

**REGIONE PUGLIA****PROVINCIA DI BARI****COMUNE DI ALTAMURA**

Denominazione impianto:

**LA MARINELLA**

Ubicazione:

**Comune di Altamura (BA)  
Località "La Marinella"**

Foglio: 256 / 238 / 242 / 243 / 246

Particelle: varie

**PROGETTO DEFINITIVO**

di un Parco Eolico composto da n. 5 aerogeneratori di potenza nominale pari a 6,6 MW, di potenza complessiva pari a 33 MW da ubicarsi in agro del comune di Altamura (BA) località "La Marinella", delle opere connesse e delle infrastrutture indispensabili da ubicarsi in agro del comune di Matera (MT).

PROPONENTE



**LA MARINELLA S.r.l.**  
VIA ANDREA GIORGIO n.20  
ALTAMURA (BA) - 70022  
P.IVA 08533880723  
PEC: [parcomarinella@pec.it](mailto:parcomarinella@pec.it)

**Codice Autorizzazione Unica Y1RLLJ0**

ELABORATO

**Relazione Geotecnica**

Tav. n°

**3RG.1**

Scala

Aggiornamenti	Numero	Data	Motivo	Eseguito	Verificato	Approvato
	Rev 0	Aprile 2022	Istanza VIA art.23 D.Lgs 152/06 – Istanza Autorizzazione Unica art.12 D.Lgs 387/03			

IL PROGETTISTA

Dott. Ing. SAVERIO GRAMEGNA  
Via Caduti di Nassirya n.179  
70022 Altamura (BA)  
Ordine degli Ingegneri di Bari n. 8443  
PEC: [saverio.gramegna@ingpec.eu](mailto:saverio.gramegna@ingpec.eu)  
Cell: 3286812690



Spazio riservato agli Enti

IL TECNICO

Dott. Ing. DONATO FORGIONE  
Via Raiale n. 110/Bis - 65128 Pescara (PE)  
Ordine degli Ingegneri di Pescara n. 1814  
PEC: [donato.forgione@ingpec.eu](mailto:donato.forgione@ingpec.eu) Cell:346 1042487



## **Normative di riferimento**

- Legge nr. 1086 del 05/11/1971.

Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio, normale e precompresso ed a struttura metallica.

- Legge nr. 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 14/02/1992.

Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.

- D.M. 9 Gennaio 1996

Norme Tecniche per il calcolo, l' esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche

- D.M. 16 Gennaio 1996

Norme Tecniche relative ai 'Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi'

- D.M. 16 Gennaio 1996

Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche

- Circolare Ministero LL.PP. 15 Ottobre 1996 N. 252 AA.GG./S.T.C.

Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche di cui al D.M. 9 Gennaio 1996

- Circolare Ministero LL.PP. 10 Aprile 1997 N. 65/AA.GG.

Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche di cui al D.M. 16 Gennaio 1996

- Norme Tecniche per le Costruzioni 2018 (D.M. 17 Gennaio 2018)

## Richiami teorici - Metodi di analisi

### Calcolo - Analisi ad elementi finiti

Per l'analisi platea si utilizza il metodo degli elementi finiti (FEM). La struttura viene suddivisa in elementi connessi fra di loro in corrispondenza dei nodi. Il campo di spostamenti interno all'elemento viene approssimato in funzione degli spostamenti nodali mediante le funzioni di forma. Il programma utilizza, per l'analisi tipo piastra, elementi quadrangolari e triangolari. Nel problema di tipo piastra gli spostamenti nodali sono lo spostamento verticale  $w$  e le rotazioni intorno agli assi  $x$  e  $y$ ,  $\phi_x$  e  $\phi_y$ , legati allo spostamento  $w$  tramite relazioni

$$\begin{aligned}\phi_x &= -dw/dy \\ \phi_y &= dw/dx\end{aligned}$$

Note le funzioni di forma che legano gli spostamenti nodali al campo di spostamenti sul singolo elemento è possibile costruire la matrice di rigidezza dell'elemento  $\mathbf{k}_e$  ed il vettore dei carichi nodali dell'elemento  $\mathbf{p}_e$ .

La fase di assemblaggio consente di ottenere la matrice di rigidezza globale della struttura  $\mathbf{K}$  ed il vettore dei carichi nodali  $\mathbf{p}$ . La soluzione del sistema

$$\mathbf{K} \mathbf{u} = \mathbf{p}$$

consente di ricavare il vettore degli spostamenti nodali  $\mathbf{u}$ .

Dagli spostamenti nodali è possibile risalire per ogni elemento al campo di spostamenti ed alle sollecitazioni  $M_x$ ,  $M_y$  ed  $M_{xy}$ .

Il terreno di fondazione se presente viene modellato con delle molle disposte in corrispondenza dei nodi. La rigidezza delle molle è proporzionale alla costante di sottofondo  $k$  ed all'area dell'elemento.

I pali di fondazione sono modellati con molle verticali aventi rigidezza pari alla rigidezza verticale del palo.

Per l'analisi tipo lastra (analisi della piastra soggetta a carichi nel piano) vengono utilizzati elementi triangolari a 6 nodi a deformazione quadratica. Gli spostamenti nodali sono gli spostamenti  $u$  e  $v$  nel piano  $XY$ . L'analisi fornisce in tal caso il campo di spostamenti orizzontali e le tensioni nel piano della lastra  $\sigma_x$ ,  $\sigma_y$  e  $\tau_{xy}$ . Dalle tensioni è possibile ricavare, noto lo spessore, gli sforzi normali  $N_x$ ,  $N_y$  e  $N_{xy}$ . Nell'analisi tipo lastra i pali di fondazione sono modellati con molle orizzontali in direzione  $X$  e  $Y$  aventi rigidezza pari alla rigidezza orizzontale del palo.

Nel caso di platea nervata le nervature sono modellate con elementi tipo trave (con eventuale rigidezza torsionale) connesse alla piastra in corrispondenza dei nodi degli elementi.

### Analisi dei pali

Per l'analisi della capacità portante dei pali occorre determinare alcune caratteristiche del terreno in cui si va ad operare. In particolare bisogna conoscere l'angolo d'attrito  $\phi$  e la coesione  $c$ . Per pali soggetti a carichi trasversali è necessario conoscere il modulo di reazione laterale o il modulo elastico laterale.

La capacità portante di un palo viene valutata come somma di due contributi: portata di base (o di punta) e portata per attrito laterale lungo il fusto. Cioè si assume valida l'espressione:

$$Q_T = Q_P + Q_L - W_P$$

dove:

$Q_T$	portanza totale del palo
$Q_P$	portanza di base del palo
$Q_L$	portanza per attrito laterale del palo
$W_P$	peso proprio del palo

e le due componenti  $Q_P$  e  $Q_L$  sono calcolate in modo indipendente fra loro.

Dalla capacità portante del palo si ricava il carico ammissibile del palo  $Q_A$  applicando il coefficiente di sicurezza della portanza alla punta  $\eta_p$  ed il coefficiente di sicurezza della portanza per attrito laterale  $\eta_l$ .

Palo compresso:

$$Q_A = Q_P / \eta_p + Q_L / \eta_l - W_P$$

Palo teso:

$$Q_A = Q_L / \eta_l + W_P$$

### Capacità portante di punta

In generale la capacità portante di punta viene calcolata tramite l'espressione:

$$Q_P = A_p(cN'_c + qN'_q)$$

dove  $A_p$  è l'area portante efficace della punta del palo,  $c$  è la coesione,  $q$  è la pressione geostatica alla quota della punta del palo,  $\gamma$  è il peso di volume del terreno,  $D$  è il diametro del palo ed i coefficienti  $N'_c$ ,  $N'_q$  sono i coefficienti delle formule della capacità portante corretti per tener conto degli effetti di forma e di profondità. Possono essere utilizzati sia i coefficienti di Hansen che quelli di Vesic con i corrispondenti fattori correttivi per la profondità e la forma.

Il parametro  $\eta$  che compare nell'espressione assume il valore:

$$\eta = \frac{1 + 2K_0}{3}$$

quando si usa la formula di Vesic e viene posto uguale ad 1 per le altre formule.

