



Green Power

Engineering & Construction



GRE CODE

GRE.EEC.R.25.IT.W.14670.00.041.01

PAGE

1 di/of 32

TITLE:

AVAILABLE LANGUAGE: IT

IMPIANTO EOLICO DI CERIGNOLA

Progetto definitivo

Relazione geotecnica-sismica



File: GRE.EEC.R.25.IT.W.14670.00.041.01 - Relazione geotecnica-sismica

REV.	DATE	DESCRIPTION	PREPARED	VERIFIED	APPROVED
01	30/03/2021	Integrazione indagini	G. Coduri	N. Novati	G. Coduri
00	20/11/2020	Prima emissione	G. Coduri	N. Novati	G. Coduri

GRE VALIDATION

COLLABORATORS		Tomassetti	Vigone
		VERIFIED BY	VALIDATED BY

PROJECT / PLANT

Cerignola

GRE CODE

GROUP	FUNCTION	TYPE	ISSUER	COUNTRY	TEC	PLANT	SYSTEM	PROGRESSIVE	REVISION										
GRE	EEC	R	2	5	I	T	W	1	4	6	7	0	0	0	0	4	1	0	1

CLASSIFICATION

PUBLIC

UTILIZATION SCOPE

BASIC DESIGN

This document is property of Enel Green Power Solar Energy S.r.l. It is strictly forbidden to reproduce this document, in whole or in part, and to provide to others any related information without the previous written consent by Enel Green Power Solar Energy S.r.l.

INDEX

1. INTRODUZIONE.....	3
1.1. DESCRIZIONE DEL PROPONENTE.....	3
1.2. CONTENUTI DELLA RELAZIONE	3
2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE.....	4
3. UBICAZIONE INDAGINI	8
4. STRATIGRAFIA.....	9
5. ANALISI GRANULOMETRICHE.....	13
6. PARAMETRI GEOTECNICI DA LETTERATURA.....	13
7. PARAMETRI GEOTECNICI DESUNTI DA PROVE IN SITO	14
7.1. Analisi di laboratorio	14
7.2. Prove SPT.....	14
8. SISMICITÀ DEL TERRITORIO.....	16
8.1. Inquadramento Macrosismico.....	16
8.2. Inquadramento sismico dell'area	17
8.3. Zonazione Sismogenetica	18
8.4. Sismicità storica e pericolosità sismica del territorio Comunale.....	20
9. SISMICITÀ DELL'AREA E MICROZONIZZAZIONE SISMICA.....	22
9.1. Premessa	22
9.2. Effetti di amplificazione topografica.....	23
9.3. Categorie di suolo di fondazione	23
10. ANALISI SISMICA	23
10.1. Introduzione	23
10.2. Determinazione dei parametri sismici.....	24
10.3. Pericolosità sismica di sito	24
11. STIMA DEI CARICHI SU PALO.....	28
11.1. CONSIDERAZIONI SULLA PORTANZA DELLE FONDAZIONI	28
11.2. DETERMINAZIONE PORTATA ASSIALE PALO.....	28
12. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	31

1. INTRODUZIONE

Stantec S.p.A., in qualità di Consulente Tecnico, è stata incaricata da Enel Green Power Italia S.r.l. ("EGP") di redigere il progetto definitivo per la costruzione di un nuovo impianto eolico denominato "Cerignola" e relative opere di connessione alla RTN, da ubicarsi nei comuni di Cerignola (FG) e Ascoli Satriano (FG).

Il progetto proposto prevede l'installazione di 10 nuove turbine eoliche ciascuna di potenza nominale fino a 6 MW, in linea con gli standard più alti presenti sul mercato, per una potenza installata totale pari a 60 MW.

L'energia prodotta dagli aerogeneratori, attraverso il sistema di cavidotti interrati in media tensione, verrà convogliata alla stazione elettrica di alta tensione di Terna denominata "Camerelle", situata nel comune di Ascoli Satriano. La connessione alla sottostazione esistente sarà effettuata a partire da una nuova stazione di trasformazione 33 kV/150 kV, che sarà connessa in antenna, tramite cavo in alta tensione, alla stazione di Terna denominata "Camerelle".

Il progetto è in linea con gli obiettivi nazionali ed europei per la riduzione delle emissioni di CO₂, legate a processi di produzione di energia elettrica.

1.1. DESCRIZIONE DEL PROPONENTE

Il soggetto proponente dell'iniziativa è Enel Green Power Italia S.r.l., società iscritta alla Camera di Commercio di Roma che ha come Socio Unico la società Enel Green Power S.p.A., società del Gruppo Enel che dal 2008 si occupa dello sviluppo e della gestione delle attività di generazione di energia da fonti rinnovabili.

Enel Green Power è presente in 28 Paesi nei 5 continenti con una capacità gestita di oltre 46 GW e più di 1200 impianti.

In Italia, il parco di generazione di Enel Green Power è rappresentato dalle seguenti tecnologie rinnovabili: idroelettrico, eolico, fotovoltaico, geotermia. Attualmente nel Paese conta una capacità gestita complessiva di oltre 14 GW.

1.2. CONTENUTI DELLA RELAZIONE

La presente relazione ha l'obiettivo di illustrare lo studio geotecnico preliminare finalizzato a fornire una caratterizzazione di massima dei tipi litologici che verranno interessati dagli scavi e dalle opere di fondazione.

L'indagine si è articolata nelle seguenti fasi:

- 1) ricerca bibliografica
- 2) elaborazione dei dati scaturiti dalla ricerca bibliografica e stima dei parametri geotecnici dei terreni.

Le caratteristiche geologico morfologiche risultano omogenee per tutta l'area fatta eccezione per i luoghi ove verranno costruite le torri C06 e, soprattutto, C05, che pertanto, nel proseguo, verranno in parte trattate separatamente.

2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

L'area di progetto per il nuovo impianto eolico "Cerignola" è identificata dalle seguenti coordinate geografiche:

- Latitudine: 41°12'49.87"N
- Longitudine: 15°44'27.53"E

L'impianto in progetto ricade entro i confini comunali di Cerignola e Ascoli Satriano, in particolare all'interno dei seguenti riferimenti cartografici:

- Fogli di mappa catastale del Comune di Cerignola n° 337, 338, 340, 347, 348, 349, 351 e del Comune di Ascoli Satriano n° 70, 75, 116;
- Fogli I.G.M. in scala 1:25.000, codificati 175-I-SO (Borgo Libertà) e 175-IV-SE (Corleto);
- Fogli della C.T.R. in scala 1:25.000, codificati 422131, 422132, 422133, 434041, 434042, 434043, 434044, 435011, 435014,

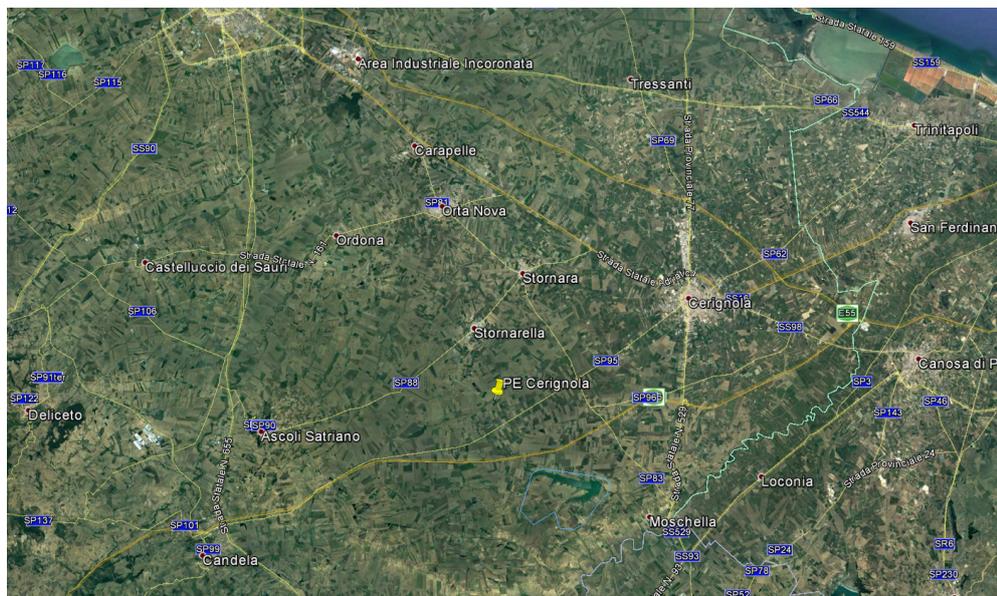


Figura 2-1: Collocazione geografica impianto eolico "Cerignola (Google Earth)

L'impianto eolico è ubicato nell'area del comune di Cerignola e Ascoli Satriano in provincia di Foggia, a poco più di 32 km a Sud-Est dal capoluogo di Provincia.

Il sito non presenta particolari complessità dal punto di vista orografico: è infatti caratterizzato da colline di elevazione limitata (massimo 240 m s.l.m.) con pendenze lievi.

In Figura 2-2-2 è riportato il posizionamento previsto per le turbine eoliche del nuovo impianto in progetto.

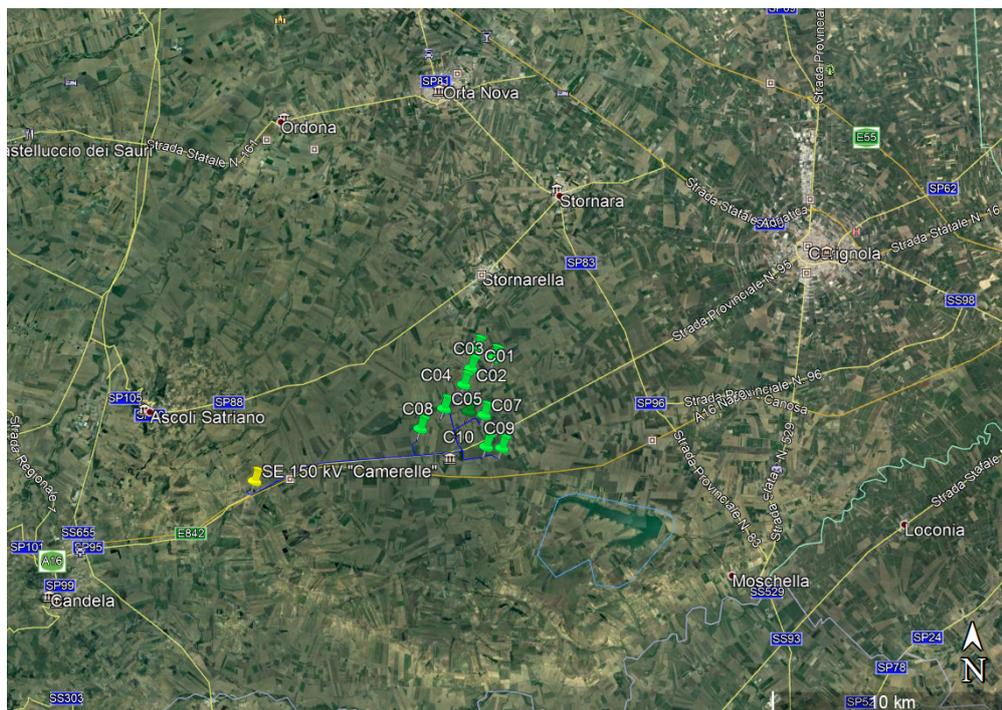


Figura 2-2: Inquadramento geografico nuovo impianto eolico "Cerignola" (Google Earth)

Il successivo inquadramento (Figura 2-2-3) mostra con maggior dettaglio il posizionamento delle turbine dell'impianto eolico "Cerignola".

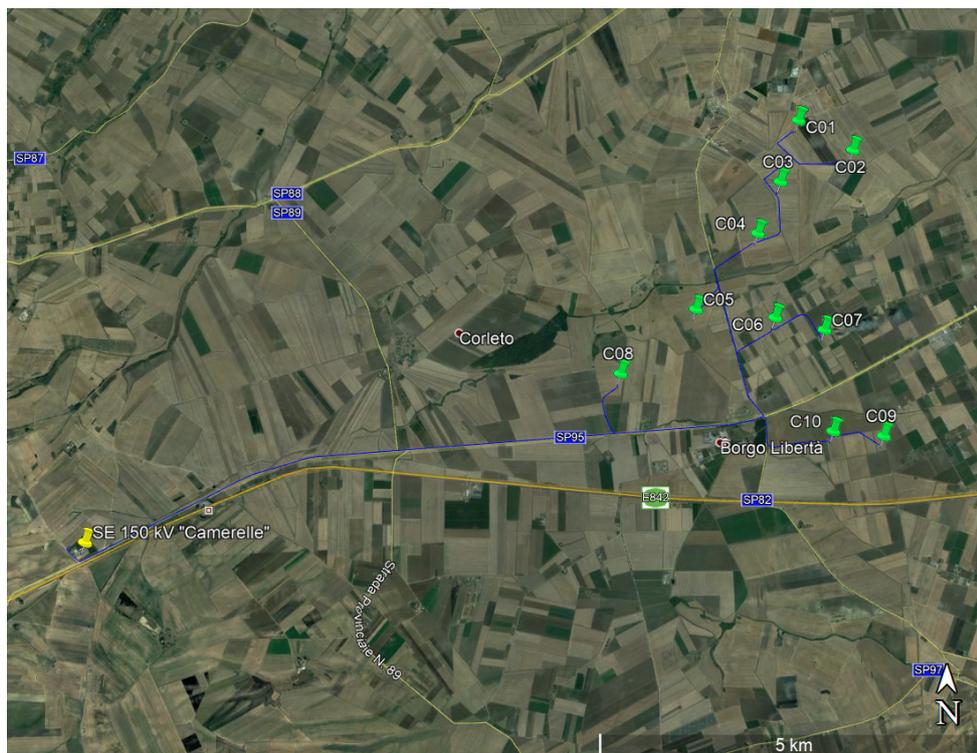


Figura 2-3: Posizionamento turbine eoliche dell'impianto in progetto (Google Earth)

Di seguito è riportato in formato tabellare un dettaglio sul posizionamento delle WTG di nuova costruzione, in coordinate WGS84 UTM fuso 33N:

Tabella 2-1: Coordinate aerogeneratori

WTG	Comune	Est [m]	Nord [m]	Altitudine [m s.l.m.]
C01	Cerignola	560715	4563772	199
C02	Cerignola	561427	4563383	197
C03	Cerignola	560465	4562950	206
C04	Cerignola	560164	4562262	206
C05	Cerignola	559342	4561253	216
C06	Cerignola	560378	4561153	215
C07	Cerignola	561021	4560997	214
C08	Cerignola	558352	4560400	244
C09	Cerignola	561772	4559617	224
C10	Cerignola	561115	4559673	230
SSE MT/AT	Ascoli Satriano	551268	4558280	344

