



REALIZZAZIONE SCUOLA PRIMARIA CON 15 CLASSI

AGOSTO
2020

RESPONSABILE PROCEDIMENTO: Arch. Anna Casalone

PROGETTISTI

SETTANTA7 STUDIO ASSOCIATO

Arch. D. Rangone

Arch. E. Rionda

CURCIO E REMONDA STUDIO ASSOCIATO

Ing. A. Remonda



Arch. Laura Lova



PROGETTO DEFINITIVO
SVILUPPATO A LIVELLO ESECUTIVO

REV_02

RELAZIONE GEOTECNICA - BLOCCO PALESTRA

**INDICE**

1.	NORMATIVE DI RIFERIMENTO	6
2.	INDAGINI IN SITO E CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI DI FONDAZIONE	6
3.	DETERMINAZIONE DELLA PORTANZA VERTICALE DI FONDAZIONI PROFONDE	7
4.	CARICO LIMITE VERTICALE ALLA PUNTA DEL PALO	8
5.	CARICO LIMITE VERTICALE LUNGO LA SUPERFICIE LATERALE DEL PALO	12
6.	DETERMINAZIONE DEI CEDIMENTI DI FONDAZIONI PROFONDE	14
7.	SIMBOLOGIA ADOTTATA NEI TABULATI DI CALCOLO	16
8.	PARAMETRI DI CALCOLO	19
9.	ARCHIVIO STRATIGRAFIE	20
10.	ARCHIVIO TERRENI	20
11.	DEFINIZIONE K WINKLER	21
12.	DATI GEOMETRICI DEGLI ELEMENTI COSTITUENTI LE FONDAZIONI PROFONDE	22
13.	VALORI DI CALCOLO DELLA PORTANZA PER FONDAZIONI PROFONDE	28
14.	VALORI DI CALCOLO DEI CEDIMENTI PER FONDAZIONI PROFONDE	35

COMUNE DI GASSINO (TO)

REALIZZAZIONE SCUOLA PRIMARIA CON 15 CLASSI

SETTANTA7 STUDIO ASSOCIATO, CURCIO E REMONDA STUDIO ASSOCIATO, ARCH. LAURA LOVA





1. NORMATIVE DI RIFERIMENTO

In quanto di seguito riportato viene fatto esplicito riferimento alle seguenti Normative:

- LEGGE n° 64 del 02/02/1974. "Provvedimenti per le costruzioni, con particolari prescrizioni per le zone sismiche.";
- D.M. LL.PP. del 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.";
- D.M. LL.PP. del 16/01/1996. "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche.";
- Circolare Ministeriale LL.PP. n° 65/AA.GG. del 10/04/1997. "Istruzioni per l'applicazione delle "Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche" di cui al D.M. 16/01/1996.";
- Eurocodice 1 - Parte 1 - "Basi di calcolo ed azioni sulle strutture - Basi di calcolo -.";
- Eurocodice 7 - Parte 1 - "Progettazione geotecnica - Regole generali -.";
- Eurocodice 8 - Parte 5 - "Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture - Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici -.";
- D.M. 17/01/2018 - NUOVE NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI;
- Circolare n.7 del 21/01/2019.

2. INDAGINI IN SITO E CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI DI FONDAZIONE

La finalità della presente relazione è quella di definire il comportamento meccanico del volume di terreno (volume significativo) influenzato direttamente o indirettamente dalla costruzione di un manufatto e che a sua volta influenza il comportamento strutturale del manufatto stesso. Di seguito si illustrano i risultati delle indagini geologiche eseguite, nonché l'interpretazione dei risultati ottenuti. Dal quadro generale in tal modo scaturito, si definiscono le caratteristiche della fondazione da adottare ed il modello da utilizzare per le elaborazioni relative alla interazione sovrastruttura-fondazione e fondazione-terreno.

Per indicazioni specifiche si rimanda alla relazione geologica di cui al presente progetto.

Di seguito si riportano alcuni cenni teorici relativi alle modalità di calcolo implementate e la descrizione della simbologia adottata nei tabulati.



3. DETERMINAZIONE DELLA PORTANZA VERTICALE DI FONDAZIONI PROFONDE

Per la determinazione della portanza verticale di fondazioni profonde si fa riferimento a due contributi: la "portanza di punta" e la "portanza per attrito laterale". Queste due componenti in genere sono calcolate in maniera autonoma dato che risulta molto difficoltoso, tranne che in poche situazioni, stabilire quanta parte del carico è assorbita dall'attrito laterale e quanta dalla resistenza alla punta. Nel seguito, ai fini del calcolo della portanza verticale, si assumeranno le seguenti espressioni generali valide per il caso di palo soggetto a compressione e per il caso di palo soggetto a trazione (nel calcolo della portanza verticale è possibile tenere in conto tutti o solo uno dei contributi su definiti):

$$Q_c = \frac{Q_P}{\eta_P} + \frac{Q_L}{\eta_L} - W_{ATT.NEG.} - W_P \quad (\text{caso di palo in compressione}) \quad Q_T$$

$$= \frac{Q_L}{\eta_L} + W_P \quad (\text{caso di palo in trazione})$$

dove i simboli su riportati hanno il seguente significato:

- QC resistenza a compressione del palo
- QT resistenza a trazione del palo
- QP carico limite verticale alla punta del palo
- QL carico limite verticale lungo la superficie laterale del palo
- WATT.NEG. attrito negativo agente sul palo
- WP peso totale del palo
- hP coefficiente di sicurezza per carico limite verticale alla punta del palo
- hL coefficiente di sicurezza per carico limite verticale lungo la superficie laterale del palo

I valori del carico limite verticale alla punta del palo "QP" e del carico limite verticale lungo la superficie laterale del palo "QL" sono determinati con le note "formule statiche". Queste esprimono i valori di cui sopra in funzione della geometria del palo, delle caratteristiche geotecniche del terreno in cui è immerso, della modalità esecutiva e dell'interfaccia palo-terreno.

Di seguito si illustrano le metodologie con le quali saranno determinati i valori prima citati; è necessario tenere presente che tali metodi sono riferiti al calcolo del "singolo palo" e per estendere tale modalità computazione al caso di "pali in gruppo" si farà ricorso ai "coefficienti d'efficienza", in questo modo si potrà tenere in debito conto l'interferenza reciproca che i pali esercitano.



4. CARICO LIMITE VERTICALE ALLA PUNTA DEL PALO

Il valore del carico limite verticale alla punta del palo, indipendentemente dal metodo utilizzato per la sua determinazione, è condizionato dalla modalità esecutiva. Esso varia notevolmente a seconda che il palo sia del tipo "infisso" o "trivellato" poiché le caratteristiche fisico-meccaniche del terreno circostante il palo variano in seguito alle operazioni d'installazione. Di conseguenza, per tenere conto della modalità esecutiva nel calcolo dei coefficienti di portanza, si propone di modificare il valore dell'angolo di resistenza a taglio secondo quanto suggerito da Kishida (1967):

$$\phi_{cor} = \frac{\phi + 40}{2} \quad (\text{per pali infissi}) \quad \phi_{cor} = \phi - 3^\circ \quad (\text{per pali trivellati})$$

Con la correzione di cui sopra si determineranno i fattori adimensionali di portanza che sono presenti nella relazione per la determinazione del carico limite verticale alla punta che assume la seguente espressione:

$$Q_p = A_p \cdot (q_p \cdot N_q^* + c \cdot N_c^*)$$

dove i simboli su riportati hanno il seguente significato:

- A_p superficie portante efficace della punta del palo
- q_p pressione del terreno presente alla punta del palo
- c coesione del terreno alla punta del palo (nel caso di condizione non drenata $c = c_u$)
- N_q^* , N_c^* fattori adimensionali di portanza funzione dell'angolo d'attrito interno ϕ_{cor} del terreno già corretti

In letteratura esistono diverse formulazioni per il calcolo dei fattori adimensionali di portanza, di seguito si riportano quelle che sono state implementate:

- Formulazione di Meyerhof per base poggiate su terreni sciolti (1951)

- se $\phi \neq 0$ (condizione drenata) si ha:

$$N_q = \text{tg}^2 \left(\frac{\pi}{4} + \frac{\phi}{2} \right) \cdot e^{\pi \cdot \text{tg}(\phi)} \quad N_c = (N_q - 1) \cdot \text{ctg}(\phi)$$

$$s_q = 1 + 0.1 \cdot \text{tg}^2 \left(\frac{\pi}{4} + \frac{\phi}{2} \right) \quad s_c = 1 + 0.2 \cdot \text{tg}^2 \left(\frac{\pi}{4} + \frac{\phi}{2} \right) \quad (\text{fattori di forma})$$

$$d_q = 1 + 0.1 \cdot \frac{L}{D} \cdot \sqrt{\text{tg}^2 \left(\frac{\pi}{4} + \frac{\phi}{2} \right)} \quad d_c = 1 + 0.2 \cdot \frac{L}{D} \cdot \sqrt{\text{tg}^2 \left(\frac{\pi}{4} + \frac{\phi}{2} \right)} \quad (\text{fattori d'approfondimento})$$

$$N_q^* = N_q \cdot s_q \cdot d_q \quad N_c^* = N_c \cdot s_c \cdot d_c$$

- se $\phi = 0$ (condizione non drenata) si ha:

$$N_q = 1.00 \quad N_c = \pi + 2$$



$$s_q = 1.00 \qquad s_c = 1.20 \qquad \text{(fattori di forma)}$$

$$d_q = 1.00 \qquad d_c = 1 + 0.2 \cdot \frac{L}{D} \qquad \text{(fattori d'approfondimento)}$$

$$N_q^* = N_q \cdot s_q \cdot d_q \qquad N_c^* = N_c \cdot s_c \cdot d_c$$

- Formulazione di Hansen per base poggiate su terreni sciolti (1970)

- se $\phi \neq 0$ (condizione drenata) si ha:

$$N_q = \text{tg}^2 \left(\frac{\pi}{4} + \frac{\phi}{2} \right) \cdot e^{\pi \cdot \text{tg}(\phi)} \qquad N_c = (N_q - 1) \cdot \text{ctg}(\phi)$$

$$s_q = 1 + \text{tg}(\phi) \qquad s_c = 1 + \frac{N_q}{N_c} \qquad \text{(fattori di forma)}$$

$$d_q = 1 + 2 \cdot \text{tg}(\phi) \cdot (1 - \text{sen}(\phi))^2 \cdot \theta \qquad d_c = 1 + 0.4 \cdot \theta \qquad \text{(fattori d'approfondimento)}$$

dove: se $\frac{L}{D} \leq 1 \Rightarrow \theta = \frac{L}{D}$, se $\frac{L}{D} > 1 \Rightarrow \theta = \text{arctg} \left(\frac{L}{D} \right)$

$$N_q^* = N_q \cdot s_q \cdot d_q \qquad N_c^* = N_c \cdot s_c \cdot d_c$$

- se $\phi = 0$ (condizione non drenata) si ha:

$$N_q = 1.00 \qquad N_c = \pi + 2$$

$$s_q = 1.00 \qquad s_c = 1.20 \qquad \text{(fattori di forma)}$$

$$d_q = 1.00 \qquad d_c = 1 + 0.4 \cdot \theta \qquad \text{(fattori d'approfondimento)}$$

mento)

$$N_q^* = N_q \cdot s_q \cdot d_q \qquad N_c^* = N_c \cdot s_c \cdot d_c$$

- Formulazione di Zeevaert per base poggiate su terreni sciolti (1972)

- se $\phi \neq 0$ (condizione drenata) si ha:

$$N_q^* = \frac{\cos^2(\phi)}{2 \cdot \cos^2 \left(\frac{\pi}{4} + \frac{\phi}{2} \right)} \cdot e^{\left(\frac{3 \cdot \pi}{2} + \phi \right) \cdot \text{tg}(\phi)} \qquad N_c^* = (N_q - 1) \cdot \text{ctg}(\phi)$$

- se $\phi = 0$ (condizione non drenata) si ha:

$$N_q^* = 1.00 \qquad N_c^* = 9.00$$

- Formulazione di Berezantzev per base poggiate su terreni sciolti (1970)

Berezantzev fa riferimento ad una superficie di scorrimento "alla Terzaghi" che si arresta sul piano della pun-



ta del palo. Inoltre considera il cilindro di terreno coassiale al palo (avente diametro pari all'estensione in sezione della superficie di scorrimento) in parte sostenuto da tensioni tangenziali dal rimanente terreno presente lungo la superficie laterale del cilindro. Conseguentemente il valore della pressione presente alla punta del palo è inferiore alla corrispondente pressione litostatica ed è influenzata dal rapporto tra la profondità alla quale è posta la punta "L" del palo e il diametro "D" dello stesso. Quindi il valore di N_c^* è influenzato da questo effetto "Silo". I valori che l'autore propone sono:

- se $\phi \neq 0$ (condizione drenata) si ha:

VALORI DI N_c^* PER PALI DI DIAMETRO FINO A 80.0 CM.

