

Comune di: RAMACCA

Provincia di: CATANIA

Regione: SICILIA



PROPONENTE

PODINI S,P,A

Via Lattuada, 30 – 20135 MILANO (MI)

C,F, e P,IVA IT02246400218

OPERA

PROGETTO DEFINITIVO

IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE RINNOVABILE AGRIVOLTAICA DI POTENZA NOMINALE PARI A 34.527,60 kWp E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE RTN

“SOLARE RAMACCA-FIUME GORNALUNGA”

OGGETTO

TITOLO DELL' ELABORATO

RELAZIONI GEOTECNICA

DATA:

12/01/2024

N°/CODICE ELABORATO:

REL 007

Tipologia: REL (RELAZIONI)

I TECNICI

PROGETTISTI:

EDILSAP s.r.l,
Via di Selva Candida, 452 - 00166 ROMA
Ing, Fernando Sonnino Project Manager



Prof, Geol, Alfonso Russi
Via Friuli, 5 - 06034 FOLIGNO



PROFESSIONISTI:

Dott, Ing, Raneri Simone



00	202202224	Emissione per Progetto Definitivo	Dott, Ing, Raneri Simone	Prof, Geol, Alfonso Russi	Ing, Fernando Sonnino
N° REVISIONE	Cod, STMG	OGGETTO DELLA REVISIONE	ELABORAZIONE	VERIFICA	APPROVAZIONE

Proprietà e diritto del presente documento sono riservati - la riproduzione è vietata

SOMMARIO

1	NORMATIVA DI RIFERIMENTO PER LA GEOTECNICA.....	4
2	PREMESSA.....	5
3	DESCRIZIONE DELLE OPERE IN SITO E INDIVIDUAZIONE.....	5
3.1	Pericolosità sismica di base.....	6
3.1.1	Risposta sismica locale.....	6
3.1.2	Parametri di analisi.....	7
3.1.3	Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali SLD	8
3.2	parametri geotecnici di verifica	12
4	PROBLEMI GEOTECNICI E SCELTE TIPOLOGICHE.....	12
5	TIPOLOGIA DI FONDAZIONE	12
5.1	Tipologia palo infisso impianti da fotovoltaici.....	15
5.2	Tipologia palo infisso recinzione, porta inverter , circuiti di sicurezza;.....	15
6	VERIFICA DI CAPACITÀ PORTANTE PER LA FAMIGLIA SLU.....	16
6.1.1	3.1 Vita nominale	16
6.1.2	3.2 Classe d'uso	16
6.1.3	3.3 Periodo di riferimento dell'azione sismica.....	16
7	PROGRAMMA DELLE INDAGINI E DELLE PROVE GEOTECNICHE	17
8	MODELLAZIONE DEL SOTTOSUOLO E METODI DI ANALISI E DI VERIFICA.....	26
8.1	Generalità.....	26
8.1.1	Modello di fondazione	26
8.1.2	Verifica di scorrimento.....	26
8.1.3	Verifica di capacità portante.....	27
8.1.4	Berenzantzev	27
8.1.5	Verifica di capacità portante orizzontale – Broms.....	28
8.1.6	Influenza degli strati sulla capacità portante.....	29
8.1.7	Influenza del sisma sulla capacità portante.....	29
8.1.8	Verifica di capacità portante pali.....	30
9	RISULTATI STUDIO FONDAZIONI	32
9.1	Fondazioni profonde.....	32
9.1.1	Capacità portante VERTICALE RAMACCA NORD	32
9.1.2	Prove DPSH1.....	32
9.1.3	Berezantzev	32
9.1.4	Correlazioni con i risultati di prove in sito	33
9.1.5	EC7.....	33

9.1.6	Significato dei simboli utilizzati:	34
9.2	Verifica di capacità portante ORIZZONTALE RAMACCA NORD	35
9.2.1	Prove DPSH1.....	35
9.3	Verifica di capacità portante verticale RAMACCA SUD	37
9.3.1	Prove DPSH2 – DPSH3.....	37
9.3.2	Berenzantzev	37
9.3.3	Correlazioni con i risultati di prove in sito	38
9.3.4	Vesic.....	38
9.4	Verifica di capacità portante orizzontale RAMACCA SUD.....	39
9.4.1	Prove DPSH1.....	39
10	FONDAZIONI SUPERFICIALI	41
10.1	Premessa	41
10.2	Tipologia di fondazione	41
10.3	Terreni.....	43
	ANALISI PIASTRE C.A. DI FONDAZIONE	44
10.4	RAMACCA NORD E SUD	44
10.5	12,1 Platea a "Piano campagna"	45
10.6	RAMACCA NORD DPSH1	46
10.6.1	Verifiche nei nodi	46
10.7	Verifiche geotecniche	47
10.7.1	Dati geometrici dell'impronta di calcolo	47
10.7.2	Verifica di scorrimento sul piano di posa	47
10.8	Verifiche geotecniche di capacità portante sul piano di posa	47
10.8.1	Coefficiente di sicurezza minimo per portanza 1,29	47
10.8.2	Verifiche geotecniche di capacità portante - Fattori utilizzati nel calcolo di Rd.....	47
11	RAMACCA SUD DPSH2 E DPSH3	48
11.1	Verifiche nei nodi.....	48
11.1.1	Verifiche SLU flessione nei nodi.....	48
11.1.2	Verifiche SLD Resistenza flessione nei nodi	48
11.1.3	Verifiche SLE tensione calcestruzzo nei nodi.....	48
11.1.4	Verifiche SLE tensione acciaio nei nodi.....	48
11.1.5	Verifiche SLE fessurazione nei nodi.....	48
11.2	Verifiche geotecniche	49
11.2.1	Dati geometrici dell'impronta di calcolo	49
11.2.2	Verifica di scorrimento sul piano di posa	49
11.2.3	Verifiche geotecniche di capacità portante sul piano di posa.....	49
11.2.4	Coefficiente di sicurezza minimo per portanza 1,44	49
11.2.5	Verifiche geotecniche di capacità portante - Fattori utilizzati nel calcolo di Rd.....	49

11.2.6	Note:	49
11.3	Pressioni terreno in SLU	50
11.4	Pressioni terreno in SLV/SLVf/SLUEcc.....	51
11.5	12,4 Pressioni terreno in SLE/SLD	52
11.6	12,5 Cedimenti fondazioni superficiali.....	53
11.7	Osservazioni e prescrizioni tecniche	55
12	ALLEGATI	55

1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO PER LA GEOTECNICA

NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI NTC 2018

Norme tecniche per le costruzioni D,M, 17 gennaio 2018,

CONSIGLIO SUPERIORE DEI LAVORI PUBBLICI

Istruzioni per l'applicazione dell'"Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"' di cui al D,M, 17 gennaio 2018, Circolare 21 gennaio 2019, n,7,

NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI NTC 2008

Norme tecniche per le costruzioni D,M, 14 gennaio 2008,

CONSIGLIO SUPERIORE DEI LAVORI PUBBLICI

Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D,M, 14 gennaio 2008, Circolare 2 febbraio 2009,

CONSIGLIO SUPERIORE DEI LAVORI PUBBLICI

Pericolosità sismica e Criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale, Allegato al voto n, 36 del 27,07,2007

NORMA TECNICA UNI EN 1997-1:2005 (EUROCODICE 7 - PROGETTAZIONE GEOTECNICA)

Progettazione geotecnica - Parte 1: Regole generali,

NORMA TECNICA UNI EN 1998:2005 (EUROCODICE 8 - PROGETTAZIONE SISMICA)

Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture - Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici,

D,M, 11/03/1988

Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione (norma possibile se si opera in Zona sismica 4, attuali Classi I e II),

2 PREMESSA

Lo scrivente, dott. Ing. Simone RANERI, con studio professionale in Bevagna in via Pian dei molini n°2, iscritto all'Ordine degli Ingegneri DI PERUGIA al numero A3134, in relazione al progetto di un impianto agrifotovoltaico, da realizzarsi nel comune di RAMACCA (CT), ha ricevuto l'incarico di eseguire le preliminari verifiche geotecniche; in corrispondenza del sito ove saranno realizzate le opere di progetto, il sito di realizzazione risulta essere suddivisibile in due macro aree individuabile alle coordinate topografiche INDICATE ricadente nella stessa cella sismica :



Figura 1 - Individuazione siti – RAMACCA NORD– Prova DPSH1 - RAMACCA SUD Prove DPSH2 e DPSH3

3 DESCRIZIONE DELLE OPERE IN SITO E INDIVIDUAZIONE

Le tipologie di opere consistono in opere di fondazione superficiali e profonde inerenti strutture TIPICHE degli impianti fotovoltaici, ovvero sistemi per il supporto dei pannelli fotovoltaici e dei sistemi secondari di campo (porta inverter, recinzioni, pali per la sorveglianza etc) realizzati a pali infissi a sezione aperta o a sezione chiusa e le fondazioni superficiali per le control room e sotto-stazioni realizzate con platee di fondazione,

Le strutture in indicate sono state analizzate secondo la norma D,M, 17-01-18 (N,T,C,), considerandola come tipo di costruzione 2 - Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari, In particolare si è prevista, in accordo con il committente, una vita nominale dell'opera di V=50 anni per una classe d'uso I, e quindi una vita di riferimento di 35 anni (NTC18 e NTC08 §2,4,3),

- a) 1 L'opera è edificata in località Catania, Castel Di Iudica, San Giuseppe; Latitudine ED50

37,4432° (37° 26' 36"); Longitudine ED50 14,6359° (14° 38' 9"); Altitudine s.l.m., 168,36 m,
 (coordinate esatte: 37,443221 14,635919),

- b) Distinguendo due macro aree, **RAMACCA NORD** con prova DPSH1 e **RAMACCA SUD** con due prove DPSH2 e DPSH3,

3.1 Pericolosità sismica di base

La pericolosità sismica di base del sito di costruzione è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa al suolo in condizioni ideali su sito di riferimento rigido e superficie topografica orizzontale. Le azioni di progetto si ricavano, ai sensi delle NTC, dalle accelerazioni a_g e dalle relative forme spettrali. I tre parametri fondamentali (accelerazione a_g , fattore di amplificazione F_0 e periodo T^*C) si ricavano per ciascun nodo del del reticolo di riferimento in funzione del periodo di ritorno dell'azione sismica T_R previsto, espresso in anni; quest'ultimo è noto una volta fissate la vita di riferimento V_r della costruzione e la probabilità di superamento attesa nell'arco della vita di riferimento. Le probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{Vr} cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente in ciascuno degli stati limite considerati sono riportate nella tabella 3,2,1 del §3,2,1 della norma; i valori di P_{Vr} forniti in tabella possono essere ridotti in funzione del grado di protezione che si vuole raggiungere. Nella presente progettazione si sono considerati i seguenti parametri sismici per entrambe le macro aree (2) in quanto le prove MAWS sono adiacenti (< 200 m)

PVr SLD (%).....	63,0
Tr SLD.....	35,2
Ag/g SLD.....	0,0494
Fo SLD.....	2,476
Tc* SLD.....	0,298[s]
PVr SLV (%).....	10,0
Tr SLV.....	332,19
Ag/g SLV.....	0,1254
Fo SLV.....	2,575
Tc* SLV.....	0,379[s]

3.1.1 Risposta sismica locale

Le condizioni stratigrafiche del volume di terreno interessato dall'opera e le condizioni topografiche concorrono a modificare l'azione sismica in superficie rispetto a quella attesa su un sito rigido con superficie orizzontale. Tali modifiche, in ampiezza, durata e contenuto in frequenza, sono il risultato della risposta sismica locale,

Gli effetti stratigrafici sono legati alla successione stratigrafica, alle proprietà meccaniche dei terreni, alla geometria del contatto tra il substrato rigido e i terreni sovrastanti ed alla geometria dei contatti tra gli strati di terreno. Gli effetti topografici sono invece legati alla configurazione topografica del piano campagna ed alla possibile focalizzazione delle onde sismiche in punti particolari (pendii, creste),

Nella presente progettazione l'effetto della risposta sismica locale è stato valutato individuando la categoria di sottosuolo di riferimento corrispondente alla situazione in sito e considerando le condizioni topografiche locali (NTC18 e NTC08 §3,2,2). Per la valutazione del coefficiente di amplificazione stratigrafica SS la caratterizzazione geotecnica condotta nel volume significativo consente di identificare il sottosuolo prevalente nella categoria C - Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o

terreni a grana fina mediamente consistenti, Si riporta per completezza la corrispondente descrizione indicata nella norma (NTC18 e NTC08 Tab, 3,2,II),

Categoria topografica T1: Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$;

Suolo TIPO: B;

In base alle categorie scelte si sono infine adottati i seguenti coefficienti di amplificazione e spettrali: riportano infine gli spettri di risposta elastici delle componenti orizzontali per gli stati limite considerati,

3.1.2 Parametri di analisi

- a) Si è condotta una analisi di tipo Lineare statica su una costruzione di acciaio regolare in altezza,
- b) Si è considerata una classe di duttilità Non dissipativa, a cui corrispondono per la struttura in esame i seguenti fattori di struttura:

Fattore di comportamento per sisma SLD X	1,5
Fattore di comportamento per sisma SLD Y	1,5
Fattore di comportamento per sisma SLV X.....	1,5
Fattore di comportamento per sisma SLV Y.....	1,5

Altri parametri che influenzano l'azione sismica di progetto sono riassunti in questo prospetto:

Smorzamento viscoso (%).....	5	
Rotazione del sisma	0	[deg]
Quota dello '0' sismico.....	0	[m]

Nell'analisi statica ci si è riferiti ad una altezza della costruzione di 2,10, valutando un periodo del modo di vibrare principale della struttura pari a , I parametri adottati per l'analisi statica sono riassunti in questo prospetto:

Altezza costruzione	2,10	[m]
----------------------------------	-------------	------------

Per tenere conto della variabilità spaziale del moto sismico, nonché di eventuali incertezze nella localizzazione delle masse, la normativa richiede di attribuire al centro di massa una eccentricità accidentale, in aggiunta alla eccentricità naturale della costruzione, mediante l'applicazione di carichi statici costituiti da momenti torcenti di valore pari alla risultante orizzontale della forza agente al piano, moltiplicata per l'eccentricità accidentale del baricentro delle masse rispetto alla sua posizione di calcolo,

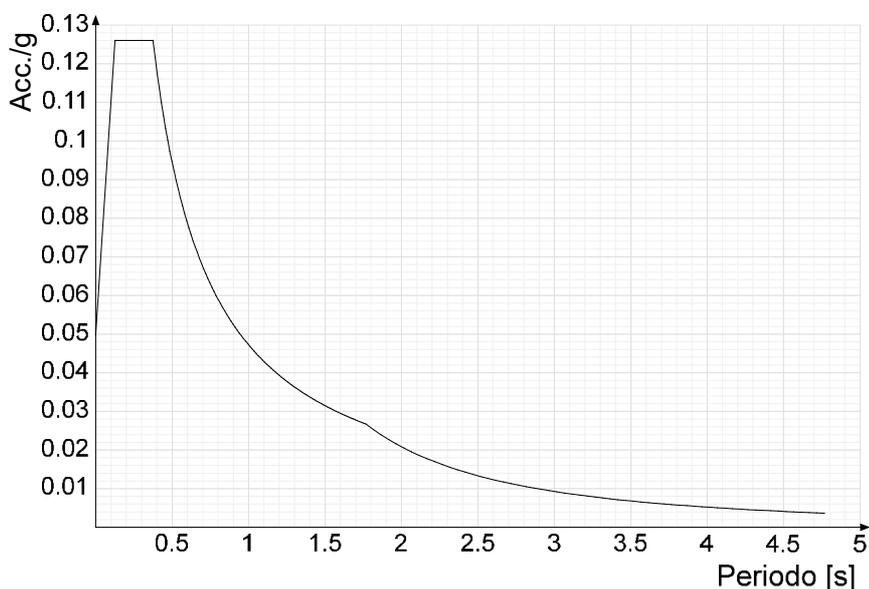
Nella struttura in oggetto si è applicata una eccentricità accidentale secondo il seguente prospetto:

Eccentricità X (per sisma Y) livello "Piano campagna"	0,0	[m]
Eccentricità Y (per sisma X) livello "Piano campagna"	0,0	[m]
Eccentricità X (per sisma Y) livello "Pannello Inf,55°"	0,0	[m]

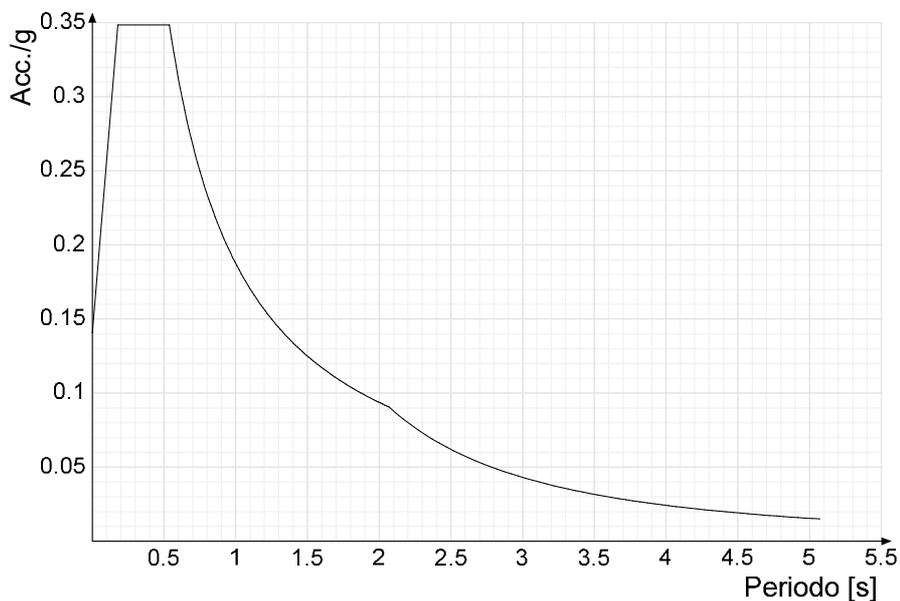
Eccentricità Y (per sisma X) livello "Pannello Inf,55°"	0,0	[m]
Eccentricità X (per sisma Y) livello "Attacco impianto"	0,0	[m]
Eccentricità Y (per sisma X) livello "Attacco impianto"	0,0	[m]
Eccentricità X (per sisma Y) livello "Pannello Sup,55°"	0,0	[m]
Eccentricità Y (per sisma X) livello "Pannello Sup,55°"	0,0	[m]

3.1.3 Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali SLD

Viene mostrato lo spettro "Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali SLD § 3,2,3,2,1 [3,2,2]",

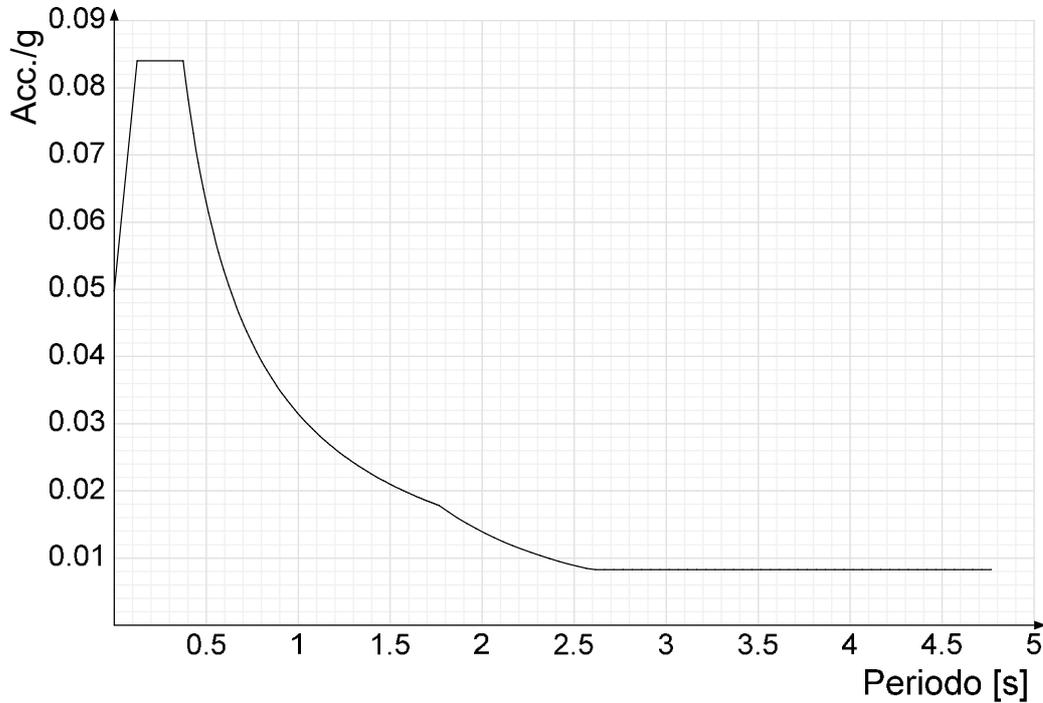


Viene mostrato lo spettro "Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali SLV § 3,2,3,2,1 [3,2,2]",

