

REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

COMUNI DI

MORES - ITTIREDDU - NUGHEDU SAN NICOLO' - BONORVA



Oggetto: PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE RINNOVABILE - POTENZA DI PICCO 124 MWp DA REALIZZARSI IN LOCALITA' "SA COSTA"

VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE

Committente: **VEN.SAR. s.r.l.**
Arch. Alessandro Reali

Coordinamento e Progettazione generale: **SO.GE.S s.r.l.**
Ing. Piero Del Rio

Tavola:
R.G.09

Elaborato:
Relazione di calcolo strutturale

Scala:
Data:
Febbraio 2024

Prog. opere strutturali:
Studio ing. Andrea Massa

Ing. Andrea Massa

Studio Anemologico:
Demoenergia 2050 Srls

Studi Economici:
Dott. Daniele Meloni

Prog. opere civili - elettriche:
Studio Ing. Nicola Curreli

Ing. Nicola Curreli

Collaboratori:

Ing. Silvia Indeo

Ing. Michele Marrocu

Ing. Simona Pisano

Coordinamento V.I.A.:
SIGEA s.r.l.

Dott. Geol. Luigi Maccioni - Valutazione ambientale

Ing. Manuela Maccioni - Paesaggistico

Dott. Agr. Vincenzo Satta - Agronomia, flora, fauna

Dott.ssa Daniela Deriu - specializzata in archeologia

Prof. Geol. Marco Marchi - Georisorse

Dott. Geol. Stefano Demontis - Geologia Tecnica

Dott. Geol. Valentino Demurtas - Georisorse

Ing. Federico Miscali - Acustica

Dott. Ing. Massimiliano Lostia di Santa Sofia - Acustica

Dott. Ing. Michele Barca - Acustica

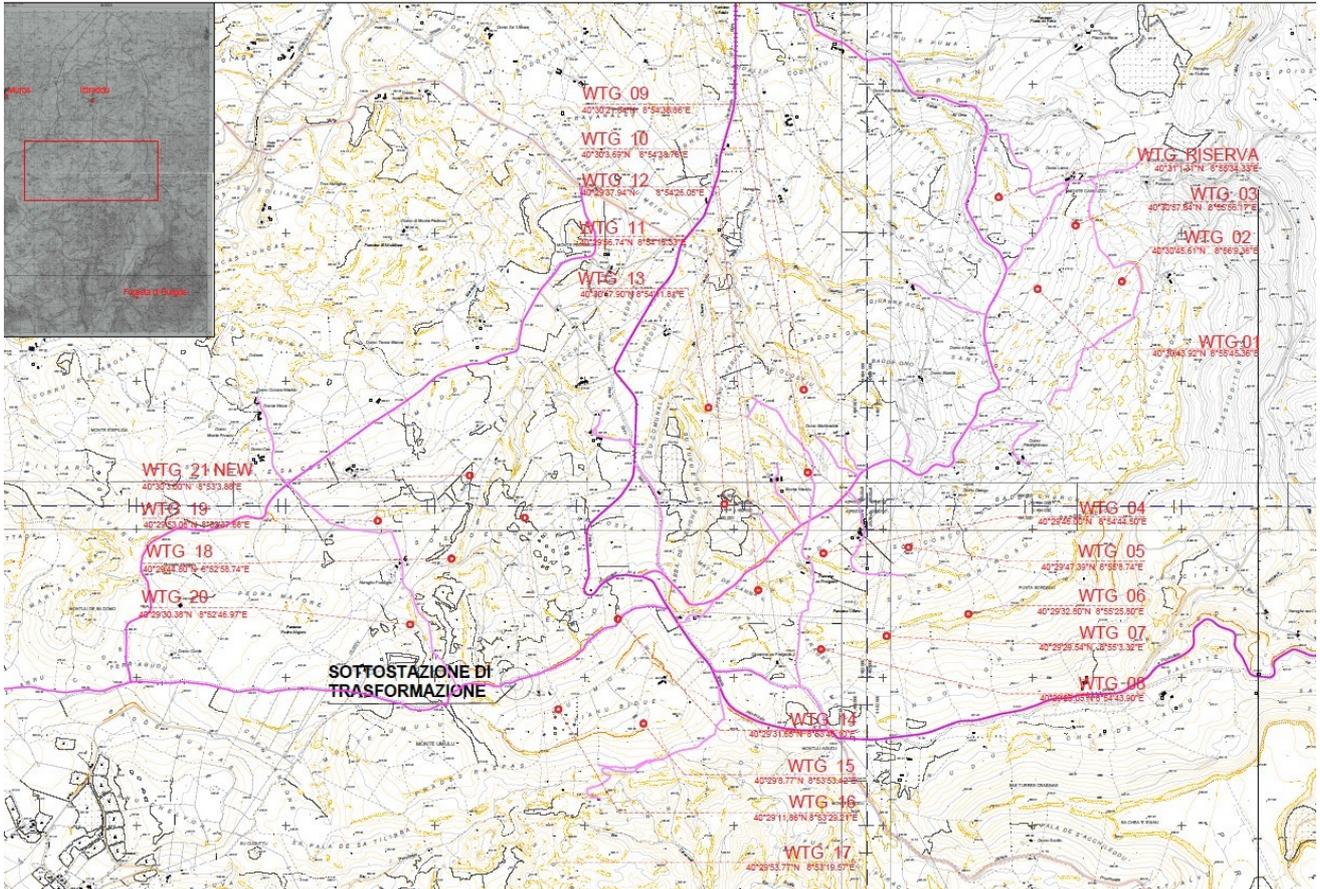
Dott. Michele Orrù - GIS

INDICE

| | |
|--|----|
| 1.0 PREMESSE | 3 |
| 1.1 Legislazione di carattere generale | 7 |
| 1.2 Norme UNI | 8 |
| 1.3 Norme emanate dal C.N.R. | 8 |
| 2.0 BIBLIOGRAFIA | 9 |
| 3.0 PROGRAMMI PER L'ANALISI AUTOMATICA | 10 |
| 3.1 Richiami teorici – Metodi di analisi | 10 |
| 4.0 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI | 13 |
| 4.1 Calcestruzzo per strutture di fondazione | 13 |
| 4.2 Calcestruzzo per il colletto | 13 |
| 4.3 Calcestruzzo magro per sottofondazioni | 13 |
| 4.4 Acciaio per barre filettate cl. 8.8 | 13 |
| 4.5 Acciaio per armature metalliche | 13 |
| 5.0 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA | 14 |
| 6.0 AZIONI DI PROGETTO | 15 |
| 7.0 RIPARTIZIONE DEI CARICHI | 20 |
| 8.0 RISULTATI FONDAZIONE DI TIPO 1 | 21 |
| 9.0 RISULTATI FONDAZIONE DI TIPO 2 | 35 |
| 10.0 RISULTATI FONDAZIONE DI TIPO 3 | 47 |

1.0 Premesse

La presente relazione di calcolo riporta e commenta i dati ed i risultati relativi alle analisi strutturali delle strutture di fondazione da realizzarsi nel sito "Sa Costa", ricadente all'interno dei comuni di Mores, Ittireddu, Nughedu San Nicolò, Bonorva e Torralba.



Inquadramento dell'intervento

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE

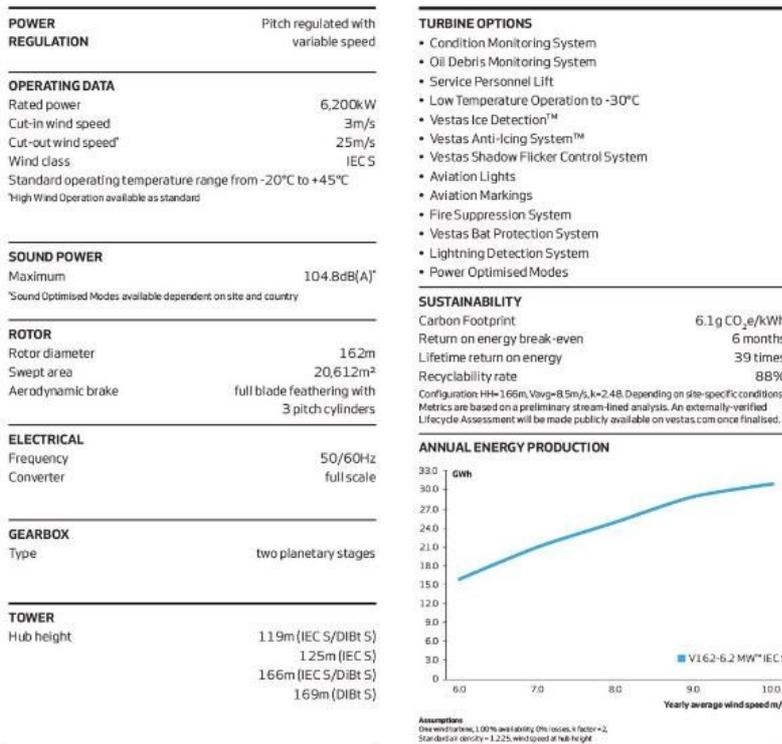
L'intervento in oggetto consiste nell'installazione delle pale eoliche del tipo "EV162 6.2MW".

La potenza per ciascuna pala è di 6200 kW, con velocità di operatività comprese tra i 3 m/s ed i 26 m/s, con la capacità di agire tra le temperature di -20°C e +45°C.

L'altezza al rotore per ciascuna pala, rispetto al piano del colpetto su cui viene installata la pala, è pari a 125 metri, con un rotore tripala avente diametro 169 metri. Si riporta qui di seguito la scheda tecnica del produttore relativa alla pala in oggetto

V162-6.2 MW™ IEC S

Facts & figures



Le condizioni stratigrafiche e geotecniche, vista l'estensione dell'area di progetto, sono ovviamente non uniformi.

Da un punto di vista geologico, si individuano 3 tipologie di terreno, sulla base delle quali andranno effettuate le relative verifiche strutturali e geotecniche di questo progetto definitivo, rimandando ad indagini geognostiche di dettaglio per una definizione compiuta della situazione stratigrafica e dei parametri meccanici dei punti specifici nei quali verranno realizzate le fondazioni degli aerogeneratori.

Le tipologie di terreno considerate in questa relazione sono le seguenti:

- ANDESITI BASALTICHE
- PIROCLASTITI DEBOLMENTE SALDATE
- PIROCLASTITI SALDATE

Sono previste delle fondazioni superficiali nei terreni caratterizzati dalla presenza di andesiti basaltiche e piroclastiti saldate, aventi ciascuna un volume di circa 1050 m³ mentre sono previste in questa fase delle fondazioni profonde nei terreni caratterizzati da piroclastiti debolmente saldate. Resta inteso che la definizione compiuta dei parametri stratigrafici e meccanici del terreno consentiranno di affinare, in fase esecutiva, il dimensionamento qui effettuato.

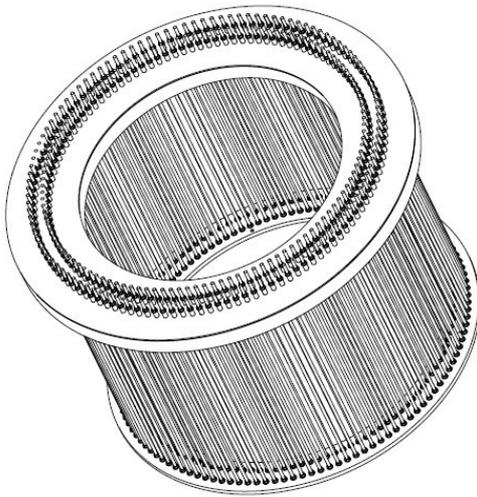
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE

Infine, si segnala che in relazione alla geologia del terreno, gli aerogeneratori sono così suddivisi:

- Piroclastiti saldate: 6 aerogeneratori: WTG1, 2, 4, 5, 6, 7
- Piroclastiti debolmente saldate: 10 aerogeneratori: WTG3, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16
- Andesiti basaltiche: 4 aerogeneratori: WTG 17, 18, 19, 20

Le fondazioni previste hanno tutte diametro pari a 25 metri, un'altezza minima di 50 cm ed un'altezza massima di 425 cm. Come da indicazioni del fornitore degli aerogeneratori (cfr. doc. a007-0592_R1.pdf), le fondazioni dovranno avere una classe di resistenza C50/60 e nella connessione dell'anchor cage si dovrà utilizzare una malta C90/105.

La connessione tra l'aerogeneratore e la fondazione è realizzata a mezzo di 120+120 barre M36 post-tese, fornite dalla casa di produzione dell'aerogeneratore ed annegate nel getto di fondazione, e delle quali si riporta la vista isometrica



Isometric view

La fila interna ha diametro $D=4.45$ m, mentre la fila esterna ha diametro $D=4.85$ m. Le azioni al piede dell'aerogeneratore sono fornite dal produttore stesso.

Documenti di riferimento

Costituiscono documenti di riferimento i seguenti documenti:

EOLICO MORES DATI.pdf – parametri geotecnici indicativi dei terreni, forniti da SIGEA s.r.l.

a007-0592_R1.pdf – Dati riguardanti le barre di collegamento tra aerogenerazione e fondazione, fornita da Vestas Wind Systems A/S

0096-8470_V04 - Foundation Loads EV150-EV162 5.4-5.6-6.0-6.2 MW HH125 IECS TA27D00 – Carichi in fondazione, in accordo con la IEC61400-1 Edizione 4, e fornito da Vestas Wind Systems A/S

Tav. 2 _ Inquadramento su CTR - Inquadramento su CTR del posizionamento degli aerogeneratori, fornito da SIGEA s.r.l.

1.1 Legislazione di carattere generale

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 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP., Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018.

1.2 Norme UNI

Tutte le Norme UNI richiamate nei D.M. , Istruzioni, Circolari di cui si fa menzione e in particolare:

UNI EN 197-1: “Cemento. Composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi comuni.

UNI EN 206-1: “Calcestruzzo. Specificazioni, prestazioni, produzione e conformità”.

UNI 11104-2004: “Calcestruzzo – Specificazione, prestazione, produzione e conformità – Istruzioni complementari per l’applicazione della EN 206-1”.

UNI EN 1992-1-1:2005: Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici

1.3 Norme emanate dal C.N.R.

CNR 10012: “Istruzioni per la valutazione delle azioni sulle costruzioni”.

CNR 10024: “Analisi di strutture mediante elaboratore. Impostazione e redazione delle relazioni di calcolo”.

2.0 Bibliografia

Migliacci – F. Mola: **Progetto agli stati limite delle strutture in c.a.** -
Masson Italia Editori

C. Cestelli Guidi: **Geotecnica e tecnica delle fondazioni** -
Ulrico Hoepli Editore

Bowles J.E. - **Foundations Analysis and Design 4th edition** -
McGraw-Hill

Toniolo – **Tecnica delle costruzioni Vol. 2B**
Zanichelli

Lancellotta – **Geotecnica**
Zanichelli

Gherzi – **Il cemento armato**
Dario Flaccovio editore

Gherzi – **Edifici antisismici in cemento armato**
Dario Flaccovio editore

Belluzzi – **Scienza delle costruzioni vol. 3**
Zanichelli

Giuliani – **Costruzioni in calcestruzzo armato**
Ulrico Hoepli Editore

3.0 Programmi per l'analisi automatica

Titolo Mastersap
Produttore AMV
Licenza 36767 intestata a Ing. Andrea Massa

Titolo Api++
Produttore Aztec informatica
Licenza U6423TQ intestata a Ing. Andrea Massa

3.1 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 la rotazione intorno agli assi x e y , f_x e f_y , legati allo spostamento w tramite relazioni

$$\begin{aligned}f_x &= -dw/dy \\f_y &= dw/dx\end{aligned}$$

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 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 f 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:

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE

$$Q_T = Q_P + Q_L - W_P$$

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 h_p ed il coefficiente di sicurezza della portanza per attrito laterale h_l .

Palo compresso:

$$Q_A = Q_P / h_p + Q_L / h_l - W_P$$

Palo teso:

$$Q_A = Q_L / h_l + W_P$$

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, g è il peso di volume del terreno, D è il diametro del palo ed i coefficienti N'_c e 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 h che compare nell'espressione assume il valore:

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

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:

$$Q_L = \int s_t a dS$$

dove t_a è dato dalla relazione di Coulomb

$$t_a = c_a + s_h \tan \delta$$

dove c_a è l'adesione palo-terreno, δ è l'angolo di attrito palo-terreno, g 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

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE

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. 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.

Vengono calcolate strisce della larghezza di un metro

4.0 Caratteristiche dei materiali

4.1 Calcestruzzo per strutture di fondazione

| | |
|-------------------------|----------|
| Classe di esposizione | XC1 |
| Classe di resistenza | C50/60 |
| Tipo di cemento | CEM I÷II |
| Slump | S4 |
| Diametro massimo inerte | 32 mm |

4.2 Calcestruzzo per il colletto

| | |
|-------------------------|----------|
| Classe di esposizione | XC1 |
| Classe di resistenza | C50/60 |
| Tipo di cemento | CEM I÷II |
| Slump | S4 |
| Diametro massimo inerte | 20 mm |

4.3 Calcestruzzo magro per sottofondazioni

| | |
|--------------------------------|---------|
| Classe di esposizione | X0 |
| Rapporto massimo acqua/cemento | - |
| Classe di resistenza | C12/15 |
| Contenuto minimo di cemento | - |
| Tipo di cemento | CEM I÷V |
| Slump | - |
| Diametro massimo inerte | 32 m |

4.4 Acciaio per barre filettate cl. 8.8

| | | |
|--|------------------------------|--------------------------|
| Tensione caratteristica di rottura | $f_{tk} =$ | 800.00 N/mm ² |
| Tensione caratteristica di snervamento | $f_{yk} =$ | 640.00 N/mm ² |
| Stato Limite Ultimo | | |
| Coefficiente parziale di sicurezza | $\gamma_s =$ | 1.25 - |
| Resistenza a trazione di calcolo | $f_{yd} = f_{yk}/\gamma_s =$ | 512.00 N/mm ² |

4.5 Acciaio per armature metalliche

| | | |
|--|------------------------------|--------------------------|
| Tensione caratteristica di rottura | $f_{tk} =$ | - N/mm ² |
| Tensione caratteristica di snervamento | $f_{yk} =$ | 450.00 N/mm ² |
| Stato Limite Ultimo | | |
| Coefficiente parziale di sicurezza | $\gamma_s =$ | 1.15 - |
| Resistenza a trazione di calcolo | $f_{yd} = f_{yk}/\gamma_s =$ | 391.30 N/mm ² |

5.0 Caratterizzazione geotecnica

Le caratteristiche dei terreni che interessano l'opera in esame sono stati desunti dal documento **EOLICO MORES DATI.pdf**.

Si riportano i dati del documento in oggetto

| | Angolo di attrito ϕ (°) | Peso di volume γ (g/cm ³) | Coesione c (kg/cm ²) | Costante di winkler k (kg/cm ³) | | Resistenza alla compressione σ_r (Mpa) | Modulo elastico E (kg/cm ²) |
|---|---------------------------------|---|---------------------------------------|--|-------|--|--|
| ANDESITI BASALTICHE CGU | 35 - 45 | 2,15 - 2,4 | 200 | 8,44 | 46,22 | 2,76 - 57,65 | 3,2/10 |
| PIROCLASTITI debolmente Saldate HVN | 36 - 37 | 2,01 - 2,10 | 3,26 | 4,77 | 26,34 | 45 Mpa | 03/7,6 |
| PIROCLASTITI saldate OER | 36- 37 | 2,3 | 3,26 | 5,03 | 28,44 | 45 | 03/7,6 |

Nell'input dei dati geotecnici, avendo un range di valori tra cui scegliere, si procederà nel modo seguente:

Angolo di attrito: si sceglie il valore minimo del range

Peso di volume: si sceglie il valore minimo del range

Coesione: si utilizzano 5 MPa per le Andesiti Basaltice, e 0 MPa per le Piroclastiti

Costante di Winkler: si sceglie il valore minimo del range, che massimizza la sollecitazione in fondazione

Resistenza alla compressione: si verifica che le compressioni siano ovunque inferiori ai 2 MPa

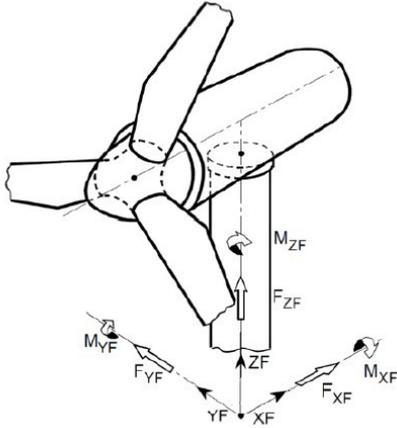
Modulo elastico: Si utilizza il valore medio del range

Per la pianificazione delle indagini geotecniche previste per lo sviluppo della progettazione esecutiva, si faccia riferimento a quanto riportato nei documenti R.S.02

6.0 Azioni di progetto

Le azioni di progetto sono desunte dal documento **0096-8470_V04 - Foundation Loads EV150-EV162 5.4-5.6-6.0-6.2 MW HH125 IECS TA27D00.pdf** sopra richiamato.

La convenzione dei segni adottati segue lo schema qui appresso:



Si riportano ora i carichi di progetto, valevoli per le 3 tipologie di fondazione.

a. Carichi caratteristici estremi

Sono i carichi, calcolati in accordo con la IEC61400-1 Edizione 4.

Ognuna delle 4 combinazioni estreme massimizza una reazione in fondazione: Momento ribaltante, Momento torcente, Taglio, Azione verticale.

Questi carichi non vanno combinati con altri altri carichi, in quando sono essi stessi una combinazione.

Tale combinazione non è comunque fattorizzata, per cui per ottenere il carico di progetto è necessario moltiplicare il rispettivo carico caratteristico estremo per il relativo PLF, pari a 1.35.

Essendo inoltre la IEC61400-1 non recepita dal genio civile italiano, si è provveduto ad inserire l'azione caratteristica al piede calcolata ai sensi delle NTC18 e relativa all'azione del vento, essendo di fatto l'azione che maggiormente incide nel dimensionamento della fondazione.

L'azione sismica, a causa della tipologia di sovrastruttura, non è particolarmente rilevante nel dimensionamento delle strutture di fondazione: essendo il periodo della struttura sicuramente molto elevato e dell'ordine dei 5 secondi, la corrispondente ordinata spettrale è estremamente bassa.

Mbt1: Resulting bending moment. $SQRT(M_{xt1}^2 + M_{yt1}^2)$ (also M_{res})
Lead LC/Family

| Characteristic Extreme | | | | | | | | |
|------------------------|-----------------------|------|------|---------------|---------------|-------------|--------------|-----|
| Lead | LC/Family | PLF | Type | Mbt | Mzt | FndFr | Fzt | Ref |
| Sensor | [-] | [-] | [-] | [kNm] | [kNm] | [kN] | [kN] | [-] |
| Mbt | 14Ecdvraa00(fam89) | 1.35 | Abs | 147900 | 3222 | 1142 | -6853 | [6] |
| Mzt | 23NTMSCHWO100(fam216) | 1.35 | Abs | 43278 | -16546 | 475 | -6595 | [4] |
| FndFr | 23NTMHCvra00(fam219) | 1.35 | Abs | 112800 | 3548 | 1317 | -6850 | [7] |
| Fzt | 12lceUHWO100(fam70) | 1.35 | Abs | 69281 | -1636 | 509 | -7079 | [7] |

Table 2-1 Characteristic Extreme (excl. PLF). Load cases sorted with PLF.

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE

Si riporta di seguito la tabella che riassume, per ciascuna combinazione di carico, le sollecitazioni al piede non fattorizzate (a sinistra) e fattorizzate (evidenziate a destra)

| | PFL | Mbt kNm | Mzt kNm | FndFr kN | Fzt kN | Fatt. | Mbt kNm | Mzt kNm | FndFr kN | Fzt kN |
|--------------|------|------------|------------|-------------|-----------|-------|------------|------------|-------------|-----------|
| Mbt | 1.35 | 147900 | -3222 | 1142 | 6853 | | 199665 | -4349.7 | 1541.7 | 9251.55 |
| Mzt | 1.35 | 43278 | 16546 | 475 | 6595 | | 58425.3 | 22337.1 | 641.25 | 8903.25 |
| FndFr | 1.35 | 112800 | -3548 | 1317 | 6850 | | 152280 | -4789.8 | 1777.95 | 9247.5 |
| Fzt | 1.35 | 69281 | 1636 | 509 | 7079 | | 93529.35 | 2208.6 | 687.15 | 9556.65 |
| | | | | | | | | | | |
| Mbt NTC18 | 1.5 | 155045 | -3624 | 1594 | 6725 | | 232567.5 | -5436 | 2391 | 10087.5 |

b. Carichi caratteristici di produzione

Sono quei carichi caratteristici associati al normale funzionamento dell'opera.

Nello specifico, il carico con una probabilità di superamento pari a 10^{-2} viene utilizzato per determinare le combinazioni di carico quasi permanente sulla fondazione.

Questi carichi, costituendo già delle combinazioni, non vanno combinati con altri carichi.

3. Production loads

The production loads are calculated for the main sensors of the foundation. The following loads are calculated.

Char. load Characteristic Extreme (excl. PLF, Load cases sorted without PLF). Only load cases with PLF = 1.35 and 1.50 are included in the evaluation.

Prob.: 1e-2 Load level with an exceedance probability of 1e-2

Prob.: 1e-4 Load level with an exceedance probability of 1e-4

| Production loads | | | | | | | |
|------------------|-------|------------|------------|------------|-----|-----|-----|
| | | Char. load | Prob.:1e-2 | Prob.:1e-4 | Ref | | |
| M _{res} | [kNm] | 147900.00 | 117975.46 | 126328.76 | [6] | [7] | [7] |
| M _z | [kNm] | -16545.64 | -4061.66 | -6496.79 | [4] | [7] | [7] |
| F _{res} | [kN] | 1317.34 | 906.54 | 1029.89 | [7] | [7] | [7] |
| F _z | [kN] | -7079.00 | -6914.44 | -6951.40 | [7] | [7] | [7] |

Table 3-1 Production loads.

c. Carichi di fatica

A causa della rotazione della pala eolica attorno al proprio asse, si rendono necessarie le verifiche a fatica, in quanto un generico punto della fondazione può passare da condizione di compressione a condizione di trazione.

| Equivalent and Mean Fatigue Foundation Loads | | | | | | | |
|--|-------|-----------|-------------|-------------|------|-----|-----|
| | | Mean load | Range m = 4 | Range m = 7 | Ref. | | |
| F _y | [kN] | 508.42 | 639.56 | 564.22 | [7] | [7] | [7] |
| M _x | [kNm] | -68454.21 | 38711.82 | 47674.08 | [7] | [6] | [7] |
| M _z | [kNm] | -228.80 | 9221.63 | 8732.03 | [7] | [4] | [7] |

Table 4-1 Fatigue loads for N=1E7 cycles.

