



SORGENIA RENEWABLES s.r.l.

Via A. Algardi n. 4, 20148 Milano (MI)

**PROGETTO DEFINITIVO
PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO
RICADENTE NEL COMUNE DI FERRANDINA (MT)
IN LOCALITA' SERRA S. PIETRO ED
OPERE DI CONNESSIONE NEL COMUNE DI GARAGUSO (MT)**



Tecnico

ing. Danilo Pomponio

Via Napoli, 363/I - 70132 Bari - Italy
www.bfpgroup.net - info@bfpgroup.net
tel. (+39) 0805046361 - fax (+39) 0805619384

Azienda con Sistema di Gestione Certificato
UNI EN ISO 9001:2015
UNI EN ISO 14001:2015
UNI ISO 45001:2018

Collaborazioni

ing. Milena Miglionico
ing. Antonio Crisafulli
ing. Tommaso Mancini
ing. Giovanna Scuderi
ing. Dionisio Staffieri
ing. Giuseppe Federico Zingarelli

Responsabile Commessa

ing. Danilo Pomponio

| ELABORATO | | TITOLO | COMMESSA | TIPOLOGIA | | |
|------------|----------|---|-------------------------|-----------------------|-----------|--|
| C10 | | CALCOLI PRILIMINARI DELLE STRUTTURE (Fondazioni Aerogeneratori) | 21062 | D | | |
| | | | CODICE ELABORATO | | | |
| | | | DC21062D-C10 | | | |
| REVISIONE | | Tutte le informazioni tecniche contenute nel presente documento sono di proprietà esclusiva della Studio Tecnico BFP S.r.l e non possono essere riprodotte, divulgate o comunque utilizzate senza la sua preventiva autorizzazione scritta. All technical information contained in this document is the exclusive property of Studio Tecnico BFP S.r.l. and may neither be used nor disclosed without its prior written consent. (art. 2575 c.c.) | SOSTITUISCE | SOSTITUITO DA | | |
| 00 | | | - | - | | |
| | | | NOME FILE | PAGINE | | |
| | | | DC21062D-C10.doc | 20 + copertina | | |
| REV | DATA | MODIFICA | Elaborato | Controllato | Approvato | |
| 00 | 15/07/21 | Emissione | Marseglia | Miglionico | Pomponio | |
| 01 | | | | | | |
| 02 | | | | | | |
| 03 | | | | | | |
| 04 | | | | | | |
| 05 | | | | | | |
| 06 | | | | | | |

INDICE

| | |
|--|---|
| 1. PREMESSA | 2 |
| 2. NORMATIVE DI RIFERIMENTO | 3 |
| 3. RICHIAMI TEORICI - METODI DI ANALISI..... | 4 |

1. PREMESSA

La presente relazione tecnica è relativa alla redazione del progetto per la realizzazione di un parco eolico proposto dalla società **SORGENIA RENEWABLES s.r.l.**, Via A. Algardi n. 4, 20148 Milano (MI).

La proposta progettuale è finalizzata alla realizzazione di un impianto eolico per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile eolica, costituito da 11 aerogeneratori, ciascuno di potenza nominale pari a 4,8 MW per una potenza complessiva di 52,8 MW, da realizzarsi nella Provincia di Matera, nel territorio comunale di Ferrandina, in cui ricadono gli aerogeneratori e parte dell'elettrodotto esterno, la restante parte dell'elettrodotto esterno attraversa i territori comunali di San Mauro Forte, di Salandra e di Garaguso, in quest'ultimo comune ricadono anche le opere di connessione alla RTN.

Gli aerogeneratori saranno ad asse orizzontale, costituiti da un sistema tripala, con generatore di tipo asincrono o sincrono. Il tipo di aerogeneratore da utilizzare verrà scelto in fase di progettazione esecutiva dell'impianto, le dimensioni previste per l'aerogeneratore tipo sono: diametro del rotore 170 m, altezza mozzo 115 m.

Nella presente relazione verranno riportati i calcoli preliminari delle strutture di fondazione. In particolare si analizzano le azioni agenti sulla fondazione dell'aerogeneratore, verificando, in funzione delle caratteristiche geotecniche del terreno, la capacità portante dello stesso alle azioni agenti.

La torre, il generatore e la cabina di trasformazione andranno a scaricare su una struttura di fondazione in cemento armato del tipo indiretto su pali.

La fondazione viene calcolata in modo tale da poter sopportare il carico della macchina e il momento prodotto sia dal carico concentrato posto in testa alla torre che dall'azione cinetica delle pale in movimento.

Le verifiche di stabilità del terreno e delle strutture di fondazione sono state eseguite con i metodi ed i procedimenti della geotecnica, tenendo conto delle massime sollecitazioni sul terreno che la struttura trasmette.

Le strutture di fondazione sono dimensionate in conformità alla normativa tecnica vigente.

Tutti i calcoli di seguito riportati e la relativa scelta di materiali, sezioni e dimensioni andranno verificati in sede di progettazione esecutiva e potranno pertanto subire variazioni anche sostanziali per mantenere i necessari livelli di sicurezza.



2. 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)

- Circolare 617 del 02/02/2009

Istruzioni per l'applicazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008.



3. 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 , f_x e f_y , legati allo spostamento w tramite relazioni

$$f_x = -dw/dy$$

$$f_y = dw/dx$$

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 s_x , s_y e t_{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 Φ 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 η_p ed il coefficiente di sicurezza della portanza per attrito laterale η_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, γ 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 η 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:

$$Q_L = \int T_a dS$$

dove T_a è dato dalla relazione di Coulomb

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

dove c_a è l'adesione palo-terreno, δ è l'angolo di attrito palo-terreno, γ 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 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. È 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.

Il programma utilizza strisce della larghezza di circa un metro.

Dati

Materiali

Simbologia adottata

| | |
|----------------|--|
| n° | Indice materiale |
| Descrizione | Descrizione materiale |
| TC | Tipo calcestruzzo |
| Rck | Resistenza cubica caratteristica, espresso in [kg/cmq] |
| γ_{cds} | 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] | γ_{cds} [kN/mc] | E [kg/cmq] | v | n | TA |
|----|-------------|--------|-----------------|---------------------------|---------------|-------|-------|-------|
| 1 | Cis Pali | C25/30 | 305,91 | 24,52 | 320665,55 | 0.200 | 15.00 | B450C |
| 2 | Piastra | C32/40 | 407,88 | 24,52 | 343054,09 | 0.200 | 15.00 | B450C |