$K_0$  rappresenta il coefficiente di spinta a riposo che può essere espresso come:  $K_0 = 1 - \sin\phi$ .

### Capacità portante per resistenza laterale

La resistenza laterale è data dall'integrale esteso a tutta la superficie laterale del palo delle tensioni tangenziali palo-terreno in condizioni limite:

$$Q_L = \int \tau_a dS$$

dove  $\tau_a$  è dato dalla relazione di Coulomb

$$\tau_a = c_a + \sigma_h \tan\delta$$

dove  $c_a$  è l'adesione palo-terreno,  $\delta$  è l'angolo di attrito palo-terreno,  $\gamma$  è il peso di volume del terreno,  $z$  è la generica quota a partire dalla testa del palo,  $L$  e  $P$  sono rispettivamente la lunghezza ed il perimetro del palo,  $K_s$  è il coefficiente di spinta che dipende dalle caratteristiche meccaniche e fisiche del terreno dal suo stato di addensamento e dalle modalità di realizzazione del palo.

### Portanza trasversale dei pali - Analisi ad elementi finiti

Nel modello di terreno alla Winkler il terreno viene schematizzato come una serie di molle elastiche indipendenti fra di loro. Le molle che schematizzano il terreno vengono caratterizzate tramite una costante elastica  $K$  espressa in  $\text{Kg/cm}^2/\text{cm}$  che rappresenta la pressione (in  $\text{Kg/cm}^2$ ) che bisogna applicare per ottenere lo spostamento di 1 cm.

Il palo viene suddiviso in un certo numero di elementi di eguale lunghezza. Ogni elemento è caratterizzato da una sezione avente area ed inerzia coincidente con quella del palo.

Il terreno viene schematizzato come una serie di molle orizzontali che reagiscono agli spostamenti nei due versi. La rigidità assiale della singola molla è proporzionale alla costante di Winkler orizzontale del terreno, al diametro del palo ed alla lunghezza dell'elemento. La molla, però, non viene vista come un elemento infinitamente elastico ma come un elemento con comportamento del tipo elastoplastico perfetto (diagramma sforzi-deformazioni di tipo bilatero). Essa presenta una resistenza crescente al crescere degli spostamenti fino a che l'entità degli spostamenti si mantiene al di sotto di un certo spostamento limite,  $X_{\max}$  oppure fino a quando non si raggiunge il valore della pressione limite. Superato tale limite non si ha un incremento di resistenza. E' evidente che assumendo un comportamento di questo tipo ci si addentra in un tipico problema non lineare che viene risolto mediante una analisi al passo.

### Disposizione delle armature

Le armature vengono disposte secondo due direzioni, una principale ed una secondaria. Per il calcolo delle stesse si fa riferimento ai valori nodali delle sollecitazioni ottenute dall'analisi ad elementi finiti. Per la disposizione delle stesse occorre suddividere la piastra in un numero di strisce opportuno nelle due direzioni.

## Dati

### Materiali

#### Simbologia adottata

n°	Indice materiale
Descrizione	Descrizione materiale
TC	Tipo calcestruzzo
Rck	Resistenza cubica caratteristica, espresso in [kg/cmq]
$\gamma_{ds}$	Peso specifico calcestruzzo, espresso in [kN/mc]
E	Modulo elastico calcestruzzo, espresso in [kg/cmq]
v	Coeff. di Poisson
n	Coeff. di omogeneizzazione
TA	Tipo acciaio

n°	Descrizione	TC	Rck [kg/cmq]	$\gamma_{ds}$ [kN/mc]	E [kg/cmq]	v	n	TA
1	CLS PLINTO	C28/35	356,90	24,52	332299,69	0.200	15.00	B450C
2	CLS PALI	C25/30	305,91	24,52	320665,55	0.200	15.00	B450C

### Tipologie plinti

#### Simbologia adottata

n°	Indice tipologia plinto
Descrizione	Descrizione tipologia plinto
Forma	Forma tipologia plinto (R: Rettangolare, C: Circolare, T: Triangolare, P: Pentagonale, E: Esagonale, D: a Dadi sovrapposti)
B <sub>x</sub>	Base plinto lungo x, espressa in [m]
B <sub>y</sub>	Base plinto lungo y, espressa in [m]
H <sub>b</sub>	Altezza basamento, espressa in [m]
H <sub>t</sub>	Altezza totale, espressa in [m]
b <sub>x</sub>	Base colletto lungo x, espressa in [m]
b <sub>y</sub>	Base colletto lungo y, espressa in [m]
dXc	Sfalsamento colletto lungo x, espresso in [m]
dYc	Sfalsamento colletto lungo y, espresso in [m]
Bic	Indice bicchiere associato al colletto
Mat	Indice materiale

n°	Descrizione	Forma	B [m]	H [m]	H <sub>b</sub> [m]	H <sub>t</sub> [m]	B <sub>c</sub> [m]	H <sub>c</sub> [m]	dXc [m]	dYc [m]	Bic	Mat
1	Tipo plinto	R	20,00	20,00	1,20	4,00	6,00	6,00	0,00	0,00	--	1

### Posizione plinti

#### Simbologia adottata

n°	Indice plinto
Tipo	Indice tipologia plinto
X	Ascissa plinto espressa in [m]
Y	Ordinata plinto espressa in [m]
$\alpha$	Rotazione plinto espressa in °
q <sub>posa</sub>	Quota piano di posa espressa in [m]
% kw	Percentuale costante di Winkler

n°	Tipo plinto	X [m]	Y [m]	$\alpha$ [°]	q <sub>posa</sub> [m]	% kw
1	1	10,00	10,00	0.000	4,00	1.000

### Tipologie pali

#### Simbologia adottata

n°	Indice tipologia
Descrizione	Descrizione tipologia
Geometria	Geometria tipologia (Pali in c.a o Pali in acciaio)
Armatura	Tipologia armatura per pali in c.a.
Portanza	Aliquote contributi portanza (solo Punta, solo Laterale, Entrambe)
Vincolo	Grado di vincolo alla testa del palo (Incastro o Cerniera)
TC	Tipologia costruttiva del palo (Trivellato o Infisso)
Mat	Indice materiale tipologia palo
Pt	Pressione quota testa palo, espressa in [kg/cmq]

n°	Descrizione	Geometria	Armatura	Portanza	Vincolo	TC	Mat	Pt [kg/cmq]
1	Tipologia 1	Pali circolari in c.a.	Ferri longitudinali + spirale	Entrambe	Incastro	Trivellato	2	0,00

### Caratteristiche pali

#### Simbologia adottata

n°	Indice palo
----	-------------

X	Ascissa palo, espressa in [m]
Y	Ordinata palo, espressa in [m]
d	Diametro palo, espresso in [m]
l	Lunghezza palo, espressa in [m]
nodo	Indice nodo su cui è posizionato il palo
It	Indice tipologia palo

n°	X [m]	Y [m]	D [m]	L [m]	Nodo	It
1	10,00	19,20	1,0000	45,00	666	1
2	16,44	17,92	1,0000	45,00	710	1
3	18,87	13,00	1,0000	45,00	685	1
4	10,00	0,80	1,0000	45,00	171	1
5	3,56	17,92	1,0000	45,00	498	1
6	1,13	13,00	1,0000	45,00	290	1
7	3,56	2,08	1,0000	45,00	31	1
8	1,13	6,50	1,0000	45,00	72	1
9	16,44	2,08	1,0000	45,00	389	1
10	18,87	6,50	1,0000	45,00	525	1

## Descrizione terreni

### Caratteristiche fisico meccaniche

#### Simbologia adottata

Descrizione	Descrizione terreno
$\gamma$	Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]
$\gamma_{sat}$	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc]
$\phi$	Angolo di attrito interno del terreno espresso in gradi
$\delta$	Angolo di attrito palo-terreno espresso in gradi
c	Coesione del terreno espressa in [kg/cm <sup>2</sup> ]
ca	Adesione del terreno espressa in [kg/cm <sup>2</sup> ]
$\tau_i$	Tensione tangenziale, per calcolo portanza micropali con il metodo di Bustamante-Doix, espressa in [kg/cm <sup>2</sup> ]
$\alpha$	Coeff. di espansione laterale