L/D	8°	16°	18°	20°	22°	24°	26°	28°	30°	32°	34°	36°	38°	40°	42°	44°	46°	48°	50°
4	1.07	2.18	3.15	4.72	7.15	10.73	15.85	22.95	32.62	45.56	62.69	85.18	114.53	152.71	202.32	266.82	350.86	460.79	605.36
12	1.04	1.77	2.46	3.64	5.52	8.42	12.71	18.85	27.44	39.21	55.07	76.20	104.13	140.81	188.86	251.72	334.05	442.17	584.82
20	1.03	1.63	2.20	3.20	4.82	7.38	11.22	16.82	24.76	35.79	50.83	71.06	98.01	133.65	180.59	242.29	323.39	430.21	571.48
28	1.03	1.54	2.05	2.93	4.40	6.72	10.26	15.48	22.96	33.43	47.84	67.37	93.54	128.35	174.39	235.13	315.21	420.95	561.08
36	1.02	1.49	1.94	2.75	4.10	6.26	9.57	14.49	21.60	31.64	45.53	64.48	90.00	124.10	169.36	229.27	308.46	413.26	552.38
50	1.02	1.42	1.82	2.53	3.74	5.68	8.70	13.23	19.84	29.27	42.45	60.56	85.14	118.18	162.30	220.95	298.80	402.16	539.74
75	1.02	1.35	1.69	2.30	3.33	5.02	7.69	11.74	17.73	26.37	38.58	55.55	78.82	110.38	152.84	209.67	285.53	386.74	522.01
100	1.01	1.31	1.61	2.14	3.07	4.60	7.02	10.74	16.28	24.34	35.84	51.95	74.19	104.56	145.68	201.02	275.23	374.64	507.95
200	1.01	1.22	1.44	1.84	2.54	3.71	5.60	8.56	13.05	19.73	29.43	43.30	62.82	89.95	127.29	178.30	247.63	341.59	468.90
500	1.01	1.14	1.29	1.55	2.02	2.82	4.14	6.24	9.50	14.45	21.83	32.64	48.25	70.49	101.85	145.69	206.57	290.75	406.87

VALORI DI N_c^* PER PALI DI DIAMETRO MAGGIORE A 80.0 CM.

L/D	8°	16°	18°	20°	22°	24°	26°	28°	30°	32°	34°	36°	38°	40°	42°	44°	46°	48°	50°
4	1.16	3.09	3.95	5.04	6.44	8.22	10.50	13.41	17.12	21.87	27.92	35.65	45.53	58.14	74.24	94.80	121.05	154.57	197.38
12	1.21	3.14	3.98	5.05	6.42	8.14	10.34	13.13	16.68	21.18	26.90	34.17	43.41	55.15	70.07	89.03	113.13	143.77	182.72
20	1.26	3.18	4.01	5.06	6.39	8.06	10.18	12.85	16.23	20.49	25.88	32.69	41.29	52.16	65.89	83.26	105.21	132.97	168.06
28	1.30	3.22	4.04	5.07	6.36	7.99	10.02	12.57	15.78	19.81	24.86	31.20	39.17	49.16	61.72	77.49	97.29	122.16	153.40
36	1.35	3.27	4.07	5.08	6.34	7.91	9.86	12.30	15.33	19.12	23.84	29.72	37.04	46.17	57.55	71.72	89.38	111.36	138.75
44	1.39	3.31	4.10	5.09	6.31	7.83	9.70	12.02	14.88	18.43	22.81	28.23	34.92	43.18	53.38	65.95	81.46	100.56	124.09
52	1.44	3.35	4.14	5.10	6.29	7.75	9.54	11.74	14.44	17.74	21.79	26.75	32.80	40.19	49.21	60.18	73.54	89.76	109.43
56	1.46	3.37	4.15	5.10	6.27	7.71	9.46	11.60	14.21	17.40	21.28	26.00	31.74	38.70	47.12	57.30	69.58	84.36	102.10
60	1.49	3.39	4.17	5.11	6.26	7.67	9.38	11.46	13.99	17.06	20.77	25.26	30.68	37.20	45.03	54.42	65.62	78.96	94.77
65	1.51	3.42	4.19	5.12	6.25	7.62	9.28	11.29	13.71	16.63	20.13	24.33	29.35	35.33	42.43	50.81	60.67	72.21	85.61

$$N_c^* = (N_q - 1) \cdot \text{ctg}(\phi)$$

- se $\phi = 0$ (condizione non drenata) si ha:

$$N_q^* = 1.00$$

$$N_c^* = 9.00$$

• Formulazione di Vesic per base poggiate su terreni sciolti (1975)

- se $\phi \neq 0$ (condizione drenata) si ha:

$$N_q^* = \frac{3}{3 - \sin(\phi)} \cdot \text{tg}^2\left(\frac{\pi}{4} + \frac{\phi}{2}\right) \cdot I_{rr}^{\frac{4 \cdot \sin(\phi)}{3 \cdot (1 + \sin(\phi))}} \cdot e^{\left(\frac{\pi}{2} - \phi\right) \cdot \text{tg}(\phi)} \quad N_c^* = (N_q - 1) \cdot \text{ctg}(\phi)$$

$$I_{rr} = \frac{I_r}{1 + \varepsilon_v \cdot I_r} \quad \varepsilon_v = \frac{q_p \cdot \alpha}{E_t} \cdot \frac{(1 + \nu) \cdot (1 - 2 \cdot \nu)}{(1 - \nu)} \quad I_r = \frac{E_t}{2 \cdot (1 + \nu) \cdot (c + q_p \cdot \alpha \cdot \text{tg}(\phi))}$$



- se $\phi = 0$ (condizione non drenata) si ha:

$$N_q^* = 1.00 \quad N_c^* = \frac{4}{3} \cdot (\log_n(I_{rr}) + 1) + \frac{\pi}{2} + 1$$

dove i simboli su riportati hanno il seguente significato:

- Et modulo elastico del terreno alla profondità della punta del palo
- n coefficiente di Poisson del terreno alla profondità della punta del palo
- a coefficiente di riduzione della pressione del terreno presente alla profondità della punta del palo

Nel caso in cui si scelga di effettuare la riduzione della pressione del terreno presente alla profondità della punta del palo (cioè a ? 1) il coefficiente di riduzione "a" assume la seguente espressione:

$$\alpha = \frac{1 + 2 \cdot K_0}{3} \quad \text{dove: se } \phi \neq 0 \Rightarrow K_0 = 1 - \text{sen}(\phi); \quad \text{se } \phi = 0 \Rightarrow K_0 = \frac{\nu}{1 - \nu}$$

- Formulazione di Janbu per base poggiate su terreni sciolti (1976)

- se $\phi \neq 0$ (condizione drenata) si ha:

$$N_q^* = (\text{tg}(\phi) + \sqrt{1 + \text{tg}^2(\phi)})^2 \cdot e^{2 \cdot \vartheta \cdot \text{tg}(\phi)} \quad N_c^* = (N_q - 1) \cdot \text{ctg}(\phi)$$

$$\vartheta = 60 + 0.45 \cdot Dr$$

dove "Dr" è la densità relativa del terreno.

se $\phi = 0$ (condizione non drenata) si ha:

$$N_q^* = 1.00 \quad N_c^* = 5.74$$

- Formulazione di Terzaghi per base poggiate su roccia (1943)

Per la determinazione del carico limite nel caso di presenza di ammasso roccioso bisogna valutare molto attentamente il grado di solidità della roccia stessa. Tale valutazione viene in genere eseguita stimando l'indice RQD (Rock Quality Designation) che rappresenta una misura della qualità di un ammasso roccioso. Tale indice può variare da un minimo di 0 (caso in cui la lunghezza dei pezzi di roccia estratti dal carotiere è inferiore a 100 mm) ad un massimo di 1 (caso in cui la carota risulta integra) ed è calcolato nel seguente modo:

$$RQD = \frac{\sum \text{lunghezze dei pezzi di roccia intatta} > 100\text{mm}}{\text{lunghezza del carotiere}}$$

Se il valore di RQD è molto basso la roccia è molto fratturata ed il calcolo della capacità portante dell'ammasso roccioso va condotto alla stregua di un terreno sciolto utilizzando tutte le formulazioni sopra descritte.



$$N_q = \frac{e^{2 \cdot \left(\frac{3 \cdot \pi}{4} - \frac{\phi}{2}\right) \cdot \text{tg}(\phi)}}{2 \cdot \cos^2\left(\frac{\pi + \phi}{4}\right)}$$

$$N_c = (N_q - 1) \cdot \text{ctg}(\phi) \quad \text{se } \phi = 0 \Rightarrow N_c = \frac{3}{2} \cdot \pi + 1$$

$$s_q = 1.00$$

$$s_c = 1.30$$

(fattori di forma)

$$N_q^* = \text{RQD}^2 \cdot N_q \cdot s_q$$

$$N_c^* = \text{RQD}^2 \cdot N_c \cdot s_c$$

- Formulazione di Stagg-Zienkiewicz per base poggiate su roccia (1968)

$$N_q = \text{tg}^6\left(\frac{90^\circ + \phi}{2}\right)$$

$$N_c = 5 \cdot \text{tg}^4\left(\frac{90^\circ + \phi}{2}\right)$$

$$s_q = 1.00$$

$$s_c = 1.30$$

(fattori di forma)

$$N_q^* = \text{RQD}^2 \cdot N_q \cdot s_q$$

$$N_c^* = \text{RQD}^2 \cdot N_c \cdot s_c$$

5. CARICO LIMITE VERTICALE LUNGO LA SUPERFICIE LATERALE DEL PALO

Il valore del carico limite verticale lungo la superficie laterale del palo è dato dall'integrale esteso a tutta la superficie laterale del palo delle tensioni tangenziali che si sviluppano all'interfaccia palo-terreno in condizioni limite:

$$Q_L = \int_{\Gamma} \tau_{\text{lim}} \cdot d\Gamma = \int_0^L (c_a + \sigma_h \cdot \text{tg}(\delta)) \cdot P_{\text{lat}} \cdot dz$$

dove i simboli sopra riportati hanno il seguente significato:

- c_a adesione all'interfaccia terreno-palo alla generica profondità "z"
- σ_h tensione orizzontale alla generica profondità "z"
- δ angolo di resistenza a taglio all'interfaccia terreno-palo alla generica profondità "z"
- P_{lat} perimetro della sezione trasversale del palo alla generica profondità "z"
- L sviluppo longitudinale del palo

Analogamente al carico limite alla punta, anche il valore del carico limite verticale lungo la superficie laterale del palo varia notevolmente a seconda che esso sia del tipo "infisso" o "trivellato" a causa del diverso comportamento del terreno circostante in palo. Conseguentemente i parametri sopra riportati possono essere correlati da leggi diverse in funzione delle modalità di esecuzione del palo. Di seguito si descrivono quelle che sono state implementate.