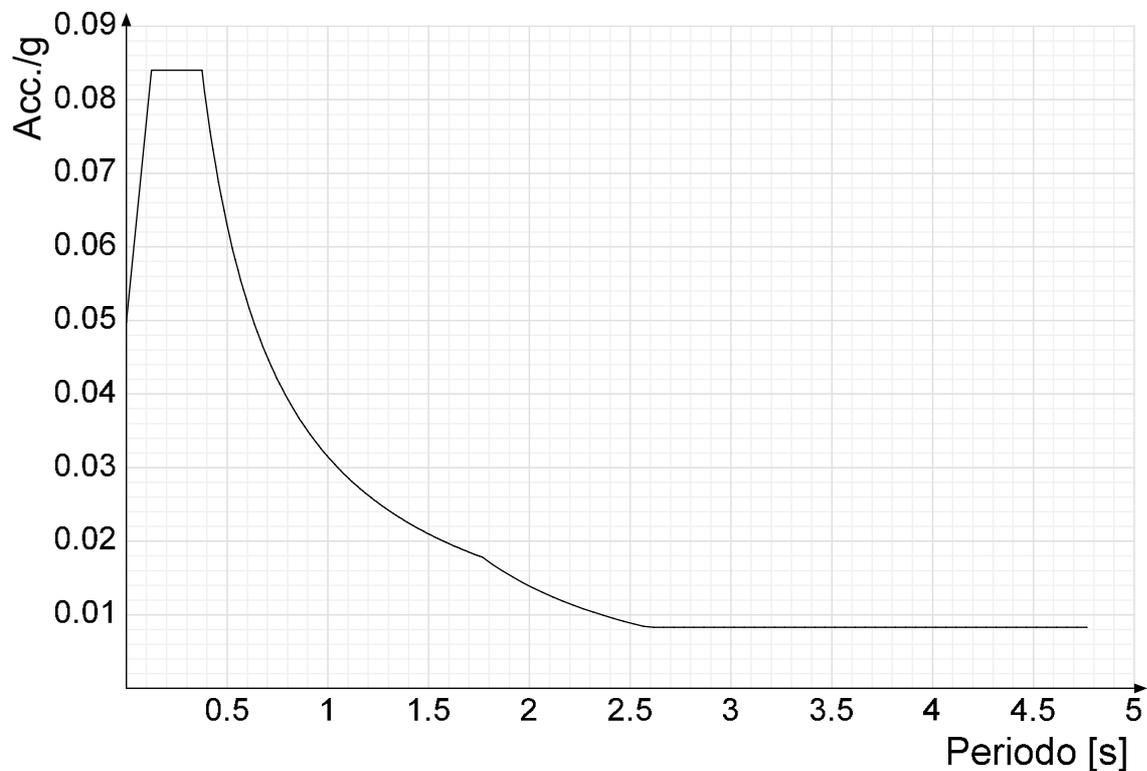


Si riportano infine gli spettri di risposta di progetto delle componenti orizzontali per gli stati limite considerati,

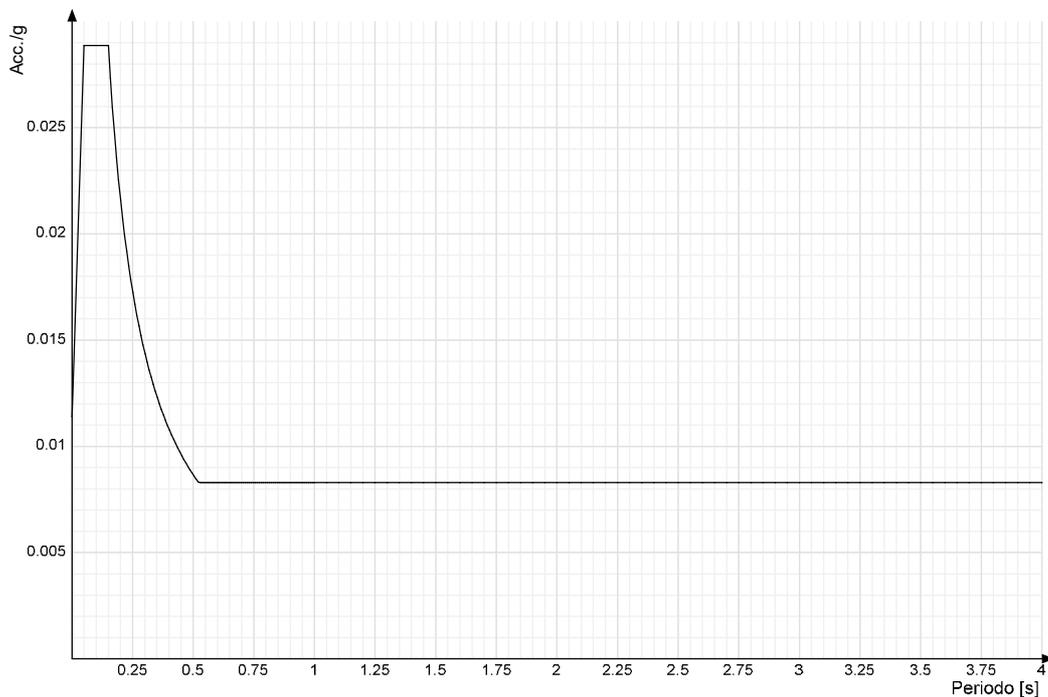
Viene mostrato lo spettro "Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente X SLD § 3,2,3,5",



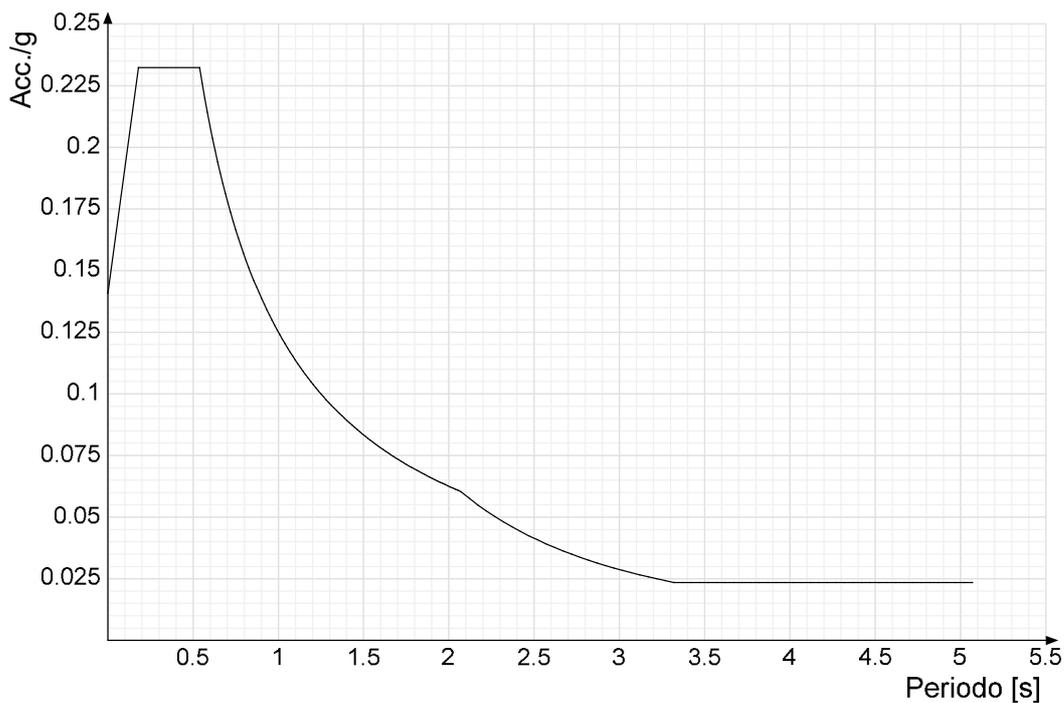
Viene mostrato lo spettro "Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente Y SLD § 3,2,3,5",



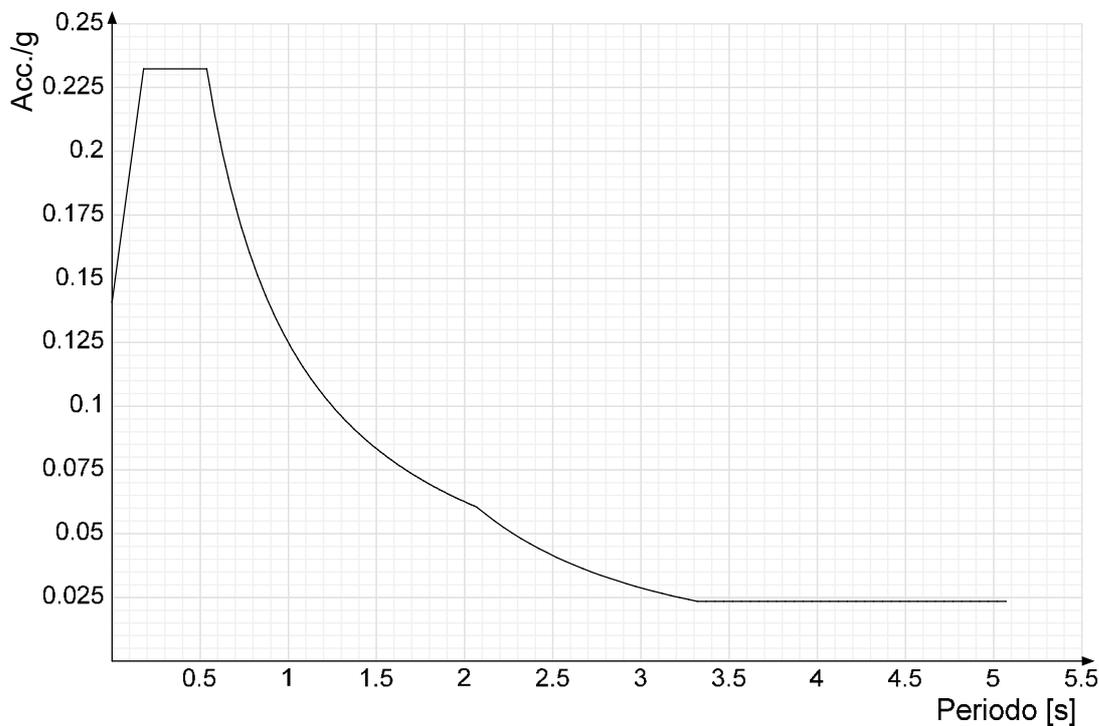
Viene mostrato lo spettro "Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente verticale SLD § 3,2,3,5",



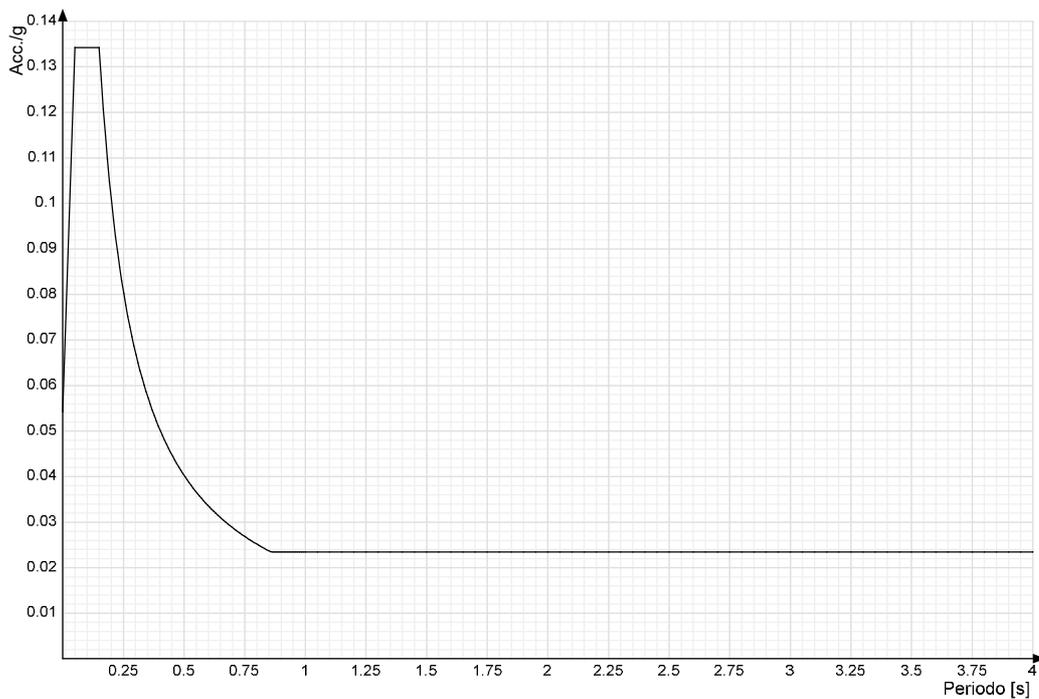
Viene mostrato lo spettro "Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente X SLV § 3,2,3,5",



Viene mostrato lo spettro "Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente Y SLV § 3,2,3,5",



Viene mostrato lo spettro "Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente verticale SLV § 3,2,3,5",



3.2 parametri geotecnici di verifica

Nella presente progettazione si sono considerati i seguenti parametri geotecnici di verifica:

Coefficiente di sicurezza per carico limite (fondazioni superficiali)	2,3
Coefficiente di sicurezza per scorrimento (fondazioni superficiali)	1,1
Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali infissi, punta	1,15
Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali infissi, laterale compressione	1,15
Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali infissi, laterale trazione	1,25
Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali trivellati, punta.....	1,35
Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali trivellati, laterale compressione ..	1,15
Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali trivellati, laterale trazione	1,25
Coefficiente di sicurezza portanza verticale micropali, punta.....	1,35
Coefficiente di sicurezza portanza verticale micropali, laterale compressione	1,15
Coefficiente di sicurezza portanza verticale micropali, laterale trazione	1,25
Coefficiente di sicurezza portanza trasversale pali	1,30

Fattore di correlazione resistenza caratteristica dei pali in base alle verticali indagate

Prove DPSH1	1,70
Prove DPSH2 E DPSH3	1,65
Coefficiente di sicurezza per ribaltamento (plinti superficiali).....	1,15

4 PROBLEMI GEOTECNICI E SCELTE TIPOLOGICHE

Sulla base di quanto emerso dalle documentazioni allegata, in particolare dalle prove penetrometriche dinamiche riportati in relazione geologica; non si evidenzia la presenza di sabbie sciolte (non pulite) ne **nappe idriche ne di presenza di falde alle quote di sondaggio,**

Si osserva quindi, che sulla base di quanto analizzato, il “metodo geologico” esclude la suscettibilità alla liquefazione nei terreni soggetti all'intervento proposto, come anche sottolineato dalla norma NTC2018 che esclude lo studio della liquefacibilità in questi casi,

5 TIPOLOGIA DI FONDAZIONE

Nella modellazione si è considerata la presenza di fondazioni profonde, schematizzando il suolo con un letto di molle elastiche di assegnata rigidezza. In direzione orizzontale si è considerata una rigidezza pari a 0,5 volte quella verticale, includendo nella determinazione delle azioni anche il peso sismico delle fondazioni,

Nella trattazione si sono considerate formule statiche e correlazioni con i risultati di prove in sito ovvero prove penetrometriche dinamiche,

I valori di default dei parametri di modellazione del suolo, cioè quelli adottati dove non diversamente specificato, sono i seguenti: includendo nella determinazione delle azioni anche il peso sismico delle fondazioni,

Per elementi nei quali si sono valutati i parametri geotecnici in funzione della stratigrafia sottostante si sono adottate le seguenti formulazioni di letteratura:

Metodo di calcolo della K verticale	Vesic
Metodo di calcolo della capacità portante	EC7
Metodo di calcolo della pressione limite punta palo	Vesic
Calcolo carico limite orizzontale per un palo di fondazione infisso	Broms
Calcolo carico limite laterale per un palo di fondazione infisso	Berenzantzev

Per il calcolo del carico limite laterale e orizzontale si sono condotti altre valutazioni di calcolo per confronto,

La resistenza limite offerta dai pali in direzione orizzontale e verticale è funzione dell'attrito e della coesione che si può sviluppare all'interfaccia con il terreno, Oltre ai dati del suolo, descritti nelle seguenti stratigrafie, hanno influenza anche i seguenti parametri:

Coefficiente di sicurezza per carico limite (fondazioni superficiali)	2,3
Coefficiente di sicurezza per scorrimento (fondazioni superficiali)	1,1
Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali infissi, punta	1,15
Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali infissi, laterale compressione	1,15
Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali infissi, laterale trazione	1,25
Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali trivellati, punta	1,35
Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali trivellati, laterale compressione ...	1,15
Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali trivellati, laterale trazione	1,25
Coefficiente di sicurezza portanza verticale micropali, punta	1,35
Coefficiente di sicurezza portanza verticale micropali, laterale compressione	1,15
Coefficiente di sicurezza portanza verticale micropali, laterale trazione	1,25
Coefficiente di sicurezza portanza trasversale pali	1,30

Fattore di correlazione resistenza caratteristica dei pali in base alle verticali indagate

Prove DPSH1	1,70
Prove DPSH2 E DPSH3	1,65
Coefficiente di sicurezza per ribaltamento (plinti superficiali).....	1,15

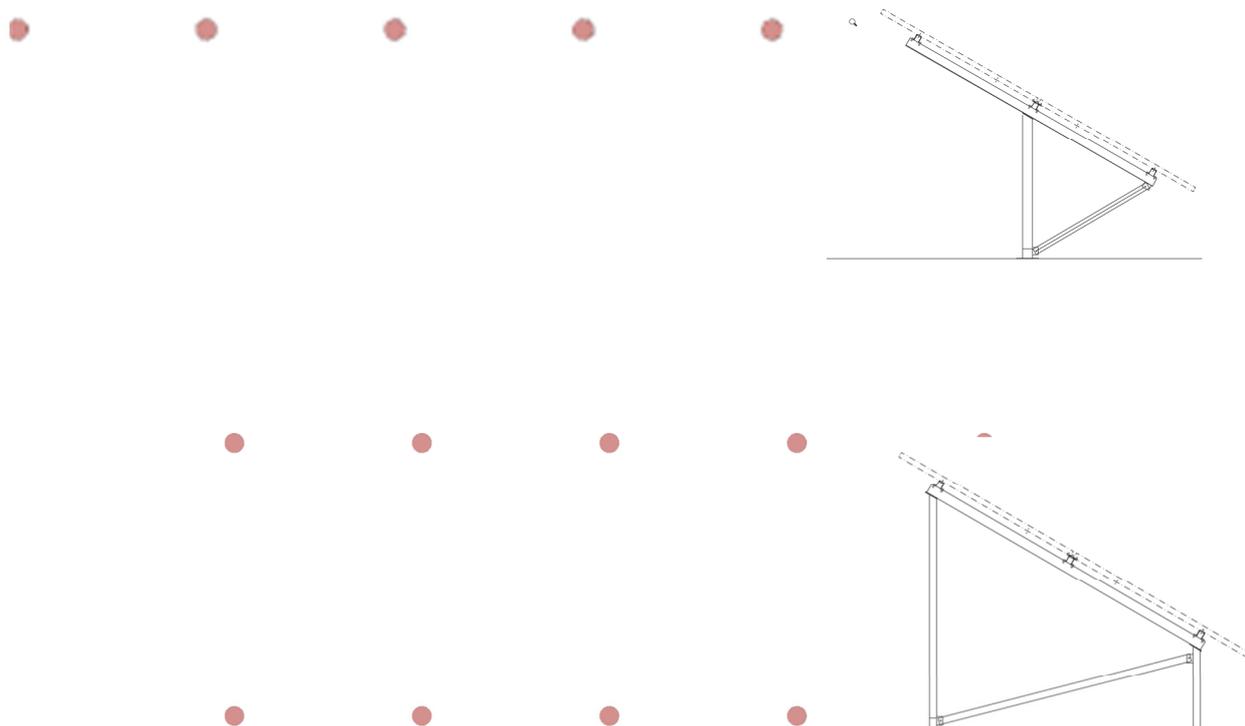


Figura 2 - Rappresentazione in pianta degli elementi modulari tipici di fondazione Palo Libero di ruotare in testa, Palo, Palo vincolato in testa