Descrizione	$\gamma$ [kN/mc]	$\gamma_{sat}$ [kN/mc]	Parametri	$\phi$ [°]	$\delta$ [°]	c [kg/cm <sup>2</sup> ]	ca [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\tau_i$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\alpha$
depositi conglom.	17,000	18,000	Caratteristici	22.00	14.67	0,100	0,050	0,000	1.00
			Minimi	22.00	14.67	0,100	0,050	0,000	
			Medi	22.00	14.67	0,100	0,050	0,000	
sabbie	16,000	16,000	Caratteristici	30.00	20.00	0,100	0,050	0,000	1.00
			Minimi	30.00	20.00	0,100	0,050	0,000	
			Medi	30.00	20.00	0,100	0,050	0,000	
sabbie calcarenitiche	22,000	22,000	Caratteristici	21.00	14.00	0,100	0,050	0,000	1.00
			Minimi	21.00	14.00	0,100	0,050	0,000	
			Medi	21.00	14.00	0,100	0,050	0,000	

## Descrizione stratigrafia e falda

#### Simbologia adottata

N	Identificativo strato
Z1	Quota dello strato in corrispondenza del punto di sondaggio n°1 espressa in [m]
Z2	Quota dello strato in corrispondenza del punto di sondaggio n°2 espressa in [m]
Z3	Quota dello strato in corrispondenza del punto di sondaggio n°3 espressa in [m]
Terreno	Terreno associato allo strato
Ks	Coefficiente di spinta
Kw	Costante di Winkler orizzontale espressa in [Kg/cm <sup>2</sup> /cm]
$\alpha$	Coeff. di sbulbatura

N	Z1 [m]	Z2 [m]	Z3 [m]	Terreno	Ks	Kw [Kg/cm <sup>2</sup> /cm]	$\alpha$
1	-2,5	-2,5	-2,5	depositi conglom.	0.630	3.000	1.000
2	-8,0	-8,0	-8,0	sabbie	0.500	3.500	1.000
3	-35,0	-35,0	-35,0	sabbie calcarenitiche	0.650	6.000	1.000

#### Falda

Falda non presente

#### Costante di Winkler

Direzione	Simbolo	Kw [Kg/cm <sup>2</sup> /cm]
Verticale	Kwv	0.000
Orizzontale	Kwo	Calcolata dal programma (Kwo=Kwv*tan( $\phi$ ))

## Convenzioni adottate

### Carichi e reazioni vincolari

Fz	Carico verticale positivo verso il basso
Fx	Forza orizzontale in direzione X positiva nel verso delle X crescenti.
Fy	Forza orizzontale in direzione Y positiva nel verso delle Y crescenti.
Mx	Momento con asse vettore parallelo all'asse X positivo antiorario.
My	Momento con asse vettore parallelo all'asse Y positivo antiorario.

### Sollecitazioni

Mx	Momento flettente X con asse vettore parallelo all'asse Y (positivo se tende le fibre inferiori).
My	Momento flettente Y con asse vettore parallelo all'asse X (positivo se tende le fibre inferiori).
Mxy	Momento flettente XY.

## Condizioni di carico

### Carichi plinti

#### Simbologia adottata

Ip	Indice plinto
Ic	Indice colletto
N	Carico verticale, espresso in [kN]
Mx	Momento intorno all'asse X, espresso in [kNm]
My	Momento intorno all'asse Y, espresso in [kNm]
Tx	Forza orizzontale in direzione X, espressa in [kN]
Ty	Forza orizzontale in direzione Y, espressa in [kN]

### *Condizione n° 1 - Condizione 1*

#### Carichi plinti

Ip	Ic	N	Mx	My	Tx	Ty
		[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]
1	1	2750,000	0,000	0,000	0,000	0,000

### *Condizione n° 2 - Condizione 2*

#### Carichi plinti

Ip	Ic	N	Mx	My	Tx	Ty
		[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]
1	1	2750,000	40500,000	0,000	1400,000	0,000

### *Condizione n° 3 - Condizione 3*

#### Carichi plinti

Ip	Ic	N	Mx	My	Tx	Ty
		[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]
1	1	2750,000	0,000	40500,000	0,000	1400,000

## Normativa - Coefficienti di sicurezza

### *Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni*

CARICHI	EFFETTO	Coefficiente parziale	(A1) - STR	(A2) - GEO
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{G1, fav}$	1.00	1.00
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{G1, sfav}$	1.30	1.00
Permanenti non strutturali	Favorevole	$\gamma_{G2, fav}$	0.00	0.00
Permanenti non strutturali	Sfavorevole	$\gamma_{G2, sfav}$	1.50	1.30
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Q, fav}$	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Q, sfav}$	1.50	1.30
Variabili traffico	Favorevole	$\gamma_{Q, fav}$	0.00	0.00
Variabili traffico	Sfavorevole	$\gamma_{Q, sfav}$	1.35	1.15

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

PARAMETRO	GRANDEZZA	Coefficiente parziale	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \phi'_k$	$\gamma_\phi$	1.00	1.25
Coesione efficace	$c'_k$	$\gamma_c$	1.00	1.25
Resistenza non drenata	$c_{uk}$	$\gamma_{cu}$	1.00	1.40

Coefficienti parziali  $\gamma_R$  da applicare alle resistenze caratteristiche (Pali trivellati)

Resistenza	$\gamma_R$	(R1)	(R2)	(R3)
Base	$\gamma_b$	1.00	1.70	1.35
Laterale in compressione	$\gamma_s$	1.00	1.45	1.15
Totale	$\gamma_t$	1.00	1.60	1.30
Laterale in trazione	$\gamma_{st}$	1.00	1.60	1.25

Coefficienti parziali  $\gamma_T$  per le verifiche agli stati limite ultimi di pali sogetti a carichi trasversali

$\gamma_T$	(R1)	(R2)	(R3)
$\gamma_T$	1.00	1.60	1.30

Fattori di correlazione  $\xi$  per la determinazione della resistenza caratteristica in funzione del numero di verticali indagate

Numero di verticali indagate	$\xi_3$	$\xi_4$
1	1.70	1.70

Elenco combinazioni di calcolo

Numero combinazioni definite 9

Simbologia adottata

CP Coefficiente di partecipazione della condizione

Combinazione n° 1 - A1-M1-R1

Condizione	CP
Peso proprio	1.30
Condizione 1	1.30
Condizione 2	1.50
Condizione 3	0.90

Combinazione n° 2 - A1-M1-R1

Condizione	CP
Peso proprio	1.30
Condizione 1	1.30
Condizione 3	1.50
Condizione 2	0.90

Combinazione n° 3 - A2-M2-R2

Condizione	CP
Peso proprio	1.00
Condizione 1	1.00
Condizione 2	1.30
Condizione 3	0.78

Combinazione n° 4 - A2-M2-R2

Condizione	CP
Peso proprio	1.00
Condizione 1	1.00
Condizione 3	1.30
Condizione 2	0.78

Combinazione n° 5 - SLEQ

Condizione	CP
Peso proprio	1.00
Condizione 1	1.00
Condizione 2	0.00
Condizione 3	0.00

Combinazione n° 6 - SLEF

Condizione	CP
Peso proprio	1.00
Condizione 1	1.00
Condizione 2	0.20
Condizione 3	0.00

Combinazione n° 7 - SLEF

Condizione	CP
Peso proprio	1.00
Condizione 1	1.00
Condizione 3	0.20
Condizione 2	0.00

Combinazione n° 8 - SLER

Condizione	CP
Peso proprio	1.00
Condizione 1	1.00
Condizione 2	1.00
Condizione 3	0.60

Combinazione n° 9 - SLER

Condizione	CP
Peso proprio	1.00
Condizione 1	1.00
Condizione 3	1.00
Condizione 2	0.60

## Impostazioni di analisi

### *Portanza verticale pali*

Metodo calcolo portanza: Vesic

Andamento pressione verticale con la profondità per calcolo portanza di punta:

Pressione geostatica

Andamento pressione verticale con la profondità per calcolo portanza laterale:

Pressione geostatica

### *Portanza trasversale pali*

Costante di Winkler: da strato

Rottura palo-terreno:

Pressione limite pari alla pressione passiva con moltiplicatore pari a 3.00

### *Cedimenti*

Metodo calcolo cedimenti: Elementi finiti

Spostamento limite attrito laterale 0,0050 [m]

**Spostamento limite punta 0,0100 [m]**

## **Modello**

### Caratteristiche Mesh

Numero elementi 1404  
Numero nodi 757

## Risultati inviluppo

### Spostamenti

#### Plinti

#### Spostamenti massimi e minimi del plinto

##### Simbologia adottata

In	Indice nodo
w	Spostamento verticale, espresso in [m]
u	Spostamento direzione X, espresso in [m]
v	Spostamento direzione Y, espresso in [m]
φx	Rotazione intorno all'asse X, espressa in [°]
φy	Rotazione intorno all'asse Y, espressa in [°]
p	Pressione sul terreno (solo per calcolo fondazione), espressa in [kg/cmq]
kw	Costante di Winkler (solo per calcolo fondazione), espressa in [kg/cm <sup>2</sup> /cm]. Il valore viene stampato solo se si è utilizzato il modello di interazione

#### Plinto 1

In	X	Y		Valore	UM	Cmb	
	[m]	[m]					
485	16,54	8,70	w	0,00936432	[m]	2	MAX
659	0,00	20,00		0,00271509		3	MIN
275	10,00	10,00	ux	0,00180759	[m]	1	MAX
444	16,34	0,00		-0,00000087		7	MIN
275	10,00	10,00	uy	0,00180759	[m]	2	MAX
554	20,00	2,25		-0,00000322		6	MIN
275	10,00	10,00	φx	0,000465	[°]	2	MAX
483	18,11	6,63		-0,000127		6	MIN
275	10,00	10,00	φy	0,000408	[°]	1	MAX
171	10,00	0,80		-0,000205		2	MIN

#### Pali

##### Simbologia adottata

In	Indice sezione
Y	ordinata palo espressa in [m]
Ur	spostamento limite espresso in [m]
Pr	pressione limite espressa in [kg/cmq]
Ue	spostamento in esercizio espresso in [m]
Pe	pressione in esercizio espressa in [kg/cmq]

#### Palo n° 1

n°	Y	Ue	Ur	Pe	Pr
	[m]	[m]	[m]	[kg/cmq]	[kg/cmq]
1	0,00	0,002006 (1)	0,005047 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
11	4,50	0,000660 (1)	0,001664 (1)	0,396 (1)	0,998 (1)
21	9,00	-0,000058 (1)	-0,000144 (1)	-0,035 (1)	-0,087 (1)
31	13,50	-0,000044 (1)	-0,000112 (1)	-0,027 (1)	-0,067 (1)
41	18,00	0,000000 (1)	0,000000 (1)	0,000 (1)	0,000 (1)
51	22,50	0,000003 (1)	0,000007 (1)	0,002 (1)	0,004 (1)
61	27,00	0,000000 (1)	0,000001 (1)	0,000 (1)	0,000 (1)
71	31,50	0,000000 (1)	0,000000 (1)	0,000 (1)	0,000 (1)
81	36,00	0,000000 (1)	0,000000 (1)	0,000 (1)	0,000 (1)
91	40,50	0,000000 (1)	0,000000 (1)	0,000 (1)	0,000 (1)
101	45,00	0,000000 (1)	0,000000 (1)	0,000 (1)	0,000 (1)

#### Palo n° 2

n°	Y	Ue	Ur	Pe	Pr
	[m]	[m]	[m]	[kg/cmq]	[kg/cmq]
1	0,00	0,002002 (1)	0,005047 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
11	4,50	0,000659 (1)	0,001664 (1)	0,395 (1)	0,998 (1)
21	9,00	-0,000057 (1)	-0,000144 (1)	-0,034 (1)	-0,087 (1)
31	13,50	-0,000044 (1)	-0,000112 (1)	-0,027 (1)	-0,067 (1)
41	18,00	0,000000 (1)	0,000000 (1)	0,000 (1)	0,000 (1)
51	22,50	0,000003 (1)	0,000007 (1)	0,002 (1)	0,004 (1)
61	27,00	0,000000 (1)	0,000001 (1)	0,000 (1)	0,000 (1)
71	31,50	0,000000 (1)	0,000000 (1)	0,000 (1)	0,000 (1)
81	36,00	0,000000 (1)	0,000000 (1)	0,000 (1)	0,000 (1)
91	40,50	0,000000 (1)	0,000000 (1)	0,000 (1)	0,000 (1)
101	45,00	0,000000 (1)	0,000000 (1)	0,000 (1)	0,000 (1)

Palo n° 3

n°	Y [m]	Ue [m]	Ur [m]	Pe [kg/cm²]	Pr [kg/cm²]
1	0,00	0,001992 (1)	0,005047 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
11	4,50	0,000656 (1)	0,001664 (1)	0,393 (1)	0,998 (1)
21	9,00	-0,000057 (1)	-0,000144 (1)	-0,034 (1)	-0,087 (1)
31	13,50	-0,000044 (1)	-0,000112 (1)	-0,026 (1)	-0,067 (1)
41	18,00	0,000000 (1)	0,000000 (1)	0,000 (1)	0,000 (1)
51	22,50	0,000003 (1)	0,000007 (1)	0,002 (1)	0,004 (1)
61	27,00	0,000000 (1)	0,000001 (1)	0,000 (1)	0,000 (1)
71	31,50	0,000000 (1)	0,000000 (1)	0,000 (1)	0,000 (1)
81	36,00	0,000000 (1)	0,000000 (1)	0,000 (1)	0,000 (1)
91	40,50	0,000000 (1)	0,000000 (1)	0,000 (1)	0,000 (1)
101	45,00	0,000000 (1)	0,000000 (1)	0,000 (1)	0,000 (1)

Palo n° 4

n°	Y [m]	Ue [m]	Ur [m]	Pe [kg/cm²]	Pr [kg/cm²]
1	0,00	0,001988 (2)	0,005047 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
11	4,50	0,000654 (2)	0,001664 (1)	0,393 (2)	0,998 (1)
21	9,00	-0,000057 (2)	-0,000144 (1)	-0,034 (2)	-0,087 (1)
31	13,50	-0,000044 (2)	-0,000112 (1)	-0,026 (2)	-0,067 (1)
41	18,00	0,000000 (2)	0,000000 (1)	0,000 (2)	0,000 (1)
51	22,50	0,000003 (2)	0,000007 (1)	0,002 (2)	0,004 (1)
61	27,00	0,000000 (2)	0,000001 (1)	0,000 (2)	0,000 (1)
71	31,50	0,000000 (2)	0,000000 (1)	0,000 (2)	0,000 (1)
81	36,00	0,000000 (2)	0,000000 (1)	0,000 (2)	0,000 (1)
91	40,50	0,000000 (2)	0,000000 (1)	0,000 (2)	0,000 (1)
101	45,00	0,000000 (2)	0,000000 (1)	0,000 (2)	0,000 (1)

Palo n° 5

n°	Y [m]	Ue [m]	Ur [m]	Pe [kg/cm²]	Pr [kg/cm²]
1	0,00	0,002006 (1)	0,005047 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
11	4,50	0,000660 (1)	0,001664 (1)	0,396 (1)	0,998 (1)
21	9,00	-0,000058 (1)	-0,000144 (1)	-0,035 (1)	-0,087 (1)
31	13,50	-0,000044 (1)	-0,000112 (1)	-0,027 (1)	-0,067 (1)
41	18,00	0,000000 (1)	0,000000 (1)	0,000 (1)	0,000 (1)
51	22,50	0,000003 (1)	0,000007 (1)	0,002 (1)	0,004 (1)
61	27,00	0,000000 (1)	0,000001 (1)	0,000 (1)	0,000 (1)
71	31,50	0,000000 (1)	0,000000 (1)	0,000 (1)	0,000 (1)
81	36,00	0,000000 (1)	0,000000 (1)	0,000 (1)	0,000 (1)
91	40,50	0,000000 (1)	0,000000 (1)	0,000 (1)	0,000 (1)
101	45,00	0,000000 (1)	0,000000 (1)	0,000 (1)	0,000 (1)