Geometria

Coordinate contorno esterno

| n° | X [m] | Y [m] |
|----|----------|----------|----|----------|----------|----|----------|----------|----|----------|----------|
| 1 | 25,50 | 11,50 | 2 | 25,43 | 12,87 | 3 | 25,23 | 14,23 | 4 | 24,90 | 15,56 |
| 5 | 24,43 | 16,86 | 6 | 23,85 | 18,10 | 7 | 23,14 | 19,28 | 8 | 22,32 | 20,38 |
| 9 | 21,40 | 21,40 | 10 | 20,38 | 22,32 | 11 | 19,28 | 23,14 | 12 | 18,10 | 23,85 |
| 13 | 16,86 | 24,43 | 14 | 15,56 | 24,90 | 15 | 14,23 | 25,23 | 16 | 12,87 | 25,43 |
| 17 | 11,50 | 25,50 | 18 | 10,13 | 25,43 | 19 | 8,77 | 25,23 | 20 | 7,44 | 24,90 |
| 21 | 6,14 | 24,43 | 22 | 4,90 | 23,85 | 23 | 3,72 | 23,14 | 24 | 2,62 | 22,32 |
| 25 | 1,60 | 21,40 | 26 | 0,68 | 20,38 | 27 | -0,14 | 19,28 | 28 | -0,85 | 18,10 |
| 29 | -1,43 | 16,86 | 30 | -1,90 | 15,56 | 31 | -2,23 | 14,23 | 32 | -2,43 | 12,87 |
| 33 | -2,50 | 11,50 | 34 | -2,43 | 10,13 | 35 | -2,23 | 8,77 | 36 | -1,90 | 7,44 |
| 37 | -1,43 | 6,14 | 38 | -0,85 | 4,90 | 39 | -0,14 | 3,72 | 40 | 0,68 | 2,62 |
| 41 | 1,60 | 1,60 | 42 | 2,62 | 0,68 | 43 | 3,72 | -0,14 | 44 | 4,90 | -0,85 |
| 45 | 6,14 | -1,43 | 46 | 7,44 | -1,90 | 47 | 8,77 | -2,23 | 48 | 10,13 | -2,43 |
| 49 | 11,50 | -2,50 | 50 | 12,87 | -2,43 | 51 | 14,23 | -2,23 | 52 | 15,56 | -1,90 |
| 53 | 16,86 | -1,43 | 54 | 18,10 | -0,85 | 55 | 19,28 | -0,14 | 56 | 20,38 | 0,68 |
| 57 | 21,40 | 1,60 | 58 | 22,32 | 2,62 | 59 | 23,14 | 3,72 | 60 | 23,85 | 4,90 |
| 61 | 24,43 | 6,14 | 62 | 24,90 | 7,44 | 63 | 25,23 | 8,77 | 64 | 25,43 | 10,13 |

Spessori piastra

Simbologia adottata

| | |
|------|--|
| Sp | Spessore, espresso in [cm] |
| n° | Indice del punto |
| X, Y | Ascissa e ordinata del punto, espresso in [cm] |

| Sp [cm] | n° | X [m] | Y [m] |
|------------|----|----------|----------|----|----------|----------|----|----------|----------|----|----------|----------|
| 120,00 | 1 | -2,50 | -2,50 | 2 | 25,50 | -2,50 | 3 | 25,50 | 25,50 | 4 | -2,50 | 25,50 |
| 200,00 | 1 | 10,59 | 2,25 | 2 | 12,41 | 2,25 | 3 | 14,20 | 2,61 | 4 | 15,88 | 3,31 |
| | 5 | 17,39 | 4,32 | 6 | 18,68 | 5,61 | 7 | 19,69 | 7,12 | 8 | 20,39 | 8,80 |
| | 9 | 20,75 | 10,59 | 10 | 20,75 | 12,41 | 11 | 20,39 | 14,20 | 12 | 19,69 | 15,88 |
| | 13 | 18,68 | 17,39 | 14 | 17,39 | 18,68 | 15 | 15,88 | 19,69 | 16 | 14,20 | 20,39 |
| | 17 | 12,41 | 20,75 | 18 | 10,59 | 20,75 | 19 | 8,80 | 20,39 | 20 | 7,12 | 19,69 |
| | 21 | 5,61 | 18,68 | 22 | 4,32 | 17,39 | 23 | 3,31 | 15,88 | 24 | 2,61 | 14,20 |
| | 25 | 2,25 | 12,41 | 26 | 2,25 | 10,59 | 27 | 2,61 | 8,80 | 28 | 3,31 | 7,12 |
| | 29 | 4,32 | 5,61 | 30 | 5,61 | 4,32 | 31 | 7,12 | 3,31 | 32 | 8,80 | 2,61 |
| 350,00 | 1 | 11,05 | 6,96 | 2 | 11,95 | 6,96 | 3 | 12,82 | 7,14 | 4 | 13,65 | 7,48 |
| | 5 | 14,39 | 7,98 | 6 | 15,02 | 8,61 | 7 | 15,52 | 9,35 | 8 | 15,86 | 10,18 |
| | 9 | 16,04 | 11,05 | 10 | 16,04 | 11,95 | 11 | 15,86 | 12,82 | 12 | 15,52 | 13,65 |
| | 13 | 15,02 | 14,39 | 14 | 14,39 | 15,02 | 15 | 13,65 | 15,52 | 16 | 12,82 | 15,86 |
| | 17 | 11,95 | 16,04 | 18 | 11,05 | 16,04 | 19 | 10,18 | 15,86 | 20 | 9,35 | 15,52 |
| | 21 | 8,61 | 15,02 | 22 | 7,98 | 14,39 | 23 | 7,48 | 13,65 | 24 | 7,14 | 12,82 |
| | 25 | 6,96 | 11,95 | 26 | 6,96 | 11,05 | 27 | 7,14 | 10,18 | 28 | 7,48 | 9,35 |
| | 29 | 7,98 | 8,61 | 30 | 8,61 | 7,98 | 31 | 9,35 | 7,48 | 32 | 10,18 | 7,14 |



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 |
|----|-------------|------------------------|-------------------------------|----------|----------|------------|-----|------|
| 1 | Tipologia 1 | Pali circolari in c.a. | Ferri longitudinali + spirale | Entrambe | Incastro | Trivellato | 1 | 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 [cm] |
| l | Lunghezza palo, espressa in [m] |
| nodo | Indice nodo su cui è posizionato il palo |
| It | Indice tipologia palo |

| n° | X | Y | D | L | Nodo | It |
|----|-------|-------|--------|-------|------|----|
| | [m] | [m] | [cm] | [m] | | |
| 1 | 23,00 | 11,50 | 150,00 | 30,00 | 16 | 1 |
| 2 | 22,44 | 15,05 | 150,00 | 30,00 | 57 | 1 |
| 3 | 20,80 | 18,26 | 150,00 | 30,00 | 110 | 1 |
| 4 | 18,26 | 20,80 | 150,00 | 30,00 | 160 | 1 |
| 5 | 15,05 | 22,44 | 150,00 | 30,00 | 238 | 1 |
| 6 | 11,50 | 23,00 | 150,00 | 30,00 | 294 | 1 |
| 7 | 7,95 | 22,44 | 150,00 | 30,00 | 346 | 1 |
| 8 | 4,74 | 20,80 | 150,00 | 30,00 | 383 | 1 |
| 9 | 2,20 | 18,26 | 150,00 | 30,00 | 421 | 1 |
| 10 | 0,56 | 15,05 | 150,00 | 30,00 | 454 | 1 |
| 11 | 0,00 | 11,50 | 150,00 | 30,00 | 449 | 1 |
| 12 | 0,56 | 7,95 | 150,00 | 30,00 | 425 | 1 |
| 13 | 2,20 | 4,74 | 150,00 | 30,00 | 372 | 1 |
| 14 | 4,74 | 2,20 | 150,00 | 30,00 | 323 | 1 |
| 15 | 7,95 | 0,56 | 150,00 | 30,00 | 268 | 1 |
| 16 | 11,50 | 0,00 | 150,00 | 30,00 | 210 | 1 |
| 17 | 15,05 | 0,56 | 150,00 | 30,00 | 155 | 1 |
| 18 | 18,26 | 2,20 | 150,00 | 30,00 | 82 | 1 |
| 19 | 20,80 | 4,74 | 150,00 | 30,00 | 40 | 1 |
| 20 | 22,44 | 7,95 | 150,00 | 30,00 | 8 | 1 |