Nella tabella sopra riportata, i valori di "m" corrispondono al gradiente di Wöhler.

La variazione di tensioni riconstrate tra carico medio e carico coi diversi gradienti di Wöhler, fornisce il ciclo equivalente costante dal quale desumere i $\Delta\sigma$ per le verifiche a fatica, da valutarsi per $N=10^7$ cicli.

Nel proseguo, si utilizzeranno le curve S-N fornite dall'EC2, delle quali si riportano i parametri necessari alla costruzione dsunti dal prospetto 6.3N della citata norma

| prospetto 6.3N Parametri per le curve S-N relative agli acciai ordinari | | | | |
|---|-----------------|--------------------------|----------------|--|
| Tipo di armatura | N* | esponente delle tensioni | | $\Delta\sigma_{Rsk}$ (MPa) a N* cicli |
| | | k ₁ | k ₂ | |
| Barre diritte o piegate ¹⁾ | 10 ⁶ | 5 | 9 | 162,5 |
| Barre saldate e reti | 10 ⁷ | 3 | 5 | 58,5 |
| Dispositivi di giunzione | 10 ⁷ | 3 | 5 | 35 |

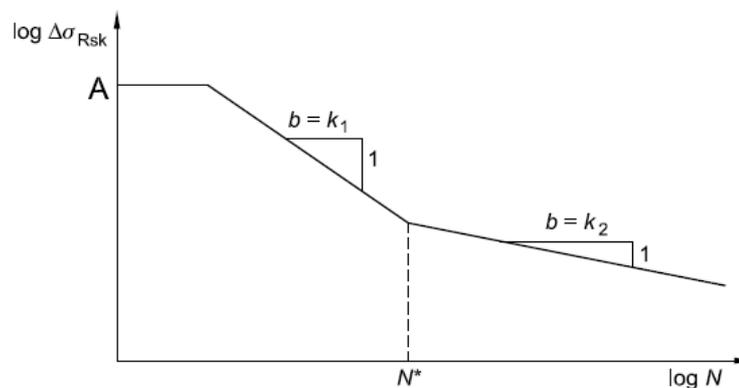
Nota 1 I valori per $\Delta\sigma_{Rsk}$ sono quelli relativi alle barre diritte. Per barre piegate si raccomanda che i valori siano ottenuti adottando un fattore di riduzione $\zeta = 0,35 + 0,026 D / \phi$, dove:
 D è il diametro del mandrino;
 ϕ è il diametro della barra.

Si riporta di seguito la forma della curva caratteristica della resistenza a fatica che verrà utilizzata nel calcolo

figura 6.30 Forma della curva caratteristica della resistenza a fatica (curve S-N per acciaio ordinario e da precompressione)

Legenda

A Armatura alla tensione di snervamento



Il coefficiente di sicurezza per il parametro γ_{MF} è dedotto dalla tabella 3.1 della UNI EN 1993-1-9:2005 (EC3)

Table 3.1: Recommended values for partial factors for fatigue strength

| Assessment method | Consequence of failure | |
|-------------------|------------------------|------------------|
| | Low consequence | High consequence |
| Damage tolerant | 1,00 | 1,15 |
| Safe life | 1,15 | 1,35 |

Si utilizza pertanto il valore $\gamma_{Mf} = 1.15$, avente elevate conseguenze per il danneggiamento ma basse conseguenze per la salvaguardia della vita.

L'espressione della curva di resistenza a fatica è data dalla relazione

$$\log(N) = \log(a) - m \cdot \log(\Delta\sigma)$$

Dove

$\Delta\sigma_r$ è la resistenza a fatica

N è il numero di cicli di tensione

$m = k_i$ è il coefficiente di Wohler

$\log(a)$ è una costante che dipende dalla curva a cui ci si riferisce

Dal prospetto 6.3N, si ottiene che

$$\log(a) = \log[N \cdot (\Delta\sigma)^m]$$

$$\text{Da cui } a = N \cdot (\Delta\sigma_r)^m = 10^6 \cdot (162.5)^9 = 7.901 \cdot 10^{25} \text{ e } \log(a) = 25.989$$

Risolvendo quindi la prima equazione rispetto a $\Delta\sigma$, per $N=10^7$ cicli si ottiene

$$10^{\frac{\log(a) - \log(N)}{m}} = \Delta\sigma = 125.818 \text{ MPa}$$

$$\frac{\Delta\sigma}{\gamma_{Mf}} = \frac{125.818 \text{ MPa}}{1.15} = 109.4 \text{ MPa}$$

Quest'ultimo valore rappresenta il valore di resistenza a fatica per le barre di armatura per 10^7 cicli utilizzabile nel calcolo.

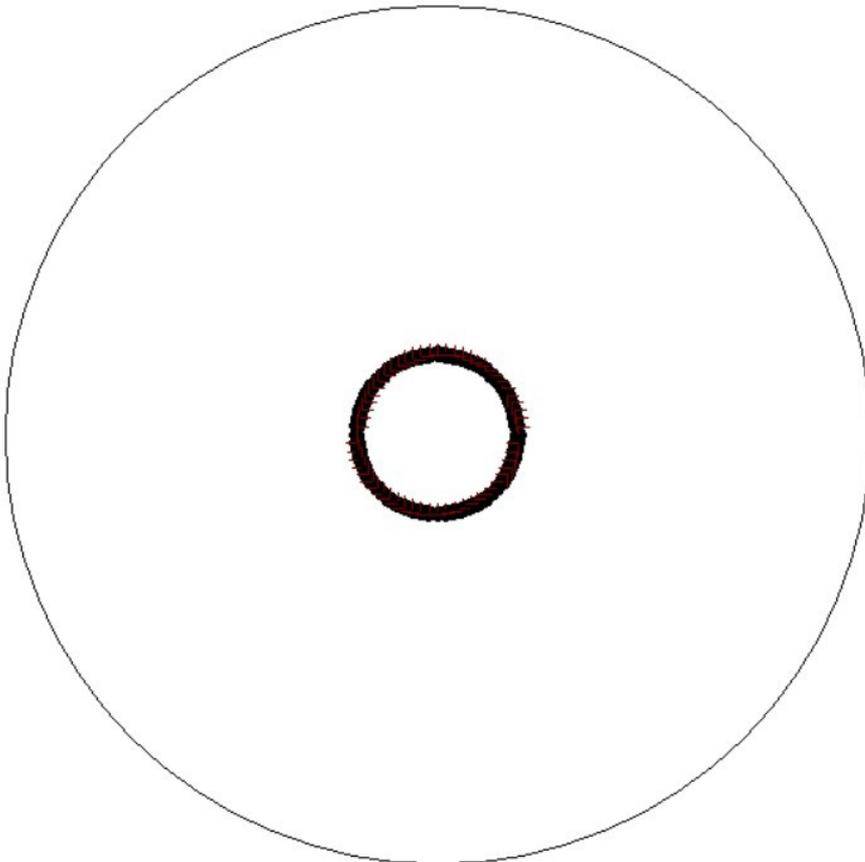
7.0 Ripartizione dei carichi

Nell'input dei carichi si segue la convenzione ora illustrata:



Essendo presenti 120+120 barre M36 disposti su circonferenze concentriche aventi diametro rispettivamente 4.45 m e 4.85 m, si sono inputati per ciascuna tipologia di fondazione i carichi di ciascuna combinazione, e inseriti come risultante lungo 60 punti giacenti sulla circonferenza media avente diametro 4.65 m e centro nel punto di coordinate (0;0).

Si riporta l'immagine della disposizione dei carichi



8.0 Risultati fondazione di tipo 1

Si riportano ora i risultati per la fondazione di tipo 1.

Dati generali della fondazione:

Diametro: 25 m

Altezza al bordo: 0.5 m

Altezza al colletto: 4.25 m

Diametro colletto: 7.1 m

Volume della fondazione: definita la funzione del profilo della fondazione come segue

$$\text{Raggio plinto} \quad \underline{R} := 12.5 \cdot \text{m}$$

$$\text{Altezza costante primo tratto} \quad h_1 := 0.5 \cdot \text{m}$$

$$\text{Raggio colletto} \quad R_1 := 3.55 \cdot \text{m}$$

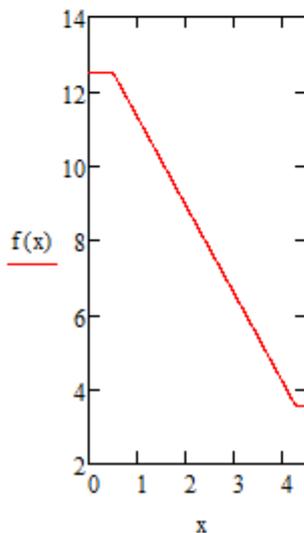
$$\text{Altezza alla base del colletto} \quad h_2 := 4.25 \cdot \text{m}$$

$$\text{Altezza colletto} \quad h_c := 0 \cdot \text{m}$$

$$t := 1000 \cdot \text{kg}$$

$$x_1 := \frac{h_1}{\text{m}} \quad x_2 := \frac{h_2}{\text{m}} \quad y_1 := \frac{R}{\text{m}} \quad y_2 := \frac{R_1}{\text{m}} \quad h := \frac{h_2 + h_c}{\text{m}}$$

$$f(x) := \begin{cases} (12.5) & \text{if } x < 0.5 \\ \left[\frac{x - x_1}{x_2 - x_1} \cdot (y_2 - y_1) + y_1 \right] & \text{if } x \geq 0.5 \wedge x < 4.25 \\ 3.55 & \text{if } x \geq 4.25 \end{cases}$$



$$\text{Il volume della fondazione si calcola come } V = \pi \cdot \int_0^{4.25} f(x)^2 dx = 1083 \text{ m}^3$$

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE RINNOVABILE - POTENZA DI PICCO 124 MW_{pA} REALIZZARSI IN LOCALITA' "SA COSTA"

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE

Dati

Materiali

Simbologia adottata

| | |
|------------------|--|
| n° | Indice materiale |
| Descrizione | Descrizione materiale |
| TC | Tipo calcestruzzo |
| Rck | Resistenza cubica caratteristica, espresso in [N/mm ²] |
| g _{cls} | Peso specifico calcestruzzo, espresso in [kN/mc] |
| E | Modulo elastico calcestruzzo, espresso in [N/mm ²] |
| n | Coeff. di Poisson |
| n | Coeff. di omogeneizzazione |
| TA | Tipo acciaio |

| n° | Descrizione | TC | Rck [N/mm ²] | g _{cls} [kN/mc] | E [N/mm ²] | n | n | TA |
|----|-------------|--------|-----------------------------|-----------------------------|---------------------------|-------|-------|-------|
| 1 | C35/45 | C35/45 | 45.000 | 24.52 | 34625.349 | 0.200 | 15.00 | B450C |

Geometria

Coordinate contorno esterno

| n° | X [m] | Y [m] |
|----|----------|----------|----|----------|----------|----|----------|----------|----|----------|----------|
| 1 | 12.50 | 0.00 | 2 | 12.44 | 1.23 | 3 | 12.26 | 2.44 | 4 | 11.96 | 3.63 |
| 5 | 11.55 | 4.78 | 6 | 11.02 | 5.89 | 7 | 10.39 | 6.94 | 8 | 9.66 | 7.93 |
| 9 | 8.84 | 8.84 | 10 | 7.93 | 9.66 | 11 | 6.94 | 10.39 | 12 | 5.89 | 11.02 |
| 13 | 4.78 | 11.55 | 14 | 3.63 | 11.96 | 15 | 2.44 | 12.26 | 16 | 1.23 | 12.44 |
| 17 | 0.00 | 12.50 | 18 | -1.23 | 12.44 | 19 | -2.44 | 12.26 | 20 | -3.63 | 11.96 |
| 21 | -4.78 | 11.55 | 22 | -5.89 | 11.02 | 23 | -6.94 | 10.39 | 24 | -7.93 | 9.66 |
| 25 | -8.84 | 8.84 | 26 | -9.66 | 7.93 | 27 | -10.39 | 6.94 | 28 | -11.02 | 5.89 |
| 29 | -11.55 | 4.78 | 30 | -11.96 | 3.63 | 31 | -12.26 | 2.44 | 32 | -12.44 | 1.23 |
| 33 | -12.50 | 0.00 | 34 | -12.44 | -1.23 | 35 | -12.26 | -2.44 | 36 | -11.96 | -3.63 |
| 37 | -11.55 | -4.78 | 38 | -11.02 | -5.89 | 39 | -10.39 | -6.94 | 40 | -9.66 | -7.93 |
| 41 | -8.84 | -8.84 | 42 | -7.93 | -9.66 | 43 | -6.94 | -10.39 | 44 | -5.89 | -11.02 |
| 45 | -4.78 | -11.55 | 46 | -3.63 | -11.96 | 47 | -2.44 | -12.26 | 48 | -1.23 | -12.44 |
| 49 | 0.00 | -12.50 | 50 | 1.23 | -12.44 | 51 | 2.44 | -12.26 | 52 | 3.63 | -11.96 |
| 53 | 4.78 | -11.55 | 54 | 5.89 | -11.02 | 55 | 6.94 | -10.39 | 56 | 7.93 | -9.66 |
| 57 | 8.84 | -8.84 | 58 | 9.66 | -7.93 | 59 | 10.39 | -6.94 | 60 | 11.02 | -5.89 |
| 61 | 11.55 | -4.78 | 62 | 11.96 | -3.63 | 63 | 12.26 | -2.44 | 64 | 12.44 | -1.23 |

Spessori piastra

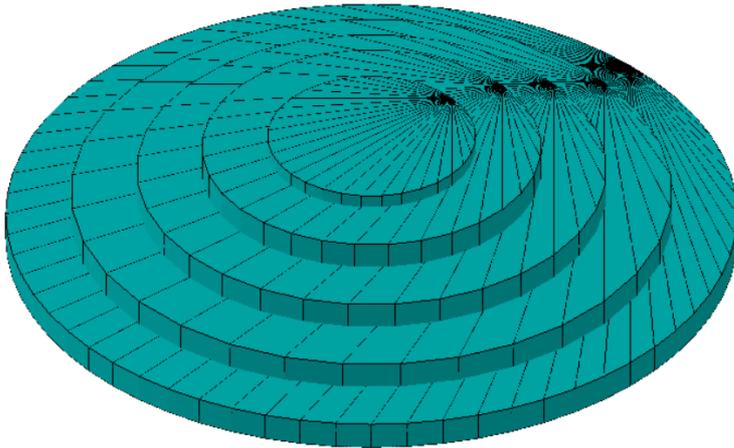
Simbologia adottata

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

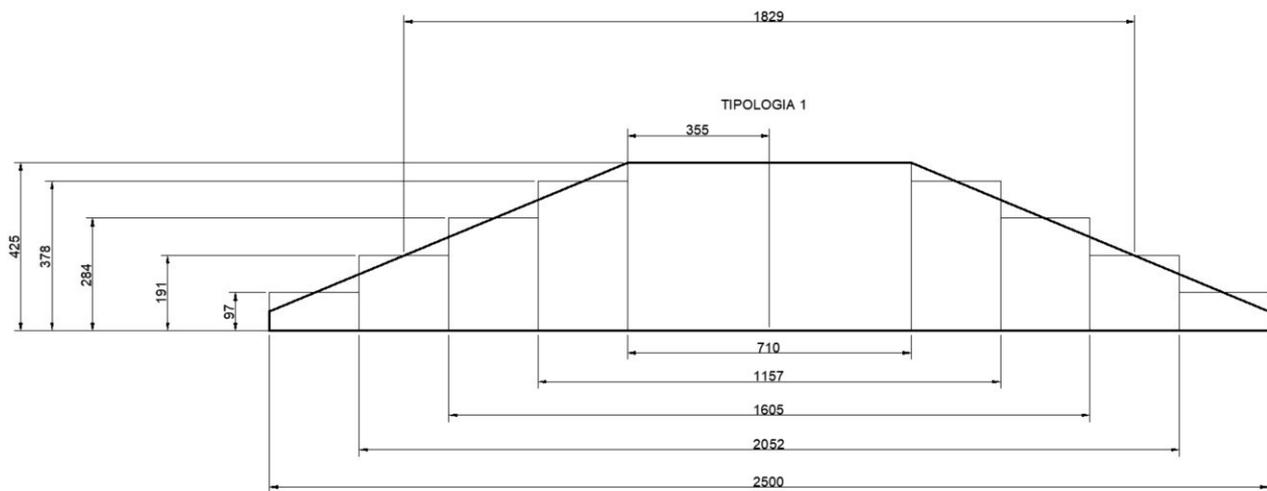
| Sp [cm] | n° | X [m] | Y [m] |
|------------|----|----------|----------|----|----------|----------|----|----------|----------|----|----------|----------|
| 97.00 | 1 | -12.50 | -12.50 | 2 | 12.50 | -12.50 | 3 | 12.50 | 12.50 | 4 | -12.50 | 12.50 |
| 191.00 | 1 | -1.01 | -10.23 | 2 | 1.01 | -10.23 | 3 | 2.98 | -9.84 | 4 | 4.85 | -9.07 |
| | 5 | 6.52 | -7.95 | 6 | 7.95 | -6.52 | 7 | 9.07 | -4.85 | 8 | 9.84 | -2.98 |
| | 9 | 10.23 | -1.01 | 10 | 10.23 | 1.01 | 11 | 9.84 | 2.98 | 12 | 9.07 | 4.85 |
| | 13 | 7.95 | 6.52 | 14 | 6.52 | 7.95 | 15 | 4.85 | 9.07 | 16 | 2.98 | 9.84 |
| | 17 | 1.01 | 10.23 | 18 | -1.01 | 10.23 | 19 | -2.98 | 9.84 | 20 | -4.85 | 9.07 |
| | 21 | -6.52 | 7.95 | 22 | -7.95 | 6.52 | 23 | -9.07 | 4.85 | 24 | -9.84 | 2.98 |
| | 25 | -10.23 | 1.01 | 26 | -10.23 | -1.01 | 27 | -9.84 | -2.98 | 28 | -9.07 | -4.85 |
| | 29 | -7.95 | -6.52 | 30 | -6.52 | -7.95 | 31 | -4.85 | -9.07 | 32 | -2.98 | -9.84 |
| 284.00 | 1 | -0.79 | -8.00 | 2 | 0.79 | -8.00 | 3 | 2.33 | -7.69 | 4 | 3.79 | -7.09 |
| | 5 | 5.10 | -6.21 | 6 | 6.21 | -5.10 | 7 | 7.09 | -3.79 | 8 | 7.69 | -2.33 |
| | 9 | 8.00 | -0.79 | 10 | 8.00 | 0.79 | 11 | 7.69 | 2.33 | 12 | 7.09 | 3.79 |
| | 13 | 6.21 | 5.10 | 14 | 5.10 | 6.21 | 15 | 3.79 | 7.09 | 16 | 2.33 | 7.69 |
| | 17 | 0.79 | 8.00 | 18 | -0.79 | 8.00 | 19 | -2.33 | 7.69 | 20 | -3.79 | 7.09 |
| | 21 | -5.10 | 6.21 | 22 | -6.21 | 5.10 | 23 | -7.09 | 3.79 | 24 | -7.69 | 2.33 |
| | 25 | -8.00 | 0.79 | 26 | -8.00 | -0.79 | 27 | -7.69 | -2.33 | 28 | -7.09 | -3.79 |
| | 29 | -6.21 | -5.10 | 30 | -5.10 | -6.21 | 31 | -3.79 | -7.09 | 32 | -2.33 | -7.69 |
| 378.00 | 1 | -0.57 | -5.77 | 2 | 0.57 | -5.77 | 3 | 1.68 | -5.55 | 4 | 2.73 | -5.11 |
| | 5 | 3.68 | -4.48 | 6 | 4.48 | -3.68 | 7 | 5.11 | -2.73 | 8 | 5.55 | -1.68 |
| | 9 | 5.77 | -0.57 | 10 | 5.77 | 0.57 | 11 | 5.55 | 1.68 | 12 | 5.11 | 2.73 |
| | 13 | 4.48 | 3.68 | 14 | 3.68 | 4.48 | 15 | 2.73 | 5.11 | 16 | 1.68 | 5.55 |
| | 17 | 0.57 | 5.77 | 18 | -0.57 | 5.77 | 19 | -1.68 | 5.55 | 20 | -2.73 | 5.11 |
| | 21 | -3.68 | 4.48 | 22 | -4.48 | 3.68 | 23 | -5.11 | 2.73 | 24 | -5.55 | 1.68 |
| | 25 | -5.77 | 0.57 | 26 | -5.77 | -0.57 | 27 | -5.55 | -1.68 | 28 | -5.11 | -2.73 |
| | 29 | -4.48 | -3.68 | 30 | -3.68 | -4.48 | 31 | -2.73 | -5.11 | 32 | -1.68 | -5.55 |
| 425.00 | 1 | -0.35 | -3.54 | 2 | 0.35 | -3.54 | 3 | 1.03 | -3.40 | 4 | 1.68 | -3.14 |
| | 5 | 2.26 | -2.75 | 6 | 2.75 | -2.26 | 7 | 3.14 | -1.68 | 8 | 3.40 | -1.03 |
| | 9 | 3.54 | -0.35 | 10 | 3.54 | 0.35 | 11 | 3.40 | 1.03 | 12 | 3.14 | 1.68 |
| | 13 | 2.75 | 2.26 | 14 | 2.26 | 2.75 | 15 | 1.68 | 3.14 | 16 | 1.03 | 3.40 |
| | 17 | 0.35 | 3.54 | 18 | -0.35 | 3.54 | 19 | -1.03 | 3.40 | 20 | -1.68 | 3.14 |
| | 21 | -2.26 | 2.75 | 22 | -2.75 | 2.26 | 23 | -3.14 | 1.68 | 24 | -3.40 | 1.03 |
| | 25 | -3.54 | 0.35 | 26 | -3.54 | -0.35 | 27 | -3.40 | -1.03 | 28 | -3.14 | -1.68 |
| | 29 | -2.75 | -2.26 | 30 | -2.26 | -2.75 | 31 | -1.68 | -3.14 | 32 | -1.03 | -3.40 |

Si riporta la grafica della fondazione così modellata

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE



Gli spessori medi sono desunti dalla seguente immagine



RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE

Descrizione terreni

Caratteristiche fisico meccaniche

Simbologia adottata

| | |
|------------------|---|
| Descrizione | Descrizione terreno |
| g | Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc] |
| g _{sat} | Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc] |
| f | Angolo di attrito interno del terreno espresso in gradi |
| d | Angolo di attrito palo-terreno espresso in gradi |
| c | Coesione del terreno espressa in [N/mm ²] |
| ca | Adesione del terreno espressa in [N/mm ²] |
| t | Tensione tangenziale, per calcolo portanza micropali con il metodo di Bustamante-Doix, espressa in [N/mm ²] |
| a | Coeff. di espansione laterale |

| Descrizione | g [kN/mc] | g _{sat} [kN/mc] | f [°] | d [°] | c [N/mm ²] | ca [N/mm ²] |
|---------------------|--------------|-----------------------------|----------|----------|---------------------------|----------------------------|
| ANDESITI BASALTICHE | 2.150 | 2.300 | 35.00 | 23.33 | 5.0000 | 0.0000 |

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 |

| N | Z1 [m] | Z2 [m] | Z3 [m] | Terreno |
|---|-----------|-----------|-----------|---------------------|
| 1 | -2.0 | -2.0 | -2.0 | ANDESITI BASALTICHE |

Falda

Falda non presente

Costante di Winkler

| Direzione | Simbolo | Kw [Kg/cm ² /cm] |
|-------------|---------|--|
| Verticale | Kwv | 8.440 |
| Orizzontale | Kwo | Calcolata dal programma (Kwo=Kwv*tan(f)) |

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. |

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE

Normativa - Coefficienti di sicurezza

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

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

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

| PARAMETRO | GRANDEZZA | Coefficiente parziale | (M1) |
|--|---------------|-----------------------|------|
| Tangente dell'angolo di resistenza al taglio | $\tan \phi_k$ | g_r | 1.00 |
| Coesione efficace | c'_k | g_c | 1.00 |
| Resistenza non drenata | c_{uk} | g_{cu} | 1.00 |

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

Elenco combinazioni di calcolo

Numero combinazioni definite 7

Simbologia adottata

CP Coefficiente di partecipazione della condizione

Combinazione n° 1 - - STR - A1-M1-R3

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

Combinazione n° 2 - - STR - A1-M1-R3

| Condizione | CP |
|----------------|------|
| Peso proprio | 1.30 |
| Ribaltante NTC | 1.00 |

Combinazione n° 3 - - STR - A1-M1-R3

| Condizione | CP |
|---------------------|------|
| Peso proprio | 1.30 |
| Massima pressione Z | 1.00 |

Combinazione n° 4 - - SLE Quasi permanente

| Condizione | CP |
|--------------|------|
| Peso proprio | 1.00 |
| SLE | 1.00 |

Combinazione n° 5 - - STR - A1-M1-R3

| Condizione | CP |
|--------------|------|
| Peso proprio | 1.30 |
| Carico medio | 1.00 |

Combinazione n° 6 - - STR - A1-M1-R3

| Condizione | CP |
|--------------|------|
| Peso proprio | 1.30 |
| R=7 | 1.00 |

Combinazione n° 7 - - STR - A1-M1-R3

| Condizione | CP |
|----------------|------|
| Peso proprio | 1.00 |
| Ribaltante NTC | 1.00 |

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE

Impostazioni di analisi

Portanza fondazione superficiale

Metodo calcolo portanza: Hansen
 Criterio di media calcolo strato equivalente: Ponderata
 Riduzione portanza per effetto eccentricità: Meyerhof
 Fattore di rigidità della sovrastruttura 0.00

Impostazioni di analisi

Portanza fondazione superficiale

Metodo calcolo portanza: Hansen
 Criterio di media calcolo strato equivalente: Ponderata
 Riduzione portanza per effetto eccentricità: Meyerhof
 Fattore di rigidità della sovrastruttura 0.00

Zona sismica

Identificazione del sito

Latitudine 40.548365
 Longitudine 8.833082
 Comune Mores
 Provincia Sassari
 Regione Sardegna

Punti di interpolazione del reticolo

Tipo di opera

Tipo di costruzione Opera ordinaria
 Vita nominale 50 anni
 Classe d'uso II - Normali affollamenti e industrie non pericolose
 Vita di riferimento 50 anni