5.1 Tipologia palo infisso impianti da fotovoltaici

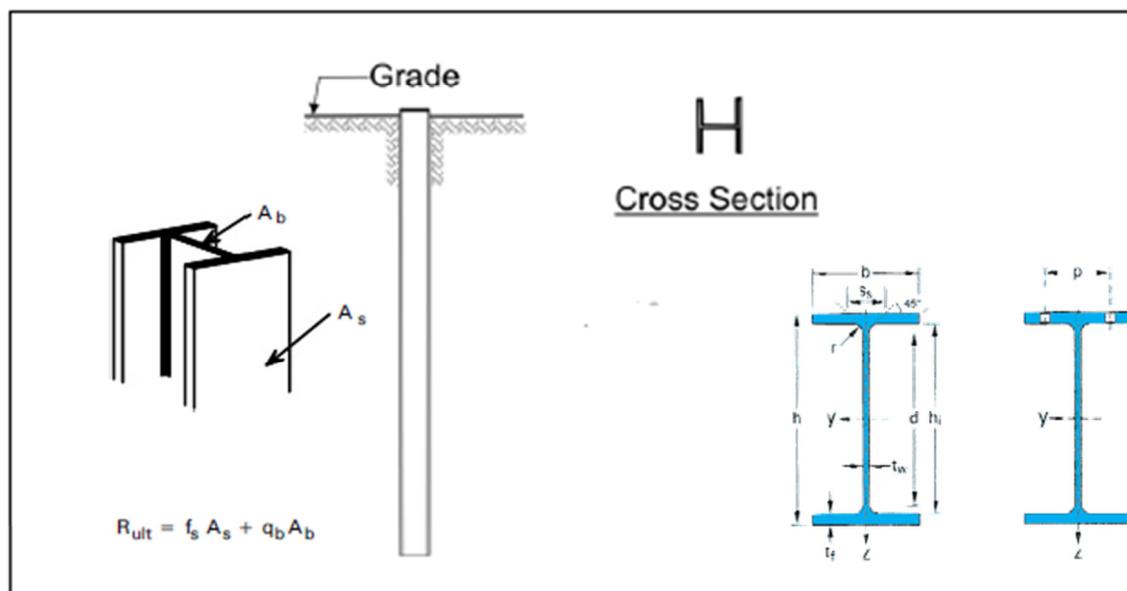


Figura 3 - Tipica forma profilato aperto IPE 160

Tabella 1 - Tabella dati caratteristici profilati metallici aperti adottabili

Designazione nominale	Massa G kg/m	Dimensioni					Area A cm ²	Dimensioni di costruzione					Superficie da verniciare	
		h mm	b mm	t _w mm	t _f mm	r mm		h _i mm	d mm	Ø	P _{min} mm	P _{max} mm	A _L m ² /m	A _G m ² /t
IPE A 80	5,00	78	46	3,3	4,2	5	6,38	69,6	59,6	-	-	-	0,325	64,90
IPE 80	6,00	80	46	3,8	5,2	5	7,64	69,6	59,6	-	-	-	0,328	54,64
IPE A 100	6,89	98	55	3,6	4,7	7	8,78	88,6	74,6	-	-	-	0,397	57,57
IPE 100	8,10	100	55	4,1	5,7	7	10,32	88,6	74,6	-	-	-	0,400	49,33
IPE A 120	8,66	117,6	64	3,8	5,1	7	11,03	107,4	93,4	-	-	-	0,472	54,47
IPE 120	10,4	120	64	4,4	6,3	7	13,21	107,4	93,4	-	-	-	0,475	45,82
IPE A 140	10,5	137,4	73	3,8	5,6	7	13,39	126,2	112,2	-	-	-	0,547	52,05
IPE 140	12,9	140	73	4,7	6,9	7	16,43	126,2	112,2	-	-	-	0,551	42,70
IPE A 160	12,7	157	82	4,0	5,9	9	16,18	145,2	127,2	-	-	-	0,619	48,70

Valore M_{Rd,Cd} di progetto di palo: 32,45 kNm

5.2 Tipologia palo infisso recinzione, porta inverter , circuiti di sicurezza;

Lunghezza minima di infissione 1,5 m. Pali in sezioni a T80 , IPE80 o sezione circolare Ø80 , in acciaio S235 JR, per la recinzione elettrosaldata o altra tipologia, con nervature orizzontali e verticali, di comprovata resistenza. Materiale in acciaio zincato e rivestito con polveri termoindurenti di poliestere. Per le recinzioni adottare massima distanza di 2,5 m. I pali per recinzione zincati, in ferro galvanizzato, hanno il vantaggio di essere resistenti agli agenti atmosferici, sono robusti, facili da impiantare e non hanno bisogno di particolare manutenzione.

- Si possano piantare col mazzuolo direttamente nel terreno, per una maggiore stabilità si può optare per il loro inserimento in buche 25x25x80 cm con colatura di malta o cemento.

- Dimensione palo porta telecamere Diametro della base \varnothing 114 mm $l_{inf}=2,0m$. Normative di riferimento per la video-sorveglianza Norma CEI EN 62762-1-1 e La Norma CEI EN 62762-1-1

6 VERIFICA DI CAPACITÀ PORTANTE PER LA FAMIGLIA SLU

Per la valutazione della sicurezza delle costruzioni si adottano i criteri del metodo semiprobabilistico agli stati limite basato sull'impiego dei coefficienti parziali di sicurezza. Tale metodo, definito di primo livello, è applicabile per opere di ordinaria importanza. La verifica della sicurezza nei riguardi degli stati limite ultimi di resistenza si effettua con il "metodo dei coefficienti parziali" di sicurezza espresso dalla equazione formale:

$$R_d \geq E_d$$

avendo indicato con R_d la generica resistenza di progetto valutata sulle resistenze di progetto dei materiali e con E_d la generica sollecitazione di progetto ottenuta dalle combinazioni secondo normativa.

6.1.1 3.1 Vita nominale

La vita nominale di un'opera strutturale V_N è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata. In accordo alla tabella 2.4.1 si assume una vita nominale maggiore uguale a **50 anni**.

6.1.2 3.2 Classe d'uso

La classe d'uso è definita con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso. Nel caso in esame la classe d'uso è **Classe I**.

6.1.3 3.3 Periodo di riferimento dell'azione sismica

Le azioni sismiche su ciascuna costruzione vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento V_R che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale V_N per il coefficiente d'uso C_U :

$$V_R = V_N \cdot C_U$$

Per edifici di Classe II il coefficiente d'uso si assume pari a 0,7 e pertanto risulterà:

$$V_R = 50 \cdot 0,7 = 35 \text{ anni}$$

Carichi di progetto tipici:

Forze orizzontali al piede teoriche;

Orizzontale

$$H = E_d(T) = 6,0 \text{ kN} \rightarrow 0,602 \text{ t}$$

Verticale

$$P = E_d(V) = 8,0 \text{ kN} \rightarrow 0,802 \text{ t}$$

$$E_d \leq R_d$$

7 PROGRAMMA DELLE INDAGINI E DELLE PROVE GEOTECNICHE

Il seguente paragrafo contiene il programma delle indagini e delle prove geotecniche, eseguite atte ad dare una prima caratterizzazione geotecnica del volume significativo di terreno, che è la parte di sottosuolo influenzata, direttamente o indirettamente, dalla costruzione dell'opera e che influenza l'opera stessa, La posizione dei punti di indagine e la loro quota assoluta sono riportate in planimetria, I risultati delle indagini e prove geotecniche sono qui riportate sinteticamente,

Come indicato in relazione geologica, si sono state eseguite n, 3 prove penetrometriche dinamiche D,P,S,H, per uno sviluppo lineare complessivo di metri lineari 21,00:

Sondaggio	Profondità (m.)
DPSH 1	7.00
DPSH 2	7.00
DPSH 3	7.00



Foto Postazioni

Il penetrometro utilizzato per l'esecuzione delle prove è:

- Geo Deep Drill DPSH 63 installato su carro con cingoli

Figura 4 – Sondaggi DPSH

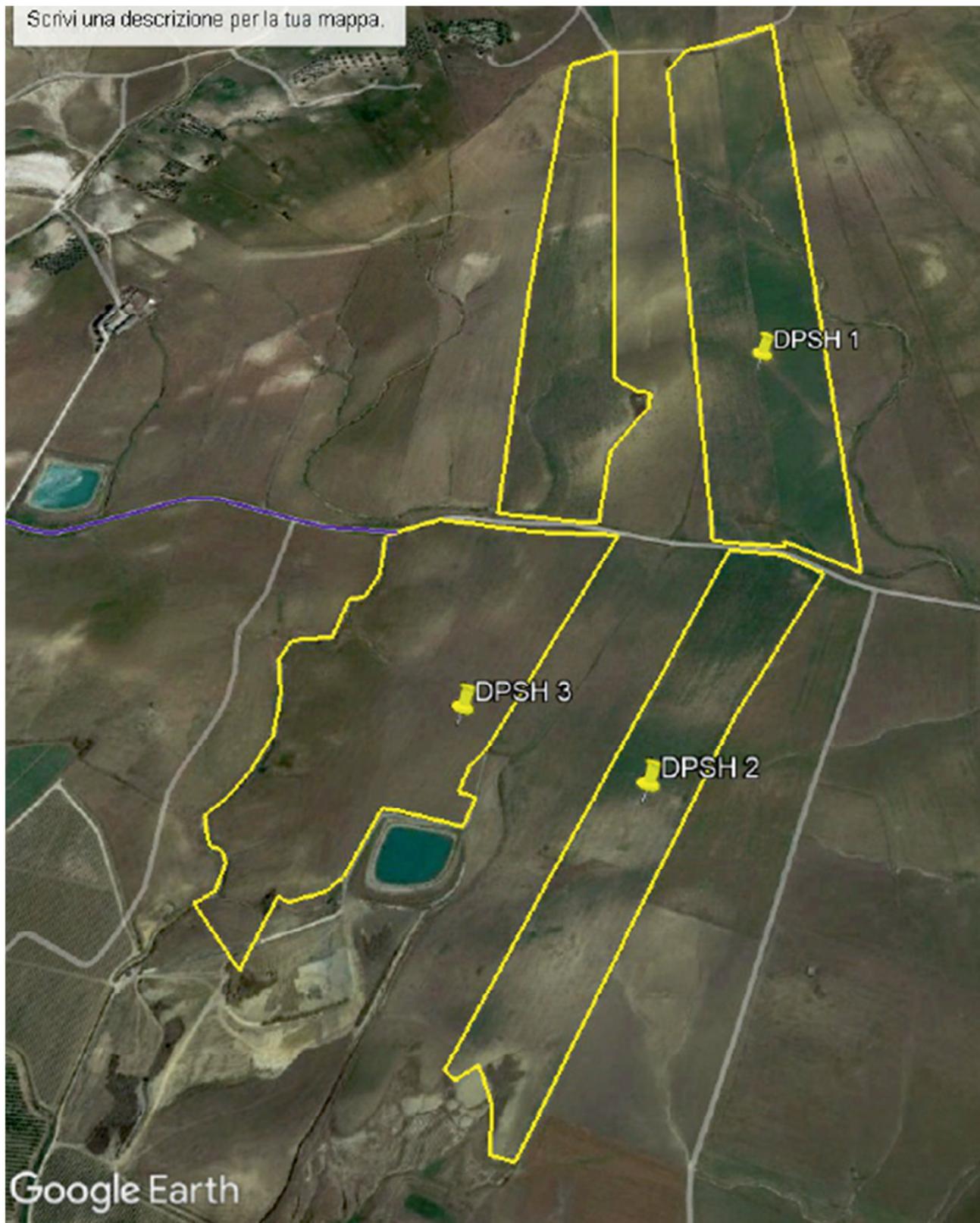


Figura 2-1: ubicazione delle indagini penetrometriche dinamiche (Base: ortofoto A,G,E,A, anno 2019 senza scala),

7.1.1.1 Prove dinamiche penetrometriche

Vengono elencati in modo sintetico tutti i sondaggi risultanti dalle verticali di indagine condotte in sito, con l'indicazione dei terreni incontrati, degli spessori e dell'eventuale presenza di falda acquifera,

Nome attribuito al sondaggio: 01-RAMACCA_NORD

Coordinate planimetriche del sondaggio nel sistema globale scelto: 0, 0

Quota della sommità del sondaggio (P,C,) nel sistema globale scelto: 0

I valori sono espressi in m

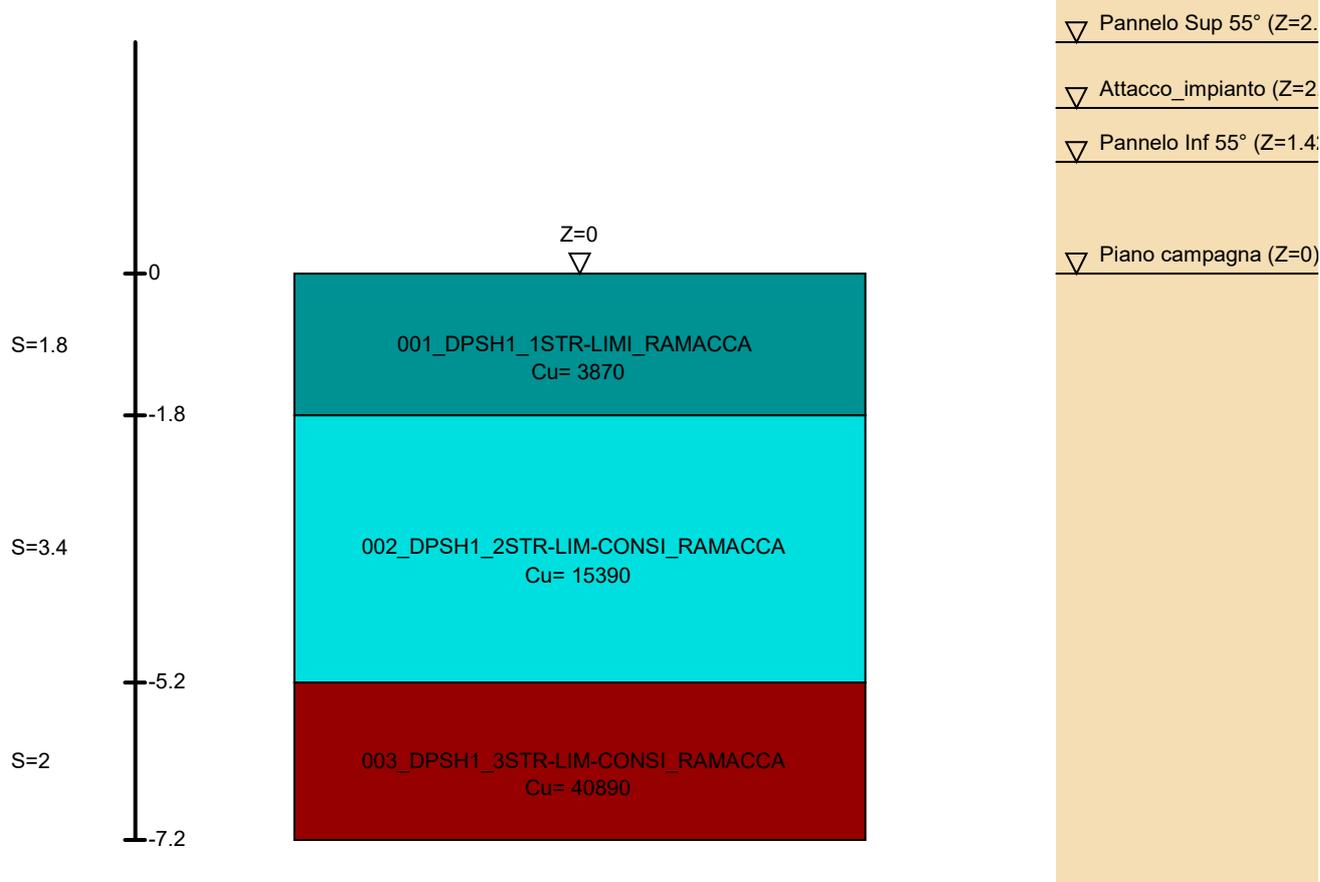


Immagine: 01-RAMACCA_NORD

Stratigrafie

Terreno: terreno mediamente uniforme presente nello strato,

Sp_s: spessore dello strato, [m]

Liqf: indica se considerare lo strato come liquefacibile nelle combinazioni sismiche, Con 'Da verifica' viene considerato quanto risulta dalla verifica condotta a fine calcolo solutore,

Kor,i: coefficiente K orizzontale al livello inferiore dello strato per modellazione palo, [daN/m³]

Kor,s: coefficiente K orizzontale al livello superiore dello strato per modellazione palo, [daN/m³]

Kve,i: coefficiente K verticale al livello inferiore dello strato per modellazione palo, [daN/m³]

Kve,s: coefficiente K verticale al livello superiore dello strato per modellazione palo, [daN/m³]

Eel,s: modulo elastico al livello superiore dello strato per calcolo cedimenti istantanei; 0 per non calcolarli, [daN/m²]

Eel,i: modulo elastico al livello inferiore dello strato per calcolo cedimenti istantanei; 0 per non calcolarli, [daN/m²]

Eed,s: modulo edometrico al livello superiore per calcolo cedimenti complessivi; 0 per non calcolarli, [daN/m²]

Eed,i: modulo edometrico al livello inferiore per calcolo cedimenti complessivi; 0 per non calcolarli, [daN/m²]

CC,s: coefficiente di compressione vergine CC al livello superiore per calcolo cedimenti di consolidazione; 0 per non calcolarli, Il valore è adimensionale,

CC,i: coefficiente di compressione vergine CC al livello inferiore per calcolo cedimenti di consolidazione; 0 per non calcolarli, Il valore è adimensionale,

CR,s: coefficiente di ricomprensione CR al livello superiore per calcolo cedimenti di consolidazione; 0 per non calcolarli, Il valore è adimensionale,

CR,i: coefficiente di ricomprensione CR al livello inferiore per calcolo cedimenti di consolidazione; 0 per non calcolarli, Il valore è adimensionale,
E0,s: indice dei vuoti E0 al livello superiore per calcolo cedimenti di consolidazione, Il valore è adimensionale,
E0,i: indice dei vuoti E0 al livello inferiore per calcolo cedimenti di consolidazione, Il valore è adimensionale,
OCR,s: indice di sovraconsolidazione OCR al livello superiore per calcolo cedimenti di consolidazione; 1 per terreno NC, Il valore è adimensionale,
OCR,i: indice di sovraconsolidazione OCR al livello inferiore per calcolo cedimenti di consolidazione; 1 per terreno NC, Il valore è adimensionale,

Terreno	Sp,	Liqf	Kor,i	Kor,s	Kve,i	Kve,s	Eel,s	Eel,i	Eed,s	Eed,i	CC,s	CC,i	CR,s	CR,i	E0,s	E0,i	OCR,s	OCR,i
001_DPSH1_1STR-LIMI_RAMACCA	1,8	No	1,0E6	1,0E6	1,0E6	1,0E6	650000	650000	650000	650000	0	0	0	0	0	0	1	1
002_DPSH1_2STR-LIM-CONSI_RAMACCA	3,4	No	1,0E6	1,0E6	1,0E6	1,0E6	2,3E6	2,3E6	2,3E6	2,3E6	0	0	0	0	0	0	1	1
003_DPSH1_3STR-LIM-CONSI_RAMACCA	2	No	1,0E6	1,0E6	1,0E6	1,0E6	6,2E6	6,2E6	6,2E6	6,2E6	0	0	0	0	0	0	1	1

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.1
Strumento utilizzato... DPSH 63- GEO DEEP DRILL