Palo n° 6

n°	Y [m]	Ue [m]	Ur [m]	Pe [kg/cm²]	Pr [kg/cm²]
1	0,00	0,002005 (1)	0,005047 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
11	4,50	0,000660 (1)	0,001664 (1)	0,396 (1)	0,998 (1)
21	9,00	-0,000058 (1)	-0,000144 (1)	-0,035 (1)	-0,087 (1)
31	13,50	-0,000044 (1)	-0,000112 (1)	-0,027 (1)	-0,067 (1)
41	18,00	0,000000 (1)	0,000000 (1)	0,000 (1)	0,000 (1)
51	22,50	0,000003 (1)	0,000007 (1)	0,002 (1)	0,004 (1)
61	27,00	0,000000 (1)	0,000001 (1)	0,000 (1)	0,000 (1)
71	31,50	0,000000 (1)	0,000000 (1)	0,000 (1)	0,000 (1)
81	36,00	0,000000 (1)	0,000000 (1)	0,000 (1)	0,000 (1)
91	40,50	0,000000 (1)	0,000000 (1)	0,000 (1)	0,000 (1)
101	45,00	0,000000 (1)	0,000000 (1)	0,000 (1)	0,000 (1)

Palo n° 7

n°	Y [m]	Ue [m]	Ur [m]	Pe [kg/cm²]	Pr [kg/cm²]
1	0,00	0,001998 (2)	0,005047 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
11	4,50	0,000657 (2)	0,001664 (1)	0,394 (2)	0,998 (1)
21	9,00	-0,000057 (2)	-0,000144 (1)	-0,034 (2)	-0,087 (1)
31	13,50	-0,000044 (2)	-0,000112 (1)	-0,026 (2)	-0,067 (1)
41	18,00	0,000000 (2)	0,000000 (1)	0,000 (2)	0,000 (1)
51	22,50	0,000003 (2)	0,000007 (1)	0,002 (2)	0,004 (1)
61	27,00	0,000000 (2)	0,000001 (1)	0,000 (2)	0,000 (1)

n°	Y	Ue	Ur	Pe	Pr
	[m]	[m]	[m]	[kg/cmq]	[kg/cmq]
71	31,50	0,000000 (2)	0,000000 (1)	0,000 (2)	0,000 (1)
81	36,00	0,000000 (2)	0,000000 (1)	0,000 (2)	0,000 (1)
91	40,50	0,000000 (2)	0,000000 (1)	0,000 (2)	0,000 (1)
101	45,00	0,000000 (2)	0,000000 (1)	0,000 (2)	0,000 (1)

#### Palo n° 8

n°	Y	Ue	Ur	Pe	Pr
	[m]	[m]	[m]	[kg/cmq]	[kg/cmq]
1	0,00	0,002000 (2)	0,005047 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
11	4,50	0,000658 (2)	0,001664 (1)	0,395 (2)	0,998 (1)
21	9,00	-0,000057 (2)	-0,000144 (1)	-0,034 (2)	-0,087 (1)
31	13,50	-0,000044 (2)	-0,000112 (1)	-0,026 (2)	-0,067 (1)
41	18,00	0,000000 (2)	0,000000 (1)	0,000 (2)	0,000 (1)
51	22,50	0,000003 (2)	0,000007 (1)	0,002 (2)	0,004 (1)
61	27,00	0,000000 (2)	0,000001 (1)	0,000 (2)	0,000 (1)
71	31,50	0,000000 (2)	0,000000 (1)	0,000 (2)	0,000 (1)
81	36,00	0,000000 (2)	0,000000 (1)	0,000 (2)	0,000 (1)
91	40,50	0,000000 (2)	0,000000 (1)	0,000 (2)	0,000 (1)
101	45,00	0,000000 (2)	0,000000 (1)	0,000 (2)	0,000 (1)

#### Palo n° 9

n°	Y	Ue	Ur	Pe	Pr
	[m]	[m]	[m]	[kg/cmq]	[kg/cmq]
1	0,00	0,001975 (2)	0,005047 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
11	4,50	0,000650 (2)	0,001664 (1)	0,390 (2)	0,998 (1)
21	9,00	-0,000057 (2)	-0,000144 (1)	-0,034 (2)	-0,087 (1)
31	13,50	-0,000044 (2)	-0,000112 (1)	-0,026 (2)	-0,067 (1)
41	18,00	0,000000 (2)	0,000000 (1)	0,000 (2)	0,000 (1)
51	22,50	0,000003 (2)	0,000007 (1)	0,002 (2)	0,004 (1)
61	27,00	0,000000 (2)	0,000001 (1)	0,000 (2)	0,000 (1)
71	31,50	0,000000 (2)	0,000000 (1)	0,000 (2)	0,000 (1)
81	36,00	0,000000 (2)	0,000000 (1)	0,000 (2)	0,000 (1)
91	40,50	0,000000 (2)	0,000000 (1)	0,000 (2)	0,000 (1)
101	45,00	0,000000 (2)	0,000000 (1)	0,000 (2)	0,000 (1)

#### Palo n° 10

n°	Y	Ue	Ur	Pe	Pr
	[m]	[m]	[m]	[kg/cmq]	[kg/cmq]
1	0,00	0,001975 (2)	0,005047 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
11	4,50	0,000650 (2)	0,001664 (1)	0,390 (2)	0,998 (1)
21	9,00	-0,000057 (2)	-0,000144 (1)	-0,034 (2)	-0,087 (1)
31	13,50	-0,000044 (2)	-0,000112 (1)	-0,026 (2)	-0,067 (1)
41	18,00	0,000000 (2)	0,000000 (1)	0,000 (2)	0,000 (1)
51	22,50	0,000003 (2)	0,000007 (1)	0,002 (2)	0,004 (1)
61	27,00	0,000000 (2)	0,000001 (1)	0,000 (2)	0,000 (1)
71	31,50	0,000000 (2)	0,000000 (1)	0,000 (2)	0,000 (1)
81	36,00	0,000000 (2)	0,000000 (1)	0,000 (2)	0,000 (1)
91	40,50	0,000000 (2)	0,000000 (1)	0,000 (2)	0,000 (1)
101	45,00	0,000000 (2)	0,000000 (1)	0,000 (2)	0,000 (1)

### Sollecitazioni

#### Plinti

#### Sollecitazioni massime e minime

##### Simbologia adottata

In	Indice nodo modello
Mx	Momento X espresso in [kNm]
My	Momento Y espresso in [kNm]
Mxy	Momento XY espresso in [kNm]
Tx	Taglio X, espresso in [kN]
Ty	Taglio Y, espresso in [kN]
Nx	Tensione normale X espressa in [kg/cmq]
Ny	Tensione normale Y espressa in [kg/cmq]
Nxy	Tensione tangenziale XY espressa in [kg/cmq]

#### Plinto n° 1

In	X	Y		Valore	UM	Cmb	
	[m]	[m]					
305	10,81	9,91	Mx	20953,9123	[kNm]	2	MAX
258	9,12	9,86		-10430,7776		2	MIN
261	9,85	9,03	My	19478,9634	[kNm]	1	MAX
304	10,29	10,53		-8709,0343		1	MIN
282	10,53	9,15	Mxy	7663,1482	[kNm]	2	MAX
280	9,44	10,46		-9598,2154		2	MIN
305	10,81	9,91	Tx	5886,6929	[kN]	2	MAX
275	10,00	10,00		-5366,5316		1	MIN
275	10,00	10,00	Ty	5886,6929	[kN]	2	MAX
275	10,00	10,00		-5366,5316		1	MIN
305	10,81	9,91	Nx	1,47	[kg/cmq]	1	MAX
258	9,12	9,86		-1,59		1	MIN
304	10,29	10,53	Ny	1,37	[kg/cmq]	2	MAX
261	9,85	9,03		-1,47		2	MIN
304	10,29	10,53	Nxy	0,98	[kg/cmq]	1	MAX
240	9,22	9,19		-0,90		1	MIN