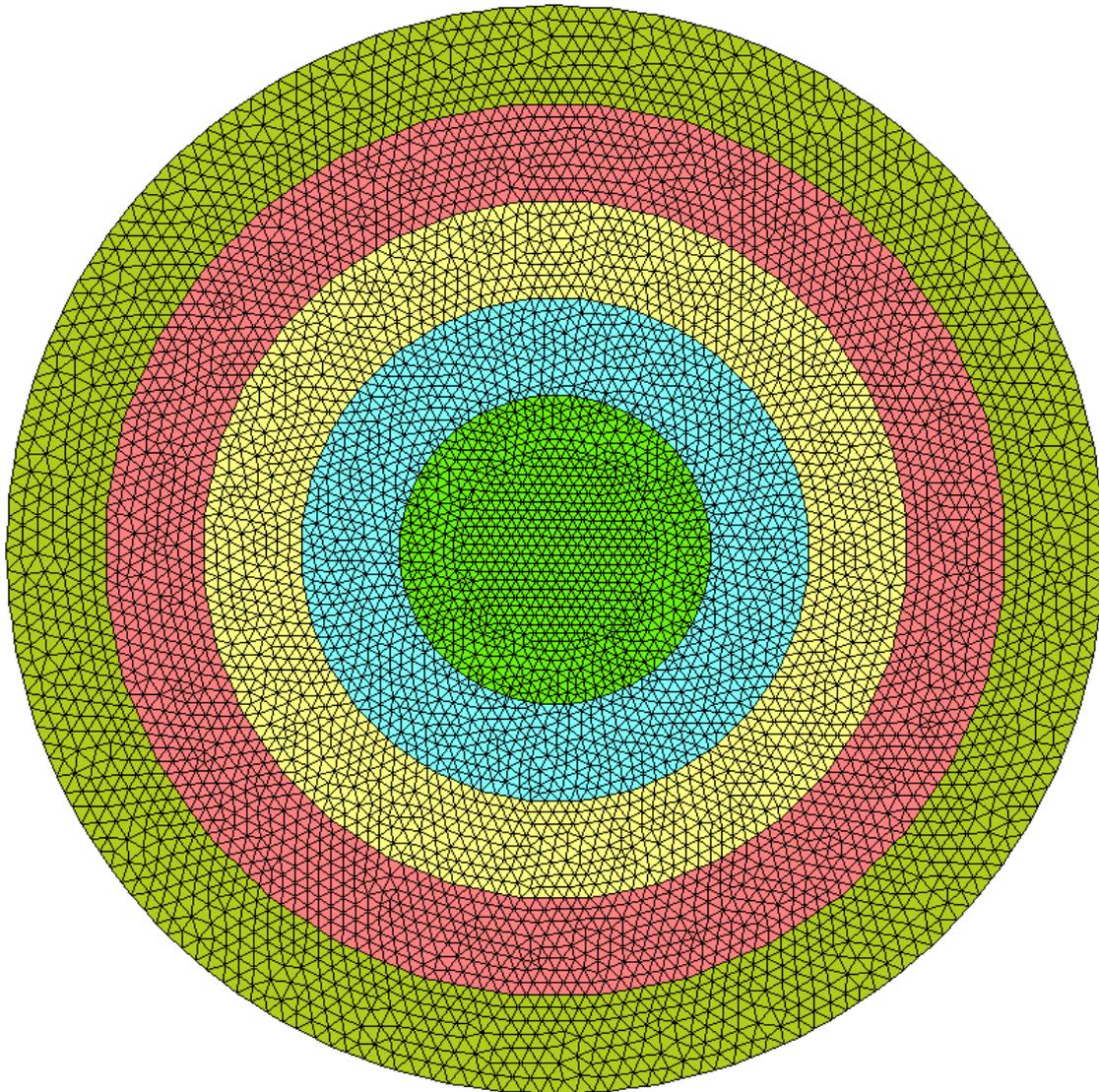
| Descrizione | Simbolo | UM | SLU | SLE |
|--|----------------|---------------------|-------|-------|
| Accelerazione al suolo | a _g | [m/s ²] | 0.490 | 0.231 |
| Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale | F0 | | 2.880 | 2.670 |
| Periodo inizio tratto spettro a velocità costante | Tc* | | 0.340 | 0.296 |
| Coeff. di amplificazione per tipo di sottosuolo | Ss | | C | 1.500 |
| Coeff. di amplificazione topografica | St | | T3 | 1.200 |
| Coeff. di intensità sismica orizzontale | K _h | [%] | 8.99 | 4.24 |

Modello

Caratteristiche Mesh

| | |
|-----------------|-------|
| Numero elementi | 11256 |
| Numero nodi | 5725 |

Tipo di mesh utilizzata: triangolare non strutturata, con deformabilità tagliante, con nodi in corrispondenza dei carichi concentrati



RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE

Risultati iniluppo

Spostamenti

Piastra

Spostamenti massimi e minimi della piastra

Simbologia adottata

Ic Indice della combinazione
w Spostamento verticale, espresso in [cm]
u Spostamento direzione X, espresso in [cm]
v Spostamento direzione Y, espresso in [cm]
fx Rotazione intorno all'asse X, espressa in [°]
fy Rotazione intorno all'asse Y, espressa in [°]
p Pressione sul terreno (solo per calcolo fondazione), espressa in [N/mmq]
kw Costante di Winkler (solo per calcolo fondazione), espressa in [kg/cm²/cm]. Il valore viene stampato solo se si è utilizzato il modello di interazione
Tra parentesi l'indice del nodo in cui si sono misurati i valori massimi e minimi

| In | X [m] | Y [m] | | Valore | UM | Cmb | |
|------|----------|----------|----|-----------|---------|-----|-----|
| 2695 | -0.01 | -9.11 | w | 0.274630 | [cm] | 7 | MAX |
| 4130 | 0.00 | 12.50 | | -0.461372 | | 7 | MIN |
| 4130 | 0.00 | 12.50 | ux | 0.004810 | [cm] | 6 | MAX |
| 3007 | 0.00 | -12.50 | | -0.004810 | | 6 | MIN |
| 5718 | -12.50 | 0.00 | uy | 0.010809 | [cm] | 2 | MAX |
| 180 | 12.50 | 0.00 | | -0.002966 | | 6 | MIN |
| 5110 | -9.06 | -7.11 | fx | 0.000172 | [°] | 2 | MAX |
| 554 | 8.96 | -7.19 | | -0.000172 | | 2 | MIN |
| 2548 | 0.06 | 0.89 | fy | 0.000468 | [°] | 7 | MAX |
| 3018 | -0.17 | -12.15 | | -0.000175 | | 2 | MIN |
| 2695 | -0.01 | -9.11 | p | 0.2273095 | [N/mmq] | 7 | MAX |
| 5049 | -5.27 | 10.59 | | 0.0000016 | | 4 | MIN |

Sollecitazioni

Piastra

Sollecitazioni massime e minime piastra

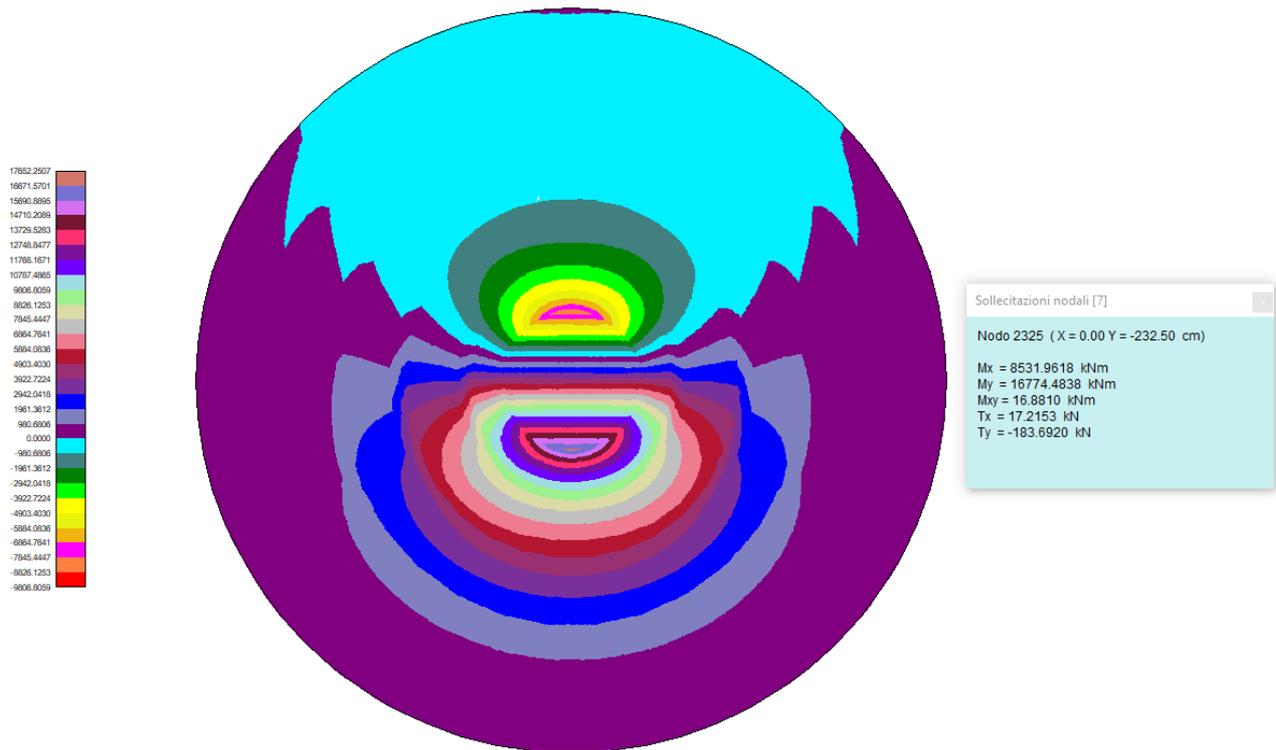
Simbologia adottata

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 [N/mmq]
Ny Tensione normale Y espressa in [N/mmq]
Nxy Tensione tangenziale XY espressa in [N/mmq]

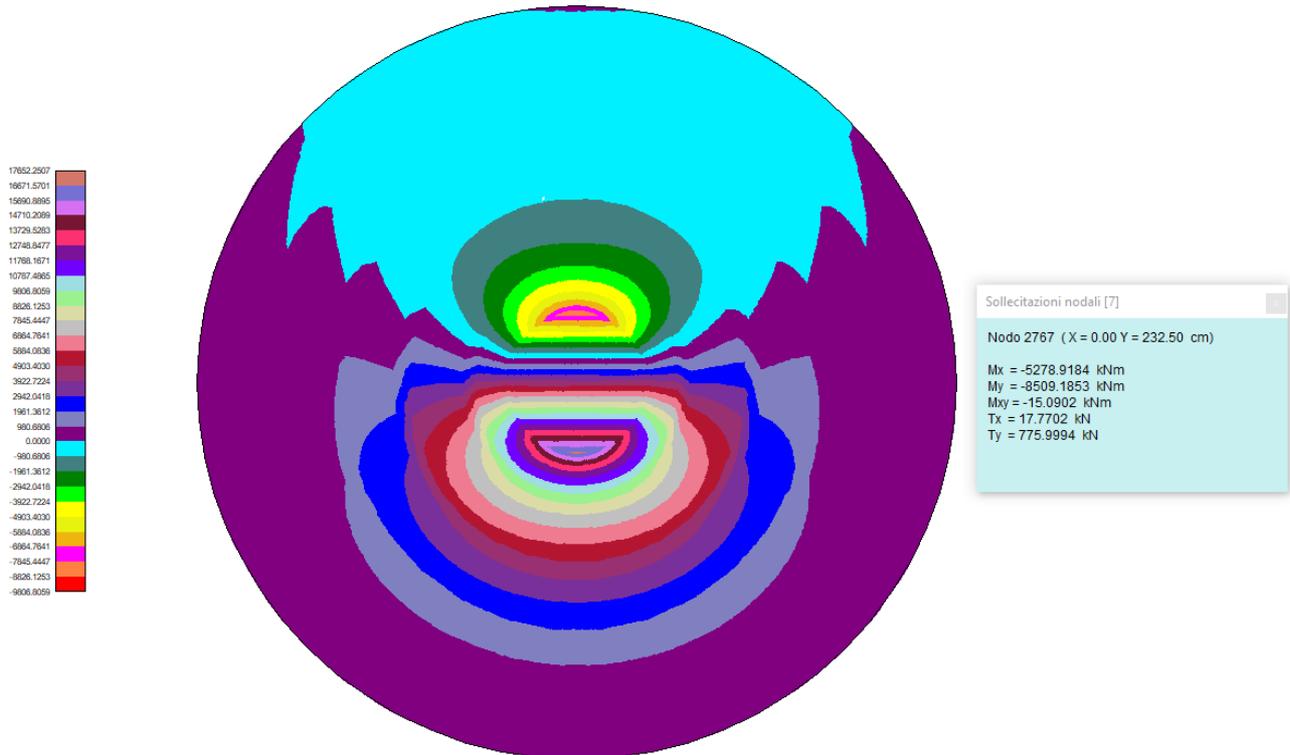
| In | X [m] | Y [m] | | Valore | UM | Cmb | |
|------|----------|----------|-----|------------|---------|-----|-----|
| 2325 | 0.00 | -2.33 | Mx | 9015.1796 | [kNm] | 2 | MAX |
| 2767 | 0.00 | 2.33 | | -5302.1197 | | 7 | MIN |
| 2325 | 0.00 | -2.33 | My | 16756.5013 | [kNm] | 7 | MAX |
| 2767 | 0.00 | 2.33 | | -9256.1516 | | 2 | MIN |
| 1381 | 2.80 | 0.06 | Mxy | 3298.7664 | [kNm] | 2 | MAX |
| 3724 | -2.80 | -0.06 | | -3289.9054 | | 7 | MIN |
| 2817 | -0.13 | 2.11 | Tx | 6929.0333 | [kN] | 7 | MAX |
| 2256 | 0.16 | -2.54 | | -6514.4730 | | 7 | MIN |
| 2817 | -0.13 | 2.11 | Ty | 6929.0333 | [kN] | 7 | MAX |
| 2361 | -0.10 | -2.54 | | -6530.3882 | | 7 | MIN |
| 3157 | -1.74 | -1.74 | Nx | 0.056 | [N/mmq] | 6 | MAX |
| 3395 | -1.58 | 1.92 | | -0.054 | | 6 | MIN |
| 3395 | -1.58 | 1.92 | Ny | 0.068 | [N/mmq] | 2 | MAX |
| 3157 | -1.74 | -1.74 | | -0.070 | | 2 | MIN |
| 2708 | 0.10 | 2.54 | Nxy | 0.050 | [N/mmq] | 6 | MAX |
| 3642 | -2.54 | 0.10 | | -0.063 | | 2 | MIN |

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE

Massimo momento M_y



Minimo momento M_y



RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE

I punti sopra ispezionati forniscono anche i valori massimi e minimi di M_x , del quale comunque si riporta il grafico

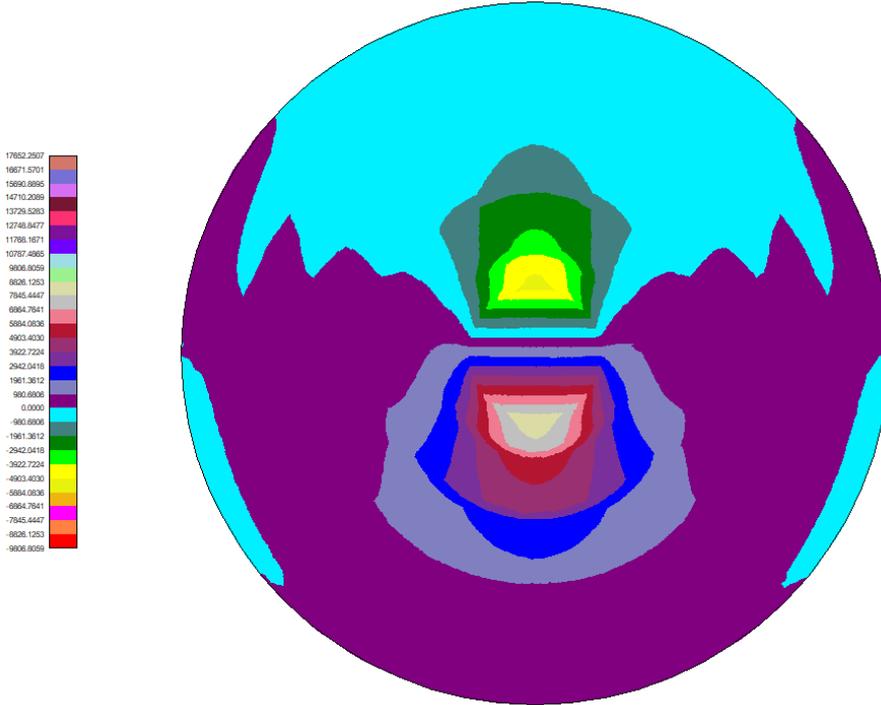
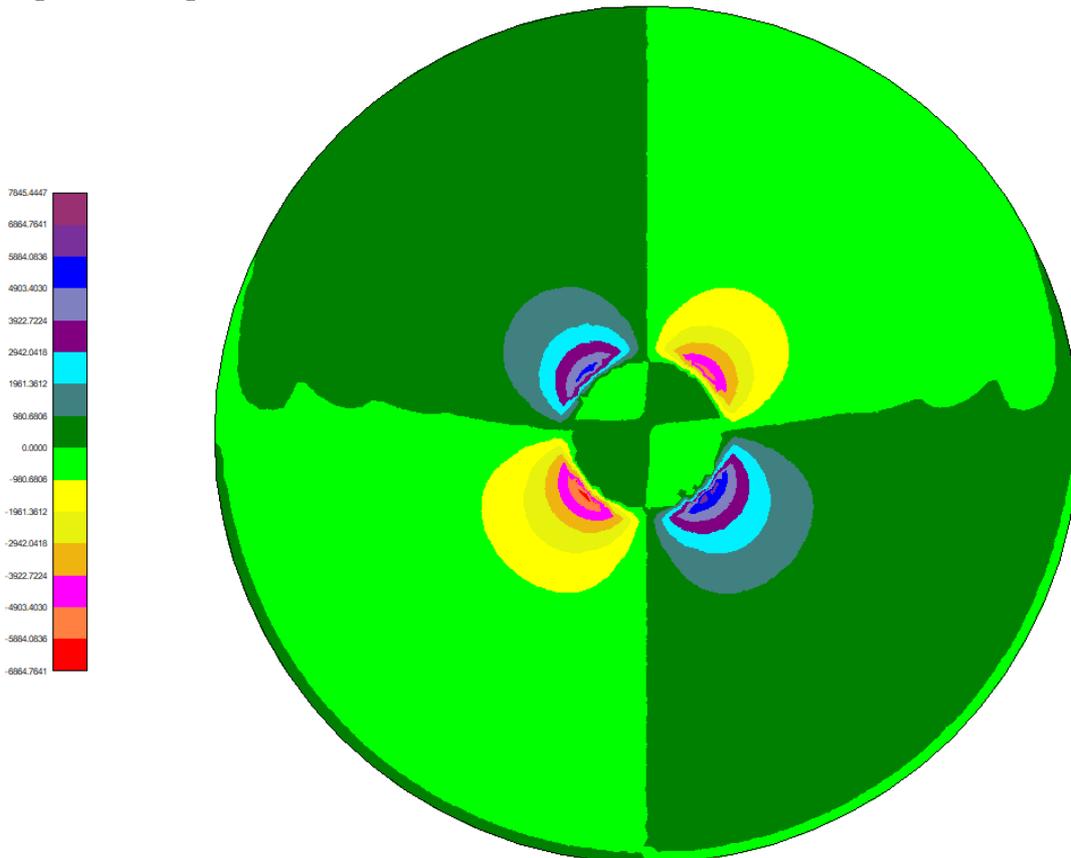
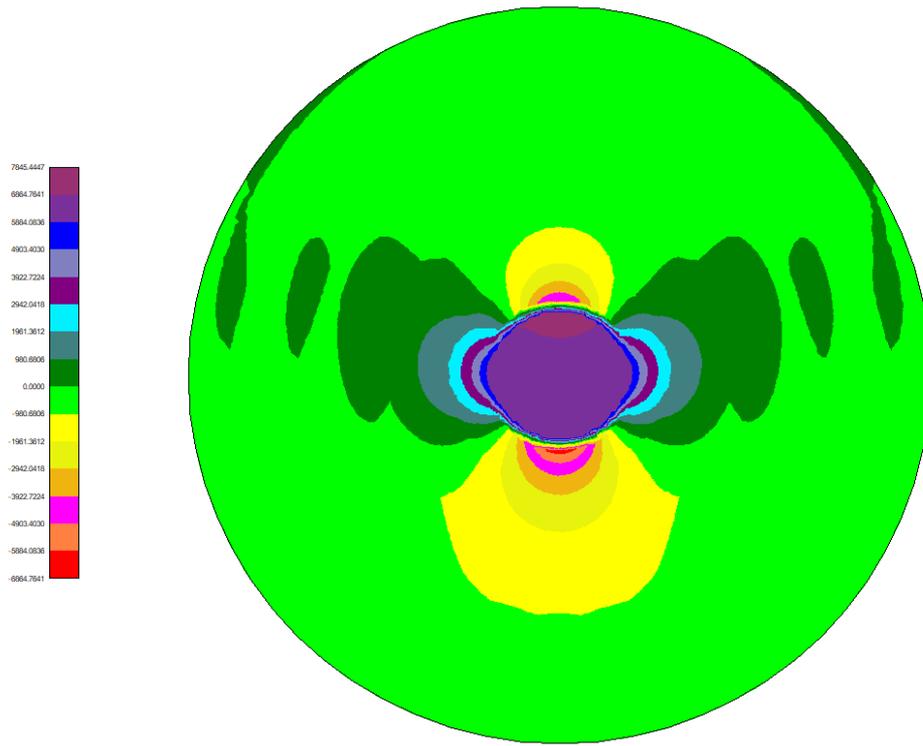


Diagramma del taglio T_x



RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE

Diagramma del taglio T_y



Verifica al ribaltamento (SLU EQU)

$$M_{\text{rib}} = 232567 \text{ kNm}$$

$$M_{\text{stab}} = 1083 \text{ m}^3 \cdot 25 \text{ kN/m}^3 \cdot 12.5\text{m} \cdot 0.9 + 6725 \text{ kN} \cdot 12.5\text{m} \cdot 0.9 = 380250 \text{ kNm}$$

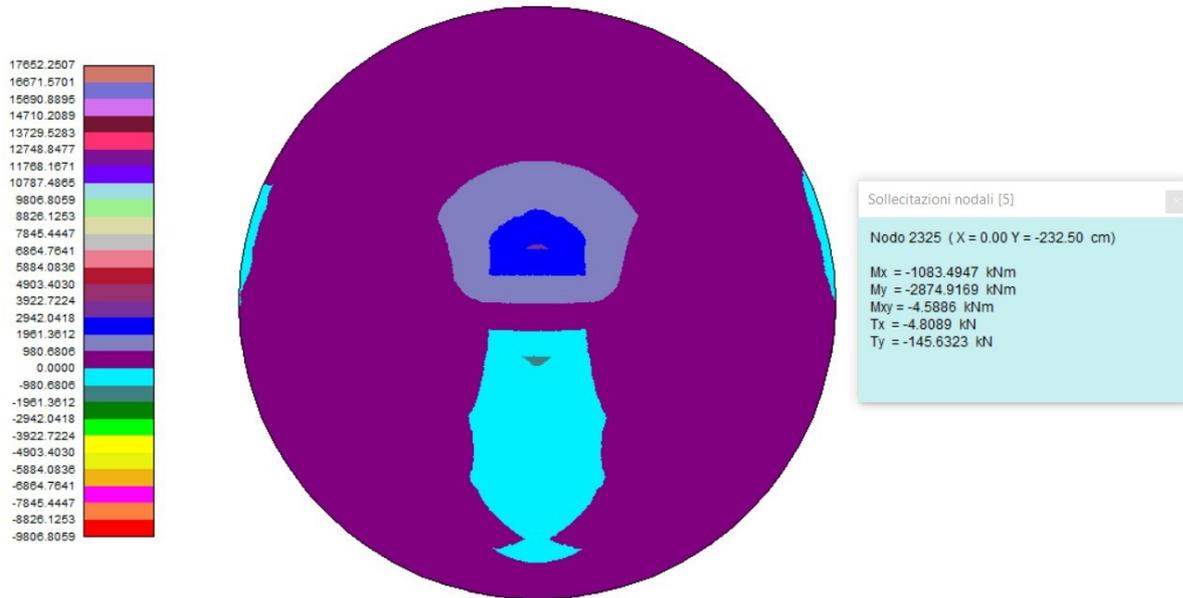
In cui il momento stabilizzante è dato dal peso totale della fondazione, moltiplicato per il coefficiente 0.9 e per il braccio di leva 12.5m, ed il valore dell'azione verticale della combinazione ribaltante *non fattorizzata*, mentre il momento ribaltante è dato dal momento ribaltante *fattorizzato*

$$M_{\text{stab}} / M_{\text{rib}} = 1.635$$

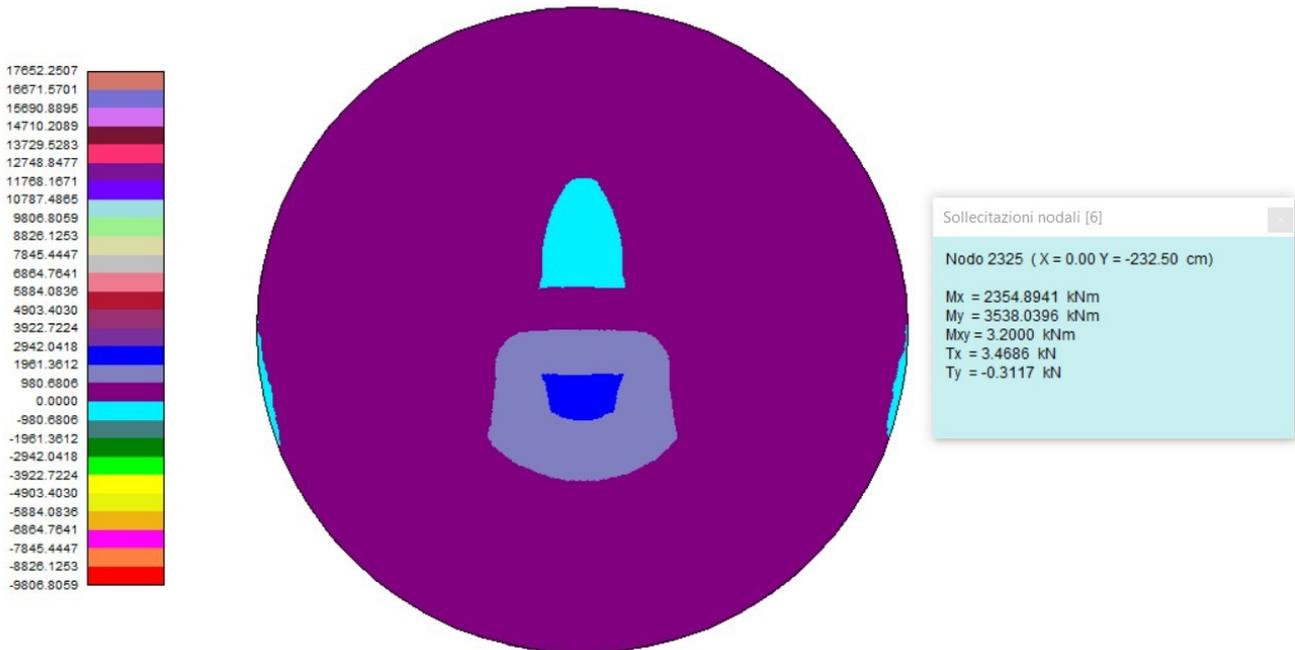
Verifica soddisfatta

Verifica delle escursioni tensionali

Sollecitazioni da carico medio, punto di coordinate (0;-232.5)