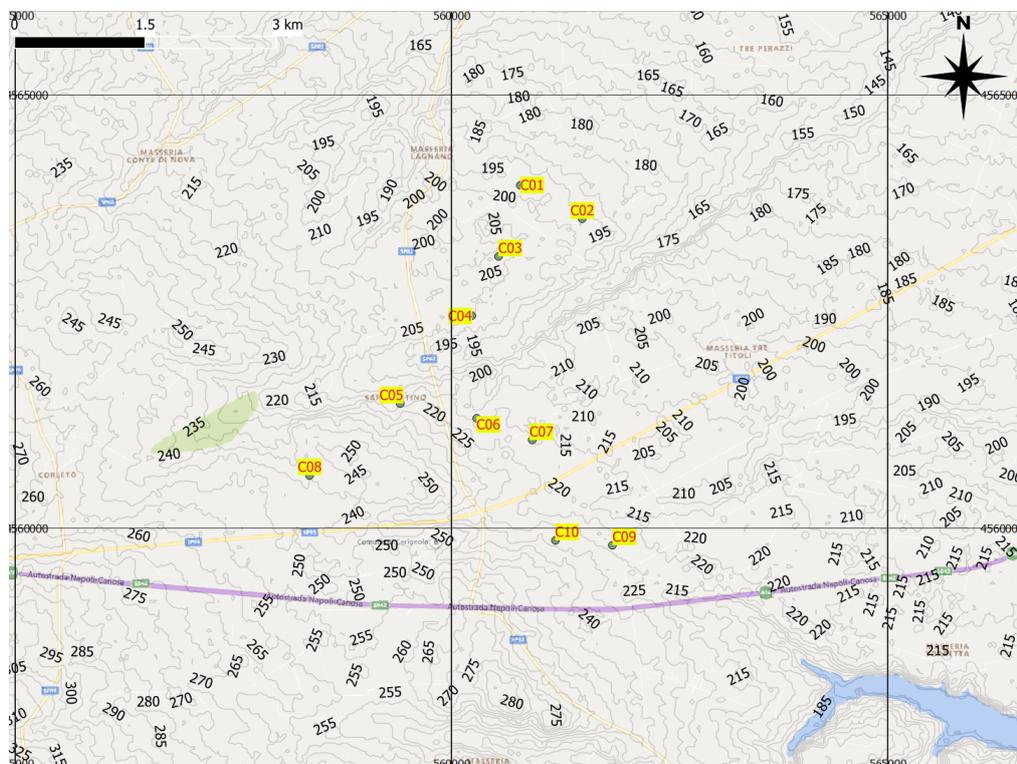


Figura 2-4: Carta 2D dell'area con quote altimetriche

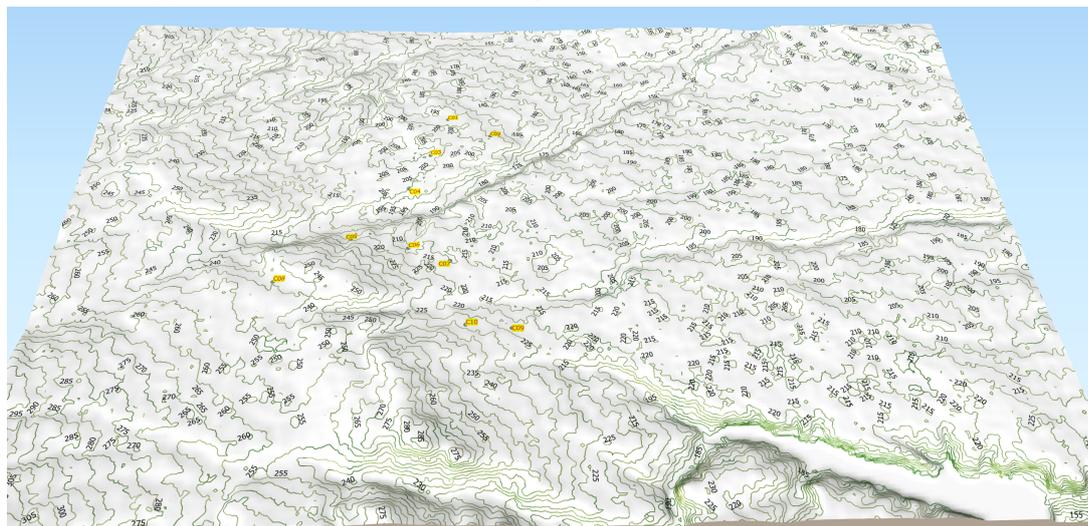


Figura 2-5: Visualizzazione 3D dell'area. Scala verticale esagerata per 5, al fine di evidenziare i cambi di pendenza

3. UBICAZIONE INDAGINI



All'interno dell'area di progetto per il nuovo impianto eolico "Cerignola" sono stati realizzati 2 carotaggi, S1 e S2, realizzati dalla ditta Songeo, come riportato nell'estratto di mappa.

Si rimanda alle relazioni di Songeo per i dettagli, in questo report vengono analizzati i dati disponibili e confrontati con quelli disponibili da letteratura.

Le caratteristiche delle perforazioni sono le seguenti:

- a) Carotaggio S1, spinto fino alla profondità di 9 metri, con prove SPT ogni 1,5 m
- b) Carotaggio S2, spinto fino a 30 metri di profondità, con prove SPT ogni 1,5 m

Sono stati inoltre raccolti campioni, in corrispondenza delle prove SPT, per analisi granulometriche.

4. STRATIGRAFIA

A seguito delle osservazioni e delle considerazioni di cui al documento "GRE.EEC.R.25.IT.W.14670.00.040.00 - Relazione geologica" qui di seguito si sintetizza la stratigrafia e dettaglio ipotizzata e valida in ultima analisi per tutti i siti che saranno oggetto di costruzione. L'analisi si è basata sui dati litologici derivanti dalle indagini considerate ed effettuate per l'adiacente campo eolico che combaciano alla perfezione con la stratigrafia ricavata a livello cartografico nazionale e dalle indagini condotte nell'area di progetto (sondaggi S1 e S2).

Di seguito si fa riferimento sia alle due indagini eseguite a carotaggio continuo nell'area dell'impianto adiacente, denominate: "S 01 - DH1" ed "S 02 - DH2" (sondaggi a carotaggio continuo che hanno raggiunto la profondità massima di 30 m da p.c., in cui sono state eseguite prove S.P.T. e prove geofisiche del tipo Down-Hole), sia alle indagini sito-specifiche realizzate per l'impianto in oggetto, denominate "S1" e "S2".

Dall'analisi risulta la seguente stratigrafia:

da 00,00 a 1,00 - TERRENO VEGETALE - costituito da sabbia e limo con rara ghiaia eterometrica \varnothing max 2-4 cm, poligenica arrotondata, da asciutto a debolmente umido;

da 01,00 a 05,00 - COPERTURA ELUVIO-COLLUVIALE - depositi costituiti da sedimenti fini massivi e clasti eterometrici localmente stratificati, di colore marroncino a luoghi tendenti al rossastro derivanti dal ruscellamento di acque non incanalate e da alterazione in posto di sedimenti sabbioso (Olocene)- si presenta in loco come sabbia media e grossa debolmente limosa ghiaia eterometrica, poligenica ad addensamento e grado di umidità molto variabile;

da 05,00 a 22,00 - CONGLOMERATI DI ORDONA (ODN) Conglomerati clasto sostenuti a matrice sabbiosa massivi, a stratificazione orizzontale ed obliqua, caratterizzati da frequenti lenti sabbiose a stratificazione piano parallela o incrociata; gli elementi sono costituiti da ciottoli eterometrici poligenici di media grandezza in genere a spigoli ben arrotondati e localmente embriciati. La frazione sabbiosa, oltre che dagli elementi litici, è costituita da una componente detritica quarzoso feldspatica e da minerali femici del Vulture. L'ambiente deposizionale è riferibile ad una piana alluvionale (Calabriano)- Presenza di sottili strati di sabbia limosa e di livelli di arenaria;

da 22,00 a 30,00 - SABBIE DI MONTE MARANO (SMN)- sabbie gialle quarzose calcarifere a luoghi cementate con spessore variabile tra i 50 ed i 100 m (Calabriano), si presentano in loco come sabbie limose e limi sabbioso argillosi da nocciola a grigio azzurri.

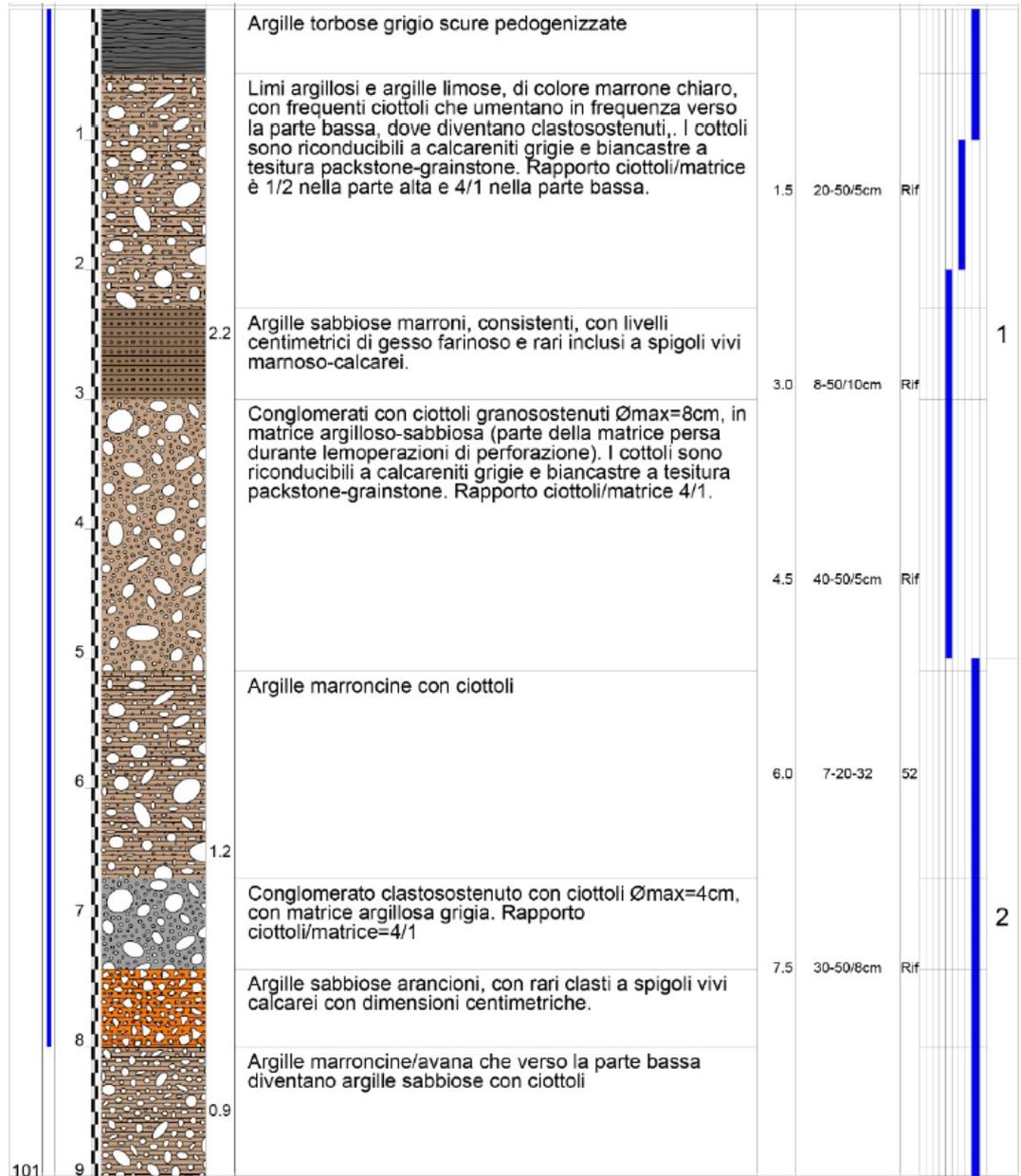
Quella sopra descritta è da intendersi come stratigrafia di riferimento, valida per tutte le piazzuole in progetto e rappresenta una situazione media soprattutto in termini di spessore dello strato di copertura eluvio-colluviale.

Considerando le perforazioni eseguite durante la campagna di indagini sito-specifiche S1 ed S2, si può osservare che:

- 1) La profondità alla quale si incontrano i conglomerati è risultata tra 3 e 5 metri, ovvero congruente con la modellizzazione fatta.
- 2) Le sabbie di Monte Marano, previste tra i 22 ed i 30 metri, non sono state individuate dall'unico sondaggio spinto fino a quella profondità. E' possibile che si tratti di una anomalia locale o che in quella posizione tale formazione si trovi ad una profondità maggiore.

Di seguito le colonne stratigrafiche prodotte da Songeo:

Sondaggio S1



Sondaggio S2

R metri v	LITOLOGIA	RP	DESCRIZIONE	Standard Penetration Test		Prel. % 0 --- 100	Cass.
				m	S.P.T. N		
1			Argille torbose grigio scure pedogenizzate, marroni nella parte bassa	1.5	5-5-10	15	
2		3	Argille sabbiose consistenti con frequenti livelli di gessi bianchi farinosi, con inclusi litica mamoso-calcarei.	3.0	5-10-11	21	1
3		4.8					
4				4.5	5-12-13	25	
5			Conglomerati in matrice argilloso-sabbiosa marrone chiaro, ciottoli sedimentari con Ømax=5cm, a tratti clastosostenuti. Rapporto matrice/ciottoli= 1/1. Verso il basso aumenta la percentuale in matrice	5.9	4-10-50/5cm	Rif	
6							
7		4.5	Argille marroncine molto consistenti con rari livelli di gessi farinosi bianchi	7.5	10-10-25	35	2
8							
9			Conglomerato in matrice argilloso-sabbiosa, e sabbioso-argillosa, marrone chiaro, con ciottoli sedimentari Ømax=6cm, a tratti clastosostenuti. Rapporto matrice ciottoli variabile da 1/2 a 2/1. Gradazione diretta. Verso la parte bassa le dimensioni massime dei ciottoli sono di 10cm.	9.0	5-50/10cm	Rif	
10				10.5	12-50/5cm	Rif	
11							
12				12.0	45-50/5cm	Rif	
13							3
14				13.5	17-25-50/5cm	Rif	
15				15.0	23-50/10cm	Rif	

R metri mm	LITOLOGIA	RP	DESCRIZIONE	Standard Penetration Test		Prel. % N 0 --- 100	% Cass.		
				m	S.P.T.				
16			Conglomerato in matrice argilloso-sabbiosa, e sabbioso-argillosa, marrone chiaro, con ciottoli sedimentari Ømax=6cm, a tratti clastosostenuti. Rapporto matrice ciottoli variabile da 1/2 a 2/1. Gradazione diretta. Verso la parte bassa le dimensioni massime dei ciottoli sono di 10cm.	16.3	8-50/10cm	Rif	4		
17									
18						18.0		10-16-18	34
19									
20									
21									
22									
23									
24									
25									
26									
27									
28							6		
29									
30									
101				29.9	19-40/8cm	Rif			

5. ANALISI DI LABORATORIO

Al termine delle indagini, Songeo ha inviato al laboratorio CSG Palladio 24 campioni di terreno rimaneggiato da SPT prelevati da 2 sondaggi a carotaggio continuo.

I prelievi di terreno rimaneggiato sono stati eseguiti dalla cassetta catalogatrice alle profondità e con le modalità descritte della committenza.

Dei 24 campioni mandati in analisi, sono stati analizzati 20 campioni rimaneggiati in sacchetto.

