

REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

COMUNI DI

MORES - ITTIREDDU - NUGHEDU SAN NICOLO' - BONORVA - TORRALBA



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.S.03

Elaborato:

**Dimensionamenti
armature**

Scala:

Non applicabile

Data:

29/07/2022

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

Arch. Deidda Carla

Dott. Arch. Pala Nicola

Dott. Arch. Ginevra Fois

SEI Impianti s.r.l.

Coordinamento V.I.A.:

SIGEA s.r.l.

Dott. Geol. Luigi Maccioni - Valutazione ambientale

Ing. Manuela Maccioni - Paesaggistico

Dott. Agr. Mario Porcu - Agronomia, flora, fauna

Dr. Eco-Amb. Rosaria Murru - Ambiente

Dott.ssa Cristiana Cilla - specializzata in archeologia

Prof. Geol. Marco Marchi - Georisorse

Dott. Geol. Stefano Demontis - Geologia Tecnica

Ing. Federico Miscali - Acustica

Dott. Ing. Massimiliano Lostia di Santa Sofia - Acustica

Dott. Ing. Michele Barca - Acustica

INDICE

1.0 PREMESSE.....	3
1.1 Legislazione di carattere generale	6
1.2 Norme UNI.....	7
1.3 Norme emanate dal C.N.R.	7
2.0 BIBLIOGRAFIA.....	8
3.0 PROGRAMMI PER L'ANALISI.....	9
4.0 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	10
4.1 Calcestruzzo per strutture di fondazione	10
4.2 Calcestruzzo per il colpetto	10
4.3 Calcestruzzo magro per sottofondazioni.....	10
4.4 Acciaio per barre filettate cl. 8.8	10
4.5 Acciaio per armature metalliche	10
5.0 VERIFICHE FONDAZIONE DI TIPO 1.....	11
6.0 RISULTATI FONDAZIONE DI TIPO 2	29
7.0 RISULTATI FONDAZIONE DI TIPO 3	39
8.0 RISULTATI VERIFICHE A TAGLIO	44

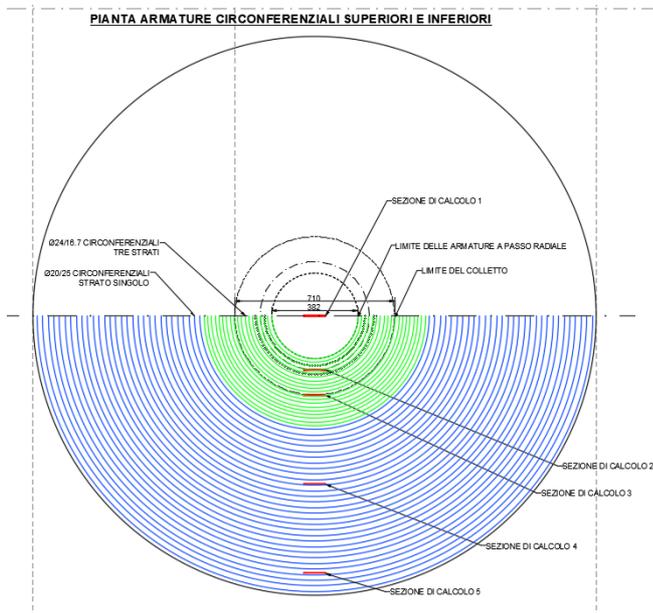
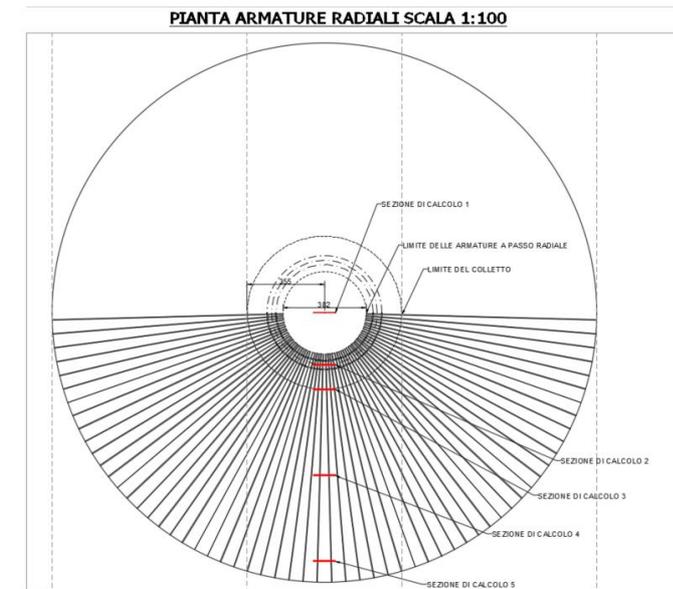
DIMENSIONAMENTI ARMATURE

1.0 Premesse

Come indicato nei documenti R.S.01 ed R.S.02, si è effettuato un dimensionamento delle fondazioni sulla base di ipotesi cautelative riguardanti le caratteristiche meccaniche dei terreni.

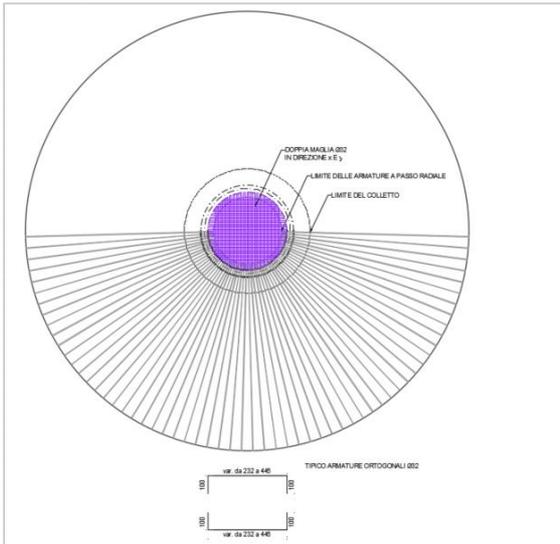
All'interno della presente relazione si procederà con la valutazione dei quantitativi di armatura necessari, rimandando al progetto esecutivo per un maggiore livello di dettaglio nell'estensione delle verifiche.

Sulla base della geometria della fondazione, data anche la possibilità dell'aerogeneratore di ruotare attorno al proprio asse, è naturale scegliere una disposizione radiale e circonferenziale delle armature. In questo modo, qualunque sia l'effettiva posizione dell'aerogeneratore, il soddisfacimento delle verifiche è soddisfatto in virtù della simmetria radiale e circonferenziale con cui verranno disposte le armature.

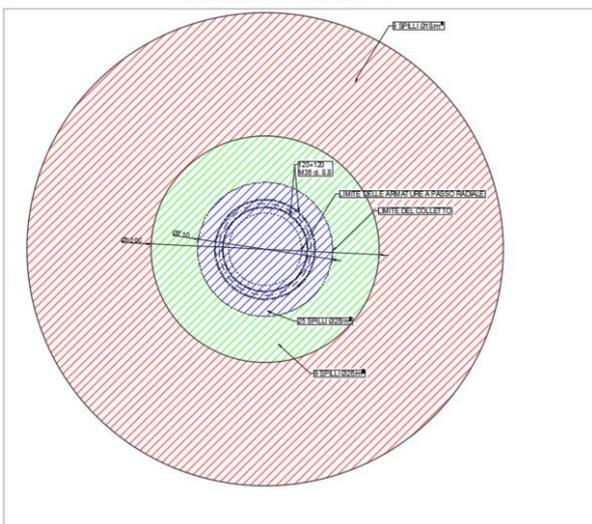


DIMENSIONAMENTI ARMATURE

PIANTA ARMATURE ORTOGONALI SCALA 1:100



PIANTA SPILLI SCALA 1:100



Vengono quindi scelte 5 sezioni di calcolo, di larghezza pari ad un metro, atte a valutare le sollecitazioni di progetto nelle armature.

Si considerano infine sezioni di calcolo aventi larghezza un metro e altezza pari all'altezza della sezione.

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.

R.S. 01 – Relazione generale di calcolo

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

Si utilizzano i software Idea Statica RCS e ed il software VCASLU edito dal prof. Ing. P. Gelfi

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 Verifiche fondazione di tipo 1

Piastra

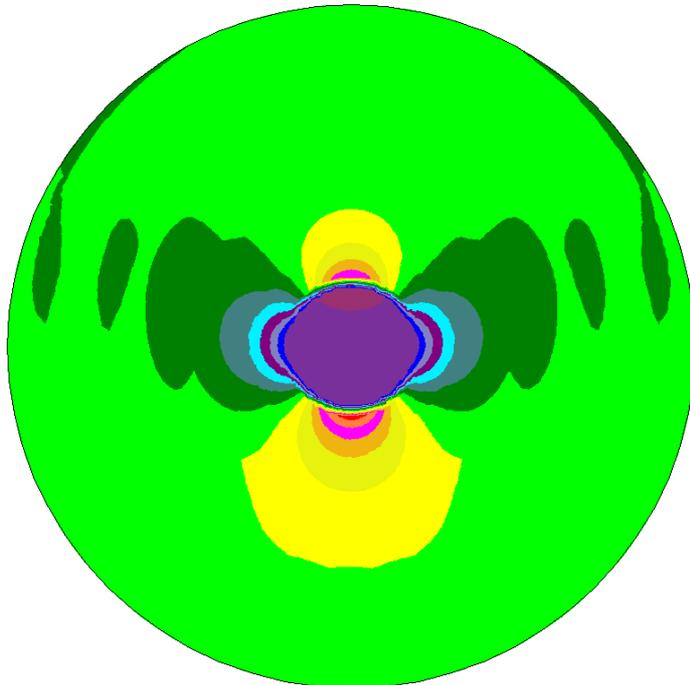
Sollecitazioni massime e minime piastra

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	9055.0369	[kNm]	2	MAX
2767	0.00	2.33		-5278.9184		7	MIN
2325	0.00	-2.33	My	16774.4838	[kNm]	7	MAX
2767	0.00	2.33		-9251.7007		2	MIN
1381	2.80	0.06	Mxy	3301.4547	[kNm]	7	MAX
3724	-2.80	-0.06		-3293.0795		7	MIN
2817	-0.13	2.11	Tx	6931.3329	[kN]	7	MAX
2256	0.16	-2.54		-6508.4545		7	MIN
2817	-0.13	2.11	Ty	6931.3329	[kN]	7	MAX
2361	-0.10	-2.54		-6524.3755		7	MIN
1656	1.62	-1.89	Nx	0.146	[N/mmq]	9	MAX
3157	-1.74	-1.74		-0.133		8	MIN
3395	-1.58	1.92	Ny	0.068	[N/mmq]	2	MAX
2718	0.11	2.10		-0.106		10	MIN
1410	2.52	-0.37	Nxy	0.095	[N/mmq]	9	MAX
2361	-0.10	-2.54		-0.099		9	MIN

Verifica sezione 1 combinazione 7



Sollecitazioni nodali [7]	
Nodo 2477 (X = -7.91 Y = -11.12 cm)	
Mx	= 1878.4535 kNm
My	= 4912.2891 kNm
Mxy	= -107.0917 kNm
Tx	= 1.5635 kN
Ty	= 6742.4977 kN

DIMENSIONAMENTI ARMATURE

Verifica a flessione

Armatura superiore: 2 strati composti da 8Φ32/m in direzione radiale

Armatura inferiore: Come armatura superiore

Armatura intermedia: 8 Φ20/m alle quote +100, +200 e +800

Altezza sezione: 425 cm

M_d = 4912 kNm

M_{rd} = 26091 kNm

CS = 5.312

Verifica soddisfatta

Titolo: Sezioni 1 e 2

N° figure elementari: 1 **Zoom** **N° strati barre:** 7 **Zoom**

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	425

N°	As [cm²]	d [cm]
1	64.34	6.6
2	64.34	13.2
3	25.13	100
4	25.13	200
5	25.13	300
6	64.34	409.8

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 0 **0** kN
M_{xEd} 0 **0** kNm
M_{yEd} 0 **0**

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN 0 yN 0

Tipo rottura
 Lato acciaio - Acciaio snervato

Materiali
B450C **C50/60**
 ε_{su} 67.5 ‰ ε_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 391.3 N/mm² ε_{cu} 3.5 ‰
 E_s 200,000 N/mm² f_{cd} 28.33
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8
 ε_{syd} 1.957 ‰ σ_{c,adm} 17.25
 σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 1
 τ_{c1} 2.686