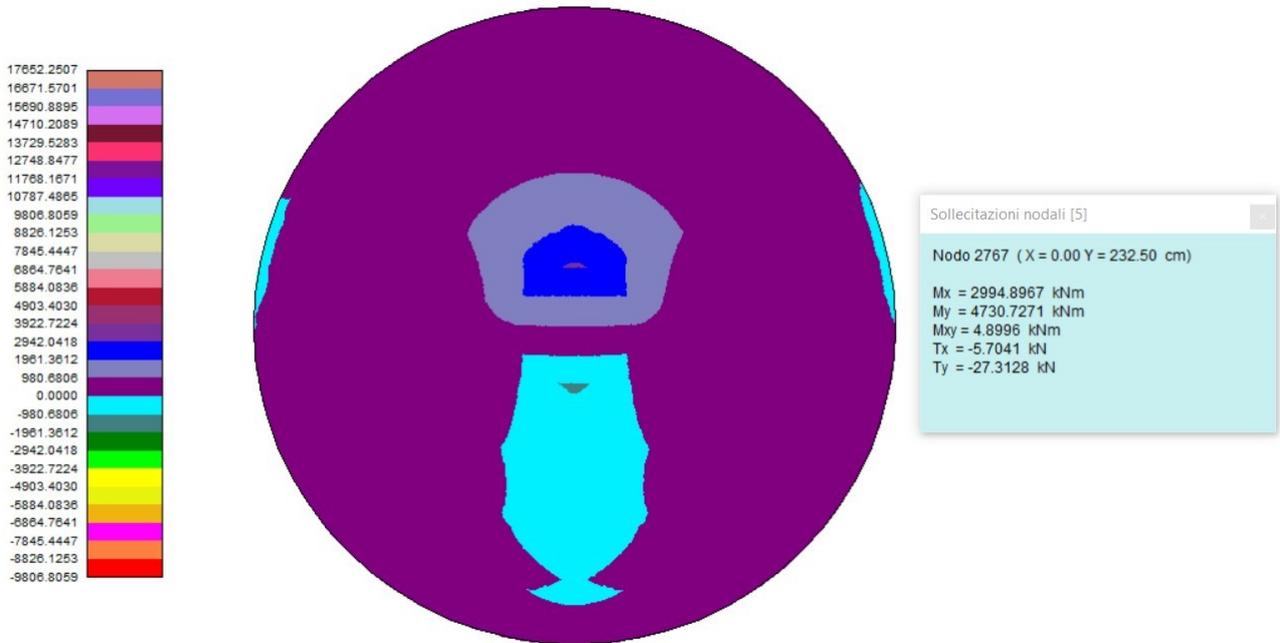


Sollecitazioni per range m=7, punto di coordinate (0;-232.5)

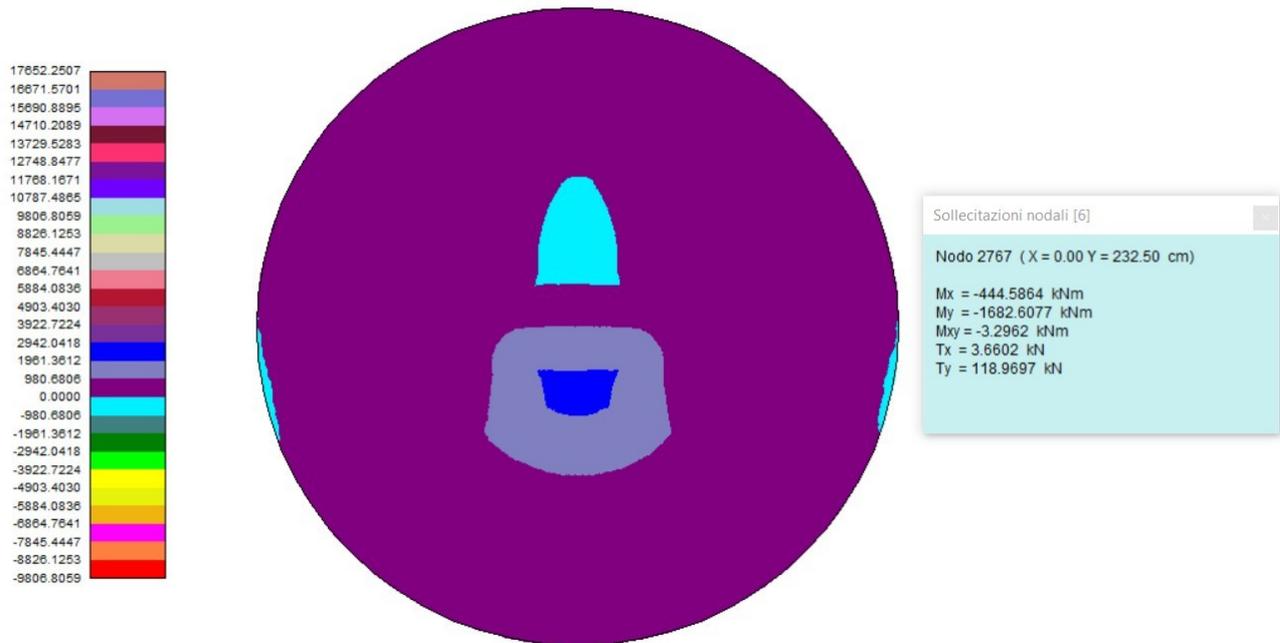


RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE

Sollecitazioni da carico medio, punto di coordinate (0;+232.5)



Sollecitazioni per range m=7, punto di coordinate (0;+232.5)



9.0 Risultati fondazione di tipo 2

Si riportano ora i risultati per la fondazione di tipo 2. La differenza rispetto alla fondazione 1 consiste in uno spessore minore all'imposta del colletto. Questa fondazione è prevista per i terreni caratterizzati dalla presenza di piroclastiti saldate

Dati generali della fondazione:

Diametro: 25 m

Altezza al bordo: 1 m

Altezza all'imposta del colletto 4.00 m

Altezza colletto: 0.25 m

Diametro colletto: 7.1 m

Volume della fondazione: definita la funzione del profilo della fondazione come segue

Raggio plinto $R_w := 12.5\text{-m}$

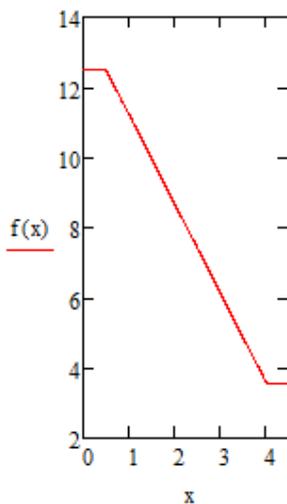
Altezza costante primo tratto $h_1 := 0.5\text{-m}$

Raggio colletto $R_1 := 3.55\text{-m}$

Altezza al colletto $h_2 := 4\text{-m}$

$$x_1 := \frac{h_1}{m} \quad x_2 := \frac{h_2}{m} \quad y_1 := \frac{R}{m} \quad y_2 := \frac{R_1}{m} \quad h := \frac{h_2}{m}$$

$$f(x) := \begin{cases} 12.5 & \text{if } x < \frac{h_1}{m} \\ \left[\frac{x - x_1}{x_2 - x_1} \cdot (y_2 - y_1) + y_1 \right] & \text{if } x \geq \frac{h_1}{m} \wedge x < \frac{h_2}{m} \\ 3.55 & \text{if } x \geq \frac{h_2}{m} \end{cases}$$



$$V_w := \left[\pi \cdot \int_0^{4.25} (f(x))^2 dx \right] \cdot m^3 = 1037 \cdot m^3$$

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE RINNOVABILE - POTENZA DI PICCO 124 MWpA REALIZZARSI IN LOCALITA' "SA COSTA"

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE

Materiali

Simbologia adottata

| | |
|------------------|--|
| n° | Indice materiale |
| Descrizione | Descrizione materiale |
| TC | Tipo calcestruzzo |
| Rck | Resistenza cubica caratteristica, espresso in [N/mm ²] |
| g _{cis} | Peso specifico calcestruzzo, espresso in [kN/m ³] |
| E | Modulo elastico calcestruzzo, espresso in [N/mm ²] |
| n | Coeff. di Poisson |
| n | Coeff. di omogeneizzazione |
| TA | Tipo acciaio |

| n° | Descrizione | TC | Rck | g _{cis} | E | n | n | TA |
|----|-------------|--------|----------------------|----------------------|----------------------|-------|-------|-------|
| | | | [N/mm ²] | [kN/m ³] | [N/mm ²] | | | |
| 1 | C50/60 | C50/60 | 60.000 | 24.52 | 37239.106 | 0.200 | 15.00 | B450C |

Geometria

Coordinate contorno esterno

| n° | X | Y |
|----|--------|--------|----|--------|--------|----|--------|--------|----|--------|--------|
| | [m] | [m] |
| 1 | 12.50 | 0.00 | 2 | 12.44 | 1.23 | 3 | 12.26 | 2.44 | 4 | 11.96 | 3.63 |
| 5 | 11.55 | 4.78 | 6 | 11.02 | 5.89 | 7 | 10.39 | 6.94 | 8 | 9.66 | 7.93 |
| 9 | 8.84 | 8.84 | 10 | 7.93 | 9.66 | 11 | 6.94 | 10.39 | 12 | 5.89 | 11.02 |
| 13 | 4.78 | 11.55 | 14 | 3.63 | 11.96 | 15 | 2.44 | 12.26 | 16 | 1.23 | 12.44 |
| 17 | 0.00 | 12.50 | 18 | -1.23 | 12.44 | 19 | -2.44 | 12.26 | 20 | -3.63 | 11.96 |
| 21 | -4.78 | 11.55 | 22 | -5.89 | 11.02 | 23 | -6.94 | 10.39 | 24 | -7.93 | 9.66 |
| 25 | -8.84 | 8.84 | 26 | -9.66 | 7.93 | 27 | -10.39 | 6.94 | 28 | -11.02 | 5.89 |
| 29 | -11.55 | 4.78 | 30 | -11.96 | 3.63 | 31 | -12.26 | 2.44 | 32 | -12.44 | 1.23 |
| 33 | -12.50 | 0.00 | 34 | -12.44 | -1.23 | 35 | -12.26 | -2.44 | 36 | -11.96 | -3.63 |
| 37 | -11.55 | -4.78 | 38 | -11.02 | -5.89 | 39 | -10.39 | -6.94 | 40 | -9.66 | -7.93 |
| 41 | -8.84 | -8.84 | 42 | -7.93 | -9.66 | 43 | -6.94 | -10.39 | 44 | -5.89 | -11.02 |
| 45 | -4.78 | -11.55 | 46 | -3.63 | -11.96 | 47 | -2.44 | -12.26 | 48 | -1.23 | -12.44 |
| 49 | 0.00 | -12.50 | 50 | 1.23 | -12.44 | 51 | 2.44 | -12.26 | 52 | 3.63 | -11.96 |
| 53 | 4.78 | -11.55 | 54 | 5.89 | -11.02 | 55 | 6.94 | -10.39 | 56 | 7.93 | -9.66 |
| 57 | 8.84 | -8.84 | 58 | 9.66 | -7.93 | 59 | 10.39 | -6.94 | 60 | 11.02 | -5.89 |
| 61 | 11.55 | -4.78 | 62 | 11.96 | -3.63 | 63 | 12.26 | -2.44 | 64 | 12.44 | -1.23 |

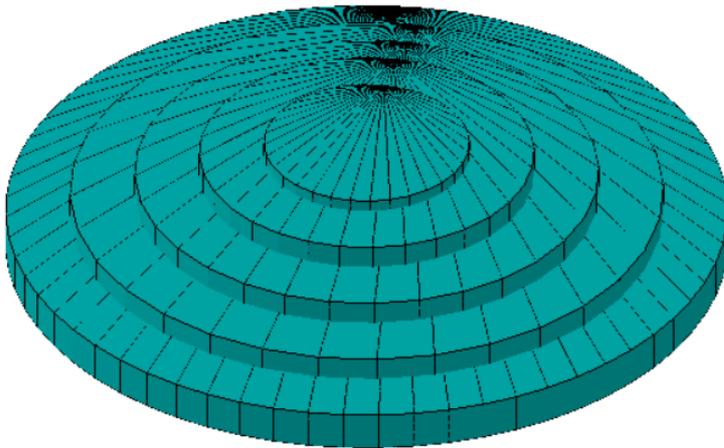
Spessori piastra

Simbologia adottata

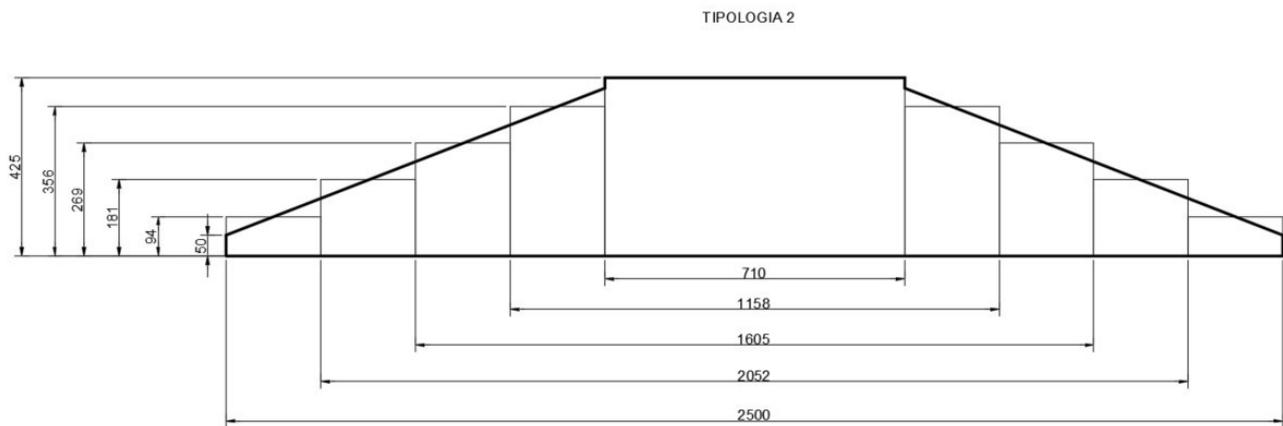
| | |
|------|--|
| Sp | Spessore, espresso in [cm] |
| n° | Indice del punto |
| X, Y | Ascissa e ordinata del punto, espresso in [cm] |

| Sp | n° | X | Y | n° | X | Y | n° | X | Y | n° | X | Y |
|--------|----|--------|--------|----|--------|--------|----|-------|-------|----|--------|-------|
| [cm] | | [m] | [m] | | [m] | [m] | | [m] | [m] | | [m] | [m] |
| 94.00 | 1 | -12.50 | -12.50 | 2 | 12.50 | -12.50 | 3 | 12.50 | 12.50 | 4 | -12.50 | 12.50 |
| 181.00 | 1 | -1.01 | -10.23 | 2 | 1.01 | -10.23 | 3 | 2.98 | -9.84 | 4 | 4.85 | -9.07 |
| | 5 | 6.52 | -7.95 | 6 | 7.95 | -6.52 | 7 | 9.07 | -4.85 | 8 | 9.84 | -2.98 |
| | 9 | 10.23 | -1.01 | 10 | 10.23 | 1.01 | 11 | 9.84 | 2.98 | 12 | 9.07 | 4.85 |
| | 13 | 7.95 | 6.52 | 14 | 6.52 | 7.95 | 15 | 4.85 | 9.07 | 16 | 2.98 | 9.84 |
| | 17 | 1.01 | 10.23 | 18 | -1.01 | 10.23 | 19 | -2.98 | 9.84 | 20 | -4.85 | 9.07 |
| | 21 | -6.52 | 7.95 | 22 | -7.95 | 6.52 | 23 | -9.07 | 4.85 | 24 | -9.84 | 2.98 |
| | 25 | -10.23 | 1.01 | 26 | -10.23 | -1.01 | 27 | -9.84 | -2.98 | 28 | -9.07 | -4.85 |
| | 29 | -7.95 | -6.52 | 30 | -6.52 | -7.95 | 31 | -4.85 | -9.07 | 32 | -2.98 | -9.84 |
| 269.00 | 1 | -0.79 | -8.00 | 2 | 0.79 | -8.00 | 3 | 2.33 | -7.69 | 4 | 3.79 | -7.09 |
| | 5 | 5.10 | -6.21 | 6 | 6.21 | -5.10 | 7 | 7.09 | -3.79 | 8 | 7.69 | -2.33 |
| | 9 | 8.00 | -0.79 | 10 | 8.00 | 0.79 | 11 | 7.69 | 2.33 | 12 | 7.09 | 3.79 |
| | 13 | 6.21 | 5.10 | 14 | 5.10 | 6.21 | 15 | 3.79 | 7.09 | 16 | 2.33 | 7.69 |
| | 17 | 0.79 | 8.00 | 18 | -0.79 | 8.00 | 19 | -2.33 | 7.69 | 20 | -3.79 | 7.09 |
| | 21 | -5.10 | 6.21 | 22 | -6.21 | 5.10 | 23 | -7.09 | 3.79 | 24 | -7.69 | 2.33 |
| | 25 | -8.00 | 0.79 | 26 | -8.00 | -0.79 | 27 | -7.69 | -2.33 | 28 | -7.09 | -3.79 |
| | 29 | -6.21 | -5.10 | 30 | -5.10 | -6.21 | 31 | -3.79 | -7.09 | 32 | -2.33 | -7.69 |
| 356.00 | 1 | -0.57 | -5.77 | 2 | 0.57 | -5.77 | 3 | 1.68 | -5.55 | 4 | 2.73 | -5.11 |
| | 5 | 3.68 | -4.48 | 6 | 4.48 | -3.68 | 7 | 5.11 | -2.73 | 8 | 5.55 | -1.68 |
| | 9 | 5.77 | -0.57 | 10 | 5.77 | 0.57 | 11 | 5.55 | 1.68 | 12 | 5.11 | 2.73 |
| | 13 | 4.48 | 3.68 | 14 | 3.68 | 4.48 | 15 | 2.73 | 5.11 | 16 | 1.68 | 5.55 |
| | 17 | 0.57 | 5.77 | 18 | -0.57 | 5.77 | 19 | -1.68 | 5.55 | 20 | -2.73 | 5.11 |
| | 21 | -3.68 | 4.48 | 22 | -4.48 | 3.68 | 23 | -5.11 | 2.73 | 24 | -5.55 | 1.68 |
| | 25 | -5.77 | 0.57 | 26 | -5.77 | -0.57 | 27 | -5.55 | -1.68 | 28 | -5.11 | -2.73 |
| | 29 | -4.48 | -3.68 | 30 | -3.68 | -4.48 | 31 | -2.73 | -5.11 | 32 | -1.68 | -5.55 |
| 420.00 | 1 | -0.35 | -3.54 | 2 | 0.35 | -3.54 | 3 | 1.03 | -3.40 | 4 | 1.68 | -3.14 |
| | 5 | 2.26 | -2.75 | 6 | 2.75 | -2.26 | 7 | 3.14 | -1.68 | 8 | 3.40 | -1.03 |
| | 9 | 3.54 | -0.35 | 10 | 3.54 | 0.35 | 11 | 3.40 | 1.03 | 12 | 3.14 | 1.68 |
| | 13 | 2.75 | 2.26 | 14 | 2.26 | 2.75 | 15 | 1.68 | 3.14 | 16 | 1.03 | 3.40 |
| | 17 | 0.35 | 3.54 | 18 | -0.35 | 3.54 | 19 | -1.03 | 3.40 | 20 | -1.68 | 3.14 |
| | 21 | -2.26 | 2.75 | 22 | -2.75 | 2.26 | 23 | -3.14 | 1.68 | 24 | -3.40 | 1.03 |
| | 25 | -3.54 | 0.35 | 26 | -3.54 | -0.35 | 27 | -3.40 | -1.03 | 28 | -3.14 | -1.68 |
| | 29 | -2.75 | -2.26 | 30 | -2.26 | -2.75 | 31 | -1.68 | -3.14 | 32 | -1.03 | -3.40 |

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE



Gli spessori assegnati nella modellazione sono desunti dalla seguente sezione



RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE

Descrizione terreni

Caratteristiche fisico meccaniche

Simbologia adottata

| | |
|------------------|---|
| Descrizione | Descrizione terreno |
| g | Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc] |
| g _{sat} | Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc] |
| f | Angolo di attrito interno del terreno espresso in gradi |
| d | Angolo di attrito palo-terreno espresso in gradi |
| c | Coesione del terreno espressa in [N/mm ²] |
| ca | Adesione del terreno espressa in [N/mm ²] |
| t | Tensione tangenziale, per calcolo portanza micropali con il metodo di Bustamante-Doix, espressa in [N/mm ²] |
| a | Coeff. di espansione laterale |

| Descrizione | g [kN/mc] | g _{sat} [kN/mc] | f [°] | d [°] | c [N/mm ²] | ca [N/mm ²] |
|----------------------|--------------|-----------------------------|----------|----------|---------------------------|----------------------------|
| PIROCLASTITI SALDATE | 23.000 | 24.000 | 36.00 | 24.00 | 0.0000 | 0.0000 |

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 |

| N | Z1 [m] | Z2 [m] | Z3 [m] | Terreno |
|---|-----------|-----------|-----------|----------------------|
| 1 | -2.0 | -2.0 | -2.0 | PIROCLASTITI SALDATE |

Falda

Falda non presente

Costante di Winkler

| Direzione | Simbolo | Kw [Kg/cm ² /cm] |
|-------------|---------|--|
| Verticale | Kwv | 5.030 |
| Orizzontale | Kwo | Calcolata dal programma (Kwo=Kwv*tan(f)) |

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. |

Normativa - Coefficienti di sicurezza

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

| CARICHI | EFFETTO | Coefficiente parziale | (A1) - STR |
|----------------------------|-------------|-----------------------|------------|
| Permanenti | Favorevole | g _{G1.fav} | 1.00 |
| Permanenti | Sfavorevole | g _{G1.sfav} | 1.30 |
| Permanenti non strutturali | Favorevole | g _{G2.fav} | 0.80 |
| Permanenti non strutturali | Sfavorevole | g _{G2.sfav} | 1.50 |
| Variabili | Favorevole | g _{Q1.fav} | 0.00 |
| Variabili | Sfavorevole | g _{Q1.sfav} | 1.50 |
| Variabili traffico | Favorevole | g _{Q.fav} | 0.00 |
| Variabili traffico | Sfavorevole | g _{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 f' _k | g _{f'} | 1.00 |
| Coesione efficace | c' _k | g _{c'} | 1.00 |
| Resistenza non drenata | c _{uk} | g _{cu} | 1.00 |

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

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE

Elenco combinazioni di calcolo

Numero combinazioni definite 7

Simbologia adottata

CP Coefficiente di partecipazione della condizione

Combinazione n° 1 - - STR - A1-M1-R3

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

Combinazione n° 2 - - STR - A1-M1-R3

| Condizione | CP |
|----------------|------|
| Peso proprio | 1.30 |
| Ribaltante NTC | 1.00 |

Combinazione n° 3 - - STR - A1-M1-R3

| Condizione | CP |
|---------------------|------|
| Peso proprio | 1.30 |
| Massima pressione Z | 1.00 |

Combinazione n° 4 - - SLE Quasi permanente

| Condizione | CP |
|--------------|------|
| Peso proprio | 1.00 |
| SLE | 1.00 |

Combinazione n° 5 - - STR - A1-M1-R3

| Condizione | CP |
|--------------|------|
| Peso proprio | 1.30 |
| Carico medio | 1.00 |

Combinazione n° 6 - - STR - A1-M1-R3

| Condizione | CP |
|--------------|------|
| Peso proprio | 1.30 |
| R=7 | 1.00 |

Combinazione n° 7 - - STR - A1-M1-R3

| Condizione | CP |
|----------------|------|
| Peso proprio | 1.00 |
| Ribaltante NTC | 1.00 |

Impostazioni di analisi

Portanza fondazione superficiale

Metodo calcolo portanza: Hansen

Criterio di media calcolo strato equivalente: Ponderata

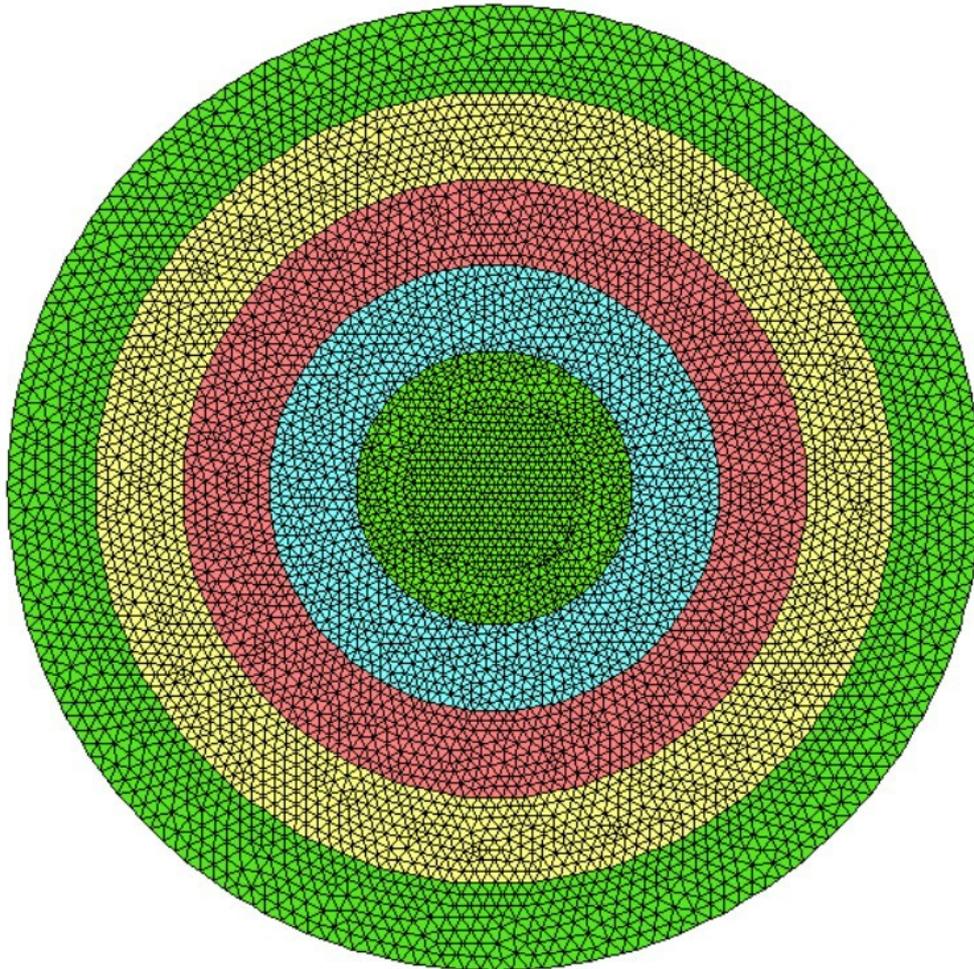
Riduzione portanza per effetto eccentricità: Meyerhof