Nella tabella proposta di seguito, sono riassunti i risultati ottenuti dalle analisi granulometriche; nel report sulle prove sono anche riportati i risultati ottenuti dai limiti di Atterberg ed il peso di volume e contenuto d'acqua dei campioni rimaneggiati (non indisturbati)

SONDAGGIO	PROFONDITA' (m)	TIPO	DESCRIZIONE	
S1	CR1	1,50	RIMANEGGIATO DA SPT	Ghiaia con limo sabbiosa debolmente argillosa
	CR2	3,00	RIMANEGGIATO DA SPT	Ghiaia con limo sabbiosa debolmente argillosa
	CR3	4,50	RIMANEGGIATO DA SPT	Ghiaia debolmente sabbioso-limosa
	CR4	6,00	RIMANEGGIATO DA SPT	Limo argilloso-sabbioso debolmente ghiaioso
	CR5	7,50	RIMANEGGIATO DA SPT	Ghiaia limo-sabbiosa debolmente argillosa
S2	CR1	1,50	RIMANEGGIATO DA SPT	Limo sabbioso-argilloso debolmente ghiaioso
	CR2	3,00	RIMANEGGIATO DA SPT	Limo sabbioso-argilloso
	CR3	4,50	RIMANEGGIATO DA SPT	Limo argilloso-sabbioso
	CR4	6,00	RIMANEGGIATO DA SPT	Ghiaia sabbiosa limosa
	CR5	7,50	RIMANEGGIATO DA SPT	Limo con sabbia debolmente argilloso
	CR6	9,00	RIMANEGGIATO DA SPT	Limo con sabbia argilloso debolmente ghiaioso
	CR7	10,50	RIMANEGGIATO DA SPT	Ghiaia sabbiosa debolmente limosa
	CR8	12,00	RIMANEGGIATO DA SPT	Ghiaia con sabbia limosa
	CR9	13,50	RIMANEGGIATO DA SPT	Ghiaia con sabbia limosa
	CR10	15,00	RIMANEGGIATO DA SPT	Ghiaia con sabbia limosa
	CR11	16,50	RIMANEGGIATO DA SPT	Ghiaia con sabbia limosa
	CR12	18,00	RIMANEGGIATO DA SPT	Limo con sabbia ghiaioso debolmente argilloso
	CR13	19,50	RIMANEGGIATO DA SPT	Ghiaia con sabbia limosa
	CR14	22,50	RIMANEGGIATO DA SPT	Ghiaia con limo e sabbia debolmente argillosa
	CR15	24,00	RIMANEGGIATO DA SPT	Ghiaia con limo e sabbia debolmente argillosa
	CR16	25,50	RIMANEGGIATO DA SPT	
	CR17	27,00	RIMANEGGIATO DA SPT	
	CR18	28,50	RIMANEGGIATO DA SPT	
	CR19	30,00	RIMANEGGIATO DA SPT	

Si può osservare come mediamente all'interno dei conglomerati, siano prevalenti le componenti prevalentemente incoerenti, ma sono comunque presenti fasce con prevalenza di materiali fini e coesivi.

A giudizio di chi scrive, sarebbe stato opportuno eseguire prove di taglio sulla porzione fine dei campioni, in modo da ottenere una valutazione cautelativa di parametri quali angolo di attrito e coesione efficace.

6. PARAMETRI GEOTECNICI DA LETTERATURA

E' stata realizzata innanzitutto una ricerca da letteratura dei parametri geotecnici necessari alla progettazione preliminare delle opere, affidandosi a dati bibliografici e a prove ed analisi eseguite in terreni e contesti del tutto simili al caso indagato.

La Tabella seguente riporta I principali parametri, suddivisi per litotipo. Il primo strato, il terreno vegetale (suolo) è stato trascurato perché sicuramente

soggetto a scotico.

TABELLA 1 - SINTESI DEI VALORI GEOTECNICI DI RIFERIMENTO

Parametro	Simbolo	u.m.	ELUVIUM	ODN	FMM
Peso di volume	" γ "	[Ton/m ³]	17,65	18,71	18,63
Angolo di attrito	" ϕ "	[°]	29 da biblio	22,5 -/- 38 da S.P.T.	27-/- 45 da S.P.T.
Coesione efficace	"c"	[Kg/cm ²]	0,0	0,37	0,34
Modulo di confinamento	"M"	[MPa]	32	28	41
Modulo di Young	"E"	[MPa]	800	735	1.250
Modulo di taglio	"G"	[MPa]	650	255	731
Densità relativa	"Dr"	[%]	58	64	77
Coeff. di Poisson	" ν "	[-]	0.42	0.44	0.43
Coeff. di Winkler	"K _w "	[Kg/cm ³]	12	20	25
Coeff. di Winkler (da densità relativa, pali 120 cm)	"Kh"	[Kg/cm ³]		28.18	63.25
Velocità onde compressione	"V _p "	[m/sec]	1.000	1.240	1.485
Velocità onde di taglio	"V _s "	[m/sec]	300	345	450

7. PARAMETRI GEOTECNICI DESUNTI DA PROVE IN SITO

7.1. Analisi di laboratorio

Le analisi di laboratorio sono consistite unicamente in granulometrie, limiti di Atterberg ed il peso di volume e contenuto d'acqua dei campioni rimaneggiati (non indisturbati).

Non sono stati condotti ulteriori approfondimenti, quindi per i principali parametri geotecnici (angolo attrito, coesione efficace, etc.) non si ha a disposizione un confronto con analisi specifiche di laboratorio.

7.2. Prove SPT

Durante l'esecuzione dei carotaggi sono state realizzate prove SPT mediamente ogni 1,5 metri.

In S1 sono state eseguite 5 prove ed in S2 18 prove.

12 prove in totale sono andate a rifiuto, la maggior parte di queste è andata a rifiuto nei livelli conglomeratici.

Abbiamo quindi pochi dati completi delle prove.

Al fine di elaborare il numero massimo di prove, si è scelto di utilizzare il valore 50 per i tratti andati a rifiuto, in modo da fornire un dato, cautelativo, anche per queste prove.

Si sottolinea come si ritenga che l'assenza di un dato di confronto ottenuto tramite prove di laboratorio, ad esempio prove di taglio sulla matrice limoso sabbiosa, nel caso la componente clastica fosse eccessiva, non aiuti a definire un quadro definitivo.

Di seguito vengono riportate le sintesi delle elaborazioni:

Sondaggio S1

Strato	Prof. Strato (m)	Nspt	Tipo	γ (t/m ³)	γ . Sat (t/m ³)	Angolo d'attrito (°)	Coesione non drenata Cu (Kg/cm ²)
1	2	100	Incoerente	1.95	2.21	42	0
2	3.5	100	Incoerente	1.95	2.21	42	0
3	5	100	Incoerente	1.95	2.21	42	0
4	6.5	52	Coesivo	2.5	2.5	0	3.51
5	8	100	Incoerente	1.95	2.21	42	0

Sondaggio S2

Strato	Prof. Strato (m)	Nspt	Tipo	γ (t/m ³)	γ . Sat (t/m ³)	Angolo d'attrito (°)	Coesione non drenata Cu (Kg/cm ²)
1	2	15	Coesivo	2.07	2.28	0	1.01
2	3.5	21	Coesivo	2.1	2.12	0	1.42
3	5	25	Coesivo	2.12	2.22	0	1.69
4	6.4	60	Incoerente	1.91	2.18	40.16	0
5	8	35	Coesivo	2.28	2.5	0	2.36
6	9.5	100	Coesivo	2.5	2.5	0	6.75
7	11	100	Incoerente	1.95	2.21	42	0
8	12.5	100	Incoerente	1.95	2.21	42	0
9	14	75	Incoerente	1.95	2.21	40.14	0
10	15.5	100	Incoerente	1.95	2.21	41.75	0
11	16.8	100	Incoerente	1.95	2.21	41.54	0
12	18.5	34	Coesivo	2.25	2.5	0	2.3
13	20	100	Incoerente	1.95	2.21	41.06	0
14	22.8	85	Incoerente	1.97	2.22	27.1	0
15	25.9	100	Incoerente	1.95	2.21	40.3	0
16	27.5	61	Incoerente	1.91	2.19	37.66	0
17	28.8	100	Incoerente	1.95	2.21	39.97	0
18	30.4	90	Incoerente	1.97	2.22	39.19	0

In rosso le prove "ricostruite", ovvero quelle a cui è stato dato un valore di 50 colpi al tratto andato a rifiuto.

La natura coesiva o incoerente è stata desunta dalle prove di laboratorio

(granulometrie)

L'autore utilizzato per l'elaborazione delle prove è quello che approssima di più la composizione granulometrica di riferimento, in particolare Terzaghi-Peck per la Cu e Schmertmann per l'angolo di attrito

In allegato vengono fornite le elaborazioni con tutti gli autori ed i tabulati delle elaborazioni.

Sono stati elaborati i dati disponibili ottenuti tramite prove SPT in 2 fori di sondaggio, eseguiti dalla ditta Songeo, a supporto della progettazione del campo eolico di Cerignola.

La maggior parte delle prove ha raggiunto il limite del rifiuto durante l'esecuzione.

Al fine di fornire una indicazione più completa, si è scelto di utilizzare il valore di 50 colpi per i tratti andati a rifiuto, al fine di fornire un valore, tendenzialmente cautelativo, per ogni prova (delle 23 prove disponibili, solo 11 sono state completate, e di queste solo 8 sono all'interno della formazione principale (conglomerati di Ordonà).

Si premette che la problematica principale nell'elaborare prove con alto numero di colpi, è la possibilità di sovrastimare i parametri geotecnici.

In allegato vengono riportati tutti i parametri ottenuti, ed una tabella di sintesi dei parametri geotecnici.

Concentrandosi sull'orizzonte principale, riferibile ai conglomerati di Ordonà, possiamo evidenziare le variazioni per i principali parametri geotecnici:

- Peso di volume: da letteratura 18,7 ton/mc da prove SPT tra 19 e 25 ton/mc
- Angolo di attrito: da letteratura compreso tra 22,5° e 38°, da prove SPT tra 27,1° e 42°
- Coesione efficace: non sono disponibili dati per confrontare i valori di letteratura
- Coesione non drenata: non sono disponibili dati di letteratura per confrontare i valori ottenuti da prove SPT

Confrontando i valori di letteratura con quelli ottenuti da prove SPT, si può osservare come mediamente i primi risultino più cautelativi di quelli ottenuti dalla elaborazione delle prove SPT.

8. SISMICITÀ DEL TERRITORIO

8.1. Inquadramento Macrosismico

L'Appennino meridionale presenta una storia sismica tra le più severe dell'Italia, sia in termini di intensità che di frequenza di terremoti.

Le zone sismogenetiche sono caratterizzate da un'elevata pericolosità sia per il livello di sismicità che per l'elevata attività neotettonica.

Nell'area dell'Appennino meridionale, nella quale è compreso il territorio indagato, le zone maggiormente interessate nel tempo da eventi sismici con magnitudo superiore a 5 sono quelle ubicate in corrispondenza della catena.

L'allineamento degli epicentri di questi eventi sismici è evidentemente collegato con la struttura geologica della regione, in particolare gli epicentri si concentrano

prevalentemente a ridosso del confine tra la catena Appenninica e l'Avanfossa Bradanica, mentre il loro numero decresce nei settori interni della catena (prossimi al Mar Tirreno) e nel settore adriatico.

In base alla mappa della zonazione sismogenetica ZS9 di figura 1 redatta dall'INGV (2004) nell'Appennino Meridionale sono state individuate due aree:

-La prima caratterizzata dal massimo rilascio di energia legata ai processi distensivi che hanno interessato l'Appennino Meridionale a partire da 0,7 Ma circa. Tali aree coincidono con il settore assiale della catena. Per queste aree il meccanismo di fogliazione più diffuso è del tipo faglia diretta (in prevalenza sistemi di faglie ad andamento NW-SE), la magnitudo degli eventi sismici non è inferiore a 5 e la profondità epicentrale è compresa tra 8-12 km. I settori occidentali dei bacini del Bradano, Basento; dell'Agri, del Sinni ed il settore orientale del bacino del Noce ricadono in questo tipo di zona sismogenetica;

-La seconda area caratterizzata dal rilascio di energia imputabile a meccanismi di fogliazione tipici delle faglie trascorrenti. La magnitudo non è inferiore a 5 e la profondità degli epicentri oscilla tra i 12 e 20 km. Queste zone sismogenetiche sono connesse a lineamenti tettonici ad andamento W-E.

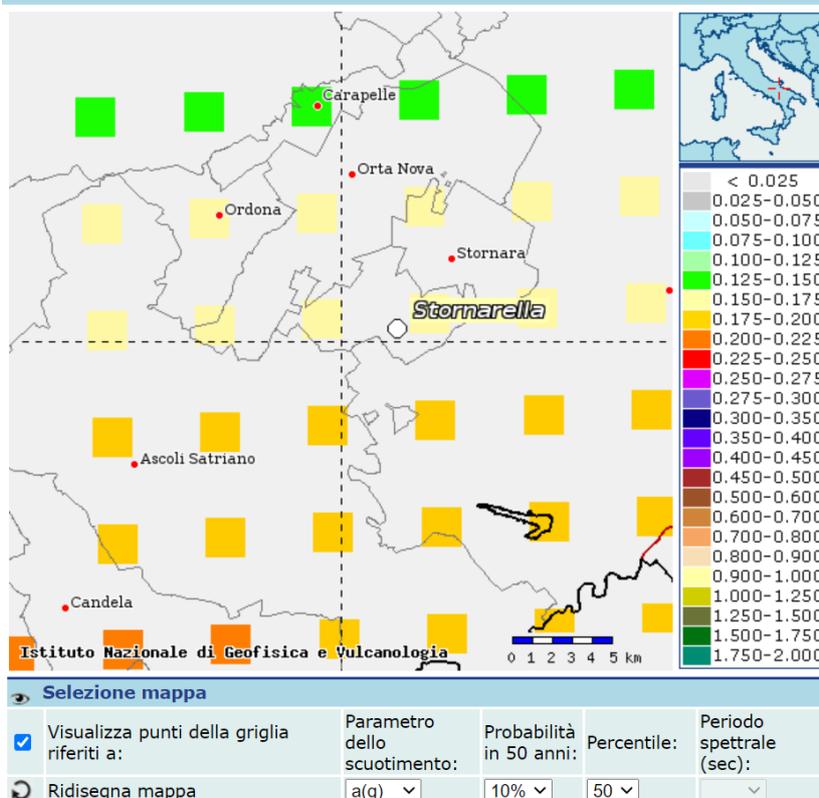
8.2. Inquadramento sismico dell'area

Le opere in progetto si trovano nei pressi di Stornarella, ubicato in provincia di Foggia.

Il comune è inserito in zona sismica 2, a cui corrisponde un'accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico compresa tra 0,15 e 0.25 ag/g.