Committente: Dott. Geol. Alfonso Russi
Cantiere:
Località: Ramacca

Data: 29/04/2023

Scala 1:40

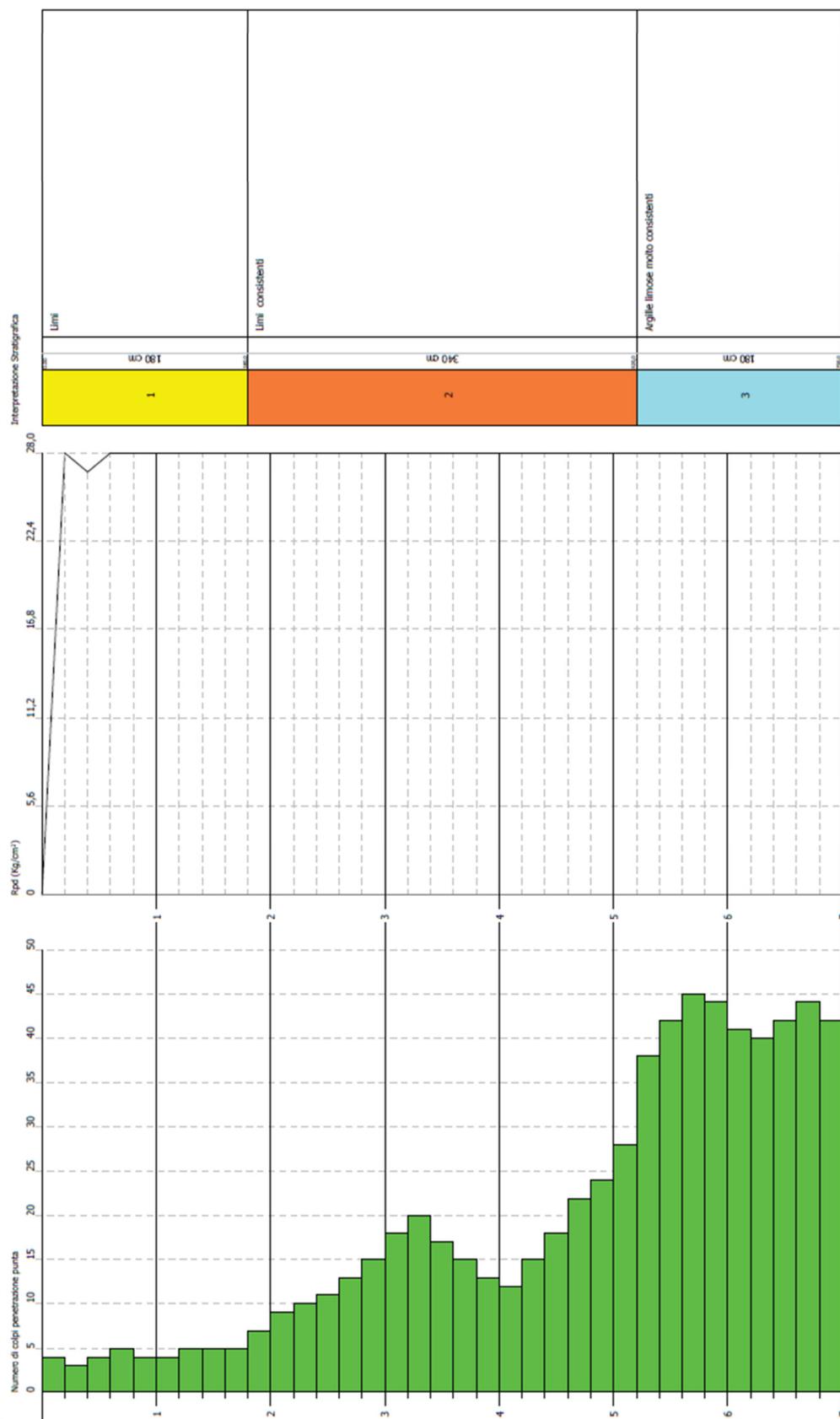


Figura- 3: elaborazione indagine penetrometrica DPSH1,

Nome attribuito al sondaggio: 02-RAMACCA_SUD

Coordinate planimetriche del sondaggio nel sistema globale scelto: 0, 2000

Quota della sommità del sondaggio (P,C,) nel sistema globale scelto: 0

I valori sono espressi in m

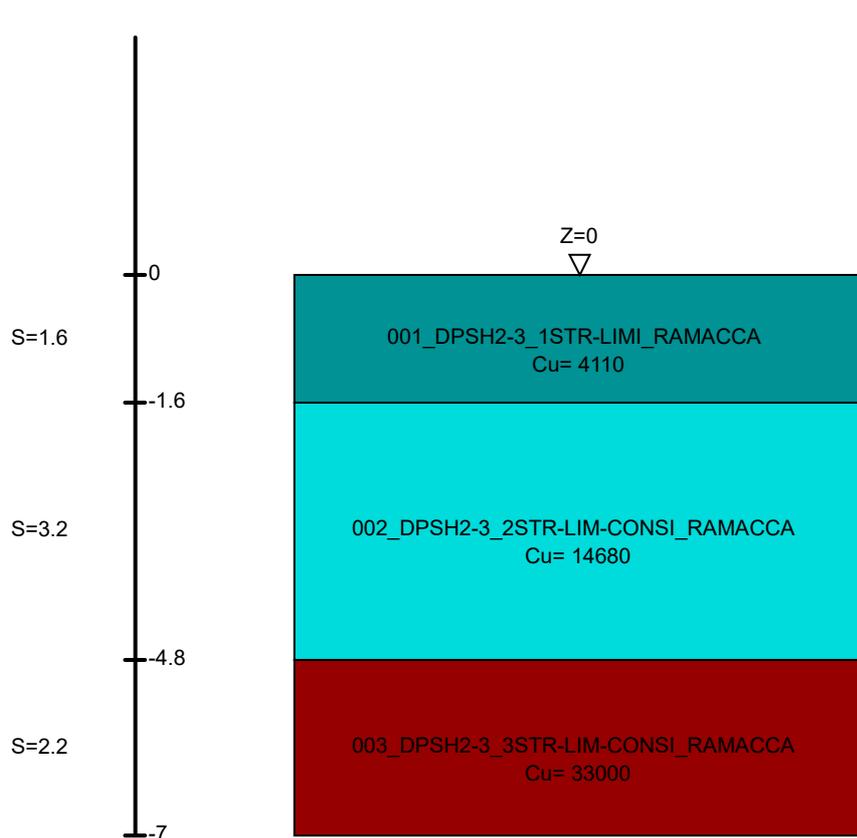


Immagine: 02-RAMACCA_SUD

- ▽ Pannello Sup 55° (Z=2.0)
- ▽ Attacco_impianto (Z=2.0)
- ▽ Pannello Inf 55° (Z=1.4)
- ▽ Piano campagna (Z=0)

Stratigrafie

Terreno: terreno mediamente uniforme presente nello strato,

Sp,_i: spessore dello strato, [m]

Liqf: indica se considerare lo strato come liquefacibile nelle combinazioni sismiche, Con 'Da verifica' viene considerato quanto risulta dalla verifica condotta a fine calcolo solutore,

Kor,i: coefficiente K orizzontale al livello inferiore dello strato per modellazione palo, [daN/m³]

Kor,s: coefficiente K orizzontale al livello superiore dello strato per modellazione palo, [daN/m³]

Kve,i: coefficiente K verticale al livello inferiore dello strato per modellazione palo, [daN/m³]

Kve,s: coefficiente K verticale al livello superiore dello strato per modellazione palo, [daN/m³]

Eel,s: modulo elastico al livello superiore dello strato per calcolo cedimenti istantanei; 0 per non calcolarli, [daN/m²]

Eel,i: modulo elastico al livello inferiore dello strato per calcolo cedimenti istantanei; 0 per non calcolarli, [daN/m²]

Eed,s: modulo edometrico al livello superiore per calcolo cedimenti complessivi; 0 per non calcolarli, [daN/m²]

Eed,i: modulo edometrico al livello inferiore per calcolo cedimenti complessivi; 0 per non calcolarli, [daN/m²]

CC,s: coefficiente di compressione vergine CC al livello superiore per calcolo cedimenti di consolidazione; 0 per non calcolarli, Il valore è adimensionale,

CC,i: coefficiente di compressione vergine CC al livello inferiore per calcolo cedimenti di consolidazione; 0 per non calcolarli, Il valore è adimensionale,

CR,s: coefficiente di ricomprensione CR al livello superiore per calcolo cedimenti di consolidazione; 0 per non calcolarli, Il valore è adimensionale,

CR,i: coefficiente di ricomprensione CR al livello inferiore per calcolo cedimenti di consolidazione; 0 per non calcolarli, Il valore è adimensionale,

E0,s: indice dei vuoti E0 al livello superiore per calcolo cedimenti di consolidazione, Il valore è adimensionale,

E0,i: indice dei vuoti E0 al livello inferiore per calcolo cedimenti di consolidazione, Il valore è adimensionale,

OCR,s: indice di sovraconsolidazione OCR al livello superiore per calcolo cedimenti di consolidazione; 1 per terreno NC, Il valore è adimensionale,

OCR,i: indice di sovraconsolidazione OCR al livello inferiore per calcolo cedimenti di consolidazione; 1 per terreno NC, Il valore è adimensionale,

Terreno	Sp,	Liqf	Kor,i	Kor,s	Kve,i	Kve,s	Eel,s	Eel,i	Eed,s	Eed,i	CC,s	CC,i	CR,s	CR,i	E0,s	E0,i	OCR,s	OCR,i
001_DPSH2- 3_1STR- LIMI_RAMACCA	1,6	No	1,0E6	1,0E6	1,0E6	1,0E6	330000	330000	330000	330000	0	0	0	0	0	0	1	1
002_DPSH2- 3_2STR-LIM- CONSI_RAMACCA	3,2	No	1,0E6	1,0E6	1,0E6	1,0E6	1,6E6	1,6E6	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
003_DPSH2- 3_3STR-LIM- CONSI_RAMACCA	2,2	No	1,0E6	1,0E6	1,0E6	1,0E6	3,7E6	3,7E6	3,7E6	3,7E6	0	0	0	0	0	0	1	1

Valori sono stati ottenuti prendendo i valori medi di coesione non drenata e i valori minimi dei moduli edometrici delle DPSH2 e DPSH3

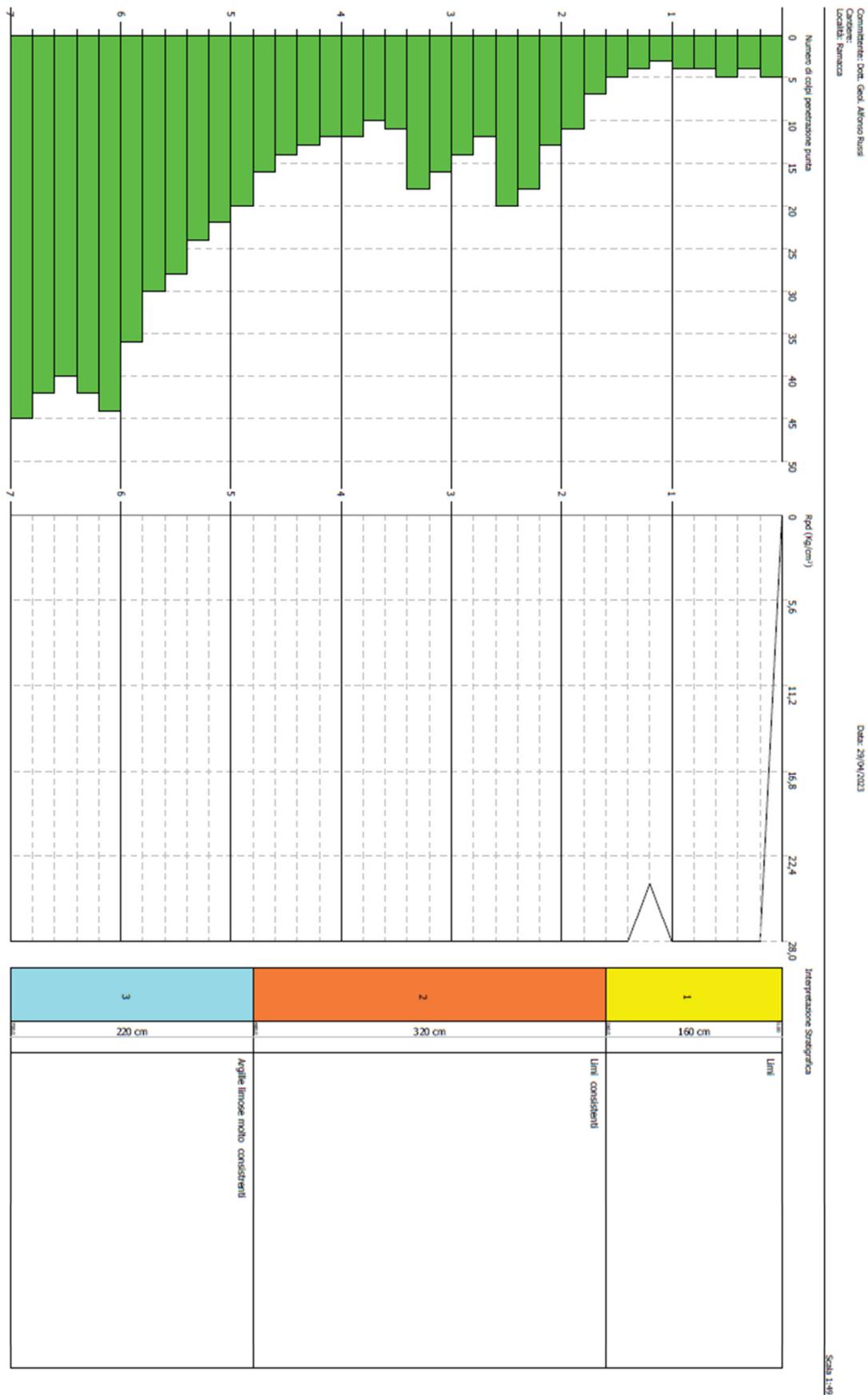


Figura 5 -elaborazione indagine penetrometrica DPSH2,

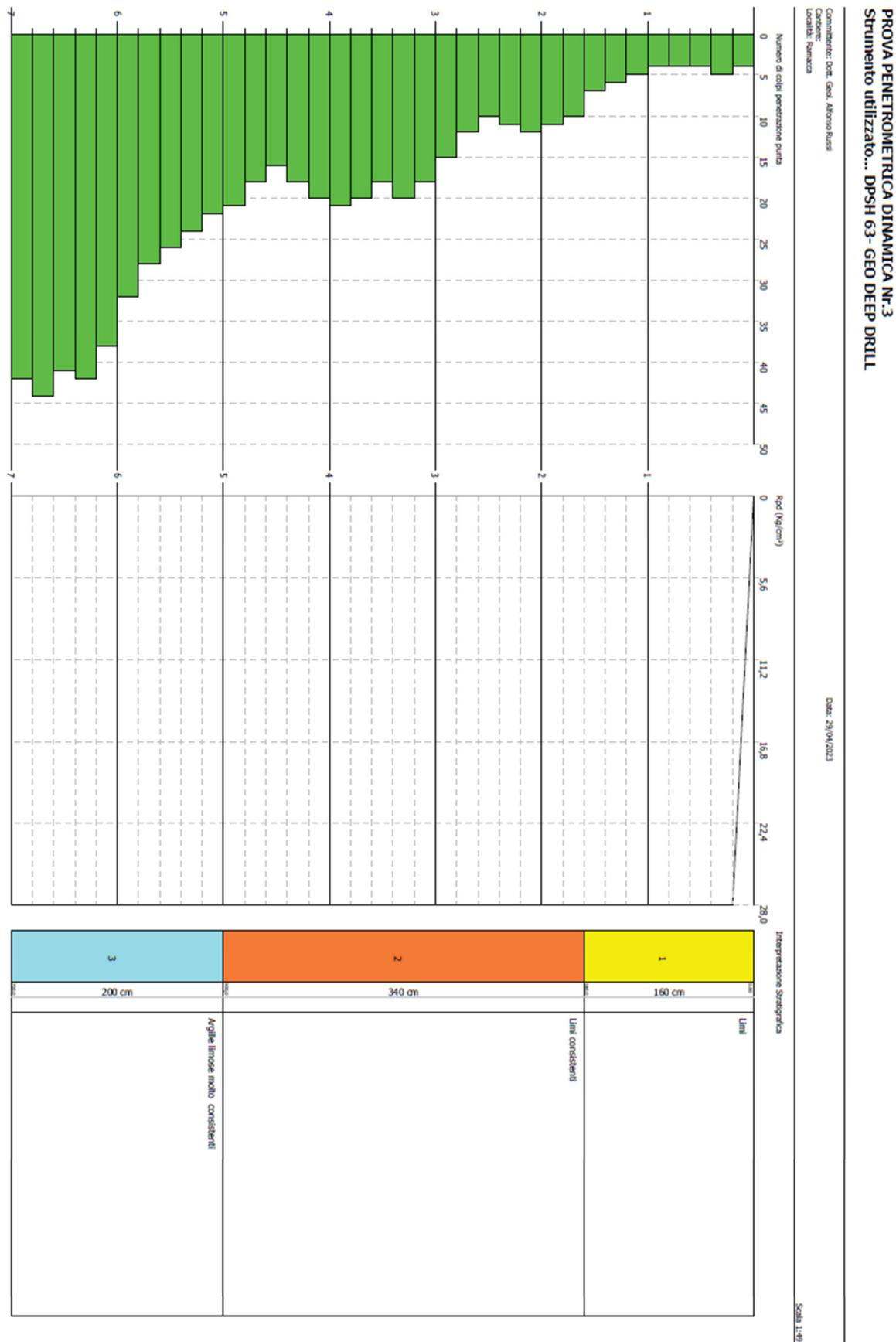


Figura 6 -elaborazione indagine penetrometrica DPSH3,

8 MODELLAZIONE DEL SOTTOSUOLO E METODI DI ANALISI E DI VERIFICA

8.1 Generalità

Modellazione del sottosuolo e metodi di analisi e di verifica: contiene la descrizione del modello di calcolo adottato per il suolo, con i relativi parametri di modellazione; sono indicati anche gli eventuali metodi adottati per ricavare i parametri di modellazione ed i metodi e le condizioni con cui sono condotte le verifiche geotecniche,

8.1.1 Modello di fondazione

Il palo di fondazione è stato modellato tramite il frazionamento in più aste verticali, Nei nodi di suddivisione vengono posizionate molle assial-simmetriche elastiche denominate FLAT, che riproducono l'interazione con il terreno lungo la superficie laterale del palo, L'elemento finito denominato FLAT possiede 3 gradi di libertà, ovvero spostamento lungo l'asse del palo (verticale), spostamento planare (orizzontale), rotazione attorno all'asse (torcente), Il comportamento elastico degli elementi FLAT è dato dalle costanti elastiche orizzontali, verticali e rotazionali, Esse sono calcolate a partire dalle costanti elastiche orizzontali e verticali caratteristiche di ogni strato di terreno che compone la stratigrafia nella quale il palo è immerso, In punta al palo, in aggiunta all'elemento FLAT, viene inserita una molla elastica verticale le cui caratteristiche sono ricavate dai dati di input del palo o dalla stratigrafia,

8.1.2 Verifica di scorrimento

La verifica di scorrimento della fondazione superficiale viene eseguita considerando le caratteristiche del terreno immediatamente sottostante al piano di posa della fondazione, ricavato in base alla stratigrafia associata all'elemento, e trascurando, a favore di sicurezza, l'eventuale spinta passiva laterale,

Qualora l'elemento in verifica sia formato da parti non omogenee tra loro, ad esempio una travata in cui le singole travi di fondazione siano associate ad un differente sondaggio, verranno condotte verifiche geotecniche distinte sui singoli tratti,

Lo scorrimento di una fondazione avviene nel momento in cui le componenti delle forze parallele al piano di contatto tra fondazione e terreno vincono l'attrito e la coesione terreno-fondazione e, qualora fosse presente, la spinta passiva laterale,

Il coefficiente di sicurezza a scorrimento si ottiene dal rapporto tra le forze stabilizzanti di progetto (R_d) e quelle instabilizzanti (E_d):

$$R_d = (N \cdot \tan(\varphi) + c_a \cdot B \cdot L + \alpha \cdot S_p) / \gamma_{R_s}$$

$$E_d = \sqrt{T_x^2 + T_y^2}$$

dove:

- N = risultante delle forze normali al piano di scorrimento;
Tx, Ty = componenti delle forze tangenziali al piano di scorrimento;
tan(phi) = coefficiente di attrito terreno-fondazione;
ca = aderenza alla base, pari alla coesione del terreno di fondazione o ad una sua frazione;
B, L = dimensioni della fondazione;
alpha = fattore di riduzione della spinta passiva;
Sp = spinta passiva dell'eventuale terreno laterale;
gamma rs = fattore di sicurezza parziale per lo scorrimento;

Le normative prevedono che il fattore di sicurezza a scorrimento $FS=Rd/Ed$ sia non minore di un prefissato limite,

8.1.3 Verifica di capacità portante

La verifica di capacità portante della fondazione superficiale viene eseguita mediante formulazioni di letteratura geotecnica considerando le caratteristiche dei terreni sottostanti al piano di posa della fondazione, ricavati in base alla stratigrafia associata all'elemento,

Qualora l'elemento in verifica sia formato da parti non omogenee tra loro, ad esempio una travata in cui le singole travi di fondazione siano associate ad un differente sondaggio, verranno condotte verifiche geotecniche distinte sui singoli tratti,

La verifica viene fatta raffrontando la portanza di progetto (Rd) con la sollecitazione di progetto (Ed); la prima deriva dalla portanza calcolata con metodi della letteratura geotecnica, ridotta da opportuni fattori di sicurezza parziali; la seconda viene valutata ricavando la risultante della sollecitazione scaricata al suolo con una integrazione delle pressioni nel tratto di calcolo, Le normative prevedono che il fattore di sicurezza alla capacità portante, espresso come rapporto tra il carico ultimo di progetto della fondazione (Rd) ed il carico agente (Ed), sia non minore di un prefissato limite,

La portanza di una fondazione rappresenta il carico ultimo trasmissibile al suolo prima di arrivare alla rottura del terreno, Le formule di calcolo presenti in letteratura sono nate per la fondazione nastriforme indefinita ma aggiungono una serie di termini correttivi per considerare le effettive condizioni al contorno della fondazione, esprimendo la capacità portante ultima in termini di pressione limite agente su di una fondazione equivalente soggetta a carico centrato,

La determinazione della capacità portante ai fini della verifica è stata condotta secondo il metodo di EC7, che viene descritto nei paragrafi successivi,

8.1.4 Berenzantzev

La formulazione di Terzaghi è stata pensata per fondazioni nastriformi di lunghezza indefinita con le fondazioni su pali il carico è trasmesso al terreno per attrito e/o adesione laterale lungo il fusto ed in porte

per pressione al di sotto della punta, La scelta di optare per la fondazione su pali è dovuta principalmente alla tipologia strutturale per la realizzazione di impianti a fonte rinnovabile fotovoltaica più che alla presenza di terreni a scarse caratteristiche geotecniche (in relazione alla capacità portante ed alla deformabilità) e al carattere di reversibilità dell'opera e smaltimento in fase di fine vita dell'impianto.