Fattore di rigidità della sovrastruttura 0.00

Modello

Caratteristiche Mesh

Numero elementi 11256
Numero nodi 5725
Tipo di mesh utilizzata: triangolare non strutturata, con deformabilità tagliante, con nodi in corrispondenza dei carichi concentrati



Risultati iniluppo

Spostamenti

Piastra

Spostamenti massimi e minimi della piastra

Simbologia adottata

| | |
|----|---|
| Ic | Indice della combinazione |
| w | Spostamento verticale, espresso in [cm] |
| u | Spostamento direzione X, espresso in [cm] |
| v | Spostamento direzione Y, espresso in [cm] |
| fx | Rotazione intorno all'asse X, espressa in [°] |
| fy | Rotazione intorno all'asse Y, espressa in [°] |
| p | Pressione sul terreno (solo per calcolo fondazione), espressa in [N/mm ²] |
| kw | Costante di Winkler (solo per calcolo fondazione), espressa in [kg/cm ² /cm]. Il valore viene stampato solo se si è utilizzato il modello di interazione |

Tra parentesi l'indice del nodo in cui si sono misurati i valori massimi e minimi

| In | X [m] | Y [m] | | Valore | UM | Cmb | |
|------|----------|----------|----|-----------|----------------------|-----|-----|
| 2949 | 0.04 | -10.81 | w | 0.468825 | [cm] | 7 | MAX |
| 4130 | 0.00 | 12.50 | | -0.687526 | | 7 | MIN |
| 4130 | 0.00 | 12.50 | ux | 0.007852 | [cm] | 6 | MAX |
| 3007 | 0.00 | -12.50 | | -0.007852 | | 6 | MIN |
| 5718 | -12.50 | 0.00 | uy | 0.017901 | [cm] | 2 | MAX |
| 180 | 12.50 | 0.00 | | -0.004781 | | 6 | MIN |
| 5110 | -9.06 | -7.11 | fx | 0.000195 | [°] | 2 | MAX |
| 554 | 8.96 | -7.19 | | -0.000195 | | 2 | MIN |
| 2548 | 0.06 | 0.89 | fy | 0.000663 | [°] | 7 | MAX |
| 3018 | -0.17 | -12.15 | | -0.000124 | | 3 | MIN |
| 2949 | 0.04 | -10.81 | p | 0.2312632 | [N/mm ²] | 7 | MAX |
| 2064 | 3.99 | 5.97 | | 0.0000096 | | 1 | MIN |

Sollecitazioni

Piastra

Sollecitazioni massime e minime piastra

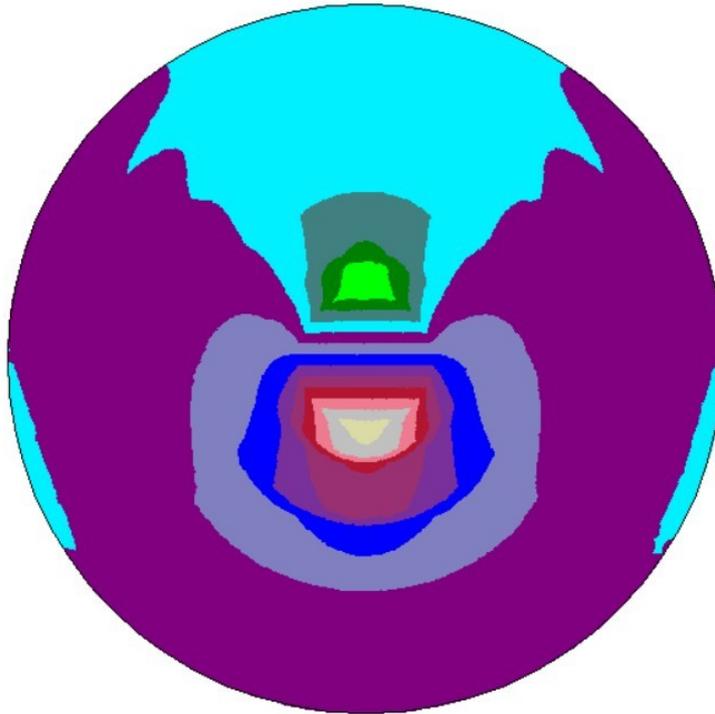
Simbologia adottata

| | |
|-----|--|
| 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 [N/mm ²] |
| Ny | Tensione normale Y espressa in [N/mm ²] |
| Nxy | Tensione tangenziale XY espressa in [N/mm ²] |

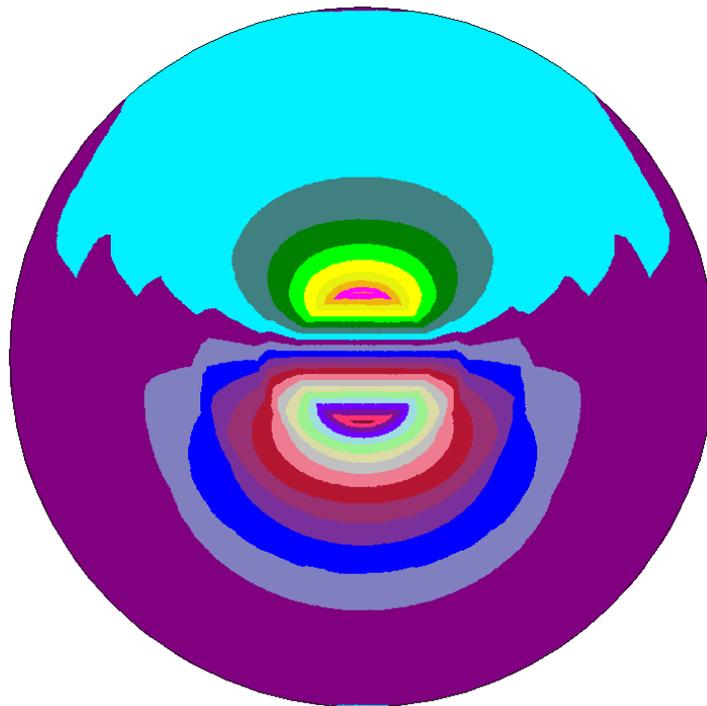
| In | X [m] | Y [m] | | Valore | UM | Cmb | |
|------|----------|----------|-----|------------|----------------------|-----|-----|
| 2325 | 0.00 | -2.33 | Mx | 9357.2110 | [kNm] | 2 | MAX |
| 2767 | 0.00 | 2.33 | | -5372.0388 | | 7 | MIN |
| 2325 | 0.00 | -2.33 | My | 17362.5248 | [kNm] | 7 | MAX |
| 2767 | 0.00 | 2.33 | | -9115.5751 | | 2 | MIN |
| 1381 | 2.80 | 0.06 | Mxy | 3297.9343 | [kNm] | 2 | MAX |
| 3724 | -2.80 | -0.06 | | -3288.0055 | | 2 | MIN |
| 2817 | -0.13 | 2.11 | Tx | 7035.8767 | [kN] | 7 | MAX |
| 3157 | -1.74 | -1.74 | | -6457.2656 | | 2 | MIN |
| 2817 | -0.13 | 2.11 | Ty | 7035.8767 | [kN] | 7 | MAX |
| 2361 | -0.10 | -2.54 | | -6472.0081 | | 7 | MIN |
| 3157 | -1.74 | -1.74 | Nx | 0.057 | [N/mm ²] | 6 | MAX |
| 3395 | -1.58 | 1.92 | | -0.054 | | 6 | MIN |
| 3395 | -1.58 | 1.92 | Ny | 0.069 | [N/mm ²] | 2 | MAX |
| 3157 | -1.74 | -1.74 | | -0.071 | | 2 | MIN |
| 2708 | 0.10 | 2.54 | Nxy | 0.051 | [N/mm ²] | 6 | MAX |
| 3642 | -2.54 | 0.10 | | -0.064 | | 2 | MIN |

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE

Momenti M_x

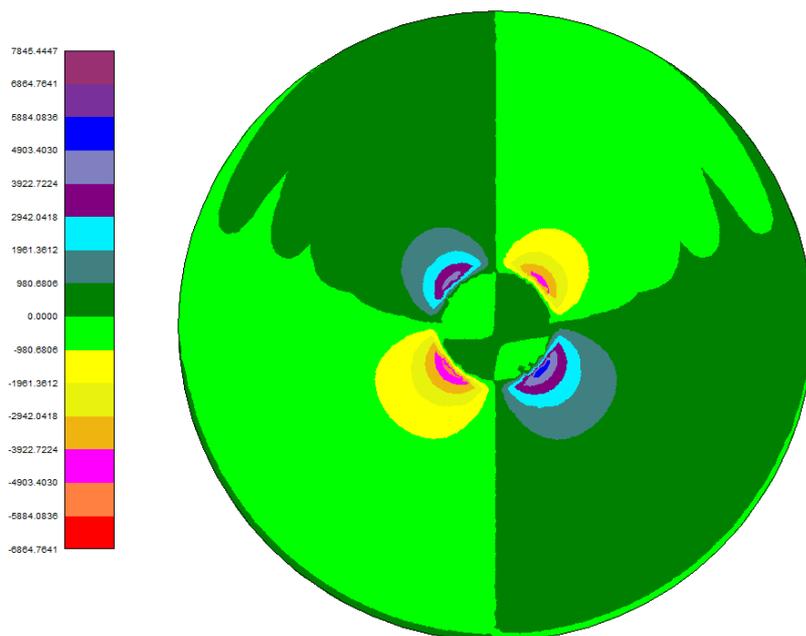


Momenti M_y

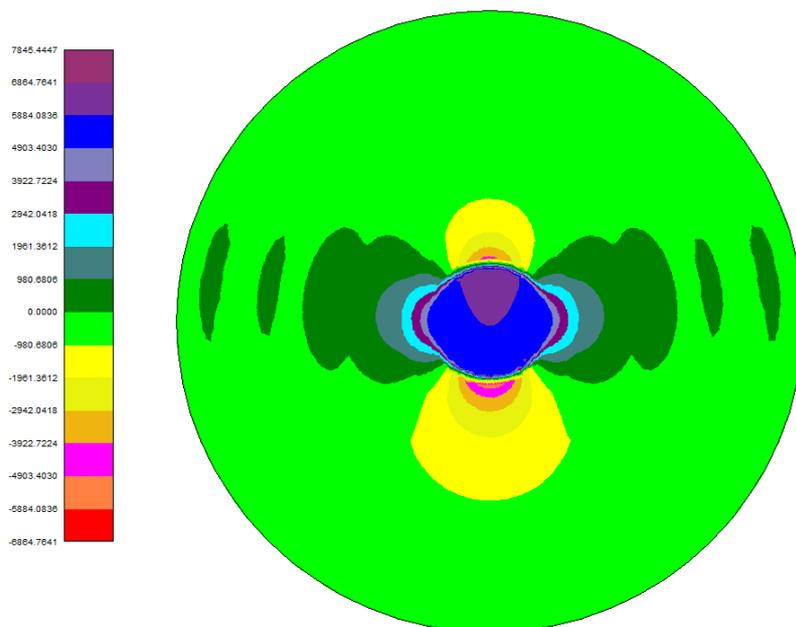


RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE

Taglio T_x



Taglio T_y



RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE

Verifica al ribaltamento (SLU EQU)

$$M_{\text{rib}} = 232567 \text{ kNm}$$

$$M_{\text{stab}} = 1037 \text{ m}^3 \cdot 25 \text{ kN/m}^3 \cdot 12.5\text{m} \cdot 0.9 + 6725 \text{ kN} \cdot 12.5\text{m} \cdot 0.9 = 467313 \text{ kNm}$$

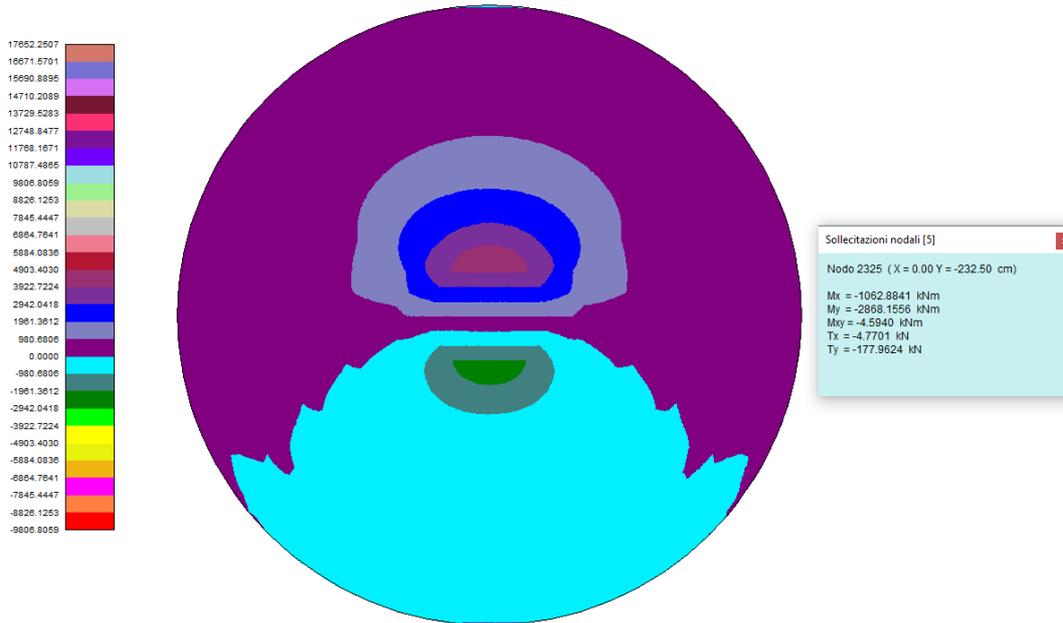
In cui il momento stabilizzante è dato dal peso totale della fondazione, moltiplicato per il coefficiente 0.9 e per il braccio di leva 12.5m, ed il valore dell'azione verticale della combinazione ribaltante *non fattorizzata*, mentre il momento ribaltante è dato dal momento ribaltante *fattorizzato*

$$M_{\text{stab}} / M_{\text{rib}} = 1.579$$

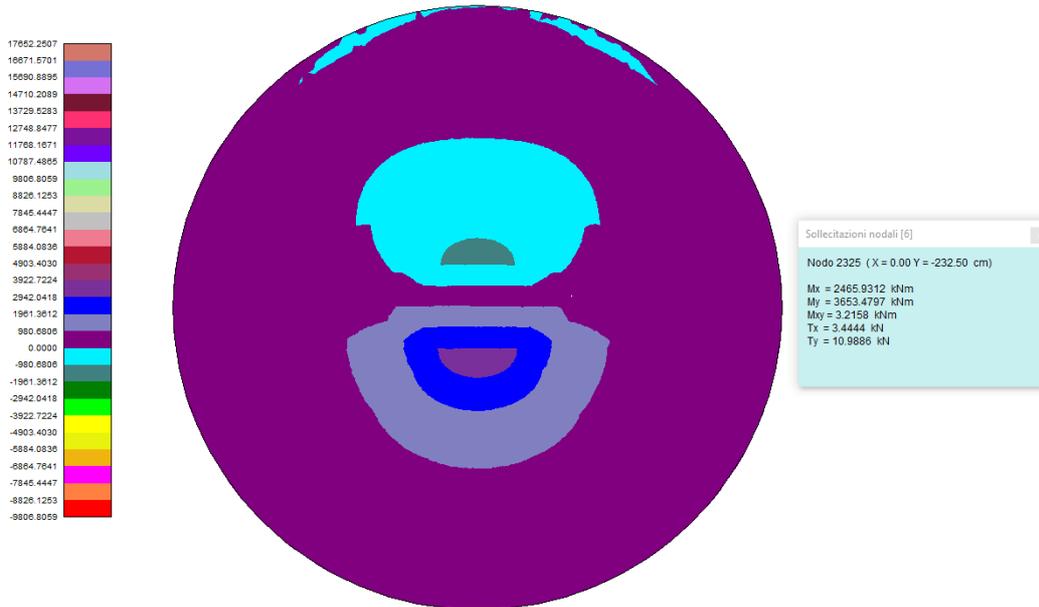
Verifica soddisfatta

Verifica delle escursioni tensionali

Sollecitazioni da carico medio, punto di coordinate (0;-232.5)

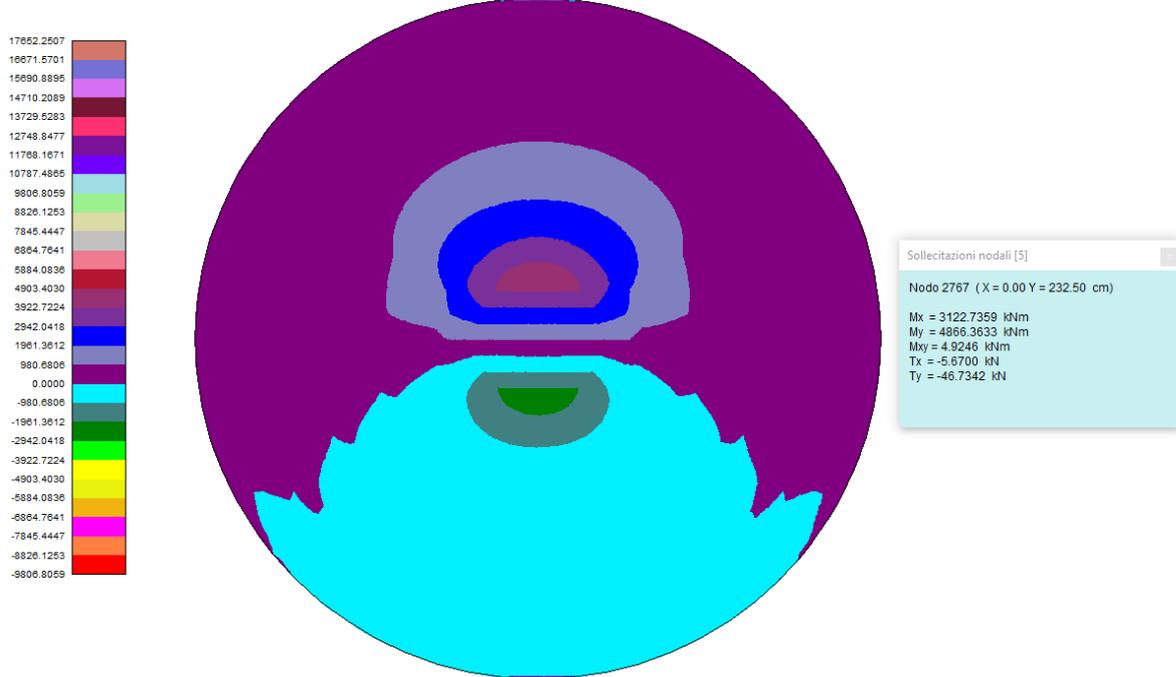


Sollecitazioni per range m=7, punto di coordinate (0;-232.5)

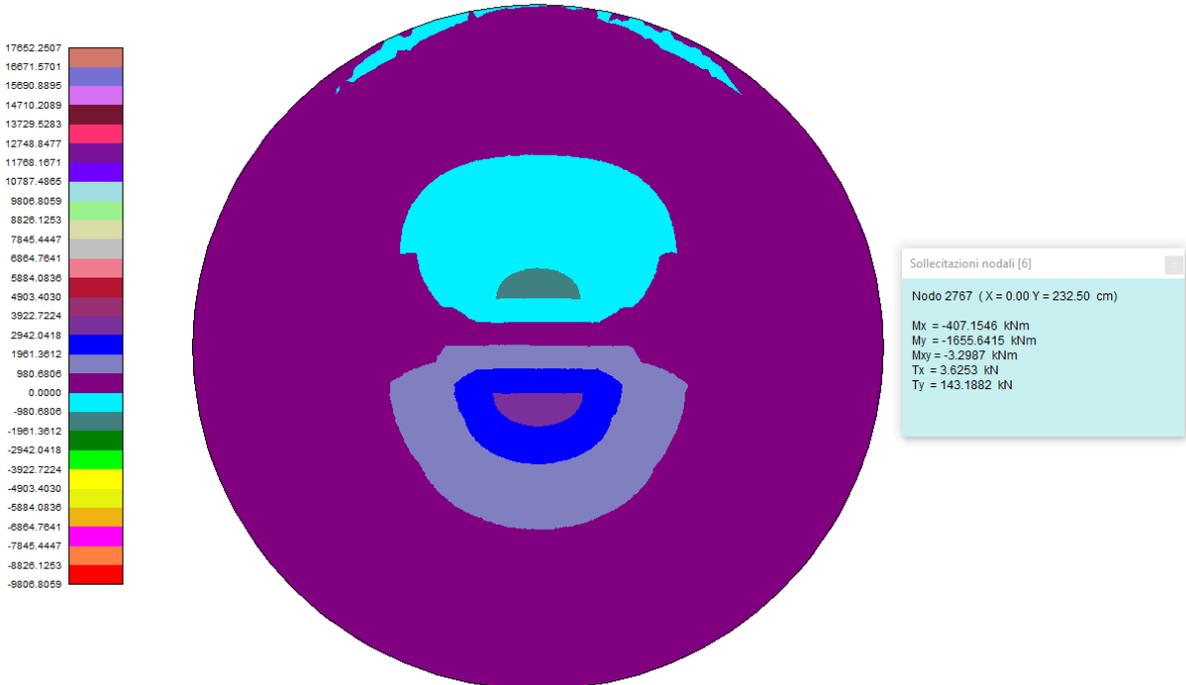


RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE

Sollecitazioni da carico medio, punto di coordinate (0;+232.5)



Sollecitazioni per range m=7, punto di coordinate (0;+232.5)



10.0 Risultati fondazione di tipo 3

Si riportano ora i risultati per la fondazione di tipo 3. La fondazione di tipo 3 è una variazione della tipologia 2: nello specifico, la differenza consiste nella presenza di 12 pali aventi $D=100$ cm e lunghezza $L=20$ m, mentre la geometria della platea rimane invariata.