L'adesione " c_a " è correlata alla coesione " c " nel caso di condizioni drenate; oppure alla coesione non drenata " c_u " nel caso di condizioni non drenate, per mezzo del coefficiente d'adesione " ψ " secondo la seguente relazione:

$$c_a = c_* \cdot \psi \quad \text{dove: } c_* = c \text{ (in condizione drenata);}$$

$$c_* = c_u \text{ (in condizione non drenata).}$$

Esprimendo il valore di " c_* " in N/cm², il coefficiente d'adesione " ψ " può assumere i seguenti valori:

- Caquot-Kerisel (consigliato per pali trivellati)

$$\psi = \frac{100 + c_*^2}{100 + 7 \cdot c_*^2}$$

- Meyerhof-Murdock (consigliato per pali trivellati)

$$\text{se } c_* \leq 5.00 \text{ N/cm}^2 \quad \Rightarrow \quad \psi = 1.000 - 0.100 \cdot c_*$$

$$\text{se } c_* > 5.00 \text{ N/cm}^2 \quad \Rightarrow \quad \psi = 0.525 - 0.005 \cdot c_*$$

- Whitaker-Cooke (consigliato per pali trivellati)

$$\text{se } c_* \leq 2.50 \text{ N/cm}^2 \quad \Rightarrow \quad \psi = 0.90$$

$$\text{se } 2.50 < c_* \leq 5.00 \text{ N/cm}^2 \quad \Rightarrow \quad \psi = 0.80$$

$$\text{se } 5.00 < c_* \leq 7.50 \text{ N/cm}^2 \quad \Rightarrow \quad \psi = 0.60$$

$$\text{se } c_* > 7.50 \text{ N/cm}^2 \quad \Rightarrow \quad \psi = 0.40$$

- Woodward (consigliato per pali trivellati)

$$\text{se } c_* \leq 4.00 \text{ N/cm}^2 \quad \Rightarrow \quad \psi = 0.90$$

$$\text{se } 4.00 < c_* \leq 8.00 \text{ N/cm}^2 \quad \Rightarrow \quad \psi = 0.60$$

$$\text{se } 8.00 < c_* \leq 12.00 \text{ N/cm}^2 \quad \Rightarrow \quad \psi = 0.50$$

$$\text{se } 12.00 < c_* \leq 20.00 \text{ N/cm}^2 \quad \Rightarrow \quad \psi = 0.40$$

$$\text{se } c_* > 20.00 \text{ N/cm}^2 \quad \Rightarrow \quad \psi = 0.30$$

- Viggiani e altri (consigliato per pali infissi)

$$\text{se } c_* \leq 5.00 \text{ N/cm}^2 \quad \Rightarrow \quad \psi = 1.00$$

$$\text{se } 5.00 < c_* \leq 10.00 \text{ N/cm}^2 \quad \Rightarrow \quad \psi = 0.70$$

$$\text{se } 10.00 < c_* \leq 15.00 \text{ N/cm}^2 \quad \Rightarrow \quad \psi = 0.50$$

$$\text{se } 15.00 < c_* \leq 20.00 \text{ N/cm}^2 \quad \Rightarrow \quad \psi = 0.40$$

$$\text{se } c_* > 20.00 \text{ N/cm}^2 \quad \Rightarrow \quad \psi = 0.30$$



Il valore della tensione orizzontale " σ_h " è correlato al valore della pressione verticale " σ_v " per mezzo del coefficiente di spinta orizzontale " K_s " secondo la seguente relazione:

$$\sigma_h = \sigma_v \cdot K_s$$

Il valore di " K_s " dipende essenzialmente dal tipo di terreno e dal suo stato d'addensamento nonché dalla tecnologia utilizzata per l'installazione.

Il programma permette di scegliere tra differenti teorie per il calcolo di K_s .

Opzione 1:

Metodo "Tomlinson (1971)"

K_s può variare da un limite inferiore pari al coefficiente di spinta a riposo " K_0 " fino a valori prossimi al coefficiente di spinta passiva " K_p "; i valori proposti sono:

pali trivellati: $K_s = K_0 = 1 - \sin(\phi)$

pali infissi: $K_s =$ variabile da: $K_p = 1 + \operatorname{tg}^2(\phi)$ in sommità fino a $K_0 = 1 - \sin(\phi)$ alla punta

Opzione 2:

Metodo di "Kulhavy (1983)"

pali trivellati: $K_s = a K_0$ con a variabile tra 2/3 e 1

pali infissi: $K_s = a K_0$ con a variabile da 3/4, per compattazione del terreno trascurabile, fino a 2, nel caso di compattazione significativa.

Il valore dell'angolo di resistenza al taglio all'interfaccia terreno-palo " δ " è funzione della scabrezza della superficie del palo e quindi della modalità esecutiva; i valori proposti sono:

$$\delta = \operatorname{arctg}(\operatorname{tg}(\phi)) \quad (\text{per pali trivellati}) \quad \delta = \operatorname{arctg}\left(\frac{3}{4} \cdot \operatorname{tg}(\phi)\right) \quad (\text{per pali infissi})$$

6. DETERMINAZIONE DEI CEDIMENTI DI FONDAZIONI PROFONDE

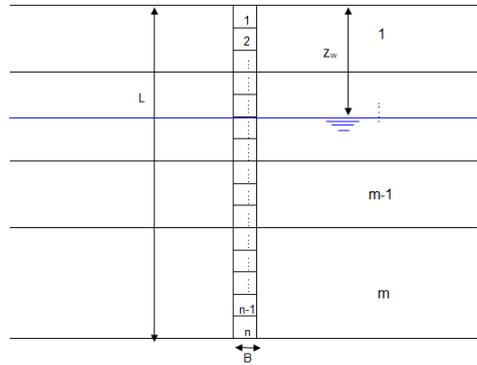
Per la determinazione del comportamento del palo singolo sottoposto a carichi applicati alla sommità, si fa riferimento all'approccio semiempirico delle curve di trasferimento (Coyle e Reese (1966)). Il metodo delle curve di trasferimento è basato su dati provenienti da prove di carico su pali strumentati; elaborando tali dati è possibile costruire le curve di trasferimento che legano la tensione tangenziale mobilitata all'interfaccia pa-



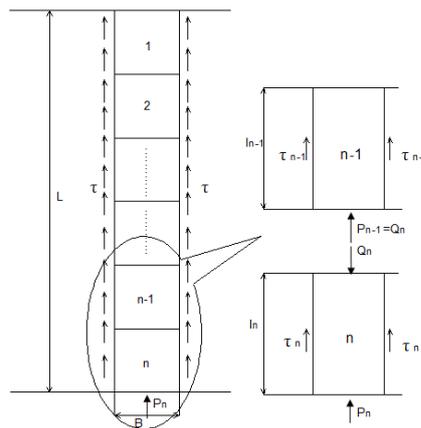
lo-terreno lungo un concio del palo con lo spostamento relativo.

La curva di trasferimento si ottiene con una procedura che prevede i seguenti passi:

- Suddivisione del palo in n conci



- Definizione della resistenza limite del palo sulla base delle caratteristiche geometriche e delle caratteristiche del terreno. In presenza di terreno stratificato la resistenza sarà uguale alla sommatoria delle resistenze limite di ogni strato di terreno attraversato dal palo.
- Si assegna all'estremità inferiore del palo (concio n) un cedimento W_p .
- Si considera la curva di trasferimento appropriata (carico alla punta-cedimento) in base alla tecnologia costruttiva e al tipo di terreno presente e, noto il cedimento W_p , si ricava il carico alla punta P_n .



- Si ipotizza che il cedimento alla base del concio W_p sia uguale al cedimento W_n che si verifica a metà del concio ($W_p = W_n$).
- Con il valore di W_n si entra nell'appropriata curva di trasferimento (carico laterale-cedimento) e, nota la resistenza tangenziale limite, si ricava la tensione tangenziale mobilitata.



- Il carico Q_n agente sulla sommità del concio n-esimo è dato da:

$$Q_n = P_n + \tau_n \pi B l$$

Dove:

$$l = \frac{L}{n}$$

- Si calcola l'abbassamento elastico in corrispondenza della metà del concio n

$$V_n = \frac{Q_n + P_n}{2} \frac{2l}{\pi B^2 E_p}$$

- Si somma il valore calcolato di V_n con il valore di cedimento W_p ipotizzato inizialmente:

$$W_n' = V_n + W_p$$

- Se il valore W_n' differisce in maniera significativa dal valore di W_n si riparte da passo 3 entrando nella curva di trasferimento con il valore di W_n' .
- Quando si ottiene la giusta convergenza si passa a considerare il concio (n-1) e così via fino ad arrivare alla testa del palo.

Il risultato di questa procedura è una curva carico-cedimento con la quale è possibile ricavare i cedimenti sulla base del carico applicato.

7. SIMBOLOGIA ADOTTATA NEI TABULATI DI CALCOLO

Per maggior chiarezza nella lettura dei tabulati di calcolo viene riportata la descrizione dei simboli principali utilizzati nella stesura degli stessi. Per comodità di lettura la legenda è suddivisa in paragrafi con la stessa modalità in cui sono stampati i tabulati di calcolo.

- Dati geometrici degli elementi costituenti le fondazioni profonde
 - X elem. ascissa nel riferimento globale dell'elemento
 - Y elem. ordinata nel riferimento globale dell'elemento
 - Profon. profondità del piano di posa dell'elemento a partire dal piano campagna
 - Base larghezza della sezione trasversale dell'elemento
 - Lungh. dimensione dello sviluppo longitudinale dell'elemento
 - Altez. altezza della sezione trasversale dell'elemento
 - Rotaz. rotazione dell'elemento rispetto al suo baricentro
 - Grup. ap. nel caso cui l'elemento faccia parte di una palificata, rappresenta il numero identificativo della stessa
 - Ind. Strat. indice della stratigrafia associata all'elemento



