



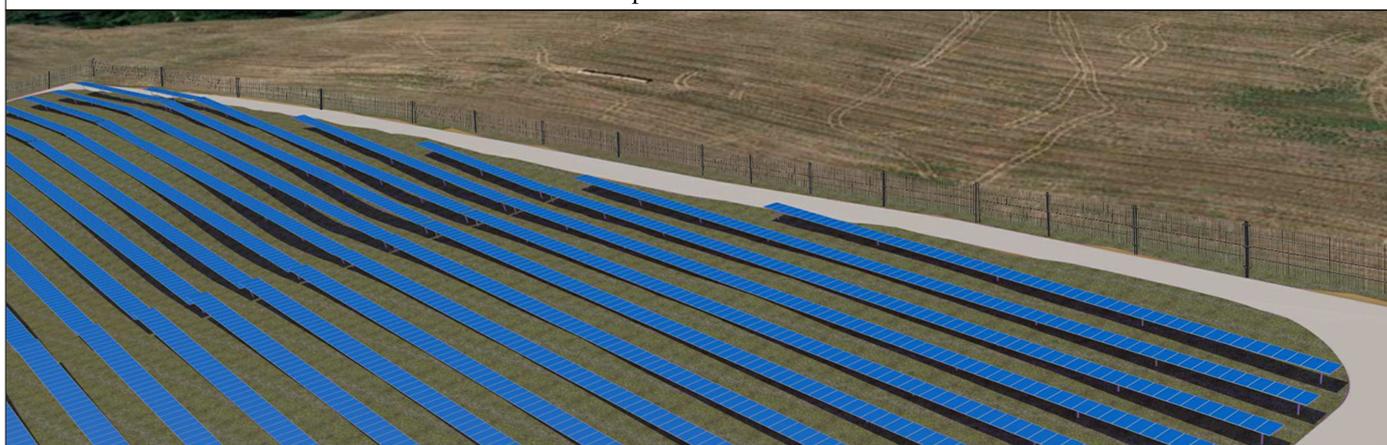
**REGIONE CAMPANIA**  
**PROVINCIA DI CASERTA**  
**COMUNE DI CANCELLO ED ARNONE**



**AUTORIZZAZIONE UNICA EX D.Lgs 387/2003**  
**VALUTAZIONE IMPATTO AMBIENTALE EX. ART. 23**  
**D.Lgs 152/2006**

**INSTALLAZIONE DI UN IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ENERGIA DA FONTE SOLARE DENOMINATO "CANCELLO ARNONE" DI POTENZA IN IMMISSIONE PARI A 20.000,00 kW E POTENZA DI PICCO PARI A 19.818,54 kW**

Codice pratica: 202100623



Codice identificativo

Commissa	Liv. prog.	Tip.	Codice Elaborato
SE225	PD	R	GEOL_RTN

Titolo elaborato

**Relazione geologica, geotecnica e di compatibilità sismica**

DATA	SCALA
Marzo 2022	-

REVISIONI

REV.	DATA	DESCRIZIONE	ESEGUITO	VERIFICATO	APPROVATO

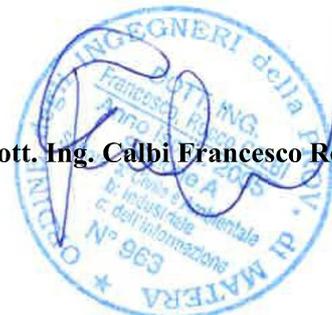
Progettazione:



**STUDIO ENERGY SRL**  
 Via delle Comunicazioni snc  
 75100 Matera  
 C/F. e P.IVA 01175590775

Tecnici:

**Dott. Ing. Calbi Francesco Rocco**



Il Proponente:



**SMARTENERGYIT2104 S.R.L.**  
 Piazza Cavour, 1 - 20121 Milano (MI)  
 C.F./P.IVA 11625050965

LEGALE RAPPRESENTANTE



Oggetto: Impianto Fotovoltaico Potenza di picco 19.818,54 kW

Elaborato: Relazione geologica, geotecnica e di compatibilità sismica

## **PREMESSA**

La società proponente SMARTENERGYIT2104 S.r.l. ha ricevuto da Terna la Soluzione Tecnica Minima Generale n. 20210054798 secondo la quale l'impianto sarà collegato in antenna a 150 kV su una nuova Stazione Elettrica a 380/150 kV della RTN da collegare in modalità entra – esce alla linea RTN a 380 kV “Garigliano ST – Patria”.

Al fine di razionalizzare l'utilizzo delle strutture di rete, Terna richiede la condivisione dello stallo in stazione con altri impianti di produzione facenti capo ad altre iniziative.

Nel corso del tavolo tecnico tenutosi il 06/07/2021 i produttori che condividono la soluzione tecnica hanno indicato come capofila la Soc. Campania Solare Srl (ex Star Energia) per la progettazione delle opere di rete e delle opere da condividere.

La Società incaricata dalla capofila per la progettazione delle opere di connessione alla RTN è la INSE S.r.l..

Il proponente SMARTENERGYIT2104 S.r.l. ha siglato l'accordo di condivisione con la capofila, la quale ha messo a disposizione ai produttori gli elaborati relativi alle opere di rete.

Pertanto, si ripropone la presente relazione geologica, geotecnica e di compatibilità sismica delle opere RTN redatta dalla società capofila.



**REGIONE CAMPANIA  
PROVINCIA DI CASERTA  
COMUNE DI CANCELLO ED ARNONE**



CANCELLO ED ARNONE

**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DELL'OPERA DI CONNESSIONE DI UTENZA E DI RETE (RTN) DENOMINATA "CANCELLO 380" A SERVIZIO DEGLI IMPIANTI FOTOVOLTAICI**



STARENERGIA SRL  
SEDE LEGALE: VIA M. SCHIPA, N° 100  
800122 NAPOLI - P.IVA 05769401216  
PEC: STARENERGIA@PEC.IT

**RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA  
e di COMPATIBILITA' SISMICA**

PROGETTISTA	PROPONENTE	SCALA
 <p><b>geol. IERVOLINO</b> GEOLOGIA APPLICATA e PEDOLOGIA via Trofa, 5 Ottaviano (NA) cell. 3203539199 email: vittorioemanueleiervolino@gmail.com www: www.geologoiervolino.it</p> <p><i>Firmato digitalmente da: VITTORIO EMANUELE IERVOLINO Data: 28/03/2022 22:49:26</i></p> 	<p><b>CAMPANIA SOLARE S.R.L.</b> via F. Giordani, 42 800122 Napoli tel 0810607743 Rea - NA1051228 - CF/P.IVA 09700581219 mail: campaniasolare@starenergia.com pec: campaniasolare@pecditta.com Cod. Univoco: 5RU082D</p>	<p>TAVOLA</p> <p>AS245-ET53-T</p>

Revisioni e Coordinamento: ing. Roberto Caldara

Rev: 00	Data: 28/03/2022	Note:

## Sommario

<b>1</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>INQUADRAMENTO TERRITORIALE E GEOMORFOLOGIA.....</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>GEOLOGIA.....</b>	<b>6</b>
<b>4</b>	<b>GEOTECNICA.....</b>	<b>10</b>
<b>4.1</b>	<b>Indagini Geognostiche realizzate.....</b>	<b>10</b>
4.1.1	Analisi di Laboratorio.....	14
<b>5</b>	<b>IDROGEOLOGIA.....</b>	<b>15</b>
<b>6</b>	<b>DISSESTO IDROGEOLOGICO .....</b>	<b>16</b>
<b>7</b>	<b>COMPATIBILITÀ SISMICA .....</b>	<b>18</b>
<b>7.1</b>	<b>Sismicità Storica.....</b>	<b>18</b>
<b>7.2</b>	<b>Sorgenti Sismiche di Progetto.....</b>	<b>19</b>
7.2.1	Progetto DISS.....	20
7.2.2	Progetto ITHACA.....	21
<b>7.3</b>	<b>Pericolosità Sismica di Base .....</b>	<b>22</b>
7.3.1	Indagine Sismica Masw Realizzata.....	23
<b>7.4</b>	<b>Pericolosità Sismica di Base Area di Studio .....</b>	<b>24</b>
7.4.1	Curva di pericolosità.....	26
7.4.2	Spettri a pericolosità uniforme.....	27
7.4.3	Grafico di Disaggregazione.....	28
<b>8</b>	<b>VERIFICHE A LIQUEFAZIONE .....</b>	<b>29</b>

### Allegati

Certificati indagini geognostiche in situ e in laboratorio  
Tavole Cartografiche

# 1 Premessa

Campania Solare srl intende realizzare la stazione elettrica "Cancello 380" nel comune di Cancello ed Arnone ed ha commissionato la presente Relazione Geologica, Geotecnica e di compatibilità Sismica allo scrivente geol. V.E. Iervolino, iscritto all'Ordine dei Geologi della Regione Campania con n° 2392.

Questo lavoro si basa su indagini geognostiche eseguite in situ e nello specifico sono state realizzate in data 19/07/2021 n°1 prova penetrometrica statica CPT con il prelievo di un campione per le opportune analisi di laboratorio e n°1 prova sismica MASW

Pertanto, citando testualmente la normativa vigente (NTC2018), in questo studio specialistico sono state dettagliate << sulla base di specifici rilievi ed indagini geognostiche in situ e in laboratorio), l'identificazione delle formazioni presenti, lo studio dei tipi litologici, la struttura e i caratteri fisici del sottosuolo >> oltre che illustrati e caratterizzati gli aspetti stratigrafici, strutturali, idrogeologici, geomorfologici e sismici nonché i conseguenti livelli di pericolosità geologica (6.2.1 NTC 2018).

In dettaglio il lavoro in oggetto si basa su:

## *Topografia*

- Carta Topografia dell'Istituto Geografico Militare 1:25.000 - Foglio 172 III-SE "Casal di Principe" (1957);
- Carta Tecnica Regionale 1 : 5.000 (2004-2005);
- Modello Digitale del Terreno TinItaly a 10m di risoluzione INGV (2012).

## *Geologia ed Idrogeologia*

- Carta Geologica d'Italia 1:100.000 Foglio n°172 "Caserta" (1971);
- Carta Idrogeologica "Appennino Meridionale e Gargano" della Carta Idrogeologica dell'Italia Meridionale 1:250.000 dell'Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i Servizi Tecnici e il Dipartimento di Geofisica e Vulcanologia dell'Università di Napoli Federico II (2007);

## *Dissesto Idrogeologico*

- Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico dell'Ex Autorità di Bacino Liri Garigliano e Volturno (2016);

- Inventario Fenomeni Franosi in Italia - Progetto IFFI (ISPRA, Inventario Fenomeni Franosi, 2007);

#### *Sismicità*

- Mappa di Pericolosità Sismica del Territorio Nazionale (INGV, Mappa di pericolosità sismica, 2019);
- Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani CPTI v3.0 dal 1000 al 2019 – (2021) (Rovida A., Locati M., Camassi R., Lolli, B., Gasperini P., Antonucci A. 2021. Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (CPTI15), versione 3.0 Ist. Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV). <https://doi.org/10.13127/CPTI/CPTI15.3>);
- Catalogo delle Sorgenti Sismogenetiche Italiane (DISS) (INGV, Database of Individual Seismogenic Sources, 2015);

#### **Indagini Geognostiche Realizzate**

- N° 1 prova penetrometrica statica, spinta fino a 5m di profondità dal piano campagna, con il prelievo di un campione per le seguenti analisi di laboratorio: proprietà fisiche, analisi granulometrica per setacciatura e sedimentazione, prova di taglio diretto, prova edometrica;
- N° 1 prova sismica MASW

Questo lavoro segue la normativa vigente regionale e nazionale in materia di geologia e geotecnica (NTC2018), di dissesto idrogeologico (PAI – EX AdB Liri Garigliano e Volturno) e sismica (Pericolosità Sismica – INGV 2004-2006 / Catalogo delle Sorgenti Sismogenetiche Italiane – INGV 2015).

## 2 Inquadramento Territoriale e Geomorfologia

La stazione elettrica da realizzare occupa, denominata "Cancello 380" occupa un'area di 15,6 ha della porzione meridionale del comune di Cancello ed Arnone, a circa 3,8km in direzione Sud dal centro abitato e a quasi 5km in direzione NordOvest da Villa Literno.

Il sito rientra nella piana alluvionale del Fiume Volturno, caratterizzata da pendenze del tutto trascurabili e un'altimetria che si attesta sui 3m sul livello del mare.

Nella carta geomorfologica prodotta, in stralcio nella figura che segue, viene cartografata l'ampia piana alluvionale del fiume Volturno, distinguendo l'area distale a pendenza trascurabile dove si colloca la zona oggetto di studio, priva di forme morfologiche degne di note, dall'area prossimale del corso d'acqua del Fiume Volturno, che ha subito già solo negli ultimi 65 anni notevoli modifiche al suo corso verso il mare. In dettaglio è stato cartografato l'attuale andamento fluviale, tramite fotointerpretazione di ortofoto satellitari dalla traccia dello stesso prima da Carta Topografica IGM 1:25.000 (1957) e poi da Carta Geologica del Servizio Geologico Nazionale (1961).

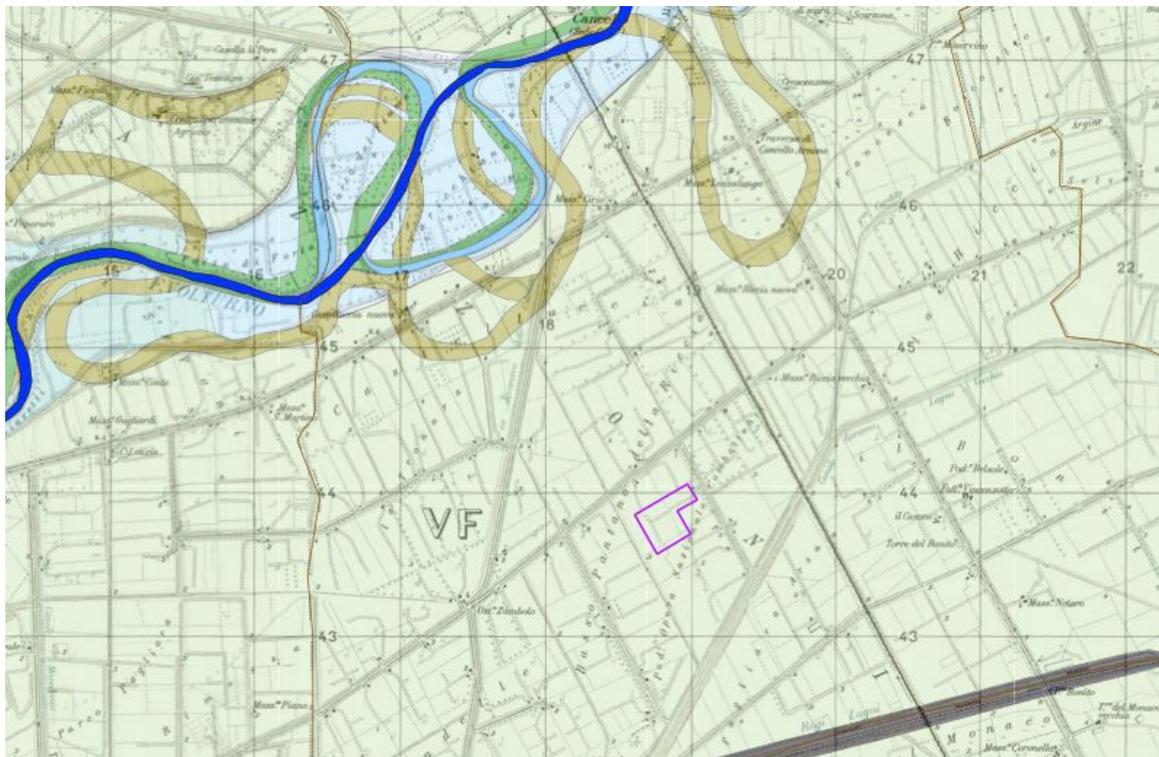


Figura 1: area di studio (in viola) su stralcio Carta Geomorfologica prodotta

## 3 Geologia

Prendendo a riferimento la Carta Geologica d'Italia 1:100.000 Foglio 172 "Caserta", in stralcio nella figura che segue, l'area di studio (in viola) rientra nel settore centrale della Piana Campana, in cui affiorano terreni umiferi scuri e di colmata del basso Volturno ascrivibili a terreni limosi ed argillo-limosi grigio e verdognoli con sottostanti lapilli pomicei ed intercalazioni di torba, lenti arenitiche, terre nere ed alluvioni recenti.