Descrizione terreni

Caratteristiche fisico meccaniche

Simbologia adottata

| | |
|----------------|---|
| Descrizione | Descrizione terreno |
| γ | Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc] |
| γ_{sat} | Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc] |
| ϕ | Angolo di attrito interno del terreno espresso in gradi |
| δ | Angolo di attrito palo-terreno espresso in gradi |
| c | Coesione del terreno espressa in [kg/cmq] |
| ca | Adesione del terreno espressa in [kg/cmq] |
| τ_i | Tensione tangenziale, per calcolo portanza micropali con il metodo di Bustamante-Doix, espressa in [kg/cmq] |
| α | Coeff. di espansione laterale |

| Descrizione | γ | γ_{sat} | Parametri | ϕ | δ | c | ca |
|---------------------------------|----------|----------------|----------------|--------|----------|----------|----------|
| | [kN/mc] | [kN/mc] | | [°] | [°] | [kg/cmq] | [kg/cmq] |
| Depositi alluvionali recenti | 18,000 | 18,000 | Caratteristici | 25.00 | 16.67 | 0,000 | 0,000 |
| | | | Minimi | 25.00 | 16.67 | 0,000 | 0,000 |
| | | | Medi | 25.00 | 16.67 | 0,000 | 0,000 |
| Depositi alluvionali terrazzati | 18,000 | 18,000 | Caratteristici | 28.00 | 18.67 | 0,000 | 0,000 |
| | | | Minimi | 28.00 | 18.67 | 0,000 | 0,000 |
| | | | Medi | 28.00 | 18.67 | 0,000 | 0,000 |
| Argilla Grigio Azzurra | 18,000 | 19,000 | Caratteristici | 27.00 | 18.00 | 0,130 | 0,065 |
| | | | Minimi | 27.00 | 18.00 | 0,130 | 0,065 |
| | | | Medi | 27.00 | 18.00 | 0,130 | 0,065 |

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 ² /cm] |
| α | Coeff. di sbulbatura |

| N | Z1 [m] | Z2 [m] | Z3 [m] | Terreno | Ks | Kw [Kg/cm ² /cm] | α |
|---|-----------|-----------|-----------|---------------------------------|-------|--------------------------------|-------|
| 1 | -2,0 | -2,0 | -2,0 | Depositi alluvionali recenti | 2.460 | 1.000 | 1.000 |
| 2 | -7,0 | -7,0 | -7,0 | Depositi alluvionali terrazzati | 3.700 | 1.500 | 1.000 |
| 3 | -15,0 | -15,0 | -15,0 | Argilla Grigio Azzurra | 0.000 | 0.000 | 1.000 |
| 4 | -30,0 | -30,0 | -30,0 | Argilla Grigio Azzurra | 0.000 | 0.000 | 1.000 |

Falda

Profondità dal piano campagna 10,00 [m]

Costante di Winkler

| Direzione | Simbolo | Kw [Kg/cm ² /cm] |
|-------------|---------|--|
| Verticale | Kwv | 0.000 |
| Orizzontale | Kwo | Calcolata dal programma (Kwo=Kwv*tan(φ)) |

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 concentrati

Simbologia adottata

| | |
|----|---|
| Ic | Indice carico |
| X | Ascissa carico espressa in [m] |
| Y | Ordinata carico espressa in [m] |
| 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 [Variabile - $\Psi_0=1.00$ $\Psi_1=1.00$ $\Psi_2=1.00$ - Partecipa al sisma]

Carichi concentrati

| Oggetto | X [m] | Y [m] | N [kN] | Mx [kNm] | My [kNm] | Tx [kN] | Ty [kN] |
|---------|----------|----------|------------|-------------|-------------|------------|------------|
| Piastra | 11,50 | 11,50 | 8518,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 1900,000 |
| Piastra | 11,50 | 14,50 | 41500,000 | 0,000 | 0,000 | 150,000 | 0,000 |
| Piastra | 11,50 | 8,50 | -41500,000 | 0,000 | 0,000 | -150,000 | 0,000 |

Condizione n° 2 - Condizione 2 [Variabile - $\Psi_0=1.00$ $\Psi_1=1.00$ $\Psi_2=1.00$ - Partecipa al sisma]



Carichi concentrati

| Oggetto | X [m] | Y [m] | N [kN] | Mx [kNm] | My [kNm] | Tx [kN] | Ty [kN] |
|---------|----------|----------|------------|-------------|-------------|------------|------------|
| Piastra | 11,50 | 11,50 | 7707,000 | 0,000 | 0,000 | 1320,000 | 0,000 |
| Piastra | 14,50 | 11,50 | 31200,000 | 0,000 | 0,000 | 50,000 | 0,000 |
| Piastra | 8,50 | 11,50 | -31200,000 | 0,000 | 0,000 | -50,000 | 0,000 |

Condizione n° 3 - Condizione 3 [Variabile - $\Psi_0=1.00$ $\Psi_1=1.00$ $\Psi_2=1.00$ - Partecipa al sisma]

Carichi concentrati

| Oggetto | X [m] | Y [m] | N [kN] | Mx [kNm] | My [kNm] | Tx [kN] | Ty [kN] |
|---------|----------|----------|------------|-------------|-------------|------------|------------|
| Piastra | 11,50 | 11,50 | 7545,000 | 0,000 | 0,000 | 1010,000 | 0,000 |
| Piastra | 11,50 | 8,50 | -23350,000 | 0,000 | 0,000 | -835,000 | 0,000 |
| Piastra | 11,50 | 14,50 | 23350,000 | 0,000 | 0,000 | 835,000 | 0,000 |

Normativa - Coefficienti di sicurezza

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

| CARICHI | EFFETTO | Coefficiente parziale | (A1) - STR |
|----------------------------|-------------|-----------------------|------------|
| Permanenti | Favorevole | $\gamma_{G1, fav}$ | 1.00 |
| Permanenti | Sfavorevole | $\gamma_{G1, sfav}$ | 1.30 |
| Permanenti non strutturali | Favorevole | $\gamma_{G2, fav}$ | 0.80 |
| Permanenti non strutturali | Sfavorevole | $\gamma_{G2, sfav}$ | 1.50 |
| Variabili | Favorevole | $\gamma_{Q1, fav}$ | 0.00 |
| Variabili | Sfavorevole | $\gamma_{Q1, sfav}$ | 1.50 |
| Variabili traffico | Favorevole | $\gamma_{Q, fav}$ | 0.00 |
| Variabili traffico | Sfavorevole | $\gamma_{Q, sfav}$ | 1.35 |

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

| PARAMETRO | GRANDEZZA | Coefficiente parziale | (M1) |
|--|---------------|-----------------------|------|
| Tangente dell'angolo di resistenza al taglio | $\tan \phi^k$ | γ_ϕ | 1.00 |
| Coesione efficace | c^k | γ_c | 1.00 |
| Resistenza non drenata | c_{uk} | γ_{cu} | 1.00 |