- Tip. iniez. tipologia d'iniezione dei micropali ai fini del calcolo della portanza secondo le raccomandazioni di Bustamante e Doix (No iniez. = assenza d'iniezione, Iniez.uni. = iniezione unica, Iniez.rip. = iniezione ripetuta)
- Tip. ter. tipologia di terreno ai fini del calcolo della portanza secondo le raccomandazioni di Bustamante e Doix (Coes. = coesivo, Inc. = incoerente)
- Dia. P. diametro fusto del palo
- Lun. P. lunghezza totale del palo
- Lun. L. lunghezza tratto del palo senza contributo di terreno
- Dis. P. distanza del baricentro del palo dal bordo del plinto
- In. Px interasse principale del palo
- In. Py interasse secondario del palo
- Dia. B. diametro bulbo del palo
- Lun. B. lunghezza della sbulbatura del palo
- E.C.V. coefficiente d'efficienza per carico limite verticale del singolo palo
- E.C.C. coefficiente d'efficienza per carico critico verticale del singolo palo
- E.C.T. coefficiente d'efficienza per carico limite trasversale del singolo palo
- Svin. testa codice di svincolo alla rotazione in testa al palo (0 = non attivo, 1 = attivo)
- Vin. piede codici di vincolo rispettivamente alla rotazione orizzontale, traslazione orizzontale e traslazione verticale applicabili al piede del palo (0 = non attivo, 1 = attivo)
- Asc. X' ascissa del baricentro del singolo palo dell'elemento nel riferimento locale con origine nel baricentro del plinto
- Asc. Y' ordinata del baricentro del singolo palo dell'elemento nel riferimento locale con origine nel baricentro del plinto
- Peso spec. peso specifico del palo
- Mod. El. Pa. modulo elastico normale del palo
- Dati di carico degli elementi costituenti le fondazioni profonde
 - Cmbnumero della combinazione di carico
 - Tipologia tipologia della combinazione di carico
 - Sismica flag per l'applicazione della riduzione sismica alle caratteristiche meccaniche del terreno di fondazione per la combinazione di carico in esame
 - S. Normale sollecitazione normale agente alla quota del piano di fondazione dell'elemento (riferimento locale con origine nel baricentro del plinto)
 - S. Tagliante X' sollecitazione tagliante lungo l'asse X' agente alla quota del piano di fondazione dell'elemento (riferimento locale con origine nel baricentro del plinto)



- S. Tagliante Y' sollecitazione tagliante lungo l'asse Y' agente alla quota del piano di fondazione dell'elemento (riferimento locale con origine nel baricentro del plinto)
- S. Flessionale X' sollecitazione flessionale lungo l'asse X' agente alla quota del piano di fondazione dell'elemento (riferimento locale con origine nel baricentro del plinto)
- S. Flessionale Y' sollecitazione flessionale lungo l'asse Y' agente alla quota del piano di fondazione dell'elemento (riferimento locale con origine nel baricentro del plinto)
- S. Torsionale sollecitazione torsionale agente alla quota del piano di fondazione dell'elemento (riferimento locale con origine nel baricentro del plinto)
- Valori di calcolo per le fondazioni profonde
 - Port. punta carico limite verticale alla punta del palo (valore su singolo palo corretto dal relativo coefficiente d'efficienza)
 - Port. lat. carico limite verticale lungo la superficie laterale del fusto del palo (valore su singolo palo corretto dal relativo coefficiente d'efficienza)
 - Port. bulbo carico limite verticale lungo la superficie laterale del bulbo del palo (valore su singolo palo corretto dal relativo coefficiente d'efficienza)
 - C. Critico carico critico per l'instabilità del palo (valore su singolo palo corretto dal relativo coefficiente d'efficienza)
 - Attr. Neg. attrito negativo agente sul palo (valore su singolo palo)
 - Peso Palo peso totale del singolo palo
 - Cmb numero e tipologia della combinazione di carico
 - S. Norm. sollecitazione normale agente alla testa del palo in esame
 - V. V. Com. resistenza a compressione del palo in esame (corretto dal relativo coefficiente di sicurezza)
 - V. V. Tra. resistenza a trazione del palo in esame (corretto dal relativo coefficiente di sicurezza)
 - Ver. Com. rapporto tra la sollecitazione normale agente alla testa del palo e la sua resistenza a compressione (verifica positiva se il rapporto è < 1.0)
 - Ver. Tra. rapporto tra la sollecitazione normale agente alla testa del palo e la sua resistenza a trazione (verifica positiva se il rapporto è < 1.0)
 - S. Tagl. sollecitazione tagliante agente alla testa del palo
 - S. Fles. sollecitazione flessionale agente alla testa del palo
 - V. V. Trs. resistenza trasversale del palo in esame (corretto dal relativo coefficiente di sicurezza)



- Ver. Tra. rapporto tra la sollecitazione tagliante agente alla testa del palo e la sua resistenza trasversale (verifica positiva se il rapporto è < 1.0)
- Ced. V. cedimento verticale in corrispondenza della testa del palo
- Ced. H. cedimento orizzontale in corrispondenza della testa del palo

8. PARAMETRI DI CALCOLO

- Modalità di calcolo della portanza verticale per fondazioni profonde:
 - Per elementi con pali: Portanza di punta e laterale
 - Per elementi con micropali: Portanza di punta e laterale
- Metodi di calcolo della portanza di punta per fondazioni profonde:
 - Per terreni sciolti: Vesic
 - Riduzione della tensione litostatica: No
 - Per terreni lapidei: Terzaghi
 - Riduzione di Kishida per pali battuti o trivellati: Si
 - Metodo di calcolo del coefficiente di spinta orizzontale K_s : Tomlinson
- Coefficienti parziali e totali di sicurezza per Tensioni Ammissibili e S.L.E. nel calcolo della portanza per fondazioni profonde:
 - Coeff. di sicurezza alla punta: 2,50
 - Coeff. di sicurezza lungo il fusto: 2,50
 - Coeff. di sicurezza lungo il bulbo: 2,50
 - Coeff. di sicurezza per palo in trazione: 2,50

- Combinazioni di carico:

APPROCCIO PROGETTUALE TIPO 2 - Comb. (A1+M1+R3)

Coefficienti parziali e totali di sicurezza per S.L.U. nel calcolo della portanza per pali trivellati:

I coeff. A1 risultano combinati secondo lo schema presente nella relazione di calcolo della struttura.

- Coeff. M1 per $\tan f$ (statico): 1
- Coeff. M1 per c' (statico): 1
- Coeff. M1 per C_u (statico): 1
- Coeff. M1 per $\tan f$ (sismico): 1



- Coeff. M1 per c' (sismico): 1
- Coeff. M1 per Cu sismico): 1
- Coeff. R3 base: 1,35
- Coeff. R3 laterale in compressione: 1,15
- Coeff. R3 laterale in trazione: 1,25
- Fattore di correlazione: 1,70

9. ARCHIVIO STRATIGRAFIE

Indice / Descrizione: 001 / Nuova stratigrafia n. 1

Numero strati: 4

Profondità falda: assente

Strato n.	Quota di riferimento	Spessore	Indice / Descrizione terreno	Attrito Neg.
1	da 0,0 a -50,0 cm	50,0 cm	001 / Terreno coltivato	Assente
2	da -50,0 a -600,0 cm	550,0 cm	004 / Deposito limo argilloso	Assente
3	da -600,0 a -635,0 cm	35,0 cm	002 / Sabbia limosa compatta	Assente
4	da -635,0 a -2635,0 cm	2000,0 cm	003 / Depositi ghiaiosi con ciottoli	Assente

10. ARCHIVIO TERRENI

Indice / Descrizione terreno: 001 / Terreno coltivato

Comportamento del terreno: condizione drenata

Peso Spec.	P. Spec. Sat.	Angolo Res.	Coesione	Mod.Elast.	Mod.Edom.	Dens.Rel.	Poisson	C. Ades.
daN/cm ²	daN/cm ²	Gradi°	daN/cm ²	daN/cm ²	daN/cm ²	%	%	
1,850 E-3	2,150 E-3	24,000	0,000	27,964	50,000	60,0	0,372	1,00

Indice / Descrizione terreno: 004 / Deposito limo argilloso

Comportamento del terreno: condizione drenata

Peso Spec.	P. Spec. Sat.	Angolo Res.	Coesione	Mod.Elast.	Mod.Edom.	Dens.Rel.	Poisson	C. Ades.
daN/cm ²	daN/cm ²	Gradi°	daN/cm ²	daN/cm ²	daN/cm ²	%	%	
1,900 E-3	2,100 E-3	26,000	0,000	50,000	50,000	60,0	0,500	1,00

Indice / Descrizione terreno: 002 / Sabbia limosa compatta

Comportamento del terreno: condizione drenata

Peso Spec.	P. Spec. Sat.	Angolo Res.	Coesione	Mod.Elast.	Mod.Edom.	Dens.Rel.	Poisson	C. Ades.
daN/cm ²	daN/cm ²	Gradi°	daN/cm ²	daN/cm ²	daN/cm ²	%	%	
1,950 E-3	2,150 E-3	27,000	0,000	30,741	50,000	60,0	0,353	1,00

Indice / Descrizione terreno: 003 / Depositi ghiaiosi con ciottoli



Comportamento del terreno: condizione drenata

Peso Spec.	P. Spec. Sat.	Angolo Res.	Coesione	Mod.Elast.	Mod.Edom.	Dens.Rel.	Poisson	C. Ades.
daN/cm ³	daN/cm ³	Gradi°	daN/cm ²	daN/cm ²	daN/cm ²	%	%	
1,950 E-3	2,150 E-3	39,000	0,000	480,164	600,000	60,0	0,270	1,00

11. DEFINIZIONE K WINKLER

Definita la stratigrafia, è possibile calcolare il valore delle costanti di Winkler degli elementi di fondazione.

Il comportamento del terreno alla Winkler viene assimilato a quello di un letto di molle tra loro indipendenti.

Si ammette che il mezzo in superficie reagisca proporzionalmente ai carichi applicati secondo la relazione:

$$q = k \cdot w$$

in cui:

- q è il carico applicato,
- k è il modulo di reazione del terreno, detta anche costante di Winkler (daN/cm³);
- w è lo spostamento verticale in un punto.

Per cui la teoria si basa sull'ipotesi di proporzionalità tra sforzi e deformazioni.

Dalla formula sopra citata si può ricavare il valore del modulo di reazione del terreno k :

$$k = q / w \text{ (daN/cm}^3\text{)}$$

La costante di Winkler viene dunque determinata come rapporto tra il carico applicato ed il cedimento netto; il carico applicato a sua volta è definito dal rapporto tra il carico limite ed il fattore di sicurezza.

In linea generale si può ammettere che k possa variare tra 0,5 e 16 daN/cm³.

Nella modellazione si sono valutati i cedimenti del sistema fondale in modo da ricavare le costanti di sottofondo dei pali. A favore di sicurezza si è considerata solamente la portata di punta del palo. La costante di sottofondo adottata in punta dei pali è di circa 5,6 daN/cm³.