Dati generali della fondazione:

Diametro: 25 m

Altezza al bordo: 0.5 m

Altezza massima del colletto: 4.25 m

Spessore colletto: 0.25 m

Diametro colletto: 7.1 m

Volume della fondazione: Vedi §8.0 : 1037m^3 (+ 188.496m^3 di pali)

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE RINNOVABILE - POTENZA DI PICCO 124 MW_{pA} REALIZZARSI IN LOCALITA' "SA COSTA"

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE

Dati

Materiali

Simbologia adottata

| | |
|------------------|--|
| n° | Indice materiale |
| Descrizione | Descrizione materiale |
| TC | Tipo calcestruzzo |
| Rck | Resistenza cubica caratteristica, espresso in [N/mm ²] |
| g _{cls} | Peso specifico calcestruzzo, espresso in [kN/mc] |
| E | Modulo elastico calcestruzzo, espresso in [N/mm ²] |
| n | Coeff. di Poisson |
| n | Coeff. di omogeneizzazione |
| TA | Tipo acciaio |

| n° | Descrizione | TC | Rck [N/mm ²] | g _{cls} [kN/mc] | E [N/mm ²] | n | n | TA |
|----|-------------|--------|-----------------------------|-----------------------------|---------------------------|-------|-------|-------|
| 1 | C50/60 | C50/60 | 60.000 | 24.52 | 37239.106 | 0.200 | 15.00 | B450C |
| 2 | C25/30 | C25/30 | 30.000 | 24.52 | 31447.048 | 0.200 | 15.00 | B450C |

Geometria

Coordinate contorno esterno

| n° | X [m] | Y [m] |
|----|----------|----------|----|----------|----------|----|----------|----------|----|----------|----------|
| 1 | 12.50 | 0.00 | 2 | 12.44 | 1.23 | 3 | 12.26 | 2.44 | 4 | 11.96 | 3.63 |
| 5 | 11.55 | 4.78 | 6 | 11.02 | 5.89 | 7 | 10.39 | 6.94 | 8 | 9.66 | 7.93 |
| 9 | 8.84 | 8.84 | 10 | 7.93 | 9.66 | 11 | 6.94 | 10.39 | 12 | 5.89 | 11.02 |
| 13 | 4.78 | 11.55 | 14 | 3.63 | 11.96 | 15 | 2.44 | 12.26 | 16 | 1.23 | 12.44 |
| 17 | 0.00 | 12.50 | 18 | -1.23 | 12.44 | 19 | -2.44 | 12.26 | 20 | -3.63 | 11.96 |
| 21 | -4.78 | 11.55 | 22 | -5.89 | 11.02 | 23 | -6.94 | 10.39 | 24 | -7.93 | 9.66 |
| 25 | -8.84 | 8.84 | 26 | -9.66 | 7.93 | 27 | -10.39 | 6.94 | 28 | -11.02 | 5.89 |
| 29 | -11.55 | 4.78 | 30 | -11.96 | 3.63 | 31 | -12.26 | 2.44 | 32 | -12.44 | 1.23 |
| 33 | -12.50 | 0.00 | 34 | -12.44 | -1.23 | 35 | -12.26 | -2.44 | 36 | -11.96 | -3.63 |
| 37 | -11.55 | -4.78 | 38 | -11.02 | -5.89 | 39 | -10.39 | -6.94 | 40 | -9.66 | -7.93 |
| 41 | -8.84 | -8.84 | 42 | -7.93 | -9.66 | 43 | -6.94 | -10.39 | 44 | -5.89 | -11.02 |
| 45 | -4.78 | -11.55 | 46 | -3.63 | -11.96 | 47 | -2.44 | -12.26 | 48 | -1.23 | -12.44 |
| 49 | 0.00 | -12.50 | 50 | 1.23 | -12.44 | 51 | 2.44 | -12.26 | 52 | 3.63 | -11.96 |
| 53 | 4.78 | -11.55 | 54 | 5.89 | -11.02 | 55 | 6.94 | -10.39 | 56 | 7.93 | -9.66 |
| 57 | 8.84 | -8.84 | 58 | 9.66 | -7.93 | 59 | 10.39 | -6.94 | 60 | 11.02 | -5.89 |
| 61 | 11.55 | -4.78 | 62 | 11.96 | -3.63 | 63 | 12.26 | -2.44 | 64 | 12.44 | -1.23 |

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] |
|------------|----|----------|----------|----|----------|----------|----|----------|----------|----|----------|----------|
| 94.00 | 1 | -12.50 | -12.50 | 2 | 12.50 | -12.50 | 3 | 12.50 | 12.50 | 4 | -12.50 | 12.50 |
| 181.00 | 1 | -1.01 | -10.23 | 2 | 1.01 | -10.23 | 3 | 2.98 | -9.84 | 4 | 4.85 | -9.07 |
| | 5 | 6.52 | -7.95 | 6 | 7.95 | -6.52 | 7 | 9.07 | -4.85 | 8 | 9.84 | -2.98 |
| | 9 | 10.23 | -1.01 | 10 | 10.23 | 1.01 | 11 | 9.84 | 2.98 | 12 | 9.07 | 4.85 |
| | 13 | 7.95 | 6.52 | 14 | 6.52 | 7.95 | 15 | 4.85 | 9.07 | 16 | 2.98 | 9.84 |
| | 17 | 1.01 | 10.23 | 18 | -1.01 | 10.23 | 19 | -2.98 | 9.84 | 20 | -4.85 | 9.07 |
| | 21 | -6.52 | 7.95 | 22 | -7.95 | 6.52 | 23 | -9.07 | 4.85 | 24 | -9.84 | 2.98 |
| | 25 | -10.23 | 1.01 | 26 | -10.23 | -1.01 | 27 | -9.84 | -2.98 | 28 | -9.07 | -4.85 |
| | 29 | -7.95 | -6.52 | 30 | -6.52 | -7.95 | 31 | -4.85 | -9.07 | 32 | -2.98 | -9.84 |
| 269.00 | 1 | -0.79 | -8.00 | 2 | 0.79 | -8.00 | 3 | 2.33 | -7.69 | 4 | 3.79 | -7.09 |
| | 5 | 5.10 | -6.21 | 6 | 6.21 | -5.10 | 7 | 7.09 | -3.79 | 8 | 7.69 | -2.33 |
| | 9 | 8.00 | -0.79 | 10 | 8.00 | 0.79 | 11 | 7.69 | 2.33 | 12 | 7.09 | 3.79 |
| | 13 | 6.21 | 5.10 | 14 | 5.10 | 6.21 | 15 | 3.79 | 7.09 | 16 | 2.33 | 7.69 |
| | 17 | 0.79 | 8.00 | 18 | -0.79 | 8.00 | 19 | -2.33 | 7.69 | 20 | -3.79 | 7.09 |
| | 21 | -5.10 | 6.21 | 22 | -6.21 | 5.10 | 23 | -7.09 | 3.79 | 24 | -7.69 | 2.33 |
| | 25 | -8.00 | 0.79 | 26 | -8.00 | -0.79 | 27 | -7.69 | -2.33 | 28 | -7.09 | -3.79 |
| | 29 | -6.21 | -5.10 | 30 | -5.10 | -6.21 | 31 | -3.79 | -7.09 | 32 | -2.33 | -7.69 |
| 356.00 | 1 | -0.57 | -5.77 | 2 | 0.57 | -5.77 | 3 | 1.68 | -5.55 | 4 | 2.73 | -5.11 |
| | 5 | 3.68 | -4.48 | 6 | 4.48 | -3.68 | 7 | 5.11 | -2.73 | 8 | 5.55 | -1.68 |
| | 9 | 5.77 | -0.57 | 10 | 5.77 | 0.57 | 11 | 5.55 | 1.68 | 12 | 5.11 | 2.73 |
| | 13 | 4.48 | 3.68 | 14 | 3.68 | 4.48 | 15 | 2.73 | 5.11 | 16 | 1.68 | 5.55 |
| | 17 | 0.57 | 5.77 | 18 | -0.57 | 5.77 | 19 | -1.68 | 5.55 | 20 | -2.73 | 5.11 |
| | 21 | -3.68 | 4.48 | 22 | -4.48 | 3.68 | 23 | -5.11 | 2.73 | 24 | -5.55 | 1.68 |
| | 25 | -5.77 | 0.57 | 26 | -5.77 | -0.57 | 27 | -5.55 | -1.68 | 28 | -5.11 | -2.73 |
| | 29 | -4.48 | -3.68 | 30 | -3.68 | -4.48 | 31 | -2.73 | -5.11 | 32 | -1.68 | -5.55 |
| 425.00 | 1 | -0.35 | -3.54 | 2 | 0.35 | -3.54 | 3 | 1.03 | -3.40 | 4 | 1.68 | -3.14 |
| | 5 | 2.26 | -2.75 | 6 | 2.75 | -2.26 | 7 | 3.14 | -1.68 | 8 | 3.40 | -1.03 |
| | 9 | 3.54 | -0.35 | 10 | 3.54 | 0.35 | 11 | 3.40 | 1.03 | 12 | 3.14 | 1.68 |
| | 13 | 2.75 | 2.26 | 14 | 2.26 | 2.75 | 15 | 1.68 | 3.14 | 16 | 1.03 | 3.40 |
| | 17 | 0.35 | 3.54 | 18 | -0.35 | 3.54 | 19 | -1.03 | 3.40 | 20 | -1.68 | 3.14 |
| | 21 | -2.26 | 2.75 | 22 | -2.75 | 2.26 | 23 | -3.14 | 1.68 | 24 | -3.40 | 1.03 |
| | 25 | -3.54 | 0.35 | 26 | -3.54 | -0.35 | 27 | -3.40 | -1.03 | 28 | -3.14 | -1.68 |
| | 29 | -2.75 | -2.26 | 30 | -2.26 | -2.75 | 31 | -1.68 | -3.14 | 32 | -1.03 | -3.40 |

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE

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 [N/mmq] |

| n° | Descrizione | Geometria | Armatura | Portanza | Vincolo | TC | Mat | Pt |
|----|-------------------------|------------------------|------------------------------|----------|----------|------------|-----|------------------|
| 1 | Pali trivellati in c.a. | Pali circolari in c.a. | Ferri longitudinali + staffe | Entrambe | Incastro | Trivellato | 2 | [N/mmq] 0.000 |

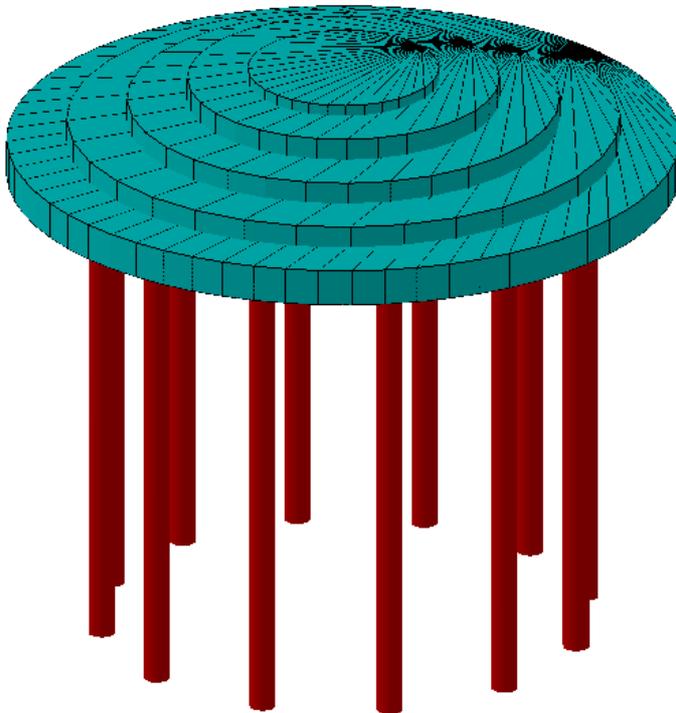
Caratteristiche pali

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 | 9.14 | 0.00 | 100.00 | 20.00 | 182 | 1 |
| 2 | 7.92 | 4.57 | 100.00 | 20.00 | 1105 | 1 |
| 3 | 4.57 | 7.92 | 100.00 | 20.00 | 2522 | 1 |
| 4 | 0.00 | 9.14 | 100.00 | 20.00 | 3876 | 1 |
| 5 | -4.57 | 7.92 | 100.00 | 20.00 | 4796 | 1 |
| 6 | -7.92 | 4.57 | 100.00 | 20.00 | 5388 | 1 |
| 7 | -9.14 | 0.00 | 100.00 | 20.00 | 5548 | 1 |
| 8 | -7.92 | -4.57 | 100.00 | 20.00 | 4966 | 1 |
| 9 | -4.57 | -7.92 | 100.00 | 20.00 | 4097 | 1 |
| 10 | 0.00 | -9.14 | 100.00 | 20.00 | 2850 | 1 |
| 11 | 4.57 | -7.92 | 100.00 | 20.00 | 1467 | 1 |
| 12 | 7.92 | -4.57 | 100.00 | 20.00 | 354 | 1 |

Si riporta di seguito il modello strutturale



Gli spessori assegnati nella modellazione sono desunti dalla sezione della tipologia 2, come precedentemente riportato

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE

Descrizione terreni

Caratteristiche fisico meccaniche

Simbologia adottata

| | |
|------------------|---|
| Descrizione | Descrizione terreno |
| g | Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc] |
| g _{sat} | Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc] |
| f | Angolo di attrito interno del terreno espresso in gradi |
| d | Angolo di attrito palo-terreno espresso in gradi |
| c | Coesione del terreno espressa in [N/mm ²] |
| ca | Adesione del terreno espressa in [N/mm ²] |
| t | Tensione tangenziale, per calcolo portanza micropali con il metodo di Bustamante-Doix, espressa in [N/mm ²] |
| a | Coeff. di espansione laterale |

| Descrizione | g [kN/mc] | g _{sat} [kN/mc] | Parametri | f [°] | d [°] | c [N/mm ²] | ca [N/mm ²] | t [N/mm ²] | a |
|---------------------------------|--------------|-----------------------------|----------------|----------|----------|---------------------------|----------------------------|---------------------------|------|
| PIROCLASTITI DEBOLMENTE SALDATE | 20.000 | 21.000 | Caratteristici | 36.00 | 24.00 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 1.00 |
| | | | Minimi | 36.00 | 24.00 | 0.0000 | 0.0000 | | |
| | | | Medi | 36.00 | 24.00 | 0.0000 | 0.0000 | | |

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] |
| a | Coeff. di sbulatura |

| N | Z1 [m] | Z2 [m] | Z3 [m] | Terreno | Ks | Kw [Kg/cm ² /cm] | a |
|---|-----------|-----------|-----------|---------------------------------|-------|--------------------------------|-------|
| 1 | -2.0 | -2.0 | -2.0 | PIROCLASTITI DEBOLMENTE SALDATE | 0.300 | 4.770 | 1.000 |

Falda

Falda non presente

Costante di Winkler

| Direzione | Simbolo | Kw [Kg/cm ² /cm] |
|-------------|---------|--|
| Verticale | Kwv | 4.770 |
| Orizzontale | Kwo | Calcolata dal programma (Kwo=Kwv*tan(f)) |

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. |

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE

Elenco combinazioni di calcolo

Numero combinazioni definite 7

Simbologia adottata

CP Coefficiente di partecipazione della condizione

Combinazione n° 1 - - STR - A1-M1-R3

| Condizione | CP |
|--------------|------|
| Peso proprio | 1.30 |
| Ribaltante I | 1.00 |

Combinazione n° 2 - - STR - A1-M1-R3

| Condizione | CP |
|----------------|------|
| Peso proprio | 1.30 |
| Ribaltante NTC | 1.00 |

Combinazione n° 3 - - STR - A1-M1-R3

| Condizione | CP |
|---------------------|------|
| Peso proprio | 1.30 |
| Massima pressione Z | 1.00 |

Combinazione n° 4 - - SLE Quasi permanente

| Condizione | CP |
|--------------|------|
| Peso proprio | 1.00 |
| SLE | 1.00 |

Combinazione n° 5 - - STR - A1-M1-R3

| Condizione | CP |
|--------------|------|
| Peso proprio | 1.30 |
| Carico medio | 1.00 |

Combinazione n° 6 - - STR - A1-M1-R3

| Condizione | CP |
|--------------|------|
| Peso proprio | 1.30 |
| R=7 | 1.00 |

Combinazione n° 7 - - STR - A1-M1-R3

| Condizione | CP |
|----------------|------|
| Peso proprio | 1.00 |
| Ribaltante NTC | 1.00 |

Impostazioni di analisi

Portanza fondazione superficiale

Metodo calcolo portanza: Hansen

Criterio di media calcolo strato equivalente: Ponderata

Riduzione portanza per effetto eccentricità: Meyerhof/Calcolo fondazioni mista Carichi verticali ed orizzontali

Con interazione significativa esegui verifiche come Fondazione mista

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]

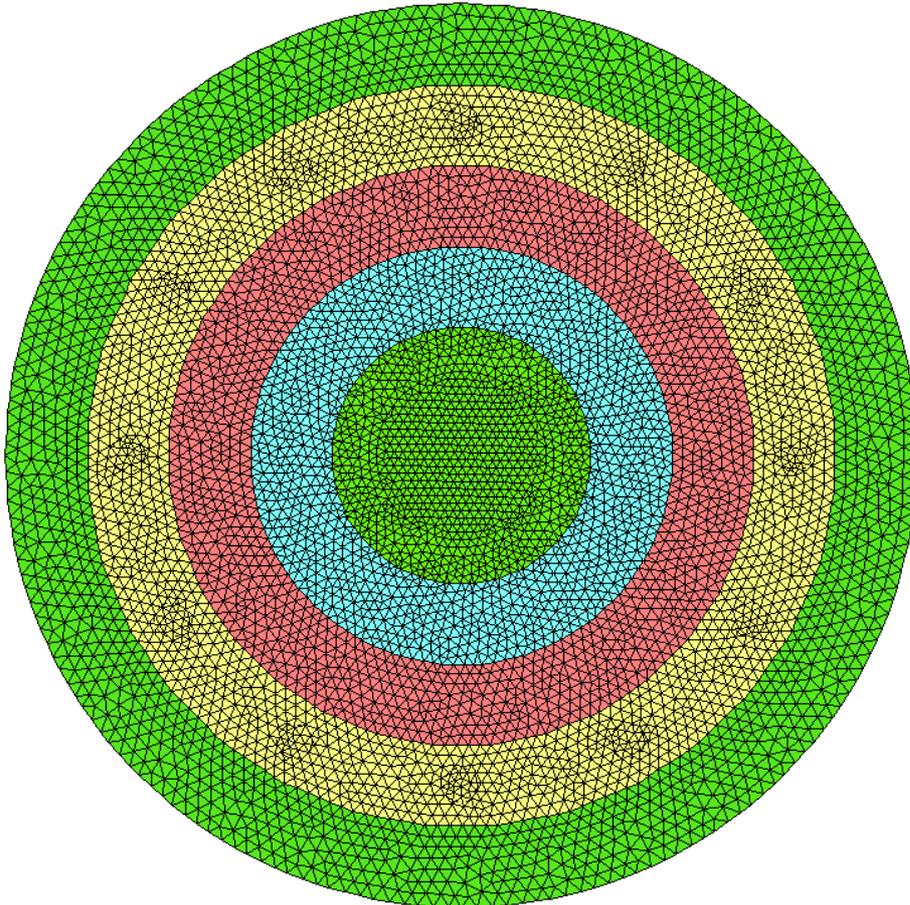
Spostamento limite punta 1.00 [cm]

Fattore di rigidezza della sovrastruttura 0.00

Modello

Caratteristiche Mesh

Numero elementi 11526
Numero nodi 5860
Tipo di mesh utilizzata: triangolare non strutturata, con deformabilità tagliante, con nodi in corrispondenza dei carichi concentrati



RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE

Risultati involuppo

Spostamenti

Piastra

Spostamenti massimi e minimi della piastra

Simbologia adottata

| | |
|----|---|
| Ic | Indice della combinazione |
| w | Spostamento verticale, espresso in [cm] |
| u | Spostamento direzione X, espresso in [cm] |
| v | Spostamento direzione Y, espresso in [cm] |
| fx | Rotazione intorno all'asse X, espressa in [°] |
| fy | Rotazione intorno all'asse Y, espressa in [°] |
| p | Pressione sul terreno (solo per calcolo fondazione), espressa in [N/mm ²] |
| kw | Costante di Winkler (solo per calcolo fondazione), espressa in [kg/cm ² /cm]. Il valore viene stampato solo se si è utilizzato il modello di interazione |

Tra parentesi l'indice del nodo in cui si sono misurati i valori massimi e minimi

| In | X [m] | Y [m] | | Valore | UM | Cmb | |
|------|----------|----------|----|-----------|----------------------|-----|-----|
| 2492 | -0.04 | -6.87 | w | 0.311333 | [cm] | 2 | MAX |
| 4258 | 0.00 | 12.50 | | -0.186420 | | 7 | MIN |
| 4258 | 0.00 | 12.50 | ux | 0.007427 | [cm] | 6 | MAX |
| 3054 | 0.00 | -12.50 | | -0.007427 | | 6 | MIN |
| 5848 | -12.50 | 0.00 | uy | 0.017000 | [cm] | 2 | MAX |
| 180 | 12.50 | 0.00 | | -0.004506 | | 6 | MIN |
| 5192 | -8.99 | -6.67 | fx | 0.000164 | [°] | 2 | MAX |
| 510 | 9.18 | -6.87 | | -0.000164 | | 2 | MIN |
| 2518 | 0.05 | 0.49 | fy | 0.000356 | [°] | 7 | MAX |
| 3066 | -0.17 | -12.15 | | -0.000122 | | 2 | MIN |
| 2492 | -0.04 | -6.87 | p | 0.1456369 | [N/mm ²] | 2 | MAX |
| 4779 | -4.92 | 7.27 | | 0.0000036 | | 1 | MIN |

Pali

Simbologia adottata

| | |
|----|---|
| In | Indice sezione |
| Y | ordinata palo espressa in [m] |
| Ur | spostamento limite espresso in [cm] |
| Pr | pressione limite espressa in [N/mm ²] |
| Ue | spostamento in esercizio espresso in [cm] |
| Pe | pressione in esercizio espressa in [N/mm ²] |

Palo n° 1

| n° | Y [m] | Ue [cm] | Ur [cm] | Pe [N/mm ²] | Pr [N/mm ²] |
|-----|----------|-------------|-------------|----------------------------|----------------------------|
| 1 | 0.00 | 0.0092 (2) | 0.2297 (1) | 0.0000 (0) | 0.0000 (0) |
| 11 | 2.00 | 0.0069 (2) | 0.1730 (1) | 0.0032 (2) | 0.0809 (1) |
| 21 | 4.00 | 0.0036 (2) | 0.0891 (1) | 0.0017 (2) | 0.0417 (1) |
| 31 | 6.00 | 0.0012 (2) | 0.0293 (1) | 0.0005 (2) | 0.0137 (1) |
| 41 | 8.00 | 0.0000 (2) | -0.0003 (1) | 0.0000 (2) | -0.0001 (1) |
| 51 | 10.00 | -0.0004 (2) | -0.0093 (1) | -0.0002 (2) | -0.0043 (1) |
| 61 | 12.00 | -0.0003 (2) | -0.0085 (1) | -0.0002 (2) | -0.0040 (1) |
| 71 | 14.00 | -0.0002 (2) | -0.0051 (1) | -0.0001 (2) | -0.0024 (1) |
| 81 | 16.00 | -0.0001 (2) | -0.0020 (1) | 0.0000 (2) | -0.0009 (1) |
| 91 | 18.00 | 0.0000 (2) | 0.0003 (1) | 0.0000 (2) | 0.0001 (1) |
| 101 | 20.00 | 0.0001 (2) | 0.0022 (1) | 0.0000 (2) | 0.0010 (1) |

Palo n° 2

| n° | Y [m] | Ue [cm] | Ur [cm] | Pe [N/mm ²] | Pr [N/mm ²] |
|-----|----------|-------------|-------------|----------------------------|----------------------------|
| 1 | 0.00 | 0.0100 (2) | 0.2297 (1) | 0.0000 (0) | 0.0000 (0) |
| 11 | 2.00 | 0.0075 (2) | 0.1730 (1) | 0.0035 (2) | 0.0809 (1) |
| 21 | 4.00 | 0.0039 (2) | 0.0891 (1) | 0.0018 (2) | 0.0417 (1) |
| 31 | 6.00 | 0.0013 (2) | 0.0293 (1) | 0.0006 (2) | 0.0137 (1) |
| 41 | 8.00 | 0.0000 (2) | -0.0003 (1) | 0.0000 (2) | -0.0001 (1) |
| 51 | 10.00 | -0.0004 (2) | -0.0093 (1) | -0.0002 (2) | -0.0043 (1) |
| 61 | 12.00 | -0.0004 (2) | -0.0085 (1) | -0.0002 (2) | -0.0040 (1) |
| 71 | 14.00 | -0.0002 (2) | -0.0051 (1) | -0.0001 (2) | -0.0024 (1) |
| 81 | 16.00 | -0.0001 (2) | -0.0020 (1) | 0.0000 (2) | -0.0009 (1) |
| 91 | 18.00 | 0.0000 (2) | 0.0003 (1) | 0.0000 (2) | 0.0001 (1) |
| 101 | 20.00 | 0.0001 (2) | 0.0022 (1) | 0.0000 (2) | 0.0010 (1) |

Palo n° 3

| n° | Y [m] | Ue [cm] | Ur [cm] | Pe [N/mm ²] | Pr [N/mm ²] |
|----|----------|-------------|-------------|----------------------------|----------------------------|
| 1 | 0.00 | 0.0117 (2) | 0.2297 (1) | 0.0000 (0) | 0.0000 (0) |
| 11 | 2.00 | 0.0088 (2) | 0.1730 (1) | 0.0041 (2) | 0.0809 (1) |
| 21 | 4.00 | 0.0045 (2) | 0.0891 (1) | 0.0021 (2) | 0.0417 (1) |
| 31 | 6.00 | 0.0015 (2) | 0.0293 (1) | 0.0007 (2) | 0.0137 (1) |
| 41 | 8.00 | 0.0000 (2) | -0.0003 (1) | 0.0000 (2) | -0.0001 (1) |
| 51 | 10.00 | -0.0005 (2) | -0.0093 (1) | -0.0002 (2) | -0.0043 (1) |

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE RINNOVABILE - POTENZA DI PICCO 124 MW_{pA} REALIZZARSI IN LOCALITA' "SA COSTA"

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE

| n° | Y [m] | Ue [cm] | Ur [cm] | Pe [N/mm ²] | Pr [N/mm ²] |
|-----|----------|-------------|-------------|----------------------------|----------------------------|
| 61 | 12.00 | -0.0004 (2) | -0.0085 (1) | -0.0002 (2) | -0.0040 (1) |
| 71 | 14.00 | -0.0003 (2) | -0.0051 (1) | -0.0001 (2) | -0.0024 (1) |
| 81 | 16.00 | -0.0001 (2) | -0.0020 (1) | 0.0000 (2) | -0.0009 (1) |
| 91 | 18.00 | 0.0000 (2) | 0.0003 (1) | 0.0000 (2) | 0.0001 (1) |
| 101 | 20.00 | 0.0001 (2) | 0.0022 (1) | 0.0001 (2) | 0.0010 (1) |

Palo n° 4

| n° | Y [m] | Ue [cm] | Ur [cm] | Pe [N/mm ²] | Pr [N/mm ²] |
|-----|----------|-------------|-------------|----------------------------|----------------------------|
| 1 | 0.00 | 0.0135 (2) | 0.2297 (1) | 0.0000 (0) | 0.0000 (0) |
| 11 | 2.00 | 0.0102 (2) | 0.1730 (1) | 0.0048 (2) | 0.0809 (1) |
| 21 | 4.00 | 0.0053 (2) | 0.0891 (1) | 0.0025 (2) | 0.0417 (1) |
| 31 | 6.00 | 0.0017 (2) | 0.0293 (1) | 0.0008 (2) | 0.0137 (1) |
| 41 | 8.00 | 0.0000 (2) | -0.0003 (1) | 0.0000 (2) | -0.0001 (1) |
| 51 | 10.00 | -0.0005 (2) | -0.0093 (1) | -0.0003 (2) | -0.0043 (1) |
| 61 | 12.00 | -0.0005 (2) | -0.0085 (1) | -0.0002 (2) | -0.0040 (1) |
| 71 | 14.00 | -0.0003 (2) | -0.0051 (1) | -0.0001 (2) | -0.0024 (1) |
| 81 | 16.00 | -0.0001 (2) | -0.0020 (1) | -0.0001 (2) | -0.0009 (1) |
| 91 | 18.00 | 0.0000 (2) | 0.0003 (1) | 0.0000 (2) | 0.0001 (1) |
| 101 | 20.00 | 0.0001 (2) | 0.0022 (1) | 0.0001 (2) | 0.0010 (1) |

Palo n° 5

| n° | Y [m] | Ue [cm] | Ur [cm] | Pe [N/mm ²] | Pr [N/mm ²] |
|-----|----------|-------------|-------------|----------------------------|----------------------------|
| 1 | 0.00 | 0.0149 (2) | 0.2297 (1) | 0.0000 (0) | 0.0000 (0) |
| 11 | 2.00 | 0.0113 (2) | 0.1730 (1) | 0.0053 (2) | 0.0809 (1) |
| 21 | 4.00 | 0.0058 (2) | 0.0891 (1) | 0.0027 (2) | 0.0417 (1) |
| 31 | 6.00 | 0.0019 (2) | 0.0293 (1) | 0.0009 (2) | 0.0137 (1) |
| 41 | 8.00 | 0.0000 (2) | -0.0003 (1) | 0.0000 (2) | -0.0001 (1) |
| 51 | 10.00 | -0.0006 (2) | -0.0093 (1) | -0.0003 (2) | -0.0043 (1) |
| 61 | 12.00 | -0.0006 (2) | -0.0085 (1) | -0.0003 (2) | -0.0040 (1) |
| 71 | 14.00 | -0.0003 (2) | -0.0051 (1) | -0.0002 (2) | -0.0024 (1) |
| 81 | 16.00 | -0.0001 (2) | -0.0020 (1) | -0.0001 (2) | -0.0009 (1) |
| 91 | 18.00 | 0.0000 (2) | 0.0003 (1) | 0.0000 (2) | 0.0001 (1) |
| 101 | 20.00 | 0.0001 (2) | 0.0022 (1) | 0.0001 (2) | 0.0010 (1) |

