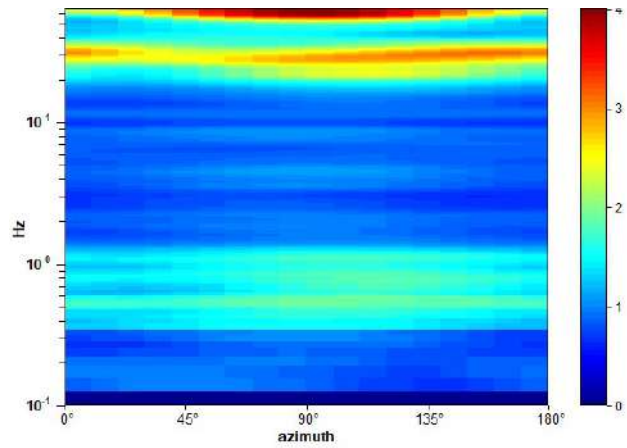
Max. H/V at 63.97 ± 14.19 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



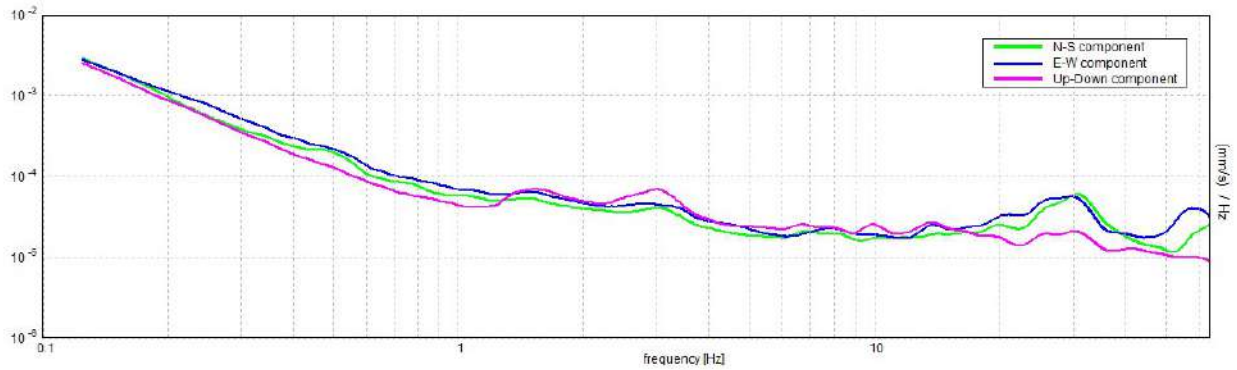
SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V

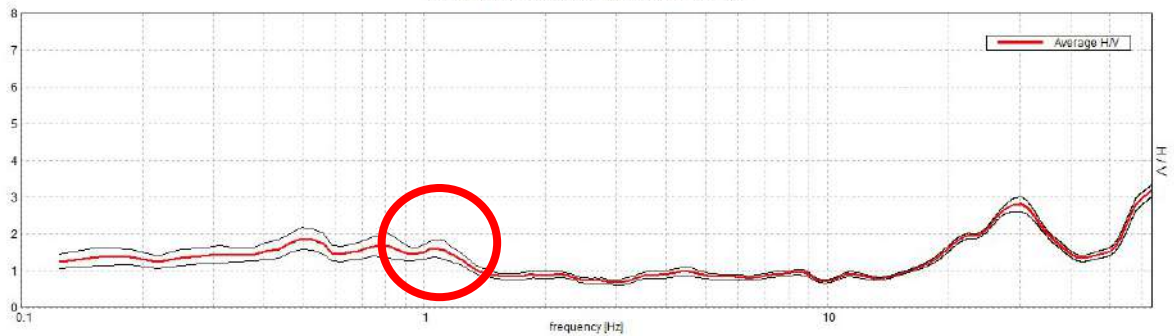


SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



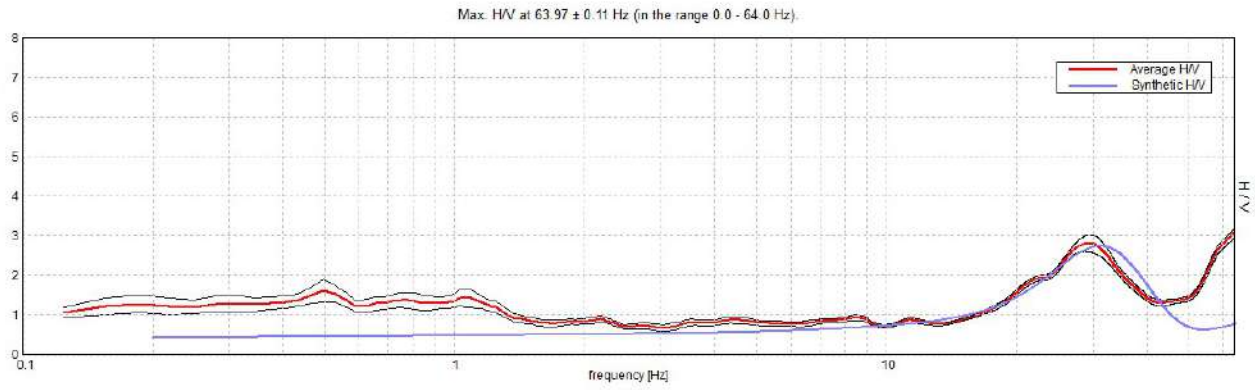
Frequenza fondamentale del terreno di fondazione

Max. H/V at  $1.06 \pm 0.03$  Hz. (In the range 1.0 - 10.0 Hz).



Rapporto spettrale H/V. In rosso è indicato l'H/V medio mentre in nero l'intervallo di confidenza al 95%

EXPERIMENTAL vs. SYNTHETIC H/V



MODELLO D'INVERSIONE PROPOSTO

Profondità (m)	Spessore sismostrati (m)	Velocità onde Vs (m/s)
0.20	0.20	100
2.20	2.00	260
41.20	39.00	450
inf.	inf.	520

$V_{s\_eq}(1.0-31.0)=437\text{m/s}$