Figura 2: Stralcio Carta Geologica d'Italia - Foglio 172 "Caserta"

Nei dintorni della zona di studio, in un rudere abbandonato, sono stati recuperati i resti di un sondaggio geognostico spinto fino a 25m di profondità dal piano campagna: cassette catalogatrici in ottimo stato di conservazione che hanno permesso di descrivere con estremo dettaglio la seguente successione stratigrafica:

- 0 – 7m limi argillosi grigiastri, ricchi di concrezioni calcaree e figure di ossidoriduzione a testimoniare ristagni idrici a vari livelli.
- 7m – 11 sabbia finissima omogenea grigio verdastra con abbondanti screziature rossastre

- 11 – 18m alternanza di sabbie fini e limi debolmente sabbiosi grigio verdastri
- 18 – 25m livello torboso nero-rossastro.

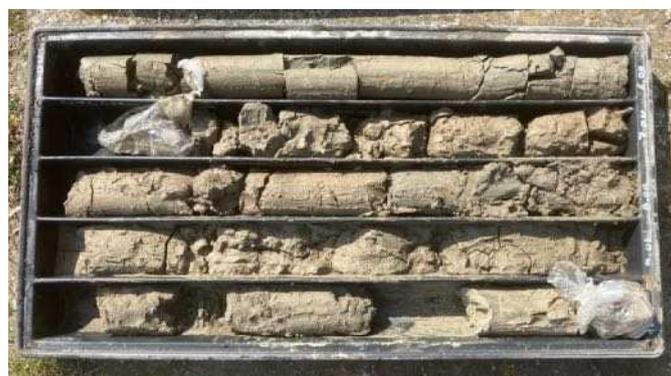
Segue colonna stratigrafica di dettaglio realizzata dallo Scrivente in data 12/03/2021.

o		R	A	Pz	metri	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	Prel. %	S.P.T.	RQD %	prof.	DESCRIZIONE
mm	V	f	s		bat.					0 --- 100	S.P.T.	N	0 --- 100	m
					1.									Argilla limosa grigia ricca di concrezioni calcaree e concentrazioni di Fe-Mn
					2.									
					3.									
					4.									
					5.									
					6.									
					7.								7.0	
					8.									Sabbia finissima omogenea grigio - verdastra con abbondanti screziature arancioni.
					9.									
					10.									
					11.								11.0	Sabbia limosa
					12.									
					13.									
					14.									
					15.									
					16.								16.0	Alternanza di sabbia fine omogenea e limo grigio verdastro
					17.									
					18.								18.0	Torba, nerastra rossastra
					19.									
					20.									
					21.									
					22.									
					23.									
					24.									
					25.								25.0	

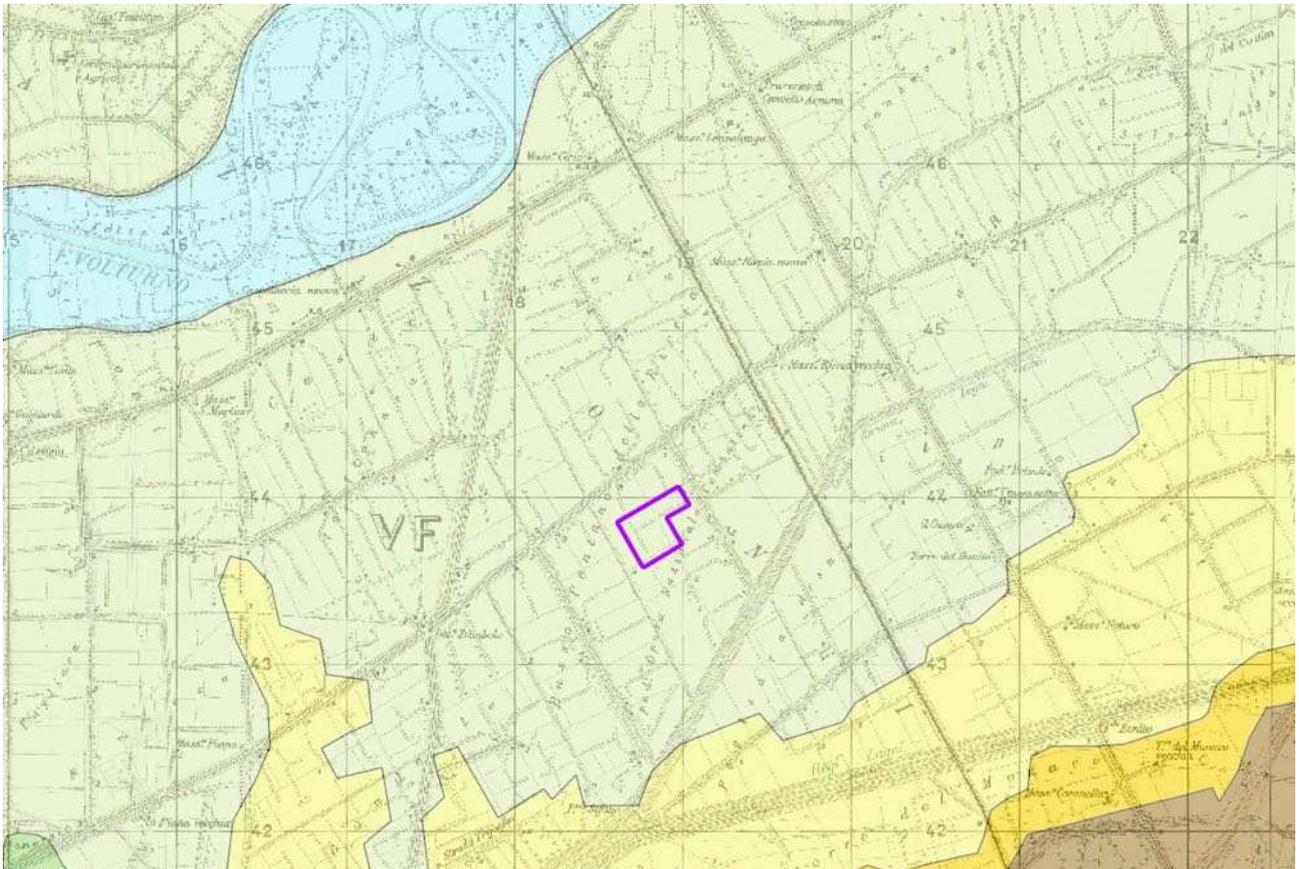
Figura 3: Sondaggio geognostico recuperato nella stona di studio

Nelle figure che seguono le cassette catalogatrici del sondaggio a 25m recuperato nella zona di studio, dove sono evidenti le litologie sondate, le caratteristiche cromatiche dei vari orizzonti, le screziature rossastre molto evidenti a circa 13m di profondità dal piano campagna e il caratteristico aspetto del materiale torboso, da 18m di profondità e fino a fondo foro.

Le cassette catalogatrici sono organizzate per ordinare i terreni sondati per una larghezza di 1 metro e suddivise in 5 scomparti (per una lunghezza totale di 5m).



Alla luce di tutte le indagini geognostiche disponibili e realizzate (meglio dettagliate nel capitolo successivo) è stata realizzata la carta geologica, in stralcio nella figura che segue e allegata come tavola cartografica in formato A1, che evidenzia per la zona di studio (in viola) la presenza di terreni argillosi e argillosi limosi.



**Figura 4: Stralcio Carta Geologica prodotta ed allegata come Tavola Cartografica**

## 4 Geotecnica

### 4.1 Indagini Geognostiche realizzate

Per la caratterizzazione tecnica dei terreni di fondazione sono state realizzate indagini geotecniche sito-specifiche, come prescritto dalle Norme Tecniche per le Costruzioni 2018 ed in dettaglio:

- n° 1 prova penetrometrica statica CPT, spinta fino a 5m di profondità dal piano campagna (19/07/2021), nelle coordinate UTM Coordinate UTM: 418409 ; 4543745
- n° 1 prova sismica masw (19/07/2021);



Figura 5: Ubicazione indagini geognostiche realizzate

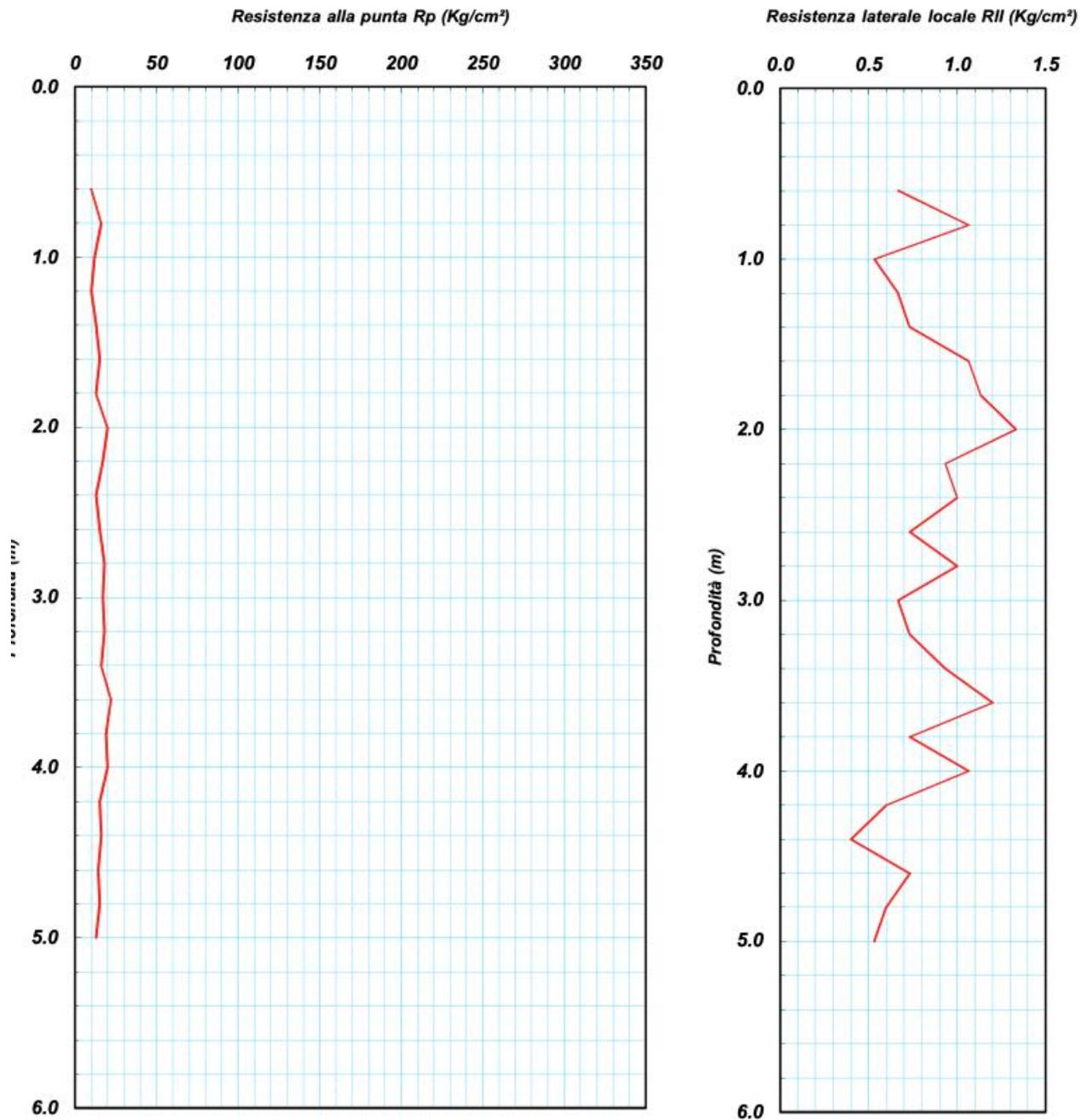


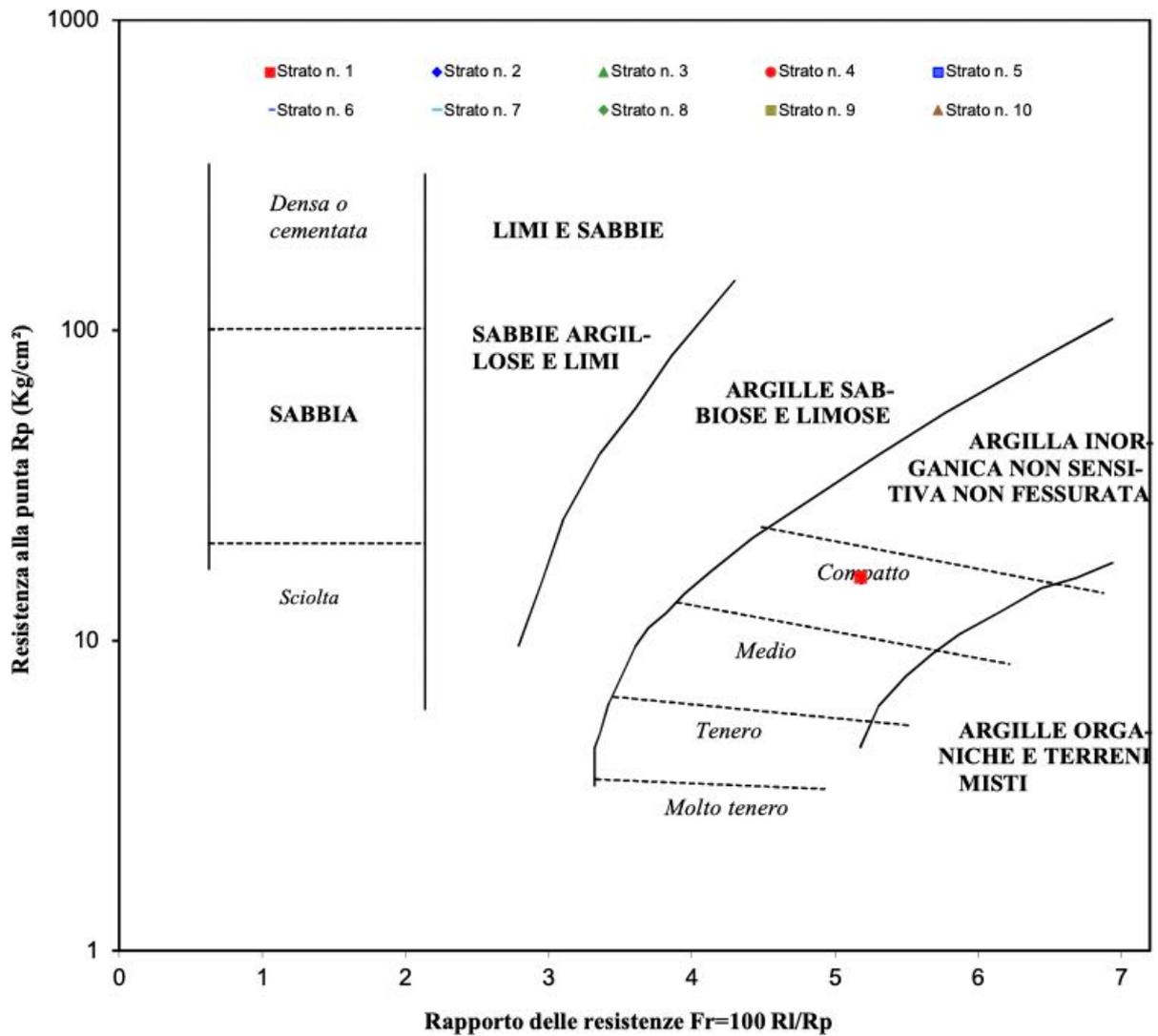
Figura 6: Prova Penetrometrica CPT eseguita



Figura 7: Prova Sismica MASW eseguita

Di seguito elaborazione della CPT realizzata:



**CLASSIFICAZIONE DEI TERRENI SECONDO IL METODO DI SCHMERTMANN**

**PARAMETRI GEOTECNICI**

Strato (n)	Profond. da a (m)	Peso di vol. $\gamma_n$ (g/cm <sup>3</sup> )	Media $R_p$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Media $R_{ll}$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Media $R_p/R_{ll}$ (-)	Attrito interno (gradi)	Coesione non drenata (Kg/cm <sup>2</sup> )	Densità relativa (%)	Modulo edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )	Definizione della litologia
1	0.0 - 5.0	1.60	16.00	0.83	19.3	25	0.69	9	48	Argille e limi argill.

## 4.1.1 Analisi di Laboratorio

Durante la prova penetrometrica statica CPT è stato prelevato un campione a 1m di profondità dal piano campagna ed eseguite le seguenti analisi di laboratorio:

- definizione delle proprietà fisiche
- analisi granulometrica
- prova di taglio diretto

Di seguito i risultati delle prove geotecniche di laboratorio.