M_{xRd} 26,091 kNm
 σ_c -28.33 N/mm²
 σ_s 391.3 N/mm²
 ε_c 3.18 ‰
 ε_s 67.5 ‰
 d 418.4 cm
 x 18.83 x/d 0.045
 δ 0.7

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.
 DXF

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Tipo flessione
 Retta Deviata

N° rett. 100

Calcola MRd **Dominio M-N**
L₀ 0 cm **Col. modello**
M-curvatura
 Precompresso

DIMENSIONAMENTI ARMATURE

Verifica sezione 2 combinazione 7 (M_{max})

In	X [m]	Y [m]		Valore	UM	Cmb	
2325	0.00	-2.33	Mx	9055.0369	[kNm]	2	MAX
2767	0.00	2.33		-5278.9184		7	MIN
2325	0.00	-2.33	My	16774.4838	[kNm]	7	MAX
2767	0.00	2.33		-9251.7007		2	MIN

Verifica a flessione

Armatura superiore: 2 strati composti da 8Φ32/m in direzione radiale, 3 strati da 6Φ24/m in direzione circonferenziale

Armatura inferiore: Come armatura superiore

Armatura intermedia radiale: 8 Φ20/m alle quote +100, +200 e +300

Armatura intermedia circonferenziale: 4 Φ20/m

Altezza sezione: 425 cm

M_d = 16774 kNm

M_{rd+} = 26091 kNm

CS = 1.56

Verifica soddisfatta

The screenshot shows a software interface for section analysis. Key parameters include:

- Section Properties:** N° figure elementari: 1, N° strati barre: 7. Table of properties:

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	425	1	64.34	6.6
2			2	64.34	13.2
3			3	25.13	100
4			4	25.13	200
5			5	25.13	300
6			6	64.34	409.8
- Materials:** B450C (E_{su}: 67.5%, f_{yd}: 391.3 N/mm², E_s: 200,000 N/mm², E_s/E_c: 15, σ_{s,adm}: 255 N/mm²), C50/60 (ε_{c2}: 2‰, ε_{cu}: 3.5‰, f_{cd}: 28.33, f_{cc}/f_{cd}: 0.0, τ_{co}: 1, τ_{c1}: 2.686).
- Design Parameters:** M_{xRd}: 26.091 kNm, σ_c: -28.33 N/mm², σ_s: 391.3 N/mm², ε_c: 3.18‰, ε_s: 67.5‰, d: 418.4 cm, x: 18.83, x/d: 0.045, δ: 0.7.
- Calculation Settings:** Metodo di calcolo: S.L.U. +, Tipo flessione: Retta, N° rett.: 100, Calcola MRd, Dominio M-N, L₀: 0 cm, Col. modello, M-curvatura.

Valutando la sezione 2 "bis", avente momento negativo pari a -9251.7 kNm, si ha momento resistente M_{rd-} = -26853 kNm ≈ M_{rd+}

Verifica soddisfatta

DIMENSIONAMENTI ARMATURE

In direzione x si ha:

N° figure elementari Zoom N° strati barre Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	425

N°	As [cm²]	d [cm]
5	12.57	302
6	27.14	406.6
7	27.14	415.2
8	27.14	403.3
9	27.14	19.6

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N_{Ed} kN
M_{xEd} kNm
M_{yEd} kNm

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN yN

Lato acciaio - Acciaio snervato

Materiali B450C C50/60

ε_{su} ‰ ε_{cc2} ‰
f_{yd} N/mm² ε_{cu} ‰
E_s N/mm² f_{cd} ‰
E_s/E_c f_{cc}/f_{cd} ?
ε_{syd} ‰ σ_{c,adm} ‰
σ_{s,adm} N/mm² τ_{co} ‰
τ_{c1} ‰

M_{xRd} kN m
σ_c N/mm²
ε_c ‰
ε_s ‰
d cm
x x/d
δ

Metodo di calcolo S.L.U.+ S.L.U.- Metodo n
Tipo flessione Retta Deviata
N° rett.
Calcola MRd Dominio M-N
L₀ cm Col. modello
M-curvatura
 Precompresso

$M_d = 9055 \text{ kNm}$

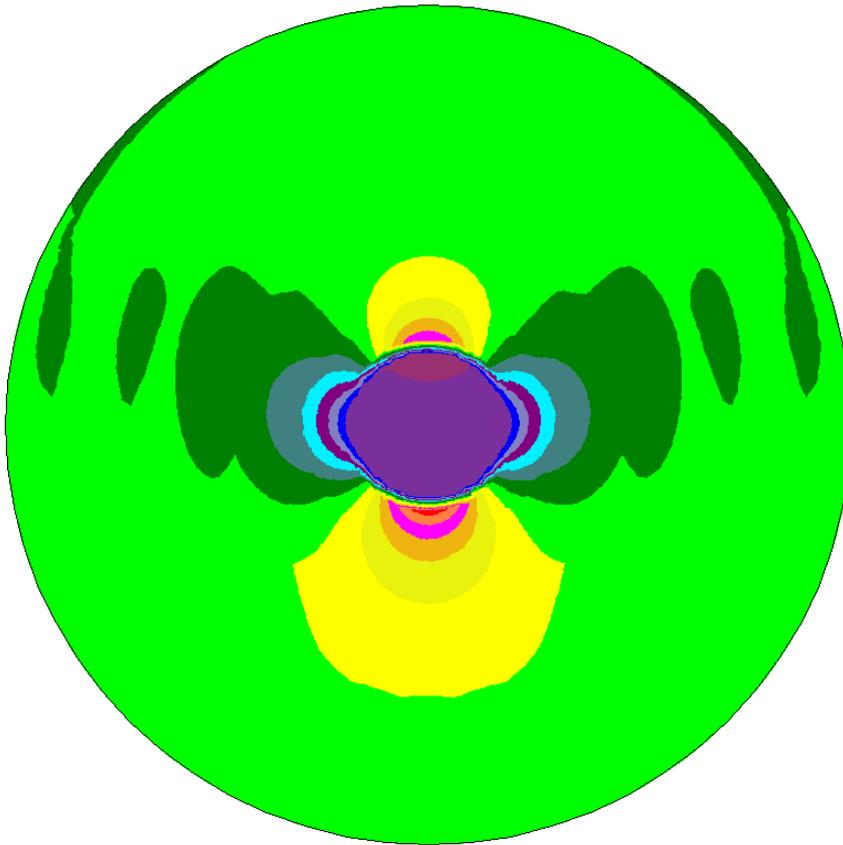
$M_{rd+} = 15639 \text{ kNm}$

$CS = 1.727$

Verifica soddisfatta

Avendosi poi $M_{rd-} \approx M_{rd+}$, la verifica è soddisfatta anche per i momenti negativi

Verifica sezione 3 combinazione 7 (bordo colletto)



Sollecitazioni nodali [7]

Nodo 2262 (X = -0.03 Y = -353.86 cm)

Mx = 6568.4935 kNm
 My = 10209.0608 kNm
 Mxy = -11.0581 kNm
 Tx = -59.3812 kN
 Ty = -3684.7656 kN

Verifica a flessione

Armatura superiore: 2 strati composti da 6Φ32/m in direzione radiale, 2 strati da 6Φ24/m in direzione circonferenziale

Armatura inferiore: Come armatura superiore

Armatura intermedia: 6 Φ20/m alle quote +100, +200 e +300

Armatura intermedia circonferenziale: 4 Φ20/m

Altezza sezione: 425 cm

Verifica in direzione y

M_d = 10209 kNm

M_{rd+} = 19616 kNm

CS = 1.921

N° figure elementari 1 Zoom N° strati barre 7 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	425	1	48.255	6.6
			2	48.255	13.2
			3	18.85	100
			4	18.85	200
			5	18.85	300
			6	48.255	409.8

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 0 kN
 M_{xEd} 0 kNm
 M_{yEd} 0 kNm

P.to applicazione N Centro Baicentro cls
 Coord.[cm] xN 0 yN 0

Tipo rottura Lato acciaio - Acciaio snervato

M_{xRd} 19,616 kNm

Materiali B450C C50/60

ε_{su} 67.5 % ε_{c2} 2 %
 f_{yd} 391.3 N/mm² ε_{cu} 3.5 %
 E_s 200.000 N/mm² f_{cd} 28.33 %
 E_s/E_c 15 f_{oc}/f_{cd} 0.8
 ε_{syd} 1.957 % σ_{c,adm} 17.25
 σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 1
 τ_{c1} 2.686

σ_c 28.33 N/mm²
 σ_s 391.3 N/mm²
 ε_c 2.846 %
 ε_s 67.5 %
 d 418.4 cm
 x 16.93 x/d 0.04045
 ρ 0.7

Metodo di calcolo S.L.U. + S.L.U. - Metodo n

Tipo flessione Retta Deviata

N° rett. 100

Calcola MRd Dominio M-N

L₀ 0 cm Col. modello

M-curvatura

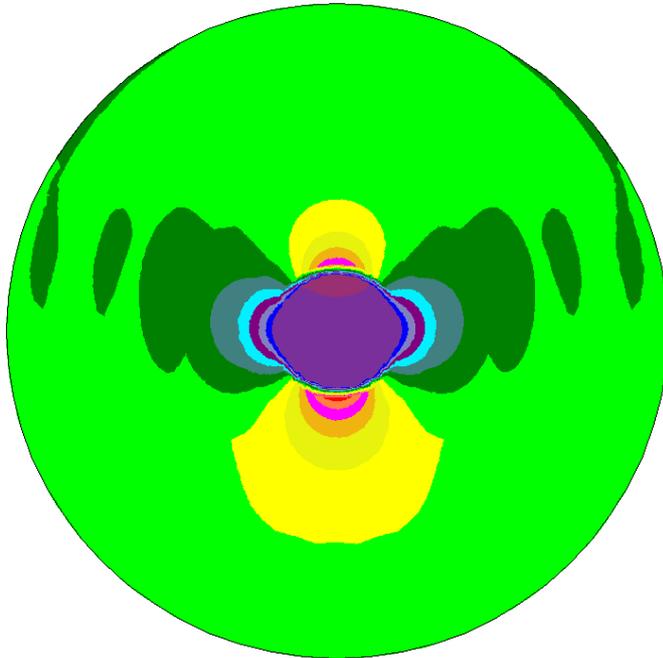
Precompresso

DIMENSIONAMENTI ARMATURE

Essendo M_{rdx} pari a quello calcolato per la sezione 2, la verifica in direzione x è automaticamente soddisfatta

DIMENSIONAMENTI ARMATURE

Verifica sezione 4 combinazione 7 (punto di coordinate (0;-753)).