Coefficienti parziali γ_R da applicare alle resistenze caratteristiche (Pali trivellati)

| Resistenza | γ_R | (R1) | (R2) | (R3) |
|--------------------------|---------------|------|------|------|
| Base | γ_b | 1.00 | 1.70 | 1.35 |
| Laterale in compressione | γ_s | 1.00 | 1.45 | 1.15 |
| Totale | γ_t | 1.00 | 1.60 | 1.30 |
| Laterale in trazione | γ_{st} | 1.00 | 1.60 | 1.25 |

Coefficienti parziali γ_T per le verifiche agli stati limite ultimi di pali soggetti a carichi trasversali

| γ_T | (R1) | (R2) | (R3) |
|------------|------|------|------|
| γ_T | 1.00 | 1.60 | 1.30 |

Fattori di correlazione ξ per la determinazione della resistenza caratteristica in funzione del numero di verticali indagate

| Numero di verticali indagate | ξ_3 | ξ_4 |
|------------------------------|---------|---------|
| 1 | 1.70 | 1.70 |

Coefficienti parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi di fondazioni superficiali



Elenco combinazioni di calcolo

Numero combinazioni definite 4

Simbologia adottata

CP Coefficiente di partecipazione della condizione

Combinazione n° 1 - - STR - A1-M1-R3

| Condizione | CP |
|--------------|------|
| Peso proprio | 1.30 |
| Condizione 1 | 1.00 |

Combinazione n° 2 - - STR - A1-M1-R3

| Condizione | CP |
|--------------|------|
| Peso proprio | 1.30 |
| Condizione 2 | 1.00 |

Combinazione n° 3 - - STR - A1-M1-R3

| Condizione | CP |
|--------------|------|
| Peso proprio | 1.30 |
| Condizione 3 | 1.00 |

Combinazione n° 4 - - STR - A1-M1-R3

| Condizione | CP |
|--------------|------|
| Peso proprio | 1.30 |

Impostazioni di analisi

Portanza fondazione superficiale

Metodo calcolo portanza:Hansen

Criterio di media calcolo strato equivalente:Ponderata

Riduzione portanza per effetto eccentricità:Meyerhof

Verifiche geotecniche fondazione superficiale in presenza di pali

Portanza verticale pali

Metodo calcolo portanza:Berezantzev

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 0,50 [cm]

Spostamento limite punta 1,00 [cm]

Piastra infinitamente rigida

Fattore di rigidità della sovrastruttura 0.00

Modello

Caratteristiche Mesh

Numero elementi 872
 Numero nodi 469



Risultati Piastra

| | | |
|------------------------------|-------------------|------------------|
| Spostamento massimo | 0,468129 [cm] | [combinazione 1] |
| Spostamento minimo | -0,073409 [cm] | [combinazione 1] |
| Momento massimo intorno ad X | 16977,2164 [kNm] | [combinazione 1] |
| Momento minimo intorno ad X | -9519,1252 [kNm] | [combinazione 2] |
| Momento massimo intorno ad Y | 18840,9209 [kNm] | [combinazione 1] |
| Momento minimo intorno ad Y | -12726,7975 [kNm] | [combinazione 1] |

Combinazione n° 1

| | | |
|---------------------------------|-----------------|----------|
| Carico totale | 41998,7598 [kN] | |
| Risultante pali | 41998,7595 [kN] | |
| Reazione terreno | 0,0000 [kN] | |
| Pressione massima sul terreno | 0,00000 | [kg/cmq] |
| Cedimento differenziale massimo | 5,42 | [mm] |
| Carico totale dir. X | 0,0000 [kN] | |
| Carico totale dir. Y | 1900,0000 [kN] | |
| Risultante pali X | 0,0000 [kN] | |
| Risultante pali Y | 1900,0000 [kN] | |

Combinazione n° 2

| | | |
|---------------------------------|-----------------|----------|
| Carico totale | 41187,7598 [kN] | |
| Risultante pali | 41187,7589 [kN] | |
| Reazione terreno | 0,0000 [kN] | |
| Pressione massima sul terreno | 0,00000 | [kg/cmq] |
| Cedimento differenziale massimo | 4,32 | [mm] |
| Carico totale dir. X | 1320,0000 [kN] | |
| Carico totale dir. Y | 0,0000 [kN] | |
| Risultante pali X | 1320,0000 [kN] | |
| Risultante pali Y | 0,0000 [kN] | |

Combinazione n° 3

| | | |
|---------------------------------|-----------------|----------|
| Carico totale | 41025,7598 [kN] | |
| Risultante pali | 41025,7598 [kN] | |
| Reazione terreno | 0,0000 [kN] | |
| Pressione massima sul terreno | 0,00000 | [kg/cmq] |
| Cedimento differenziale massimo | 3,51 | [mm] |
| Carico totale dir. X | 1010,0000 [kN] | |
| Carico totale dir. Y | 0,0000 [kN] | |
| Risultante pali X | 1010,0000 [kN] | |
| Risultante pali Y | 0,0000 [kN] | |

Combinazione n° 4

| | | |
|---------------------------------|-----------------|----------|
| Carico totale | 33480,7598 [kN] | |
| Risultante pali | 33480,7598 [kN] | |
| Reazione terreno | 0,0000 [kN] | |
| Pressione massima sul terreno | 0,00000 | [kg/cmq] |
| Cedimento differenziale massimo | 0,99 | [mm] |

Risultati inviluppo

Sollecitazioni

Sollecitazioni massime e minime piastra

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] |

| In | X [m] | Y [m] | | Valore | UM | Cmb | |
|-----|----------|----------|-----|-------------|----------|-----|-----|
| 245 | 11,50 | 14,50 | Mx | 16977,2164 | [kNm] | 1 | MAX |
| 299 | 8,50 | 11,50 | | -9519,1252 | | 2 | MIN |
| 245 | 11,50 | 14,50 | My | 18840,9209 | [kNm] | 1 | MAX |
| 197 | 11,50 | 8,50 | | -12726,7975 | | 1 | MIN |
| 266 | 9,38 | 11,01 | Mxy | 2534,4918 | [kNm] | 1 | MAX |
| 133 | 14,01 | 10,29 | | -2526,5870 | | 1 | MIN |
| 186 | 12,72 | 11,90 | Nx | 0,60 | [kg/cmq] | 2 | MAX |
| 247 | 10,21 | 11,62 | | -0,77 | | 2 | MIN |
| 216 | 11,87 | 12,78 | Ny | 0,87 | [kg/cmq] | 1 | MAX |
| 202 | 11,57 | 10,30 | | -1,09 | | 1 | MIN |
| 186 | 12,72 | 11,90 | Nxy | 0,41 | [kg/cmq] | 1 | MAX |
| 247 | 10,21 | 11,62 | | -0,48 | | 1 | MIN |

Verifiche geotecniche

Carico limite

Simbologia adottata

| | |
|----|---|
| Ic | Indice combinazione |
| N | Carico verticale trasmesso al terreno, espresso in [kN] |
| Np | Carico verticale trasmesso 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. |

| Ic | N [kN] | Np [kN] | Pu [kN] | Pd [kN] | FS |
|----|-----------|------------|------------|------------|-------------|
| 1 | 0,00 | 41998,76 | 0,00 | 0,00 | 100.000 (1) |