### Caratteristiche Fisiche

Peso specifico del terreno $\gamma_s$	25,07 KN/m <sup>3</sup>
Peso dell'unità di volume $\gamma$	18,05 KN/m <sup>3</sup>
Contenuto d'acqua W	88,36%
Peso secco dell'unità di volume $\gamma_d$	9,58 KN/m <sup>3</sup>
Indice di porosità e	1,62
Porosità n	0,62
Grado di saturazione S	1,40
Peso dell'unità di volume immerso in acqua $\gamma'$	5,83
Peso dell'unità di volume saturo d'acqua $\gamma_{sat}$	15,64
Contenuto d'acqua $W_{sat}$	63,23

### Analisi Granulometrica

Argilla con limo

### Taglio Diretto

Angolo di attrito $\varphi$	19°
Coesione c	0,033 Mpa

## 5 Idrogeologia

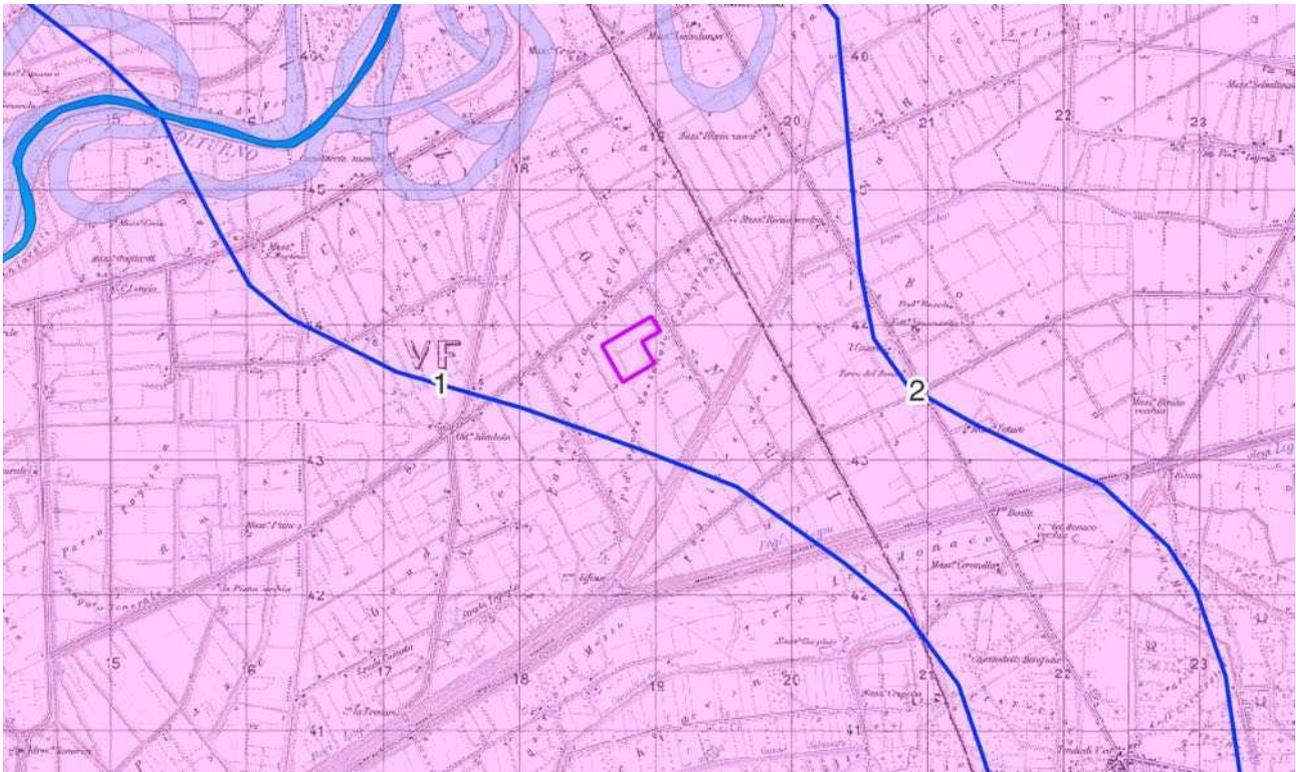
Prendendo a riferimento la Carta idrogeologica "Appennino Meridionale e Gargano" della Carta Idrogeologica dell'Italia Meridionale Carta Idrogeologica 1:250.000 dell'Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i Servizi Tecnici e il Dipartimento di Geofisica e Vulcanologia dell'Università di Napoli Federico II (2007), la zona di studio (in viola nella figura che segue) rientra:

### COMPLESSI DEI DEPOSITI VULCANICI PLIO – QUATERNARI

Complesso delle piroclastiti da caduta Depositi incoerenti costituiti in gran parte da pomici e ceneri derivanti dall'attività esplosiva dei centri eruttivi campani e subordinatamente del Vulture. Per la giustapposizione laterale e verticale di termini granulometricamente differenti, costituiscono acquiferi eterogenei ed anisotropi la cui trasmissività è generalmente bassa.

Tipo di Permeabilità: Porosità

Grado di Permeabilità: Scarso - Medio



**Figura 8: Stralcio Carta Idrogeologica Appennino Meridionale**

## 6 Dissesto Idrogeologico

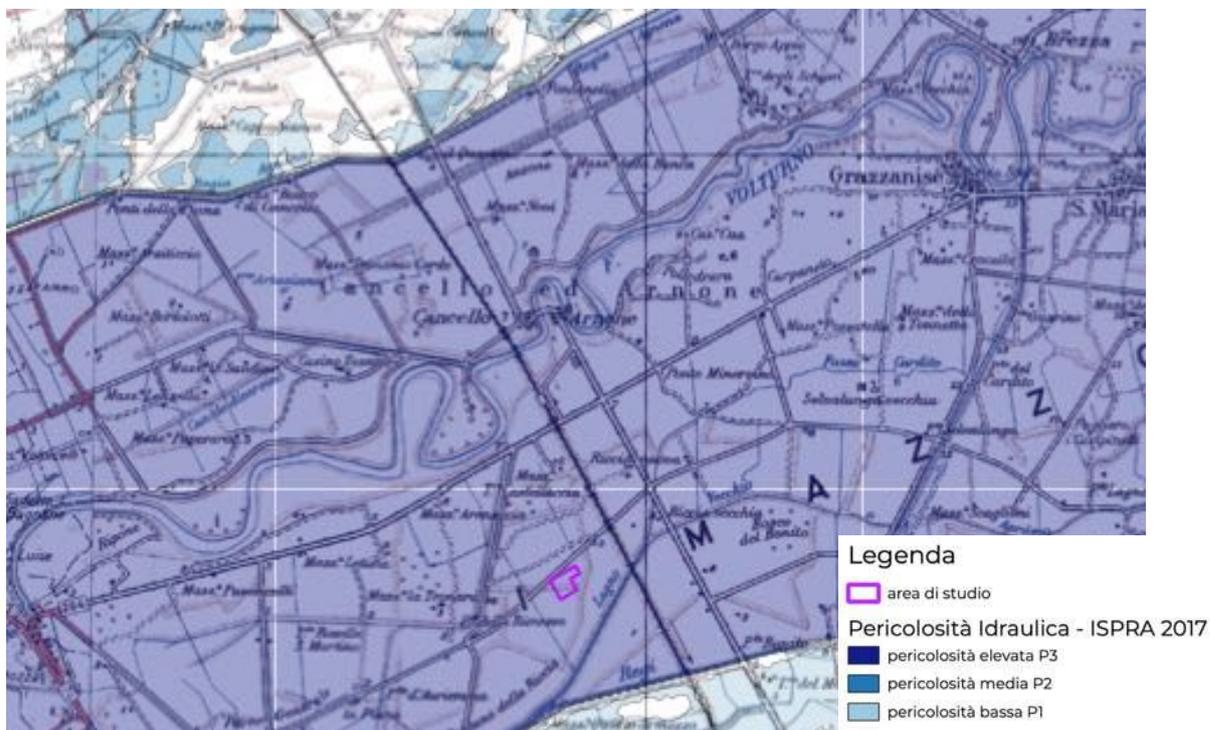
*Estratto dal Portale Regionale "Difesa Suolo Regione Campania"*

Il "dissesto idrogeologico", come definito all'art.54 del D.Lgs. 152/06, è "la condizione che caratterizza aree ove processi naturali o antropici, relativi alla dinamica dei corpi idrici, del suolo o dei versanti, determinano condizioni di rischio sul territorio".

Nella Regione Campania le aree con tali caratteristiche sono numerose e l'esposizione al rischio geologico-idraulico costituisce un problema di grande rilevanza sociale, sia per il numero di vittime, che per i danni prodotti alle abitazioni, alle industrie e alle infrastrutture. La Campania è un territorio geologicamente "giovane" e pertanto soggetto a intensi processi morfogenetici che ne modellano in modo sostanziale il paesaggio. I frequenti fenomeni di dissesto idrogeologico sono una diretta conseguenza dell'estrema eterogeneità degli assetti geologico-strutturali, geomorfologici, idrogeologici e geologico-tecnici e di un'ampia gamma di condizioni microclimatiche differenti anche in aree limitrofe o apparentemente simili. In conseguenza di tale naturale predisposizione, il dissesto si manifesta nella nostra regione con molteplici combinazioni e modalità: frane (crolli, ribaltamenti, scorrimenti, espansioni laterali, colamenti, debris e mud flow, movimenti complessi), esondazioni e dissesti morfologici di carattere torrentizio, trasporto di massa lungo le conoidi nelle zone montane e collinari, esondazioni e sprofondamenti nelle zone collinari e di pianura. Il rischio idrogeologico in Campania, tuttavia, è stato fortemente condizionato dall'azione dell'uomo e dalle continue modifiche del territorio che hanno, da un lato, incrementato la possibilità di accadimento dei fenomeni e, dall'altro, aumentato la presenza di beni e di persone nelle zone dove tali eventi erano possibili e si sono poi manifestati, a volte con effetti catastrofici. L'abbandono dei terreni montani, il continuo disboscamento, gli incendi boschivi, le numerose piste montane, l'uso di tecniche agricole invasive e poco rispettose dell'ambiente, l'estrazione incontrollata di fluidi dal sottosuolo, l'apertura di cave di prestito, la trasformazione degli alvei in strade, l'abusivismo edilizio, l'eccessiva espansione urbanistica con impermeabilizzazione dei suoli, l'occupazione di zone di pertinenza fluviale, il prelievo abusivo di inerti dagli alvei fluviali, la scarica abusiva di rifiuti in alveo, la mancata manutenzione dei versanti e dei corsi d'acqua, sono le principali concause che hanno sicuramente aggravato il dissesto del già fragile territorio campano.

In conseguenza dell'alto impatto causato dai tragici eventi di Sarno (maggio 1998), sono state quindi emanate norme (D.L. 11.06.98 n.180, convertito in Legge 03.08.98 n.267; D.L. 12.10.2000 n.279, convertito in Legge 11.12.2000 n.365) che hanno indotto una diversa politica di gestione del rischio idrogeologico, passando da una impostazione di base incentrata sulla riparazione dei danni e sull'erogazione di provvidenze, ad una cultura di previsione e prevenzione, diffusa a vari livelli, imperniata sull'individuazione delle condizioni di rischio e volta all'adozione di interventi finalizzati alla minimizzazione dell'impatto degli eventi.

A seguito di tali norme, sono state istituite per tutto il territorio nazionale Autorità di Bacino (AdB) che hanno elaborato i "Piani Stralcio per l'assetto idraulico ed idrogeologico" (PAI), a definire e cartografare il diverso livello di pericolosità da frana e da alluvione. AdB di riferimento per il territorio di nostro interesse è l'AdB Nazionale Liri, Garigliano e Volturno, oggi accorpata con molte altre nel Distretto Idrografico dell'Appennino Meridionale: non si evidenzia nessun livello di pericolosità da frana. Il territorio è pianeggiante e lontano da versanti collinari/montuosi da cui potrebbero innescarsi fenomeni franosi e rovinare a valle. Per contro la zona, per la vicinanza dal Fiume Volturno (4km) e dai Regi Lagni (0,9km) viene cartografata a pericolosità idraulica elevata P3.



**Figura 9: Stralcio Pericolosità Idraulica per la zona di studio - da PAI ISPRA 2017**

## 7 Compatibilità Sismica

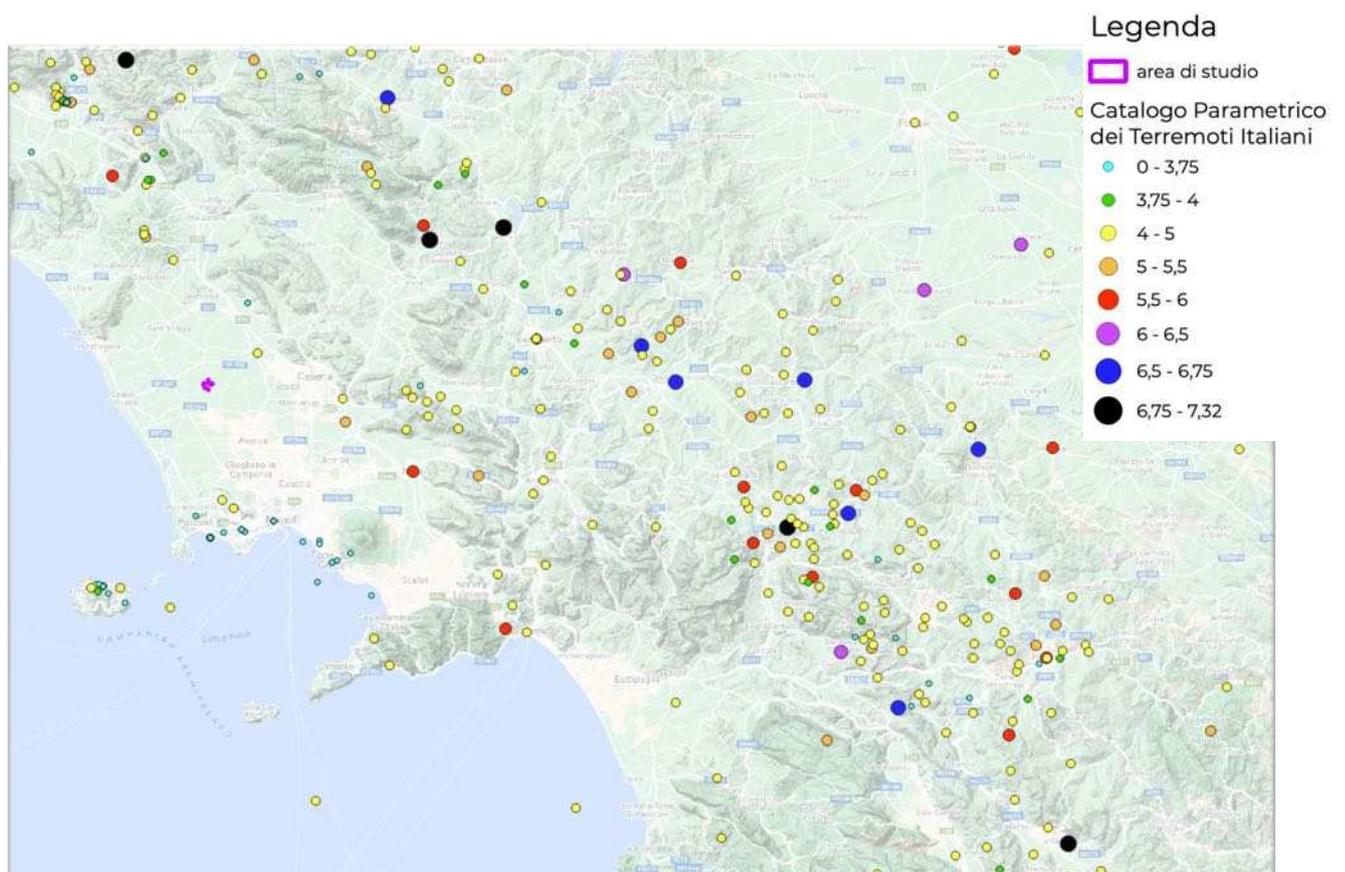
### 7.1 Sismicità Storica

Prendendo a riferimento il Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani CPTI v3.0 dal 1000 al 2019 – (Rovida A., Locati M., Camassi R., Lolli, B., Gasperini P., Antonucci A. 2021 – INGV) è possibile elencare nella tabella che segue tutti i terremoti storici che hanno colpito la Regione Campania con una magnitudo  $\geq 5Mw$ .