Sollecitazioni nodali [7]

Nodo 2464 (X = 11.39 Y = -745.59 cm)

Mx = 1908.4443 kNm
 My = 2701.5944 kNm
 Mxy = -1.3445 kNm
 Tx = 15.0115 kN
 Ty = -1152.4128 kN

Armatura superiore: 1 strati composto da 2Φ32/m + 3 Φ20m in direzione radiale, 1 strato da 4Φ24/m in direzione circonferenziale

Armatura inferiore: Come armatura superiore

Armatura intermedia: 5 Φ20/m alle quote +100, +200 e +300

Armatura intermedia circonferenziale: 4 Φ20/m

Altezza sezione: 258 cm

Verifica in direzione y

M_d = 2701 kNm

M_{rd} = 4301 kNm

CS = 1.592

Verifica soddisfatta

N° figure elementari 1 Zoom N° strati barre 5 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	258

N°	As [cm²]	d [cm]
1	25.51	6.6
2	15.71	0
3	15.71	100
4	15.71	200
5	25.51	251.4

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 0 kN
 M_{xEd} 0 kNm
 M_{yEd} 0 kNm

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm]

Tipo rottura Lato acciaio - Acciaio snervato

M_{xRd} 4,301 kNm

σ_c -28.33 N/mm²
 σ_s 391.3 N/mm²
 ε_c 2.09 ‰
 ε_s 67.5 ‰

Materiali B450C C50/60

ε_{su} 67.5 ‰ ε_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 391.3 N/mm² ε_{cu} 3.5 ‰
 E_s 200,000 N/mm² f_{cd} 28.33 ‰
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8
 ε_{syd} 1.957 ‰ σ_{c,adm} 17.25 ‰
 σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 1 ‰
 τ_{c1} 2.686 ‰

Metodo di calcolo S.L.U.+ S.L.U.- Metodo n

Tipo flessione Retta Deviata

N° rett. 100

Calcola MRd Dominio M-N

L₀ 0 cm Col. modello

M-curvatura

Precompresso

DIMENSIONAMENTI ARMATURE

Verifica in direzione x

M_d = 1908 kNm
M_{rd} = 3213 kNm
CS = 1.684

Verifica soddisfatta

N* figure elementari Zoom N* strati barre Zoom

N*	b [cm]	h [cm]
1	100	258

N*	As [cm ²]	d [cm]
1	18.10	9.8
2	12.57	102
3	12.57	202
4	18.1	249.8

Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.
 DXF

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

N_{Ed} kN
 M_{xEd} kNm
 M_{yEd} kNm

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN yN

Tipo rottura
 Lato acciaio - Acciaio snervato

Materiali

ε _{su} <input type="text" value="67.5"/> ‰	ε _{c2} <input type="text" value="2"/> ‰
f _{yd} <input type="text" value="391.3"/> N/mm ²	ε _{cu} <input type="text" value="3.5"/> ‰
E _s <input type="text" value="200,000"/> N/mm ²	f _{cd} <input type="text" value="28.33"/> ‰
E _s /E _c <input type="text" value="15"/>	f _{cc} /f _{cd} <input type="text" value="0.8"/> ?
ε _{syd} <input type="text" value="1.957"/> ‰	σ _{c,adm} <input type="text" value="17.25"/>
σ _{s,adm} <input type="text" value="255"/> N/mm ²	τ _{co} <input type="text" value="1"/>
	τ _{c1} <input type="text" value="2.686"/>

M_{xRd} kNm

σ_c N/mm²
 σ_s N/mm²
 ε_c ‰
 ε_s ‰
 d cm
 x x/d
 δ

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Tipo flessione
 Retta Deviata

N* rett.

L₀ cm

Precompresso

DIMENSIONAMENTI ARMATURE

Verifica sezione 5 combinazione 7 (punto di coordinate (0;-1150)).

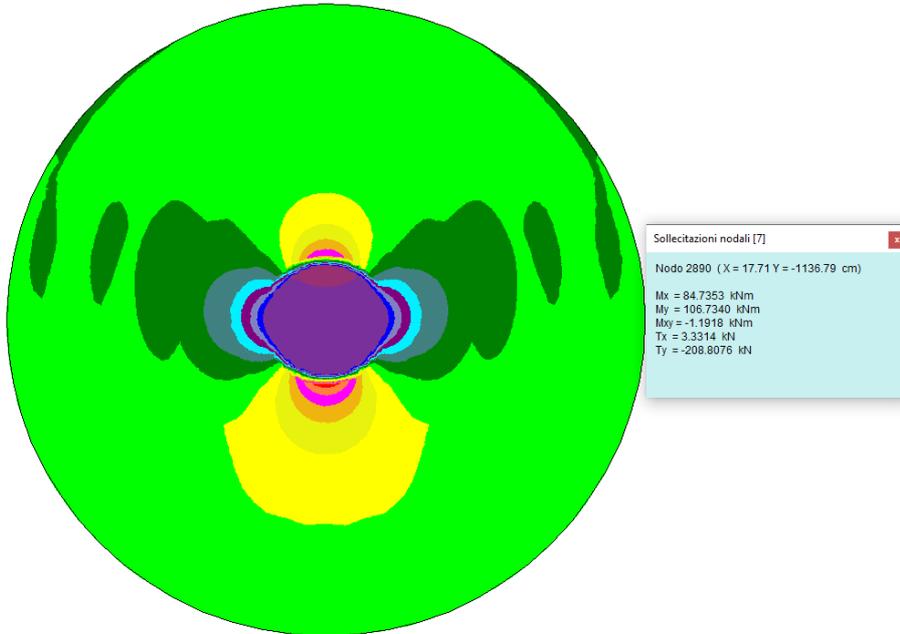
Armatura superiore: 1 strati composto da 1Φ32/m + 2 Φ/20m in direzione radiale, 1 strato da 4Φ24/m in direzione circonferenziale

Armatura inferiore: Come armatura superiore

Armatura intermedia: assente

Armatura intermedia circonferenziale: assente

Altezza sezione: 92 cm



Verifica in direzione y

M_d = 106.7 kNm

M_{rd} = 491.6 kNm

CS = 4.607

Verifica soddisfatta

N° figure elementari Zoom N° strati barre Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	92	1	14.362	6.6
			2	14.362	85.4

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 0 0 kN
 M_{xEd} 0 0 kNm
 M_{yEd} 0 0

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN 0 yN 0

Tipo rottura Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Tipo flessione
 Retta Deviata

N° rett. 100

Calcola MRd Dominio M-N

L₀ 0 cm Col. modello

M-curvatura

Precompresso

Materiali

B450C		C50/60	
E _{su}	67.5 ‰	E _{c2}	2 ‰
f _{yd}	391.3 N/mm²	E _{cu}	3.5 ‰
E _s	200,000 N/mm²	f _{cd}	28.33
E _s /E _c	15	f _{cc} /f _{cd}	0.8
E _{syd}	1.957 ‰	σ _{c,adm}	17.25
σ _{s,adm}	255 N/mm²	τ _{co}	1
		τ _{c1}	2.686

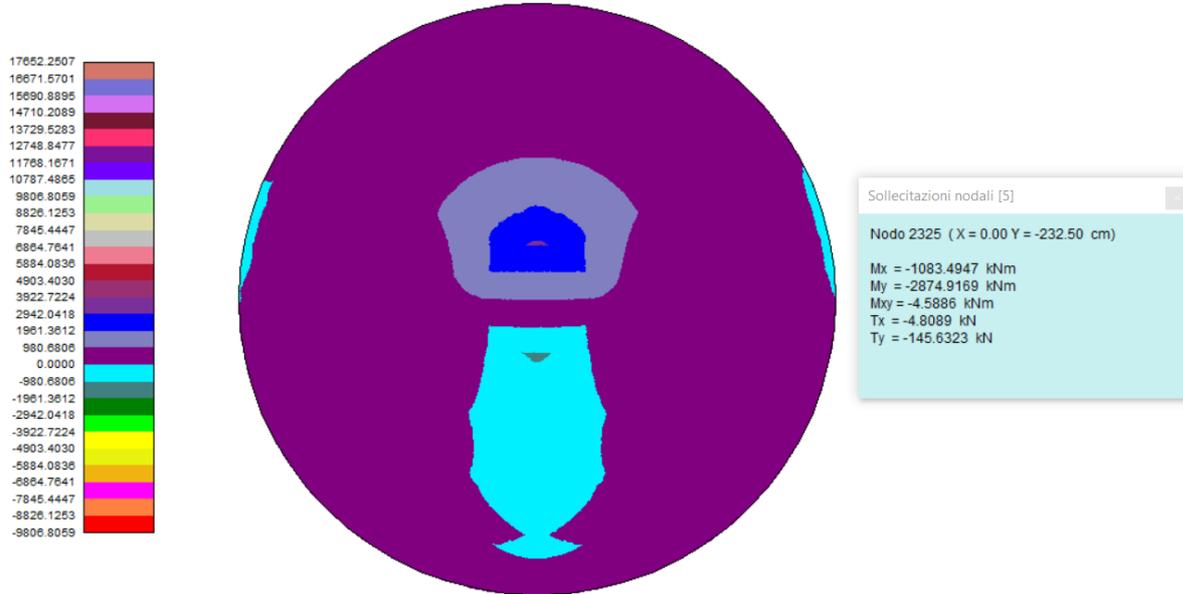
M_{xRd} 491.6 kNm

σ_c -28.33 N/mm²
 σ_s 391.3 N/mm²
 ε_c 3.5 ‰
 ε_s 63.14 ‰
 d 85.4 cm
 x 4.485 x/d 0.05252
 δ 0.7

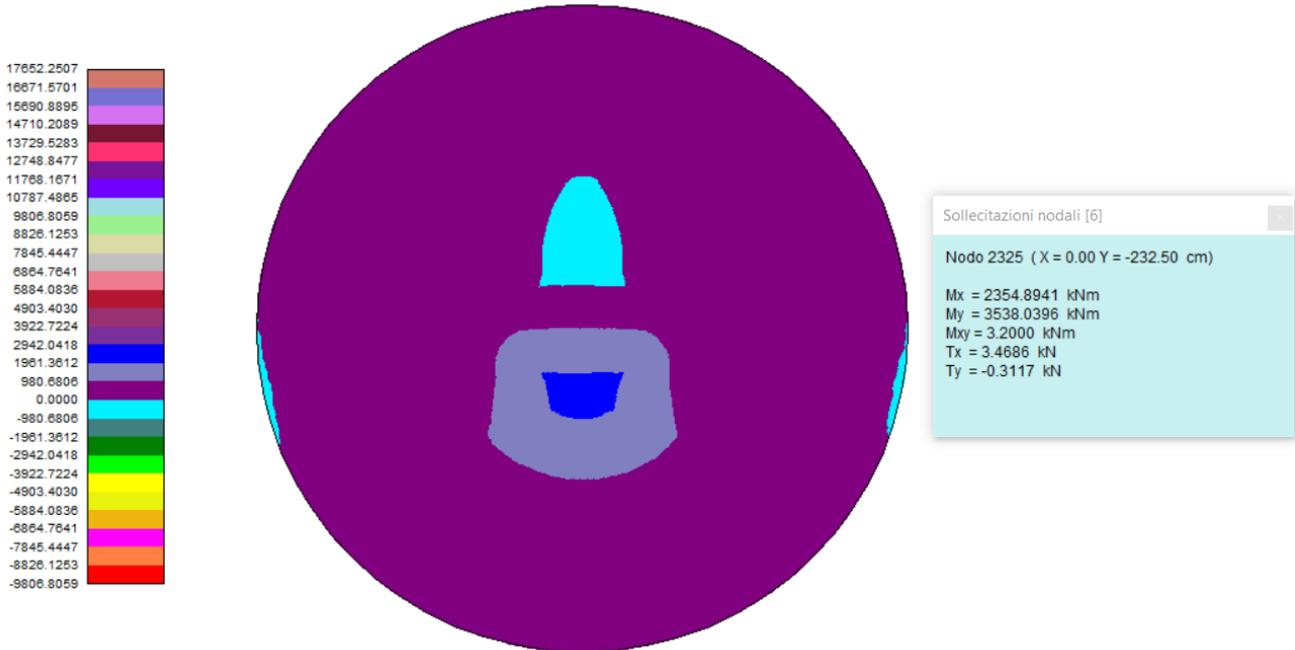
DIMENSIONAMENTI ARMATURE

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)



	Mx	My
Max positivo	2355 kNm	3538 kNm
Max negativo	-1083 kNm	-2874 kNm

DIMENSIONAMENTI ARMATURE

Si valuta sulla base della tabella sopra riportata il $\Delta\sigma$

N° figure elementari Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	425

Sollecitazioni
S.L.U. Metodo n

N_{Ed} kN
M_{xEd} 3538 kNm
M_{yEd} 0

Materiali
B450C C50/60
ε_{su} 67.5 ‰ ε_{c2} 2 ‰
f_{yd} 391.3 N/mm² ε_{cu} 3.5 ‰
E_s 200,000 N/mm² f_{cd} 28.33
E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8
ε_{syd} 1.957 ‰ σ_{c,adm} 17.25
σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 1
τ_{c1} 2.686

P.to applicazione N
Centro Baricentro cls
Coord.[cm] xN 0 yN 0

σ_c -1.411 N/mm²
σ_s 64.83 N/mm²
ε_s 0.3241 ‰
d 418.4 cm
x 103 x/d 0.2462
δ 0.7477

Verifica
N° iterazioni:

Metodo di calcolo
S.L.U.+ S.L.U.-
Metodo n

N° figure elementari Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	425

Sollecitazioni
S.L.U. Metodo n

N_{Ed} kN
M_{xEd} -2874 kNm
M_{yEd} 0

Materiali
B450C C50/60
ε_{su} 67.5 ‰ ε_{c2} 2 ‰
f_{yd} 391.3 N/mm² ε_{cu} 3.5 ‰
E_s 200,000 N/mm² f_{cd} 28.33
E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8
ε_{syd} 1.957 ‰ σ_{c,adm} 17.25
σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 1
τ_{c1} 2.686