**12. DATI GEOMETRICI DEGLI ELEMENTI COSTITUENTI LE FONDAZIONI PROFONDE**

Elemento: 5 - Palo singolo - Tipologia pali: trivellati

X elem.	Y elem.	Prof.	Base	Lungh.	Altez.	Rot.	Grup.ap.	Ind.strat.
cm	cm	cm	cm	cm	cm	Gradi°	n.	n.
90,0	1336,0	112,5	0,0	0,0	95,0	0,00	5	001

Dia. P.	Lun. P.	Lun. L.	Dist.P.	In. Px	In. Py	Dia. B.	Lun. B.	E.C.V.	E.C.C.	E.C.T.	Svin.testa	Vin.piede
cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	codice	codice			
80,0	650,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,00	1,00	1,00	0	0; 0; 0

Palo Asc. X' Ord. Y'

n. cm cm

1 0,0 0,0

Elemento: 36 - Palo singolo - Tipologia pali: trivellati

X elem.	Y elem.	Prof.	Base	Lungh.	Altez.	Rot.	Grup.ap.	Ind.strat.
cm	cm	cm	cm	cm	cm	Gradi°	n.	n.
535,0	1336,0	112,5	0,0	0,0	95,0	0,00	36	001

Dia. P.	Lun. P.	Lun. L.	Dist.P.	In. Px	In. Py	Dia. B.	Lun. B.	E.C.V.	E.C.C.	E.C.T.	Svin.testa	Vin.piede
cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	codice	codice			
80,0	650,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,00	1,00	1,00	0	0; 0; 0

Palo Asc. X' Ord. Y'

n. cm cm

1 0,0 0,0

Elemento: 63 - Palo singolo - Tipologia pali: trivellati

X elem.	Y elem.	Prof.	Base	Lungh.	Altez.	Rot.	Grup.ap.	Ind.strat.
cm	cm	cm	cm	cm	cm	Gradi°	n.	n.
1892,0	1336,0	112,5	0,0	0,0	95,0	0,00	63	001

Dia. P.	Lun. P.	Lun. L.	Dist.P.	In. Px	In. Py	Dia. B.	Lun. B.	E.C.V.	E.C.C.	E.C.T.	Svin.testa	Vin.piede
cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	codice	codice			
80,0	650,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,00	1,00	1,00	0	0; 0; 0

Palo Asc. X' Ord. Y'

n. cm cm

1 0,0 0,0

Elemento: 88 - Palo singolo - Tipologia pali: trivellati



X elem.	Y elem.	Prof.	Base	Lungh.	Altez.	Rot.	Grup.ap.	Ind.strat.
cm	cm	cm	cm	cm	cm	Gradi°	n.	n.
2907,0	1336,0	112,5	0,0	0,0	95,0	0,00	88	001

Dia. P.	Lun. P.	Lun. L.	Dist.P.	In. Px	In. Py	Dia. B.	Lun. B.	E.C.V.	E.C.C.	E.C.T.	Svin.testa	Vin.piede
cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	codice	codice			
80,0	650,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,00	1,00	1,00	0	0; 0; 0

Palo Asc. X' Ord. Y'

n. cm cm

1 0,0 0,0

Elemento: 113 - Palo singolo - Tipologia pali: trivellati

X elem.	Y elem.	Prof.	Base	Lungh.	Altez.	Rot.	Grup.ap.	Ind.strat.
cm	cm	cm	cm	cm	cm	Gradi°	n.	n.
2907,0	746,0	112,5	0,0	0,0	95,0	0,00	113	001

Dia. P.	Lun. P.	Lun. L.	Dist.P.	In. Px	In. Py	Dia. B.	Lun. B.	E.C.V.	E.C.C.	E.C.T.	Svin.testa	Vin.piede
cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	codice	codice			
80,0	650,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,00	1,00	1,00	0	0; 0; 0

Palo Asc. X' Ord. Y'

n. cm cm

1 0,0 0,0

Elemento: 138 - Palo singolo - Tipologia pali: trivellati

X elem.	Y elem.	Prof.	Base	Lungh.	Altez.	Rot.	Grup.ap.	Ind.strat.
cm	cm	cm	cm	cm	cm	Gradi°	n.	n.
2907,0	145,0	112,5	0,0	0,0	95,0	0,00	138	001

Dia. P.	Lun. P.	Lun. L.	Dist.P.	In. Px	In. Py	Dia. B.	Lun. B.	E.C.V.	E.C.C.	E.C.T.	Svin.testa	Vin.piede
cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	codice	codice			
80,0	650,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,00	1,00	1,00	0	0; 0; 0

Palo Asc. X' Ord. Y'

n. cm cm

1 0,0 0,0

Elemento: 163 - Palo singolo - Tipologia pali: trivellati

X elem.	Y elem.	Prof.	Base	Lungh.	Altez.	Rot.	Grup.ap.	Ind.strat.
cm	cm	cm	cm	cm	cm	Gradi°	n.	n.
1892,0	145,0	112,5	0,0	0,0	95,0	0,00	163	001



Dia. P.	Lun. P.	Lun. L.	Dist.P.	In. Px	In. Py	Dia. B.	Lun. B.	E.C.V.	E.C.C.	E.C.T.	Svin.testa	Vin.piede
cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	codice	codice			
80,0	650,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,00	1,00	1,00	0	0; 0; 0

Palo Asc. X' Ord. Y'

n. cm cm

1 0,0 0,0

Elemento: 188 - Palo singolo - Tipologia pali: trivellati

X elem.	Y elem.	Prof.	Base	Lungh.	Altez.	Rot.	Grup.ap.	Ind.strat.
cm	cm	cm	cm	cm	cm	Gradi°	n.	n.
535,0	145,0	112,5	0,0	0,0	95,0	0,00	188	001

Dia. P.	Lun. P.	Lun. L.	Dist.P.	In. Px	In. Py	Dia. B.	Lun. B.	E.C.V.	E.C.C.	E.C.T.	Svin.testa	Vin.piede
cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	codice	codice			
80,0	650,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,00	1,00	1,00	0	0; 0; 0

Palo Asc. X' Ord. Y'

n. cm cm

1 0,0 0,0

Elemento: 213 - Palo singolo - Tipologia pali: trivellati

X elem.	Y elem.	Prof.	Base	Lungh.	Altez.	Rot.	Grup.ap.	Ind.strat.
cm	cm	cm	cm	cm	cm	Gradi°	n.	n.
90,0	145,0	112,5	0,0	0,0	95,0	0,00	213	001

Dia. P.	Lun. P.	Lun. L.	Dist.P.	In. Px	In. Py	Dia. B.	Lun. B.	E.C.V.	E.C.C.	E.C.T.	Svin.testa	Vin.piede
cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	codice	codice			
80,0	650,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,00	1,00	1,00	0	0; 0; 0

Palo Asc. X' Ord. Y'

n. cm cm

1 0,0 0,0

Elemento: 265 - Palo singolo - Tipologia pali: trivellati

X elem.	Y elem.	Prof.	Base	Lungh.	Altez.	Rot.	Grup.ap.	Ind.strat.
cm	cm	cm	cm	cm	cm	Gradi°	n.	n.
1892,0	746,0	95,0	0,0	0,0	60,0	0,00	265	001

Dia. P.	Lun. P.	Lun. L.	Dist.P.	In. Px	In. Py	Dia. B.	Lun. B.	E.C.V.	E.C.C.	E.C.T.	Svin.testa	Vin.piede
cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	codice	codice			
60,0	650,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,00	1,00	1,00	0	0; 0; 0



Palo Asc. X' Ord. Y'

n. cm cm

1 0,0 0,0

Elemento: 499 - Palo singolo - Tipologia pali: trivellati

X elem.	Y elem.	Prof.	Base	Lungh.	Altez.	Rot.	Grup.ap.	Ind.strat.
cm	cm	cm	cm	cm	cm	Gradi°	n.	n.
90,0	746,0	95,0	0,0	0,0	60,0	0,00	499	001

Dia. P.	Lun. P.	Lun. L.	Dist.P.	In. Px	In. Py	Dia. B.	Lun. B.	E.C.V.	E.C.C.	E.C.T.	Svin.testa	Vin.piede
cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	codice	codice			
60,0	650,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,00	1,00	1,00	0	0; 0; 0

Palo Asc. X' Ord. Y'

n. cm cm

1 0,0 0,0

Elemento: 587 - Palo singolo - Tipologia pali: trivellati

X elem.	Y elem.	Prof.	Base	Lungh.	Altez.	Rot.	Grup.ap.	Ind.strat.
cm	cm	cm	cm	cm	cm	Gradi°	n.	n.
535,0	746,0	95,0	0,0	0,0	60,0	0,00	587	001

Dia. P.	Lun. P.	Lun. L.	Dist.P.	In. Px	In. Py	Dia. B.	Lun. B.	E.C.V.	E.C.C.	E.C.T.	Svin.testa	Vin.piede
cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	codice	codice			
60,0	650,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,00	1,00	1,00	0	0; 0; 0

Palo Asc. X' Ord. Y'

n. cm cm

1 0,0 0,0

Elemento: 650 - Palo singolo - Tipologia pali: trivellati

X elem.	Y elem.	Prof.	Base	Lungh.	Altez.	Rot.	Grup.ap.	Ind.strat.
cm	cm	cm	cm	cm	cm	Gradi°	n.	n.
1384,0	1336,0	112,5	0,0	0,0	95,0	0,00	650	001

Dia. P.	Lun. P.	Lun. L.	Dist.P.	In. Px	In. Py	Dia. B.	Lun. B.	E.C.V.	E.C.C.	E.C.T.	Svin.testa	Vin.piede
cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	codice	codice			
80,0	650,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,00	1,00	1,00	0	0; 0; 0

Palo Asc. X' Ord. Y'

n. cm cm

1 0,0 0,0



Elemento: 675 - Palo singolo - Tipologia pali: trivellati

X elem.	Y elem.	Prof.	Base	Lungh.	Altez.	Rot.	Grup.ap.	Ind.strat.
cm	cm	cm	cm	cm	cm	Gradi°	n.	n.
1384,0	145,0	112,5	0,0	0,0	95,0	0,00	675	001

Dia. P.	Lun. P.	Lun. L.	Dist.P.	In. Px	In. Py	Dia. B.	Lun. B.	E.C.V.	E.C.C.	E.C.T.	Svin.testa	Vin.piede
cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	codice	codice			
80,0	650,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,00	1,00	1,00	0	0; 0; 0

Palo Asc. X' Ord. Y'

n. cm cm
1 0,0 0,0

Elemento: 727 - Palo singolo - Tipologia pali: trivellati

X elem.	Y elem.	Prof.	Base	Lungh.	Altez.	Rot.	Grup.ap.	Ind.strat.
cm	cm	cm	cm	cm	cm	Gradi°	n.	n.
1384,0	746,0	95,0	0,0	0,0	60,0	0,00	727	001

Dia. P.	Lun. P.	Lun. L.	Dist.P.	In. Px	In. Py	Dia. B.	Lun. B.	E.C.V.	E.C.C.	E.C.T.	Svin.testa	Vin.piede
cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	codice	codice			
60,0	650,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,00	1,00	1,00	0	0; 0; 0

Palo Asc. X' Ord. Y'

n. cm cm
1 0,0 0,0

Elemento: 795 - Palo singolo - Tipologia pali: trivellati

X elem.	Y elem.	Prof.	Base	Lungh.	Altez.	Rot.	Grup.ap.	Ind.strat.
cm	cm	cm	cm	cm	cm	Gradi°	n.	n.
871,0	746,0	95,0	0,0	0,0	60,0	0,00	795	001

Dia. P.	Lun. P.	Lun. L.	Dist.P.	In. Px	In. Py	Dia. B.	Lun. B.	E.C.V.	E.C.C.	E.C.T.	Svin.testa	Vin.piede
cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	codice	codice			
60,0	650,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,00	1,00	1,00	0	0; 0; 0

Palo Asc. X' Ord. Y'

n. cm cm
1 0,0 0,0

Elemento: 871 - Palo singolo - Tipologia pali: trivellati

X elem.	Y elem.	Prof.	Base	Lungh.	Altez.	Rot.	Grup.ap.	Ind.strat.
---------	---------	-------	------	--------	--------	------	----------	------------



cm	cm	cm	cm	cm	cm	Gradi°	n.	n.
871,0	145,0	112,5	0,0	0,0	95,0	0,00	871	001

Dia. P.	Lun. P.	Lun. L.	Dist.P.	In. Px	In. Py	Dia. B.	Lun. B.	E.C.V.	E.C.C.	E.C.T.	Svin.testa	Vin.piede
cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	codice	codice			
80,0	650,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,00	1,00	1,00	0	0; 0; 0

Palo Asc. X' Ord. Y'

n. cm cm

1 0,0 0,0

Elemento: 872 - Palo singolo - Tipologia pali: trivellati

X elem.	Y elem.	Prof.	Base	Lungh.	Altez.	Rot.	Grup.ap.	Ind.strat.
cm	cm	cm	cm	cm	cm	Gradi°	n.	n.
871,0	1336,0	112,5	0,0	0,0	95,0	0,00	872	001