Si è definito il tipo di palo da usare sulla base di:

- a) natura e caratteristiche meccaniche dei terreni;
- b) modifiche provocate nel terreno dalla costruzione del palo;
- c) attrezzature disponibili;
- d) effetti prodotti dal metodo di costruzione del palo su manufatti adiacenti;
- e) caratteristiche di resistenza e durevolezza del materiale impiegato,
- f) La stima della capacità portante per carico verticale con formule statiche è ottenuta valutando i valori massimi della resistenza laterale e quella alla punta, Si fanno le seguenti ipotesi:
- g) il carico limite del sistema palo-terreno è condizionato dalla resistenza del terreno e non da quella del palo;
- h) Contributo resistenza in punta trascurato
- i) il palo è un corpo non cilindrico rigido;
- j) i termini di capacità portante per attrito e/o aderenza laterale e di capacità portante di punta non si influenzano reciprocamente e possono essere determinati separatamente,

8.1.5 Verifica di capacità portante orizzontale – Broms

Broms assume che il comportamento dell'interfaccia palo-terreno sia di tipo rigido perfettamente plastico e cioè che la resistenza del terreno si mobiliti interamente per un qualsiasi valore non nullo dello spostamento, e rimanga poi costante al crescere dello spostamento stesso, Broms caratterizza anche il comportamento flessionale del palo con un comportamento di tipo rigido perfettamente plastico, e cioè assume che le rotazioni elastiche del palo siano trascurabili finché il momento flettente non attinge il valore di plasticizzazione, A questo punto si forma nella sezione una cerniera plastica, Ai fini dell'analisi Broms adotta un diagramma semplificato con reazione nulla fino profondità $1,5d$ e reazione costante con la profondità, mentre per un terreno incoerente la reazione del terreno varia linearmente con la profondità,

NOTA: Tipologia di meccanismo assumibile:

PALO LIBERO DI RUOTARE IN TESTA

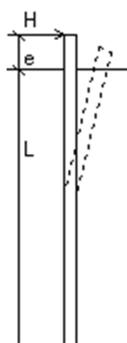


Figura 7 - Schema Palo libeo di ruotare

8.1.6 Influenza degli strati sulla capacità portante

Le formulazioni utilizzate per la portanza prevedono la presenza di uno stesso terreno nella zona interessata dalla potenziale rottura, In prima approssimazione lo spessore di tale zona è pari a:

$$H = \frac{1}{2} \cdot B \cdot \tan(45^\circ + \phi / 2)$$

In presenza di stratificazioni di terreni diversi all'interno di tale zona, il calcolo diventa più complesso; non esiste una metodologia univoca per questi casi, differenti autori hanno proposto soluzioni diverse a seconda dei casi che si possono presentare, In prima approssimazione, nel caso di stratificazioni, viene trovata una media delle caratteristiche dei terreni, pesata sullo spessore degli strati interessati, Nel caso in cui il primo strato incontrato sia coesivo viene anche verificato che la compressione media agente sulla fondazione non superi la tensione limite di espulsione, circostanza che provocherebbe il rifluimento del terreno da sotto la fondazione, rendendo impossibile la portanza,

La tensione limite di espulsione q_{ult} per terreno coesivo viene calcolata come:

$$q_{ult} = 4c + q$$

dove c è la coesione e q è il sovraccarico agente sul piano di posa,

8.1.7 Influenza del sisma sulla capacità portante

La capacità portante nelle combinazioni sismiche viene valutata mediante l'estensione di procedure classiche al caso di azione sismica,

L'**effetto inerziale** prodotto dalla struttura in elevazione sulla fondazione può essere considerato tenendo conto dell'effetto dell'inclinazione (rapporto tra forze T parallele al piano di posa e carico normale N) e dell'eccentricità (rapporto tra momento Me carico normale N) delle azioni in fondazione, e produce variazioni di tutti i coefficienti di capacità portante del carico limite, oltre alla riduzione dell'area efficace,

L'**effetto cinematico** si manifesta per effetto dell'inerzia delle masse del suolo sotto la fondazione come una riduzione della resistenza teorica calcolata in condizioni statiche; tale riduzione è in funzione del coefficiente sismico orizzontale k_h, cioè dell'accelerazione normalizzata massima attesa al suolo, e delle caratteristiche del suolo, L'effetto è più marcato su terreni granulari, mentre nei suoli coesivi è poco rilevante,

Per tener conto nella determinazione del carico limite di tali effetti inerziali vengono introdotti nelle combinazioni sismiche anche i fattori correttivi e (earthquake), valutati secondo **Paolucci e Pecker**:

$$e_q = \left(1 - \frac{k_h}{1g\phi}\right)^{0.35}; \quad e_c = 1 - 0.32 \cdot k_h; \quad e_\gamma = e_q$$

8.1.8 Verifica di capacità portante pali

La verifica di capacità portante del palo viene eseguita raffrontando la portanza di progetto (R_d) con la sollecitazione di progetto (E_d), valutata come sforzo normale agente alla sommità del palo, compreso il peso proprio del palo, La portanza di progetto (R_d) è pari alla portanza verticale calcolata, mediante una formulazione analitica, divisa per opportuni fattori di sicurezza parziali,

La portanza verticale complessiva calcolata è data dalla somma del contributo laterale+punta, o del solo contributo laterale nel caso di palo in trazione,

8.1.8.1 EC7

La **capacità portante laterale** viene calcolata con una formulazione statica, in funzione della coesione e dell'attrito laterale dei terreni incontrati lungo il fusto del palo, valutata nel punto medio di ciascuno strato omogeneo presente, Il valore complessivo laterale è data dalla sommatoria:

$$P_v = \sum_i (\alpha \cdot c + k_0 \cdot p_v \cdot \tan \varphi) \cdot S_i$$

dove si sono indicati con:

k_0 il coefficiente di spinta a riposo dell'i-esimo terreno della stratigrafia

$p_v = \sum \gamma_i \cdot h_i$, la pressione litostatica verticale efficace nel punto di calcolo

$p_o = k_0 \cdot p_v$, la pressione litostatica orizzontale efficace nel punto di calcolo

c , φ la coesione e l'angolo di attrito interno dell'i-esimo terreno

α il coefficiente di adesione della coesione all'interfaccia terreno-pali (usualmente tra 0,5÷0,8)

D il diametro di perforazione del palo

S_i la superficie laterale dell'i-esimo tratto di calcolo ($P_i \cdot D \cdot h_i$)

8.1.8.2 Formula statiche (condizioni non drenate)

8.1.8.3 capacità portante laterale per pali battuti

in condizioni non drenate si assume che l'adesione sia pari ad un aliquota alfa (a) della coesione non drenata e che μ si nullo

$$s = a + \delta h \mu$$

Che con il valore di $\mu = 0$ diviene

$$s = \alpha c_u$$

Dove il valore di α è valutato su base empirica come relazione polinomiale in funzione del valore di c_u e della tipologia di realizzazione del palo, Si allega relativa tabella,

Tabella 2 - Valori di alfa in funzione di c_u

Tipo di palo	Valori di c_u (kPa)	Valori di α
Battuto	$c_u \leq 25$	1,0
	$25 < c_u < 70$	$1 - 0,011(c_u - 25)$
	$c_u \geq 70$	0,5
Trivellato	$c_u \leq 25$	0,7
	$25 < c_u < 70$	$0,7 - 0,008(c_u - 25)$
	$c_u \geq 70$	0,35

8.1.8.4 correlazioni con i risultati di prove in sito

per le prove SPT si pone in genere:

$$s = \alpha + \beta N \text{ (kPa)}$$

$$p = K N \text{ (kPa)}$$

Tabella 3 - Valori di alfa e Beta

Palo	Terreno	α	β	Note	Fonte
Battuto prefabbricato	Incoerente	0	2		Meyerhof, 1956 Shioi, Fukui, 1982
	Qualsiasi	10	3,3	$3 \leq N \leq 50$ $s \leq 170 \text{ kPa}$	Decourt, 1982
	Coesivo	0	10		Shioi, Fukui, 1982
Battuto gettato in opera	Incoerente	30	2	$s \leq 200 \text{ kPa}$	Yamashita, 1987 Shioi, Fukui, 1982
	Coesivo	0	5	$s \leq 150 \text{ kPa}$	Yamashita, 1987 Shioi, Fukui, 1982
		0	10		
Trivellato	Incoerente	0	1		Findlay, 1984 Shioi, Fukui, 1982 Wright, Reese, 1979 Shioi, Fukui, 1982
		0	3,3		
	Coesivo	0	5		
		10	3,3		

La capacità portante di punta del palo :

In questa tipologia di fondazione profonde si ritiene opportuno trascurare il contributo alla punta,

9 RISULTATI STUDIO FONDAZIONI

Le verifiche nei confronti degli Stati Limite ultimi SLU strutturali (STR) e geotecnici (GEO) sono state effettuate applicando la combinazione (A1+M1+R3) di coefficienti parziali prevista dall'approccio 2:

DA1,2 - Approccio 2:

- Combinazione 1:(A1+M1+R3)

Le verifiche strutturali delle fondazioni in combinazioni sismiche sono state condotte in campo sostanzialmente elastico,

Le verifiche saranno condotte tenendo conto dell'assenza di falda;

9.1 Fondazioni profonde

9.1.1 Capacità portante VERTICALE RAMACCA NORD

9.1.2 Prove DPSH1

Verifica di capacità portante verticale riferita al palo singolo

Fattore di correlazione ψ scelto in base alla conoscenza del sito = 1,65

Peso del palo = $L * 0,158 \text{ (kN)} * 1,3$

Il calcolo sarà eseguito secondo l'approccio n° 2;

Coefficiente parziale per angolo resistenza a taglio:	1,0
Coefficiente parziale per coesione:	1,0
Coefficiente parziale per resistenza non drenata:	1,0
Coefficiente parziale per resistenza base pali infissi:	1,15
Coefficiente parziale per resistenza lat, pali infissi:	1,15
Coefficiente parziale per resistenza base pali trivellati:	1,35
Coefficiente parziale per resistenza lat, pali trivellati:	1,15
Fattore di correlazione resistenza caratteristica dei pali in base alle verticali indagate	1,7

9.1.3 Berezantzev

Lunghezza Palo 1,8 m

Ab = 0,484 m;

Coesione alla base del palo = non considerata

$C_u = 39,23 \text{ kPa} < 70 \text{ kPa}$

$\alpha = 1 - 0,011 (C_u - 25) = 0,998$

Coesione (media pesata) = 39,15 kPa

Resistenza unitaria laterale = 3992 kg/m

Contributo del carico limite dovuto alla punta = kg TRASCURATO

Contributo del carico limite dovuto alla superficie laterale = kg 3477,83

Contributo della resistenza di calcolo del terreno complessivo = kg 3477,83

Peso palo = 0,37 kN

$R_k = 3440,86 \text{ kg}$

$R_d = 1741,94 \text{ Kg}$

$R_d = 17,08 \text{ kN}$

9.1.4 Correlazioni con i risultati di prove in sito

$A_b = 0,484 \text{ m};$

Lunghezza palo = 1,8 m;

$N = 6,37;$

Alfa = 0;

Beta = 10;

Peso palo = 0,37 kN

$R_k = 56,54 \text{ kN}$

$R_d = 28,36 \text{ Kn}$

9.1.5 EC7

9.1.5.1 Verifica di capacità portante per la famiglia SLU

9.1.5.2 Verifica di capacità portante verticale riferita al palo singolo

Fattore di correlazione ψ scelto in base alla conoscenza del sito = 1,7

Peso del palo = $34,9 * 1,3$

Filo	Ind,	Xp	Yp	γ_R laterale	γ_R punta	Pl,d	Pp,d	Def,vol	Comb,	Cnd	N	Ed	Rd	C,S,
1	-	-307,35	-5,84	1,15	1,15	1243	1320		SLU 17	BT	-166	-212	2562	12,09
2	-	-157,35	-5,84	1,15	1,15	1243	1320		SLU 20	BT	-610	-655	2562	3,91
3	-	-7,35	-5,84	1,15	1,15	1243	1320		SLU 20	BT	-689	-734	2562	3,49
4	-	142,65	-5,84	1,15	1,15	1243	1320		SLU 20	BT	-676	-721	2562	3,55
5	-	292,65	-5,84	1,15	1,15	1243	1320		SLU 17	BT	-83	-128	2562	19,98

9.1.5.3 Parametri utilizzati nel calcolo

Filo	Ind.	Xp	Yp	Tipo	L,frs,	L,tr,lib,	L,tr,inf,	Coes,	Fi	P,spec	T max	Mecc,coll,	M,plast,sup,	Quota sup,	N sup,	M,plast,inf,	Quota inf,
1	-	-307,35	-5,84	TI	15,4	0	200	0,16	0	0,0015	2066	PI	112089		-72		
2	-	-157,35	-5,84	TI	15,4	0	200	0,16	0	0,0015	2079	PI	114109		-488		
3	-	-7,35	-5,84	TI	15,4	0	200	0,16	0	0,0015	2081	PI	114458		-560		
4	-	142,65	-5,84	TI	15,4	0	200	0,16	0	0,0015	2078	PI	114027		-471		
5	-	292,65	-5,84	TI	15,4	0	200	0,16	0	0,0015	2065	PI	111957		-44		

Rd= 25,62 kN

9.1.6 Significato dei simboli utilizzati:

Le unità di misura elencate sono in [cm, daN, deg] ove non espressamente specificato,

Quota: quota sezione, [cm]

Filo: numero del filo (se assegnato),

Ind.: indice del palo,

Xp: coordinata x del palo che ha prodotto la verifica peggiore, [cm]

Yp: coordinata y del palo che ha prodotto la verifica peggiore, [cm]

As: area complessiva delle armature verticali, [cm²]

Cop.: distanza baricentrica minima delle barre dal lembo esterno, [cm]

N: sforzo normale, [daN]

[M]: momento agente in valore assoluto, [daN*cm]

Mu: momento ultimo, [daN*cm]

Dom.: tipo di dominio utilizzato in questa sezione (P=plastico; SE=sostanzialmente elastico NTC18 §7,4,1),

SnmFcd: tensione normale media su Fcd (minore di 0,45, NTC18 §7,2,5),

MultM: fattore di sovrarresistenza sul momento flettente (NTC18 §7,2,5),

Comb.: combinazione peggiore,

C,S.: coefficiente sicurezza minimo,

Verifica: stato di verifica,

Mx: momento Mx, [daN*cm]

My: momento My, [daN*cm]

Sc,max: tensione massima sul calcestruzzo, [daN/cm²]

Sf,max: tensione massima sull'acciaio, [daN/cm²]

Fess: sezione fessurata,

Wka,mm: apertura delle fessure ammissibile, in [mm],

Wk,mm: apertura delle fessure, in [mm],

Sm,cm: distanza media fra le fessure, in [cm],

Tx: taglio Tx, [daN]

Ty: taglio Ty, [daN]

MultT: fattore di sovrarresistenza sul taglio,

Vrd,4,1,23: resistenza calcestruzzo non staffato, [daN]

VRsd,4,1,27: resistenza staffe, [daN]

VRcd,4,1,28: resistenza delle bielle compresse, [daN]

Cotg: cotagente delle bielle,

yR laterale: coefficiente parziale di sicurezza sulla resistenza laterale,

yR punta: coefficiente parziale di sicurezza sulla resistenza alla punta,

Pl,d: portanza laterale di progetto, [daN]

Pp,d: portanza di punta di progetto, [daN]

Def,vol: deformazione volumetrica (usata per formula portanza punta secondo Vesic),

Cnd: resistenza valutata per condizione a breve o lungo termine (BT - LT),

N: sforzo normale in testa, [daN]

Ed: azione totale di progetto, [daN]

Rd: resistenza totale di progetto, [daN]

C,S.: coefficiente di sicurezza,

yR trasversale: coeff. parziale di sicurezza sulla resistenza trasversale,

LRF: fattore di riduzione per liquefazione,

Cnd: condizione di calcolo: D calcolo condotto per la condizione drenata e terreno incoerente, ND calcolo condotto per la condizione non drenata e terreno eminentemente coesivo,

Rd: resistenza trasversale di progetto, [daN]

Ed (T): azione trasversale di progetto, [daN]

C,S,: coefficiente di sicurezza Rd/Ed,

Tipo: tipologia del palo o micropalo : TL a testa libera, TI testa incastrata,

L,frs,: larghezza del fronte di spinta, [cm]

L,tr,lib,: lunghezza del tratto libero, [cm]

L,tr,inf,: lunghezza del tratto infisso nel terreno, [cm]

Coes,: coesione non drenata di progetto, [daN/cm²]

Fi: angolo di attrito interno di progetto, [deg]

P,spec: peso specifico del terreno di progetto, [daN/cm³]

T max: sforzo trasversale massimo al collasso, [daN]

Mecc,coll,: meccanismo di collasso: PC palo corto (nessuna cerniera), PI palo intermedio (una cerniera), PL_L palo lungo libero (cerniera lungo il fusto), PL_V palo lungo vincolato (doppia cerniera),

M,plast,sup,: momento di plasticizzazione della cerniera plastica superiore o momento massimo lungo il fusto in caso di palo corto, [daN*cm]

Quota sup,: quota cerniera plastica superiore o quota del momento massimo lungo il fusto in caso di palo corto, [cm]

N sup,: sforzo normale di calcolo alla quota superiore, [daN]

M,plast,inf,: momento di plasticizzazione della cerniera plastica inferiore, [daN*cm]

Quota inf,: quota cerniera plastica inferiore, [cm]

N inf,: sforzo normale di calcolo alla quota inferiore, [daN]

9.2 Verifica di capacità portante ORIZZONTALE RAMACCA NORD

9.2.1 Prove DPSH1

Verifica di capacità portante verticale riferita al palo singolo

9.2.1.1 DATI DI CALCOLO

Il calcolo sarà eseguito secondo l'approccio n, 2,

Coefficiente parziale per angolo resistenza a taglio:	1,00
Coefficiente parziale per coesione:	1,00
Coefficiente parziale per resistenza non drenata:	1,00
Coefficiente parziale per resistenza di palo soggetto a carico trasversale:	1,30
Diametro del palo m,	0,15
Lunghezza del palo m,	1,80
Momento di plasticizzazione della sezione del palo: kgm	2824,0
Palo libero di ruotare in testa Terreno coesivo	

9.2.1.2 RISULTATI DI CALCOLO

Valore della coesione = kg/mq 4000,000

Nuovo valore della coesione = kg/mq 4000,000 Valore di kp = 2,88

Meccanismo di palo corto:

$H = \text{kg } 1078,34$

$M_{\text{max}} = \text{kg } 2618,48$

Il meccanismo è effettivamente di palo corto,

Valore limite H della forza orizzontale = $\text{kg } 1078,34$

Momento massimo a cui è soggetta la sezione = $\text{kgm } 2618,48$

agente alla profondità $z = \text{m, } 0,43$

La distanza f è data da $\text{m, } 0,19$

Meccanismo di rottura: palo corto

Valore limite H : $\text{kg } 1078,34 = t \text{ } 1,08$

e rappresenta il valore caratteristico della resistenza orizzontale,

Va corretto con coefficiente parziale per diventare resistenza di calcolo,

Resistenza di calcolo orizzontale = $\text{kg } 829,49$

Resistenza di calcolo orizzontale = $\text{kN } 8,13$

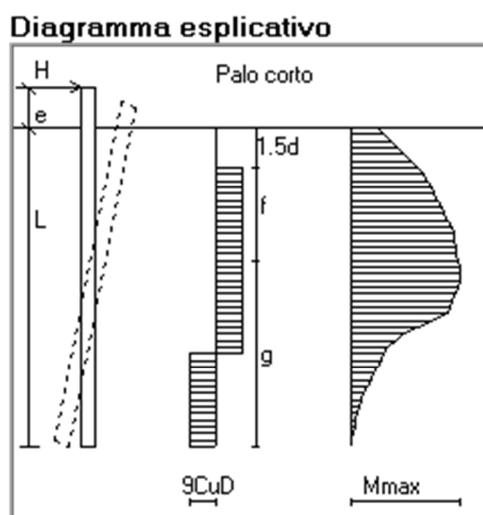


Figura 8 - Condizione di rottura : palo CORTO

9.3 Verifica di capacità portante verticale RAMACCA SUD

9.3.1 Prove DPSH2 – DPSH3

Verifica di capacità portante verticale riferita al palo singolo

Fattore di correlazione ψ scelto in base alla conoscenza del sito = 1,65

Peso del palo = $L * 0,151 \text{ (kN)} * 1,3$

Il calcolo sarà eseguito secondo l'approccio n, 2,

Coefficiente parziale per angolo resistenza a taglio:	1,0
Coefficiente parziale per coesione:	1,0
Coefficiente parziale per resistenza non drenata:	1,0
Coefficiente parziale per resistenza base pali infissi:	1,15
Coefficiente parziale per resistenza lat, pali infissi:	1,15
Coefficiente parziale per resistenza base pali trivellati:	1,35
Coefficiente parziale per resistenza lat, pali trivellati:	1,15