P.to applicazione N
Centro Baricentro cls
Coord.[cm] xN 0 yN 0

σ_c -1.139 N/mm²
σ_s 50.94 N/mm²
ε_s 0.2547 ‰
d 418.4 cm
x 105.1 x/d 0.2512
δ 0.754

Verifica
N° iterazioni:

Precompresso

Metodo di calcolo
S.L.U.+ S.L.U.-
Metodo n

- |σ₁₋| = 18.46 MPa
- |σ₂₊| = 64.83 MPa
- |σ₁₊| = 50.94 MPa
- |σ₂₋| = 16.01 MPa

Δσ₁ = 69.4 MPa < 109.4 MPa (cfr. Cap. 6, §c della relazione R.S.01) *Verifica soddisfatta*
 Δσ₂ = 80.84 MPa < 109.4 MPa *Verifica soddisfatta*

DIMENSIONAMENTI ARMATURE

N° figure elementari Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	425

N° strati barre Zoom

N°	As [cm²]	d [cm]
5	12.57	302
6	27.14	406.6
7	27.14	415.2
8	27.14	403.3
9	27.14	19.6

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 0 kN
M_{xEd} 0 kNm
M_{yEd} 0

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN 0 yN 0

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Materiali B450C C50/60

ε_{su} 67.5 ‰ ε_{c2} 2 ‰
f_{yd} 391.3 N/mm² ε_{cu} 3.5 ‰
E_s 200,000 N/mm² f_{cd} 28.33
E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8
ε_{syd} 1.957 ‰ σ_{c,adm} 17.25
σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 1
τ_{c1} 2.686

σ_c -1.226 N/mm²
σ_s 70.14 N/mm²
ε_s 0.3507 ‰
d 415.2 cm
x 86.27 x/d 0.2078
δ 0.7

Verifica N° iterazioni: 5

N° figure elementari Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	425

N° strati barre Zoom

N°	As [cm²]	d [cm]
5	12.57	302
6	27.14	406.6
7	27.14	415.2
8	27.14	403.3
9	27.14	19.6

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 0 kN
M_{xEd} -1083 kNm
M_{yEd} 0

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN 0 yN 0

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Materiali B450C C50/60

ε_{su} 67.5 ‰ ε_{c2} 2 ‰
f_{yd} 391.3 N/mm² ε_{cu} 3.5 ‰
E_s 200,000 N/mm² f_{cd} 28.33
E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8
ε_{syd} 1.957 ‰ σ_{c,adm} 17.25
σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 1
τ_{c1} 2.686

σ_c -0.5596 N/mm²
σ_s 31.4 N/mm²
ε_s 0.157 ‰
d 415.2 cm
x 87.57 x/d 0.2109
δ 0.7036

Verifica N° iterazioni: 5

Precompresso

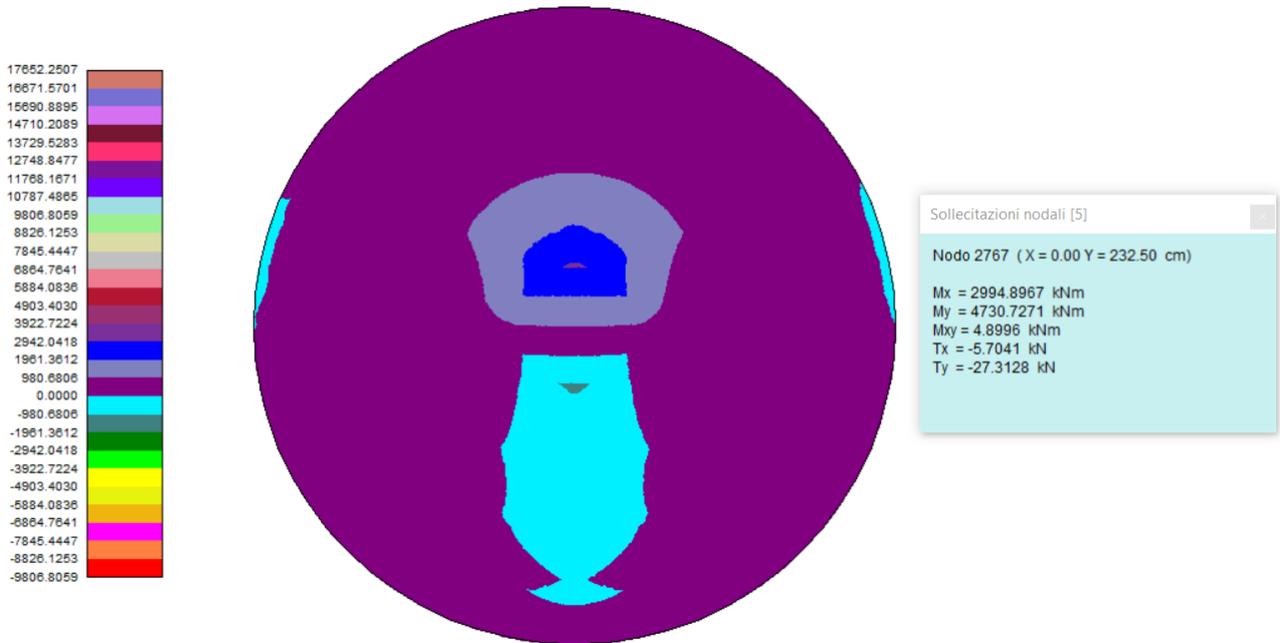
$|\sigma_{1-}| = 16.31 \text{ MPa}$
 $|\sigma_{2+}| = 70.14 \text{ MPa}$
 $|\sigma_{1+}| = 31.40 \text{ MPa}$
 $|\sigma_{2-}| = 7.454 \text{ MPa}$

$\Delta\sigma_1 = 47.71 < 109.4 \text{ MPa}$
 $\Delta\sigma_2 = 77.59 \text{ MPa} < 109.4 \text{ MPa}$

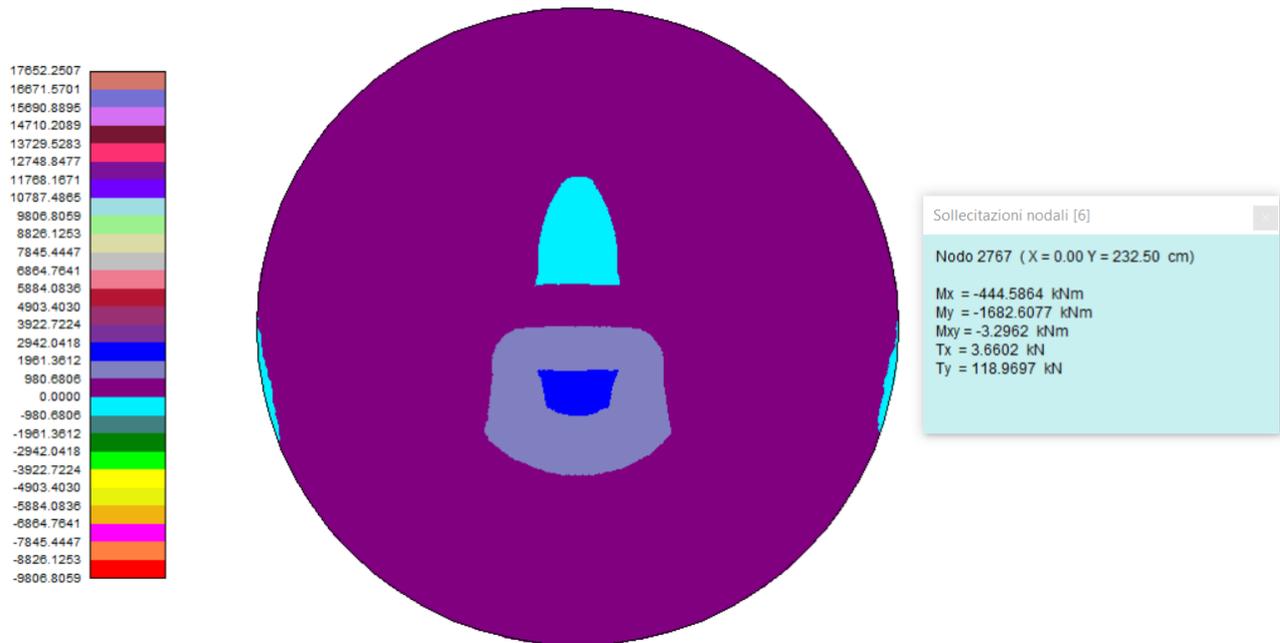
Verifica soddisfatta
 Verifica soddisfatta

DIMENSIONAMENTI ARMATURE

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



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



	Mx	My
Max positivo	2994.9 kNm	4730 kNm
Max negativo	-445 kNm	-1682 kNm

DIMENSIONAMENTI ARMATURE

N° figure elementari Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	425

N° strati barre Zoom

N°	As [cm²]	d [cm]
3	25.13	100
4	25.13	200
5	25.13	300
6	64.34	409.8
7	64.34	418.4

Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.
 DXF

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

N_{Ed} kN
 M_{Ed} kNm
 M_{yEd}

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN yN

Materiali
 B450C C50/60
 ε_{su} 67.5‰ ε_{c2} 2‰
 f_{yd} 391.3 N/mm² ε_{cu} 3.5‰
 E_s 200,000 N/mm² f_{cd} 28.33
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8
 ε_{syd} 1.957‰ σ_{c,adm} 17.25
 σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 1
 τ_{c1} 2.686

σ_c -1.887 N/mm²
 σ_s 86.67 N/mm²
 ε_s 0.4333‰
 d 418.4 cm
 x 103 x/d 0.2462
 δ 0.7477

Verifica
 N° iterazioni:

Precompresso

N° figure elementari Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	425

N° strati barre Zoom

N°	As [cm²]	d [cm]
3	25.13	100
4	25.13	200
5	25.13	300
6	64.34	409.8
7	64.34	418.4

Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.
 DXF

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

N_{Ed} kN
 M_{Ed} kNm
 M_{yEd}

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN yN

Materiali
 B450C C50/60
 ε_{su} 67.5‰ ε_{c2} 2‰
 f_{yd} 391.3 N/mm² ε_{cu} 3.5‰
 E_s 200,000 N/mm² f_{cd} 28.33
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8
 ε_{syd} 1.957‰ σ_{c,adm} 17.25
 σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 1
 τ_{c1} 2.686

σ_c -0.6666 N/mm²
 σ_s 29.81 N/mm²
 ε_s 0.1491‰
 d 418.4 cm
 x 105.1 x/d 0.2512
 δ 0.754

Verifica
 N° iterazioni:

Precompresso

|σ₁₋| = 26.49 MPa
 |σ₂₊| = 86.67 MPa
 |σ₁₊| = 29.81 MPa
 |σ₂₋| = 9.37 MPa

Δσ₁ = 56.3 MPa < 109.4 MPa
 Δσ₂ = 96.04 MPa < 109.4 MPa

Verifica soddisfatta
 Verifica soddisfatta

DIMENSIONAMENTI ARMATURE

N° figure elementari Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	425

N° strati barre Zoom

N°	As [cm²]	d [cm]
3	12.57	102
4	12.57	202
5	12.57	302
6	27.14	406.6
7	27.14	415.2
8	27.14	403.3

Metodo di calcolo

S.L.U.+ S.L.U.- Metodo n

Verifica

N° iterazioni:

Precompresso

N° figure elementari Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	425

N° strati barre Zoom

N°	As [cm²]	d [cm]
3	12.57	102
4	12.57	202
5	12.57	302
6	27.14	406.6
7	27.14	415.2
8	27.14	403.3

Metodo di calcolo

S.L.U.+ S.L.U.- Metodo n

Verifica

N° iterazioni:

Precompresso

$|\sigma_{2+}| = 89.2 \text{ MPa}$
 $|\sigma_{2-}| = 3.06 \text{ MPa}$

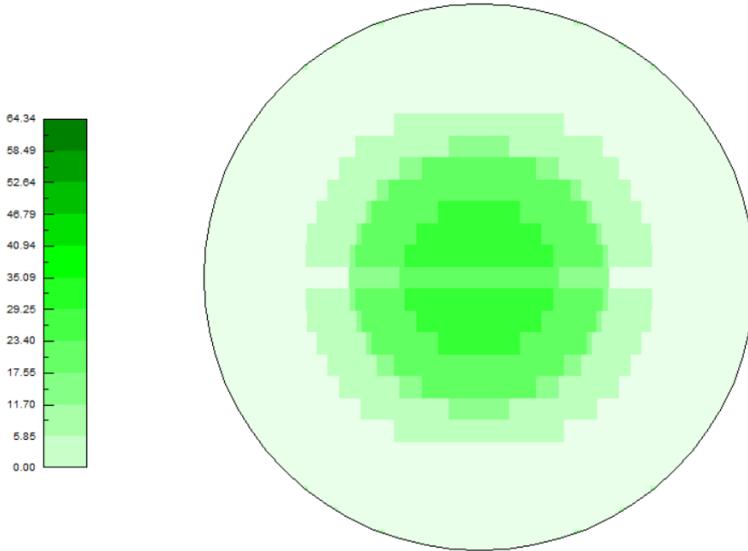
$\Delta\sigma_2 = 92.26 \text{ MPa} < 109.4 \text{ MPa}$

Verifica soddisfatta

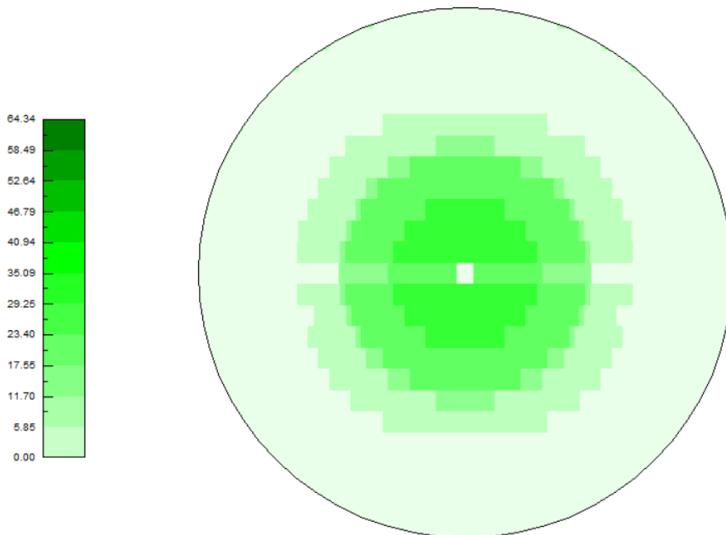
DIMENSIONAMENTI ARMATURE

Si riportano i minimi di armatura, espressi in cm², per i vari tipi di armature. Essendo i momenti inseriti nel modello lungo l'asse y passante per il centro della piastra, la corrispondente striscia di larghezza L=100 cm dovrà nell'esecutivo essere riprodotta con simmetria radiale, a causa della possibilità della pala di ruotare attorno al proprio asse.

Massimi richiesti allo SLU in direzione X, ferri inferiori

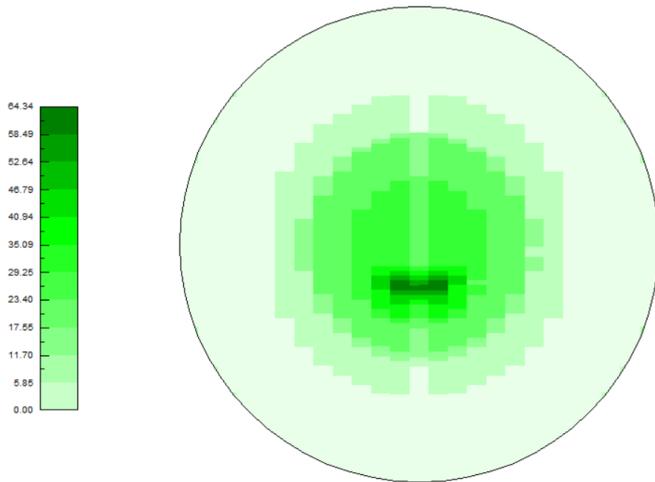


Massimi richiesti allo SLU in direzione X, ferri superiori

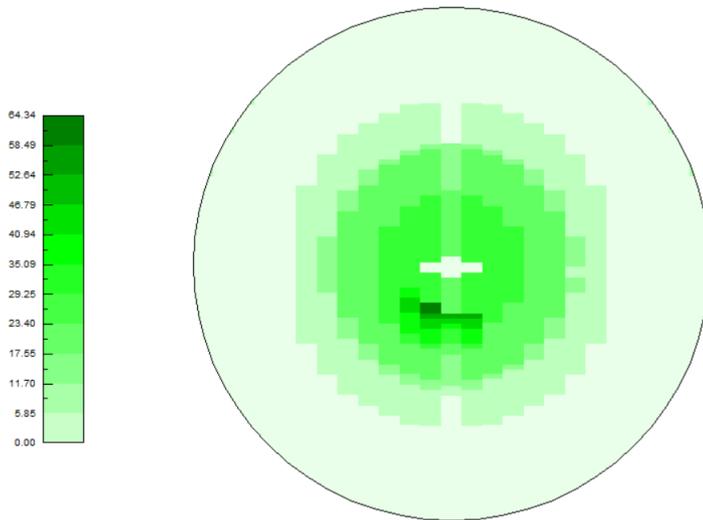


DIMENSIONAMENTI ARMATURE

Massimi richiesti allo SLU in direzione Y, ferri inferiori



Massimi richiesti allo SLU in direzione Y, ferri superiori



6.0 Risultati fondazione di tipo 2

Risultati involucro

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

Avendosi la medesima disposizione delle armature della fondazione di tipo 1, e dei momenti agenti aventi il medesimo ordine di grandezza, le verifiche vengono condotte nella sola sezione maggiormente sollecitata

Per essa si ha, in direzione y

$$M_d = 17362 \text{ kNm}$$

$$M_{rd+} = 26091 \text{ kNm}$$

$$CS = 1.503$$

Verifica soddisfatta

The screenshot displays the software interface for section analysis. Key data points include:

- Section Properties:** 6 reinforcement bars, total area $A_s = 64.34 \text{ cm}^2$, diameter $d = 6.6 \text{ cm}$.
- Material Data:** B450C and C50/60 concrete. $E_s = 200,000 \text{ N/mm}^2$, $f_{cd} = 28.33$.
- Applied Forces:** $M_{xRd} = 26.091 \text{ kNm}$, $\sigma_c = -28.33 \text{ N/mm}^2$, $\sigma_s = 391.3 \text{ N/mm}^2$.
- Calculation Method:** S.L.U. + Metodo n.
- Results:** $\epsilon_c = 3.18$, $\epsilon_s = 67.5$, $d = 418.4 \text{ cm}$, $x = 18.83$, $\delta = 0.7$.

DIMENSIONAMENTI ARMATURE

Valutando la sezione 2 "bis", avente momento negativo pari a -9115kNm, si ha momento resistente $M_{rd} = -26853 \text{ kNm} \approx M_{rd+}$
Verifica soddisfatta

In direzione x si ha:

The screenshot shows a software interface for structural analysis. It includes several panels:

- Reinforcement Data:** A table with columns N*, b [cm], h [cm], N*, A_s [cm²], and d [cm].

N*	b [cm]	h [cm]	N*	A _s [cm ²]	d [cm]
1	100	425	5	12.57	302
			6	27.14	406.6
			7	27.14	415.2
			8	27.14	403.3
			9	27.14	19.6
- Material Properties:** A section titled "Materiali" with sub-sections for B450C and C50/60.

Property	B450C	C50/60
ε _{su} [‰]	67.5	2
f _{yd} [N/mm ²]	391.3	3.5
E _s [N/mm ²]	200.000	28.33
ε _s /E _c	15	0.9
ε _{syd} [‰]	1.957	17.25
σ _{s,adm} [N/mm ²]	255	1
τ _{co}		2.686
- Calculation Parameters:**
 - M_{xRd} = 15,639 kN m
 - σ_c = -28.33 N/mm²
 - ε_c = 3.022 ‰
 - ε_s = 67.5 ‰
 - d = 415.2 cm
 - x = 17.79 x/d = 0.04285
 - ξ = 0.7
- Methodology:**
 - Metodo di calcolo: S.L.U. +
 - Tipo flessione: Retta
 - N* rett: 100
 - Calcola MRd
 - Dominio M-N
 - M-curvatura
 - Precompresso:

$M_d = 9357 \text{ kNm}$

$M_{rd+} = 15639 \text{ kNm}$

CS = 1.671

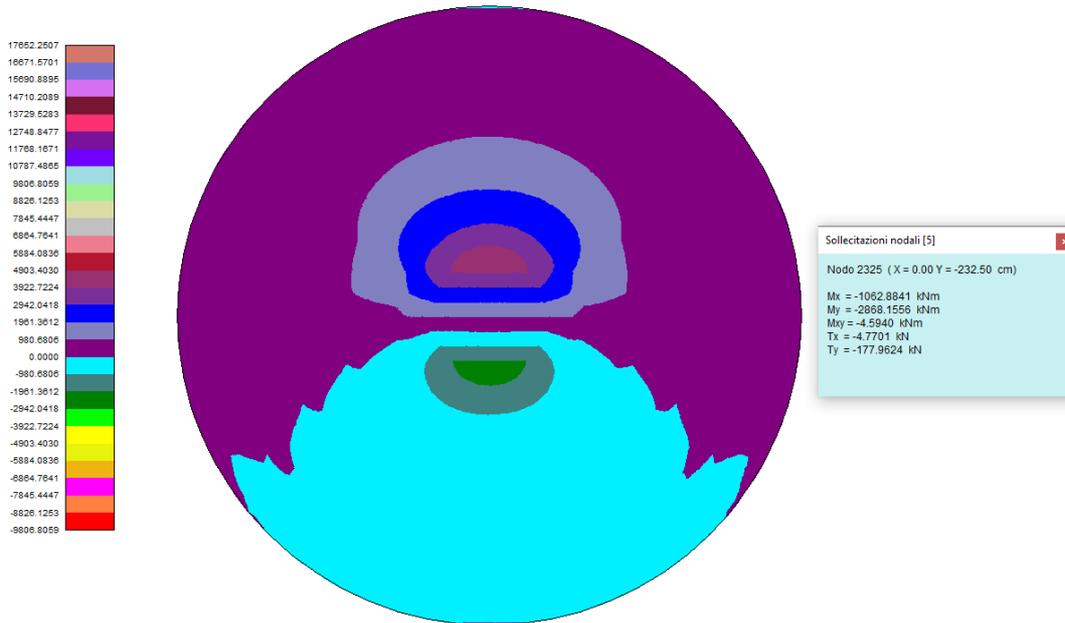
Verifica soddisfatta

Avendosi poi $M_{rd-} \approx M_{rd+}$, la verifica è soddisfatta anche per i momenti negativi

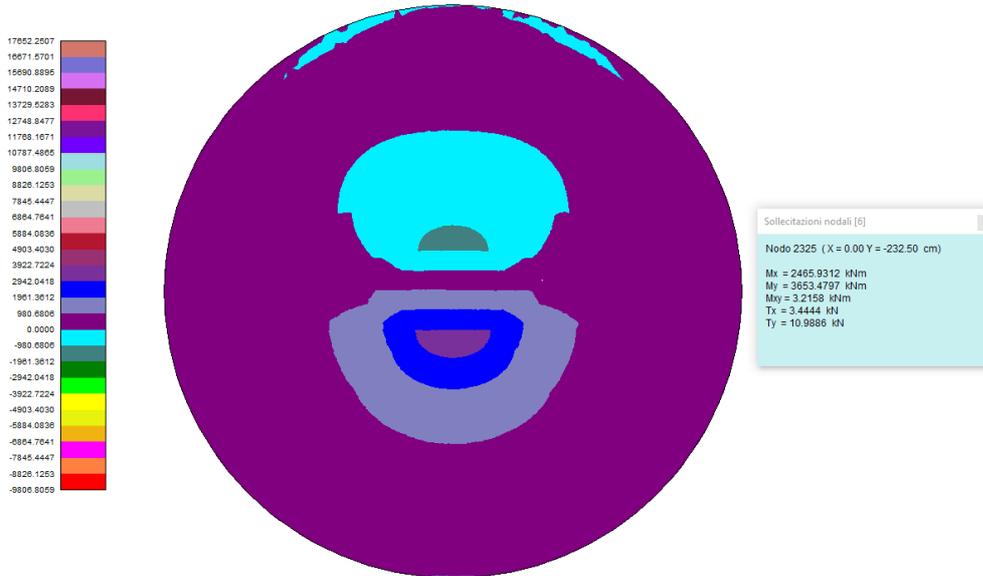
DIMENSIONAMENTI ARMATURE

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)



	Mx	My
Max positivo	2465 kNm	3654 kNm
Max negativo	-1052 kNm	-2858 kNm

DIMENSIONAMENTI ARMATURE

N* figure elementari Zoom

N*	b [cm]	h [cm]
1	100	425

N* strati barre Zoom

N*	As [cm ²]	d [cm]
3	25.13	100
4	25.13	200
5	25.13	300
6	64.34	409.8
7	64.34	418.4

Sollecitazioni

S.L.U. Metodo n

N_{Ed} kN

M_{xEd} kNm

M_{yEd}

P.to applicazione N

Centro Baricentro cls

Coord.[cm] xN yN

Metodo di calcolo

S.L.U.+ S.L.U.-

Metodo n

Verifica

N* iterazioni:

Precompresso

Hettan.re I trapezi

a T Circolare

Rettangoli Coord.