Palo n° 6

| n° | Y [m] | Ue [cm] | Ur [cm] | Pe [N/mm ²] | Pr [N/mm ²] |
|-----|----------|-------------|-------------|----------------------------|----------------------------|
| 1 | 0.00 | 0.0158 (2) | 0.2297 (1) | 0.0000 (0) | 0.0000 (0) |
| 11 | 2.00 | 0.0119 (2) | 0.1730 (1) | 0.0056 (2) | 0.0809 (1) |
| 21 | 4.00 | 0.0061 (2) | 0.0891 (1) | 0.0029 (2) | 0.0417 (1) |
| 31 | 6.00 | 0.0020 (2) | 0.0293 (1) | 0.0009 (2) | 0.0137 (1) |
| 41 | 8.00 | 0.0000 (2) | -0.0003 (1) | 0.0000 (2) | -0.0001 (1) |
| 51 | 10.00 | -0.0006 (2) | -0.0093 (1) | -0.0003 (2) | -0.0043 (1) |
| 61 | 12.00 | -0.0006 (2) | -0.0085 (1) | -0.0003 (2) | -0.0040 (1) |
| 71 | 14.00 | -0.0003 (2) | -0.0051 (1) | -0.0002 (2) | -0.0024 (1) |
| 81 | 16.00 | -0.0001 (2) | -0.0020 (1) | -0.0001 (2) | -0.0009 (1) |
| 91 | 18.00 | 0.0000 (2) | 0.0003 (1) | 0.0000 (2) | 0.0001 (1) |
| 101 | 20.00 | 0.0002 (2) | 0.0022 (1) | 0.0001 (2) | 0.0010 (1) |

Palo n° 7

| n° | Y [m] | Ue [cm] | Ur [cm] | Pe [N/mm ²] | Pr [N/mm ²] |
|-----|----------|-------------|-------------|----------------------------|----------------------------|
| 1 | 0.00 | 0.0160 (2) | 0.2297 (1) | 0.0000 (0) | 0.0000 (0) |
| 11 | 2.00 | 0.0121 (2) | 0.1730 (1) | 0.0057 (2) | 0.0809 (1) |
| 21 | 4.00 | 0.0062 (2) | 0.0891 (1) | 0.0029 (2) | 0.0417 (1) |
| 31 | 6.00 | 0.0020 (2) | 0.0293 (1) | 0.0010 (2) | 0.0137 (1) |
| 41 | 8.00 | 0.0000 (2) | -0.0003 (1) | 0.0000 (2) | -0.0001 (1) |
| 51 | 10.00 | -0.0006 (2) | -0.0093 (1) | -0.0003 (2) | -0.0043 (1) |
| 61 | 12.00 | -0.0006 (2) | -0.0085 (1) | -0.0003 (2) | -0.0040 (1) |
| 71 | 14.00 | -0.0004 (2) | -0.0051 (1) | -0.0002 (2) | -0.0024 (1) |
| 81 | 16.00 | -0.0001 (2) | -0.0020 (1) | -0.0001 (2) | -0.0009 (1) |
| 91 | 18.00 | 0.0000 (2) | 0.0003 (1) | 0.0000 (2) | 0.0001 (1) |
| 101 | 20.00 | 0.0002 (2) | 0.0022 (1) | 0.0001 (2) | 0.0010 (1) |

Palo n° 8

| n° | Y [m] | Ue [cm] | Ur [cm] | Pe [N/mm ²] | Pr [N/mm ²] |
|-----|----------|-------------|-------------|----------------------------|----------------------------|
| 1 | 0.00 | 0.0158 (2) | 0.2297 (1) | 0.0000 (0) | 0.0000 (0) |
| 11 | 2.00 | 0.0119 (2) | 0.1730 (1) | 0.0056 (2) | 0.0809 (1) |
| 21 | 4.00 | 0.0061 (2) | 0.0891 (1) | 0.0029 (2) | 0.0417 (1) |
| 31 | 6.00 | 0.0020 (2) | 0.0293 (1) | 0.0009 (2) | 0.0137 (1) |
| 41 | 8.00 | 0.0000 (2) | -0.0003 (1) | 0.0000 (2) | -0.0001 (1) |
| 51 | 10.00 | -0.0006 (2) | -0.0093 (1) | -0.0003 (2) | -0.0043 (1) |
| 61 | 12.00 | -0.0006 (2) | -0.0085 (1) | -0.0003 (2) | -0.0040 (1) |
| 71 | 14.00 | -0.0003 (2) | -0.0051 (1) | -0.0002 (2) | -0.0024 (1) |
| 81 | 16.00 | -0.0001 (2) | -0.0020 (1) | -0.0001 (2) | -0.0009 (1) |
| 91 | 18.00 | 0.0000 (2) | 0.0003 (1) | 0.0000 (2) | 0.0001 (1) |
| 101 | 20.00 | 0.0002 (2) | 0.0022 (1) | 0.0001 (2) | 0.0010 (1) |

Palo n° 9

| n° | Y [m] | Ue [cm] | Ur [cm] | Pe [N/mm ²] | Pr [N/mm ²] |
|----|----------|------------|------------|----------------------------|----------------------------|
| 1 | 0.00 | 0.0149 (2) | 0.2297 (1) | 0.0000 (0) | 0.0000 (0) |

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE RINNOVABILE - POTENZA DI PICCO 124 MW_{pA} REALIZZARSI IN LOCALITA' "SA COSTA"

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE

| n° | Y [m] | Ue [cm] | Ur [cm] | Pe [N/mm ²] | Pr [N/mm ²] |
|-----|----------|-------------|-------------|----------------------------|----------------------------|
| 11 | 2.00 | 0.0113 (2) | 0.1730 (1) | 0.0053 (2) | 0.0809 (1) |
| 21 | 4.00 | 0.0058 (2) | 0.0891 (1) | 0.0027 (2) | 0.0417 (1) |
| 31 | 6.00 | 0.0019 (2) | 0.0293 (1) | 0.0009 (2) | 0.0137 (1) |
| 41 | 8.00 | 0.0000 (2) | -0.0003 (1) | 0.0000 (2) | -0.0001 (1) |
| 51 | 10.00 | -0.0006 (2) | -0.0093 (1) | -0.0003 (2) | -0.0043 (1) |
| 61 | 12.00 | -0.0006 (2) | -0.0085 (1) | -0.0003 (2) | -0.0040 (1) |
| 71 | 14.00 | -0.0003 (2) | -0.0051 (1) | -0.0002 (2) | -0.0024 (1) |
| 81 | 16.00 | -0.0001 (2) | -0.0020 (1) | -0.0001 (2) | -0.0009 (1) |
| 91 | 18.00 | 0.0000 (2) | 0.0003 (1) | 0.0000 (2) | 0.0001 (1) |
| 101 | 20.00 | 0.0001 (2) | 0.0022 (1) | 0.0001 (2) | 0.0010 (1) |

Palo n° 10

| n° | Y [m] | Ue [cm] | Ur [cm] | Pe [N/mm ²] | Pr [N/mm ²] |
|-----|----------|-------------|-------------|----------------------------|----------------------------|
| 1 | 0.00 | 0.0135 (2) | 0.2297 (1) | 0.0000 (0) | 0.0000 (0) |
| 11 | 2.00 | 0.0102 (2) | 0.1730 (1) | 0.0048 (2) | 0.0809 (1) |
| 21 | 4.00 | 0.0053 (2) | 0.0891 (1) | 0.0025 (2) | 0.0417 (1) |
| 31 | 6.00 | 0.0017 (2) | 0.0293 (1) | 0.0008 (2) | 0.0137 (1) |
| 41 | 8.00 | 0.0000 (2) | -0.0003 (1) | 0.0000 (2) | -0.0001 (1) |
| 51 | 10.00 | -0.0005 (2) | -0.0093 (1) | -0.0003 (2) | -0.0043 (1) |
| 61 | 12.00 | -0.0005 (2) | -0.0085 (1) | -0.0002 (2) | -0.0040 (1) |
| 71 | 14.00 | -0.0003 (2) | -0.0051 (1) | -0.0001 (2) | -0.0024 (1) |
| 81 | 16.00 | -0.0001 (2) | -0.0020 (1) | -0.0001 (2) | -0.0009 (1) |
| 91 | 18.00 | 0.0000 (2) | 0.0003 (1) | 0.0000 (2) | 0.0001 (1) |
| 101 | 20.00 | 0.0001 (2) | 0.0022 (1) | 0.0001 (2) | 0.0010 (1) |

Palo n° 11

| n° | Y [m] | Ue [cm] | Ur [cm] | Pe [N/mm ²] | Pr [N/mm ²] |
|-----|----------|-------------|-------------|----------------------------|----------------------------|
| 1 | 0.00 | 0.0117 (2) | 0.2297 (1) | 0.0000 (0) | 0.0000 (0) |
| 11 | 2.00 | 0.0088 (2) | 0.1730 (1) | 0.0041 (2) | 0.0809 (1) |
| 21 | 4.00 | 0.0045 (2) | 0.0891 (1) | 0.0021 (2) | 0.0417 (1) |
| 31 | 6.00 | 0.0015 (2) | 0.0293 (1) | 0.0007 (2) | 0.0137 (1) |
| 41 | 8.00 | 0.0000 (2) | -0.0003 (1) | 0.0000 (2) | -0.0001 (1) |
| 51 | 10.00 | -0.0005 (2) | -0.0093 (1) | -0.0002 (2) | -0.0043 (1) |
| 61 | 12.00 | -0.0004 (2) | -0.0085 (1) | -0.0002 (2) | -0.0040 (1) |
| 71 | 14.00 | -0.0003 (2) | -0.0051 (1) | -0.0001 (2) | -0.0024 (1) |
| 81 | 16.00 | -0.0001 (2) | -0.0020 (1) | 0.0000 (2) | -0.0009 (1) |
| 91 | 18.00 | 0.0000 (2) | 0.0003 (1) | 0.0000 (2) | 0.0001 (1) |
| 101 | 20.00 | 0.0001 (2) | 0.0022 (1) | 0.0001 (2) | 0.0010 (1) |

Palo n° 12

| n° | Y [m] | Ue [cm] | Ur [cm] | Pe [N/mm ²] | Pr [N/mm ²] |
|-----|----------|-------------|-------------|----------------------------|----------------------------|
| 1 | 0.00 | 0.0100 (2) | 0.2297 (1) | 0.0000 (0) | 0.0000 (0) |
| 11 | 2.00 | 0.0075 (2) | 0.1730 (1) | 0.0035 (2) | 0.0809 (1) |
| 21 | 4.00 | 0.0039 (2) | 0.0891 (1) | 0.0018 (2) | 0.0417 (1) |
| 31 | 6.00 | 0.0013 (2) | 0.0293 (1) | 0.0006 (2) | 0.0137 (1) |
| 41 | 8.00 | 0.0000 (2) | -0.0003 (1) | 0.0000 (2) | -0.0001 (1) |
| 51 | 10.00 | -0.0004 (2) | -0.0093 (1) | -0.0002 (2) | -0.0043 (1) |
| 61 | 12.00 | -0.0004 (2) | -0.0085 (1) | -0.0002 (2) | -0.0040 (1) |
| 71 | 14.00 | -0.0002 (2) | -0.0051 (1) | -0.0001 (2) | -0.0024 (1) |
| 81 | 16.00 | -0.0001 (2) | -0.0020 (1) | 0.0000 (2) | -0.0009 (1) |
| 91 | 18.00 | 0.0000 (2) | 0.0003 (1) | 0.0000 (2) | 0.0001 (1) |
| 101 | 20.00 | 0.0001 (2) | 0.0022 (1) | 0.0000 (2) | 0.0010 (1) |

Sollecitazioni

Piastra

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 [N/mm ²] |
| Ny | Tensione normale Y espressa in [N/mm ²] |
| Nxy | Tensione tangenziale XY espressa in [N/mm ²] |

| In | X [m] | Y [m] | | Valore | UM | Cmb | |
|------|----------|----------|-----|------------|-------|-----|-----|
| 2355 | 0.00 | -2.33 | Mx | 9961.0890 | [kNm] | 2 | MAX |
| 2772 | 0.00 | 2.33 | | -4597.3307 | | 7 | MIN |
| 2355 | 0.00 | -2.33 | My | 16186.1071 | [kNm] | 2 | MAX |
| 2772 | 0.00 | 2.33 | | -9751.1504 | | 7 | MIN |
| 1405 | 2.80 | 0.06 | Mxy | 3246.8099 | [kNm] | 7 | MAX |
| 3789 | -2.80 | -0.06 | | -3237.1800 | | 7 | MIN |
| 2847 | -0.13 | 2.11 | Tx | 6949.1304 | [kN] | 2 | MAX |
| 3200 | -1.74 | -1.74 | | -6491.7468 | | 2 | MIN |
| 2735 | 0.11 | 2.10 | Ty | 6949.1947 | [kN] | 2 | MAX |

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE RINNOVABILE - POTENZA DI PICCO 124 MWpA REALIZZARSI IN LOCALITA' "SA COSTA"

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE

| In | X [m] | Y [m] | | Valore | UM | Cmb | |
|------|----------|----------|-----|------------|----------------------|-----|-----|
| 3100 | -1.63 | -1.94 | | -6491.7468 | | 2 | MIN |
| 3200 | -1.74 | -1.74 | Nx | 0.056 | [N/mm ²] | 6 | MAX |
| 3448 | -1.58 | 1.92 | | -0.054 | | 6 | MIN |
| 3448 | -1.58 | 1.92 | Ny | 0.068 | [N/mm ²] | 2 | MAX |
| 3200 | -1.74 | -1.74 | | -0.070 | | 2 | MIN |
| 2704 | 0.10 | 2.54 | Nxy | 0.050 | [N/mm ²] | 6 | MAX |
| 3706 | -2.54 | 0.10 | | -0.064 | | 2 | 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 [m] | Ne [kN] | Nr [kN] | Te [kN] | Tr [kN] | Me [kNm] | Mr [kNm] |
|-----|----------|-------------|--------------|------------|------------|-------------|-------------|
| 1 | 0.00 | 1050.67 (3) | 18279.27 (1) | 13.88 (2) | 331.44 (1) | 24.08 (2) | 596.76 (1) |
| 11 | 2.00 | 1087.73 (3) | 18258.96 (1) | 6.20 (2) | 154.64 (1) | 3.62 (2) | 89.94 (1) |
| 21 | 4.00 | 1121.89 (3) | 18201.72 (1) | 1.47 (2) | 36.72 (1) | -4.01 (2) | -100.23 (1) |
| 31 | 6.00 | 1153.15 (3) | 18107.56 (1) | -0.53 (2) | -13.37 (1) | -4.79 (2) | -119.59 (1) |
| 41 | 8.00 | 1181.51 (3) | 17976.47 (1) | -0.94 (2) | -23.48 (1) | -3.18 (2) | -79.41 (1) |
| 51 | 10.00 | 1206.97 (3) | 17808.45 (1) | -0.70 (2) | -17.47 (1) | -1.47 (2) | -36.62 (1) |
| 61 | 12.00 | 1229.53 (3) | 17603.51 (1) | -0.35 (2) | -8.77 (1) | -0.39 (2) | -9.69 (1) |
| 71 | 14.00 | 1249.19 (3) | 17361.65 (1) | -0.10 (2) | -2.52 (1) | 0.07 (2) | 1.68 (1) |
| 81 | 16.00 | 1265.94 (3) | 17082.85 (1) | 0.02 (2) | 0.55 (1) | 0.14 (2) | 3.48 (1) |
| 91 | 18.00 | 1279.80 (3) | 16767.13 (1) | 0.05 (2) | 1.16 (1) | 0.06 (2) | 1.48 (1) |
| 101 | 20.00 | 1290.76 (3) | 16451.41 (1) | 0.00 (2) | 0.10 (1) | 0.00 (0) | 0.00 (1) |

Palo n° 2

| n° | Y [m] | Ne [kN] | Nr [kN] | Te [kN] | Tr [kN] | Me [kNm] | Mr [kNm] |
|-----|----------|-------------|--------------|------------|------------|-------------|-------------|
| 1 | 0.00 | 1033.22 (5) | 18279.27 (1) | 15.03 (2) | 331.44 (1) | 26.07 (2) | 596.76 (1) |
| 11 | 2.00 | 1070.30 (5) | 18258.96 (1) | 6.72 (2) | 154.64 (1) | 3.92 (2) | 89.94 (1) |
| 21 | 4.00 | 1104.51 (5) | 18201.72 (1) | 1.60 (2) | 36.72 (1) | -4.35 (2) | -100.23 (1) |
| 31 | 6.00 | 1135.86 (5) | 18107.56 (1) | -0.58 (2) | -13.37 (1) | -5.19 (2) | -119.59 (1) |
| 41 | 8.00 | 1164.34 (5) | 17976.47 (1) | -1.02 (2) | -23.48 (1) | -3.45 (2) | -79.41 (1) |
| 51 | 10.00 | 1189.96 (5) | 17808.45 (1) | -0.76 (2) | -17.47 (1) | -1.59 (2) | -36.62 (1) |
| 61 | 12.00 | 1212.71 (5) | 17603.51 (1) | -0.38 (2) | -8.77 (1) | -0.42 (2) | -9.69 (1) |
| 71 | 14.00 | 1232.60 (5) | 17361.65 (1) | -0.11 (2) | -2.52 (1) | 0.07 (2) | 1.68 (1) |
| 81 | 16.00 | 1249.62 (5) | 17082.85 (1) | 0.02 (2) | 0.55 (1) | 0.15 (2) | 3.48 (1) |
| 91 | 18.00 | 1263.78 (5) | 16767.13 (1) | 0.05 (2) | 1.16 (1) | 0.06 (2) | 1.48 (1) |
| 101 | 20.00 | 1275.07 (5) | 16451.41 (1) | 0.00 (2) | 0.10 (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 | 1185.81 (5) | 18279.27 (1) | 17.65 (2) | 331.44 (1) | 30.61 (2) | 596.76 (1) |
| 11 | 2.00 | 1222.74 (5) | 18258.96 (1) | 7.89 (2) | 154.64 (1) | 4.60 (2) | 89.94 (1) |
| 21 | 4.00 | 1256.49 (5) | 18201.72 (1) | 1.87 (2) | 36.72 (1) | -5.10 (2) | -100.23 (1) |
| 31 | 6.00 | 1287.07 (5) | 18107.56 (1) | -0.68 (2) | -13.37 (1) | -6.09 (2) | -119.59 (1) |
| 41 | 8.00 | 1314.47 (5) | 17976.47 (1) | -1.20 (2) | -23.48 (1) | -4.05 (2) | -79.41 (1) |
| 51 | 10.00 | 1338.70 (5) | 17808.45 (1) | -0.89 (2) | -17.47 (1) | -1.87 (2) | -36.62 (1) |
| 61 | 12.00 | 1359.76 (5) | 17603.51 (1) | -0.45 (2) | -8.77 (1) | -0.49 (2) | -9.69 (1) |
| 71 | 14.00 | 1377.64 (5) | 17361.65 (1) | -0.13 (2) | -2.52 (1) | 0.09 (2) | 1.68 (1) |
| 81 | 16.00 | 1392.35 (5) | 17082.85 (1) | 0.03 (2) | 0.55 (1) | 0.18 (2) | 3.48 (1) |
| 91 | 18.00 | 1403.89 (5) | 16767.13 (1) | 0.06 (2) | 1.16 (1) | 0.08 (2) | 1.48 (1) |
| 101 | 20.00 | 1412.25 (5) | 16451.41 (1) | 0.01 (2) | 0.10 (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 | 1242.15 (5) | 18279.27 (1) | 20.41 (2) | 331.44 (1) | 35.41 (2) | 596.76 (1) |
| 11 | 2.00 | 1264.39 (5) | 18258.96 (1) | 9.12 (2) | 154.64 (1) | 5.32 (2) | 89.94 (1) |
| 21 | 4.00 | 1254.08 (5) | 18201.72 (1) | 2.17 (2) | 36.72 (1) | -5.90 (2) | -100.23 (1) |
| 31 | 6.00 | 1211.23 (5) | 18107.56 (1) | -0.79 (2) | -13.37 (1) | -7.05 (2) | -119.59 (1) |
| 41 | 8.00 | 1135.83 (5) | 17976.47 (1) | -1.38 (2) | -23.48 (1) | -4.68 (2) | -79.41 (1) |
| 51 | 10.00 | 1027.89 (5) | 17808.45 (1) | -1.03 (2) | -17.47 (1) | -2.16 (2) | -36.62 (1) |
| 61 | 12.00 | 887.40 (5) | 17603.51 (1) | -0.52 (2) | -8.77 (1) | -0.57 (2) | -9.69 (1) |
| 71 | 14.00 | 714.37 (5) | 17361.65 (1) | -0.15 (2) | -2.52 (1) | 0.10 (2) | 1.68 (1) |
| 81 | 16.00 | 508.79 (5) | 17082.85 (1) | 0.03 (2) | 0.55 (1) | 0.20 (2) | 3.48 (1) |
| 91 | 18.00 | 270.67 (5) | 16767.13 (1) | 0.07 (2) | 1.16 (1) | 0.09 (2) | 1.48 (1) |
| 101 | 20.00 | 198.64 (1) | 16451.41 (1) | 0.01 (2) | 0.10 (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 | 1186.43 (5) | 18279.27 (1) | 22.54 (2) | 331.44 (1) | 39.10 (2) | 596.76 (1) |
| 11 | 2.00 | 1223.35 (5) | 18258.96 (1) | 10.07 (2) | 154.64 (1) | 5.87 (2) | 89.94 (1) |

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE RINNOVABILE - POTENZA DI PICCO 124 MW_{pA} REALIZZARSI IN LOCALITA' "SA COSTA"

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE

| n° | Y [m] | Ne [kN] | Nr [kN] | Te [kN] | Tr [kN] | Me [kNm] | Mr [kNm] |
|-----|----------|-------------|--------------|------------|------------|-------------|-------------|
| 21 | 4.00 | 1257.10 (5) | 18201.72 (1) | 2.39 (2) | 36.72 (1) | -6.52 (2) | -100.23 (1) |
| 31 | 6.00 | 1287.67 (5) | 18107.56 (1) | -0.87 (2) | -13.37 (1) | -7.78 (2) | -119.59 (1) |
| 41 | 8.00 | 1315.07 (5) | 17976.47 (1) | -1.53 (2) | -23.48 (1) | -5.17 (2) | -79.41 (1) |
| 51 | 10.00 | 1339.30 (5) | 17808.45 (1) | -1.14 (2) | -17.47 (1) | -2.39 (2) | -36.62 (1) |
| 61 | 12.00 | 1360.35 (5) | 17603.51 (1) | -0.57 (2) | -8.77 (1) | -0.63 (2) | -9.69 (1) |
| 71 | 14.00 | 1378.23 (5) | 17361.65 (1) | -0.16 (2) | -2.52 (1) | 0.11 (2) | 1.68 (1) |
| 81 | 16.00 | 1392.93 (5) | 17082.85 (1) | 0.04 (2) | 0.55 (1) | 0.23 (2) | 3.48 (1) |
| 91 | 18.00 | 1404.45 (5) | 16767.13 (1) | 0.08 (2) | 1.16 (1) | 0.10 (2) | 1.48 (1) |
| 101 | 20.00 | 1412.80 (5) | 16451.41 (1) | 0.01 (2) | 0.10 (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 | 1032.69 (5) | 18279.27 (1) | 23.79 (2) | 331.44 (1) | 41.28 (2) | 596.76 (1) |
| 11 | 2.00 | 1069.76 (5) | 18258.96 (1) | 10.63 (2) | 154.64 (1) | 6.20 (2) | 89.94 (1) |
| 21 | 4.00 | 1103.98 (5) | 18201.72 (1) | 2.53 (2) | 36.72 (1) | -6.88 (2) | -100.23 (1) |
| 31 | 6.00 | 1135.33 (5) | 18107.56 (1) | -0.92 (2) | -13.37 (1) | -8.22 (2) | -119.59 (1) |
| 41 | 8.00 | 1163.82 (5) | 17976.47 (1) | -1.61 (2) | -23.48 (1) | -5.46 (2) | -79.41 (1) |
| 51 | 10.00 | 1189.44 (5) | 17808.45 (1) | -1.20 (2) | -17.47 (1) | -2.52 (2) | -36.62 (1) |
| 61 | 12.00 | 1212.20 (5) | 17603.51 (1) | -0.60 (2) | -8.77 (1) | -0.67 (2) | -9.69 (1) |
| 71 | 14.00 | 1232.09 (5) | 17361.65 (1) | -0.17 (2) | -2.52 (1) | 0.11 (2) | 1.68 (1) |
| 81 | 16.00 | 1249.12 (5) | 17082.85 (1) | 0.04 (2) | 0.55 (1) | 0.24 (2) | 3.48 (1) |
| 91 | 18.00 | 1263.29 (5) | 16767.13 (1) | 0.08 (2) | 1.16 (1) | 0.10 (2) | 1.48 (1) |
| 101 | 20.00 | 1274.59 (5) | 16451.41 (1) | 0.01 (2) | 0.10 (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 | 1050.67 (3) | 18279.27 (1) | 24.20 (2) | 331.44 (1) | 41.98 (2) | 596.76 (1) |
| 11 | 2.00 | 1087.73 (3) | 18258.96 (1) | 10.81 (2) | 154.64 (1) | 6.30 (2) | 89.94 (1) |
| 21 | 4.00 | 1121.89 (3) | 18201.72 (1) | 2.57 (2) | 36.72 (1) | -7.00 (2) | -100.23 (1) |
| 31 | 6.00 | 1153.15 (3) | 18107.56 (1) | -0.93 (2) | -13.37 (1) | -8.36 (2) | -119.59 (1) |
| 41 | 8.00 | 1181.51 (3) | 17976.47 (1) | -1.64 (2) | -23.48 (1) | -5.55 (2) | -79.41 (1) |
| 51 | 10.00 | 1206.97 (3) | 17808.45 (1) | -1.22 (2) | -17.47 (1) | -2.56 (2) | -36.62 (1) |
| 61 | 12.00 | 1229.53 (3) | 17603.51 (1) | -0.61 (2) | -8.77 (1) | -0.68 (2) | -9.69 (1) |
| 71 | 14.00 | 1249.18 (3) | 17361.65 (1) | -0.18 (2) | -2.52 (1) | 0.12 (2) | 1.68 (1) |
| 81 | 16.00 | 1265.94 (3) | 17082.85 (1) | 0.04 (2) | 0.55 (1) | 0.24 (2) | 3.48 (1) |
| 91 | 18.00 | 1279.80 (3) | 16767.13 (1) | 0.08 (2) | 1.16 (1) | 0.10 (2) | 1.48 (1) |
| 101 | 20.00 | 1290.76 (3) | 16451.41 (1) | 0.01 (2) | 0.10 (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 | 0.00 | 1779.17 (2) | 18279.27 (1) | 23.79 (2) | 331.44 (1) | 41.28 (2) | 596.76 (1) |
| 11 | 2.00 | 1815.50 (2) | 18258.96 (1) | 10.63 (2) | 154.64 (1) | 6.20 (2) | 89.94 (1) |
| 21 | 4.00 | 1847.45 (2) | 18201.72 (1) | 2.53 (2) | 36.72 (1) | -6.88 (2) | -100.23 (1) |
| 31 | 6.00 | 1875.03 (2) | 18107.56 (1) | -0.92 (2) | -13.37 (1) | -8.22 (2) | -119.59 (1) |
| 41 | 8.00 | 1898.24 (2) | 17976.47 (1) | -1.61 (2) | -23.48 (1) | -5.46 (2) | -79.41 (1) |
| 51 | 10.00 | 1917.08 (2) | 17808.45 (1) | -1.20 (2) | -17.47 (1) | -2.52 (2) | -36.62 (1) |
| 61 | 12.00 | 1931.54 (2) | 17603.51 (1) | -0.60 (2) | -8.77 (1) | -0.67 (2) | -9.69 (1) |
| 71 | 14.00 | 1941.63 (2) | 17361.65 (1) | -0.17 (2) | -2.52 (1) | 0.11 (2) | 1.68 (1) |
| 81 | 16.00 | 1947.35 (2) | 17082.85 (1) | 0.04 (2) | 0.55 (1) | 0.24 (2) | 3.48 (1) |
| 91 | 18.00 | 1948.70 (2) | 16767.13 (1) | 0.08 (2) | 1.16 (1) | 0.10 (2) | 1.48 (1) |
| 101 | 20.00 | 1945.68 (2) | 16451.41 (1) | 0.01 (2) | 0.10 (1) | 0.00 (0) | 0.00 (1) |