Scorrimento e ribaltamento

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] |
| FS | Fattore di sicurezza allo scorrimento (Rd/T). Tra parentesi viene riportato l'indice della combinazione con fattore di sicurezza minimo. |

| n° | T [kN] | Tp [kN] | Ru [kN] | Rd [kN] | FS |
|----|-----------|------------|------------|------------|-----------|
| 1 | 0,00 | 1900,00 | 0,00 | 0,00 | 100.0 (1) |



Pali

| | |
|------------------------------|---------------|
| Numero pali | 20 |
| Somma portanza laterale | 36794,4 [kN] |
| Portanza laterale del gruppo | 62511,3 [kN] |
| Efficienza palificata | 1,00 |
| Somma portanza di punta | 225250,4 [kN] |
| Somma portanze totali | 262044,8 [kN] |
| Somma portanza trasversale | 11035,8 [kN] |

Simbologia adottata

| | |
|---------------------------------------|---|
| Np | Identificativo del palo |
| D | diametro espresso in [cm] |
| L | lunghezza espressa in [m] |
| N | sforzo normale espresso in [kN] |
| T _x , T _y | taglio in fase di esercizio (direzione X ed Y) espresso in [kN] |
| T | risultante taglio espresso in [kN] |
| T _u | Taglio ultimo espresso in [kN] |
| M _x , M _y | momento in fase di esercizio (direzione X ed Y) espresso in [kNm] |
| M _u | Momento ultimo espresso in [kNm] |
| Musez | Momento ultimo della sezione espresso in [kNm] |
| A _r | Area di armatura espressa in [cm ²] |
| N _c , N _q | fattori di capacità portante |
| N' _c , N' _q | fattori di capacità portante corretti |
| P _{lmed} , P _{lmin} | portanza per attrito e aderenza laterale in [kN] |
| P _{pmed} , P _{pmin} | portanza di punta in [kN] |
| P _d | portanza di progetto in [kN] |
| A _{neg} | Attrito negativo in [kN] |
| u | spostamento orizzontale in esercizio espresso in [cm] |
| u _r | spostamento orizzontale limite espresso in [cm] |
| p | pressione in esercizio espressa in [kg/cm ²] |
| p _r | pressione limite espressa in [kg/cm ²] |
| w | cedimento in testa espresso in [cm] |

Risultati inviluppo

Sollecitazioni

Simbologia adottata

| | |
|----------------|---|
| n° | Identificativo sezione |
| Y | ordinata della sezione a partire dalla testa positiva verso il basso, espressa in [m] |
| N _r | sforzo normale a rottura, espresso in [kN] |
| N _e | sforzo normale in esercizio, espresso in [kN] |
| T _r | taglio a rottura, espresso in [kN] |
| T _e | taglio in esercizio, espresso in [kN] |
| M _r | momento a rottura, espresso in [kNm] |
| M _e | momento in esercizio, espresso in [kNm] |

Palo n° 1

| n° | Y [m] | N _e [kN] | N _r [kN] | T _e [kN] | T _r [kN] | M _e [kNm] | M _r [kNm] |
|-----|----------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 1 | 0,00 | 3715,17 (2) | 13102,24 (1) | 90,66 (1) | 551,79 (1) | 211,90 (1) | 1331,51 (1) |
| 11 | 3,00 | 3662,49 (2) | 12577,30 (1) | 28,44 (1) | 179,51 (1) | 25,35 (1) | 160,01 (1) |
| 21 | 6,00 | 3546,90 (2) | 11911,87 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 31 | 9,00 | 3642,38 (2) | 11821,75 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 41 | 12,00 | 3737,87 (2) | 11731,63 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 51 | 15,00 | 3833,35 (2) | 11641,52 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 61 | 18,00 | 3928,83 (2) | 11551,40 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 71 | 21,00 | 4024,31 (2) | 11461,28 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 81 | 24,00 | 4119,80 (2) | 11371,17 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 91 | 27,00 | 4215,28 (2) | 11281,05 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 101 | 30,00 | 4310,76 (2) | 11199,95 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |

Palo n° 2

| n° | Y [m] | N _e [kN] | N _r [kN] | T _e [kN] | T _r [kN] | M _e [kNm] | M _r [kNm] |
|----|----------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 1 | 0,00 | 3632,98 (2) | 13102,24 (1) | 90,95 (1) | 551,79 (1) | 212,59 (1) | 1331,51 (1) |
| 11 | 3,00 | 3583,30 (2) | 12577,30 (1) | 28,53 (1) | 179,51 (1) | 25,43 (1) | 160,01 (1) |
| 21 | 6,00 | 3471,73 (2) | 11911,87 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 31 | 9,00 | 3567,78 (2) | 11821,75 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 41 | 12,00 | 3663,83 (2) | 11731,63 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 51 | 15,00 | 3759,88 (2) | 11641,52 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 61 | 18,00 | 3855,93 (2) | 11551,40 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 71 | 21,00 | 3951,97 (2) | 11461,28 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |

| n° | Y [m] | Ne [kN] | Nr [kN] | Te [kN] | Tr [kN] | Me [kNm] | Mr [kNm] |
|-----|----------|-------------|--------------|------------|------------|-------------|-------------|
| 81 | 24,00 | 4048,02 (2) | 11371,17 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 91 | 27,00 | 4144,07 (2) | 11281,05 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 101 | 30,00 | 4240,12 (2) | 11199,95 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |

Palo n° 3

| n° | Y [m] | Ne [kN] | Nr [kN] | Te [kN] | Tr [kN] | Me [kNm] | Mr [kNm] |
|-----|----------|-------------|--------------|------------|------------|-------------|-------------|
| 1 | 0,00 | 3398,52 (2) | 13102,24 (1) | 91,76 (1) | 551,79 (1) | 214,48 (1) | 1331,51 (1) |
| 11 | 3,00 | 3357,37 (2) | 12577,30 (1) | 28,78 (1) | 179,51 (1) | 25,66 (1) | 160,01 (1) |
| 21 | 6,00 | 3257,29 (2) | 11911,87 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 31 | 9,00 | 3354,95 (2) | 11821,75 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 41 | 12,00 | 3452,61 (2) | 11731,63 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 51 | 15,00 | 3550,27 (2) | 11641,52 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 61 | 18,00 | 3647,93 (2) | 11551,40 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 71 | 21,00 | 3745,59 (2) | 11461,28 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 81 | 24,00 | 3843,25 (2) | 11371,17 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 91 | 27,00 | 3940,91 (2) | 11281,05 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 101 | 30,00 | 4038,58 (2) | 11199,95 (1) | 0,00 (0) | 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 | 0,00 | 3872,90 (1) | 13102,24 (1) | 92,93 (1) | 551,79 (1) | 217,20 (1) | 1331,51 (1) |
| 11 | 3,00 | 3814,48 (1) | 12577,30 (1) | 29,15 (1) | 179,51 (1) | 25,98 (1) | 160,01 (1) |
| 21 | 6,00 | 3691,16 (1) | 11911,87 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 31 | 9,00 | 3785,56 (1) | 11821,75 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 41 | 12,00 | 3879,96 (1) | 11731,63 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 51 | 15,00 | 3974,36 (1) | 11641,52 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 61 | 18,00 | 4068,76 (1) | 11551,40 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 71 | 21,00 | 4163,15 (1) | 11461,28 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 81 | 24,00 | 4257,55 (1) | 11371,17 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 91 | 27,00 | 4351,95 (1) | 11281,05 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 101 | 30,00 | 4446,35 (1) | 11199,95 (1) | 0,00 (0) | 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 | 0,00 | 4189,05 (1) | 13102,24 (1) | 94,23 (1) | 551,79 (1) | 220,25 (1) | 1331,51 (1) |
| 11 | 3,00 | 4119,11 (1) | 12577,30 (1) | 29,56 (1) | 179,51 (1) | 26,35 (1) | 160,01 (1) |
| 21 | 6,00 | 3980,31 (1) | 11911,87 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 31 | 9,00 | 4072,54 (1) | 11821,75 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 41 | 12,00 | 4164,76 (1) | 11731,63 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 51 | 15,00 | 4256,99 (1) | 11641,52 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 61 | 18,00 | 4349,21 (1) | 11551,40 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 71 | 21,00 | 4441,43 (1) | 11461,28 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 81 | 24,00 | 4533,66 (1) | 11371,17 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 91 | 27,00 | 4625,88 (1) | 11281,05 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 101 | 30,00 | 4718,10 (1) | 11199,95 (1) | 0,00 (0) | 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 | 0,00 | 4300,23 (1) | 13102,24 (1) | 95,50 (1) | 551,79 (1) | 223,23 (1) | 1331,51 (1) |
| 11 | 3,00 | 4226,24 (1) | 12577,30 (1) | 29,95 (1) | 179,51 (1) | 26,70 (1) | 160,01 (1) |
| 21 | 6,00 | 4082,00 (1) | 11911,87 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 31 | 9,00 | 4173,46 (1) | 11821,75 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 41 | 12,00 | 4264,92 (1) | 11731,63 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 51 | 15,00 | 4356,38 (1) | 11641,52 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 61 | 18,00 | 4447,84 (1) | 11551,40 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 71 | 21,00 | 4539,30 (1) | 11461,28 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 81 | 24,00 | 4630,76 (1) | 11371,17 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 91 | 27,00 | 4722,22 (1) | 11281,05 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 101 | 30,00 | 4813,67 (1) | 11199,95 (1) | 0,00 (0) | 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 | 0,00 | 4188,97 (1) | 13102,24 (1) | 96,60 (1) | 551,79 (1) | 225,80 (1) | 1331,51 (1) |
| 11 | 3,00 | 4119,03 (1) | 12577,30 (1) | 30,30 (1) | 179,51 (1) | 27,01 (1) | 160,01 (1) |
| 21 | 6,00 | 3980,24 (1) | 11911,87 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 31 | 9,00 | 4072,46 (1) | 11821,75 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |

| n° | Y | Ne | Nr | Te | Tr | Me | Mr |
|-----|-------|-------------|--------------|----------|----------|----------|----------|
| | [m] | [kN] | [kN] | [kN] | [kN] | [kNm] | [kNm] |
| 41 | 12,00 | 4164,69 (1) | 11731,63 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 51 | 15,00 | 4256,91 (1) | 11641,52 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 61 | 18,00 | 4349,14 (1) | 11551,40 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 71 | 21,00 | 4441,36 (1) | 11461,28 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 81 | 24,00 | 4533,58 (1) | 11371,17 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 91 | 27,00 | 4625,81 (1) | 11281,05 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 101 | 30,00 | 4718,03 (1) | 11199,95 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |

Palo n° 8

| n° | Y | Ne | Nr | Te | Tr | Me | Mr |
|-----|-------|-------------|--------------|-----------|------------|------------|-------------|
| | [m] | [kN] | [kN] | [kN] | [kN] | [kNm] | [kNm] |
| 1 | 0,00 | 3872,79 (1) | 13102,24 (1) | 97,46 (1) | 551,79 (1) | 227,80 (1) | 1331,51 (1) |
| 11 | 3,00 | 3814,37 (1) | 12577,30 (1) | 30,57 (1) | 179,51 (1) | 27,25 (1) | 160,01 (1) |
| 21 | 6,00 | 3691,06 (1) | 11911,87 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 31 | 9,00 | 3785,46 (1) | 11821,75 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 41 | 12,00 | 3879,86 (1) | 11731,63 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 51 | 15,00 | 3974,26 (1) | 11641,52 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 61 | 18,00 | 4068,66 (1) | 11551,40 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 71 | 21,00 | 4163,06 (1) | 11461,28 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 81 | 24,00 | 4257,46 (1) | 11371,17 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 91 | 27,00 | 4351,86 (1) | 11281,05 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 101 | 30,00 | 4446,25 (1) | 11199,95 (1) | 0,00 (0) | 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 | 0,00 | 3397,99 (1) | 13102,24 (1) | 98,04 (1) | 551,79 (1) | 229,16 (1) | 1331,51 (1) |
| 11 | 3,00 | 3356,86 (1) | 12577,30 (1) | 30,75 (1) | 179,51 (1) | 27,41 (1) | 160,01 (1) |
| 21 | 6,00 | 3256,81 (1) | 11911,87 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 31 | 9,00 | 3354,47 (1) | 11821,75 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 41 | 12,00 | 3452,13 (1) | 11731,63 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 51 | 15,00 | 3549,80 (1) | 11641,52 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 61 | 18,00 | 3647,46 (1) | 11551,40 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 71 | 21,00 | 3745,13 (1) | 11461,28 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 81 | 24,00 | 3842,79 (1) | 11371,17 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 91 | 27,00 | 3940,46 (1) | 11281,05 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 101 | 30,00 | 4038,12 (1) | 11199,95 (1) | 0,00 (0) | 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 | 0,00 | 2783,30 (1) | 13102,24 (1) | 98,37 (1) | 551,79 (1) | 229,93 (1) | 1331,51 (1) |
| 11 | 3,00 | 2764,56 (1) | 12577,30 (1) | 30,85 (1) | 179,51 (1) | 27,50 (1) | 160,01 (1) |
| 21 | 6,00 | 2694,60 (1) | 11911,87 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 31 | 9,00 | 2796,50 (1) | 11821,75 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 41 | 12,00 | 2898,39 (1) | 11731,63 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 51 | 15,00 | 3000,28 (1) | 11641,52 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 61 | 18,00 | 3102,17 (1) | 11551,40 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 71 | 21,00 | 3204,07 (1) | 11461,28 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 81 | 24,00 | 3305,96 (1) | 11371,17 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 91 | 27,00 | 3407,85 (1) | 11281,05 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 101 | 30,00 | 3509,74 (1) | 11199,95 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |

Palo n° 11

| n° | Y | Ne | Nr | Te | Tr | Me | Mr |
|-----|-------|-------------|--------------|-----------|------------|------------|-------------|
| | [m] | [kN] | [kN] | [kN] | [kN] | [kNm] | [kNm] |
| 1 | 0,00 | 2108,89 (1) | 13102,24 (1) | 98,47 (1) | 551,79 (1) | 230,17 (1) | 1331,51 (1) |
| 11 | 3,00 | 2114,72 (1) | 12577,30 (1) | 30,89 (1) | 179,51 (1) | 27,53 (1) | 160,01 (1) |
| 21 | 6,00 | 2077,78 (1) | 11911,87 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 31 | 9,00 | 2184,31 (1) | 11821,75 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 41 | 12,00 | 2290,84 (1) | 11731,63 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 51 | 15,00 | 2397,37 (1) | 11641,52 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 61 | 18,00 | 2503,90 (1) | 11551,40 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 71 | 21,00 | 2610,44 (1) | 11461,28 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 81 | 24,00 | 2716,97 (1) | 11371,17 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 91 | 27,00 | 2823,50 (1) | 11281,05 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 101 | 30,00 | 2930,03 (1) | 11199,95 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |

Palo n° 12

| n° | Y | Ne | Nr | Te | Tr | Me | Mr |
|----|-----|------|------|------|------|-------|-------|
| | [m] | [kN] | [kN] | [kN] | [kN] | [kNm] | [kNm] |

| n° | Y [m] | Ne [kN] | Nr [kN] | Te [kN] | Tr [kN] | Me [kNm] | Mr [kNm] |
|-----|----------|-------------|--------------|------------|------------|-------------|-------------|
| 1 | 0,00 | 1674,11 (4) | 13102,24 (1) | 98,37 (1) | 551,79 (1) | 229,93 (1) | 1331,51 (1) |
| 11 | 3,00 | 1695,77 (4) | 12577,30 (1) | 30,85 (1) | 179,51 (1) | 27,50 (1) | 160,01 (1) |
| 21 | 6,00 | 1680,12 (4) | 11911,87 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 31 | 9,00 | 1789,64 (4) | 11821,75 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 41 | 12,00 | 1899,16 (4) | 11731,63 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 51 | 15,00 | 2008,68 (4) | 11641,52 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 61 | 18,00 | 2118,21 (4) | 11551,40 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 71 | 21,00 | 2227,73 (4) | 11461,28 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 81 | 24,00 | 2337,25 (4) | 11371,17 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 91 | 27,00 | 2446,77 (4) | 11281,05 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 101 | 30,00 | 2556,29 (4) | 11199,95 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |

Palo n° 13

| n° | Y [m] | Ne [kN] | Nr [kN] | Te [kN] | Tr [kN] | Me [kNm] | Mr [kNm] |
|-----|----------|-------------|--------------|------------|------------|-------------|-------------|
| 1 | 0,00 | 1673,92 (4) | 13102,24 (1) | 98,04 (1) | 551,79 (1) | 229,17 (1) | 1331,51 (1) |
| 11 | 3,00 | 1695,59 (4) | 12577,30 (1) | 30,75 (1) | 179,51 (1) | 27,41 (1) | 160,01 (1) |
| 21 | 6,00 | 1679,95 (4) | 11911,87 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 31 | 9,00 | 1789,48 (4) | 11821,75 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 41 | 12,00 | 1899,00 (4) | 11731,63 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 51 | 15,00 | 2008,52 (4) | 11641,52 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 61 | 18,00 | 2118,04 (4) | 11551,40 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 71 | 21,00 | 2227,57 (4) | 11461,28 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 81 | 24,00 | 2337,09 (4) | 11371,17 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 91 | 27,00 | 2446,61 (4) | 11281,05 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 101 | 30,00 | 2556,14 (4) | 11199,95 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |

Palo n° 14

| n° | Y [m] | Ne [kN] | Nr [kN] | Te [kN] | Tr [kN] | Me [kNm] | Mr [kNm] |
|-----|----------|-------------|--------------|------------|------------|-------------|-------------|
| 1 | 0,00 | 1674,91 (4) | 13102,24 (1) | 97,46 (1) | 551,79 (1) | 227,81 (1) | 1331,51 (1) |
| 11 | 3,00 | 1695,57 (4) | 12577,30 (1) | 30,57 (1) | 179,51 (1) | 27,25 (1) | 160,01 (1) |
| 21 | 6,00 | 1679,94 (4) | 11911,87 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 31 | 9,00 | 1789,46 (4) | 11821,75 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 41 | 12,00 | 1898,98 (4) | 11731,63 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 51 | 15,00 | 2008,51 (4) | 11641,52 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 61 | 18,00 | 2118,03 (4) | 11551,40 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 71 | 21,00 | 2227,55 (4) | 11461,28 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 81 | 24,00 | 2337,07 (4) | 11371,17 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 91 | 27,00 | 2446,60 (4) | 11281,05 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 101 | 30,00 | 2556,12 (4) | 11199,95 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |

Palo n° 15

| n° | Y [m] | Ne [kN] | Nr [kN] | Te [kN] | Tr [kN] | Me [kNm] | Mr [kNm] |
|-----|----------|-------------|--------------|------------|------------|-------------|-------------|
| 1 | 0,00 | 1674,10 (4) | 13102,24 (1) | 96,60 (1) | 551,79 (1) | 225,80 (1) | 1331,51 (1) |
| 11 | 3,00 | 1695,76 (4) | 12577,30 (1) | 30,30 (1) | 179,51 (1) | 27,01 (1) | 160,01 (1) |
| 21 | 6,00 | 1680,11 (4) | 11911,87 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 31 | 9,00 | 1789,63 (4) | 11821,75 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 41 | 12,00 | 1899,16 (4) | 11731,63 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 51 | 15,00 | 2008,68 (4) | 11641,52 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 61 | 18,00 | 2118,20 (4) | 11551,40 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 71 | 21,00 | 2227,72 (4) | 11461,28 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 81 | 24,00 | 2337,24 (4) | 11371,17 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 91 | 27,00 | 2446,76 (4) | 11281,05 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 101 | 30,00 | 2570,36 (1) | 11199,95 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |

Palo n° 16

| n° | Y [m] | Ne [kN] | Nr [kN] | Te [kN] | Tr [kN] | Me [kNm] | Mr [kNm] |
|-----|----------|-------------|--------------|------------|------------|-------------|-------------|
| 1 | 0,00 | 2062,05 (2) | 13102,24 (1) | 95,50 (1) | 551,79 (1) | 223,23 (1) | 1331,51 (1) |
| 11 | 3,00 | 2069,58 (2) | 12577,30 (1) | 29,95 (1) | 179,51 (1) | 26,70 (1) | 160,01 (1) |
| 21 | 6,00 | 2034,94 (2) | 11911,87 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 31 | 9,00 | 2141,79 (2) | 11821,75 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 41 | 12,00 | 2248,65 (2) | 11731,63 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 51 | 15,00 | 2355,50 (2) | 11641,52 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 61 | 18,00 | 2462,35 (2) | 11551,40 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 71 | 21,00 | 2569,20 (2) | 11461,28 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 81 | 24,00 | 2676,06 (2) | 11371,17 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 91 | 27,00 | 2782,91 (2) | 11281,05 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 101 | 30,00 | 2889,76 (2) | 11199,95 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |

Palo n° 17



| n° | Y [m] | Ne [kN] | Nr [kN] | Te [kN] | Tr [kN] | Me [kNm] | Mr [kNm] |
|-----|----------|-------------|--------------|------------|------------|-------------|-------------|
| 1 | 0,00 | 2563,89 (2) | 13102,24 (1) | 94,23 (1) | 551,79 (1) | 220,25 (1) | 1331,51 (1) |
| 11 | 3,00 | 2553,14 (2) | 12577,30 (1) | 29,56 (1) | 179,51 (1) | 26,35 (1) | 160,01 (1) |
| 21 | 6,00 | 2493,93 (2) | 11911,87 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 31 | 9,00 | 2597,33 (2) | 11821,75 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 41 | 12,00 | 2700,73 (2) | 11731,63 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 51 | 15,00 | 2804,13 (2) | 11641,52 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 61 | 18,00 | 2907,53 (2) | 11551,40 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 71 | 21,00 | 3010,93 (2) | 11461,28 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 81 | 24,00 | 3114,34 (2) | 11371,17 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 91 | 27,00 | 3217,74 (2) | 11281,05 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 101 | 30,00 | 3321,14 (2) | 11199,95 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |

Palo n° 18

| n° | Y [m] | Ne [kN] | Nr [kN] | Te [kN] | Tr [kN] | Me [kNm] | Mr [kNm] |
|-----|----------|-------------|--------------|------------|------------|-------------|-------------|
| 1 | 0,00 | 3026,11 (2) | 13102,24 (1) | 92,92 (1) | 551,79 (1) | 217,20 (1) | 1331,51 (1) |
| 11 | 3,00 | 2998,52 (2) | 12577,30 (1) | 29,15 (1) | 179,51 (1) | 25,98 (1) | 160,01 (1) |
| 21 | 6,00 | 2916,67 (2) | 11911,87 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 31 | 9,00 | 3016,90 (2) | 11821,75 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 41 | 12,00 | 3117,12 (2) | 11731,63 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 51 | 15,00 | 3217,34 (2) | 11641,52 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 61 | 18,00 | 3317,56 (2) | 11551,40 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 71 | 21,00 | 3417,79 (2) | 11461,28 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 81 | 24,00 | 3518,01 (2) | 11371,17 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 91 | 27,00 | 3618,23 (2) | 11281,05 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 101 | 30,00 | 3718,45 (2) | 11199,95 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |

Palo n° 19

| n° | Y [m] | Ne [kN] | Nr [kN] | Te [kN] | Tr [kN] | Me [kNm] | Mr [kNm] |
|-----|----------|-------------|--------------|------------|------------|-------------|-------------|
| 1 | 0,00 | 3398,36 (2) | 13102,24 (1) | 91,76 (1) | 551,79 (1) | 214,48 (1) | 1331,51 (1) |
| 11 | 3,00 | 3357,22 (2) | 12577,30 (1) | 28,78 (1) | 179,51 (1) | 25,66 (1) | 160,01 (1) |
| 21 | 6,00 | 3257,14 (2) | 11911,87 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 31 | 9,00 | 3354,80 (2) | 11821,75 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 41 | 12,00 | 3452,47 (2) | 11731,63 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 51 | 15,00 | 3550,13 (2) | 11641,52 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 61 | 18,00 | 3647,79 (2) | 11551,40 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 71 | 21,00 | 3745,45 (2) | 11461,28 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 81 | 24,00 | 3843,11 (2) | 11371,17 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 91 | 27,00 | 3940,78 (2) | 11281,05 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 101 | 30,00 | 4038,44 (2) | 11199,95 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |

Palo n° 20

| n° | Y [m] | Ne [kN] | Nr [kN] | Te [kN] | Tr [kN] | Me [kNm] | Mr [kNm] |
|-----|----------|-------------|--------------|------------|------------|-------------|-------------|
| 1 | 0,00 | 3632,65 (2) | 13102,24 (1) | 90,95 (1) | 551,79 (1) | 212,59 (1) | 1331,51 (1) |
| 11 | 3,00 | 3582,97 (2) | 12577,30 (1) | 28,53 (1) | 179,51 (1) | 25,43 (1) | 160,01 (1) |
| 21 | 6,00 | 3471,43 (2) | 11911,87 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 31 | 9,00 | 3567,48 (2) | 11821,75 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 41 | 12,00 | 3663,53 (2) | 11731,63 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 51 | 15,00 | 3759,58 (2) | 11641,52 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 61 | 18,00 | 3855,63 (2) | 11551,40 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 71 | 21,00 | 3951,68 (2) | 11461,28 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 81 | 24,00 | 4047,73 (2) | 11371,17 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 91 | 27,00 | 4143,78 (2) | 11281,05 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |
| 101 | 30,00 | 4239,83 (2) | 11199,95 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) | 0,00 (0) | 0,00 (1) |

Verifiche geotecniche

Carico limite

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 [kN] | Pd [kN] | FSv | T [kN] | Td [kN] | FSo |
|----|-----------|-----------|------------|-----------|-----------|------------|-----------|
| 1 | Piastra 1 | 3715,17 | 4548,69 | 1.224 (2) | 90,66 | 424,45 | 4.682 (1) |
| 2 | Piastra 1 | 3632,98 | 4548,69 | 1.252 (2) | 90,95 | 424,45 | 4.667 (1) |
| 3 | Piastra 1 | 3398,52 | 4548,69 | 1.338 (2) | 91,76 | 424,45 | 4.626 (1) |
| 4 | Piastra 1 | 3872,90 | 4548,69 | 1.174 (1) | 92,93 | 424,45 | 4.568 (1) |
| 5 | Piastra 1 | 4189,05 | 4548,69 | 1.086 (1) | 94,23 | 424,45 | 4.504 (1) |
| 6 | Piastra 1 | 4300,23 | 4548,69 | 1.058 (1) | 95,50 | 424,45 | 4.444 (1) |
| 7 | Piastra 1 | 4188,97 | 4548,69 | 1.086 (1) | 96,60 | 424,45 | 4.394 (1) |
| 8 | Piastra 1 | 3872,79 | 4548,69 | 1.175 (1) | 97,46 | 424,45 | 4.355 (1) |
| 9 | Piastra 1 | 3397,99 | 4548,69 | 1.339 (1) | 98,04 | 424,45 | 4.329 (1) |
| 10 | Piastra 1 | 2783,30 | 4548,69 | 1.634 (1) | 98,37 | 424,45 | 4.315 (1) |
| 11 | Piastra 1 | 2108,89 | 4548,69 | 2.157 (1) | 98,47 | 424,45 | 4.310 (1) |
| 12 | Piastra 1 | 1674,11 | 4548,69 | 2.717 (4) | 98,37 | 424,45 | 4.315 (1) |
| 13 | Piastra 1 | 1673,92 | 4548,69 | 2.717 (4) | 98,04 | 424,45 | 4.329 (1) |
| 14 | Piastra 1 | 1673,91 | 4548,69 | 2.717 (4) | 97,46 | 424,45 | 4.355 (1) |
| 15 | Piastra 1 | 1674,10 | 4548,69 | 2.717 (4) | 96,60 | 424,45 | 4.394 (1) |
| 16 | Piastra 1 | 2062,05 | 4548,69 | 2.206 (2) | 95,50 | 424,45 | 4.444 (1) |
| 17 | Piastra 1 | 2563,89 | 4548,69 | 1.774 (2) | 94,23 | 424,45 | 4.504 (1) |
| 18 | Piastra 1 | 3026,11 | 4548,69 | 1.503 (2) | 92,92 | 424,45 | 4.568 (1) |
| 19 | Piastra 1 | 3398,36 | 4548,69 | 1.338 (2) | 91,76 | 424,45 | 4.626 (1) |
| 20 | Piastra 1 | 3632,65 | 4548,69 | 1.252 (2) | 90,95 | 424,45 | 4.667 (1) |