Considerando nella ponderazione gli ultimi 20 cm come gli strati di limo superiori:

9.3.2 Berenzantzev

Lunghezza Palo 1,8 m

$Ab = 0,484 \text{ m}$;

Coesione alla base del palo = non considerata

$Cu = 41,18 \text{ kPa} < 70 \text{ kPa}$

$\alpha = 1 - 0,011 (Cu - 25) = 0,838$

Coesione (media pesata) = 34,519 kPa

Resistenza unitaria laterale = 3520 kg/m

Contributo del carico limite dovuto alla punta = kg TRASCURATO

Contributo del carico limite dovuto alla superficie laterale = kg 3520,00

Contributo della resistenza di calcolo del terreno complessivo = kg 3066,00

Peso palo = 0,37 kN

$Rk = 3520,00 \text{ kg}$

$Rd = 1578,00 \text{ Kg}$

Rd = 15,47 kN

9.3.3 Correlazioni con i risultati di prove in sito

Ab = 0,484 m;

Lunghezza palo = 1,8 m;

N= 6,26;

Alfa = 0;

Beta =10;

Peso palo = 0,37 kN

Rk = 55,61 kN

Rd= 28,74 kN

9.3.4 Vesic

Verifica di capacità portante per la famiglia SLU

Verifica di capacità portante verticale riferita al palo singolo

Fattore di correlazione ψ scelto in base alla conoscenza del sito = 1,65

Peso del palo = 34,9 * 1,3

Filo	Ind,	Xp	Yp	yR laterale	yR punta	Pl,d	Pp,d	Def,vol	Comb,	Cnd	N	Ed	Rd	C,S,
1	-	-307,35	-5,84	1,15	1,15	1587	1297		SLU 17	BT	-166	-212	2884	13,62
2	-	-157,35	-5,84	1,15	1,15	1587	1297		SLU 20	BT	-608	-654	2884	4,41
3	-	-7,35	-5,84	1,15	1,15	1587	1297		SLU 20	BT	-683	-729	2884	3,96
4	-	142,65	-5,84	1,15	1,15	1587	1297		SLU 20	BT	-678	-723	2884	3,99
5	-	292,65	-5,84	1,15	1,15	1587	1297		SLU 17	BT	-83	-128	2884	22,46

9.3.4.1 Parametri utilizzati nel calcolo

Filo	Ind,	Xp	Yp	Tipo	L,frs,	L,tr,lib,	L,tr,inf,	Coes,	Fi	P,spec	T max	Mecc.coll,	M,plast,sup,	Quota sup,	N sup,	M,plast,inf,
1	-	-307,35	-5,84	TI	15,4	0	200	0,16	0	0,0015	2066	PI	112106		-75	
2	-	-157,35	-5,84	TI	15,4	0	200	0,16	0	0,0015	2079	PI	114100		-486	
3	-	-7,35	-5,84	TI	15,4	0	200	0,16	0	0,0015	2081	PI	114432		-555	
4	-	142,65	-5,84	TI	15,4	0	200	0,16	0	0,0015	2078	PI	114036		-473	
5	-	292,65	-5,84	TI	15,4	0	200	0,16	0	0,0015	2065	PI	111965		-46	

Rd= 28,84 kN

9.4 Verifica di capacità portante orizzontale RAMACCA SUD

9.4.1 Prove DPSH1

Verifica di capacità portante verticale riferita al palo singolo

9.4.1.1 DATI DI CALCOLO

Il calcolo sarà eseguito secondo l'approccio n, 2,

Coefficiente parziale per angolo resistenza a taglio:	1,00
Coefficiente parziale per coesione:	1,00
Coefficiente parziale per resistenza non drenata:	1,00
Coefficiente parziale per resistenza di palo soggetto a carico trasversale:	1,30
Diametro del palo m,	0,15
Lunghezza del palo m,	1,80
Momento di plasticizzazione della sezione del palo: kgm	2824,0
Palo libero di ruotare in testa Terreno coesivo	

9.4.1.2 RISULTATI DI CALCOLO

Valore della coesione = kg/mq 4200,000

Nuovo valore della coesione = kg/mq 42000,000 Valore di k_p = 2,88

Meccanismo di palo corto:

$H = \text{kg } 1132,26$

$M_{\text{max}} = \text{kg } 2749,40$

Il meccanismo è effettivamente di palo corto,

Valore limite H della forza orizzontale = kg 1132,26

Momento massimo a cui è soggetta la sezione = kgm 2749,40

agente alla profondità $z = \text{m}, 0,43$

La distanza f è data da $\text{m}, 0,19$

Meccanismo di rottura: palo corto

Valore limite H : $\text{kg } 1132,34 = t \text{ } 1,13$

e rappresenta il valore caratteristico della resistenza orizzontale,

Va corretto con coefficiente parziale per diventare resistenza di calcolo,

Resistenza di calcolo orizzontale = kg 871,076

Resistenza di calcolo orizzontale = kN 8,54

Diagramma esplicativo

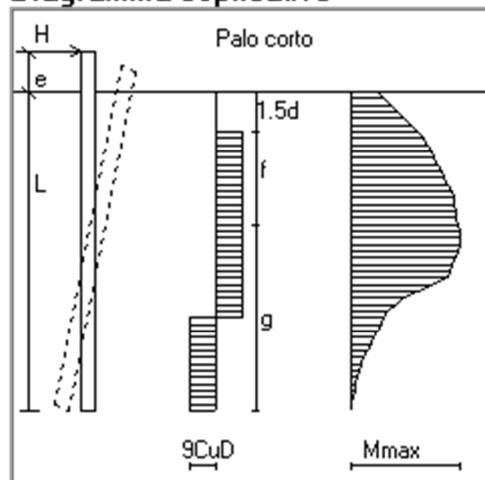
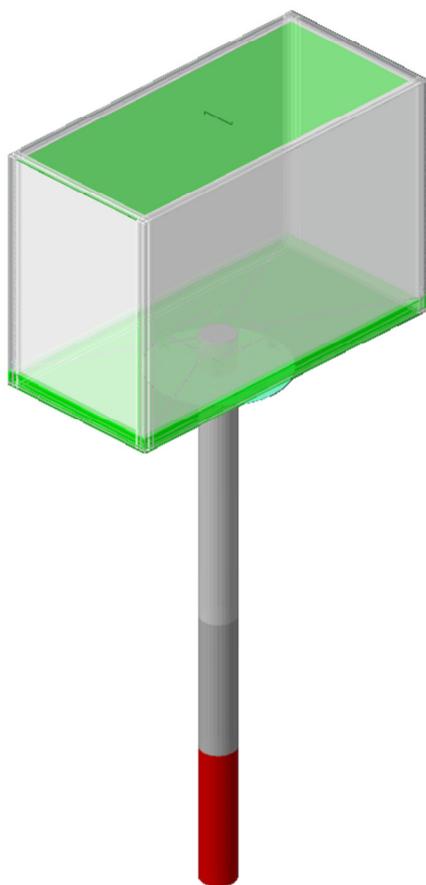


Figura 9 - Condizione di rottura : palo CORTO

10 FONDAZIONI SUPERFICIALI

10.1 Premessa

Nel seguente documento si riportano i risultati geotecnici inerenti le fondazioni superficiali per l'installazione di cabine elettriche mt/bt, control room: secondo gli indicazioni costruttive e carichi tipologici dati dalla norma CEI 78-17



10.2 Tipologia di fondazione

Nella modellazione si è considerata la presenza di fondazioni superficiali, schematizzando il suolo con un letto di molle elastiche di assegnata rigidità. In direzione orizzontale si è considerata una rigidità pari a 0,5 volte quella verticale, includendo nella determinazione delle azioni anche il peso sismico delle fondazioni,

I valori di default dei parametri di modellazione del suolo, cioè quelli adottati dove non diversamente specificato, sono i seguenti:, includendo nella determinazione delle azioni anche il peso sismico delle fondazioni,

Coefficiente di sottofondo verticale per fondazioni superficiali (default)	3000000	[daN/m ³]
K punta palo (default)	4000000	[daN/m ³]
Pressione limite punta palo (default)	100000	[daN/m ²]

Per elementi nei quali si sono valutati i parametri geotecnici in funzione della stratigrafia sottostante si sono adottate le seguenti formulazioni di letteratura:

Metodo di calcolo della K verticale	Vesic
Metodo di calcolo della capacità portante	EC7
Metodo di calcolo della pressione limite punta palo	Vesic

La resistenza limite offerta dai pali in direzione orizzontale e verticale è funzione dell'attrito e della coesione che si può sviluppare all'interfaccia con il terreno, Oltre ai dati del suolo, descritti nelle seguenti stratigrafie, hanno influenza anche i seguenti parametri:

Coefficiente parziale per angolo resistenza a taglio:	1,0
Coefficiente parziale per coesione:	1,0
Coefficiente parziale per resistenza non drenata:	1,0
Coefficiente parziale per resistenza base pali infissi:	1,15
Coefficiente parziale per resistenza lat, pali infissi:	1,15
Coefficiente parziale per resistenza base pali trivellati:	1,35
Coefficiente parziale per resistenza lat, pali trivellati:	1,15
Fattore di correlazione resistenza caratteristica dei pali in base alle verticali indagate (2).....	1,65

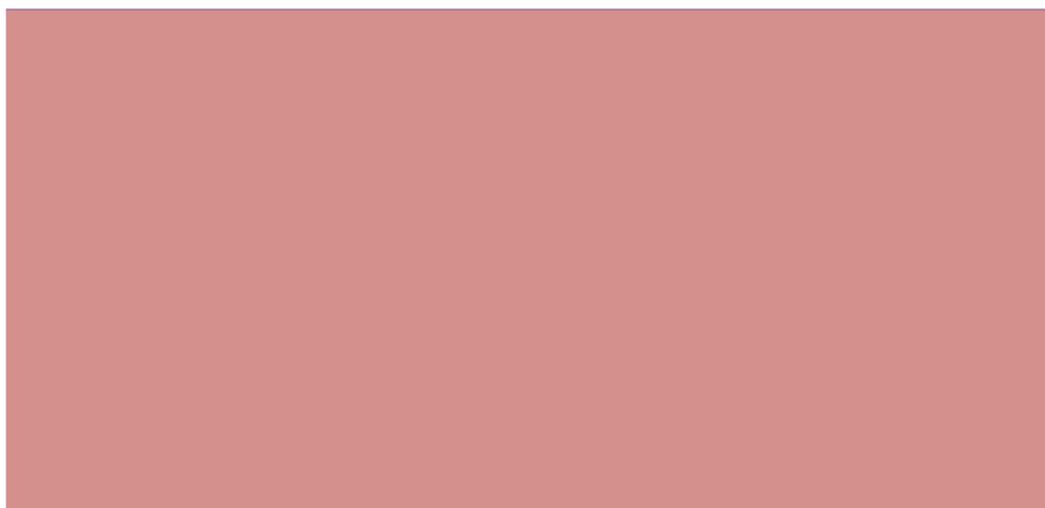


Figura 10 - Rappresentazione in pianta di tutti gli elementi strutturali di fondazione – Platea 15 cm

10.3 Terreni

Descrizione: descrizione o nome assegnato all'elemento,

Natura geologica: natura geologica del terreno (granulare, coesivo, roccia),

Coesione (c): coesione efficace del terreno, [daN/m²]

Coesione non drenata (Cu): coesione non drenata (Cu), per terreni eminentemente coesivi (argille), [daN/m²]

Angolo di attrito interno ϕ : angolo di attrito interno del terreno, [deg]

Angolo di attrito di interfaccia δ : angolo di attrito all'interfaccia tra terreno-cls, [deg]

Coeff. α di adesione della coesione (0;1): coeff. di adesione della coesione all'interfaccia terreno-cls, compreso tra 0 ed 1, Il valore è adimensionale,

Coeff. di spinta K0: coefficiente di spinta a riposo del terreno, Il valore è adimensionale,

γ naturale: peso specifico naturale del terreno in sito, assegnato alle zone non immerse, [daN/m³]

γ saturo: peso specifico saturo del terreno in sito, assegnato alle zone immerse, [daN/m³]

E: modulo elastico longitudinale del terreno, [daN/m²]

v: coefficiente di Poisson del terreno, Il valore è adimensionale,

Qualità roccia RQD (0;1): rock quality degree, Indice di qualità della roccia, assume valori nell'intervallo (0;1), Il valore è adimensionale,

Descrizione	Natura geologica	Coesione (c)	Coesione non drenata (Cu)	Angolo di attrito interno ϕ	Angolo di attrito di interfaccia δ	Coeff. α di adesione della coesione (0;1)	Coeff. di spinta K0	γ naturale	γ saturo	E	v	Qualità roccia RQD (0;1)
001_DPSH1_1STR-LIMI_RAMACCA	Intermedio (Limi)	0	3870	0	0	0,5	1	1830	1930	650000	0,3	0
002_DPSH1_2STR-LIM-CONSI_RAMACCA	Intermedio (Limi)	0	15390	0	0	0,5	1	2110	2210	2330000	0,3	0
003_DPSH1_3STR-LIM-CONSI_RAMACCA	Intermedio (Limi)	0	40890	0	0	0,5	1	2500	2500	6200000	0,3	0
001_DPSH2-3_1STR-LIMI_RAMACCA	Intermedio (Limi)	0	4110	0	0	0,5	1	1820	1920	330000	0,3	0
002_DPSH2-3_2STR-LIM-CONSI_RAMACCA	Intermedio (Limi)	0	14680	0	0	0,5	1	2100	2100	1595000	0,3	0
003_DPSH2-3_3STR-LIM-CONSI_RAMACCA	Intermedio (Limi)	0	33000	0	0	0,5	1	2500	2500	3667680	0,3	0

ANALISI PIASTRE C.A. DI FONDAZIONE

10.4 RAMACCA NORD E SUD

Le unità di misura elencate nel capitolo sono in [m, daN, deg] ove non espressamente specificato,

Nodo: indice del nodo di verifica,
Dir,: direzione della sezione di verifica,
B: base della sezione rettangolare di verifica, [m]
H: altezza della sezione rettangolare di verifica, [m]
A, sup,: area barre armatura superiori, [m²]
C, sup,: distanza media delle barre superiori dal bordo superiore della sezione, [m]
A, inf,: area barre armatura inferiori, [m²]
C, inf,: distanza media delle barre inferiori dal bordo inferiore della sezione, [m]
Comb,: combinazione di verifica,
M: momento flettente, [daN*m]
N: sforzo normale, [daN]
Mu: momento flettente ultimo, [daN*m]
Nu: sforzo normale ultimo, [daN]
c,s,: coefficiente di sicurezza,
Verifica: stato di verifica,
 σ_c : tensione nel calcestruzzo, [daN/m²]
 σ_{lim} : tensione limite, [daN/m²]
Es/Ec: coefficiente di omogenizzazione,
 σ_f : tensione nell'acciaio d'armatura, [daN/m²]
Comb,: combinazione,
Fh: componente orizzontale del carico, [daN]
Fv: componente verticale del carico, [daN]
Cnd: resistenza valutata a breve o lungo termine (BT - LT),
Ad: adesione di progetto, [daN/m²]
Phi: angolo di attrito di progetto, [deg]
RPI: resistenza passiva laterale unitaria di progetto, [daN/m]
 γ_R : coefficiente parziale sulla resistenza di progetto,
Rd: resistenza alla traslazione di progetto, [daN]
Ed: azione di progetto, [daN]
Rd/Ed: coefficiente di sicurezza allo scorrimento,
ID: indice della verifica di capacità portante,
Fx: componente lungo x del carico, [daN]
Fy: componente lungo y del carico, [daN]
Fz: componente verticale del carico, [daN]
Mx: componente lungo x del momento, [daN*m]
My: componente lungo y del momento, [daN*m]
ix: inclinazione del carico in x, [deg]
iy: inclinazione del carico in y, [deg]
ex: eccentricità del carico in x, [m]
ey: eccentricità del carico in y, [m]
B': larghezza efficace, [m]
L': lunghezza efficace, [m]
Cnd: resistenza valutata per condizione a breve o lungo termine (BT - LT),
C: coesione di progetto, [daN/m²]
Qs: sovraccarico laterale da piano di posa, [daN/m²]
Rd: resistenza alla rottura del complesso di progetto, [daN]
Ed: azione di progetto (sforzo normale al piano di posa), [daN]
Rd/Ed: coefficiente di sicurezza alla capacità portante,
N:
Nq: fattore di capacità portante per il termine di sovraccarico,
Nc: fattore di capacità portante per il termine coesivo,
Ng: fattore di capacità portante per il termine attritivo,
S:
Sq: fattore correttivo di capacità portante per forma (shape), per il termine di sovraccarico,
Sc: fattore correttivo di capacità portante per forma (shape), per il termine coesivo,
Sg: fattore correttivo di capacità portante per forma (shape), per il termine attritivo,
D:
Dq: fattore correttivo di capacità portante per approfondimento (deep), per il termine di sovraccarico,
Dc: fattore correttivo di capacità portante per approfondimento (deep), per il termine coesivo,

Dg: fattore correttivo di capacità portante per approfondimento (deep), per il termine attritivo,
I:
Iq: fattore correttivo di capacità portante per inclinazione del carico, per il termine di sovraccarico,
Ic: fattore correttivo di capacità portante per inclinazione del carico, per il termine coesivo,
Ig: fattore correttivo di capacità portante per inclinazione del carico, per il termine attritivo,
B:
Bq: fattore correttivo di capacità portante per inclinazione della base, per il termine di sovraccarico,
Bc: fattore correttivo di capacità portante per inclinazione della base, per il termine coesivo,
Bg: fattore correttivo di capacità portante per inclinazione della base, per il termine attritivo,
G:
Gq: fattore correttivo di capacità portante per inclinazione del pendio, per il termine di sovraccarico,
Gc: fattore correttivo di capacità portante per inclinazione del pendio, per il termine coesivo,
Gg: fattore correttivo di capacità portante per inclinazione del pendio, per il termine attritivo,
P:
Pq: fattore correttivo di capacità portante per punzonamento, per il termine di sovraccarico,
Pc: fattore correttivo di capacità portante per punzonamento, per il termine coesivo,
Pg: fattore correttivo di capacità portante per punzonamento, per il termine attritivo,
E:
Eq: fattore correttivo di capacità portante per sisma (earthquake), per il termine di sovraccarico,
Ec: fattore correttivo di capacità portante per sisma (earthquake), per il termine coesivo,
Eg: fattore correttivo di capacità portante per sisma (earthquake), per il termine attritivo,

10.512,1 Platea a "Piano campagna"

Verifiche condotte secondo D,M, 17-01-18 (N,T,C,)

Geometria



Figura 11 - Caratteristiche dei materiali

Acciaio: B450C Fyk 450

Calcestruzzo: C25/30 Rck 300

10.5.1.1 Sistema di riferimento e direzioni di armatura

Le coordinate citate nel seguito sono espresse in un sistema di riferimento cartesiano con origine in (-2,6; -1,25; 0), direzione dell'asse X = (0,01; 0; 0), direzione dell'asse Y = (0; 0,01; 0),

Le direzioni X/Y di armatura e le sezioni X/Y di verifica sono individuate dagli assi del sistema di riferimento,

10.6 RAMACCA NORD DPSH1

10.6.1 Verifiche nei nodi

10.6.1.1 Verifiche SLU flessione nei nodi

La struttura è stata dichiarata come non dissipativa pertanto la verifica a pressoflessione, per le combinazioni SLV, viene eseguita calcolando i momenti resistenti in campo sostanzialmente elastico secondo D,M, 17-01-2018 §7,4,1

Nodo	Dir.	B	H	A, sup.	C, sup.	A, inf.	C, inf.	Comb.	M	N	Mu	Nu	c,s.
17	X	1	0,15	0,000251	0,047	0,000251	0,047	SLV 9	-851,61	0	-1009,96	0	1,1859
16	X	1	0,15	0,000251	0,047	0,000251	0,047	SLV 5	-837,89	0	-1009,96	0	1,2054
18	X	1	0,15	0,000251	0,047	0,000251	0,047	SLV 9	-825,77	0	-1009,96	0	1,2231
33	X	1	0,15	0,000251	0,047	0,000251	0,047	SLV 11	-819,64	0	-1009,96	0	1,2322
32	X	1	0,15	0,000251	0,047	0,000251	0,047	SLV 7	-813,08	0	-1009,96	0	1,2421