## Pali

### Simbologia adottata

n°	Identificativo sezione
Y	ordinata della sezione a partire dalla testa positiva verso il basso, espressa in [m]
Nr	sforzo normale a rottura, espresso in [kN]
Ne	sforzo normale in esercizio, espresso in [kN]
Tr	taglio a rottura, espresso in [kN]
Te	taglio in esercizio, espresso in [kN]
Mr	momento a rottura, espresso in [kNm]
Me	momento in esercizio, espresso in [kNm]

### Palo n° 1

n°	Y	Ne	Nr	Te	Tr	Me	Mr
	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
1	0,0000	5208,55 (2)	16430,62 (1)	246,50 (1)	561,46 (1)	491,12 (1)	1205,43 (1)
11	0,0450	5235,98 (2)	16262,51 (1)	20,98 (1)	53,14 (1)	-105,48 (1)	-265,06 (1)
21	0,0900	5191,57 (2)	15896,61 (1)	-20,97 (1)	-52,79 (1)	-52,26 (1)	-131,71 (1)
31	0,1350	5063,31 (2)	15303,88 (1)	-2,95 (1)	-7,44 (1)	2,13 (1)	5,33 (1)
41	0,1800	4851,21 (2)	14484,34 (1)	1,02 (1)	2,57 (1)	3,31 (1)	8,34 (1)
51	0,2250	4555,27 (2)	13437,97 (1)	0,26 (1)	0,65 (1)	0,14 (1)	0,35 (1)
61	0,2700	4175,48 (2)	12164,79 (1)	-0,04 (1)	-0,10 (1)	-0,19 (1)	-0,47 (1)
71	0,3150	3711,85 (2)	10664,78 (1)	-0,02 (1)	-0,05 (1)	-0,02 (1)	-0,06 (1)
81	0,3600	3164,38 (2)	8937,95 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	0,01 (1)	0,02 (1)
91	0,4050	2533,06 (2)	6984,30 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	0,01 (1)
101	0,4500	1817,91 (2)	5032,09 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	0,00 (0)	0,00 (1)

### Palo n° 2

n°	Y	Ne	Nr	Te	Tr	Me	Mr
	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
1	0,0000	6081,74 (2)	16430,62 (1)	246,11 (1)	561,46 (1)	490,25 (1)	1205,43 (1)
11	0,0450	6100,66 (2)	16262,51 (1)	20,94 (1)	53,14 (1)	-105,29 (1)	-265,06 (1)
21	0,0900	6037,41 (2)	15896,61 (1)	-20,93 (1)	-52,79 (1)	-52,17 (1)	-131,71 (1)
31	0,1350	5878,27 (2)	15303,88 (1)	-2,94 (1)	-7,44 (1)	2,13 (1)	5,33 (1)
41	0,1800	5623,23 (2)	14484,34 (1)	1,02 (1)	2,57 (1)	3,31 (1)	8,34 (1)
51	0,2250	5272,29 (2)	13437,97 (1)	0,26 (1)	0,65 (1)	0,14 (1)	0,35 (1)
61	0,2700	4825,46 (2)	12164,79 (1)	-0,04 (1)	-0,10 (1)	-0,19 (1)	-0,47 (1)
71	0,3150	4282,74 (2)	10664,78 (1)	-0,02 (1)	-0,05 (1)	-0,02 (1)	-0,06 (1)
81	0,3600	3644,12 (2)	8937,95 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	0,01 (1)	0,02 (1)
91	0,4050	2909,61 (2)	6984,30 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	0,01 (1)
101	0,4500	2079,20 (2)	5032,09 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	0,00 (0)	0,00 (1)

### Palo n° 3

n°	Y	Ne	Nr	Te	Tr	Me	Mr
	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
1	0,0000	6729,36 (2)	16430,62 (1)	245,03 (1)	561,46 (1)	487,88 (1)	1205,43 (1)
11	0,0450	6741,97 (2)	16262,51 (1)	20,83 (1)	53,14 (1)	-104,77 (1)	-265,06 (1)
21	0,0900	6664,75 (2)	15896,61 (1)	-20,83 (1)	-52,79 (1)	-51,91 (1)	-131,71 (1)
31	0,1350	6482,70 (2)	15303,88 (1)	-2,93 (1)	-7,44 (1)	2,12 (1)	5,33 (1)
41	0,1800	6195,81 (2)	14484,34 (1)	1,02 (1)	2,57 (1)	3,29 (1)	8,34 (1)
51	0,2250	5804,09 (2)	13437,97 (1)	0,26 (1)	0,65 (1)	0,14 (1)	0,35 (1)
61	0,2700	5307,53 (2)	12164,79 (1)	-0,04 (1)	-0,10 (1)	-0,19 (1)	-0,47 (1)
71	0,3150	4706,15 (2)	10664,78 (1)	-0,02 (1)	-0,05 (1)	-0,02 (1)	-0,06 (1)
81	0,3600	3999,93 (2)	8937,95 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	0,01 (1)	0,02 (1)
91	0,4050	3188,88 (2)	6984,30 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	0,01 (1)
101	0,4500	2273,00 (2)	5032,09 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	0,00 (0)	0,00 (1)

**Palo n° 4**

n°	Y [m]	Ne [kN]	Nr [kN]	Te [kN]	Tr [kN]	Me [kNm]	Mr [kNm]
1	0,0000	6608,13 (1)	16430,62 (1)	244,59 (2)	561,46 (1)	486,90 (2)	1205,43 (1)
11	0,0450	6621,92 (1)	16262,51 (1)	20,79 (2)	53,14 (1)	-104,56 (2)	-265,06 (1)
21	0,0900	6547,31 (1)	15896,61 (1)	-20,78 (2)	-52,79 (1)	-51,80 (2)	-131,71 (1)
31	0,1350	6369,55 (1)	15303,88 (1)	-2,92 (2)	-7,44 (1)	2,12 (2)	5,33 (1)
41	0,1800	6088,62 (1)	14484,34 (1)	1,01 (2)	2,57 (1)	3,28 (2)	8,34 (1)
51	0,2250	5704,54 (1)	13437,97 (1)	0,26 (2)	0,65 (1)	0,14 (2)	0,35 (1)
61	0,2700	5217,29 (1)	12164,79 (1)	-0,04 (2)	-0,10 (1)	-0,19 (2)	-0,47 (1)
71	0,3150	4626,89 (1)	10664,78 (1)	-0,02 (2)	-0,05 (1)	-0,02 (2)	-0,06 (1)
81	0,3600	3933,32 (1)	8937,95 (1)	0,00 (2)	0,00 (1)	0,01 (2)	0,02 (1)
91	0,4050	3136,60 (1)	6984,30 (1)	0,00 (2)	0,00 (1)	0,00 (2)	0,01 (1)
101	0,4500	2236,72 (1)	5032,09 (1)	0,00 (2)	0,00 (1)	0,00 (0)	0,00 (1)

**Palo n° 5**

n°	Y [m]	Ne [kN]	Nr [kN]	Te [kN]	Tr [kN]	Me [kNm]	Mr [kNm]
1	0,0000	4274,92 (2)	16430,62 (1)	246,53 (1)	561,46 (1)	491,18 (1)	1205,43 (1)
11	0,0450	4311,45 (2)	16262,51 (1)	20,98 (1)	53,14 (1)	-105,50 (1)	-265,06 (1)
21	0,0900	4287,18 (2)	15896,61 (1)	-20,97 (1)	-52,79 (1)	-52,27 (1)	-131,71 (1)
31	0,1350	4191,95 (2)	15303,88 (1)	-2,95 (1)	-7,44 (1)	2,13 (1)	5,33 (1)
41	0,1800	4025,77 (2)	14484,34 (1)	1,02 (1)	2,57 (1)	3,31 (1)	8,34 (1)
51	0,2250	3788,62 (2)	13437,97 (1)	0,26 (1)	0,65 (1)	0,14 (1)	0,35 (1)
61	0,2700	3480,52 (2)	12164,79 (1)	-0,04 (1)	-0,10 (1)	-0,19 (1)	-0,47 (1)
71	0,3150	3101,46 (2)	10664,78 (1)	-0,02 (1)	-0,05 (1)	-0,02 (1)	-0,06 (1)
81	0,3600	2651,44 (2)	8937,95 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	0,01 (1)	0,02 (1)
91	0,4050	2130,46 (2)	6984,30 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	0,01 (1)
101	0,4500	1538,52 (2)	5032,09 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	0,00 (0)	0,00 (1)