Anno	Mese	Giorno	Epicentro	Lat	Long	Mw
1456	12	5	Appennino centro-meridionale	41,302	14,711	7,19
1466	1	15	Irpinia-Basilicata	40,765	15,334	5,98
1499	12	5	Nola	40,926	14,529	5,56
1517	3	29	Irpinia	41,011	15,21	5,33
1561	7	31	Penisola sorrentina	40,685	14,717	5,56
1561	7	31	Vallo di Diano	40,65	15,389	6,34
1561	8	19	Vallo di Diano	40,563	15,505	6,72
1688	6	5	Sannio	41,283	14,561	7,06
1692	3	4	Irpinia	40,903	15,196	5,88
1702	3	14	Sannio-Irpinia	41,12	14,989	6,56
1732	11	29	Irpinia	41,064	15,059	6,75
1737	3	31	Monti di Avella	40,92	14,661	5,1
1741	8	6	Irpinia	41,049	14,97	5,44
1794	6	12	Irpinia	41,108	14,924	5,26
1853	4	9	Irpinia	40,818	15,215	5,6
1858	3	7	Campania meridionale	40,108	15,612	5,39
1893	1	25	Vallo di Diano	40,513	15,36	5,15
1905	11	26	Irpinia	41,134	15,028	5,18
1910	6	7	Irpinia-Basilicata	40,898	15,421	5,76
1930	7	23	Irpinia	41,068	15,318	6,67
1960	1	11	Roccamonfina	41,283	13,986	5,16
1962	8	21	Irpinia	41,158	15,065	5,34
1962	8	21	Irpinia	41,248	15,069	5,68
1962	8	21	Irpinia	41,23	14,953	6,15
1980	11	25	Irpinia-Basilicata	40,655	15,452	5,39
1980	11	23	Irpinia-Basilicata	40,842	15,283	6,81
1981	1	16	Irpinia-Basilicata	40,89	15,439	5,22
1982	8	15	Irpinia	40,832	15,244	5,32
2013	12	29	Matese	41,395	14,434	5,16

## 7.2 Sorgenti Sismiche di Progetto

Per il territorio campano la sismicità strumentale evidenzia una maggiore attività nell'area di catena rispetto alla fascia costiera tirrenica: basta semplicemente geolocalizzare tutti gli eventi sismici raccolti nel CPTI per evidenziare come questi terremoti vanno a disporsi in massima parte lungo la catena appenninica.



**Figura 10: Geolocalizzazione del DataBase Macrosismico Italiano (CPTIv3.0)**

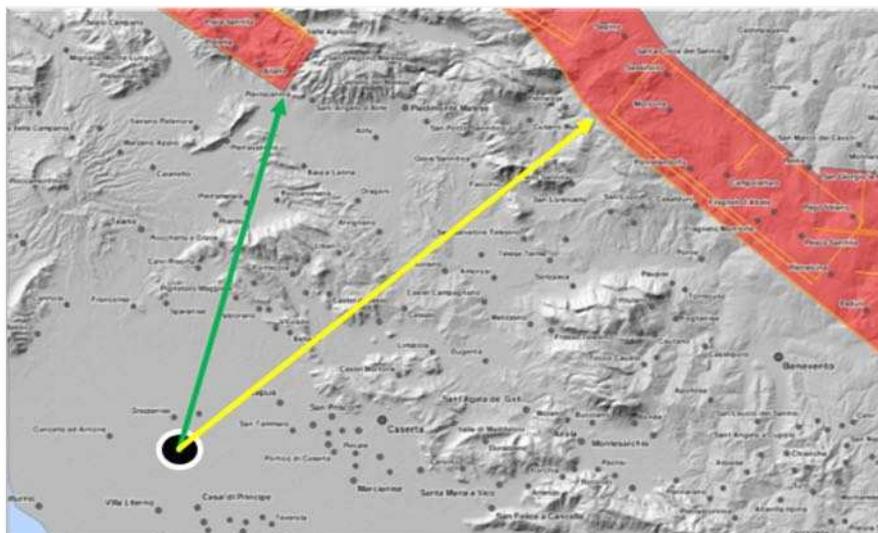
Di seguito vengono riportati i principali cataloghi e studi tematici sulle potenziali sorgenti sismogenetiche presenti nella dorsale appenninica campana ed in particolare: il progetto DISS e la banca dati ITHACA.

## 7.2.1 Progetto DISS

Il Database of Individual Seismogenetic Sources (DISS) (INGV, Database of Individual Seismogenetic Sources, 2015) è un database georeferenziato della INGV che raccoglie tutti i dati, i testi, la bibliografia e le prove della presenza di elementi tettonici, faglie, evidenze plaeosismologiche e sismiche, presenti sul territorio italiano. I dati sono stati elaborati in modo da individuare tre tipologie di sorgenti sismogenetiche:

- **Le sorgenti sismogenetiche individuali** hanno evidenze chiare, dati molto dettagliati, già individuate in letteratura, mappate in campagna e sono individuate in base a un set completo di caratteristiche: geometriche (direzione, immersione, lunghezza, larghezza e profondità), cinematiche (direzione di moto) e sismologiche (spostamento del singolo evento, magnitudine attesa, tasso di slip, intervallo di ricorrenza);
- **Le sorgenti sismogenetiche composite** sono regioni di forma allungata che contengono un non specificato numero di sorgenti lineari sismogenetiche che non possono essere individuate singolarmente, poiché non hanno un set caratteristico di evidenze geometriche, cinematiche e sismologiche e non sono associate con una specifica distribuzione di terremoti;
- **Le sorgenti sismogenetiche dubbie** sono faglie attive proposte in letteratura scientifica come potenziali sorgenti sismogenetiche ma che, con i dati a disposizione, non sono state ancora considerate abbastanza attendibili da poter essere inserite nel database.

Il comune di Cancello ed Arnone dista circa 35km dalla sorgente sismogenetica composta di Venafrò (in verde) e Miranda Apice (in giallo), caratterizzate rispettivamente da una magnitudine massima attesa di 6.5Mw.



## 7.2.2 Progetto ITHACA

Nel progetto ITaly HAZard from CAPable faults (ISPRA, il Catalogo delle faglie capaci, 2011) vengono raccolti tutti i dati e le informazioni relative alle strutture tettoniche attive in Italia, in particolare ai processi tettonici che potrebbero generare rischi naturali. In ITHACA pertanto vengono raccolti i sistemi fagliativi attivi e capaci: faglie che potenzialmente possono creare deformazione in superficie. Nell'intorno di Cancello ed Arnone è possibile evidenziare le seguenti faglie capaci:



Figura 11: Faglie capaci del progetto ITHACA

- 1) Faglia Capace 42303 "Volturno Plain"  
 Segmentation: Single - Direzione Media: 120° - Dip Direction: SW - Media Affidabilità
- 2) Faglia Capace 42300 "Volturno Plain"  
 Segmentation: Single - Direzione Media: 100° - Dip Direction: SSW - Media Affidabilità
- 3) Faglia Capace 42301 "Volturno Plain"  
 Segmentation: Single - Direzione Media: 120° - Dip Direction: SW - Media Affidabilità
- 4) Faglia Capace 42302 "Volturno Plain"  
 Segmentation: Single - Direzione Media: 100° - Dip Direction: SSW - Media Affidabilità
- 5) Faglia Capace 42200 "M.Massico"  
 Segmentation: Single - Direzione Media: 45° - Dip Direction: SE - Media Affidabilità

## 7.3 Pericolosità Sismica di Base

La pericolosità sismica di base, cioè le caratteristiche del moto sismico atteso al sito di interesse per una determinata probabilità di superamento, si può ritenere definita quando vengono calcolati i seguenti parametri:

- $a_g$  = accelerazione orizzontale massima;
- $F_0$  = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- $T_C^*$  = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale

Da parametri vengono poi ricavati gli spettri di risposta elastica per ogni stato limite. Le NTC2018 mettono a disposizione nell'allegato B una tabella contenente i valori di  $a_g$ ,  $F_0$ ,  $T_C^*$  per i 10751 punti del reticolo di riferimento del territorio nazionale continentale in funzione quindi delle coordinate geografiche e del tempo di riferimento: concettualmente si tratta di un enorme database in cui è possibile ricercare la maglia di riferimento che racchiude il punto di coordinate note.

La procedura viene finalizzata grazie a numerosi applicativi web che permettono questa ricerca in tempi rapidi (nel prosieguo viene preso a riferimento il portale "Parametri Sismici Geostru").

Trovati i tre parametri di riferimento, impostando successivamente ulteriori parametri di input (la classe d'uso dell'opera da realizzare, la vita nominale, la categoria di sottosuolo, la scelta dello stato limite di riferimento), si andranno a definire i coefficienti sismici utili per la futura progettazione dell'opera.

In ultimo la definizione della Magnitudo di Riferimento e della distanza epicentrale viene ricavata dal metodo della disaggregazione, prendendo a riferimento le Mappe Interattive della Pericolosità Sismica, messe a disposizione dall'INGV.

Di seguito la pericolosità sismica di base della zona di studio, ipotizzando una classe di edificio II (affollamento normale, assenza di funzioni pubbliche e sociali) e una vita nominale pari a 50.

## 7.3.1 Indagine Sismica Masw Realizzata

Per la caratterizzazione sismica dell'area è stata realizzata una prova sismica MASW in data 19/07/2021 con valori della  $V_{s,eq}$  di 194m/s, facendo rientrare questi terreni nella categoria di sottosuolo C, definita dalle NTC2018 come << Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s >>.



Figura 12: Indagine sismica MASW realizzata il 19/07/2021

## 7.4 Pericolosità Sismica di Base Area di Studio

### Stati limite

 Classe Edificio

II. Affollamento normale. Assenza di funz. pubbliche e sociali...

 Vita Nominale **50**

 Interpolazione **Media ponderata**

**CU = 1**

Stato Limite	Tr [anni]	a <sub>g</sub> [g]	F <sub>o</sub>	T <sub>c</sub> * [s]
Operatività (SLO)	30	0.040	2.404	0.283
Danno (SLD)	50	0.050	2.369	0.322
Salvaguardia vita (SLV)	475	0.107	2.565	0.427
Prevenzione collasso (SLC)	975	0.131	2.645	0.448
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	50			

### Coefficienti sismici

 Tipo **Stabilità dei pendii e fondazioni**

Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti.

H (m) **1** us (m) **0.1**

 Cat. Sottosuolo **C**

 Cat. Topografica **T1**

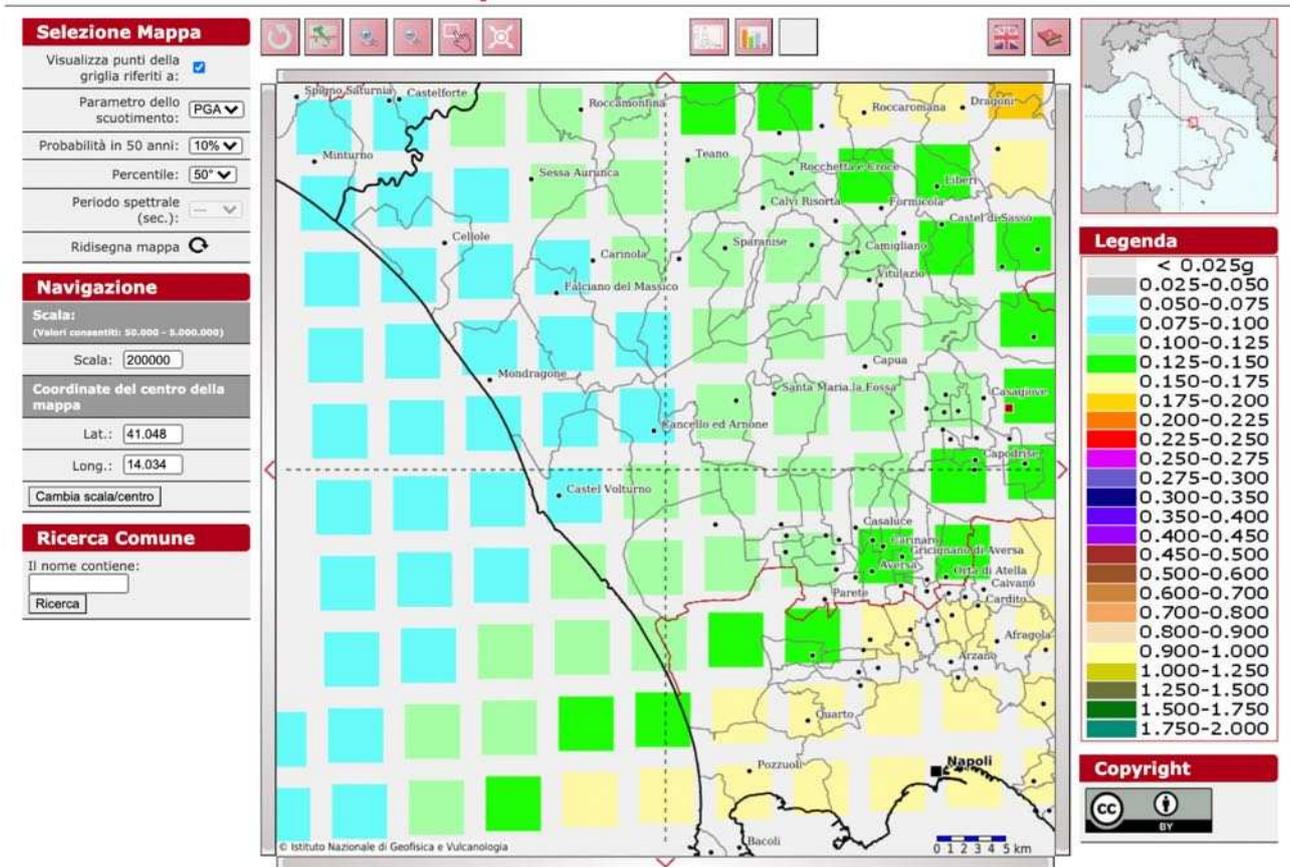
	SLO	SLD	SLV	SLC
SS Amplificazione stratigrafica	<b>1,50</b>	<b>1,50</b>	<b>1,50</b>	<b>1,49</b>
CC Coeff. funz categoria	<b>1,59</b>	<b>1,53</b>	<b>1,39</b>	<b>1,37</b>
ST Amplificazione topografica	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>

Acc.ne massima attesa al sito [m/s<sup>2</sup>] **0.6**

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.012	0.015	0.039	0.047
kv	0.006	0.007	0.019	0.023
Amax [m/s <sup>2</sup> ]	0.584	0.733	1.578	1.907
Beta	0.200	0.200	0.240	0.240

Modello di pericolosità sismica del territorio nazionale MPS04-S1 (2004) Informazioni sul nodo con ID: 32089 - Latitudine: 41.083 - Longitudine: 14.154

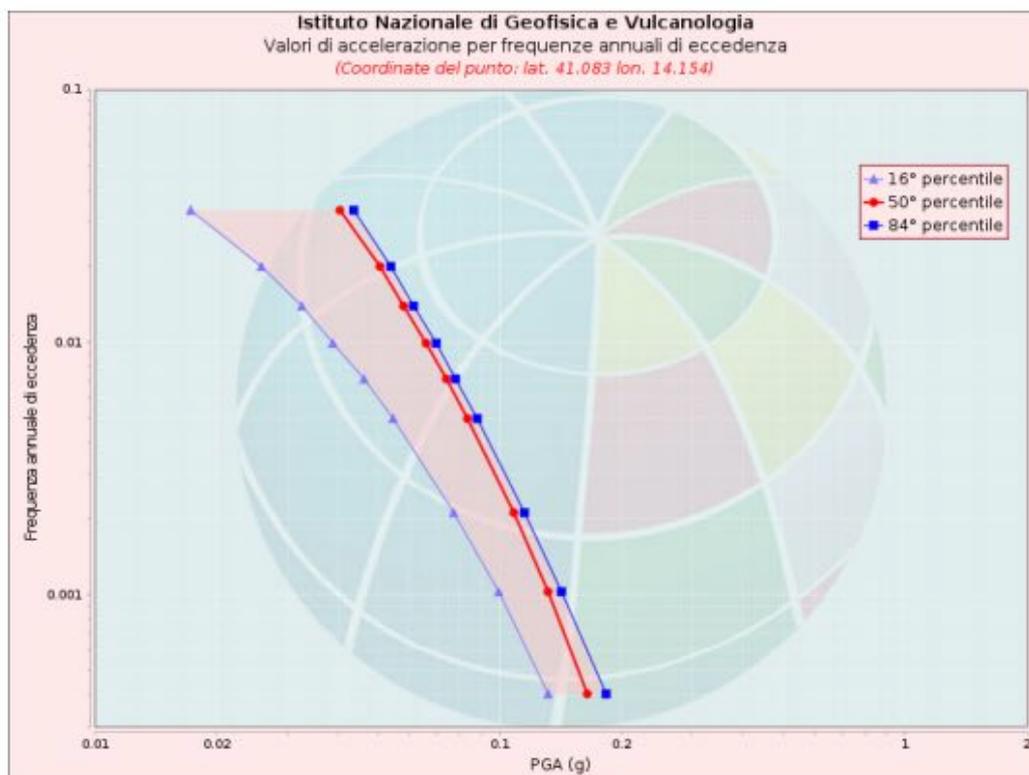
### Modello di pericolosità sismica MPS04-S1



La mappa rappresenta il modello di pericolosità sismica per l'Italia e i diversi colori indicano il valore di scuotimento (PGA = Peak Ground Acceleration; accelerazione di picco del suolo, espressa in termini di g, l'accelerazione di gravità) atteso con una probabilità di eccedenza pari al 10% in 50 anni su suolo rigido (classe A,  $V_{s30} > 800$  m/s) e pianeggiante. Le coordinate selezionate individuano un nodo della griglia di calcolo identificato con l'ID 32089 (posto al centro della mappa). Per ogni nodo della griglia sono disponibili numerosi parametri che descrivono la pericolosità sismica, riferita a diversi periodi di ritorno e diverse accelerazioni spettrali.