I calcoli sismici sono stati eseguiti come da normativa utilizzando il quadrante di riferimento rispetto all'ubicazione del sito, che come osservabile nella figura sottostante, indica per il sito valori nel range 0,175-0,2 ag/g

Mappe interattive di pericolosità



Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale espressa in termini accelerazione massima al suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita a suoli molto rigidi (Ordinanza 3519-06)

8.3. Zonazione Sismogenetica

L'area si trova su di una sorgente sismogenetica composta denominata Castelluccio dei Sauri-Trani (ITCS004)

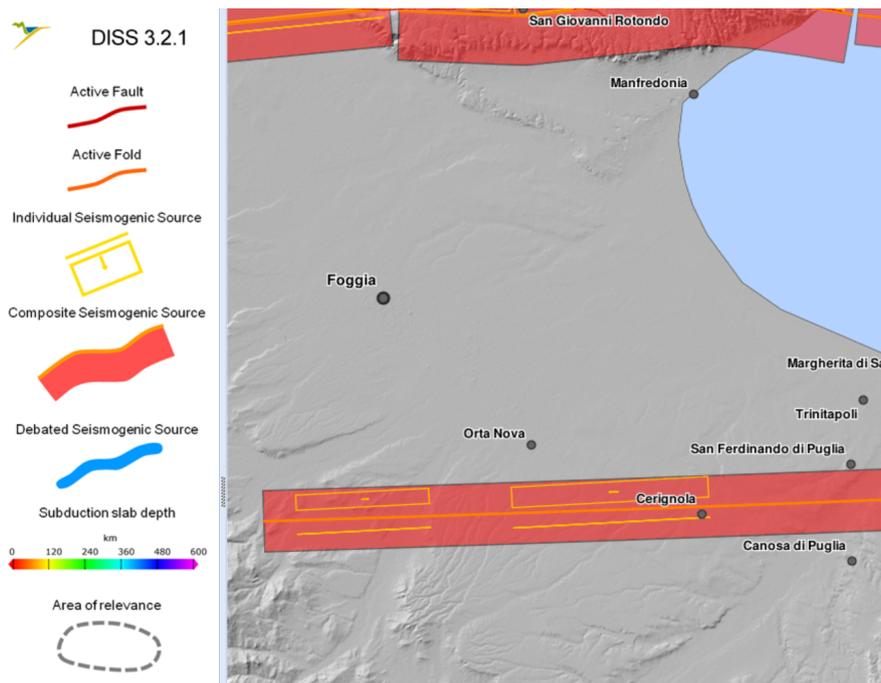
Questa sorgente composta si trova a cavallo della piana meridionale della Capitanata, attraverso la bassa valle dell'Ofanto R. a sud della città di Foggia, e appartiene al sistema di scivolamento obliquo-laterale destro che interessa l'avamposto dell'Adriatico centrale e meridionale.

Questa fonte è quasi verticale, con immersione a N, tagliata a est dell'asse estensionale principale dell'Appennino meridionale.

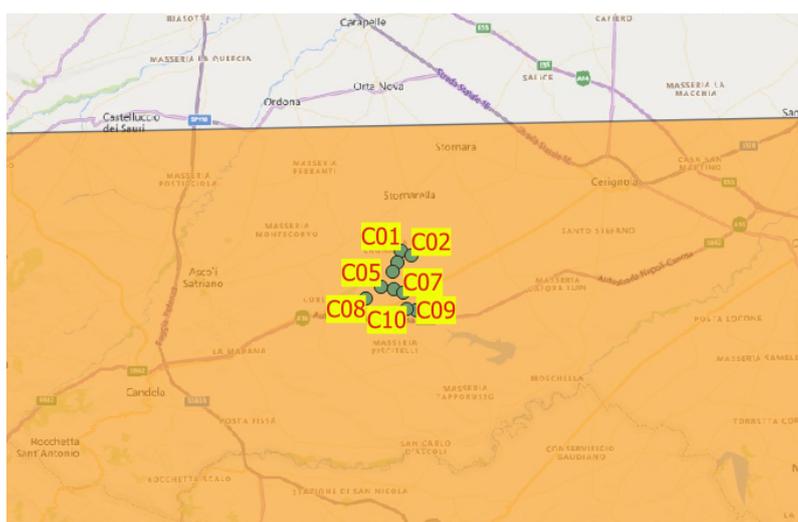
Cataloghi storici e strumentali (Boschi et al., 2000; Gruppo di Lavoro CPTI, 2004; Pondrelli et al., 2006; Guidoboni et al., 2007) mostrano una scarsa sismicità da intermedia a dannosa in questa regione, ma anche tre terremoti distruttivi (elencati da ovest a est): 17 luglio 1361 (Mw 6.1, Ascoli Satriano), 20 marzo 1731 (Mw 6.3, Foggiano) e 11 maggio 1560 (Mw 5.7, Barletta-Bisceglie).

Si pensa che questa sorgente sia un sistema di faglie E-O profondo, una parte del meccanismo tettonico che sembra caratterizzare l'intero dominio sismogenico a est della spina dorsale dell'Appennino meridionale, e forse anche di quelli centrali.

Si pensa che il settore orientale di questa sorgente abbia causato il terremoto del 1560, mentre quello centrale potrebbe aver causato l'evento distruttivo del 1731, mentre quello occidentale avrebbe causato il complesso terremoto del 1361.



Zona sismogenetica di riferimento passante per Cerignola e l'area di studio



Dettaglio con ubicazione aerogeneratori della Zonazione sismogenetica.

8.4. Sismicità storica e pericolosità sismica del territorio Comunale

Di seguito sono descritti gli eventi principali che dal XVII secolo hanno avuto effetti macrosismici significativi nell'area di studio.

L'area di interesse è stata storicamente interessata da sismi anche di media - forte intensità.

Il database macrosismico, utilizzato nel 2004 per la compilazione del catalogo CPTIO4 (Gruppo di lavoro CPTI, 2004), permette di visionare la storia sismica delle località italiane presenti almeno tre volte in DBMI04 (5325 località in totale). Le informazioni contenute nel database hanno consentito una prima individuazione dei "centri sismici" rilevanti per il sito in esame e delle relative potenzialità in termini di intensità epicentrali storicamente documentate.

Dalla consultazione del Database Macrosismico Italiano 2015 dell'INGV (DBMI15), sono stati individuati i terremoti storici registrati nel territorio di Stornarella, riportati di seguito.

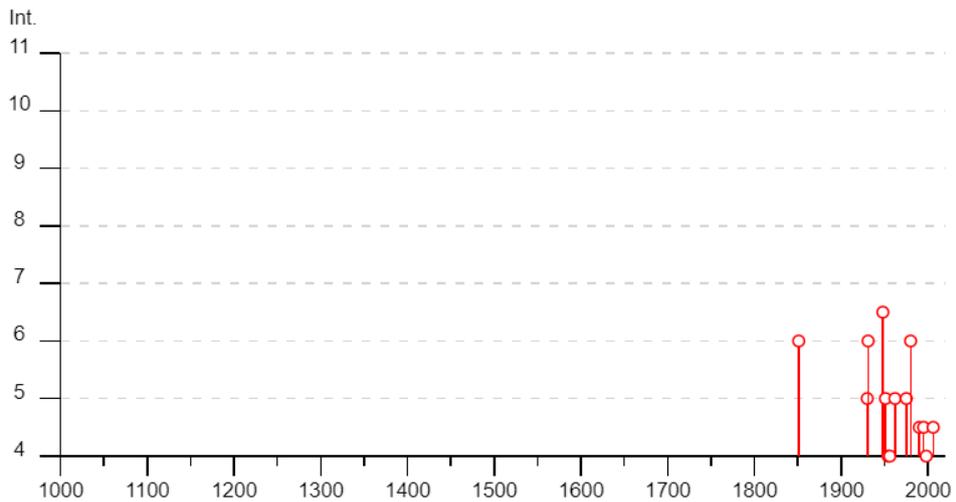


Grafico con i principali sismi avvenuti dal 1850 Loc. Stornarella

Stornarella



PlaceID IT_62248
 Coordinates (lat, lon) 41.256, 15.731
 Municipality (ISTAT 2015) Stornarella
 Province Foggia
 Region Puglia
 No. of reported earthquakes 22

Effects	Reported earthquakes									
Int.	Year	Mo	Da	Ho	Mi	Se	Epicentral area	NMDP	Io	Mw
6	1851	08	14	13	20		Vulture	103	10	6.52
NF	1893	08	10	20	52		Gargano	69	8	5.39
NF	1913	10	04	18	26		Molise	205	7-8	5.35
5	1930	07	23	00	08		Irpinia	547	10	6.67
6	1931	12	03	09	32		Tavoliere delle Puglie	12	6	4.59
6-7	1948	08	18	21	12	2	Gargano	58	7-8	5.55
5	1951	01	16	01	11		Gargano	73	7	5.22
4	1954	10	26	02	25		Gargano	8	4-5	4.72
NF	1955	02	09	10	06		Gargano	31	6-7	5.05
4	1956	09	22	03	19	3	Gargano	57	6	4.64
5	1962	08	21	18	19		Irpinia	562	9	6.15
5	1975	06	19	10	11		Gargano	61	6	5.02
6	1980	11	23	18	34	5	Irpinia-Basilicata	1394	10	6.81
4-5	1990	05	05	07	21	2	Potentino	1375		5.77
3	1991	05	26	12	25	5	Potentino	597	7	5.08
NF	1992	11	05	13	34	2	Gargano	32	5	4.34
4-5	1995	09	30	10	14	3	Gargano	145	6	5.15
3	1996	04	03	13	04	3	Irpinia	557	6	4.90
4	1998	04	07	21	36	5	Valle dell'Ofanto	45	5	4.31
3-4	2002	11	01	15	09	0	Molise	638	7	5.72
NF	2003	06	01	15	45	1	Molise	501	5	4.44
4-5	2006	05	29	02	20	0	Gargano	384		4.64

Tabella con i principali sismi avvenuti dal 1850

9. SISMICITÀ DELL'AREA E MICROZONIZZAZIONE SISMICA

9.1. Premessa

Di seguito viene fornito un inquadramento generale sulla classificazione sismica dell'area in esame nel rispetto delle disposizioni delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni del Decreto Ministeriale del 17/01/2018.

Secondo la normativa vigente la tipologia del suolo di fondazione è dipendente dal valore $V_{s,eq}$ definito dalla seguente equazione:

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

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

Le verifiche strutturali nei diversi stati limiti vanno condotte adottando le azioni sismiche che sono funzione della "pericolosità sismica" dell'area in esame. La "pericolosità sismica" è definita a partire dall'accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero su suolo rigido, con piano campagna orizzontale.

Le azioni di progetto dovute al sisma si ricavano dalle accelerazioni a_g e dalle relative forme spettrali definite in funzione dei parametri:

a_g = accelerazione orizzontale massima al sito

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.

I valori di tali parametri sono riportati nella tabella esposta nell'Allegato A del decreto, grazie alla quale i parametri dell'area in esame vengono ottenuti per interpolazione lineare tra quattro punti di una griglia di punti prefissati sul territorio

Utilizzando il software dedicato si ricavano gli spettri di risposta elastica delle componenti orizzontali di moto, per i diversi periodi di ritorno considerati dal D.M. Microzonazione sismica

La microzonazione sismica ha lo scopo di riconoscere ad una scala sufficientemente piccola (scala comunale o sub comunale) le condizioni di sito che possono modificare sensibilmente le caratteristiche del moto sismico atteso (risposta sismica locale) o possono produrre deformazioni permanenti rilevanti per le costruzioni e le infrastrutture.

In sostanza lo studio di microzonazione restituisce una mappa del territorio nella quale sono indicate:

-le zone in cui il moto sismico viene modificato rispetto a quello atteso in condizioni ideali di terreno rigido (suolo A della norma nazionale) e pianeggiante, a causa delle caratteristiche litostratigrafiche del terreno e geomorfologiche del territorio.

-le zone in cui sono presenti o suscettibili di attivazione fenomeni di deformazione permanenti del territorio indotti o innescati dal sisma (instabilità di versante, assestamenti, liquefazioni, fagliazione superficiale).

9.2. Effetti di amplificazione topografica

Le verifiche sugli effetti di amplificazione topografica si basano puramente su criteri di tipo morfometrico/morfologico; per le sezioni e le misurazioni si è fatto riferimento alla cartografia disponibile.

Categoria topografica	Ubicazione opera	St
T1(sup. pianeggiante, pendii e rilievi isolati con incl. media <= 15°)	-	1.0
T2 (pendii con inclinazione media > 15°)	Sommità del pendio	1.2
T3(rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base ed inclinazione media compresa tra 15-30°)	Cresta del rilievo	1.2
T4 (rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base ed inclinazione media > 30°)	Cresta del rilievo	1.4

Valori massimi del coeff. di amplificazione topografica (tabella 3.2.IV della N.T.C.):

9.3. Categorie di suolo di fondazione

Le nuove Norme Tecniche per le Costruzioni, ai fini della definizione della azione sismica di progetto, definiscono le seguenti categorie di profilo stratigrafico del suolo di fondazione (le profondità si riferiscono al piano di posa delle fondazioni, i valori da utilizzare per Vs, NSPT e Cu sono valori medi):

Dai dati disponibili, derivati da indagini eseguite nelle immediate vicinanze, la categoria sismica del terreno prevalente è C

Categoria C -Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate, o di argille di media consistenza, con spessori variabili da diverse decine fino a centinaia di metri, caratterizzati da valori di Vs30 compresi tra 180 e 360 m/s (15 < NSPT < 50, 70 < Cu < 250kPa).

10. ANALISI SISMICA

10.1. Introduzione

Per quanto riguarda gli aspetti sismici la Normativa prende atto della classificazione fornita in prima approssimazione dalla O.P.C.M. N. 3274/03 ed impone l'obbligo della progettazione antisismica per i comuni che ricadono nelle zone 2, 3 e 4 esclusivamente per gli edifici considerati strategici e/o rilevanti di uso pubblico.

Per quanto riguarda i Comuni nel territorio dei quali ricadono le torri in progetto i Comuni di Cerignola e Ascoli Satriano sono classificati di Categoria 2.

Si segnala anticipatamente che i dati elencati sono stati stimati su base bibliografica, e come tali sono validi solo per una valutazione di progettazione preliminare, come d'altra parte tutti i contenuti e le indicazioni del presente documento. Per una valutazione propedeutica ad una progettazione esecutiva si

ritiene indispensabile l'esecuzione di una serie di prove in sito, utili alla determinazione precisa e reale dei parametri da utilizzare in corso di progettazione costruttiva. La tipologia, il numero e l'ubicazione delle prove necessarie saranno oggetto di specifica progettazione da parte del Progettista incaricato.

Per garantire anche in questo caso una rapida consultazione dei dati stimati gli stessi verranno editati in schede che conterranno una parte generale su base comunale ed una parte di dettaglio relativa alle torri.

Per quanto riguarda invece le N.T.C. 2018 gli edifici e le strutture vengono suddivisi in 4 categorie al § 2.4.3 come nel caso precedente. La classificazione delle N.T.C. riveste importanza, per quanto concerne la valutazione sismica, in quanto la stessa fa esplicito riferimento a dette classificazioni per quanto riguarda il "livello di valutazione" da adoperare nella assegnazione dei parametri sismici.

10.2. Determinazione dei parametri sismici

Date le considerazioni sopra effettuate a questo punto si può procedere con la valutazione dei parametri da applicare. Il calcolo va effettuato su base normativa e sarà finalizzato a fornire al Progettista informazioni il più complete possibile sui parametri sismici da applicare in sede di progetto. La categoria sismica di appartenenza dei terreni di fondazione è definita di tipo "C" sia sulla base della stratigrafia, sia come confronto con le prove DPSH sopra citate. Qui di seguito si allegano i tabulati relativi al calcolo dei vari parametri eseguiti con software specifico.