Dia. P.	Lun. P.	Lun. L.	Dist.P.	In. Px	In. Py	Dia. B.	Lun. B.	E.C.V.	E.C.C.	E.C.T.	Svin.testa	Vin.piede
cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	codice	codice			
80,0	650,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,00	1,00	1,00	0	0; 0; 0

Palo Asc. X' Ord. Y'

n. cm cm

1 0,0 0,0

Elemento: 984 - Palo singolo - Tipologia pali: trivellati

X elem.	Y elem.	Prof.	Base	Lungh.	Altez.	Rot.	Grup.ap.	Ind.strat.
cm	cm	cm	cm	cm	cm	Gradi°	n.	n.
2400,0	1336,0	112,5	0,0	0,0	95,0	0,00	984	001

Dia. P.	Lun. P.	Lun. L.	Dist.P.	In. Px	In. Py	Dia. B.	Lun. B.	E.C.V.	E.C.C.	E.C.T.	Svin.testa	Vin.piede
cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	codice	codice			
80,0	650,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,00	1,00	1,00	0	0; 0; 0

Palo Asc. X' Ord. Y'

n. cm cm

1 0,0 0,0

Elemento: 1009 - Palo singolo - Tipologia pali: trivellati

X elem.	Y elem.	Prof.	Base	Lungh.	Altez.	Rot.	Grup.ap.	Ind.strat.
cm	cm	cm	cm	cm	cm	Gradi°	n.	n.
2400,0	145,0	112,5	0,0	0,0	95,0	0,00	1009	001

Dia.	Lun.	Lun.	Dist.P.	In. Px	In. Py	Dia.	Lun.	E.C.V.	E.C.C.	E.C.T.	Svin.testa	Vin.piede
------	------	------	---------	--------	--------	------	------	--------	--------	--------	------------	-----------



P.	P.	L.				B.	B.					
cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	codice	codice			
80,0	650,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,00	1,00	1,00	0	0; 0; 0

Palo Asc. X' Ord. Y'

n. cm cm

1 0,0 0,0

Elemento: 1061 - Palo singolo - Tipologia pali: trivellati

X elem.	Y elem.	Prof.	Base	Lungh.	Altez.	Rot.	Grup.ap.	Ind.strat.
cm	cm	cm	cm	cm	cm	Gradi°	n.	n.
2400,0	746,0	95,0	0,0	0,0	60,0	0,00	1061	001

Dia. P.	Lun. P.	Lun. L.	Dist.P.	In. Px	In. Py	Dia. B.	Lun. B.	E.C.V.	E.C.C.	E.C.T.	Svin.testa	Vin.piede
cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	codice	codice			
60,0	650,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,00	1,00	1,00	0	0; 0; 0

Palo Asc. X' Ord. Y'

n. cm cm

1 0,0 0,0

13. VALORI DI CALCOLO DELLA PORTANZA PER FONDAZIONI PROFONDE

N.B. La relazione è redatta in forma sintetica. Verranno riportate le sole combinazioni maggiormente gravose per ogni verifica.

Elemento: 5 - Palo singolo

$N_q = 94.042$, $\sigma_{\text{punta}} = 1.454$, $\phi = 36.0$, $N_c = 128.062$, $c_{\text{punta}} = 0.000$

Port. punta = 6874.941 kN, P.P.Palo = 81.681 kN

Cmb.	Tipo	Palo	coord.X	coord.Y	N	N lim	Ver.N	Stato
n.		n.	cm	cm	kN	kN		
012	SLU STR	1	0.000	0.000	-1436.000	-2913.936	0,493	Ok

Sollecitazioni:

Cmb	Tipo	Sism.	N	Tx	Ty	Mx	My	
n.			kN	kN	kN	kN cm	kN cm	
012	SLU STR	No	-1436.000	-19.907	19.077	6834.0000	3652.0000	

Elemento: 36 - Palo singolo

$N_q = 94.042$, $\sigma_{\text{punta}} = 1.454$, $\phi = 36.0$, $N_c = 128.062$, $c_{\text{punta}} = 0.000$



Port. punta = 6874.941 kN, P.P.Palo = 81.681 kN

Cmb.	Tipo	Palo	coord.X	coord.Y	N	N lim	Ver.N	Stato
n.		n.	cm	cm	kN	kN		
010	SLU STR	1	0.000	0.000	-1755.000	-2913.936	0,602	Ok

Sollecitazioni:

Cmb	Tipo	Sism.	N	Tx	Ty	Mx	My	
n.			kN	kN	kN	kN cm	kN cm	
010	SLU STR	No	-1755.000	-3.174	4.927	2513.0000	1168.0000	

Elemento: 63 - Palo singolo

$N_q = 94.042$, $\sigma_{punta} = 1.454$, $\phi = 36.0$, $N_c = 128.062$, $c_{punta} = 0.000$

Port. punta = 6874.941 kN, P.P.Palo = 81.681 kN

Cmb.	Tipo	Palo	coord.X	coord.Y	N	N lim	Ver.N	Stato
n.		n.	cm	cm	kN	kN		
016	SLU STR	1	0.000	0.000	-2140.000	-2913.936	0,734	Ok

Sollecitazioni:

Cmb	Tipo	Sism.	N	Tx	Ty	Mx	My	
n.			kN	kN	kN	kN cm	kN cm	
016	SLU STR	No	-2140.000	7.124	20.703	7527.0000	-1969.0000	

Elemento: 88 - Palo singolo

$N_q = 94.042$, $\sigma_{punta} = 1.454$, $\phi = 36.0$, $N_c = 128.062$, $c_{punta} = 0.000$

Port. punta = 6874.941 kN, P.P.Palo = 81.681 kN

Cmb.	Tipo	Palo	coord.X	coord.Y	N	N lim	Ver.N	Stato
n.		n.	cm	cm	kN	kN		
044	SLU STR	1	0.000	0.000	-1249.000	-2913.936	0,429	Ok

Sollecitazioni:

Cmb	Tipo	Sism.	N	Tx	Ty	Mx	My	
n.			kN	kN	kN	kN cm	kN cm	
044	SLU STR	No	-1249.000	35.879	22.845	8499.0000	-11450.00	

Elemento: 113 - Palo singolo

$N_q = 94.042$, $\sigma_{punta} = 1.454$, $\phi = 36.0$, $N_c = 128.062$, $c_{punta} = 0.000$

Port. punta = 6874.941 kN, P.P.Palo = 81.681 kN

Cmb.	Tipo	Palo	coord.X	coord.Y	N	N lim	Ver.N	Stato
n.		n.	cm	cm	kN	kN		
044	SLU STR	1	0.000	0.000	-1847.000	-2913.936	0,634	Ok



Sollecitazioni:

Cmb n.	Tipo	Sism.	N	Tx	Ty	Mx	My
			kN	kN	kN	kN cm	kN cm
044	SLU STR	No	-1847.000	36.274	-0.631	-179.6000	-11610.00

Elemento: 138 - Palo singolo

 $N_q = 94.042$, $\sigma_{\text{punta}} = 1.454$, $\phi = 36.0$, $N_c = 128.062$, $c_{\text{punta}} = 0.000$

Port. punta = 6874.941 kN, P.P.Palo = 81.681 kN

Cmb. n.	Tipo	Palo n.	coord.X	coord.Y	N	N lim	Ver.N	Stato
			cm	cm	kN	kN		
044	SLU STR	1	0.000	0.000	-1333.000	-2913.936	0,457	Ok

Sollecitazioni:

Cmb n.	Tipo	Sism.	N	Tx	Ty	Mx	My
			kN	kN	kN	kN cm	kN cm
044	SLU STR	No	-1333.000	36.681	-22.237	-7939.0000	-11780.0000

Elemento: 163 - Palo singolo

 $N_q = 94.042$, $\sigma_{\text{punta}} = 1.454$, $\phi = 36.0$, $N_c = 128.062$, $c_{\text{punta}} = 0.000$

Port. punta = 6874.941 kN, P.P.Palo = 81.681 kN

Cmb. n.	Tipo	Palo n.	coord.X	coord.Y	N	N lim	Ver.N	Stato
			cm	cm	kN	kN		
016	SLU STR	1	0.000	0.000	-2233.000	-2913.936	0,766	Ok

Sollecitazioni:

Cmb n.	Tipo	Sism.	N	Tx	Ty	Mx	My
			kN	kN	kN	kN cm	kN cm
016	SLU STR	No	-2233.000	7.326	-20.356	-7023.0000	-2011.0000

Elemento: 188 - Palo singolo

 $N_q = 94.042$, $\sigma_{\text{punta}} = 1.454$, $\phi = 36.0$, $N_c = 128.062$, $c_{\text{punta}} = 0.000$

Port. punta = 6874.941 kN, P.P.Palo = 81.681 kN

Cmb. n.	Tipo	Palo n.	coord.X	coord.Y	N	N lim	Ver.N	Stato
			cm	cm	kN	kN		
010	SLU STR	1	0.000	0.000	-2032.000	-2913.936	0,697	Ok

Sollecitazioni:

Cmb n.	Tipo	Sism.	N	Tx	Ty	Mx	My
			kN	kN	kN	kN cm	kN cm
010	SLU STR	No	-2032.000	-2.595	-4.782	-2034.0000	951.8000

Elemento: 213 - Palo singolo



$N_q = 94.042$, $\sigma_{\text{punta}} = 1.454$, $\phi = 36.0$, $N_c = 128.062$, $c_{\text{punta}} = 0.000$

Port. punta = 6874.941 kN, P.P.Palo = 81.681 kN

Cmb.	Tipo	Palo	coord.X	coord.Y	N	N lim	Ver.N	Stato
n.		n.	cm	cm	kN	kN		
012	SLU STR	1	0.000	0.000	-1683.000	-2913.936	0,578	Ok

Sollecitazioni:

Cmb	Tipo	Sism.	N	Tx	Ty	Mx	My	
n.			kN	kN	kN	kN cm	kN cm	
012	SLU STR	No	-1683.000	-22.168	-16.874	-	4762.0000	
						5326.0000		

Elemento: 265 - Palo singolo

$N_q = 95.151$, $\sigma_{\text{punta}} = 1.420$, $\phi = 36.0$, $N_c = 129.588$, $c_{\text{punta}} = 0.000$

Port. punta = 3820.935 kN, P.P.Palo = 45.946 kN

Cmb.	Tipo	Palo	coord.X	coord.Y	N	N lim	Ver.N	Stato
n.		n.	cm	cm	kN	kN		
042	SLU STR	1	0.000	0.000	-1119.000	-1618.949	0,691	Ok

Sollecitazioni:

Cmb	Tipo	Sism.	N	Tx	Ty	Mx	My	
n.			kN	kN	kN	kN cm	kN cm	
042	SLU STR	No	-1119.000	-1.147	-0.692	-132.3000	218.7000	

Elemento: 499 - Palo singolo

$N_q = 95.151$, $\sigma_{\text{punta}} = 1.420$, $\phi = 36.0$, $N_c = 129.588$, $c_{\text{punta}} = 0.000$

Port. punta = 3820.935 kN, P.P.Palo = 45.946 kN

Cmb.	Tipo	Palo	coord.X	coord.Y	N	N lim	Ver.N	Stato
n.		n.	cm	cm	kN	kN		
012	SLU STR	1	0.000	0.000	-569.000	-1618.949	0,351	Ok

Sollecitazioni:

Cmb	Tipo	Sism.	N	Tx	Ty	Mx	My	
n.			kN	kN	kN	kN cm	kN cm	
012	SLU STR	No	-569.000	-23.748	-1.123	-261.2000	4739.0000	