## 7.4.1 Curva di pericolosità

La pericolosità è l'insieme dei valori di scuotimento (in questo caso per la PGA) per diverse frequenze annuali di eccedenza (valore inverso del periodo di ritorno). La tabella riporta i valori mostrati nel grafico, relativi al valore mediano (50mo percentile) ed incertezza, espressa attraverso il 16° e l'84° percentile.

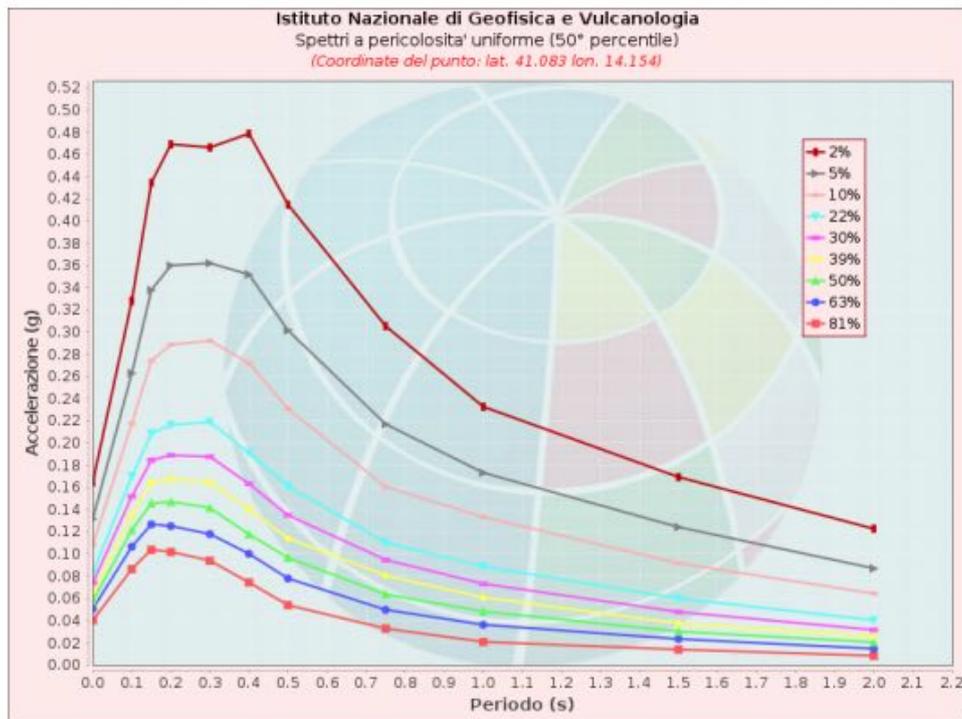


Valori di accelerazione per frequenze annuali di eccedenza			
Frequenza annuale di ecc.	PGA (g)		
	16° percentile	50° percentile	84° percentile
0.0004	0.132	0.165	0.183
0.0010	0.099	0.132	0.142
0.0021	0.077	0.108	0.115
0.0050	0.055	0.083	0.088
0.0071	0.046	0.074	0.078
0.0099	0.039	0.066	0.070
0.0139	0.033	0.058	0.061
0.0199	0.026	0.051	0.054
0.0332	0.017	0.040	0.044

Figura 13: Curva di Pericolosità

## 7.4.2 Spettri a pericolosità uniforme

Gli spettri indicano i valori di scuotimento calcolati per 11 periodi spettrali, compresi tra 0 e 2 secondi. La PGA corrisponde al periodo pari a 0 secondi. Il grafico è relativo alle stime mediane (50mo percentile) proposte dal modello di pericolosità. I diversi spettri nel grafico sono relativi a diverse probabilità di eccedenza (PoE) in 50 anni. La tabella riporta i valori mostrati nel grafico.



Spettri a pericolosità uniforme (50° percentile)											
PoE	Accelerazione (g)										
in 50	Periodo (s)										
anni	0.0	0.1	0.15	0.2	0.3	0.4	0.5	0.75	1.0	1.5	2.0
2%	0.165	0.328	0.435	0.469	0.466	0.479	0.415	0.305	0.233	0.169	0.123
5%	0.132	0.263	0.338	0.360	0.362	0.352	0.302	0.217	0.173	0.124	0.087
10%	0.108	0.218	0.274	0.289	0.292	0.272	0.231	0.161	0.133	0.092	0.064
22%	0.083	0.170	0.209	0.216	0.219	0.191	0.161	0.110	0.089	0.060	0.041
30%	0.074	0.152	0.185	0.189	0.188	0.163	0.135	0.095	0.073	0.048	0.032
39%	0.066	0.136	0.164	0.168	0.165	0.141	0.114	0.081	0.061	0.038	0.026
50%	0.058	0.122	0.146	0.147	0.142	0.118	0.097	0.064	0.048	0.030	0.021
63%	0.051	0.107	0.127	0.125	0.118	0.100	0.078	0.050	0.036	0.024	0.015
81%	0.040	0.087	0.104	0.102	0.094	0.075	0.054	0.033	0.021	0.014	0.008

Figura 14: Spettri di pericolosità uniforme

## 7.4.3 Grafico di Disaggregazione

Il grafico rappresenta il contributo percentuale delle possibili coppie di valori di magnitudo-distanza epicentrale alla pericolosità del nodo, rappresentata in questo caso dal valore della PGA mediana, per una probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni. La tabella riporta i valori mostrati nel grafico ed i valori medi di magnitudo, distanza ed epsilon.

Dall'analisi del grafico si possono ricavare i seguenti dati di valori medi:

- Magnitudo: 6,41
- Distanza: 47km
- Epsilon: 1,51

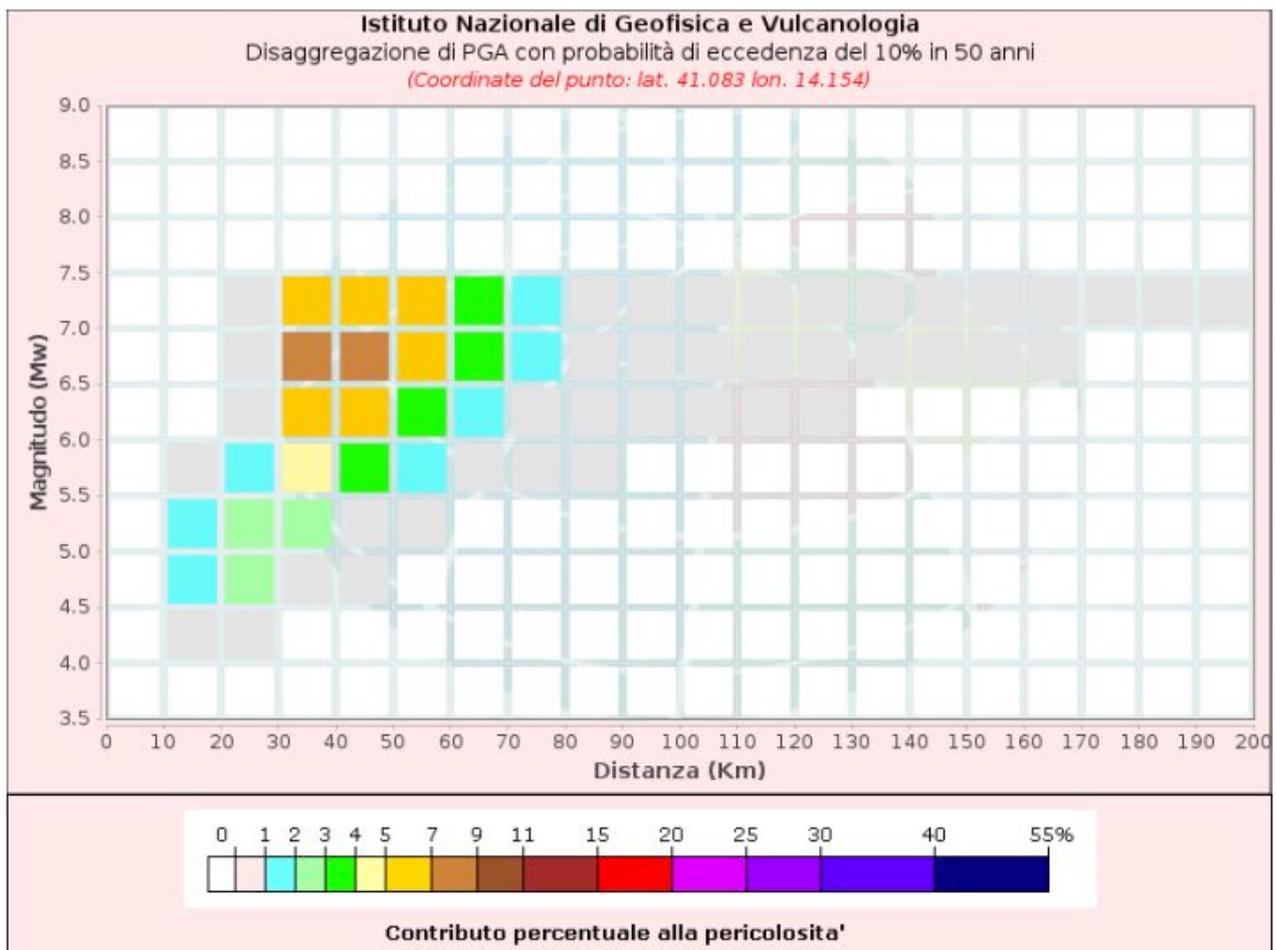


Figura 15: Grafico di Disaggregazione

## 8 Verifiche a Liquefazione

La liquefazione è definita come la trasformazione di un materiale granulare da solido al liquido in conseguenza dell'incremento dei pori e la riduzione della pressione verticale effettiva generata da rapide azioni cicliche in terreni granulari saturi. Quando sabbie sature e sciolte sono sottoposte a vibrazioni, principalmente indotte dalla propagazione delle onde di taglio provenienti dal basamento roccioso, esse tendono ad addensarsi. Tuttavia la durata dell'applicazione dello stress ciclico è così breve, rispetto al tempo necessario per il drenaggio, che nel terreno non si verifica un'immediata diminuzione di volume e quindi la pressione dei pori in eccesso aumenta progressivamente. La liquefazione ha inizio quando la pressione dei pori eguaglia la pressione totale e la pressione effettiva verticale sarà uguale a zero.

Dal punto delle forze all'aumentare della pressione dei pori si ha una riduzione della pressione effettiva del terreno e quindi una perdita di forza del terreno. Un tale stato è denominato "liquefazione iniziale", in cui le sabbie sciolte subiranno deformazioni illimitate senza mobilitare una resistenza significativa alle deformazioni.

Di conseguenza, le strutture sostenute sopra o all'interno del deposito liquefatto subiscono notevoli cedimenti ed inclinazioni; l'acqua scorrerà verso il piano di campagna creando bolle di sabbia.

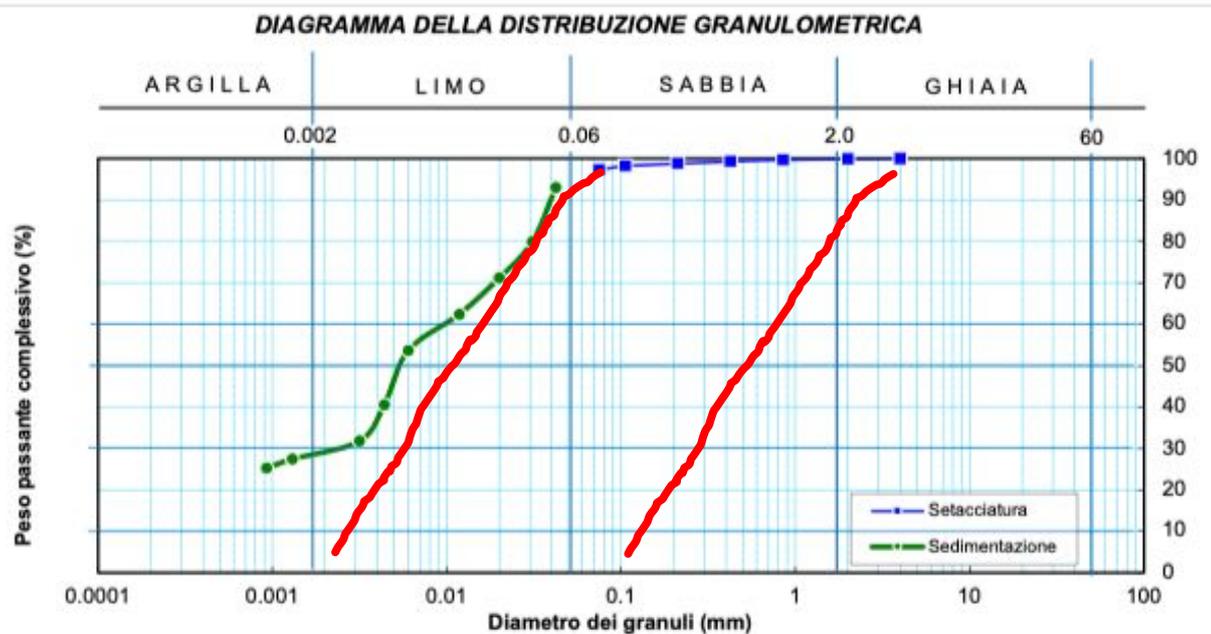
Nel Norme Tecniche per le Costruzioni 2018 vengono definite particolari condizioni geologico-tecniche tali da poter omettere la verifica a liquefazione ed in dettaglio:

1. eventi sismici attesi di magnitudo  $M$  inferiore a 5  
L'area di studio dagli studi di disaggregazione eseguiti nel capitolo precedente, è caratterizzata da una  $M_w = 6.4$ , pertanto questa condizione non è soddisfatta per poter omettere la verifica alla liquefazione.
2. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di  $0,1g$   
L'area di studio, dagli studi di pericolosità sismica di base eseguiti nel capitolo precedente, presenta valori di  $a_g$  superiori a  $0,1$ , pertanto questa condizione non è soddisfatta per poter omettere la verifica alla liquefazione.
3. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali

La zona di studio presenta una falda a circa 2m di profondità dal piano campagna, pertanto anche in questo caso la condizione non è soddisfatta per poter omettere la verifica a liquefazione

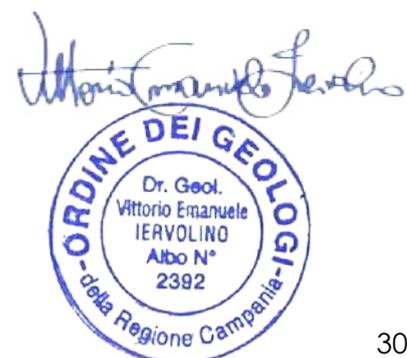
4. distribuzione granulometrica (in verde) esterna alle zone di possibile liquefazione (in rosso).

Analizzando l'analisi granulometrica eseguita sulla CPT 1 ad un metro di profondità dal piano campagna si evidenzia la presenza di terreni limosi con argilla, ben lontani dalla classe granulometrica delle sabbie liquefacibili. Pertanto questa condizione delle NTC2018 è soddisfatta, ci troviamo all'esterno delle zone di possibile liquefazione e pertanto la verifica a liquefazione non è necessaria.