**Palo n° 6**

n°	Y [m]	Ne [kN]	Nr [kN]	Te [kN]	Tr [kN]	Me [kNm]	Mr [kNm]
1	0,0000	4329,66 (1)	16430,62 (1)	246,42 (1)	561,46 (1)	490,94 (1)	1205,43 (1)
11	0,0450	4365,66 (1)	16262,51 (1)	20,97 (1)	53,14 (1)	-105,44 (1)	-265,06 (1)
21	0,0900	4340,21 (1)	15896,61 (1)	-20,96 (1)	-52,79 (1)	-52,24 (1)	-131,71 (1)
31	0,1350	4243,04 (1)	15303,88 (1)	-2,95 (1)	-7,44 (1)	2,13 (1)	5,33 (1)
41	0,1800	4074,16 (1)	14484,34 (1)	1,02 (1)	2,57 (1)	3,31 (1)	8,34 (1)
51	0,2250	3833,57 (1)	13437,97 (1)	0,26 (1)	0,65 (1)	0,14 (1)	0,35 (1)
61	0,2700	3521,27 (1)	12164,79 (1)	-0,04 (1)	-0,10 (1)	-0,19 (1)	-0,47 (1)
71	0,3150	3137,25 (1)	10664,78 (1)	-0,02 (1)	-0,05 (1)	-0,02 (1)	-0,06 (1)
81	0,3600	2681,51 (1)	8937,95 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	0,01 (1)	0,02 (1)
91	0,4050	2154,07 (1)	6984,30 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	0,01 (1)
101	0,4500	1554,91 (1)	5032,09 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)	0,00 (0)	0,00 (1)

**Palo n° 7**

n°	Y [m]	Ne [kN]	Nr [kN]	Te [kN]	Tr [kN]	Me [kNm]	Mr [kNm]
1	0,0000	5634,61 (1)	16430,62 (1)	245,59 (2)	561,46 (1)	489,12 (2)	1205,43 (1)
11	0,0450	5657,89 (1)	16262,51 (1)	20,89 (2)	53,14 (1)	-105,04 (2)	-265,06 (1)
21	0,0900	5604,29 (1)	15896,61 (1)	-20,88 (2)	-52,79 (1)	-52,04 (2)	-131,71 (1)
31	0,1350	5460,96 (1)	15303,88 (1)	-2,93 (2)	-7,44 (1)	2,13 (2)	5,33 (1)
41	0,1800	5227,91 (1)	14484,34 (1)	1,02 (2)	2,57 (1)	3,30 (2)	8,34 (1)
51	0,2250	4905,13 (1)	13437,97 (1)	0,26 (2)	0,65 (1)	0,14 (2)	0,35 (1)
61	0,2700	4492,63 (1)	12164,79 (1)	-0,04 (2)	-0,10 (1)	-0,19 (2)	-0,47 (1)
71	0,3150	3990,41 (1)	10664,78 (1)	-0,02 (2)	-0,05 (1)	-0,02 (2)	-0,06 (1)
81	0,3600	3398,46 (1)	8937,95 (1)	0,00 (2)	0,00 (1)	0,01 (2)	0,02 (1)
91	0,4050	2716,79 (1)	6984,30 (1)	0,00 (2)	0,00 (1)	0,00 (2)	0,01 (1)
101	0,4500	1945,40 (1)	5032,09 (1)	0,00 (2)	0,00 (1)	0,00 (0)	0,00 (1)

**Palo n° 8**

n°	Y [m]	Ne [kN]	Nr [kN]	Te [kN]	Tr [kN]	Me [kNm]	Mr [kNm]
1	0,0000	4931,31 (1)	16430,62 (1)	245,83 (2)	561,46 (1)	489,63 (2)	1205,43 (1)
11	0,0450	4961,45 (1)	16262,51 (1)	20,91 (2)	53,14 (1)	-105,16 (2)	-265,06 (1)
21	0,0900	4923,01 (1)	15896,61 (1)	-20,90 (2)	-52,79 (1)	-52,10 (2)	-131,71 (1)
31	0,1350	4804,56 (1)	15303,88 (1)	-2,94 (2)	-7,44 (1)	2,13 (2)	5,33 (1)
41	0,1800	4606,10 (1)	14484,34 (1)	1,02 (2)	2,57 (1)	3,30 (2)	8,34 (1)
51	0,2250	4327,62 (1)	13437,97 (1)	0,26 (2)	0,65 (1)	0,14 (2)	0,35 (1)
61	0,2700	3969,12 (1)	12164,79 (1)	-0,04 (2)	-0,10 (1)	-0,19 (2)	-0,47 (1)

n°	Y	Ne	Nr	Te	Tr	Me	Mr
	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
71	0,3150	3530,60 (1)	10664,78 (1)	-0,02 (2)	-0,05 (1)	-0,02 (2)	-0,06 (1)
81	0,3600	3012,06 (1)	8937,95 (1)	0,00 (2)	0,00 (1)	0,01 (2)	0,02 (1)
91	0,4050	2413,51 (1)	6984,30 (1)	0,00 (2)	0,00 (1)	0,00 (2)	0,01 (1)
101	0,4500	1734,94 (1)	5032,09 (1)	0,00 (2)	0,00 (1)	0,00 (0)	0,00 (1)

### Palo n° 9

n°	Y	Ne	Nr	Te	Tr	Me	Mr
	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
1	0,0000	6906,17 (1)	16430,62 (1)	243,11 (2)	561,46 (1)	483,65 (2)	1205,43 (1)
11	0,0450	6917,06 (1)	16262,51 (1)	20,65 (2)	53,14 (1)	-103,84 (2)	-265,06 (1)
21	0,0900	6836,02 (1)	15896,61 (1)	-20,64 (2)	-52,79 (1)	-51,45 (2)	-131,71 (1)
31	0,1350	6647,71 (1)	15303,88 (1)	-2,90 (2)	-7,44 (1)	2,10 (2)	5,33 (1)
41	0,1800	6352,13 (1)	14484,34 (1)	1,01 (2)	2,57 (1)	3,26 (2)	8,34 (1)
51	0,2250	5949,27 (1)	13437,97 (1)	0,26 (2)	0,65 (1)	0,14 (2)	0,35 (1)
61	0,2700	5439,14 (1)	12164,79 (1)	-0,04 (2)	-0,10 (1)	-0,18 (2)	-0,47 (1)
71	0,3150	4821,74 (1)	10664,78 (1)	-0,02 (2)	-0,05 (1)	-0,02 (2)	-0,06 (1)
81	0,3600	4097,07 (1)	8937,95 (1)	0,00 (2)	0,00 (1)	0,01 (2)	0,02 (1)
91	0,4050	3265,12 (1)	6984,30 (1)	0,00 (2)	0,00 (1)	0,00 (2)	0,01 (1)
101	0,4500	2325,90 (1)	5032,09 (1)	0,00 (2)	0,00 (1)	0,00 (0)	0,00 (1)