DXF

N* figure elementari Zoom

N*	b [cm]	h [cm]
1	100	425

N* strati barre Zoom

N*	As [cm ²]	d [cm]
3	25.13	100
4	25.13	200
5	25.13	300
6	64.34	409.8
7	64.34	418.4

Sollecitazioni

S.L.U. Metodo n

N_{Ed} kN

M_{xEd} kNm

M_{yEd}

P.to applicazione N

Centro Baricentro cls

Coord.[cm] xN yN

Metodo di calcolo

S.L.U.+ S.L.U.-

Metodo n

Verifica

N* iterazioni:

Precompresso

Hettan.re I trapezi

a T Circolare

Rettangoli Coord.

DXF

$|\sigma_{2+}| = 66.95 \text{ MPa}$
 $|\sigma_{2-}| = 16.92 \text{ MPa}$

$\Delta\sigma_2 = 83.87 \text{ MPa} < 109.4 \text{ MPa}$

Verifica soddisfatta

DIMENSIONAMENTI ARMATURE

N° figure elementari Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	425

N° strati barre Zoom

N°	As [cm²]	d [cm]
3	12.57	102
4	12.57	202
5	12.57	302
6	27.14	406.6
7	27.14	415.2
8	27.14	403.3

Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.
 DXF

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

N_{Ed} kN
 M_{Ed} kNm
 M_{yEd}

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN yN

Materiali
 B450C C50/60
 ε_{su} 67.5‰ ε_{c2} 2‰
 f_{yd} 391.3 N/mm² ε_{cu} 3.5‰
 E_s 200,000 N/mm² f_{cd} 28.33
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8
 ε_{syd} 1.957‰ σ_{c,adm} 17.25
 σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 1
 τ_{c1} 2.686

σ_c -1.377 N/mm²
 σ_s 78.78 N/mm²
 ε_s 0.3939‰
 d 415.2 cm
 x 86.27 x/d 0.2078
 δ 0.7

Verifica N° iterazioni:

Precompresso

Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.
 DXF

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

N_{Ed} kN
 M_{Ed} kNm
 M_{yEd}

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN yN

Materiali
 B450C C50/60
 ε_{su} 67.5‰ ε_{c2} 2‰
 f_{yd} 391.3 N/mm² ε_{cu} 3.5‰
 E_s 200,000 N/mm² f_{cd} 28.33
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8
 ε_{syd} 1.957‰ σ_{c,adm} 17.25
 σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 1
 τ_{c1} 2.686

σ_c -0.5436 N/mm²
 σ_s 30.5 N/mm²
 ε_s 0.1525‰
 d 415.2 cm
 x 87.57 x/d 0.2109
 δ 0.7036

$|\sigma_{2+}| = 78.78 \text{ MPa}$

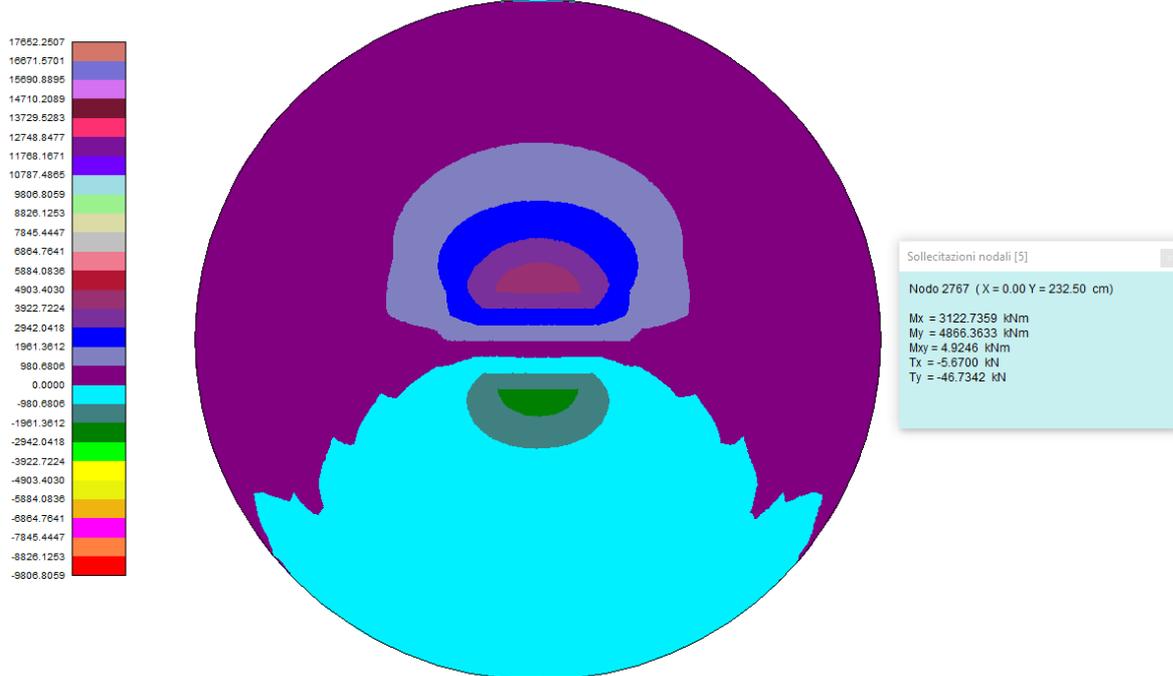
$|\sigma_{2-}| = 7.2 \text{ MPa}$

$\Delta\sigma_2 = 85.98 \text{ MPa} < 109.4 \text{ MPa}$

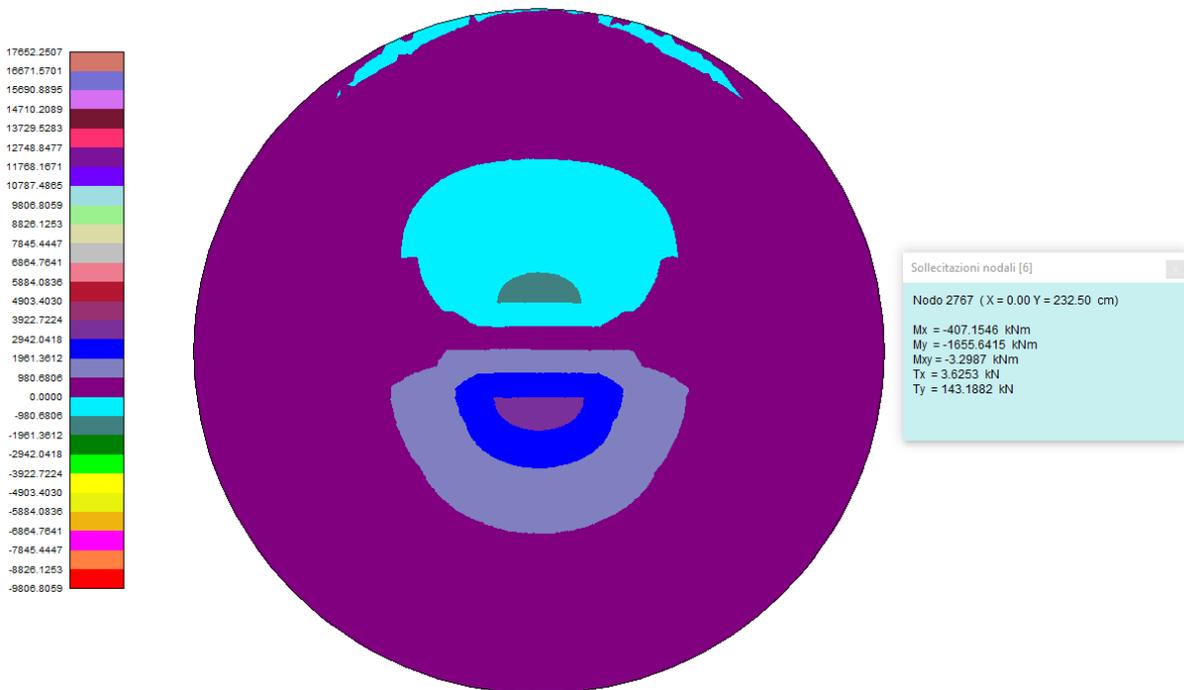
Verifica soddisfatta

DIMENSIONAMENTI ARMATURE

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



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



	Mx	My
Max positivo	3123 kNm	4866 kNm
Max negativo	-407 kNm	-1655 kNm

DIMENSIONAMENTI ARMATURE

N° figure elementari Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	425

N° strati barre Zoom

N°	As [cm²]	d [cm]
3	25.13	100
4	25.13	200
5	25.13	300
6	64.34	409.8
7	64.34	418.4

Sollecitazioni

S.L.U. Metodo n

N_{Ed} kN

M_{xEd} kNm

M_{yEd}

P.to applicazione N

Centro Baricentro cls

Coord.[cm] xN yN

Metodo di calcolo

S.L.U.+ S.L.U.-

Metodo n

Verifica

N° iterazioni:

Precompresso

N° figure elementari Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	425

N° strati barre Zoom

N°	As [cm²]	d [cm]
3	25.13	100
4	25.13	200
5	25.13	300
6	64.34	409.8
7	64.34	418.4

Sollecitazioni

S.L.U. Metodo n

N_{Ed} kN

M_{xEd} kNm

M_{yEd}

P.to applicazione N

Centro Baricentro cls

Coord.[cm] xN yN

Metodo di calcolo

S.L.U.+ S.L.U.-

Metodo n

Verifica

N° iterazioni:

Precompresso

$|\sigma_{2+}| = 89.16 \text{ MPa}$

$|\sigma_{2-}| = 9.22 \text{ MPa}$

$\Delta\sigma_2 = 98.38 \text{ MPa} < 109.4 \text{ MPa}$

Verifica soddisfatta

35/44

DIMENSIONAMENTI ARMATURE

N° figure elementari Zoom

N° strati barre Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	425

N°	As [cm²]	d [cm]
3	12.57	102
4	12.57	202
5	12.57	302
6	27.14	406.6
7	27.14	415.2
8	27.14	403.3

Sollecitazioni
S.L.U. Metodo n

N_{Ed} kN
M_{xEd} kNm
M_{yEd} kNm

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN yN

Materiali
B450C C50/60
ε_{su} ‰ ε_{c2} ‰
f_{yd} N/mm² ε_{cu} ‰
E_s N/mm² f_{cd} ‰
E_s/E_c f_{cc}/f_{cd} ?
ε_{syd} ‰ σ_{c,adm} ‰
σ_{s,adm} N/mm² τ_{co} ‰
τ_{c1} ‰