Caserta, 28 Marzo 2022

Geol. Vittorio Emanuele Iervolino



Aut. Min. n. 154 del 19/04/11 esecuzione e certificazione di indagini geognostiche, prel. di campioni e prove in sito di cui all'art. 59 DPR. 380/01

## PROVA PENETROMETRICA STATICA (C.P.T.)

(penetrometro Pagani TG63-200KN)

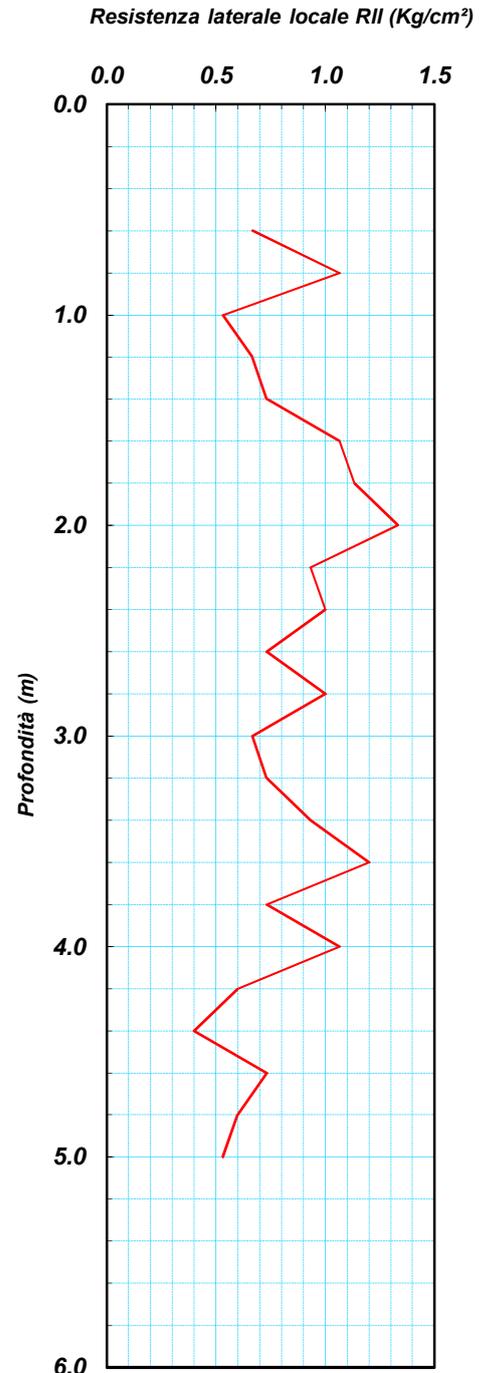
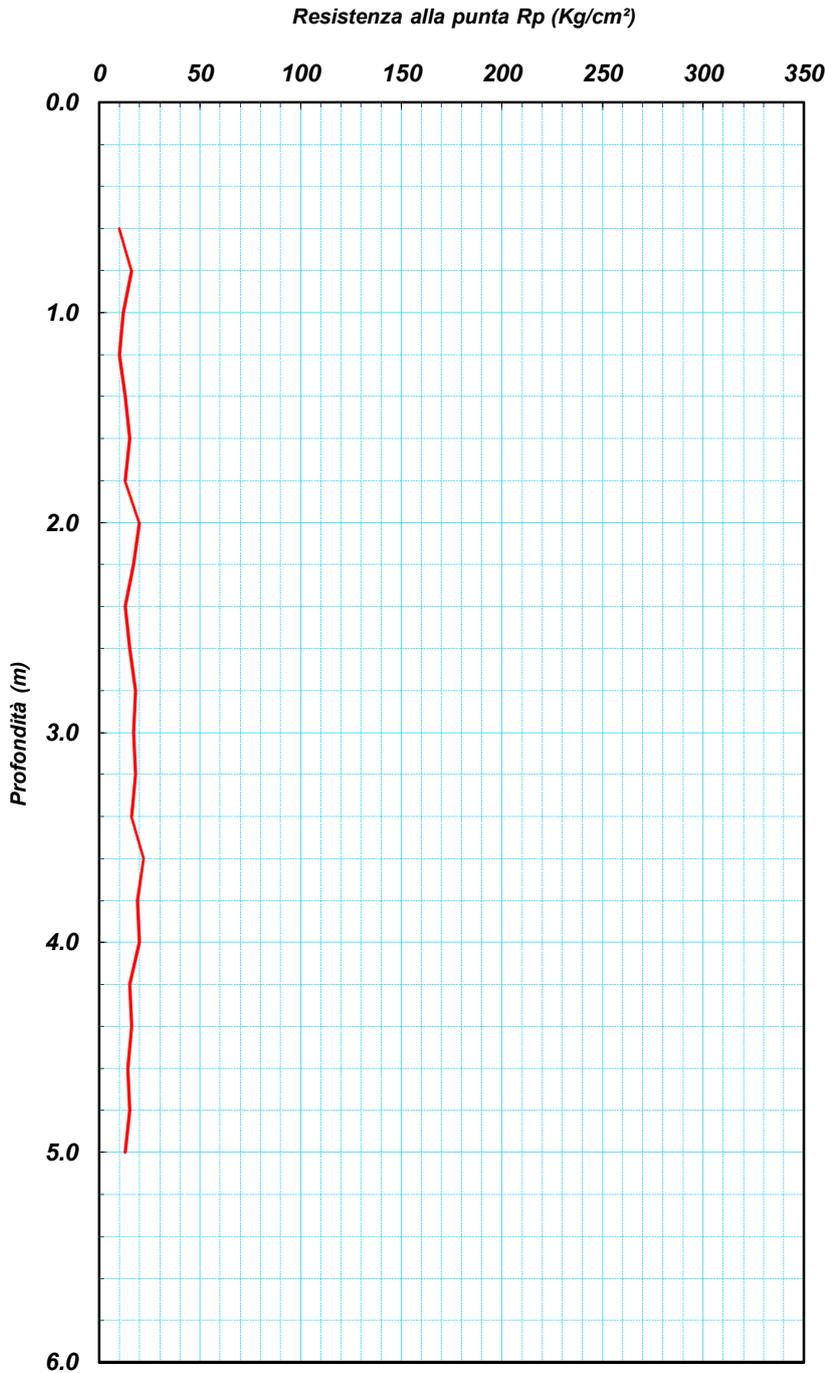
Committente: **Star Energia**

Id Int. 313 / 21

Cantiere: **Progetto Bufala - Canello ed Arnone (CE) - SITO 1**

Coordinate lat. e long.: **N41.040850 / E14.029260**    Data esecuz. prova: **19/07/2021**

**Prova (n): CPT 01**                      Certificato n° **0443/21**                      del **23/07/2021**



IL RESPONSABILE DI SITO  
**IL RESPONSABILE DI SITO**  
Dot. Geol. **Mauro Sammartino**

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO  
Dot. Geol. **Giuseppe Riello**

Aut. Min. n. 154 del 19/04/11 esecuzione e certificazione di indagini geognostiche, prel. di campioni e prove in sito di cui all'art. 59 DPR. 380/01

## PROVA PENETROMETRICA STATICA (C.P.T.)

(penetrometro Pagani TG63-200KN)

Committente: Star Energia

Id Int. 313 / 21

Cantiere: Progetto Bufala - Cannello ed Arnone (CE) - SITO 1

Coordinate lat. e long.: N41.040850 / E14.029260 Data esecuz. prova: 19/07/2021

Prova (n): CPT 01 Certificato n° 0443/21 del 23/07/2021

### VALORI MISURATI IN SITU CON PENETROMETRO STATICO DA 20 TONS

Prof. (m)	Rp (Kg/cm <sup>2</sup> )	Rll (MPa)	Prof. (m)	Rp (Kg/cm <sup>2</sup> )	Rll (MPa)	Prof. (m)	Rp (Kg/cm <sup>2</sup> )	Rll (MPa)
0.6	10.0	0.98						
0.8	16.0	1.57						
1.0	12.0	1.18						
1.2	10.0	0.98						
1.4	13.0	1.27						
1.6	15.0	1.47						
1.8	13.0	1.27						
2.0	20.0	1.96						
2.2	17.0	1.67						
2.4	13.0	1.27						
2.6	15.0	1.47						
2.8	18.0	1.77						
3.0	17.0	1.67						
3.2	18.0	1.77						
3.4	16.0	1.57						
3.6	22.0	2.16						
3.8	19.0	1.86						
4.0	20.0	1.96						
4.2	15.0	1.47						
4.4	16.0	1.57						
4.6	14.0	1.37						
4.8	15.0	1.47						
5.0	13.0	1.27						

IL RESPONSABILE DI SITO  
Dott. Geol. Mauro Sammartino  
IL RESPONSABILE DI SITO

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO  
Dott. Geol. Giuseppe Riello



Aut. Min. n. 154 del 19/04/11 esecuzione e certificazione di indagini geognostiche, prel. di campioni e prove in sito di cui all'art. 59 DPR. 380/01 (Sondaggi, prelievo campioni, prove SPT, prove di permeabilità; prove penetrometriche: DPSH, CPT, CPTE, CPTU; prove di carico su piastra; misura del peso di volume; CBR; perforazioni inclinate e orizzontali; monitoraggio e controlli)

## PRELIEVO CAMPIONE INDISTURBATO

**Standard utilizzato: AGI (1977) [Fustella a pareti sottili in acciaio inox L=60 cm; D=85 mm]**

Committente: **Star Energia**

Id Int. 313 / 21

Cantiere: **Progetto Bufala - Cannello ed Arnone (CE) - SITO 1**

Coordinate lat. e long.: **N41.040850 / E14.029260** Data esecuz. prova: **19/07/2021**

**Prova (n): CPT 01** Certificato n° **0443/21** del **23/07/2021**

### CAMPIONE PRELEVATO CON CAMPIONATORE INFISSO DAL PENETROMETRO STATICO



Campionatore nella posizione di infissione a pressione



Particolare punta Campionatore nella posizione di infissione a pressione



Particolare fustella Campionatore nella posizione di prelievo a pressione

IL RESPONSABILE DI SITO  
Dott. Geol. Mauro Sammartino

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO  
Dott. Geol. Giuseppe Rella



# PROVA PENETROMETRICA STATICA (C.P.T.)

(penetrometro Pagani TG63-200KN)

Committente: Star Energia

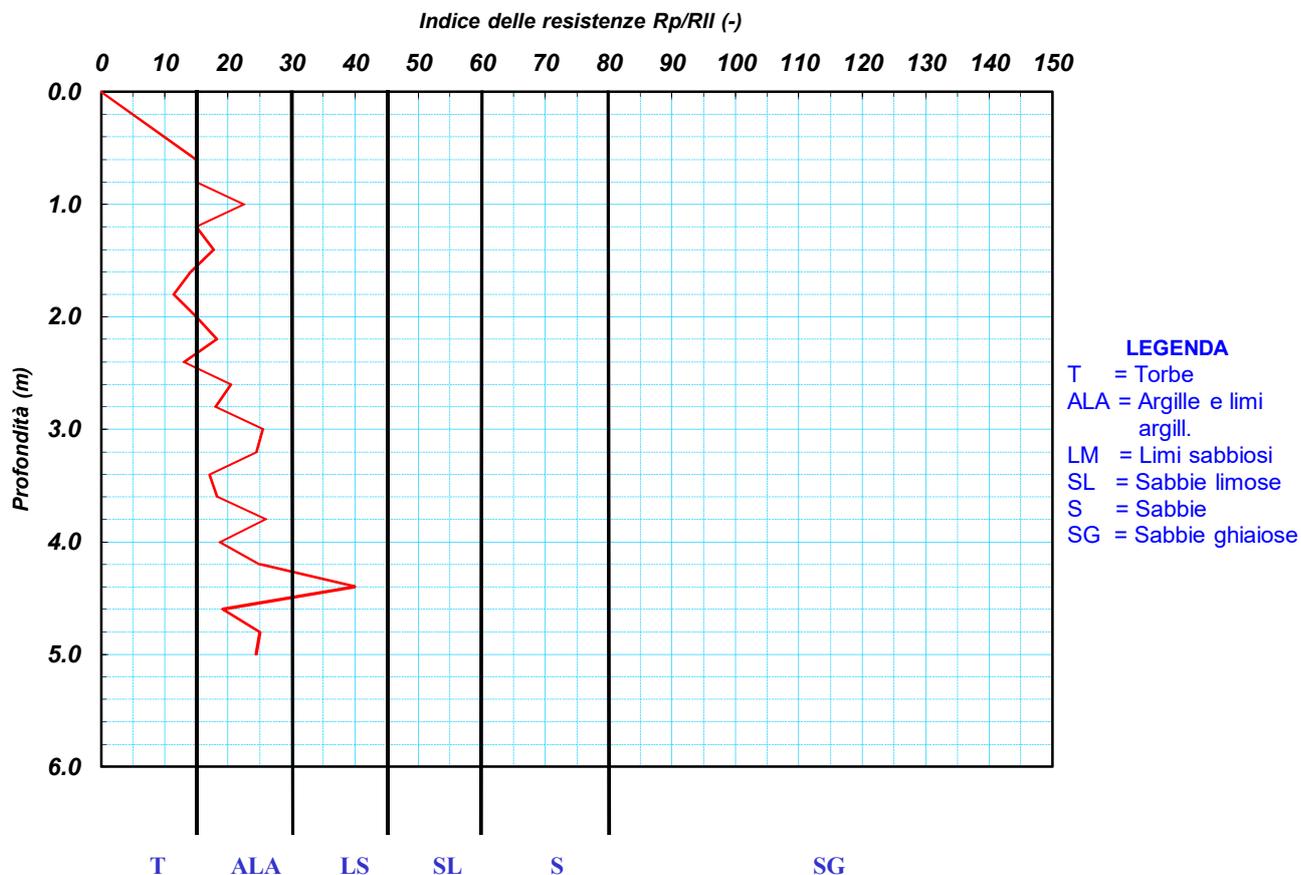
Cantiere: Progetto Bufala - Cannello ed Arnone (CE) - SITO 1

Coordinate lat. e long.: N41.040850 / E14.029260 Data esecuz. prova: 19/07/2021

Prova (n): CPT 01

## PARAMETRI GEOTECNICI

Strato (n)	Profond. da (m)	Profond. a (m)	Peso di vol. $\gamma_n$ (g/cm <sup>3</sup> )	Media Rp (Kg/cm <sup>2</sup> )	Media RII (Kg/cm <sup>2</sup> )	Media Rp/RII (-)	Attrito interno (gradi)	Coesione non drenata (Kg/cm <sup>2</sup> )	Densità relativa (%)	Modulo edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )	Definizione della litologia
1	0.0	5.0	1.60	16.00	0.83	19.3	25	0.69	9	48	Argille e limi argill.