### Palo n° 10

n°	Y	Ne	Nr	Te	Tr	Me	Mr
	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
1	0,0000	6903,32 (2)	16430,62 (1)	243,14 (2)	561,46 (1)	483,72 (2)	1205,43 (1)
11	0,0450	6914,24 (2)	16262,51 (1)	20,65 (2)	53,14 (1)	-103,86 (2)	-265,06 (1)
21	0,0900	6833,26 (2)	15896,61 (1)	-20,64 (2)	-52,79 (1)	-51,45 (2)	-131,71 (1)
31	0,1350	6645,05 (2)	15303,88 (1)	-2,90 (2)	-7,44 (1)	2,10 (2)	5,33 (1)
41	0,1800	6349,61 (2)	14484,34 (1)	1,01 (2)	2,57 (1)	3,26 (2)	8,34 (1)
51	0,2250	5946,93 (2)	13437,97 (1)	0,26 (2)	0,65 (1)	0,14 (2)	0,35 (1)
61	0,2700	5437,02 (2)	12164,79 (1)	-0,04 (2)	-0,10 (1)	-0,18 (2)	-0,47 (1)
71	0,3150	4819,88 (2)	10664,78 (1)	-0,02 (2)	-0,05 (1)	-0,02 (2)	-0,06 (1)
81	0,3600	4095,50 (2)	8937,95 (1)	0,00 (2)	0,00 (1)	0,01 (2)	0,02 (1)
91	0,4050	3263,89 (2)	6984,30 (1)	0,00 (2)	0,00 (1)	0,00 (2)	0,01 (1)
101	0,4500	2325,05 (2)	5032,09 (1)	0,00 (2)	0,00 (1)	0,00 (0)	0,00 (1)

## Verifiche geotecniche

### Carico limite

### Plinti

#### Simbologia adottata

n°	Indice plinto
N	Carico verticale trasferito al terreno, espresso in [kN]
Np	Carico verticale trasferito ai pali, espresso in [kN]
Pu	Portanza ultima, espressa in [kN]
Pd	Portanza di progetto, espressa in [kN]
FS	Fattore di sicurezza a carico limite (Pd/N). Tra parentesi viene riportato l'indice della combinazione con fattore di sicurezza minimo.

n°	N	Np	Pu	Pd	η
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
1	0,00	55285,54	--	--	--

### Pali

#### Simbologia adottata

n°	Indice palo
Oggetto	Oggetto di appartenenza del palo (Piastra, Plinto o Trave)
N	Carico verticale agente alla testa del palo, espresso in [kN]
Pd	Portanza di progetto, espresso in [kN]
FSv	Fattore di sicurezza (Pd/N). Tra parentesi l'indice della combinazione con fattore di sicurezza minimo.
T	Carico orizzontale agente alla testa del palo, espresso in [kN]
Td	Portanza trasversale di progetto, espresso in [kN]
FSo	Fattore di sicurezza (Vd/V). Tra parentesi l'indice della combinazione con fattore di sicurezza minimo.

n°	Oggetto	N	Pd	FSv	T	Td	FSo
		[kN]	[kN]		[kN]	[kN]	
1	Plinto 1	4059,96	5507,34	1.357 (4)	213,64	350,91	1.643 (3)
2	Plinto 1	4796,63	5507,34	1.148 (4)	213,29	350,91	1.645 (3)
3	Plinto 1	5344,07	5507,34	1.031 (4)	212,36	350,91	1.652 (3)

n°	Oggetto	N	Pd	FSv	T	Td	FSo
		[kN]	[kN]		[kN]	[kN]	
4	Plinto 1	5252,57	5507,34	1.049 (3)	211,98	350,91	1.655 (4)
5	Plinto 1	3208,96	5507,34	1.716 (4)	213,66	350,91	1.642 (3)
6	Plinto 1	3259,56	5507,34	1.690 (3)	213,56	350,91	1.643 (3)
7	Plinto 1	4440,09	5507,34	1.240 (3)	212,85	350,91	1.649 (4)
8	Plinto 1	3820,49	5507,34	1.442 (3)	213,05	350,91	1.647 (4)
9	Plinto 1	5503,94	5507,34	1.001 (3)	210,70	350,91	1.665 (4)
10	Plinto 1	5499,42	5507,34	1.001 (4)	210,72	350,91	1.665 (4)

## Scorrimento e ribaltamento

### Plinti

#### Simbologia adottata

n°	Indice plinto
T	Carico orizzontale trasferito al terreno, espresso in [kN]
Tp	Carico orizzontale trasferito ai pali, espresso in [kN]
Ru	Resistenza ultima allo scorrimento, espressa in [kN]
Rd	Resistenza di progetto allo scorrimento, espressa in [kN]
FSs	Fattore di sicurezza allo scorrimento (Rd/T). Tra parentesi viene riportato l'indice della combinazione con fattore di sicurezza minimo.
Mr	Momento ribaltante, espresso in [kNm]
Ms	Momento stabilizzante, espressa in [kNm]
FSr	Fattore di sicurezza al ribaltamento (Ms/Mr). Tra parentesi viene riportato l'indice della combinazione con fattore di sicurezza minimo.

n°	T	Tp	Ru	Rd	FSs	Mr	Ms	FSr
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]		[kNm]	[kNm]	

## Cedimenti

### Pali

#### Simbologia adottata

Ip	Indice palo
w	Cedimento verticale, espressa in [m]
Ic	Indice della combinazione

Ip	w	Ic
	[m]	
1	0,004983	9
2	0,005739	9
3	0,006320	9
4	0,006206	8
5	0,004155	9
6	0,004201	8
7	0,005319	8
8	0,004706	8
9	0,006453	8
10	0,006459	9

## Dichiarazioni secondo N.T.C. 2018 (punto 10.2)

### Analisi e verifiche svolte con l'ausilio di codici di calcolo

Il sottoscritto, in qualità di calcolatore delle opere in progetto, dichiara quanto segue.

#### Tipo di analisi svolta

L'analisi strutturale e le verifiche sono condotte con l'ausilio di un codice di calcolo automatico. La verifica della sicurezza degli elementi strutturali è stata valutata con i metodi della scienza delle costruzioni.

Il calcolo del palo viene eseguito secondo le seguenti fasi:

- Calcolo delle sollecitazioni, dovute al carico applicato;
- Verifica a portanza verticale;
- Verifica a portanza trasversale;
- Calcolo dei cedimenti;
- Progetto e verifica delle armature del palo.

La verifica delle sezioni degli elementi strutturali è eseguita con il metodo degli Stati Limite. Le combinazioni di carico adottate sono esaustive relativamente agli scenari di carico più gravosi cui l'opera sarà soggetta.

#### Origine e caratteristiche dei codici di calcolo

Titolo	CARL - Carico Limite e Cedimenti
Versione	10.0
Produttore	Aztec Informatica srl, Casole Bruzio (CS)
Utente	Ing. Forgione Donato
Licenza	AIU4726I9

#### Affidabilità dei codici di calcolo

Un attento esame preliminare della documentazione a corredo del software ha consentito di valutarne l'affidabilità. La documentazione fornita dal produttore del software contiene un'esauriente descrizione delle basi teoriche, degli algoritmi impiegati e l'individuazione dei campi d'impiego. La società produttrice Aztec Informatica srl ha verificato l'affidabilità e la robustezza del codice di calcolo attraverso un numero significativo di casi prova in cui i risultati dell'analisi numerica sono stati confrontati con soluzioni teoriche.

#### Modalità di presentazione dei risultati

La relazione di calcolo strutturale presenta i dati di calcolo tale da garantirne la leggibilità, la corretta interpretazione e la riproducibilità. La relazione di calcolo illustra in modo esaustivo i dati in ingresso ed i risultati delle analisi in forma tabellare.

#### Informazioni generali sull'elaborazione

Il software prevede una serie di controlli automatici che consentono l'individuazione di errori di modellazione, di non rispetto di limitazioni geometriche e di armatura e di presenza di elementi non verificati. Il codice di calcolo consente di visualizzare e controllare, sia in forma grafica che tabellare, i dati del modello strutturale, in modo da avere una visione consapevole del comportamento corretto del modello strutturale.

#### Giudizio motivato di accettabilità dei risultati

I risultati delle elaborazioni sono stati sottoposti a controlli dal sottoscritto utente del software. Tale valutazione ha compreso il confronto con i risultati di semplici calcoli, eseguiti con metodi tradizionali. Inoltre sulla base di considerazioni riguardanti gli stati tensionali e deformativi determinati, si è valutata la validità delle scelte operate in sede di schematizzazione e di modellazione della struttura e delle azioni.

In base a quanto sopra, io sottoscritto asserisco che l'elaborazione è corretta ed idonea al caso specifico, pertanto i risultati di calcolo sono da ritenersi validi ed accettabili.

Il progettista