σ_c N/mm²
σ_s N/mm²
ε_s ‰
d cm
x x/d
δ

Precompresso

$$|\sigma_{2+}| = 93.01 \text{ MPa}$$

$$|\sigma_{2-}| = 2.8 \text{ MPa}$$

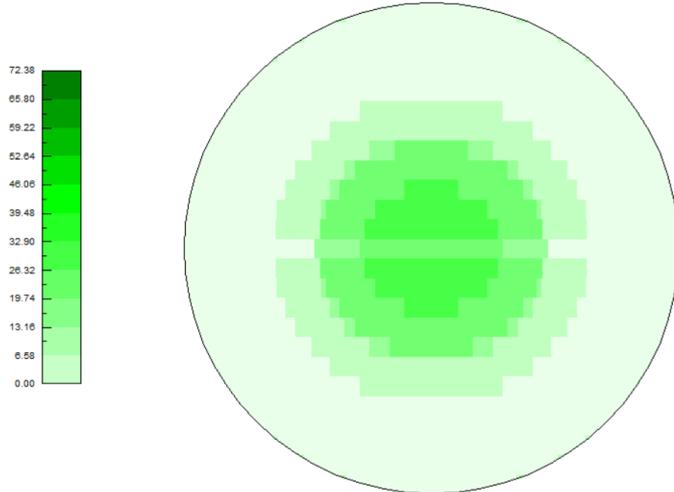
$$\Delta\sigma_2 = 95.81 \text{ MPa} < 109.4 \text{ MPa}$$

Verifica soddisfatta

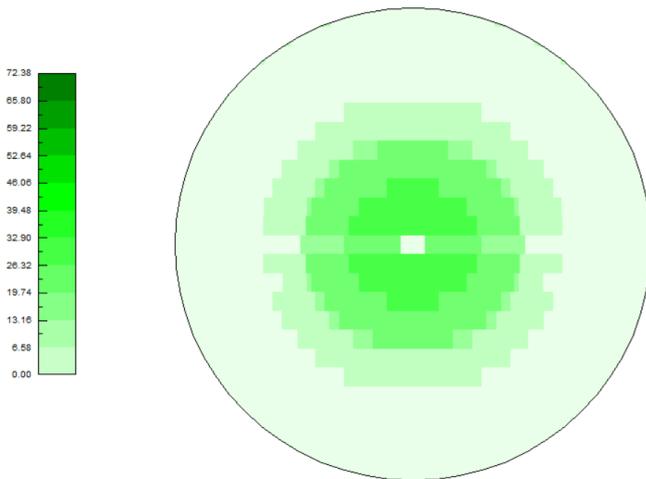
DIMENSIONAMENTI ARMATURE

Si riportano i minimi di armatura, espressi in cm², per i vari tipi di armature. Essendo le sollecitazioni inserite nel modello lungo una direzione preferenziale (si è considerato il caso della pala che sollecitata a momento flettente lungo attorno all'asse y), si dovrà considerare esclusivamente la striscia di larghezza L=100 cm passante per il centro della piastra lungo l'asse y, e tale striscia dovrà essere riprodotta con simmetria radiale, a causa della possibilità della pala di ruotare attorno al proprio asse.

Massimi richiesti allo SLU in direzione X, ferri inferiori

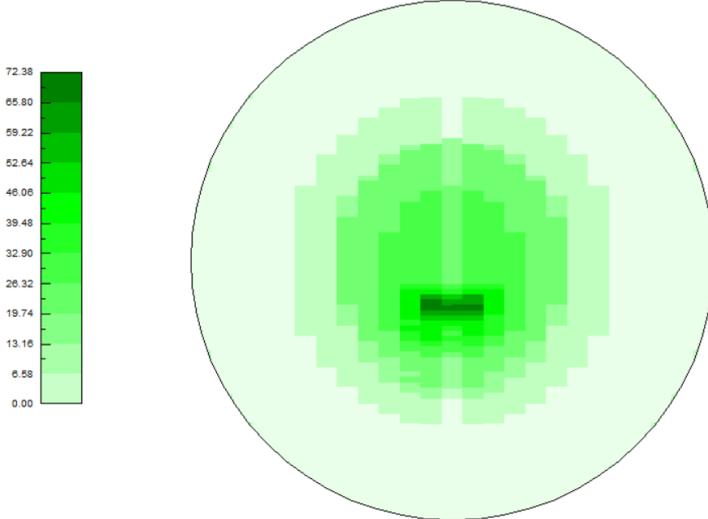


Massimi richiesti allo SLU in direzione X, ferri superiori

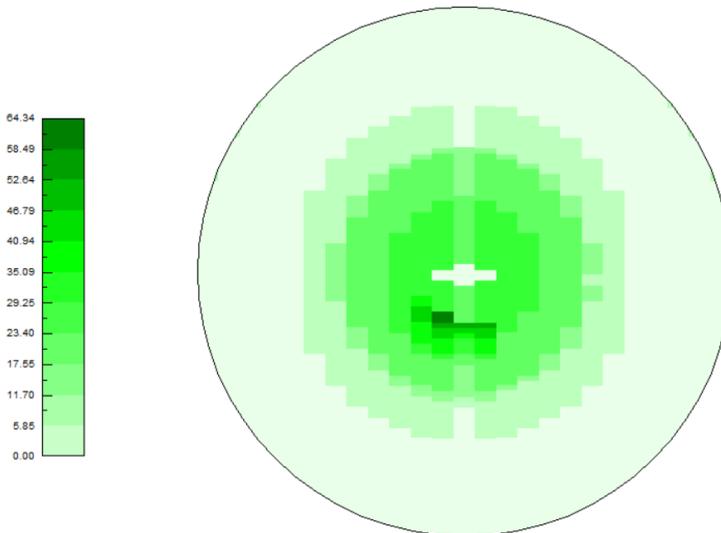


DIMENSIONAMENTI ARMATURE

Massimi richiesti allo SLU in direzione Y, ferri inferiori



Massimi richiesti allo SLU in direzione Y, ferri superiori



DIMENSIONAMENTI ARMATURE

7.0 Risultati fondazione di tipo 3

Avendo la piastra le medesime dimensioni e armature della tipologia 2, e ricevendo delle sollecitazioni inferiori rispetto alla soluzione senza pali, la piastra della tipologia 3 è già implicitamente verificata. Per tale ragione, si riportano qui di seguito le verifiche relative ai pali della fondazione di tipo 3, rimandando al progetto esecutivo la definizione di eventuale armature di dettaglio (p.e. punzonamento)

Simbologia adottata

Y ordinata della sezione a partire dalla testa positiva verso il basso, espressa in [m]
 Af Area armatura, espresso in [cmq]
 Mu Momento ultimo, espresso in [kNm]
 Nu Sforzo normale ultimo, espresso in [kN]
 FS Fattore di sicurezza

Palo n° 1

Y	A _f	M _u	N _u	FS
[m]	[cmq]	[kNm]	[kN]	
0.00	37.70	128.51	10283.90	9.788
2.00	37.70	18.64	10283.90	9.454
4.00	37.70	20.06	10283.90	9.167
6.00	37.70	23.31	10283.90	8.918
8.00	37.70	15.11	10283.90	8.704
10.00	37.70	6.82	10283.90	8.520
12.00	37.70	1.77	10283.90	8.364
14.00	37.70	0.30	10283.90	8.232
16.00	37.70	0.62	10283.90	8.124
18.00	37.70	0.26	10283.90	8.036
20.00	37.70	0.00	10283.90	7.967

Palo n° 2

Y	A _f	M _u	N _u	FS
[m]	[cmq]	[kNm]	[kN]	
0.00	37.70	73.81	10283.90	9.953
2.00	37.70	10.70	10283.90	9.608
4.00	37.70	11.51	10283.90	9.311
6.00	37.70	13.36	10283.90	9.054
8.00	37.70	8.66	10283.90	8.832
10.00	37.70	3.91	10283.90	8.642
12.00	37.70	1.02	10283.90	8.480
14.00	37.70	0.17	10283.90	8.343
16.00	37.70	0.35	10283.90	8.230
18.00	37.70	0.15	10283.90	8.137
20.00	37.70	0.00	10283.90	8.065

Palo n° 3

Y	A _f	M _u	N _u	FS
[m]	[cmq]	[kNm]	[kN]	
0.00	37.70	54.79	-1342.36	1.790
2.00	37.70	9.44	-1453.38	2.053
4.00	37.70	11.23	-1449.21	2.201
6.00	37.70	14.60	-1441.37	2.396
8.00	37.70	10.92	-1449.94	2.697
10.00	37.70	5.85	-1461.71	3.135
12.00	37.70	1.88	-1470.92	3.795
14.00	37.70	0.42	-1474.24	4.887
16.00	37.70	1.25	-1472.34	7.065
18.00	37.70	0.13	10283.90	7.325
20.00	37.70	0.00	10283.90	7.282

Palo n° 4

Y	A _f	M _u	N _u	FS
[m]	[cmq]	[kNm]	[kN]	
0.00	37.70	46.86	-1362.09	1.324
2.00	37.70	7.87	-1457.02	1.481
4.00	37.70	9.26	-1453.79	1.570
6.00	37.70	11.92	-1447.59	1.692
8.00	37.70	8.82	-1454.81	1.885
10.00	37.70	4.68	-1464.44	2.168
12.00	37.70	1.49	-1471.80	2.600
14.00	37.70	0.33	-1474.44	3.321
16.00	37.70	0.98	-1472.96	4.769
18.00	37.70	0.80	-1473.37	9.159
20.00	37.70	0.00	10283.90	51.772

Palo n° 5

Y	A _f	M _u	N _u	FS
[m]	[cmq]	[kNm]	[kN]	
0.00	37.70	68.21	-1309.08	1.745
2.00	37.70	12.00	-1447.42	2.044
4.00	37.70	14.27	-1442.14	2.189

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"

DIMENSIONAMENTI ARMATURE

Y [m]	A _r [cmq]	M _u [kNm]	N _u [kN]	FS
6.00	37.70	18.52	-1432.26	2.379
8.00	37.70	13.87	-1443.07	2.683
10.00	37.70	7.45	-1457.99	3.126
12.00	37.70	2.39	-1469.74	3.790
14.00	37.70	0.53	-1473.98	4.884
16.00	37.70	1.60	-1471.56	7.058
18.00	37.70	0.13	10283.90	7.322
20.00	37.70	0.00	10283.90	7.279

Palo n° 6

Y [m]	A _r [cmq]	M _u [kNm]	N _u [kN]	FS
0.00	37.70	67.41	10283.90	9.958
2.00	37.70	9.77	10283.90	9.613
4.00	37.70	10.51	10283.90	9.315
6.00	37.70	12.20	10283.90	9.058
8.00	37.70	7.91	10283.90	8.836
10.00	37.70	3.57	10283.90	8.646
12.00	37.70	0.93	10283.90	8.484
14.00	37.70	0.16	10283.90	8.347
16.00	37.70	0.32	10283.90	8.233
18.00	37.70	0.14	10283.90	8.141
20.00	37.70	0.00	10283.90	8.068

Palo n° 7

Y [m]	A _r [cmq]	M _u [kNm]	N _u [kN]	FS
0.00	37.70	57.31	10283.90	9.788
2.00	37.70	8.31	10283.90	9.454
4.00	37.70	8.95	10283.90	9.167
6.00	37.70	10.39	10283.90	8.918
8.00	37.70	6.74	10283.90	8.704
10.00	37.70	3.04	10283.90	8.520
12.00	37.70	0.79	10283.90	8.364
14.00	37.70	0.13	10283.90	8.232
16.00	37.70	0.28	10283.90	8.124
18.00	37.70	0.12	10283.90	8.036
20.00	37.70	0.00	10283.90	7.967

Palo n° 8

Y [m]	A _r [cmq]	M _u [kNm]	N _u [kN]	FS
0.00	37.70	238.60	10283.90	5.780
2.00	37.70	35.12	10283.90	5.665
4.00	37.70	38.30	10283.90	5.567
6.00	37.70	45.07	10283.90	5.485
8.00	37.70	29.57	10283.90	5.418
10.00	37.70	13.51	10283.90	5.364
12.00	37.70	3.55	10283.90	5.324
14.00	37.70	0.61	10283.90	5.297
16.00	37.70	1.26	10283.90	5.281
18.00	37.70	0.54	10283.90	5.277
20.00	37.70	0.00	10283.90	5.286

Palo n° 9

Y [m]	A _r [cmq]	M _u [kNm]	N _u [kN]	FS
0.00	37.70	174.11	10283.90	4.453
2.00	37.70	25.75	10283.90	4.385
4.00	37.70	28.21	10283.90	4.329
6.00	37.70	33.34	10283.90	4.284
8.00	37.70	21.97	10283.90	4.250
10.00	37.70	10.08	10283.90	4.225
12.00	37.70	2.66	10283.90	4.211
14.00	37.70	0.46	10283.90	4.205
16.00	37.70	0.95	10283.90	4.209
18.00	37.70	0.41	10283.90	4.223
20.00	37.70	0.00	10283.90	4.246