10.3. Pericolosità sismica di sito

Vita nominale (Vn): 50 [anni]
 Classe d'uso: IV
 Coefficiente d'uso (Cu): 2
 Periodo di riferimento (Vr): 100 [anni]
 Periodo di ritorno (Tr) SLO: 60 [anni]
 Periodo di ritorno (Tr) SLD: 101 [anni]
 Periodo di ritorno (Tr) SLV: 949 [anni]
 Periodo di ritorno (Tr) SLC: 1950 [anni]

Tipo di interpolazione: Media ponderata

Coefficiente di smorzamento viscoso ξ : 5 %

Fattore di alterazione dello spettro elastico $\eta = [10/(5+\xi)]^{(1/2)}$: 1.000

Categoria sottosuolo: C

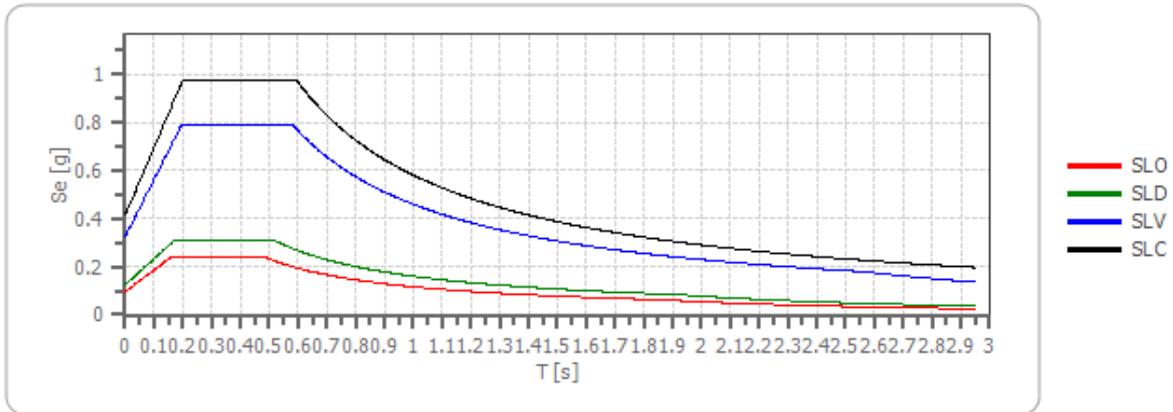
Categoria topografica: T1: Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media minore o uguale a 15°

Stabilità di pendii e fondazioni

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.019	0.025	0.091	0.116
kv	0.010	0.012	0.046	0.058
amax [m/s ²]	0.939	1.221	3.188	4.061
Beta	0.200	0.200	0.280	0.280

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SL O	2. 0	0.06 4	2.51 5	0.31 3	1.50 0	1.54 0	1.00 0	1.50 0	1.00 0	0.16 1	0.48 2	1.85 5	0.09 6	0.241
SLD	2. 0	0.08 3	2.49 5	0.34 6	1.50 0	1.49 0	1.00 0	1.50 0	1.00 0	0.17 2	0.51 6	1.93 2	0.12 4	0.310
SLV	2. 0	0.24 1	2.42 0	0.41 7	1.35 0	1.40 0	1.00 0	1.35 0	1.00 0	0.19 5	0.58 4	2.56 3	0.32 5	0.787
SLC	2. 0	0.33 7	2.35 0	0.42 9	1.23 0	1.39 0	1.00 0	1.23 0	1.00 0	0.19 9	0.59 6	2.94 7	0.41 4	0.973

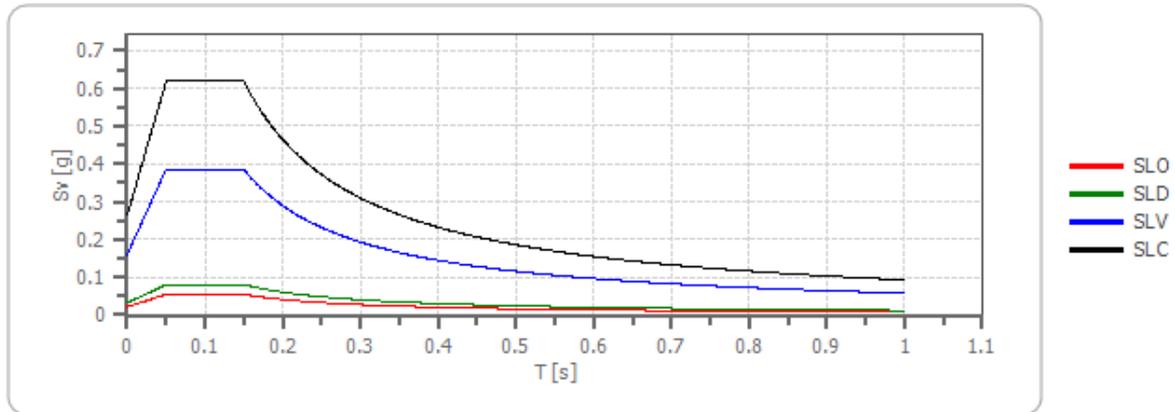
Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali

Coefficiente di smorzamento viscoso ξ:

5 %

Fattore di alterazione dello spettro elastico $\eta = [10 / (5 + \xi)]^{(1/2)}$: 1.000

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali



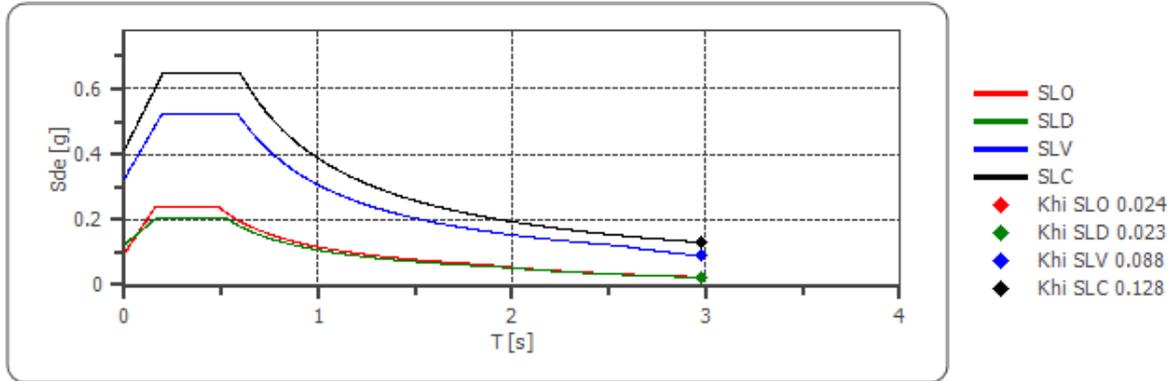
	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	2.0	0.064	2.515	0.313	1	1.540	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000	0.022	0.055
SLD	2.0	0.083	2.495	0.346	1	1.490	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000	0.032	0.080
SLV	2.0	0.241	2.420	0.417	1	1.400	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000	0.160	0.386
SLC	2.0	0.337	2.350	0.429	1	1.390	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000	0.264	0.620

Spettro di progetto

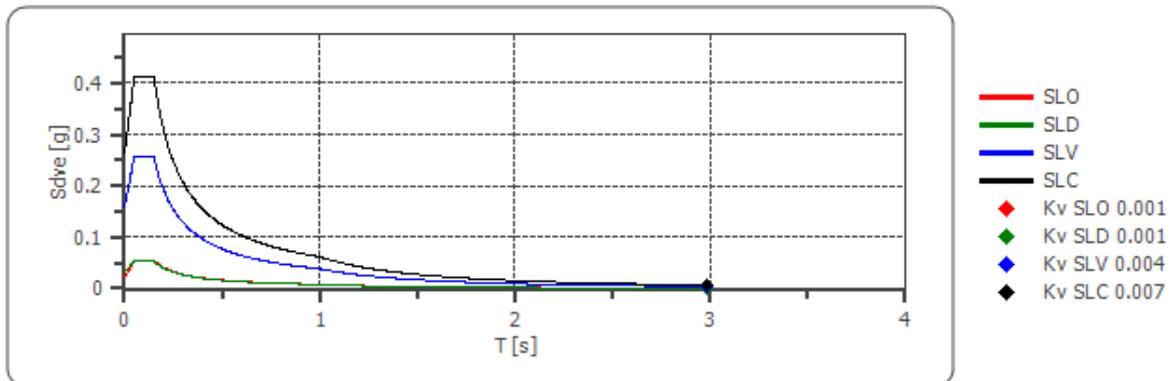
Fattore di struttura spettro orizzontale q : 1.50
 Fattore di struttura spettro verticale q : 1.50
 Periodo fondamentale T : 2.98 [s]

	SLO	SLD	SLV	SLC
$k_{hi} = S_{de}(T)$ Orizzontale [g]	0.024	0.023	0.088	0.128
$k_v = S_{dve}(T)$ Verticale [g]	0.001	0.001	0.004	0.007

Spettro di progetto delle componenti orizzontali



Spettro di progetto delle componenti verticali



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	q [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Sd(0) [g]	Sd(TB) [g]
SLO orizzontale	2.0	0.064	2.515	0.313	1.500	1.540	1.000	1.500	1.000	0.161	0.482	1.855	0.096	0.241
SLO verticale	2.0	0.064	2.515	0.313	1.500	1.540	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000	0.022	0.055
SLD orizzontale	2.0	0.083	2.495	0.346	1.500	1.490	1.000	1.500	1.500	0.172	0.516	1.932	0.124	0.207
SLD verticale	2.0	0.083	2.495	0.346	1.500	1.490	1.000	1.000	1.500	0.050	0.150	1.000	0.032	0.054
SLV orizzontale	2.0	0.241	2.420	0.417	1.350	1.400	1.000	1.350	1.500	0.195	0.584	2.563	0.325	0.524
SLV	2.0	0.241	2.420	0.417	1.350	1.400	1.000	1.000	1.500	0.050	0.150	1.000	0.160	0.257

verticale	0	1	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SLC orizzontale	2.0	0.337	2.350	0.429	1.230	1.390	1.000	1.230	1.500	0.199	0.596	2.947	0.414	0.649
SLC verticale	2.0	0.337	2.350	0.429	1.230	1.390	1.000	1.000	1.500	0.050	0.150	1.000	0.264	0.413

11. STIMA DEI CARICHI SU PALO

11.1. CONSIDERAZIONI SULLA PORTANZA DELLE FONDAZIONI

E' stata condotta una stima della portanza a rottura del terreno di fondazione, proposta di seguito.

In mancanza di dati puntuali, sono stati usati parametri geotecnici da letteratura.

A scopo cautelativo, sono stati considerati i parametri medi minori per ciascuna litozona.

11.2. DETERMINAZIONE PORTATA ASSIALE PALO

Dati generali...

Diametro punta	1.20 m
Lunghezza	29.00 m
Tipo	Trivellato
Sporgenza dal terreno	0.50 m
Densità relativa strato punta palo	80.00
Portanza di punta calcolata con:	Vesic
Profondità falda da piano campagna	8.00 m
Calcestruzzo tipo	2
Acciaio tipo	1

SISMA

Accelerazione sismica	0.096
Coefficiente di intensità sismico [Kh]	0.0193
Coefficiente di intensità sismico [Kv]	0.0096

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe IV
Vita nominale:	50.0 [anni]
Vita di riferimento:	100.0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	C
Categoria topografica:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	60.0	0.63	2.52	0.31
S.L.D.	101.0	0.81	2.5	0.35
S.L.V.	949.0	2.36	2.42	0.42
S.L.C.	1950.0	3.3	2.35	0.43

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s ²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0.945	0.2	0.0193	0.0096
S.L.D.	1.215	0.2	0.0248	0.0124
S.L.V.	3.1873	0.28	0.091	0.0455
S.L.C.	4.0441	0.28	0.1155	0.0577

Archivio materiali

Conglomerati

Nr.	Classe Calcestruzzo	fck,cubi [MPa]	Ec [MPa]	fck [MPa]	fcd [MPa]	fctd [MPa]	fctm [MPa]
1	C20/25	25	29960	20	11.33	1.01	2.21
2	C25/30	30	31475	25	14.16	1.14	2.56
3	C28/35	35	32308	28	15.86	1.26	2.76
4	C40/50	50	35220	40	22.66	1.63	3.5

Acciai:

Nr.	Classe Acciaio	Es [MPa]	fyk [MPa]	fyd [MPa]	ftk [MPa]	ftd [MPa]	ep_tk	epd_ult	β1*β2 in.	β1*β2 fin.
1	B450C	200000	450	391.3	450	391.3	.075	.0675	1	0.5
2	B450C*	200000	450	391.3	540	450	.05	.04	1	0.5
3	S235H	210000	235	204.35	360	204.35	0.05	0.04	1	0.5
4	S275H	210000	275	239.13	430	239.13	0.05	0.04	1	0.5
5	S355H	210000	355	308.7	510	308.7	0.05	0.04	1	0.5

Stratigrafia

Nr.: Numero dello strato. Hs: Spessore dello strato. Fi: Angolo di attrito. c: Coesione Alfa: Coefficiente adesione attrito laterale. Vs: Velocità onde di taglio.

Strat. 2

Nr.	Hs	Peso unità di Volume [kN/m ³]	Peso Unità di volume Saturo [kN/m ³]	cu [kN/m ²]	Fi (°)	Attrito negativo	Alfa	Modulo elastico [MN/m ²]	Vs [m/s]	Descrizione litologica
1	22.00	18.71	18.71	36.00	22.50	No	0.95	735.00	345	
2	7.00	18.63	18.63	33.00	27.00	No	0.45	731.00	450	

Strat. Nr. 2

Carico limite

Stratigrafia	Nq	Nc	Fi/C strato punta Palo (°)/[kN/m ²]	Peso palo [kN]	Carico limite punta [kN]	Carico limite laterale [kN]	Carico limite [kN]	Attrito negativo [kN]	Carico limite orizzontale [kN]
A1+M1+R3	18.14	42.42	22/33.00	852.75	12703.53	9322.72	21173.50	--	518.71 [Lungo]

Corto si rompe il terreno senza che la sezione si plasticizzi. Medio si rompe la sezione in c.a. prima del terreno (una sola cerniera plastica). Lungo si rompe la sezione in c.a. prima del terreno (due cerniere plastiche).