10.6.1.2 Verifiche SLD Resistenza flessione nei nodi

La struttura è stata dichiarata come non dissipativa pertanto la verifica a pressoflessione viene eseguita calcolando i momenti resistenti in campo sostanzialmente elastico secondo D,M, 17-01-2018 §7,4,1

Nodo	Dir.	B	H	A, sup.	C, sup.	A, inf.	C, inf.	Comb.	M	N	Mu	Nu	c,s.
18	X	1	0,15	0,000251	0,047	0,000251	0,047	SLD 9	-610,19	0	-1009,96	0	1,6552
17	X	1	0,15	0,000251	0,047	0,000251	0,047	SLD 9	-608,77	0	-1009,96	0	1,659
16	X	1	0,15	0,000251	0,047	0,000251	0,047	SLD 5	-598,24	0	-1009,96	0	1,6882
31	X	1	0,15	0,000251	0,047	0,000251	0,047	SLD 11	-583,72	0	-1009,96	0	1,7302
33	X	1	0,15	0,000251	0,047	0,000251	0,047	SLD 11	-582,64	0	-1009,96	0	1,7334

10.6.1.3 Verifiche SLE tensione calcestruzzo nei nodi

Nodo	Dir.	B	H	A, sup.	C, sup.	A, inf.	C, inf.	Comb.	M	N	σc	σlim	Es/Ec
18	X	1	0,15	0,000251	0,047	0,000251	0,047	SLE RA 3	-697,26	0	-182108	1494000	15
31	X	1	0,15	0,000251	0,047	0,000251	0,047	SLE RA 3	-672,22	0	-175569	1494000	15
6	X	1	0,15	0,000251	0,047	0,000251	0,047	SLE RA 2	667,62	0	-174366	1494000	15
4	X	1	0,15	0,000251	0,047	0,000251	0,047	SLE RA 2	657,02	0	-171600	1494000	15
6	X	1	0,15	0,000251	0,047	0,000251	0,047	SLE QP 1	492,19	0	-128550	1120500	15

10.6.1.4 Verifiche SLE tensione acciaio nei nodi

Nodo	Dir.	B	H	A, sup.	C, sup.	A, inf.	C, inf.	Comb.	M	N	σf	σlim	Es/Ec
18	X	1	0,15	0,000251	0,047	0,000251	0,047	SLE RA 3	-697,26	0	1019806	36000000	15
31	X	1	0,15	0,000251	0,047	0,000251	0,047	SLE RA 3	-672,22	0	983187	36000000	15
6	X	1	0,15	0,000251	0,047	0,000251	0,047	SLE RA 2	667,62	0	976452	36000000	15
4	X	1	0,15	0,000251	0,047	0,000251	0,047	SLE RA 2	657,02	0	960960	36000000	15
17	X	1	0,15	0,000251	0,047	0,000251	0,047	SLE RA 3	-655,65	0	958944	36000000	15

10.6.1.5 Verifiche SLE fessurazione nei nodi

La piastra non presenta nodi con apertura delle fessure,

10.7 Verifiche geotecniche

10.7.1 Dati geometrici dell'impronta di calcolo

Forma dell'impronta di calcolo: rettangolare di area equivalente

Centro impronta, nel sistema globale: 0; 0; -0,2

Lato minore B dell'impronta: 2,5

Lato maggiore L dell'impronta: 5,2

Area dell'impronta rettangolare di calcolo: 13

10.7.2 Verifica di scorrimento sul piano di posa

10.7.2.1 Coefficiente di sicurezza minimo per scorrimento 2,55

Comb.	Fh	Fv	Cnd	Ad	Phi	RPI	γ_R	Rd	Ed	Rd/Ed
SLU 12	0	-59007	BT	1935	0	0	1,1	22868	0	1353879415900,25
SLV 13	8984	-41834	BT	1935	0	0	1,1	22868	8984	2,55

10.8 Verifiche geotecniche di capacità portante sul piano di posa

Profondità massima del bulbo di rottura considerato (per condizione non drenata): 1,25 m

Accelerazione normalizzata massima attesa al suolo Amax per verifiche in SLD: 0,028

Accelerazione normalizzata massima attesa al suolo Amax per verifiche in SLV: 0,076

10.8.1 Coefficiente di sicurezza minimo per portanza 1,29

ID	Comb.	Fx	Fy	Fz	Mx	My	ix	iy	ex	ey	B'	L'	Cnd	C	Phi	Qs	γ_R	Rd	Ed	Rd/Ed
1	SLU 18	0	0	-64467	3	-4,53	0	0	0	0	2,5	5,2	BT	3870	0	0	2,3	123273	64467	1,91
2	SLV 5	-2593	-8106	-41835	21339,8	-6532,13	-4	-11	-0,16	0,51	1,48	4,89	BT	3870	0	0	2,3	53954	41835	1,29
3	SLD 5	-942	-2945	-41834	7751,95	-2374,46	-1	-4	-0,06	0,19	2,13	5,09	BT	3870	0	0	2,3	97655	41834	2,33

10.8.2 Verifiche geotecniche di capacità portante - Fattori utilizzati nel calcolo di Rd

ID	N			S			D			I			B			G			P			E		
	Nq	Nc	Ng	Sq	Sc	Sg	Dq	Dc	Dg	Iq	Ic	Ig	Bq	Bc	Bg	Gq	Gc	Gg	Pq	Pc	Pg	Eq	Ec	Eg
1	1	5	0	0	1,1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0				0	0	0
2	1	5	0	0	1,06	0	0	0	0	0	0,81	0	0	1	0	0	0	0				0	0	0
3	1	5	0	0	1,08	0	0	0	0	0	0,96	0	0	1	0	0	0	0				0	0	0

11 RAMACCA SUD DPSH2 E DPSH3

11.1 Verifiche nei nodi

11.1.1 Verifiche SLU flessione nei nodi

La struttura è stata dichiarata come non dissipativa pertanto la verifica a pressoflessione, per le combinazioni SLV, viene eseguita calcolando i momenti resistenti in campo sostanzialmente elastico secondo D,M, 17-01-2018 §7,4,1

Nodo	Dir.	B	H	A, sup.	C, sup.	A, inf.	C, inf.	Comb.	M	N	Mu	Nu	c,s.
17	X	1	0,15	0,000251	0,047	0,000251	0,047	SLV 9	-847,63	0	-1009,96	0	1,1915
16	X	1	0,15	0,000251	0,047	0,000251	0,047	SLV 5	-833,92	0	-1009,96	0	1,2111
18	X	1	0,15	0,000251	0,047	0,000251	0,047	SLV 9	-822,69	0	-1009,96	0	1,2276
33	X	1	0,15	0,000251	0,047	0,000251	0,047	SLV 11	-815,6	0	-1009,96	0	1,2383
32	X	1	0,15	0,000251	0,047	0,000251	0,047	SLV 7	-809,01	0	-1009,96	0	1,2484

11.1.2 Verifiche SLD Resistenza flessione nei nodi

La struttura è stata dichiarata come non dissipativa pertanto la verifica a pressoflessione viene eseguita calcolando i momenti resistenti in campo sostanzialmente elastico secondo D,M, 17-01-2018 §7,4,1

Nodo	Dir.	B	H	A, sup.	C, sup.	A, inf.	C, inf.	Comb.	M	N	Mu	Nu	c,s.
18	X	1	0,15	0,000251	0,047	0,000251	0,047	SLD 9	-601,73	0	-1009,96	0	1,6784
17	X	1	0,15	0,000251	0,047	0,000251	0,047	SLD 9	-599,25	0	-1009,96	0	1,6854
16	X	1	0,15	0,000251	0,047	0,000251	0,047	SLD 5	-588,81	0	-1009,96	0	1,7153
31	X	1	0,15	0,000251	0,047	0,000251	0,047	SLD 11	-575,56	0	-1009,96	0	1,7547
33	X	1	0,15	0,000251	0,047	0,000251	0,047	SLD 11	-573,27	0	-1009,96	0	1,7617

11.1.3 Verifiche SLE tensione calcestruzzo nei nodi

Nodo	Dir.	B	H	A, sup.	C, sup.	A, inf.	C, inf.	Comb.	M	N	σ_c	σ_{lim}	Es/Ec
18	X	1	0,15	0,000251	0,047	0,000251	0,047	SLE RA 3	-707,05	0	-184665	1494000	15
31	X	1	0,15	0,000251	0,047	0,000251	0,047	SLE RA 3	-681,71	0	-178048	1494000	15
6	X	1	0,15	0,000251	0,047	0,000251	0,047	SLE RA 2	675,54	0	-176436	1494000	15
4	X	1	0,15	0,000251	0,047	0,000251	0,047	SLE RA 2	664,83	0	-173639	1494000	15
6	X	1	0,15	0,000251	0,047	0,000251	0,047	SLE QP 1	497,96	0	-130057	1120500	15

11.1.4 Verifiche SLE tensione acciaio nei nodi

Nodo	Dir.	B	H	A, sup.	C, sup.	A, inf.	C, inf.	Comb.	M	N	σ_f	σ_{lim}	Es/Ec
18	X	1	0,15	0,000251	0,047	0,000251	0,047	SLE RA 3	-707,05	0	1034121	36000000	15
31	X	1	0,15	0,000251	0,047	0,000251	0,047	SLE RA 3	-681,71	0	997068	36000000	15
6	X	1	0,15	0,000251	0,047	0,000251	0,047	SLE RA 2	675,54	0	988041	36000000	15
4	X	1	0,15	0,000251	0,047	0,000251	0,047	SLE RA 2	664,83	0	972377	36000000	15
17	X	1	0,15	0,000251	0,047	0,000251	0,047	SLE RA 3	-663,57	0	970536	36000000	15

11.1.5 Verifiche SLE fessurazione nei nodi

La piastra non presenta nodi con apertura delle fessure,

11.2 Verifiche geotecniche

11.2.1 Dati geometrici dell'impronta di calcolo

Forma dell'impronta di calcolo: rettangolare di area equivalente

Centro impronta, nel sistema globale: 0; 0; -0,2

Lato minore B dell'impronta: 2,5

Lato maggiore L dell'impronta: 5,2

Area dell'impronta rettangolare di calcolo: 13

11.2.2 Verifica di scorrimento sul piano di posa

Coefficiente di sicurezza minimo per scorrimento 2,71

Comb.	Fh	Fv	Cnd	Ad	Phi	RPI	γ_R	Rd	Ed	Rd/Ed
SLU 12	0	-59007	BT	2055	0	0	1,1	24286	0	2017431304894,31
SLV 3	8966	-41835	BT	2055	0	0	1,1	24286	8966	2,71

11.2.3 Verifiche geotecniche di capacità portante sul piano di posa

Profondità massima del bulbo di rottura considerato (per condizione non drenata): 1,25 m

Accelerazione normalizzata massima attesa al suolo Amax per verifiche in SLD: 0,028

Accelerazione normalizzata massima attesa al suolo Amax per verifiche in SLV: 0,076

11.2.4 Coefficiente di sicurezza minimo per portanza 1,44

ID	Comb.	Fx	Fy	Fz	Mx	My	ix	iy	ex	ey	B'	L'	Cnd	C	Phi	Qs	γ_R	Rd	Ed	Rd/Ed
1	SLU 17	0	0	-64467	3	-4,53	0	0	0	0	2,5	5,2	BT	4110	0	0	2,3	130918	64467	2,03
2	SLV 5	-2593	-7855	-41835	20646,23	-6532,61	-4	-11	-0,16	0,49	1,51	4,89	BT	4110	0	0	2,3	60426	41835	1,44
3	SLD 5	-942	-2587	-41834	6789,52	-2374,86	-1	-4	-0,06	0,16	2,18	5,09	BT	4110	0	0	2,3	106912	41834	2,56

11.2.5 Verifiche geotecniche di capacità portante - Fattori utilizzati nel calcolo di Rd

ID	N			S			D			I			B			G			P			E		
	Nq	Nc	Ng	Sq	Sc	Sg	Dq	Dc	Dg	Iq	Ic	Ig	Bq	Bc	Bg	Gq	Gc	Gg	Pq	Pc	Pg	Eq	Ec	Eg
1	1	5	0	0	1,1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0				0	0	0
2	1	5	0	0	1,06	0	0	0	0	0	0,84	0	0	1	0	0	0	0				0	0	0
3	1	5	0	0	1,09	0	0	0	0	0	0,97	0	0	1	0	0	0	0				0	0	0

11.2.6 Note:

CONDIZIONE SFAVOREVOLE RAMMACCA NORD

Si riportano in sintesi i diagrammi di pressione ai REALTIVI STATI LIMITE e cedimenti DI RAMACCA NORD

11.3 Pressioni terreno in SLU

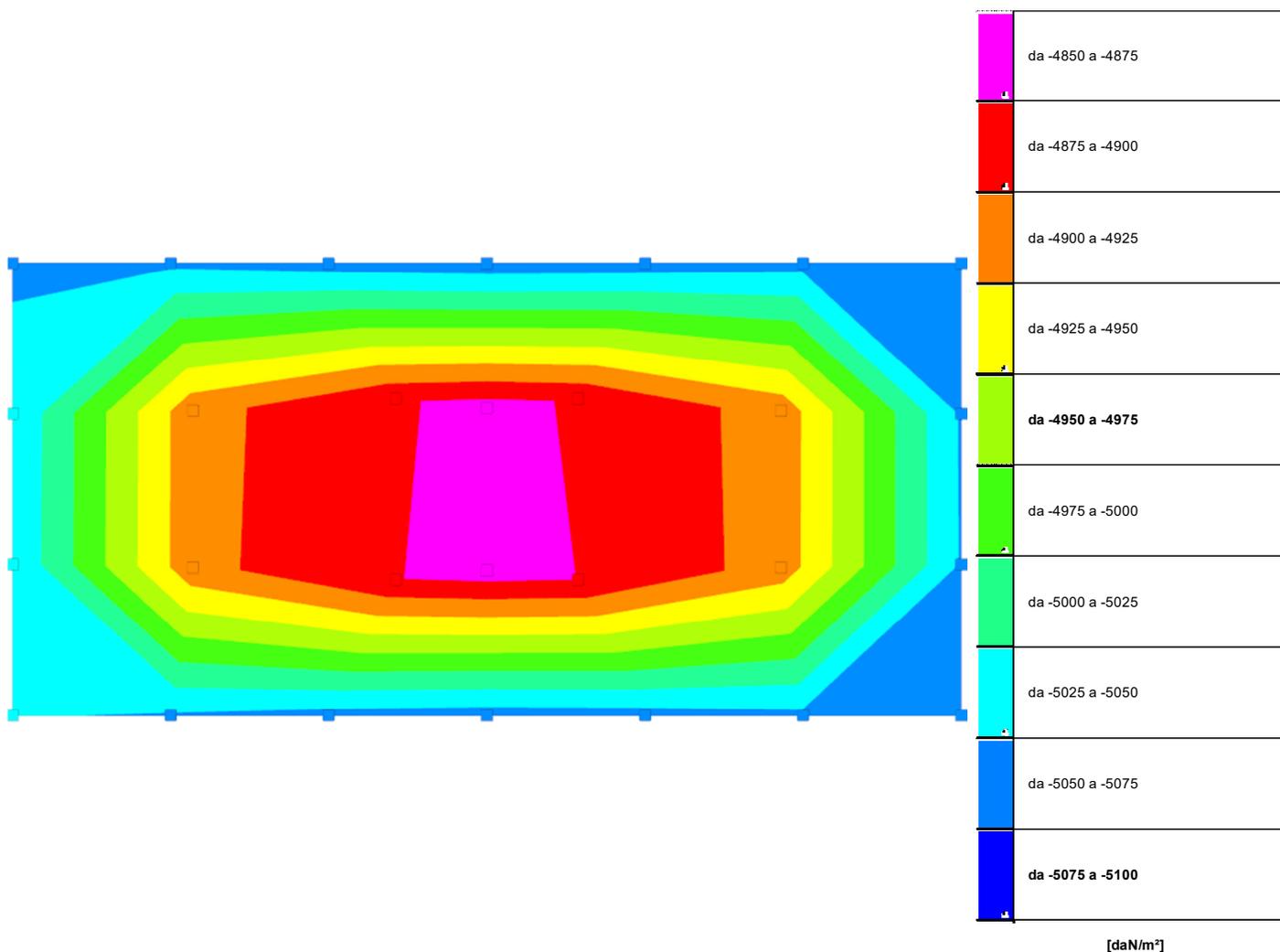


Figura 12 - Rappresentazione in pianta delle massime compressioni sul terreno in famiglia SLU,

Nodo: Nodo che interagisce col terreno,

Ind.: indice del nodo,

Pressione minima: situazione in cui si verifica la pressione minima nel nodo,

Cont.: nome breve della condizione o combinazione di carico a cui si riferisce la pressione minima,

uz: spostamento massimo verticale del nodo, [m]

Valore: pressione minima sul terreno del nodo, [daN/m²]

Pressione massima: situazione in cui si verifica la pressione massima nel nodo,

Cont.: nome breve della condizione o combinazione di carico a cui si riferisce la pressione massima,

uz: spostamento minimo verticale del nodo, [m]

Valore: pressione massima sul terreno del nodo, [daN/m²]

Compressione estrema massima -5065,2 al nodo di indice 44, di coordinate x = 0, y = 1,25, z = -0,2, nel contesto SLU 18,

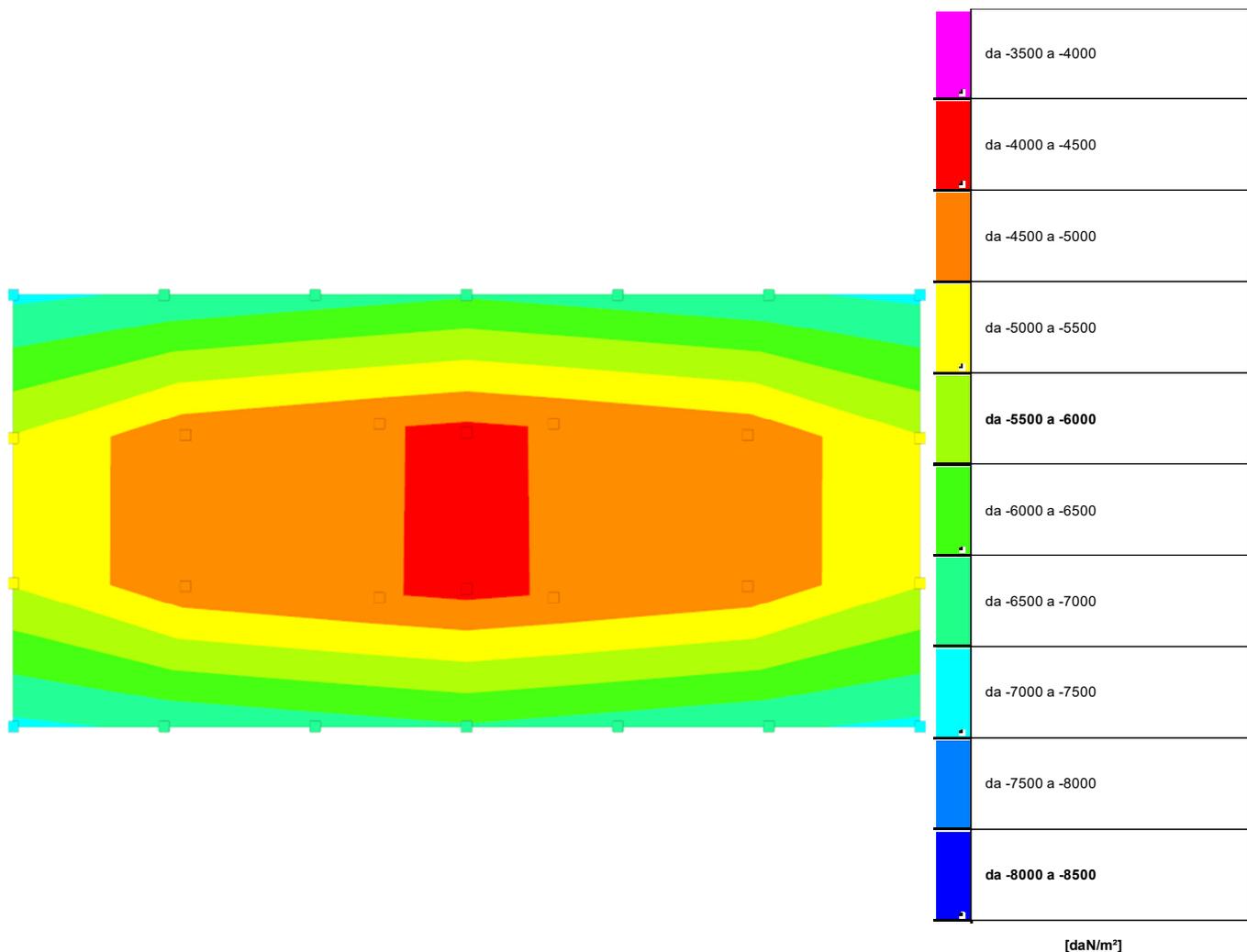
Spostamento estremo minimo -0,0108145 al nodo di indice 44, di coordinate x = 0, y = 1,25, z = -0,2, nel contesto SLU 18,