# PROVA PENETROMETRICA STATICA (C.P.T.)

(penetrometro Pagani TG63-200KN)

Committente: Star Energia

Id Int. 313 / 21

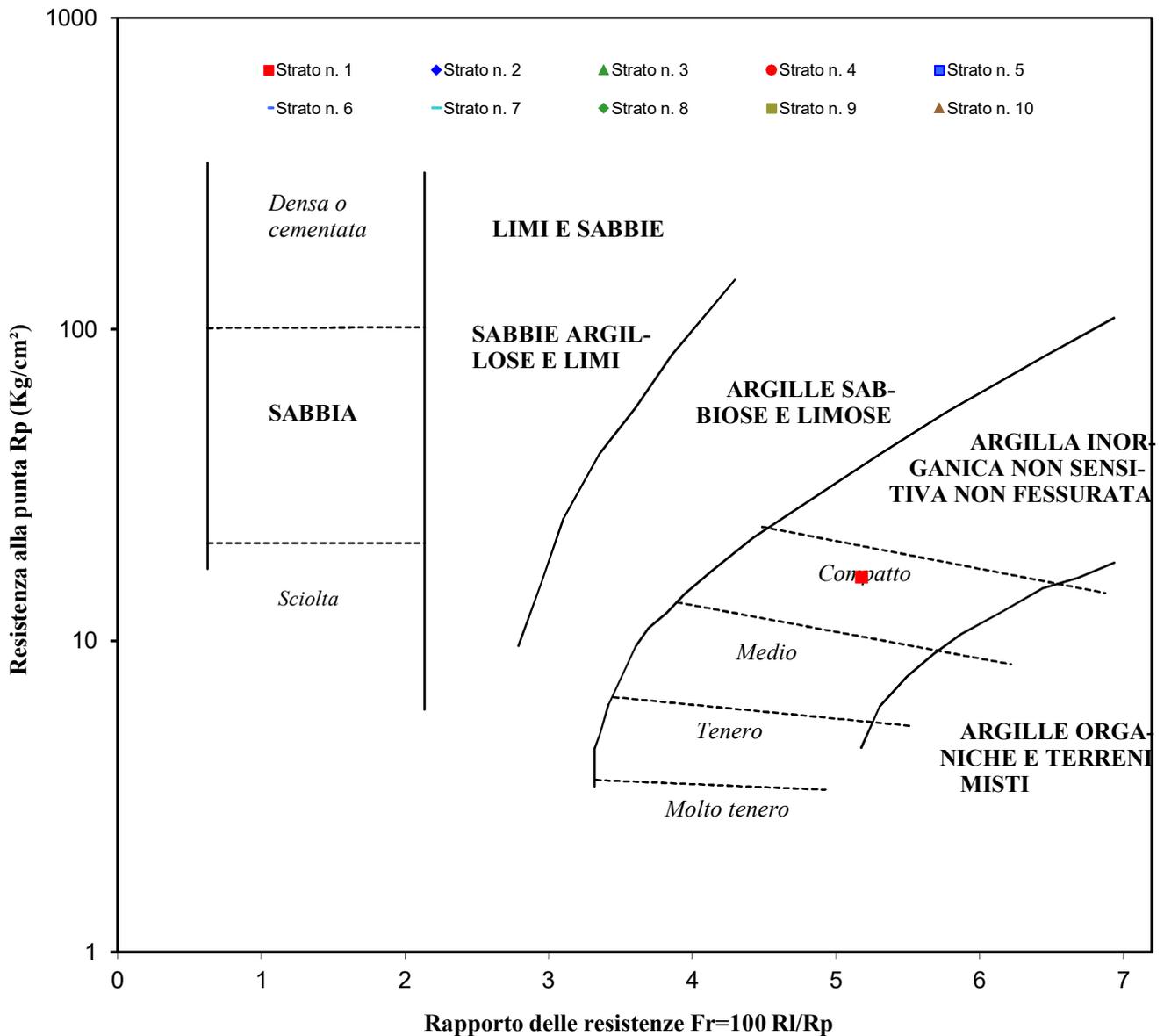
Cantiere: Progetto Bufala - Cannello ed Arnone (CE) - SITO 1

Coordinate lat. e long.: 41.04085C - 14.029260

Data esecuz. prova: 19/07/2021

Prova (n): CPT 01

## CLASSIFICAZIONE DEI TERRENI SECONDO IL METODO DI SCHMERTMANN



Castel Morrone (CE), **23/07/2021**

Accettazione n: TER108/21      Data ricevimento: 19/07/21      Data esecuzione prova: 21/07/21

Committente: Iervolino V. Emanuele - Star Energia

Cantiere: Progetto Bufala - Cancellone Ed Arnone (CE) - Sito 1

Sondaggio: **CPT1**      Campione: **C1 sito 1**      Profondità di prelievo (m): **1.00 - 1.50**

## IDENTIFICAZIONE DEL TERRENO

(ASTM D2488-00)

### CARATTERI IDENTIFICATIVI

Contenitore: Fustella pareti sottili in ferro      Diametro (cm): 8.50      Lungh. (cm): 15.20  
Massa (Kg) 1.490      Condizione del campione estruso: Buone      Classe di qualità (AGI): Q5

### PROVE DI CONSISTENZA SPEDITIVE

Pocket Penetrometer Test (MPa): > 0.600      Pocket Vane Test (MPa): > 0.200

### CARATTERISTICHE VISIVE

#### DESCRIZIONE DEL CAMPIONE

Materiale a granulometria argillosa. Consistente.

#### COLORE (Tavola di Munsell)

10YR marrone grigio scuro 4/2.

#### Foto campione

**LO SPERIMENTATORE**  
Geom. Alfonso Casapulla

**IL DIRETTORE DEL LABORATORIO**  
Dott. Geol. Antonio Petriccione



Castel Morrone (CE), **23/07/2021**

Certificato n. **01038/21**

Accettazione n: *TER108/21* Data ricevimento: *19/07/21* Data esecuzione prova: *23/07/21*

Committente: *Iervolino V. Emanuele - Star Energia*

Cantiere: *Progetto Bufala - Cancelli Ed Arnone (CE) - Sito 1*

Sondaggio: **CPT1** Campione: **C1 sito 1** Profondità di prelievo (m): **1.00 - 1.50**

## CARATTERISTICHE FISICHE DEL TERRENO

(CNR-UNI 10008-64 BS 1377/75 ASTM D854-83)

### CONDIZIONI NATURALI

Peso specifico del terreno $\gamma_s$ (KN/m <sup>3</sup> )	25.07
Peso dell'unità di volume (fustellamento) $\gamma$ (KN/m <sup>3</sup> )	18.05
Peso dell'unità di volume (pesata idrostatica) $\gamma$ (KN/m <sup>3</sup> )	
Contenuto d'acqua W (%)	88.36
Peso secco dell'unità di volume $\gamma_d$ (KN/m <sup>3</sup> )	9.58
Indice di porosità e (-)	1.62
Porosità n (-)	0.62
Grado di saturazione S (-)	1.40

### CONDIZIONI DI SATURAZIONE

Peso dell'unità di volume immerso in acqua $\gamma'$ (KN/m <sup>3</sup> )	5.83
Peso dell'unità di volume saturo d'acqua $\gamma_{sat}$ (KN/m <sup>3</sup> )	15.64
Contenuto d'acqua $W_{sat}$ (%)	63.23

  
**LO SPERIMENTATORE**  
Geom. Alfonso Casapulla

  
**IL DIRETTORE DEL LABORATORIO**  
Dott. Geol. Antonio Petriccione

Castel Morrone (CE), **23/07/2021**

Certificato n. **01039/21**

Accettazione n: TER108/21 Data ricevimento: 19/07/21 Data esecuzione prova: 22/07/21

Committente: Iervolino V. Emanuele - Star Energia

Cantiere: Progetto Bufala - Cancellone Ed Arnone (CE) - Sito 1

Sondaggio: **CPT1** Campione: **C1 sito 1** Profondità di prelievo (m): **1.00 - 1.50**

## ANALISI GRANULOMETRICA

(ASTM D421-D422-D2217)

### VALORI DETERMINATI MEDIANTE SETACCIATURA

Vaglio ASTM (No)	5	10	20	40	70	140	200
Diametro granuli (mm)	4.000	2.000	0.850	0.425	0.212	0.106	0.075
Peso passante compl. (%)	99.66	99.18	99.05	98.94	98.80	98.56	98.40

### VALORI DETERMINATI MEDIANTE SEDIMENTAZIONE

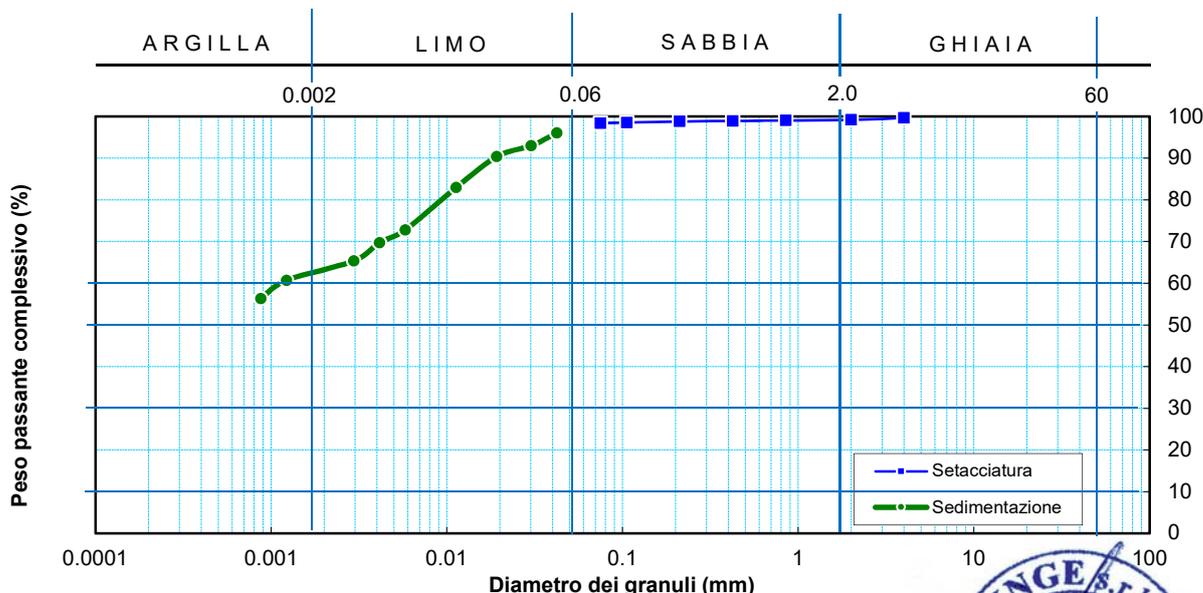
Diametro granuli (mm)	0.042	0.030	0.019	0.011	0.006	0.004	0.003	0.0012	0.0009
Peso passante compl. (%)	96.05	92.99	90.37	82.94	72.80	69.74	65.37	60.71	56.34

### FRAZIONI GRANULOMETRICHE E PARAMETRI CORRELATI

Frazione argillosa < 0.002 mm (%)	62.81	Diametro efficace $D_{10}$ (mm)	
Frazione limosa < 0.06 mm (%)	34.52	Diametro medio $D_{30}$ (mm)	
Frazione < 0.074 mm (%)	98.40	Diametro medio $D_{50}$ (mm)	
Frazione sabbiosa < 2 mm (%)	2.34	Diametro medio $D_{60}$ (mm)	0.001164
Frazione ghiaiosa > 2 mm (%)	0.34	Coefficiente di uniformità $C_u$ (-)	
		Coefficiente di curvatura $C_c$ (-)	

Class. A.G.I. (1977): **argilla con limo.**

### DIAGRAMMA DELLA DISTRIBUZIONE GRANULOMETRICA



**LO SPERIMENTATORE**  
 Geom. Alfonso Casapulla

**IL DIRETTORE DEL LABORATORIO**  
 Dott. Geol. Antonio Petriccione



Castel Morrone (CE), **23/07/2021**

Certificato n. **01040/21**

Accettazione n: TER108/21 Data ricevimento: 19/07/21 Data esecuzione prova: 21/07/21

Committente: Iervolino V. Emanuele - Star Energia

Cantiere: Progetto Bufala - Cancellone Ed Arnone (CE) - Sito 1

Sondaggio: **CPT1** Campione: **C1 sito 1** Profondità di prelievo (m): **1.00 - 1.50**

## TAGLIO DIRETTO

(ASTM D 3080-98)

DIMENSIONI DEI PROVINI				VALORI A INIZIO CONSOLIDAZ.		PARAMETRI DELLA CONSOLIDAZIONE			
Prov.	Lungh. lato l (cm)	Altezza iniziale h (cm)	Area di base A <sub>b</sub> (cm <sup>2</sup> )	Peso di volume γ <sub>i</sub> (KN/m <sup>3</sup> )	Contenuto d'acqua w <sub>i</sub> (%)	Durata consol. δt (ore)	Pressione di consolidazione σ <sub>n</sub> (MPa)	Cedim. finale δh (mm)	Tempo T <sub>100</sub> (min)
1 ■	6.00	2.50	36.00	14.74	25.31	24.00	0.049	0.728	0.96
2 ◆	6.00	2.50	36.00	14.45	25.76	24.00	0.098	0.897	1.80
3 ●	6.00	2.50	36.00	14.16	26.24	24.00	0.196	0.980	2.66

CONSOLIDAZIONE DEI PROVINI						VALORI A FINE CONSOLIDAZ.		
Provino n.1 ■		Provino n.2 ◆		Provino n.3 ●		Prov.	Peso di volume γ <sub>f</sub> (KN/m <sup>3</sup> )	Contenuto d'acqua w <sub>f</sub> (%)
Tempo t (min)	Cedim. δh (mm)	Tempo t (min)	Cedim. δh (mm)	Tempo t (min)	Cedim. δh (mm)	(n)		
0.1	0.61	0.1	0.69	0.1	0.70	1 ■	16.66	37.52
0.25	0.62	0.25	0.70	0.25	0.72	2 ◆	16.28	36.59
0.4	0.69	0.4	0.77	0.4	0.78	3 ●	15.84	35.62
0.5	0.71	0.5	0.80	0.5	0.81			
1	0.71	1	0.81	1	0.83			
2	0.72	2	0.82	2	0.85			
4	0.72	4	0.83	4	0.87			
8	0.72	8	0.84	8	0.88			
15	0.72	15	0.84	15	0.89			
30	0.72	30	0.85	30	0.90			
60	0.72	60	0.85	60	0.91			
120	0.72	120	0.86	120	0.91			
240	0.73	240	0.87	240	0.92			
480	0.73	480	0.88	480	0.94			
960	0.73	960	0.89	960	0.97			
1440	0.73	1440	0.90	1440	0.98			

CARATTERISTICHE DELLA PROVA			
Prov. (n)	Condizione del provino	Orientazione strutturale del provino (°)	Velocità di def. orizz. V <sub>i</sub> (mm/min)
1 ■	Indisturbato	n.d.	0.001
2 ◆	Indisturbato	n.d.	0.001
3 ●	Indisturbato	n.d.	0.001

Note: Prova di taglio eseguita con la scatola di Casagrande.

LO SPERIMENTATORE  
Geom. Alfonso Casapulla



IL DIRETTORE DEL LABORATORIO  
Dott. Geol. Antonio Petriccione



Castel Morrone (CE), **23/07/2021**

Certificato n. **01040/21**

Accettazione n: TER108/21 Data ricevimento: 19/07/21 Data esecuzione prova: 21/07/21

Committente: Iervolino V. Emanuele - Star Energia

Cantiere: Progetto Bufala - Cancellone Ed Arnone (CE) - Sito 1

Sondaggio: **CPT1** Campione: **C1 sito 1** Profondità di prelievo (m): **1.00 - 1.50**

## TAGLIO DIRETTO

(ASTM D 3080-98)

DIAGRAMMA DELLA CONSOLIDAZIONE DEI PROVINI

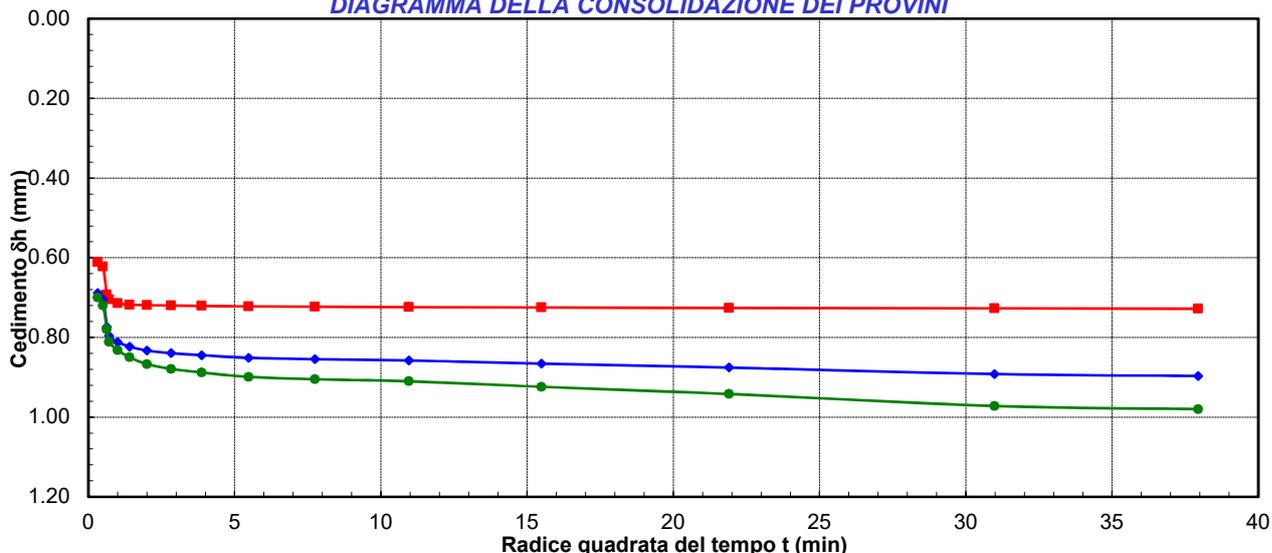
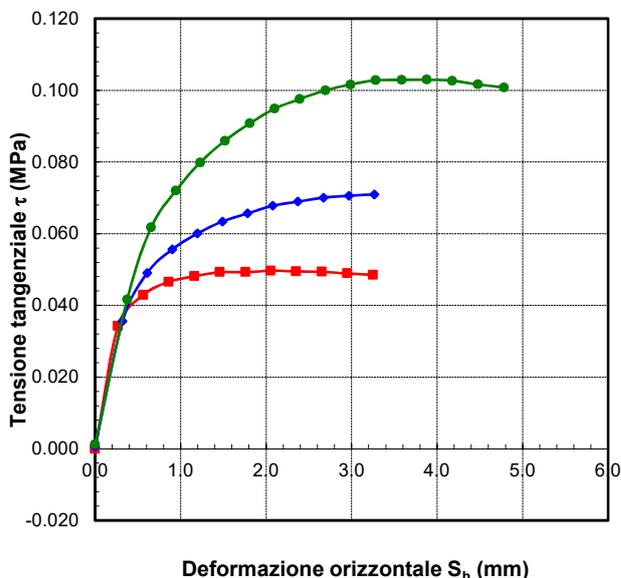