RESISTENZA DI PROGETTO CARICHI ASSIALI

Resistenza caratteristica carichi assiali. Nome combinazione:

A1+M1+R3

Numero verticali di indagine 1
 Fattore correlazione verticale indagate media (xi3) 1.70
 Fattore correlazione verticale indagate minima (xi4) 1.70

	Rc, Min [kN]	Rc, Media [kN]	Rc, Max [kN]
Base	12703.53	12703.53	12703.53
Laterale	9322.72	9322.72	9322.72
Totale	21173.50	21173.50	21173.50

Coefficiente parziale resistenza caratteristica R3
 Base 1.35
 Laterale 1.15
 Resistenza di progetto base 5535.31 kN
 Resistenza di progetto laterale 4768.65 kN
 Resistenza di progetto 9451.21 kN

Resistenza di progetto carichi trasversali

Resistenza caratteristica carichi assiali. Nome combinazione A1+M1+R3

Numero verticali di indagine 1
 Fattore correlazione verticale indagate media (xi3) 1.70
 Fattore correlazione verticale indagate minima (xi4) 1.70
 Momento plasticizzazione 643.40 kNm

Rc, Min [kN]	Rc, Media [kN]	Rc, Max [kN]
518.7118	518.7118	518.7118

Coefficiente parziale resistenza caratteristica 1.3
 Resistenza di progetto 234.71 kN

Cedimento (Fleming 1992)

Lunghezza 29.50 m
 Diametro testa 1.20 m
 Diametro punta 1.20 m
 Tratto attrito laterale nullo 0.00 m
 Modulo elastico sezione 3.15E+07 kN/mq
 Punto di applicazione risultante resistenza attiva 0.45
 Fattore flessibilità terreno/palo 1.00E-03
 Carico applicato 3700.00 kN
 Carico limite laterale 8644.62 kN
 Carico limite di punta 18166.43 kN
 Modulo elastico terreno corrispondente 1.47E+03 kN/mq
 Accorciamento elastico 1.38 mm
 Cedimento rigido 0.90 mm
 Cedimento totale 2.28 mm

ARMATURE

Nodo	Z [m]	Nd [kN]	Md [kNm]	Td [kN]	Nr. Barre Diametro	Nu [kN]	Mu [kNm]	Cond. Verifica Flessione	Ver. Presso-Flessione	Def.Ma x Cls	Def.Ma x Fe	Asse Neutro [cm]	Passo Staffe [cm]	Res. Taglio [kN]	Sicurezza taglio	Cond. Verifica Taglio
1	0	--	--	--	17Ø16	-0.01	485.13	4946.91	Verificata	5.25E-04	-1.96E-03	34.62	--		101.97	Verificata
2	0.25	7.35	--	--	17Ø16	7.35	488.27	4978.84	Verificata	5.28E-04	-1.96E-03	34.49	--		101.97	Verificata
3	0.5	14.70	--	--	17Ø16	14.71	491.40	5010.79	Verificata	5.31E-04	-1.96E-03	34.37	--		101.97	Verificata
4	4.64	136.52	--	--	17Ø16	136.52	542.68	5533.67	Verificata	5.84E-04	-1.96E-03	32.42	--		101.97	Verificata
5	8.79	258.35	--	--	17Ø16	258.36	592.94	6046.25	Verificata	6.33E-04	-1.96E-03	30.66	--		101.97	Verificata
6	12.93	380.17	--	--	17Ø16	380.17	642.23	6548.83	Verificata	6.80E-04	-1.96E-03	29.04	--		101.97	Verificata
7	17.07	501.99	--	--	17Ø16	502.00	690.61	7042.12	Verificata	7.25E-04	-1.96E-03	27.55	--		101.97	Verificata
8	21.21	623.81	--	--	17Ø16	623.82	738.11	7526.46	Verificata	7.68E-04	-1.96E-03	26.16	--		101.97	Verificata
9	25.36	745.63	--	--	17Ø16	745.64	784.76	8002.15	Verificata	8.10E-04	-1.96E-03	24.85	--		101.97	Verificata
10	29.57	867.46	--	--	17Ø16	867.46	830.60	8469.64	Verificata	8.51E-04	-1.96E-03	23.62	--		101.97	Verificata

12. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

L'impianto in progetto si sviluppa su un'area caratterizzata dal punto di vista morfologico da un altopiano a debole pendenza in direzione Nord/Est a quote comprese tra i 320 ed i 180 m solcato da una serie di rii a regime tipicamente torrentizio il cui reticolato risulta fortemente orientato con asse principale Nord/Est.

Da un punto di vista litologico l'area è caratterizzata da un substrato roccioso estremamente regolare a luoghi ricoperto da una coltre detritica eluviale di esiguo spessore costituito da conglomerati da litoidi a litici di varia competenza al di sotto dei quali si individua la presenza di litotipi arenaceo sabbiosi.

Qui di seguito si riporta la stratigrafia tipo dell'area, valida, allo stato attuale delle indagini, per tutti i siti d'intervento:

da 00,00 a 1,00 – TERRENO VEGETALE – costituito da sabbia e limo con rara ghiaia eterometrica Ø max 2-4 cm, poligenica arrotondata, da asciutto a debolmente umido;

da 01,00 a 05,00 – COPERTURA ELUVIO-COLLUVIALE - *sabbia media e grossa debolmente limosa e ghiaia eterometrica, poligenica ad addensamento e grado di umidità molto variabile;*

da 05,00 a 22,00 – CONGLOMERATI DI ORDONA (ODN) *Conglomerati clasto sostenuti a matrice sabbiosa massivi, a stratificazione orizzontale ed obliqua, caratterizzati da frequenti lenti sabbiose a stratificazione piano parallela o incrociata. Presenza di sottili strati di sabbia limosa e di livelli di arenaria;*

da 22,00 a 30,00 – SABBIE DI MONTE MARANO (SMN)– sabbie limose e limi sabbioso argillosi da nocciola a grigio azzurri.

Quella sopra descritta è da intendersi come stratigrafia di riferimento, valida per

tutte le opere in progetto e rappresenta una situazione media soprattutto in termini di spessore dello strato di copertura eluvio-colluviale.

Sempre per brevità di illustrazione qui di seguito si riportano i principali parametri geotecnici, strato per strato, stimati su base bibliografica

Parametro	Simbolo	u.m.	ELUVIUM	ODN	FMM
Peso di volume	" γ "	[Ton/m ³]	17,65	18,71	18,63
Angolo di attrito	" ϕ "	[°]	29 da biblio	22,5 -/- 38 da S.P.T.	27-/-45 da S.P.T.
Coesione efficace	"c"	[Kg/cm ²]	0,0	0,37	0,34
Modulo di confinamento	"M"	[MPa]	32	28	41
Modulo di Young	"E"	[MPa]	800	735	1.250
Modulo di taglio	"G"	[MPa]	650	255	731
Densità relativa	"Dr"	[%]	58	64	77
Coeff. di Poisson	" ν "	[-]	0.42	0.44	0.43
Parametro	Simbolo	u.m.	ELUVIUM	ODN	FMM
Coeff. di Winkler	"K _w "	[Kg/cm ³]	12	20	25
Coeff. di Winkler (da densità relativa, pali 120 cm)	"K _h "	[Kg/cm ³]		28.18	63.25
Velocità onde compressione	"V _p "	[m/sec]	1.000	1.240	1.485
Velocità onde di taglio	"V _s "	[m/sec]	300	345	450

Da un punto di vista della normativa sismica il terreno di fondazione è da considerarsi di Classe "C".

Si tenga presente che quanto sopra è stato ricavato principalmente da dati bibliografici oltre tutto alla grande scala, pertanto per livelli di progettazione definitiva e esecutiva sono assolutamente necessarie indagini sito specifiche di verifica, adeguatamente pensate e progettate e che quanto illustrato è valido per i siti su cui si ubicano le torri, diventa molto più indicativo per quanto concerne eventuali opere necessarie per le realizzazioni di accessi, opere a servizio o viabilità.

In base ai dati utilizzati, provenienti da letteratura ma acquisiti in adiacenza dell'area negli stessi materiali, e tramite i due sondaggi sito-specifici, l'opera risulta compatibile con la classe di rischio in cui ricade

Tenuto presente quanto sopra espresso non ci sono (allo stato attuale delle indagini) condizioni ostative alla realizzazione delle opere in progetto.

PROVA ...S1

Strumento utilizzato...PROVE SPT IN FORO

Prova eseguita in data 28/03/2021

Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondita' (m)	Nr. Colpi
1.65	20
1.80	50
1.95	50
3.15	8
3.30	50
3.45	50
4.65	40
4.80	50
4.95	50
6.15	7
6.30	20
6.45	32
7.65	30
7.80	50
7.95	50

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA S1

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Terza ghi-Peck	Sanglerat	Terza ghi-Peck (1948)	U.S.D .M.S. M	Schmertmann 1975	SUN DA (1983) Bensi e Vanelli	Fletcher (1965) Argilla di Chicago	Houston (1960)	Shioi - Fukui 1982	Bege mann	De Beer
[4] - Limo argillo	52	6.45	3.51	6.50	0.00	1.81	5.20	0.00	3.79	5.75	2.60	8.13	6.50

so- sabbio so debol- mente ghiaio so													
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
[4] - Limo argilloso-sabbioso debolmente ghiaioso	52	6.45	Robertson (1983)	104.00

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Stroud e Butler (1975)	Vesic (1970)	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	Buisman- Sanglerat
[4] - Limo argilloso- sabbioso debolmente ghiaioso	52	6.45	238.58	--	532.16	520.00

Modulo di Young (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Schultze	Apollonia
[4] - Limo argilloso-sabbioso debolmente ghiaioso	52	6.45	577.60	520.00

Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[4] - Limo argilloso-sabbioso debolmente ghiaioso	52	6.45	A.G.I. (1977)	ESTREM. CONSISTENTE

Peso unita' di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unita' di volume (t/m ³)
[4] - Limo argilloso-sabbioso	52	6.45	Meyerhof	2.50

debolmente ghiaioso				
------------------------	--	--	--	--

Peso unita' di volume saturo

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unita' di volume saturo (t/m ³)
[4] - Limo argilloso-sabbioso debolmente ghiaioso	52	6.45	Meyerhof	2.50

Velocita' onde di taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Velocita' onde di taglio (m/s)
[4] - Limo argilloso-sabbioso debolmente ghiaioso	52	6.45	Ohta & Goto (1978) Limi	189.62

TERRENI INCOERENTI

Densita' relativa

	NSPT	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] - Ghiaia con limo sabbiosa debolmente argillosa	100	1.95	99.85	100	100	100
[2] - Ghiaia con limo sabbiosa debolmente argillosa	100	3.45	88.02	100	100	100
[3] - Ghiaia debolmente sabbioso- limosa	100	4.95	80.57	100	100	100
[5] - Ghiaia limo-sabbiosa debolmente argillosa	100	7.95	69.79	100	100	100

Angolo di resistenza al taglio

	NSPT	Prof. Strato	Nspt corret	Peck- Hans	Meye rhof	Sowe rs	Malc ev	Meye rhof	Schm ertma	Mitch ell &	Shioi- Fuku	Japan ese	De Mello	Owas aki &
--	------	-----------------	----------------	---------------	--------------	------------	------------	--------------	---------------	----------------	----------------	--------------	-------------	---------------

		(m)	to per prese nza falda	on- Thorn burn- Meye rhof 1956	(1956)	(1961)	(1964)	(1965)	nn (1977) Sabbi e	Katti (1981)	ni 1982 (ROA D BRID GE SPEC IFIC ATIO N)	Natio nal Railw ay		Iwasa ki
[1] - Ghiain a con limo sabbi osa debol mente argill osa	100	1.95	100	55.57	48.57	56	35.53	35.47	42	>38	53.73	57	58.28	59.72
[2] - Ghiain a con limo sabbi osa debol mente argill osa	100	3.45	100	55.57	48.57	56	33.31	35.47	42	>38	53.73	57	56.64	59.72
[3] - Ghiain a debol mente sabbi oso- limo sa	100	4.95	100	55.57	48.57	56	32.35	35.47	42	>38	53.73	57	55.21	59.72
[5] - Ghiain a limo- sabbi osa debol mente argill osa	100	7.95	100	55.57	48.57	56	31.18	35.47	42	>38	53.73	57	52.36	59.72

Modulo di Young (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appolonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[1] - Ghiaia con limo sabbiosa debolmente e argillosa	100	1.95	100	713.79	800.00	1180.70	930.00	575.00
[2] - Ghiaia con limo sabbiosa debolmente e argillosa	100	3.45	100	713.79	800.00	1180.70	930.00	575.00
[3] - Ghiaia debolmente e sabbioso-limoso	100	4.95	100	713.79	800.00	1180.70	930.00	575.00
[5] - Ghiaia limo-sabbiosa debolmente e argillosa	100	7.95	100	713.79	800.00	1180.70	930.00	575.00

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[1] - Ghiaia con limo sabbiosa debolmente argillosa	100	1.95	100	600.00	232.87	710.00	484.00
[2] - Ghiaia con limo sabbiosa debolmente argillosa	100	3.45	100	600.00	232.87	710.00	484.00
[3] - Ghiaia debolmente	100	4.95	100	600.00	232.87	710.00	484.00

sabbioso-limosa							
[5] - Ghiaia limo-sabbiosa debolmente argillosa	100	7.95	100	600.00	232.87	710.00	484.00

Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - Ghiaia con limo sabbiosa debolmente argillosa	100	1.95	100	Classificazione A.G.I	MOLTO ADDENSATO
[2] - Ghiaia con limo sabbiosa debolmente argillosa	100	3.45	100	Classificazione A.G.I	MOLTO ADDENSATO
[3] - Ghiaia debolmente sabbioso-limosa	100	4.95	100	Classificazione A.G.I	MOLTO ADDENSATO
[5] - Ghiaia limo-sabbiosa debolmente argillosa	100	7.95	100	Classificazione A.G.I	MOLTO ADDENSATO

Peso unita' di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unita' di Volume (t/m ³)
[1] - Ghiaia con limo sabbiosa debolmente argillosa	100	1.95	100	Terzaghi-Peck 1948	1.95
[2] - Ghiaia con limo sabbiosa debolmente argillosa	100	3.45	100	Terzaghi-Peck 1948	1.95
[3] - Ghiaia debolmente sabbioso-limosa	100	4.95	100	Terzaghi-Peck 1948	1.95
[5] - Ghiaia limo-sabbiosa debolmente argillosa	100	7.95	100	Terzaghi-Peck 1948	1.95

Peso unita' di volume saturo

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unita' Volume Saturo (t/m ³)
[1] - Ghiaia con limo sabbiosa debolmente argillosa	100	1.95	100	Terzaghi-Peck 1948	2.21
[2] - Ghiaia con limo sabbiosa debolmente argillosa	100	3.45	100	Terzaghi-Peck 1948	2.21
[3] - Ghiaia debolmente sabbioso-limosa	100	4.95	100	Terzaghi-Peck 1948	2.21
[5] - Ghiaia limo-sabbiosa debolmente argillosa	100	7.95	100	Terzaghi-Peck 1948	2.21

Modulo di Poisson

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] - Ghiaia con limo sabbiosa debolmente argillosa	100	1.95	100	(A.G.I.)	0.15
[2] - Ghiaia con limo sabbiosa debolmente argillosa	100	3.45	100	(A.G.I.)	0.15
[3] - Ghiaia debolmente sabbioso-limosa	100	4.95	100	(A.G.I.)	0.15
[5] - Ghiaia limo-sabbiosa debolmente argillosa	100	7.95	100	(A.G.I.)	0.15

Modulo di deformazione a taglio dinamico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
[1] - Ghiaia con limo sabbiosa debolmente argillosa	100	1.95	100	4930.75	2084.06

[2] - Ghiaia con limo sabbiosa debolmente argillosa	100	3.45	100	4930.75	2084.06
[3] - Ghiaia debolmente sabbioso-limosa	100	4.95	100	4930.75	2084.06
[5] - Ghiaia limo-sabbiosa debolmente argillosa	100	7.95	100	4930.75	2084.06

Velocita' onde di taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocita' onde di taglio (m/s)
[1] - Ghiaia con limo sabbiosa debolmente argillosa	100	1.95	100	Ohta & Goto (1978) Limi	151.01
[2] - Ghiaia con limo sabbiosa debolmente argillosa	100	3.45	100	Ohta & Goto (1978) Limi	183.81
[3] - Ghiaia debolmente sabbioso-limosa	100	4.95	100	Ohta & Goto (1978) Limi	200.17
[5] - Ghiaia limo-sabbiosa debolmente argillosa	100	7.95	100	Ohta & Goto (1978) Limi	222.12

Liquefazione

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Fs Liquefazione
[1] - Ghiaia con limo sabbiosa debolmente argillosa	100	1.95	100	Seed e Idriss (1971)	--
[2] - Ghiaia con limo sabbiosa debolmente argillosa	100	3.45	100	Seed e Idriss (1971)	--
[3] - Ghiaia debolmente sabbioso-limosa	100	4.95	100	Seed e Idriss (1971)	--
[5] - Ghiaia limo-sabbiosa	100	7.95	100	Seed e Idriss (1971)	--

debolmente argillosa					
----------------------	--	--	--	--	--

Coefficiente spinta a Riposo

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	K0
[1] - Ghiaia con limo sabbiosa debolmente argillosa	100	1.95	100	Navfac 1971-1982	11.93
[2] - Ghiaia con limo sabbiosa debolmente argillosa	100	3.45	100	Navfac 1971-1982	11.93
[3] - Ghiaia debolmente sabbioso-limosa	100	4.95	100	Navfac 1971-1982	11.93
[5] - Ghiaia limo-sabbiosa debolmente argillosa	100	7.95	100	Navfac 1971-1982	11.93