Spostamento estremo massimo -0,006449 al nodo di indice 18, di coordinate x = 0, y = -0,45, z = -0,2, nel contesto SLU 4,

Nodo Ind.	Cont.	Pressione minima		Pressione massima		
		uz	Valore	uz	Valore	
2	SLU 18	-0,0107772	-5047,8	SLU 1	-0,0067093	-3142,5
3	SLU 18	-0,0107876	-5052,7	SLU 1	-0,006713	-3144,2
4	SLU 18	-0,0108015	-5059,1	SLU 1	-0,0067181	-3146,6

Nodo Ind,	Pressione minima			Pressione massima		
	Cont,	uz	Valore	Cont,	uz	Valore
5	SLU 18	-0,010808	-5062,2	SLU 1	-0,0067209	-3147,9
6	SLU 18	-0,0108052	-5060,9	SLU 1	-0,0067204	-3147,7
7	SLU 18	-0,0107947	-5056	SLU 1	-0,0067174	-3146,3
8	SLU 18	-0,0107879	-5052,8	SLU 1	-0,0067159	-3145,6
16	SLU 17	-0,0104116	-4876,5	SLU 4	-0,006476	-3033,2
17	SLU 17	-0,0104091	-4875,4	SLU 4	-0,0064745	-3032,5
18	SLU 17	-0,0103768	-4860,2	SLU 4	-0,006449	-3020,5
19	SLU 17	-0,0104768	-4907,1	SLU 4	-0,0065352	-3060,9
20	SLU 17	-0,0104817	-4909,4	SLU 4	-0,0065385	-3062,5
21	SLU 18	-0,0107755	-5047	SLU 1	-0,0067094	-3142,5
22	SLU 18	-0,0107859	-5051,8	SLU 1	-0,0067158	-3145,5
27	SLU 18	-0,0107775	-5047,9	SLU 1	-0,0067109	-3143,2
28	SLU 18	-0,0107874	-5052,6	SLU 1	-0,006717	-3146,1
29	SLU 17	-0,0104773	-4907,3	SLU 4	-0,0065355	-3061,1
30	SLU 17	-0,0104803	-4908,7	SLU 4	-0,0065375	-3062
31	SLU 17	-0,0103827	-4863	SLU 4	-0,0064527	-3022,3
32	SLU 17	-0,0104182	-4879,6	SLU 4	-0,0064801	-3035,1
33	SLU 17	-0,0104174	-4879,3	SLU 4	-0,0064797	-3034,9
41	SLU 18	-0,0107835	-5050,7	SLU 1	-0,0067139	-3144,6
42	SLU 18	-0,0107938	-5055,6	SLU 1	-0,0067175	-3146,3
43	SLU 18	-0,0108068	-5061,7	SLU 1	-0,0067221	-3148,5
44	SLU 18	-0,0108145	-5065,2	SLU 1	-0,0067256	-3150,1
45	SLU 18	-0,0108108	-5063,5	SLU 1	-0,0067246	-3149,6
46	SLU 18	-0,0108003	-5058,6	SLU 1	-0,0067215	-3148,2
47	SLU 18	-0,010793	-5055,2	SLU 1	-0,0067197	-3147,4

11.4 Pressioni terreno in SLV/SLVf/SLUEcc



Rappresentazione in pianta delle massime compressioni sul terreno in famiglie SLV/SLVf/SLUEcc,

Nodo: Nodo che interagisce col terreno,

Ind.: indice del nodo,

Pressione minima: situazione in cui si verifica la pressione minima nel nodo,

Cont.: nome breve della condizione o combinazione di carico a cui si riferisce la pressione minima,

uz: spostamento massimo verticale del nodo, [m]

Valore: pressione minima sul terreno del nodo, [daN/m²]

Pressione massima: situazione in cui si verifica la pressione massima nel nodo,

Cont.: nome breve della condizione o combinazione di carico a cui si riferisce la pressione massima,

uz: spostamento minimo verticale del nodo, [m]

Valore: pressione massima sul terreno del nodo, [daN/m²]

Compressione estrema massima 0 al nodo di indice 2, di coordinate x = -2,6, y = -1,25, z = -0,2, nel contesto ,

Spostamento estremo minimo 0 al nodo di indice 2, di coordinate x = -2,6, y = -1,25, z = -0,2, nel contesto,

Spostamento estremo massimo 0 al nodo di indice 2, di coordinate x = -2,6, y = -1,25, z = -0,2, nel contesto ,

Nodo Ind,	Pressione minima			Pressione massima		
	Cont,	uz	Valore	Cont,	uz	Valore

11.512,4 Pressioni terreno in SLE/SLD

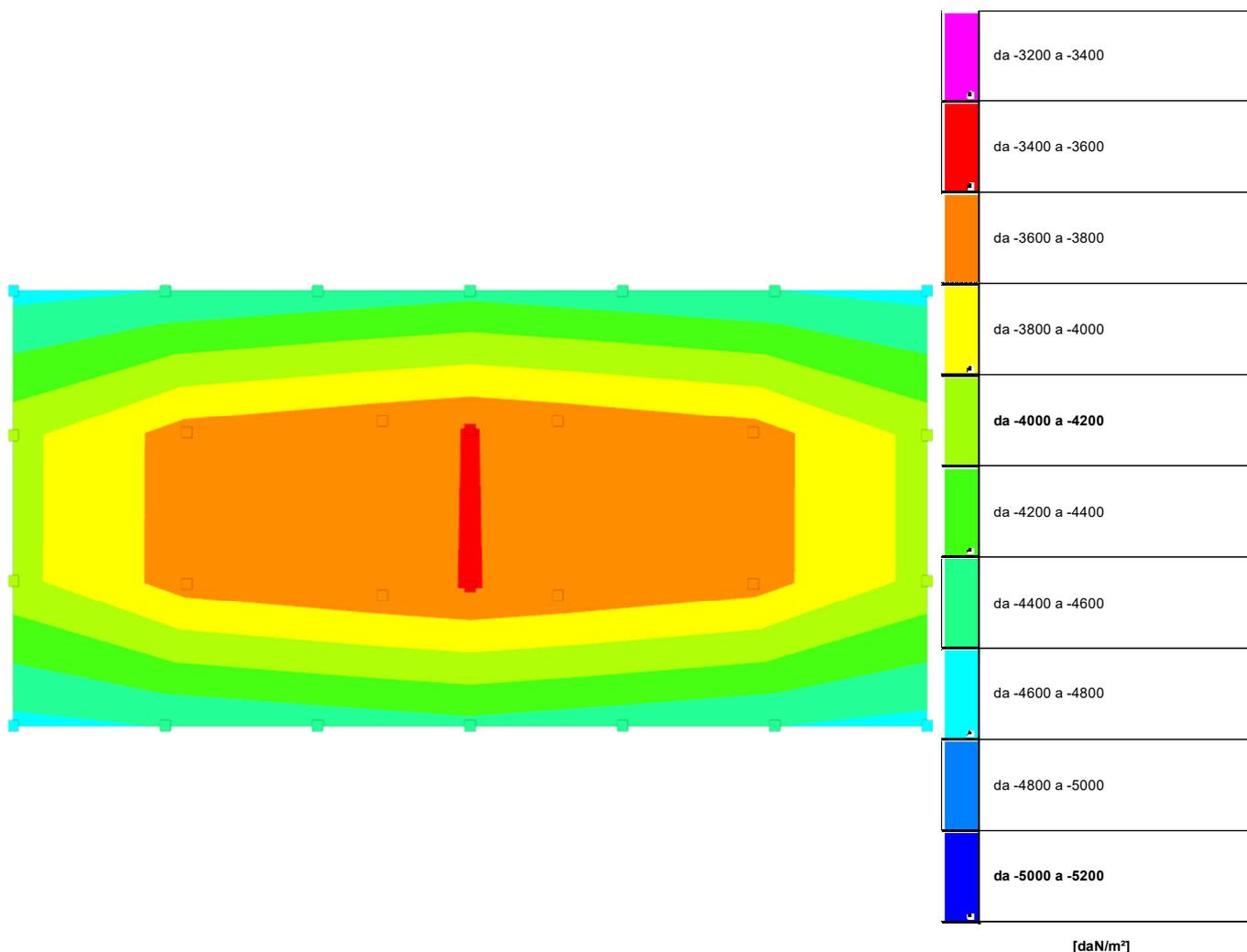


Figura 13 - Rappresentazione in pianta delle massime compressioni sul terreno in famiglie SLE/SLD,

Nodo: *Nodo che interagisce col terreno,*

Ind.: *indice del nodo,*

Pressione minima: *situazione in cui si verifica la pressione minima nel nodo,*

Cont.: *nome breve della condizione o combinazione di carico a cui si riferisce la pressione minima,*

uz: *spostamento massimo verticale del nodo, [m]*

Valore: *pressione minima sul terreno del nodo, [daN/m²]*

Pressione massima: *situazione in cui si verifica la pressione massima nel nodo,*

Cont.: *nome breve della condizione o combinazione di carico a cui si riferisce la pressione massima,*

uz: *spostamento minimo verticale del nodo, [m]*

Valore: *pressione massima sul terreno del nodo, [daN/m²]*

Compressione estrema massima -4664,5 al nodo di indice 47, di coordinate x = 2,6, y = 1,25, z = -0,2, nel contesto SLD 11,

Spostamento estremo minimo -0,0099589 al nodo di indice 47, di coordinate x = 2,6, y = 1,25, z = -0,2, nel contesto SLD 11,

Spostamento estremo massimo -0,003983 al nodo di indice 2, di coordinate x = -2,6, y = -1,25, z = -0,2, nel contesto SLD 11,

Nodo Ind.	Pressione minima			Pressione massima		
	Cont.	uz	Valore	Cont.	uz	Valore
2	SLD 5	-0,0099479	-4659,4	SLD 11	-0,003983	-1865,6
3	SLD 5	-0,0098038	-4591,9	SLD 11	-0,0041345	-1936,5
4	SLD 5	-0,0096639	-4526,3	SLD 11	-0,0042847	-2006,9
5	SLD 9	-0,0095224	-4460,1	SLD 7	-0,0044317	-2075,7
6	SLD 9	-0,0096675	-4528	SLD 7	-0,0042858	-2007,3
7	SLD 9	-0,0098106	-4595,1	SLD 7	-0,0041365	-1937,4
8	SLD 9	-0,0099582	-4664,2	SLD 7	-0,0039861	-1867
16	SLD 5	-0,0078578	-3680,4	SLD 11	-0,0057001	-2669,8
17	SLD 9	-0,0078565	-3679,8	SLD 7	-0,0056981	-2668,9
18	SLD 9	-0,0076577	-3586,7	SLD 7	-0,0058622	-2745,7
19	SLD 5	-0,0079325	-3715,4	SLD 11	-0,0056688	-2655,1
20	SLD 9	-0,0079379	-3717,9	SLD 7	-0,0056696	-2655,5
21	SLD 1	-0,0086666	-4059,2	SLD 15	-0,0052646	-2465,8
22	SLD 13	-0,0086746	-4063	SLD 3	-0,0052695	-2468,1
27	SLD 3	-0,0086686	-4060,2	SLD 13	-0,0052656	-2466,3
28	SLD 15	-0,0086746	-4063	SLD 1	-0,0052719	-2469,2
29	SLD 7	-0,0079351	-3716,6	SLD 9	-0,0056671	-2654,3
30	SLD 11	-0,0079351	-3716,6	SLD 5	-0,0056708	-2656,1
31	SLD 7	-0,0076644	-3589,8	SLD 9	-0,0058635	-2746,3
32	SLD 7	-0,007865	-3683,8	SLD 9	-0,0057017	-2670,5
33	SLD 11	-0,007864	-3683,3	SLD 5	-0,0057017	-2670,5
41	SLD 7	-0,0099556	-4662,9	SLD 9	-0,0039846	-1866,3
42	SLD 7	-0,0098104	-4595	SLD 9	-0,004137	-1937,7
43	SLD 7	-0,0096689	-4528,7	SLD 9	-0,0042878	-2008,3
44	SLD 7	-0,0095276	-4462,5	SLD 9	-0,0044359	-2077,7
45	SLD 11	-0,0096709	-4529,6	SLD 5	-0,0042907	-2009,7
46	SLD 11	-0,0098128	-4596,1	SLD 5	-0,0041425	-1940,3
47	SLD 11	-0,0099589	-4664,5	SLD 5	-0,003993	-1870,2

11.6 12,5 Cedimenti fondazioni superficiali

Nodo: *nodo che interagisce col terreno,*

Ind.: *indice del nodo,*

spostamento nodale massimo: *situazione in cui si verifica lo spostamento massimo verticale nel nodo calcolato dal solutore ad elementi finiti,*

Lo spostamento massimo con segno è quello con valore massimo lungo l'asse Z, dove valori positivi rappresentano spostamenti verso l'alto,

Cont.: *nome breve della condizione o combinazione di carico a cui si riferisce lo spostamento,*

uz: *spostamento verticale del nodo calcolato dal solutore ad elementi finiti, Lo spostamento è dotato di segno, [m]*

Press.: *pressione sul terreno corrispondente allo spostamento, Valori positivi indicano trazione, valori negativi indicano compressione, [daN/m²]*

spostamento nodale minimo: *situazione in cui si verifica lo spostamento minimo verticale del nodo calcolato dal solutore ad elementi finiti, Lo*

spostamento minimo con segno è quello con valore minimo lungo l'asse Z, dove valori negativi rappresentano spostamenti verso il basso,

Cont.: *nome breve della condizione o combinazione di carico a cui si riferisce lo spostamento,*

uz: *spostamento verticale del nodo calcolato dal solutore ad elementi finiti, Lo spostamento è dotato di segno, [m]*

Press.: *pressione sul terreno corrispondente allo spostamento, Valori positivi indicano trazione, valori negativi indicano compressione, [daN/m²]*

Cedimento elastico: *cedimento teorico elastico massimo,*

Cont.: *nome breve della combinazione di carico in cui è stato calcolato il cedimento teorico elastico massimo,*

v_e: *valore del cedimento teorico elastico massimo, [m]*

Cedimento edometrico: *cedimento teorico edometrico massimo,*

Cont.: *nome breve della combinazione di carico in cui è stato calcolato il cedimento teorico edometrico massimo,*

v_e: *valore del cedimento teorico edometrico massimo, [m]*

Cedimento di consolidazione: cedimento teorico di consolidazione massimo,

Cont.: nome breve della combinazione di carico in cui è stato calcolato il cedimento teorico di consolidazione massimo,

v.: valore del cedimento teorico di consolidazione massimo, [m]

Spostamento estremo minimo -0,0099589 al nodo di indice 47, di coordinate x = 2,6, y = 1,25, z = -0,2, nel contesto SLD 11,

Spostamento estremo massimo -0,003983 al nodo di indice 2, di coordinate x = -2,6, y = -1,25, z = -0,2, nel contesto SLD 11,

Nodo Ind.	spostamento nodale massimo			spostamento nodale minimo			Cedimento elastico		Cedimento edometrico		Cedimento di consolidazione	
	Cont.	uz	Press.	Cont.	uz	Press.	Cont.	v.	Cont.	v.	Cont.	v.
2	SLD 11	-4,0E-03	-1865,6	SLD 5	-9,9E-03	-4659,4						
3	SLD 11	-4,1E-03	-1936,5	SLD 5	-9,8E-03	-4591,9						
4	SLD 11	-4,3E-03	-2006,9	SLD 5	-9,7E-03	-4526,3						
5	SLD 7	-4,4E-03	-2075,7	SLD 9	-9,5E-03	-4460,1						
6	SLD 7	-4,3E-03	-2007,3	SLD 9	-9,7E-03	-4528						
7	SLD 7	-4,1E-03	-1937,4	SLD 9	-9,8E-03	-4595,1						
8	SLD 7	-4,0E-03	-1867	SLD 9	-1,0E-02	-4664,2						
16	SLD 11	-5,7E-03	-2669,8	SLD 5	-7,9E-03	-3680,4						
17	SLD 7	-5,7E-03	-2668,9	SLD 9	-7,9E-03	-3679,8						
18	SLD 7	-5,9E-03	-2745,7	SLD 9	-7,7E-03	-3586,7						
19	SLD 11	-5,7E-03	-2655,1	SLD 5	-7,9E-03	-3715,4						
20	SLD 7	-5,7E-03	-2655,5	SLD 9	-7,9E-03	-3717,9						
21	SLD 15	-5,3E-03	-2465,8	SLD 1	-8,7E-03	-4059,2						
22	SLD 3	-5,3E-03	-2468,1	SLD 13	-8,7E-03	-4063						
27	SLD 13	-5,3E-03	-2466,3	SLD 3	-8,7E-03	-4060,2						
28	SLD 1	-5,3E-03	-2469,2	SLD 15	-8,7E-03	-4063						
29	SLD 9	-5,7E-03	-2654,3	SLD 7	-7,9E-03	-3716,6						
30	SLD 5	-5,7E-03	-2656,1	SLD 11	-7,9E-03	-3716,6						
31	SLD 9	-5,9E-03	-2746,3	SLD 7	-7,7E-03	-3589,8						
32	SLD 9	-5,7E-03	-2670,5	SLD 7	-7,9E-03	-3683,8						
33	SLD 5	-5,7E-03	-2670,5	SLD 11	-7,9E-03	-3683,3						
41	SLD 9	-4,0E-03	-1866,3	SLD 7	-1,0E-02	-4662,9						
42	SLD 9	-4,1E-03	-1937,7	SLD 7	-9,8E-03	-4595						
43	SLD 9	-4,3E-03	-2008,3	SLD 7	-9,7E-03	-4528,7						
44	SLD 9	-4,4E-03	-2077,7	SLD 7	-9,5E-03	-4462,5						
45	SLD 5	-4,3E-03	-2009,7	SLD 11	-9,7E-03	-4529,6						
46	SLD 5	-4,1E-03	-1940,3	SLD 11	-9,8E-03	-4596,1						
47	SLD 5	-4,0E-03	-1870,2	SLD 11	-1,0E-02	-4664,5						

11.7 Osservazioni e prescrizioni tecniche

Il livello di compatibilità dell'intervento con la situazione esistente e le eventuali prescrizioni tecniche da seguire prima, durante o dopo la realizzazione dell'opera sono da sintetizzare in :

PRESCRIZIONI:

1. Opere a carattere reversibile;
2. Aumentare il numero di sondaggio (prove dinamiche o statiche) al fine di ridurre i coefficienti di correlazione al sito e maggiore conoscenza delle caratteristiche, geologiche, geotecniche e idrologiche del sito;

INDICAZIONI:

1. Eseguire prove su pali pilota (IPE160 o sulla tipologia alternativa scelta), condizione utile anche per le fasi successive di cantierizzazione e collaudi e o prove di PULL-OUT ;
2. Eseguire prove su pali pilota ($\varnothing 80$, $\varnothing 114$ o sulla tipologia alternativa scelta), condizione utile anche per le fasi successive di cantierizzazione e collaudi e o prove di PULL-OUT per recinzioni , e strutture per circuiti sicurezza ;
3. Ulteriori condizioni e considerazioni tecnico-economiche:
 - a. Valutare pali a sezioni chiusa in acciaio $\varnothing 16$ cm, per sfruttare portanza alla punta ed eventuale riduzione della lunghezza di infissione;
4. Ridistribuzione dei carichi secondo schemi di fondazioni profonde con più punti di infissione;

Per le opere superficiali nessuna particolare prescrizione se non le consuete condizioni di realizzazione secondo lo stato dell'arte,

- indicazione costruttive e carichi tipologici dati dalla norma CEI 78-17:2015 : EX 0-15
- Strati di pulizia dei piani di fondazione, calcestruzzo "magro" (comunemente chiamato magrone) con una percentuale ridotta di cemento, consigliato 10 cm, sbordo, spessore 10 cm;
- Breccione| stabilizzato con argille/dreni A discrezione D,LL;

12 ALLEGATI

- a) Relazione al piano di compatibilità al piano di tutela delle acque
Dott. Geol. Raffaele Di Ceglie, Dott.ssa Geol. Federica Ucci – REL005
- b) Relazione geologica e sismica
Dott. Geol. Raffaele Di Ceglie, Dott.ssa Geol. Federica Ucci – REL006
- c) Relazione idrologica e idrogeologica
Dott. Geol. Raffaele Di Ceglie, Dott.ssa Geol. Federica Ucci – REL009
- d) Indagine geofisica tramite tecnica MASW - "RAMACCA NORD" e "RAMACCA SUD" Dott. Geol. Raffaele Di Ceglie