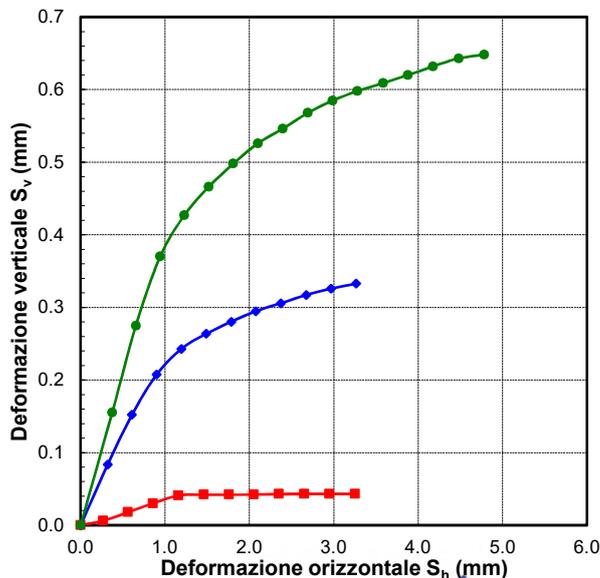
DIAGRAMMA DEFORMAZIONE-TENSIONE



Deformazione orizzontale  $S_h$  (mm)

LO SPERIMENTATORE  
 Geom. Alfonso Casapulla

DIAGRAMMA DELLE DEFORMAZIONI



IL DIRETTORE DEL LABORATORIO  
 Dott. Geol. Antonio Petriccione



Castel Morrone (CE), **23/07/2021**

Certificato n. **01040/21**

Accettazione n: TER108/21 Data ricevimento: 19/07/21 Data esecuzione prova: 21/07/21

Committente: Iervolino V. Emanuele - Star Energia

Cantiere: Progetto Bufala - Cancellone Ed Arnone (CE) - Sito 1

Sondaggio: **CPT1** Campione: **C1 sito 1** Profondità di prelievo (m): **1.00 - 1.50**

## TAGLIO DIRETTO

(ASTM D 3080-98)

### VALORI RILEVATI AI COMPARATORI DELLA MACCHINA DI TAGLIO - CONDIZIONI DI PICCO

Provino n.1 ■			Provino n.2 ◆			Provino n.3 ●		
Def. orizz. S <sub>h</sub> (mm)	Def. vert. S <sub>v</sub> (mm)	Tensione tangenziale τ (MPa)	Def. orizz. S <sub>h</sub> (mm)	Def. vert. S <sub>v</sub> (mm)	Tensione tangenziale τ (MPa)	Def. orizz. S <sub>h</sub> (mm)	Def. vert. S <sub>v</sub> (mm)	Tensione tangenziale τ (MPa)
0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.001	0.00	0.00	0.001
0.27	0.01	0.034	0.32	0.08	0.036	0.37	0.16	0.042
0.56	0.02	0.043	0.61	0.15	0.049	0.66	0.28	0.062
0.86	0.03	0.047	0.90	0.21	0.056	0.94	0.37	0.072
1.16	0.04	0.048	1.20	0.24	0.060	1.23	0.43	0.080
1.46	0.04	0.049	1.49	0.26	0.063	1.52	0.47	0.086
1.76	0.04	0.049	1.78	0.28	0.066	1.81	0.50	0.091
2.05	0.04	0.050	2.08	0.29	0.068	2.10	0.53	0.095
2.35	0.04	0.049	2.37	0.31	0.069	2.39	0.55	0.098
2.65	0.04	0.049	2.67	0.32	0.070	2.69	0.57	0.100
2.95	0.04	0.049	2.97	0.33	0.071	2.99	0.59	0.102
3.25	0.04	0.049	3.27	0.33	0.071	3.28	0.60	0.103
						3.59	0.61	0.103
						3.88	0.62	0.103
						4.18	0.63	0.103
						4.48	0.64	0.102
						4.78	0.65	0.101

  
**LO SPERIMENTATORE**  
Geom. Alfonso Casapulla

  
**IL DIRETTORE DEL LABORATORIO**  
Dott. Geol. Antonio Petriccione

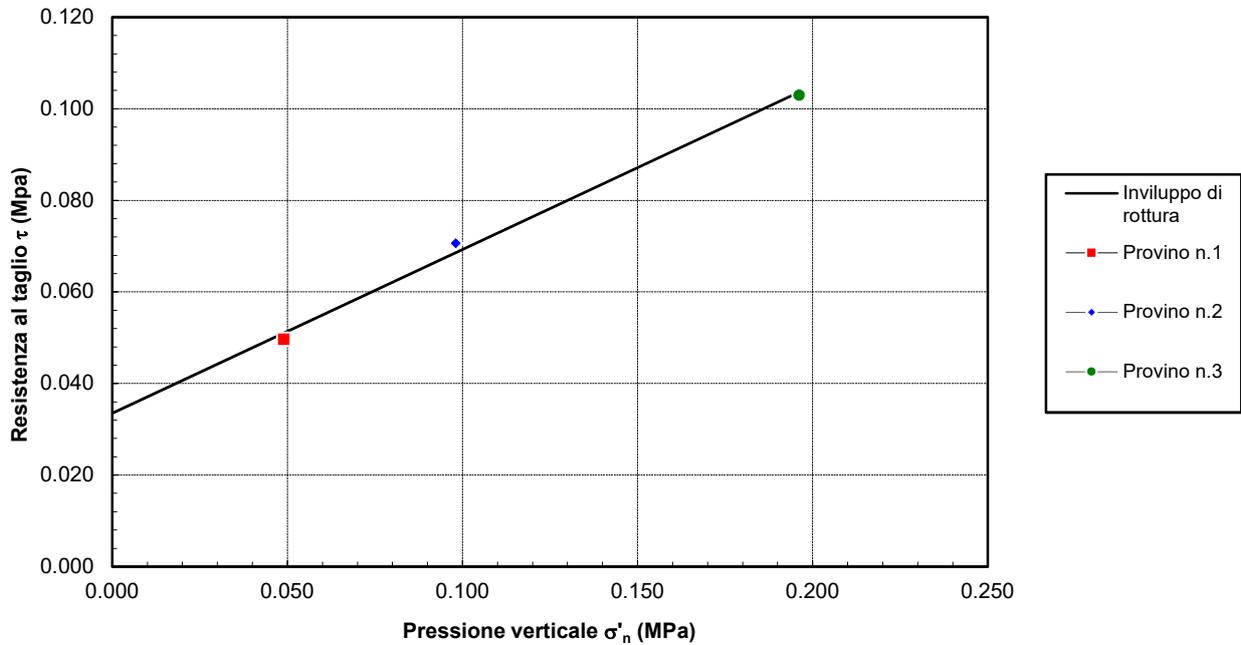
Sondaggio: **CPT1**Campione: **C1 sito 1**Profondità di prelievo (m): **1.00 - 1.50**

## TAGLIO DIRETTO

### CONDIZIONI DI PICCO

Provino (n)	Pressione verticale $\sigma'_n$ (MPa)	Deformazione orizzontale $S_{hf}$ (mm)	Deformazione verticale $S_{vf}$ (mm)	Resistenza al taglio $\tau_f$ (MPa)
1 ■	0.049	2.05	0.04	0.050
2 ◆	0.098	2.97	0.33	0.071
3 ●	0.196	3.88	0.62	0.103

### DIAGRAMMA DELL'INVILUPPO DI ROTTURA - CONDIZIONI DI PICCO



### PARAMETRI DELL'INVILUPPO

Coeff. di determinaz.	Errore stand. sulla stima di c
$r^2$ (-)	$s_v$ (-)
9.95E-01	2.60E-02

**Angolo  
di attrito**

$\phi$   
(gradi)

**19.67**

**Coesione  
intercetta**

**c**  
(Mpa)

**0.033**

## PROVA SISMICA Vs,eq METODO MASW

Committente: Star Energia

Protocollo n.: 313/21

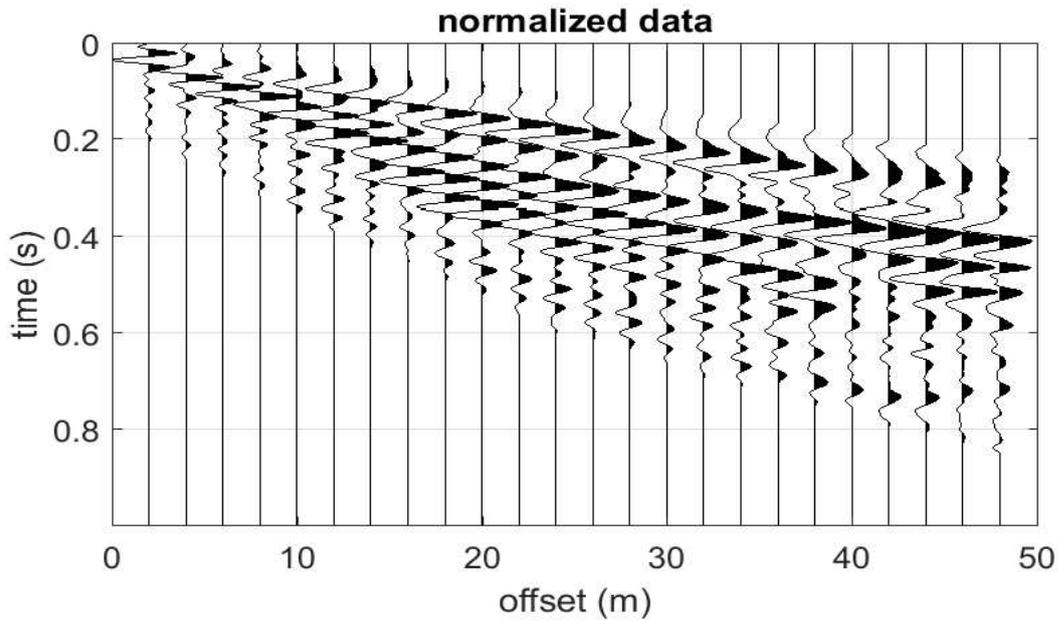
Cantiere: Progetto Bufala - Canello ed Arnone (CE) - SITO 1

Data esecuzione prova: 19/07/2021

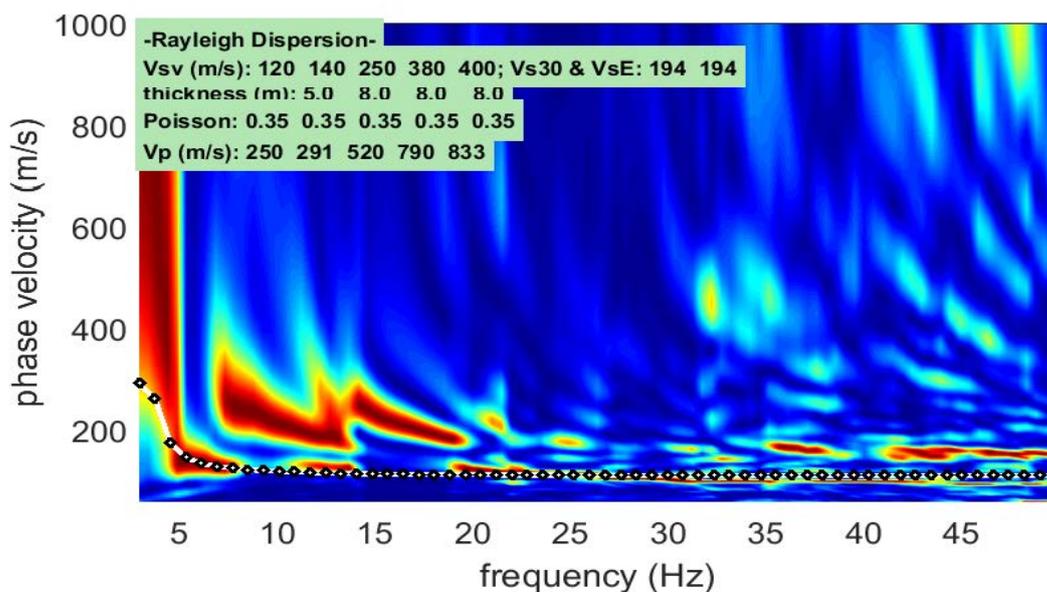
Prova MASW: M1

Data emissione certificato: 23/07/2021

### Registrazione di campagna delle tracce



### Analisi delle frequenze e curva di dispersione calcolata dal modello del terreno



IL RESPONSABILE DEL SETTORE

Dott. Geol. Carmencita Ventrone

**INGE s.r.l.**

Via Taverna Vecchia, 19  
81020 Castel Morrone (CE)

Tel/Fax 0823399115 Cell. 3483850177 - 3486033921

## PROVA SISMICA Vs,eq METODO MASW

Committente: **Star Energia**

Protocollo n.: **313/21**

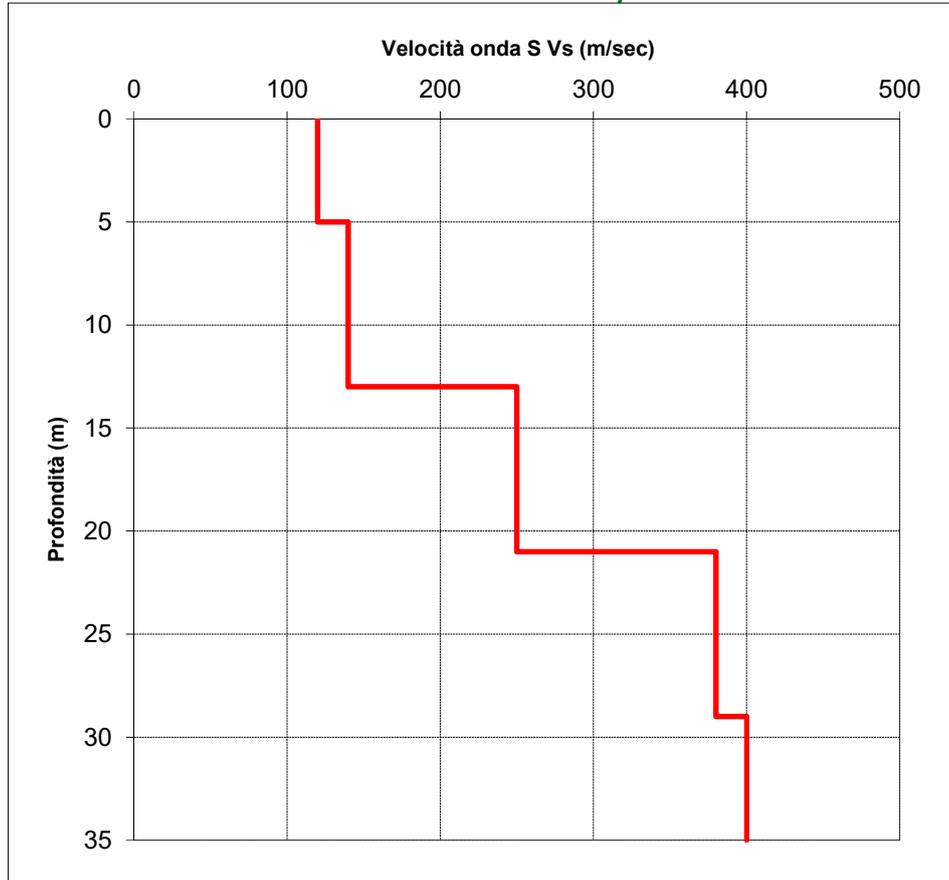
Cantiere: **Progetto Bufala - Canello ed Arnone (CE) - SITO 1**

Data esecuzione prova: **19/07/2021**

**Prova MASW: M1**

Data emissione certificato: **23/07/2021**

### Profilo di velocità dell'onda S con la profondità



### Calcolo del Vs,eq

Profondità (m)		Velocità	Spess/Veloc
Da	a	(m/sec)	Hi/Vi
0.00	5.00	120	0.0417
5.00	13.00	140	0.0571
13.00	21.00	250	0.0320
21.00	29.00	380	0.0211
29.00	35.00	400	0.0150

**VALORE DI Vs,eq CALCOLATO (m/s)**  
**194**

**Categoria di sottosuolo**  
**C**



**IL RESPONSABILE DEL SETTORE**  
Dott. Geol. Carmencita Ventrone