Palo n° 9

| n° | Y [m] | Ne [kN] | Nr [kN] | Te [kN] | Tr [kN] | Me [kNm] | Mr [kNm] |
|-----|----------|-------------|--------------|------------|------------|-------------|-------------|
| 1 | 0.00 | 2309.32 (2) | 18279.27 (1) | 22.53 (2) | 331.44 (1) | 39.10 (2) | 596.76 (1) |
| 11 | 2.00 | 2345.11 (2) | 18258.96 (1) | 10.07 (2) | 154.64 (1) | 5.87 (2) | 89.94 (1) |
| 21 | 4.00 | 2375.45 (2) | 18201.72 (1) | 2.39 (2) | 36.72 (1) | -6.52 (2) | -100.23 (1) |
| 31 | 6.00 | 2400.36 (2) | 18107.56 (1) | -0.87 (2) | -13.37 (1) | -7.78 (2) | -119.59 (1) |
| 41 | 8.00 | 2419.82 (2) | 17976.47 (1) | -1.53 (2) | -23.48 (1) | -5.17 (2) | -79.41 (1) |
| 51 | 10.00 | 2433.84 (2) | 17808.45 (1) | -1.14 (2) | -17.47 (1) | -2.38 (2) | -36.62 (1) |
| 61 | 12.00 | 2442.41 (2) | 17603.51 (1) | -0.57 (2) | -8.77 (1) | -0.63 (2) | -9.69 (1) |
| 71 | 14.00 | 2445.54 (2) | 17361.65 (1) | -0.16 (2) | -2.52 (1) | 0.11 (2) | 1.68 (1) |
| 81 | 16.00 | 2443.23 (2) | 17082.85 (1) | 0.04 (2) | 0.55 (1) | 0.23 (2) | 3.48 (1) |
| 91 | 18.00 | 2435.47 (2) | 16767.13 (1) | 0.08 (2) | 1.16 (1) | 0.10 (2) | 1.48 (1) |
| 101 | 20.00 | 2422.28 (2) | 16451.41 (1) | 0.01 (2) | 0.10 (1) | 0.00 (0) | 0.00 (1) |

Palo n° 10

| n° | Y [m] | Ne [kN] | Nr [kN] | Te [kN] | Tr [kN] | Me [kNm] | Mr [kNm] |
|-----|----------|-------------|--------------|------------|------------|-------------|-------------|
| 1 | 0.00 | 2502.95 (2) | 18279.27 (1) | 20.41 (2) | 331.44 (1) | 35.41 (2) | 596.76 (1) |
| 11 | 2.00 | 2538.54 (2) | 18258.96 (1) | 9.12 (2) | 154.64 (1) | 5.32 (2) | 89.94 (1) |
| 21 | 4.00 | 2568.30 (2) | 18201.72 (1) | 2.17 (2) | 36.72 (1) | -5.90 (2) | -100.23 (1) |
| 31 | 6.00 | 2592.23 (2) | 18107.56 (1) | -0.79 (2) | -13.37 (1) | -7.05 (2) | -119.59 (1) |
| 41 | 8.00 | 2610.32 (2) | 17976.47 (1) | -1.38 (2) | -23.48 (1) | -4.68 (2) | -79.41 (1) |
| 51 | 10.00 | 2622.57 (2) | 17808.45 (1) | -1.03 (2) | -17.47 (1) | -2.16 (2) | -36.62 (1) |
| 61 | 12.00 | 2629.00 (2) | 17603.51 (1) | -0.52 (2) | -8.77 (1) | -0.57 (2) | -9.69 (1) |
| 71 | 14.00 | 2629.59 (2) | 17361.65 (1) | -0.15 (2) | -2.52 (1) | 0.10 (2) | 1.68 (1) |
| 81 | 16.00 | 2624.34 (2) | 17082.85 (1) | 0.03 (2) | 0.55 (1) | 0.20 (2) | 3.48 (1) |
| 91 | 18.00 | 2613.26 (2) | 16767.13 (1) | 0.07 (2) | 1.16 (1) | 0.09 (2) | 1.48 (1) |
| 101 | 20.00 | 2596.35 (2) | 16451.41 (1) | 0.01 (2) | 0.10 (1) | 0.00 (0) | 0.00 (1) |

Palo n° 11

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE RINNOVABILE - POTENZA DI PICCO 124 MW_{pA} REALIZZARSI IN LOCALITA' "SA COSTA"

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE

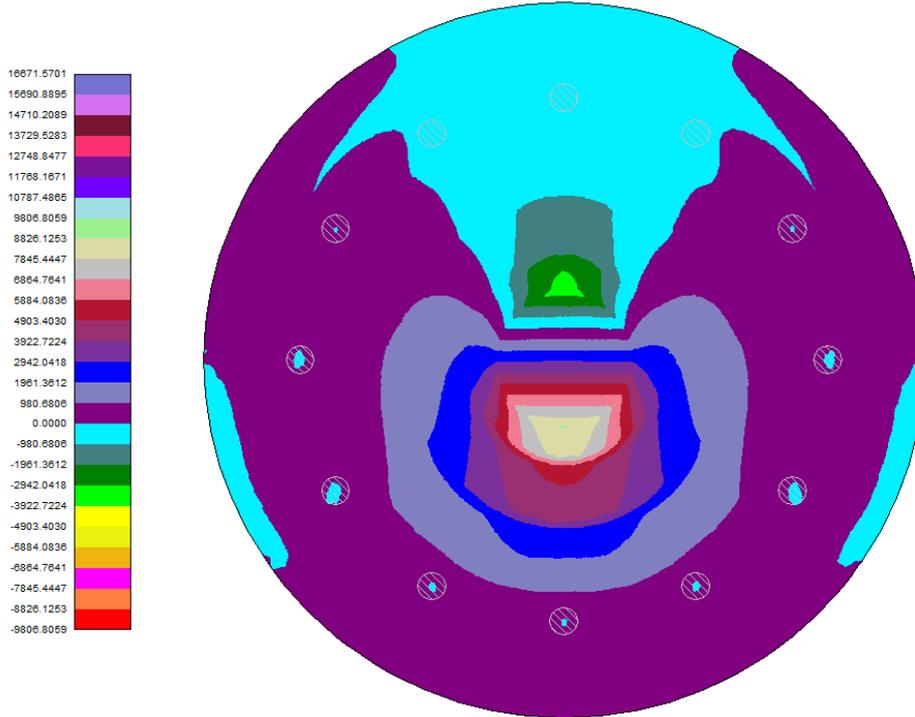
| n° | Y [m] | Ne [kN] | Nr [kN] | Te [kN] | Tr [kN] | Me [kNm] | Mr [kNm] |
|-----|----------|-------------|--------------|------------|------------|-------------|-------------|
| 1 | 0.00 | 2310.51 (2) | 18279.27 (1) | 17.65 (2) | 331.44 (1) | 30.62 (2) | 596.76 (1) |
| 11 | 2.00 | 2346.30 (2) | 18258.96 (1) | 7.89 (2) | 154.64 (1) | 4.60 (2) | 89.94 (1) |
| 21 | 4.00 | 2376.64 (2) | 18201.72 (1) | 1.87 (2) | 36.72 (1) | -5.10 (2) | -100.23 (1) |
| 31 | 6.00 | 2401.54 (2) | 18107.56 (1) | -0.68 (2) | -13.37 (1) | -6.09 (2) | -119.59 (1) |
| 41 | 8.00 | 2420.99 (2) | 17976.47 (1) | -1.20 (2) | -23.48 (1) | -4.05 (2) | -79.41 (1) |
| 51 | 10.00 | 2434.99 (2) | 17808.45 (1) | -0.89 (2) | -17.47 (1) | -1.87 (2) | -36.62 (1) |
| 61 | 12.00 | 2443.56 (2) | 17603.51 (1) | -0.45 (2) | -8.77 (1) | -0.49 (2) | -9.69 (1) |
| 71 | 14.00 | 2446.67 (2) | 17361.65 (1) | -0.13 (2) | -2.52 (1) | 0.09 (2) | 1.68 (1) |
| 81 | 16.00 | 2444.34 (2) | 17082.85 (1) | 0.03 (2) | 0.55 (1) | 0.18 (2) | 3.48 (1) |
| 91 | 18.00 | 2436.57 (2) | 16767.13 (1) | 0.06 (2) | 1.16 (1) | 0.08 (2) | 1.48 (1) |
| 101 | 20.00 | 2423.35 (2) | 16451.41 (1) | 0.01 (2) | 0.10 (1) | 0.00 (0) | 0.00 (1) |

Palo n° 12

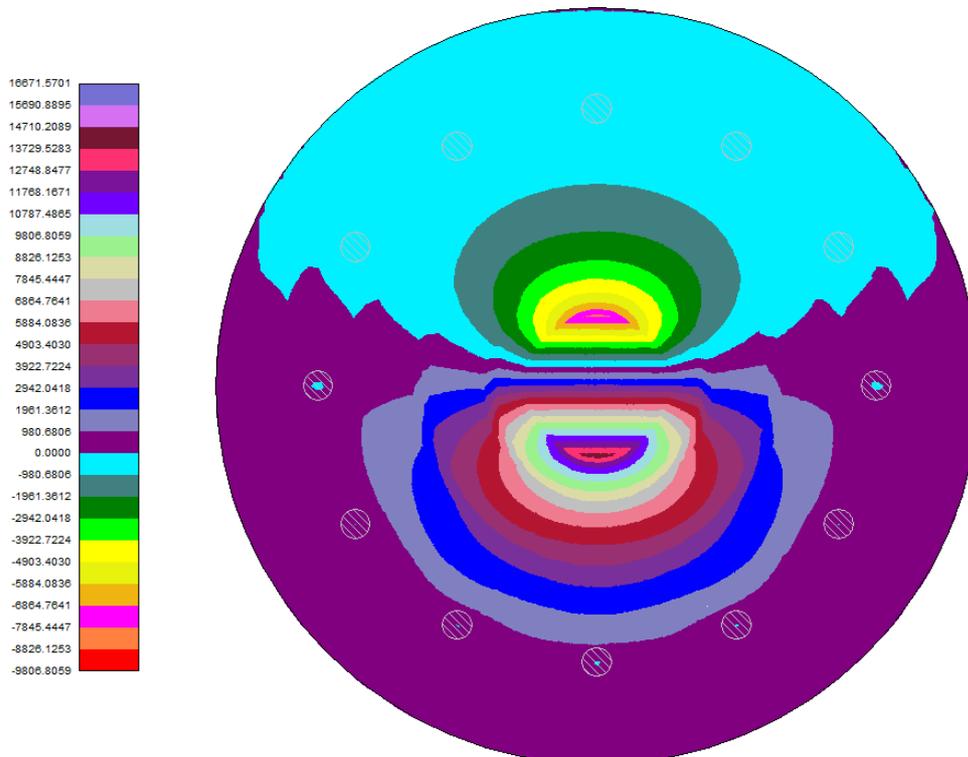
| n° | Y [m] | Ne [kN] | Nr [kN] | Te [kN] | Tr [kN] | Me [kNm] | Mr [kNm] |
|-----|----------|-------------|--------------|------------|------------|-------------|-------------|
| 1 | 0.00 | 1778.25 (2) | 18279.27 (1) | 15.02 (2) | 331.44 (1) | 26.07 (2) | 596.76 (1) |
| 11 | 2.00 | 1814.58 (2) | 18258.96 (1) | 6.71 (2) | 154.64 (1) | 3.91 (2) | 89.94 (1) |
| 21 | 4.00 | 1846.53 (2) | 18201.72 (1) | 1.60 (2) | 36.72 (1) | -4.34 (2) | -100.23 (1) |
| 31 | 6.00 | 1874.12 (2) | 18107.56 (1) | -0.58 (2) | -13.37 (1) | -5.19 (2) | -119.59 (1) |
| 41 | 8.00 | 1897.34 (2) | 17976.47 (1) | -1.02 (2) | -23.48 (1) | -3.45 (2) | -79.41 (1) |
| 51 | 10.00 | 1916.18 (2) | 17808.45 (1) | -0.76 (2) | -17.47 (1) | -1.59 (2) | -36.62 (1) |
| 61 | 12.00 | 1930.66 (2) | 17603.51 (1) | -0.38 (2) | -8.77 (1) | -0.42 (2) | -9.69 (1) |
| 71 | 14.00 | 1940.76 (2) | 17361.65 (1) | -0.11 (2) | -2.52 (1) | 0.07 (2) | 1.68 (1) |
| 81 | 16.00 | 1946.49 (2) | 17082.85 (1) | 0.02 (2) | 0.55 (1) | 0.15 (2) | 3.48 (1) |
| 91 | 18.00 | 1947.86 (2) | 16767.13 (1) | 0.05 (2) | 1.16 (1) | 0.06 (2) | 1.48 (1) |
| 101 | 20.00 | 1944.85 (2) | 16451.41 (1) | 0.00 (2) | 0.10 (1) | 0.00 (0) | 0.00 (1) |

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE

Momenti M_x

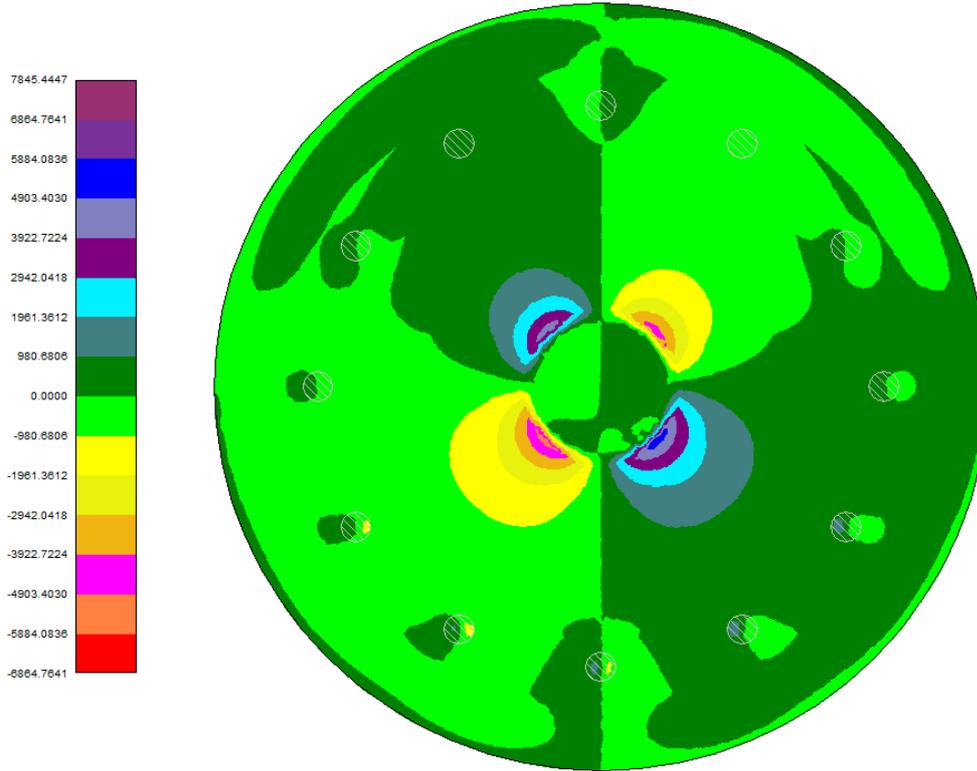


Momenti M_y

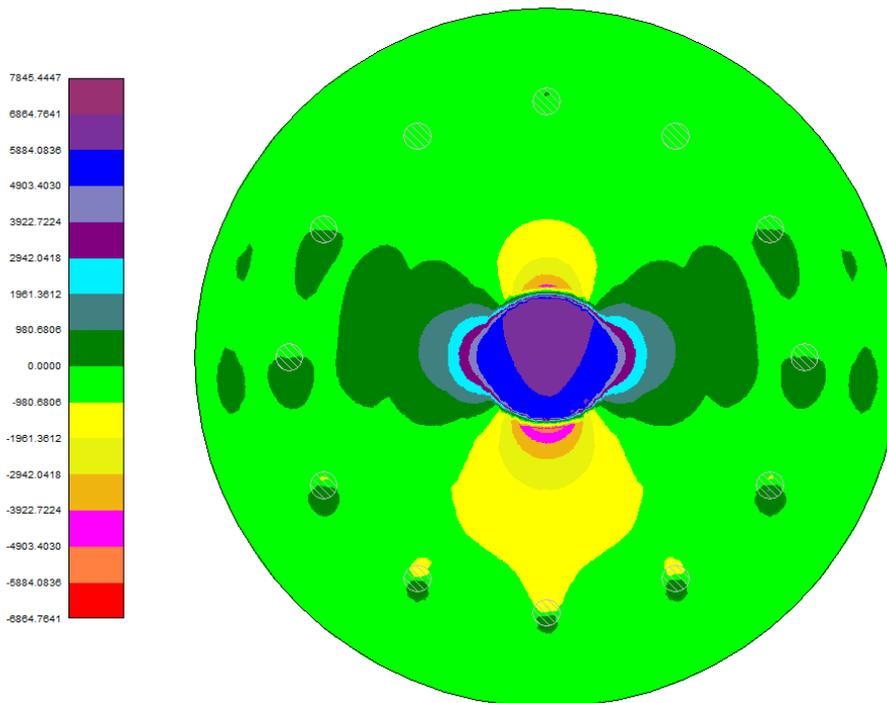


RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE

Taglio T_x

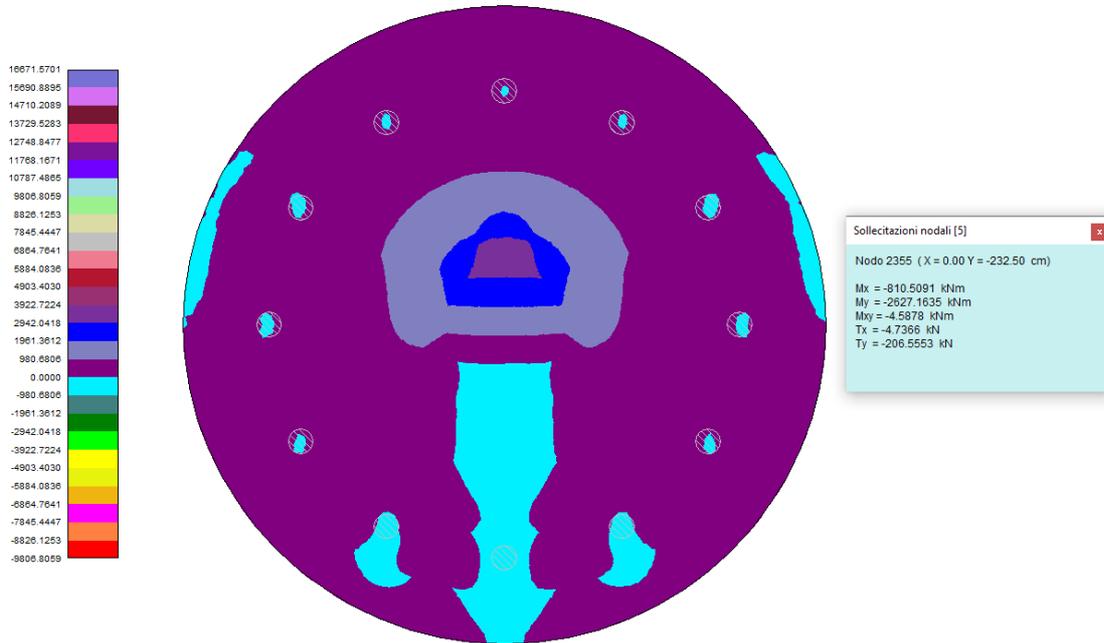


Taglio T_y

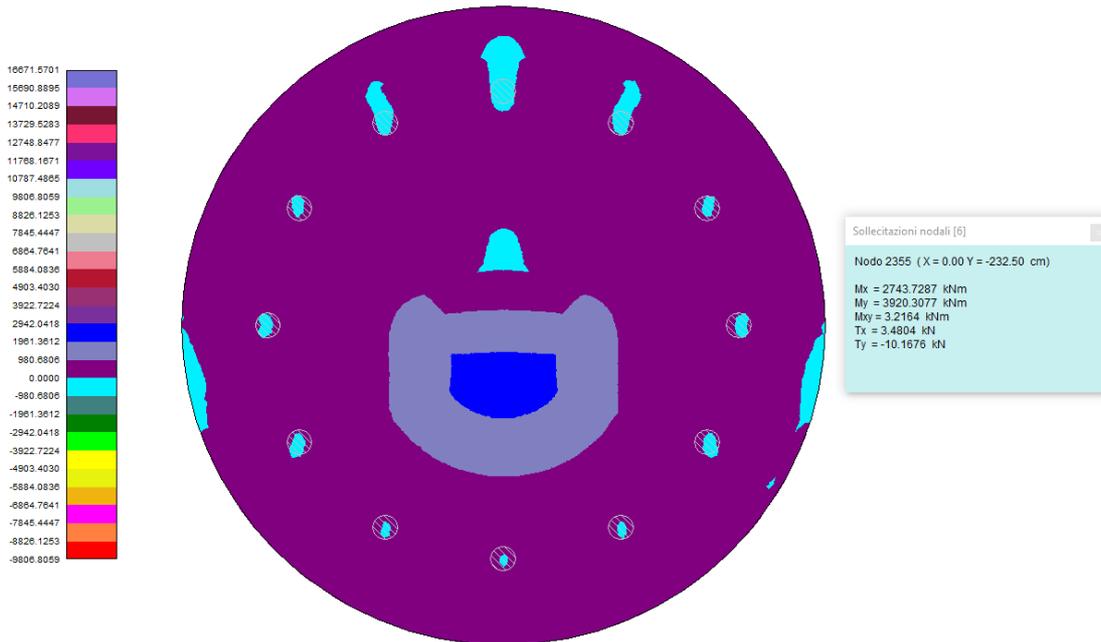


Verifica delle escursioni tensionali

Sollecitazioni da carico medio, punto di coordinate (0;-232.5)

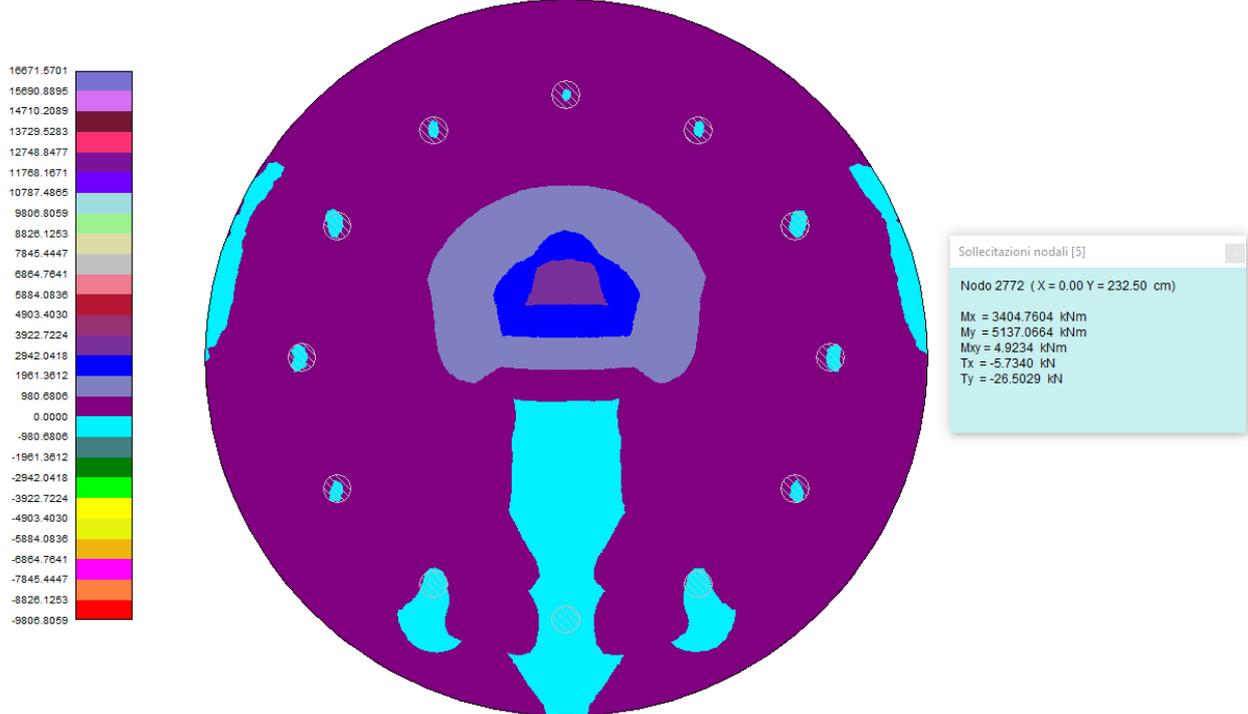


Sollecitazioni per range m=7, punto di coordinate (0;-232.5)



RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE

Sollecitazioni da carico medio, punto di coordinate (0;+232.5)



Sollecitazioni per range m=7, punto di coordinate (0;+232.5)