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
[1] - Ghiaia con limo sabbiosa debolmente argillosa	100	1.95	100	Robertson 1983	200.00
[2] - Ghiaia con limo sabbiosa debolmente argillosa	100	3.45	100	Robertson 1983	200.00
[3] - Ghiaia debolmente sabbioso-limosa	100	4.95	100	Robertson 1983	200.00
[5] - Ghiaia limo-sabbiosa debolmente argillosa	100	7.95	100	Robertson 1983	200.00

PROVA ...S2

Strumento utilizzato...PROVE SPT IN FORO

Prova eseguita in data 28/03/2021

Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondita' (m)	Nr. Colpi
1.65	5
1.80	5
1.95	10
3.15	5
3.30	10
3.45	11
4.65	5
4.80	12
4.95	13
6.05	4
6.20	10
6.35	50
7.65	10
7.80	10
7.95	25
9.15	5
9.30	50
9.45	50
10.65	12
10.80	50
10.95	50
12.15	45
12.30	50
12.45	50
13.65	17
13.80	25
13.95	50
15.15	23
15.30	50
15.45	50
16.45	8
16.60	50
16.75	50
18.15	10
18.30	16

18.45	18
19.65	17
19.80	50
19.95	50
22.45	14
22.60	35
22.75	50
25.55	10
25.70	50
25.85	50
27.15	16
27.30	25
27.45	36
28.45	20
28.60	50
28.75	50
30.05	19
30.20	40
30.35	50

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA S2

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Terza ghi-Peck	Sanglerat	Terza ghi-Peck (1948)	U.S.D .M.S. M	Schmertmann 1975	SUN DA (1983) Benassi e Vanelli	Fletcher (1965) Argilla di Chicago	Houston (1960)	Shioi - Fukui 1982	Bege mann	De Beer
[1] - imo sabbioso argilloso debolmente	15	1.95	1.01	1.88	0.00	0.59	1.48	0.00	1.30	1.63	0.75	2.49	1.88

ghiaioso														
[2] - Limo argilloso-sabbioso	21	3.45	1.42	2.63	0.00	0.81	2.08	0.00	1.77	2.18	1.05	3.23	2.63	
[3] - Limo argilloso-sabbioso	25	4.95	1.69	3.13	0.00	0.95	2.48	0.00	2.07	2.57	1.25	3.72	3.13	
[5] - Limo con sabbia debolmente argilloso	35	7.95	2.36	4.38	0.00	1.29	3.49	0.00	2.77	3.64	1.75	4.96	4.38	
[6] - Limo con sabbia argilloso debolmente ghiaioso	100	9.45	6.75	12.50	0.00	2.88	10.09	0.00	5.52	13.68	5.00	16.92	12.50	
[12] - Limo con sabbia ghiaioso debolmente argilloso	34	18.45	2.30	4.25	0.00	1.26	3.39	0.00	2.71	3.53	1.70	4.24	4.25	

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
[1] - imo sabbioso-argilloso debolmente	15	1.95	Robertson (1983)	30.00

ghiaioso					
[2] - Limo argilloso-sabbioso	21	3.45	Robertson (1983)	42.00	
[3] - Limo argilloso-sabbioso	25	4.95	Robertson (1983)	50.00	
[5] - Limo con sabbia debolmente argilloso	35	7.95	Robertson (1983)	70.00	
[6] - Limo con sabbia argilloso debolmente ghiaioso	100	9.45	Robertson (1983)	200.00	
[12] - Limo con sabbia ghiaioso debolmente argilloso	34	18.45	Robertson (1983)	68.00	

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Stroud e Butler (1975)	Vesic (1970)	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	Buisman-Sanglerat
[1] - imo sabbioso-argilloso debolmente ghiaioso	15	1.95	68.82	--	154.78	150.00
[2] - Limo argilloso-sabbioso	21	3.45	96.35	--	215.98	210.00
[3] - Limo argilloso-sabbioso	25	4.95	114.70	--	256.78	250.00
[5] - Limo con sabbia debolmente argilloso	35	7.95	160.58	--	358.77	350.00
[6] - Limo con sabbia argilloso debolmente ghiaioso	100	9.45	458.80	--	1021.73	1000.00
[12] - Limo con sabbia ghiaioso debolmente argilloso	34	18.45	155.99	--	348.57	340.00

Modulo di Young (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Schultze	Apollonia
[1] - imo sabbioso-argilloso debolmente ghiaioso	15	1.95	152.10	150.00
[2] - Limo argilloso-sabbioso	21	3.45	221.10	210.00
[3] - Limo argilloso-sabbioso	25	4.95	267.10	250.00
[5] - Limo con sabbia debolmente argilloso	35	7.95	382.10	350.00
[6] - Limo con sabbia argilloso debolmente ghiaioso	100	9.45	1129.60	1000.00
[12] - Limo con sabbia ghiaioso debolmente argilloso	34	18.45	370.60	340.00

Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] - imo sabbioso-argilloso debolmente ghiaioso	15	1.95	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE
[2] - Limo argilloso-sabbioso	21	3.45	A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE
[3] - Limo argilloso-sabbioso	25	4.95	A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE
[5] - Limo con sabbia debolmente argilloso	35	7.95	A.G.I. (1977)	ESTREM. CONSISTENTE
[6] - Limo con sabbia argilloso debolmente ghiaioso	100	9.45	A.G.I. (1977)	ESTREM. CONSISTENTE
[12] - Limo con sabbia ghiaioso debolmente argilloso	34	18.45	A.G.I. (1977)	ESTREM. CONSISTENTE

Peso unita' di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unita' di volume (t/m ³)
--	------	---------------------	--------------	--

[1] - imo sabbioso-argilloso debolmente ghiaioso	15	1.95	Meyerhof	2.07
[2] - Limo argilloso-sabbioso	21	3.45	Meyerhof	2.10
[3] - Limo argilloso-sabbioso	25	4.95	Meyerhof	2.12
[5] - Limo con sabbia debolmente argilloso	35	7.95	Meyerhof	2.28
[6] - Limo con sabbia argilloso debolmente ghiaioso	100	9.45	Meyerhof	2.50
[12] - Limo con sabbia ghiaioso debolmente argilloso	34	18.45	Meyerhof	2.25

Peso unita' di volume saturo

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unita' di volume saturo (t/m ³)
[1] - imo sabbioso-argilloso debolmente ghiaioso	15	1.95	Meyerhof	2.28
[2] - Limo argilloso-sabbioso	21	3.45	Meyerhof	2.12
[3] - Limo argilloso-sabbioso	25	4.95	Meyerhof	2.22
[5] - Limo con sabbia debolmente argilloso	35	7.95	Meyerhof	2.50
[6] - Limo con sabbia argilloso debolmente ghiaioso	100	9.45	Meyerhof	2.50
[12] - Limo con sabbia ghiaioso debolmente argilloso	34	18.45	Meyerhof	2.50

Velocita' onde di taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Velocita' onde di taglio (m/s)
[1] - imo sabbioso-	15	1.95	Ohta & Goto	108.76

argilloso debolmente ghiaioso			(1978) Limi	
[2] - Limo argilloso-sabbioso	21	3.45	Ohta & Goto (1978) Limi	140.32
[3] - Limo argilloso-sabbioso	25	4.95	Ohta & Goto (1978) Limi	157.49
[5] - Limo con sabbia debolmente argilloso	35	7.95	Ohta & Goto (1978) Limi	184.98
[6] - Limo con sabbia argilloso debolmente ghiaioso	100	9.45	Ohta & Goto (1978) Limi	230.38
[12] - Limo con sabbia ghiaioso debolmente argilloso	34	18.45	Ohta & Goto (1978) Limi	219

TERRENI INCOERENTI

Densita' relativa

	NSPT	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[4] - Ghiaia sabbiosa limosa	60	6.35	65.27	100	100	90.05
[7] - Ghiaia sabbiosa debolmente limosa	100	10.95	67.67	100	100	100
[8] - Ghiaia con sabbia limosa	100	12.45	63.83	100	100	100
[9] - Ghiaia con sabbia limosa	75	13.95	53.03	98.13	100	100
[10] - Ghiaia con sabbia limosa	100	15.45	57.51	100	100	100
[11] - Ghiaia con sabbia limosa	100	16.75	55.01	100	100	100
[13] - Ghiaia con sabbia limosa	100	19.95	51.3	96.4	100	100
[14] - Ghiaia con limo e	85	22.75	44.48	84.24	96.04	100

sabbia debolmente argillosa													
[15] - Ghiaia con limo e sabbia debolmente argillosa	100	25.85	44.74	85.59	99.82	100							
[16] - Ghiaia con limo e sabbia debolmente argillosa	61	27.45	31.65	63.88	76.73	91.21							
[17] - Ghiaia con limo e sabbia debolmente argillosa	100	28.75	40.9	79.72	95.74	100							
[18] - Ghiaia con limo e sabbia debolmente argillosa	90	30.35	37.23	73.73	89.7	100							

Angolo di resistenza al taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hans Thornburn-Meyerothof 1956	Meyerothof (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerothof (1965)	Schmertmann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanese National Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki
[4] - Ghiaia sabbiosa limosa	60	6.35	60	44.14	37.14	44.8	31.5	42.67	42	>38	45	45	50.7	49.64
[7] - Ghiaia sabbiosa	100	10.95	100	55.57	48.57	56	30.97	35.47	42	>38	53.73	57	51.66	59.72

debolmente limosa														
[8] - Ghiaia con sabbia limosa	100	12.45	100	55.57	48.57	56	30.6	35.47	42	>38	53.73	57	50.23	59.72
[9] - Ghiaia con sabbia limosa	75	13.95	75	48.43	41.43	49	29.81	41.47	41.74	>38	48.54	49.5	46.3	53.73
[10] - Ghiaia con sabbia limosa	100	15.45	100	55.57	48.57	56	30	35.47	42	>38	53.73	57	47.39	59.72
[11] - Ghiaia con sabbia limosa	100	16.75	100	55.57	48.57	56	29.77	35.47	42	>38	53.73	57	46.06	59.72
[13] - Ghiaia con sabbia limosa	100	19.95	100	55.57	48.57	56	29.43	35.47	41.5	>38	53.73	57	43.83	59.72
[14] - Ghiaia con limo e sabbia debolmente argill	85	22.75	85	51.29	44.29	51.8	28.89	39.67	39.79	>38	50.71	52.5	40.37	56.23

osa														
[15] - Ghiaia con limo e sabbia debolmente argillosa	100	25.85	100	55.57	48.57	56	28.83	35.47	39.98	>38	53.73	57	38.99	59.72
[16] - Ghiaia con limo e sabbia debolmente argillosa	61	27.45	61	44.43	37.43	45.08	27.81	42.65	36.94	>38	45.25	45.3	32.5	49.93
[17] - Ghiaia con limo e sabbia debolmente argillosa	100	28.75	100	55.57	48.57	56	28.48	35.47	39.16	>38	53.73	57	35.5	59.72
[18] - Ghiaia con limo e sabbia debolmente argillosa	90	30.35	90	52.71	45.71	53.2	28.19	38.47	38.32	>38	51.74	54	33.2	57.43

Modulo di Young (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato	Nspt corretto	Terzaghi	Schmertmann	Schultze-Menzenba	D'Appollonia ed altri	Bowles (1982)
--	------	--------------	---------------	----------	-------------	-------------------	-----------------------	---------------

		(m)	per presenza falda		(1978) (Sabbie)	ch (Sabbia ghiaiosa)	1970 (Sabbia)	Sabbia Media
[4] - Ghiaia sabbiosa limosa	60	6.35	60	552.90	480.00	708.70	630.00	375.00
[7] - Ghiaia sabbiosa debolment e limosa	100	10.95	100	713.79	800.00	1180.70	930.00	575.00
[8] - Ghiaia con sabbia limosa	100	12.45	100	713.79	800.00	1180.70	930.00	575.00
[9] - Ghiaia con sabbia limosa	75	13.95	75	618.16	600.00	885.70	742.50	450.00
[10] - Ghiaia con sabbia limosa	100	15.45	100	713.79	800.00	1180.70	930.00	575.00
[11] - Ghiaia con sabbia limosa	100	16.75	100	713.79	800.00	1180.70	930.00	575.00
[13] - Ghiaia con sabbia limosa	100	19.95	100	713.79	800.00	1180.70	930.00	575.00
[14] - Ghiaia con limo e sabbia debolment e argillosa	85	22.75	85	658.08	680.00	1003.70	817.50	500.00
[15] - Ghiaia con limo e sabbia debolment e argillosa	100	25.85	100	713.79	800.00	1180.70	930.00	575.00
[16] - Ghiaia con limo e sabbia debolment	61	27.45	61	557.49	488.00	720.50	637.50	380.00

e argillosa								
[17] - Ghiaia con limo e sabbia debolment e argillosa	100	28.75	100	713.79	800.00	1180.70	930.00	575.00
[18] - Ghiaia con limo e sabbia debolment e argillosa	90	30.35	90	677.16	720.00	1062.70	855.00	525.00

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[4] - Ghiaia sabbiosa limosa	60	6.35	60	360.00	150.71	426.00	305.60
[7] - Ghiaia sabbiosa debolmente limosa	100	10.95	100	600.00	232.87	710.00	484.00
[8] - Ghiaia con sabbia limosa	100	12.45	100	600.00	232.87	710.00	484.00
[9] - Ghiaia con sabbia limosa	75	13.95	75	450.00	181.52	532.50	372.50
[10] - Ghiaia con sabbia limosa	100	15.45	100	600.00	232.87	710.00	484.00
[11] - Ghiaia con sabbia limosa	100	16.75	100	600.00	232.87	710.00	484.00
[13] - Ghiaia con sabbia limosa	100	19.95	100	600.00	232.87	710.00	484.00
[14] - Ghiaia con limo e sabbia debolmente	85	22.75	85	510.00	202.06	603.50	417.10

argillosa							
[15] - Ghiaia con limo e sabbia debolmente argillosa	100	25.85	100	600.00	232.87	710.00	484.00
[16] - Ghiaia con limo e sabbia debolmente argillosa	61	27.45	61	366.00	152.76	433.10	310.06
[17] - Ghiaia con limo e sabbia debolmente argillosa	100	28.75	100	600.00	232.87	710.00	484.00
[18] - Ghiaia con limo e sabbia debolmente argillosa	90	30.35	90	540.00	212.33	639.00	439.40

Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[4] - Ghiaia sabbiosa limosa	60	6.35	60	Classificazione A.G.I	MOLTO ADDENSATO
[7] - Ghiaia sabbiosa debolmente limosa	100	10.95	100	Classificazione A.G.I	MOLTO ADDENSATO
[8] - Ghiaia con sabbia limosa	100	12.45	100	Classificazione A.G.I	MOLTO ADDENSATO
[9] - Ghiaia con sabbia limosa	75	13.95	75	Classificazione A.G.I	MOLTO ADDENSATO
[10] - Ghiaia con sabbia limosa	100	15.45	100	Classificazione A.G.I	MOLTO ADDENSATO
[11] - Ghiaia con sabbia limosa	100	16.75	100	Classificazione A.G.I	MOLTO ADDENSATO
[13] - Ghiaia con sabbia limosa	100	19.95	100	Classificazione A.G.I	MOLTO ADDENSATO