Elemento: 587 - Palo singolo

$N_q = 95.151$, $\sigma_{\text{punta}} = 1.420$, $\phi = 36.0$, $N_c = 129.588$, $c_{\text{punta}} = 0.000$

Port. punta = 3820.935 kN, P.P.Palo = 45.946 kN

Cmb.	Tipo	Palo	coord.X	coord.Y	N	N lim	Ver.N	Stato
n.		n.	cm	cm	kN	kN		
042	SLU STR	1	0.000	0.000	-712.600	-1618.949	0,440	Ok



Sollecitazioni:

Cmb n.	Tipo	Sism.	N	Tx	Ty	Mx	My	
			kN	kN	kN	kN cm	kN cm	
042	SLU STR	No	-712.600	-0.822	-0.812	-143.0000	98.9732	

Elemento: 650 - Palo singolo

Nq = 94.042, $\sigma_{\text{punta}} = 1.454$, $\phi = 36.0$, Nc = 128.062, c punta = 0.000

Port. punta = 6874.941 kN, P.P.Palo = 81.681 kN

Cmb. n.	Tipo	Palo n.	coord.X	coord.Y	N	N lim	Ver.N	Stato
			cm	cm	kN	kN		
016	SLU STR	1	0.000	0.000	-2114.000	-2913.936	0,725	Ok

Sollecitazioni:

Cmb n.	Tipo	Sism.	N	Tx	Ty	Mx	My	
			kN	kN	kN	kN cm	kN cm	
016	SLU STR	No	-2114.000	-3.634	20.801	7596.0000	1085.0000	

Elemento: 675 - Palo singolo

Nq = 94.042, $\sigma_{\text{punta}} = 1.454$, $\phi = 36.0$, Nc = 128.062, c punta = 0.000

Port. punta = 6874.941 kN, P.P.Palo = 81.681 kN

Cmb. n.	Tipo	Palo n.	coord.X	coord.Y	N	N lim	Ver.N	Stato
			cm	cm	kN	kN		
016	SLU STR	1	0.000	0.000	-2245.000	-2913.936	0,770	Ok

Sollecitazioni:

Cmb n.	Tipo	Sism.	N	Tx	Ty	Mx	My	
			kN	kN	kN	kN cm	kN cm	
016	SLU STR	No	-2245.000	-2.588	-20.012	-6839.0000	646.8000	

Elemento: 727 - Palo singolo

Nq = 95.151, $\sigma_{\text{punta}} = 1.420$, $\phi = 36.0$, Nc = 129.588, c punta = 0.000

Port. punta = 3820.935 kN, P.P.Palo = 45.946 kN

Cmb. n.	Tipo	Palo n.	coord.X	coord.Y	N	N lim	Ver.N	Stato
			cm	cm	kN	kN		
042	SLU STR	1	0.000	0.000	-1115.000	-1618.949	0,689	Ok

Sollecitazioni:

Cmb n.	Tipo	Sism.	N	Tx	Ty	Mx	My	
			kN	kN	kN	kN cm	kN cm	
042	SLU STR	No	-1115.000	-1.209	-0.771	-148.9000	242.6000	

Elemento: 795 - Palo singolo



$N_q = 95.151$, $\sigma_{\text{punta}} = 1.420$, $\phi = 36.0$, $N_c = 129.588$, $c_{\text{punta}} = 0.000$

Port. punta = 3820.935 kN, P.P.Palo = 45.946 kN

Cmb.	Tipo	Palo	coord.X	coord.Y	N	N lim	Ver.N	Stato
n.		n.	cm	cm	kN	kN		
042	SLU STR	1	0.000	0.000	-878.400	-1618.949	0,543	Ok

Sollecitazioni:

Cmb	Tipo	Sism.	N	Tx	Ty	Mx	My	
n.			kN	kN	kN	kN cm	kN cm	
042	SLU STR	No	-878.400	-4.198	-0.824	-156.0000	1362.0000	

Elemento: 871 - Palo singolo

$N_q = 94.042$, $\sigma_{\text{punta}} = 1.454$, $\phi = 36.0$, $N_c = 128.062$, $c_{\text{punta}} = 0.000$

Port. punta = 6874.941 kN, P.P.Palo = 81.681 kN

Cmb.	Tipo	Palo	coord.X	coord.Y	N	N lim	Ver.N	Stato
n.		n.	cm	cm	kN	kN		
014	SLU STR	1	0.000	0.000	-2116.000	-2913.936	0,726	Ok

Sollecitazioni:

Cmb	Tipo	Sism.	N	Tx	Ty	Mx	My	
n.			kN	kN	kN	kN cm	kN cm	
014	SLU STR	No	-2116.000	-3.692	-6.361	-2777.0000	1456.0000	

Elemento: 872 - Palo singolo

$N_q = 94.042$, $\sigma_{\text{punta}} = 1.454$, $\phi = 36.0$, $N_c = 128.062$, $c_{\text{punta}} = 0.000$

Port. punta = 6874.941 kN, P.P.Palo = 81.681 kN

Cmb.	Tipo	Palo	coord.X	coord.Y	N	N lim	Ver.N	Stato
n.		n.	cm	cm	kN	kN		
014	SLU STR	1	0.000	0.000	-1870.000	-2913.936	0,642	Ok

Sollecitazioni:

Cmb	Tipo	Sism.	N	Tx	Ty	Mx	My	
n.			kN	kN	kN	kN cm	kN cm	
014	SLU STR	No	-1870.000	-4.264	7.669	3794.0000	1678.0000	

Elemento: 984 - Palo singolo

$N_q = 94.042$, $\sigma_{\text{punta}} = 1.454$, $\phi = 36.0$, $N_c = 128.062$, $c_{\text{punta}} = 0.000$

Port. punta = 6874.941 kN, P.P.Palo = 81.681 kN

Cmb.	Tipo	Palo	coord.X	coord.Y	N	N lim	Ver.N	Stato
n.		n.	cm	cm	kN	kN		
014	SLU STR	1	0.000	0.000	-2121.000	-2913.936	0,728	Ok



Sollecitazioni:

Cmb n.	Tipo	Sism.	N kN	Tx kN	Ty kN	Mx kN cm	My kN cm
014	SLU STR	No	-2121.000	-0.575	9.245	4476.0000	-51.7417

Elemento: 1009 - Palo singolo

 $N_q = 94.042,$ $\sigma_{\text{punta}} = 1.454,$ $\phi = 36.0,$ $N_c = 128.062,$ $c_{\text{punta}} = 0.000$

Port. punta = 6874.941 kN, P.P.Palo = 81.681 kN

Cmb. n.	Tipo	Palo n.	coord.X cm	coord.Y cm	N kN	N lim kN	Ver.N	Stato
042	SLU STR	1	0.000	0.000	-2220.000	-2913.936	0,762	Ok

Sollecitazioni:

Cmb n.	Tipo	Sism.	N kN	Tx kN	Ty kN	Mx kN cm	My kN cm
042	SLU STR	No	-2220.000	-0.412	-10.027	-4542.0000	-74.2430

Elemento: 1061 - Palo singolo

 $N_q = 95.151,$ $\sigma_{\text{punta}} = 1.420,$ $\phi = 36.0,$ $N_c = 129.588,$ $c_{\text{punta}} = 0.000$

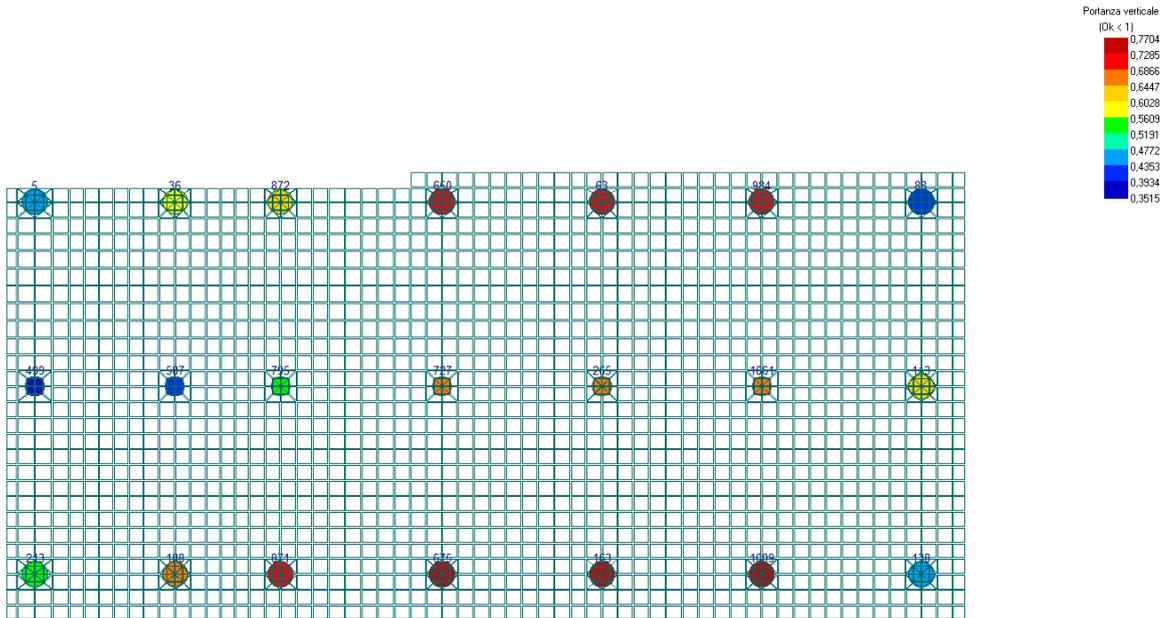
Port. punta = 3820.935 kN, P.P.Palo = 45.946 kN

Cmb. n.	Tipo	Palo n.	coord.X cm	coord.Y cm	N kN	N lim kN	Ver.N	Stato
042	SLU STR	1	0.000	0.000	-1137.000	-1618.949	0,702	Ok

Sollecitazioni:

Cmb n.	Tipo	Sism.	N kN	Tx kN	Ty kN	Mx kN cm	My kN cm
042	SLU STR	No	-1137.000	-1.066	-0.588	-106.0000	187.8000

Nell'immagine seguente è illustrata la verifica di portanza dei pali.



14. VALORI DI CALCOLO DEI CEDIMENTI PER FONDAZIONI PROFONDE

Elemento: 5 - Palo singolo

Cmb. (Tipo)	Palo	coord.X	coord.Y	N	Ced.Vert
n.	n.	cm	cm	kN	cm
394 (SLE rare)	1	0.000	0.000	-1070.000	0.248

Sollecitazioni:

Cmb	Tipo	Sism.	N	Tx	Ty	Mx	My
n.			kN	kN	kN	kN cm	kN cm
394	SLE rare	No	-1070.000	-12.841	13.551	4966.0000	2206.0000

Elemento: 36 - Palo singolo

Cmb. (Tipo)	Palo	coord.X	coord.Y	N	Ced.Vert
n.	n.	cm	cm	kN	cm
392 (SLE rare)	1	0.000	0.000	-1307.000	0.255

Sollecitazioni:

Cmb	Tipo	Sism.	N	Tx	Ty	Mx	My
n.			kN	kN	kN	kN cm	kN cm
392	SLE rare	No	-1307.000	-2.303	3.977	2018.0000	838.7000

Elemento: 63 - Palo singolo

Cmb. (Tipo)	Palo	coord.X	coord.Y	N	Ced.Vert
n.	n.	cm	cm	kN	cm
398 (SLE rare)	1	0.000	0.000	-1574.000	0.262

Sollecitazioni:



Cmb	Tipo	Sism.	N	Tx	Ty	Mx	My
n.			kN	kN	kN	kN cm	kN cm
398	SLE rare	No	-1574.000	4.597	14.725	5464.0000	-1269.0000

Elemento: 88 - Palo singolo

Cmb. (Tipo)	Palo	coord.X	coord.Y	N	Ced.Vert
n.	n.	cm	cm	kN	cm
410 (SLE rare)	1	0.000	0.000	-906.800	0.244

Sollecitazioni:

Cmb	Tipo	Sism.	N	Tx	Ty	Mx	My
n.			kN	kN	kN	kN cm	kN cm
410	SLE rare	No	-906.800	24.513	16.136	6100.0000	-7941.0000

Elemento: 113 - Palo singolo

Cmb. (Tipo)	Palo	coord.X	coord.Y	N	Ced.Vert
n.	n.	cm	cm	kN	cm
410 (SLE rare)	1	0.000	0.000	-1357.000	0.257

Sollecitazioni:

Cmb	Tipo	Sism.	N	Tx	Ty	Mx	My
n.			kN	kN	kN	kN cm	kN cm
410	SLE rare	No	-1357.000	24.842	-0.472	-134.1000	-8074.0000

Elemento: 138 - Palo singolo

Cmb. (Tipo)	Palo	coord.X	coord.Y	N	Ced.Vert
n.	n.	cm	cm	kN	cm
410 (SLE rare)	1	0.000	0.000	-969.200	0.246

Sollecitazioni:

Cmb	Tipo	Sism.	N	Tx	Ty	Mx	My
n.			kN	kN	kN	kN cm	kN cm
410	SLE rare	No	-969.200	25.097	-15.681	-5684.0000	-8176.0000

Elemento: 163 - Palo singolo

Cmb. (Tipo)	Palo	coord.X	coord.Y	N	Ced.Vert
n.	n.	cm	cm	kN	cm
398 (SLE rare)	1	0.000	0.000	-1643.000	0.274

Sollecitazioni:

Cmb	Tipo	Sism.	N	Tx	Ty	Mx	My
n.			kN	kN	kN	kN cm	kN cm
398	SLE rare	No	-1643.000	4.747	-14.450	-5080.0000	-1299.0000

Elemento: 188 - Palo singolo

Cmb. (Tipo)	Palo	coord.X	coord.Y	N	Ced.Vert
n.	n.	cm	cm	kN	cm
392 (SLE rare)	1	0.000	0.000	-1503.000	0.260



Sollecitazioni:

Cmb n.	Tipo	Sism.	N	Tx	Ty	Mx	My
			kN	kN	kN	kN cm	kN cm
392	SLE rare	No	-1503.000	-1.872	-3.873	-1659.0000	677.7000

Elemento: 213 - Palo singolo

Cmb. (Tipo) n.	Palo n.	coord.X	coord.Y	N	Ced.Vert
		cm	cm	kN	cm
394 (SLE rare)	1	0.000	0.000	-1245.000	0.254

Sollecitazioni:

Cmb n.	Tipo	Sism.	N	Tx	Ty	Mx	My
			kN	kN	kN	kN cm	kN cm
394	SLE rare	No	-1245.000	-14.577	-11.934	-3851.0000	3057.0000

Elemento: 265 - Palo singolo

Cmb. (Tipo) n.	Palo n.	coord.X	coord.Y	N	Ced.Vert
		cm	cm	kN	cm
408 (SLE rare)	1	0.000	0.000	-833.000	0.259

Sollecitazioni:

Cmb n.	Tipo	Sism.	N	Tx	Ty	Mx	My
			kN	kN	kN	kN cm	kN cm
408	SLE rare	No	-833.000	-0.868	-0.514	-98.0949	165.7000

Elemento: 499 - Palo singolo

Cmb. (Tipo) n.	Palo n.	coord.X	coord.Y	N	Ced.Vert
		cm	cm	kN	cm
394 (SLE rare)	1	0.000	0.000	-433.500	0.239

Sollecitazioni:

Cmb n.	Tipo	Sism.	N	Tx	Ty	Mx	My
			kN	kN	kN	kN cm	kN cm
394	SLE rare	No	-433.500	-16.234	-0.861	-201.8000	3291.0000

Elemento: 587 - Palo singolo

Cmb. (Tipo) n.	Palo n.	coord.X	coord.Y	N	Ced.Vert
		cm	cm	kN	cm
408 (SLE rare)	1	0.000	0.000	-542.600	0.245

Sollecitazioni:

Cmb n.	Tipo	Sism.	N	Tx	Ty	Mx	My
			kN	kN	kN	kN cm	kN cm
408	SLE rare	No	-542.600	-0.583	-0.623	-112.5000	60.1777

Elemento: 650 - Palo singolo

Cmb. (Tipo) n.	Palo n.	coord.X	coord.Y	N	Ced.Vert
		cm	cm	kN	cm
398 (SLE rare)	1	0.000	0.000	-1555.000	0.262



Sollecitazioni:

Cmb n.	Tipo	Sism.	N	Tx	Ty	Mx	My
			kN	kN	kN	kN cm	kN cm
398	SLE rare	No	-1555.000	-2.576	14.812	5522.0000	767.6000

Elemento: 675 - Palo singolo

Cmb. (Tipo) n.	Palo n.	coord.X	coord.Y	N	Ced.Vert
		cm	cm	kN	cm
398 (SLE rare)	1	0.000	0.000	-1653.000	0.276

Sollecitazioni:

Cmb n.	Tipo	Sism.	N	Tx	Ty	Mx	My
			kN	kN	kN	kN cm	kN cm
398	SLE rare	No	-1653.000	-1.803	-14.203	-4948.0000	444.4000

Elemento: 727 - Palo singolo

Cmb. (Tipo) n.	Palo n.	coord.X	coord.Y	N	Ced.Vert
		cm	cm	kN	cm
408 (SLE rare)	1	0.000	0.000	-830.300	0.259

Sollecitazioni:

Cmb n.	Tipo	Sism.	N	Tx	Ty	Mx	My
			kN	kN	kN	kN cm	kN cm
408	SLE rare	No	-830.300	-0.901	-0.575	-111.2000	178.7000

Elemento: 795 - Palo singolo

Cmb. (Tipo) n.	Palo n.	coord.X	coord.Y	N	Ced.Vert
		cm	cm	kN	cm
408 (SLE rare)	1	0.000	0.000	-659.900	0.251

Sollecitazioni:

Cmb n.	Tipo	Sism.	N	Tx	Ty	Mx	My
			kN	kN	kN	kN cm	kN cm
408	SLE rare	No	-659.900	-3.084	-0.626	-120.3000	996.0000

Elemento: 871 - Palo singolo

Cmb. (Tipo) n.	Palo n.	coord.X	coord.Y	N	Ced.Vert
		cm	cm	kN	cm
396 (SLE rare)	1	0.000	0.000	-1561.000	0.262

Sollecitazioni:

Cmb n.	Tipo	Sism.	N	Tx	Ty	Mx	My
			kN	kN	kN	kN cm	kN cm
396	SLE rare	No	-1561.000	-2.739	-4.985	-2183.0000	1077.0000

Elemento: 872 - Palo singolo

Cmb. (Tipo) n.	Palo n.	coord.X	coord.Y	N	Ced.Vert
		cm	cm	kN	cm
396 (SLE rare)	1	0.000	0.000	-1383.000	0.257



Sollecitazioni:

Cmb	Tipo	Sism.	N	Tx	Ty	Mx	My
n.			kN	kN	kN	kN cm	kN cm
396	SLE rare	No	-1383.000	-3.123	5.966	2946.0000	1222.0000

Elemento: 984 - Palo singolo

Cmb. (Tipo)	Palo	coord.X	coord.Y	N	Ced.Vert
n.	n.	cm	cm	kN	cm
396 (SLE rare)	1	0.000	0.000	-1560.000	0.262

Sollecitazioni:

Cmb	Tipo	Sism.	N	Tx	Ty	Mx	My
n.			kN	kN	kN	kN cm	kN cm
396	SLE rare	No	-1560.000	-0.444	7.071	3420.0000	-33.6514

Elemento: 1009 - Palo singolo

Cmb. (Tipo)	Palo	coord.X	coord.Y	N	Ced.Vert
n.	n.	cm	cm	kN	cm
408 (SLE rare)	1	0.000	0.000	-1634.000	0.272

Sollecitazioni:

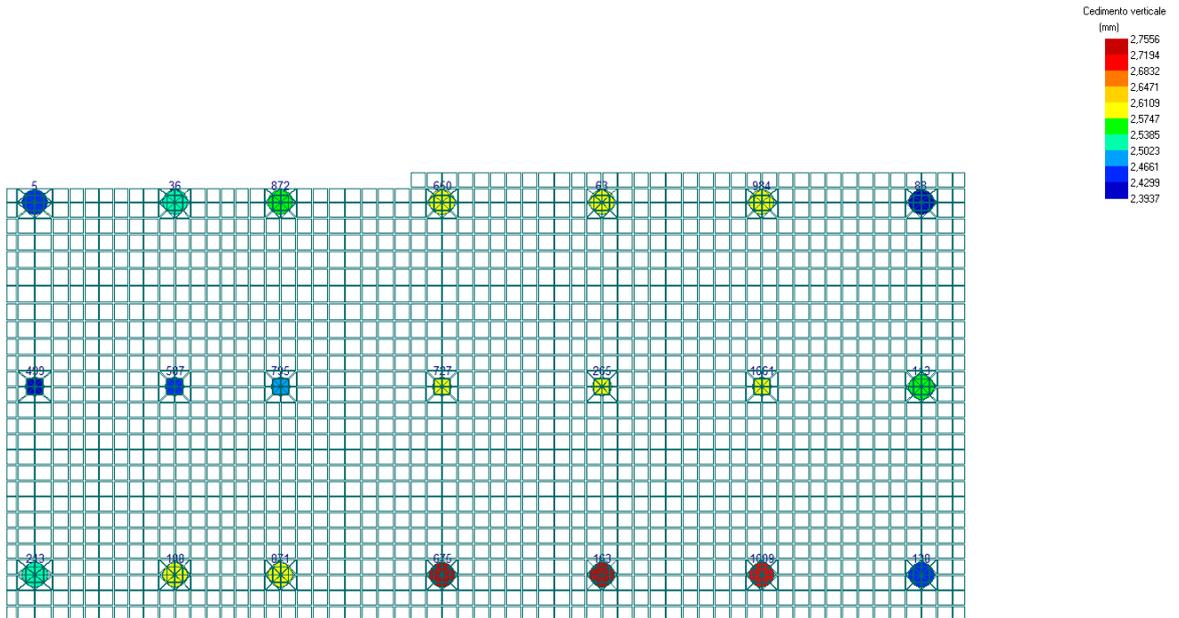
Cmb	Tipo	Sism.	N	Tx	Ty	Mx	My
n.			kN	kN	kN	kN cm	kN cm
408	SLE rare	No	-1634.000	-0.315	-7.542	-3418.000	-54.3971

Elemento: 1061 - Palo singolo

Cmb. (Tipo)	Palo	coord.X	coord.Y	N	Ced.Vert
n.	n.	cm	cm	kN	cm
408 (SLE rare)	1	0.000	0.000	-845.700	0.260

Sollecitazioni:

Cmb	Tipo	Sism.	N	Tx	Ty	Mx	My
n.			kN	kN	kN	kN cm	kN cm
408	SLE rare	No	-845.700	-0.787	-0.435	-78.3335	134.8000



Il valore di cedimento massimo risulta più piccolo dei valori limite trovati in letteratura [Skempton e Macdonald (1956) - valore limite 25 mm].