[14] - Ghiaia con limo e sabbia debolmente argillosa	85	22.75	85	Classificazione A.G.I	MOLTO ADDENSATO
[15] - Ghiaia con limo e sabbia debolmente argillosa	100	25.85	100	Classificazione A.G.I	MOLTO ADDENSATO
[16] - Ghiaia con limo e sabbia debolmente argillosa	61	27.45	61	Classificazione A.G.I	MOLTO ADDENSATO
[17] - Ghiaia con limo e sabbia debolmente argillosa	100	28.75	100	Classificazione A.G.I	MOLTO ADDENSATO
[18] - Ghiaia con limo e sabbia debolmente argillosa	90	30.35	90	Classificazione A.G.I	MOLTO ADDENSATO

Peso unita' di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unita' di Volume (t/m ³)
[4] - Ghiaia sabbiosa limosa	60	6.35	60	Terzaghi-Peck 1948	1.91
[7] - Ghiaia sabbiosa debolmente limosa	100	10.95	100	Terzaghi-Peck 1948	1.95
[8] - Ghiaia con sabbia limosa	100	12.45	100	Terzaghi-Peck 1948	1.95
[9] - Ghiaia con sabbia limosa	75	13.95	75	Terzaghi-Peck 1948	1.95
[10] - Ghiaia con sabbia limosa	100	15.45	100	Terzaghi-Peck 1948	1.95
[11] - Ghiaia con sabbia limosa	100	16.75	100	Terzaghi-Peck 1948	1.95
[13] - Ghiaia con sabbia limosa	100	19.95	100	Terzaghi-Peck 1948	1.95

[14] - Ghiaia con limo e sabbia debolmente argillosa	85	22.75	85	Terzaghi-Peck 1948	1.97
[15] - Ghiaia con limo e sabbia debolmente argillosa	100	25.85	100	Terzaghi-Peck 1948	1.95
[16] - Ghiaia con limo e sabbia debolmente argillosa	61	27.45	61	Terzaghi-Peck 1948	1.91
[17] - Ghiaia con limo e sabbia debolmente argillosa	100	28.75	100	Terzaghi-Peck 1948	1.95
[18] - Ghiaia con limo e sabbia debolmente argillosa	90	30.35	90	Terzaghi-Peck 1948	1.97

Peso unita' di volume saturo

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unita' Volume Saturo (t/m ³)
[4] - Ghiaia sabbiosa limosa	60	6.35	60	Terzaghi-Peck 1948	2.18
[7] - Ghiaia sabbiosa debolmente limosa	100	10.95	100	Terzaghi-Peck 1948	2.21
[8] - Ghiaia con sabbia limosa	100	12.45	100	Terzaghi-Peck 1948	2.21
[9] - Ghiaia con sabbia limosa	75	13.95	75	Terzaghi-Peck 1948	2.21
[10] - Ghiaia con sabbia limosa	100	15.45	100	Terzaghi-Peck 1948	2.21
[11] - Ghiaia con sabbia limosa	100	16.75	100	Terzaghi-Peck 1948	2.21
[13] - Ghiaia con sabbia limosa	100	19.95	100	Terzaghi-Peck 1948	2.21

[14] - Ghiaia con limo e sabbia debolmente argillosa	85	22.75	85	Terzaghi-Peck 1948	2.22
[15] - Ghiaia con limo e sabbia debolmente argillosa	100	25.85	100	Terzaghi-Peck 1948	2.21
[16] - Ghiaia con limo e sabbia debolmente argillosa	61	27.45	61	Terzaghi-Peck 1948	2.19
[17] - Ghiaia con limo e sabbia debolmente argillosa	100	28.75	100	Terzaghi-Peck 1948	2.21
[18] - Ghiaia con limo e sabbia debolmente argillosa	90	30.35	90	Terzaghi-Peck 1948	2.22

Modulo di Poisson

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[4] - Ghiaia sabbiosa limosa	60	6.35	60	(A.G.I.)	0.23
[7] - Ghiaia sabbiosa debolmente limosa	100	10.95	100	(A.G.I.)	0.15
[8] - Ghiaia con sabbia limosa	100	12.45	100	(A.G.I.)	0.15
[9] - Ghiaia con sabbia limosa	75	13.95	75	(A.G.I.)	0.2
[10] - Ghiaia con sabbia limosa	100	15.45	100	(A.G.I.)	0.15
[11] - Ghiaia con sabbia limosa	100	16.75	100	(A.G.I.)	0.15
[13] - Ghiaia con sabbia limosa	100	19.95	100	(A.G.I.)	0.15

[14] - Ghiaia con limo e sabbia debolmente argillosa	85	22.75	85	(A.G.I.)	0.18
[15] - Ghiaia con limo e sabbia debolmente argillosa	100	25.85	100	(A.G.I.)	0.15
[16] - Ghiaia con limo e sabbia debolmente argillosa	61	27.45	61	(A.G.I.)	0.23
[17] - Ghiaia con limo e sabbia debolmente argillosa	100	28.75	100	(A.G.I.)	0.15
[18] - Ghiaia con limo e sabbia debolmente argillosa	90	30.35	90	(A.G.I.)	0.17

Modulo di deformazione a taglio dinamico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
[4] - Ghiaia sabbiosa limosa	60	6.35	60	3050.53	1525.32
[7] - Ghiaia sabbiosa debolmente limosa	100	10.95	100	4930.75	2084.06
[8] - Ghiaia con sabbia limosa	100	12.45	100	4930.75	2084.06
[9] - Ghiaia con sabbia limosa	75	13.95	75	3762.45	1748.12
[10] - Ghiaia con sabbia limosa	100	15.45	100	4930.75	2084.06
[11] - Ghiaia con sabbia limosa	100	16.75	100	4930.75	2084.06
[13] - Ghiaia	100	19.95	100	4930.75	2084.06

con sabbia limosa					
[14] - Ghiaia con limo e sabbia debolmente argillosa	85	22.75	85	4232.21	1887.06
[15] - Ghiaia con limo e sabbia debolmente argillosa	100	25.85	100	4930.75	2084.06
[16] - Ghiaia con limo e sabbia debolmente argillosa	61	27.45	61	3098.30	1540.80
[17] - Ghiaia con limo e sabbia debolmente argillosa	100	28.75	100	4930.75	2084.06
[18] - Ghiaia con limo e sabbia debolmente argillosa	90	30.35	90	4465.82	1954.12

Velocita' onde di taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocita' onde di taglio (m/s)
[4] - Ghiaia sabbiosa limosa	60	6.35	60	Ohta & Goto (1978) Limi	194.04
[7] - Ghiaia sabbiosa debolmente limosa	100	10.95	100	Ohta & Goto (1978) Limi	237.56
[8] - Ghiaia con sabbia limosa	100	12.45	100	Ohta & Goto (1978) Limi	243.94
[9] - Ghiaia con sabbia limosa	75	13.95	75	Ohta & Goto (1978) Limi	237.56
[10] - Ghiaia con sabbia limosa	100	15.45	100	Ohta & Goto (1978) Limi	254.93
[11] - Ghiaia con sabbia limosa	100	16.75	100	Ohta & Goto (1978) Limi	259.44
[13] - Ghiaia	100	19.95	100	Ohta & Goto	268.41

con sabbia limosa				(1978) Limi	
[14] - Ghiaia con limo e sabbia debolmente argillosa	85	22.75	85	Ohta & Goto (1978) Limi	266.37
[15] - Ghiaia con limo e sabbia debolmente argillosa	100	25.85	100	Ohta & Goto (1978) Limi	280.89
[16] - Ghiaia con limo e sabbia debolmente argillosa	61	27.45	61	Ohta & Goto (1978) Limi	262.51
[17] - Ghiaia con limo e sabbia debolmente argillosa	100	28.75	100	Ohta & Goto (1978) Limi	288.88
[18] - Ghiaia con limo e sabbia debolmente argillosa	90	30.35	90	Ohta & Goto (1978) Limi	286.43

Liquefazione

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Fs Liquefazione
[4] - Ghiaia sabbiosa limosa	60	6.35	60	Seed e Idriss (1971)	--
[7] - Ghiaia sabbiosa debolmente limosa	100	10.95	100	Seed e Idriss (1971)	--
[8] - Ghiaia con sabbia limosa	100	12.45	100	Seed e Idriss (1971)	--
[9] - Ghiaia con sabbia limosa	75	13.95	75	Seed e Idriss (1971)	--
[10] - Ghiaia con sabbia limosa	100	15.45	100	Seed e Idriss (1971)	--
[11] - Ghiaia con sabbia limosa	100	16.75	100	Seed e Idriss (1971)	--
[13] - Ghiaia	100	19.95	100	Seed e Idriss	--

con sabbia limosa				(1971)	
[14] - Ghiaia con limo e sabbia debolmente argillosa	85	22.75	85	Seed e Idriss (1971)	--
[15] - Ghiaia con limo e sabbia debolmente argillosa	100	25.85	100	Seed e Idriss (1971)	--
[16] - Ghiaia con limo e sabbia debolmente argillosa	61	27.45	61	Seed e Idriss (1971)	--
[17] - Ghiaia con limo e sabbia debolmente argillosa	100	28.75	100	Seed e Idriss (1971)	--
[18] - Ghiaia con limo e sabbia debolmente argillosa	90	30.35	90	Seed e Idriss (1971)	--

Coefficiente spinta a Riposo

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	K0
[4] - Ghiaia sabbiosa limosa	60	6.35	60	Navfac 1971-1982	9.92
[7] - Ghiaia sabbiosa debolmente limosa	100	10.95	100	Navfac 1971-1982	11.93
[8] - Ghiaia con sabbia limosa	100	12.45	100	Navfac 1971-1982	11.93
[9] - Ghiaia con sabbia limosa	75	13.95	75	Navfac 1971-1982	11.93
[10] - Ghiaia con sabbia limosa	100	15.45	100	Navfac 1971-1982	11.93
[11] - Ghiaia con sabbia limosa	100	16.75	100	Navfac 1971-1982	11.93
[13] - Ghiaia	100	19.95	100	Navfac 1971-	11.93

con sabbia limosa				1982	
[14] - Ghiaia con limo e sabbia debolmente argillosa	85	22.75	85	Navfac 1971-1982	11.93
[15] - Ghiaia con limo e sabbia debolmente argillosa	100	25.85	100	Navfac 1971-1982	11.93
[16] - Ghiaia con limo e sabbia debolmente argillosa	61	27.45	61	Navfac 1971-1982	10.14
[17] - Ghiaia con limo e sabbia debolmente argillosa	100	28.75	100	Navfac 1971-1982	11.93
[18] - Ghiaia con limo e sabbia debolmente argillosa	90	30.35	90	Navfac 1971-1982	11.93

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
[4] - Ghiaia sabbiosa limosa	60	6.35	60	Robertson 1983	120.00
[7] - Ghiaia sabbiosa debolmente limosa	100	10.95	100	Robertson 1983	200.00
[8] - Ghiaia con sabbia limosa	100	12.45	100	Robertson 1983	200.00
[9] - Ghiaia con sabbia limosa	75	13.95	75	Robertson 1983	150.00
[10] - Ghiaia con sabbia limosa	100	15.45	100	Robertson 1983	200.00
[11] - Ghiaia con sabbia limosa	100	16.75	100	Robertson 1983	200.00
[13] - Ghiaia	100	19.95	100	Robertson 1983	200.00

con sabbia limosa					
[14] - Ghiaia con limo e sabbia debolmente argillosa	85	22.75	85	Robertson 1983	170.00
[15] - Ghiaia con limo e sabbia debolmente argillosa	100	25.85	100	Robertson 1983	200.00
[16] - Ghiaia con limo e sabbia debolmente argillosa	61	27.45	61	Robertson 1983	122.00
[17] - Ghiaia con limo e sabbia debolmente argillosa	100	28.75	100	Robertson 1983	200.00
[18] - Ghiaia con limo e sabbia debolmente argillosa	90	30.35	90	Robertson 1983	180.00

S1

Strato	Prof. Strato (m)	Nspt	Tipo	γ (t/m ³)	γ . Sat (t/m ³)	Angolo d'attrito (°)	Coesione n Cu	M. Edometrico (Kg/cm ²)	M. Elastico (Kg/cm ²)	Modulo Poisson	Modulo di taglio G (Kg/cm ²)	Velocita' onde di taglio (m/s)	Densita' relativa (%)
1	2	100	Incoerente	1.95	2.21	42	0	232.87	575	0.15	4930.75	151.01	100
2	3.5	100	Incoerente	1.95	2.21	42	0	232.87	575	0.15	4930.75	183.81	100
3	5	100	Incoerente	1.95	2.21	42	0	232.87	575	0.15	4930.75	200.17	100
4	6.5	52	Coesivo	2.5	2.5	0	3.51	532.16	520	0	0	189.62	--
5	8	100	Incoerente	1.95	2.21	42	0	232.87	575	0.15	4930.75	222.12	100

S2

Strato	Prof. Strato (m)	Nspt	Tipo	γ (t/m ³)	γ . Sat (t/m ³)	Angolo d'attrito (°)	Coesione n Cu	M. Edometrico (Kg/cm ²)	M. Elastico (Kg/cm ²)	Modulo Poisson	Modulo di taglio G (Kg/cm ²)	Velocita' onde di taglio (m/s)	Densita' relativa (%)
1	2	15	Coesivo	2.07	2.28	0	1.01	154.78	150	0	0	108.76	--
2	3.5	21	Coesivo	2.1	2.12	0	1.42	215.98	210	0	0	140.32	--
3	5	25	Coesivo	2.12	2.22	0	1.69	256.78	250	0	0	157.49	--
4	6.4	60	Incoerente	1.91	2.18	40.16	0	150.71	375	0.23	3050.53	194.04	100
5	8	35	Coesivo	2.28	2.5	0	2.36	358.77	350	0	0	184.98	--
6	9.5	100	Coesivo	2.5	2.5	0	6.75	1021.73	1000	0	0	230.38	--
7	11	100	Incoerente	1.95	2.21	42	0	232.87	575	0.15	4930.75	237.56	100
8	12.5	100	Incoerente	1.95	2.21	42	0	232.87	575	0.15	4930.75	243.94	100
9	14	75	Incoerente	1.95	2.21	40.14	0	181.52	450	0.2	3762.45	237.56	98.13
10	15.5	100	Incoerente	1.95	2.21	41.75	0	232.87	575	0.15	4930.75	254.93	100
11	16.8	100	Incoerente	1.95	2.21	41.54	0	232.87	575	0.15	4930.75	259.44	100
12	18.5	34	Coesivo	2.25	2.5	0	2.3	348.57	340	0	0	219	--
13	20	100	Incoerente	1.95	2.21	41.06	0	232.87	575	0.15	4930.75	268.41	96.4
14	22.8	85	Incoerente	1.97	2.22	27.1	0	202.06	500	0.18	4232.21	266.37	84.24
15	25.9	100	Incoerente	1.95	2.21	40.3	0	232.87	575	0.15	4930.75	280.89	85.59
16	27.5	61	Incoerente	1.91	2.19	37.66	0	152.76	380	0.23	3098.3	262.51	63.88
17	28.8	100	Incoerente	1.95	2.21	39.97	0	232.87	575	0.15	4930.75	288.88	79.72
18	30.4	90	Incoerente	1.97	2.22	39.19	0	212.33	525	0.17	4465.82	286.43	73.73