Palo n° 10

Y [m]	A _r [cmq]	M _u [kNm]	N _u [kN]	FS
0.00	37.70	145.47	10283.90	4.109
2.00	37.70	21.54	10283.90	4.051
4.00	37.70	23.63	10283.90	4.004
6.00	37.70	27.96	10283.90	3.967
8.00	37.70	18.45	10283.90	3.940
10.00	37.70	8.47	10283.90	3.921
12.00	37.70	2.24	10283.90	3.912
14.00	37.70	0.39	10283.90	3.911
16.00	37.70	0.80	10283.90	3.919
18.00	37.70	0.34	10283.90	3.935
20.00	37.70	0.00	10283.90	3.961

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"

DIMENSIONAMENTI ARMATURE

Y [m]	A _r [cmq]	M _a [kNm]	N _a [kN]	FS
0.00	37.70	136.27	10283.90	4.451
2.00	37.70	20.15	10283.90	4.383
4.00	37.70	22.08	10283.90	4.327
6.00	37.70	26.10	10283.90	4.282
8.00	37.70	17.20	10283.90	4.248
10.00	37.70	7.89	10283.90	4.223
12.00	37.70	2.08	10283.90	4.209
14.00	37.70	0.36	10283.90	4.203
16.00	37.70	0.74	10283.90	4.207
18.00	37.70	0.32	10283.90	4.221
20.00	37.70	0.00	10283.90	4.244

Palo n° 12

Y [m]	A _r [cmq]	M _a [kNm]	N _a [kN]	FS
0.00	37.70	150.75	10283.90	5.783
2.00	37.70	22.19	10283.90	5.667
4.00	37.70	24.20	10283.90	5.569
6.00	37.70	28.47	10283.90	5.487
8.00	37.70	18.68	10283.90	5.420
10.00	37.70	8.53	10283.90	5.367
12.00	37.70	2.24	10283.90	5.327
14.00	37.70	0.38	10283.90	5.299
16.00	37.70	0.80	10283.90	5.283
18.00	37.70	0.34	10283.90	5.280
20.00	37.70	0.00	10283.90	5.288

Tensioni in esercizio

Simbologia adottata

- Y ordinata della sezione a partire dalla testa positiva verso il basso, espressa in [m]
- A_r area di armatura, espressa in [cmq]
- s_c tensione nel calcestruzzo, espressa in [N/mmq]
- s_r tensione nell'acciaio, espressa in [N/mmq]
- t_c tensione tangenziale nel calcestruzzo, espressa in [N/mmq]
- s_{st} tensione nelle staffe, espressa in [N/mmq]

Palo n° 1

Y [m]	A _r [cmq]	s _c [N/mmq]	s _r [N/mmq]	t _c [N/mmq]	s _{st} [N/mmq]
0.00	37.70	1.132	16.707	--	--
2.00	37.70	1.025	15.342	--	--
4.00	37.70	1.070	16.008	--	--
6.00	37.70	1.115	16.668	--	--
8.00	37.70	1.139	17.049	--	--
10.00	37.70	1.159	17.375	--	--
12.00	37.70	1.182	17.723	--	--
14.00	37.70	1.207	18.102	--	--
16.00	37.70	1.232	18.478	--	--
18.00	37.70	1.253	18.796	--	--
20.00	37.70	1.272	19.073	--	--

Palo n° 2

Y [m]	A _r [cmq]	s _c [N/mmq]	s _r [N/mmq]	t _c [N/mmq]	s _{st} [N/mmq]
0.00	37.70	0.702	10.268	--	--
2.00	37.70	0.600	8.963	--	--
4.00	37.70	0.646	9.647	--	--
6.00	37.70	0.693	10.338	--	--
8.00	37.70	0.720	10.767	--	--
10.00	37.70	0.745	11.157	--	--
12.00	37.70	0.772	11.578	--	--
14.00	37.70	0.803	12.042	--	--
16.00	37.70	0.834	12.514	--	--
18.00	37.70	0.863	12.942	--	--
20.00	37.70	0.889	13.342	--	--

Palo n° 3

Y [m]	A _r [cmq]	s _c [N/mmq]	s _r [N/mmq]	t _c [N/mmq]	s _{st} [N/mmq]
0.00	37.70	0.374	5.370	--	--
2.00	37.70	0.285	4.234	--	--
4.00	37.70	0.331	4.929	--	--
6.00	37.70	0.379	5.637	--	--
8.00	37.70	0.410	6.113	--	--
10.00	37.70	0.438	6.558	--	--
12.00	37.70	0.470	7.040	--	--
14.00	37.70	0.505	7.569	--	--
16.00	37.70	0.541	8.112	--	--
18.00	37.70	0.575	8.621	--	--
20.00	37.70	0.607	9.112	--	--

Palo n° 4

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"

DIMENSIONAMENTI ARMATURE

Y	A _r	s _c	s _r	t _c	s _{st}
[m]	[cmq]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]
0.00	37.70	0.237	3.349	--	--
2.00	37.70	0.160	2.363	--	--
4.00	37.70	0.191	2.832	--	--
6.00	37.70	0.213	3.162	--	--
8.00	37.70	0.211	3.143	--	--
10.00	37.70	0.197	2.949	--	--
12.00	37.70	0.176	2.635	--	--
14.00	37.70	0.147	2.211	--	--
16.00	37.70	0.110	1.649	--	--
18.00	37.70	0.061	0.908	--	--
20.00	37.70	0.000	0.000	--	--

Palo n° 5

Y	A _r	s _c	s _r	t _c	s _{st}
[m]	[cmq]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]
0.00	37.70	0.319	4.637	--	--
2.00	37.70	0.277	4.125	--	--
4.00	37.70	0.322	4.808	--	--
6.00	37.70	0.368	5.492	--	--
8.00	37.70	0.403	6.017	--	--
10.00	37.70	0.435	6.515	--	--
12.00	37.70	0.469	7.030	--	--
14.00	37.70	0.505	7.568	--	--
16.00	37.70	0.541	8.109	--	--
18.00	37.70	0.575	8.621	--	--
20.00	37.70	0.608	9.113	--	--

Palo n° 6

Y	A _r	s _c	s _r	t _c	s _{st}
[m]	[cmq]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]
0.00	37.70	0.600	8.894	--	--
2.00	37.70	0.585	8.754	--	--
4.00	37.70	0.629	9.415	--	--
6.00	37.70	0.672	10.061	--	--
8.00	37.70	0.706	10.582	--	--
10.00	37.70	0.738	11.069	--	--
12.00	37.70	0.770	11.552	--	--
14.00	37.70	0.802	12.034	--	--
16.00	37.70	0.834	12.502	--	--
18.00	37.70	0.862	12.935	--	--
20.00	37.70	0.889	13.338	--	--

Palo n° 7

Y	A _r	s _c	s _r	t _c	s _{st}
[m]	[cmq]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]
0.00	37.70	1.008	15.041	--	--
2.00	37.70	1.007	15.092	--	--
4.00	37.70	1.050	15.730	--	--
6.00	37.70	1.090	16.336	--	--
8.00	37.70	1.123	16.828	--	--
10.00	37.70	1.152	17.274	--	--
12.00	37.70	1.180	17.696	--	--
14.00	37.70	1.207	18.098	--	--
16.00	37.70	1.231	18.469	--	--
18.00	37.70	1.253	18.792	--	--
20.00	37.70	1.272	19.073	--	--

Palo n° 8

Y	A _r	s _c	s _r	t _c	s _{st}
[m]	[cmq]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]
0.00	37.70	1.450	21.647	--	--
2.00	37.70	1.434	21.493	--	--
4.00	37.70	1.476	22.115	--	--
6.00	37.70	1.515	22.697	--	--
8.00	37.70	1.543	23.128	--	--
10.00	37.70	1.567	23.500	--	--
12.00	37.70	1.589	23.840	--	--
14.00	37.70	1.610	24.155	--	--
16.00	37.70	1.629	24.430	--	--
18.00	37.70	1.643	24.644	--	--
20.00	37.70	1.653	24.802	--	--

Palo n° 9

Y	A _r	s _c	s _r	t _c	s _{st}
[m]	[cmq]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]
0.00	37.70	1.793	26.735	--	--
2.00	37.70	1.748	26.201	--	--
4.00	37.70	1.789	26.817	--	--
6.00	37.70	1.828	27.389	--	--
8.00	37.70	1.852	27.758	--	--
10.00	37.70	1.871	28.055	--	--
12.00	37.70	1.888	28.325	--	--
14.00	37.70	1.905	28.573	--	--
16.00	37.70	1.919	28.779	--	--
18.00	37.70	1.927	28.911	--	--
20.00	37.70	1.932	28.979	--	--

DIMENSIONAMENTI ARMATURE

Palo n° 10

Y	A _r	s _c	s _r	t _c	s _{sr}
[m]	[cmq]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]
0.00	37.70	1.938	28.863	--	--
2.00	37.70	1.867	27.972	--	--
4.00	37.70	1.908	28.590	--	--
6.00	37.70	1.947	29.167	--	--
8.00	37.70	1.968	29.496	--	--
10.00	37.70	1.984	29.748	--	--
12.00	37.70	1.999	29.979	--	--
14.00	37.70	2.013	30.200	--	--
16.00	37.70	2.025	30.381	--	--
18.00	37.70	2.032	30.482	--	--
20.00	37.70	2.034	30.517	--	--

Palo n° 11

Y	A _r	s _c	s _r	t _c	s _{sr}
[m]	[cmq]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]
0.00	37.70	1.848	27.482	--	--
2.00	37.70	1.757	26.324	--	--
4.00	37.70	1.799	26.952	--	--
6.00	37.70	1.840	27.549	--	--
8.00	37.70	1.860	27.868	--	--
10.00	37.70	1.875	28.113	--	--
12.00	37.70	1.890	28.349	--	--
14.00	37.70	1.906	28.587	--	--
16.00	37.70	1.920	28.795	--	--
18.00	37.70	1.928	28.925	--	--
20.00	37.70	1.933	28.991	--	--

Palo n° 12

Y	A _r	s _c	s _r	t _c	s _{sr}
[m]	[cmq]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]
0.00	37.70	1.551	23.005	--	--
2.00	37.70	1.448	21.688	--	--
4.00	37.70	1.492	22.333	--	--
6.00	37.70	1.534	22.959	--	--
8.00	37.70	1.556	23.299	--	--
10.00	37.70	1.573	23.573	--	--
12.00	37.70	1.590	23.852	--	--
14.00	37.70	1.610	24.149	--	--
16.00	37.70	1.629	24.428	--	--
18.00	37.70	1.643	24.637	--	--
20.00	37.70	1.653	24.793	--	--

8.0 Risultati verifiche a taglio

Si considera la sollecitazione di taglio massima agente sulle 3 tipologie. Essa si manifesta nella tipologia 2, e si estende la medesima armatura a taglio anche alla tipologia 1 e 3 le quali, avendo sollecitazioni taglianti inferiori, risulteranno così automaticamente già verificate.

$$d := 395\text{-cm} \quad b_w := 100\text{-cm} \quad \alpha_c := 1 \quad f_{1cd} := 0.5 \cdot 28.33\text{-MPa} \quad f_{yd} := 391.3\text{-MPa}$$

$$\alpha := 90\text{-deg} \quad \text{ctg}(\alpha) := \frac{\cos(\alpha)}{\sin(\alpha)} \quad \theta := \frac{\pi}{4} \quad D := 25\text{-m} \quad \text{ctg}\theta := 2$$

$$V_{edx} := 7035\text{-kN} \quad V_{edy} := 0$$

$$V_{rcd} := \frac{0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f_{1cd} \cdot (\text{ctg}(\alpha) + \text{ctg}\theta)}{1 + (\text{ctg}\theta)^2} = 20143\text{-kN}$$

$$A_{sw} := \frac{V_{edx} \cdot 20\text{-cm}}{0.9 \cdot d \cdot f_{yd} \cdot (\text{ctg}(\alpha) + \text{ctg}\theta) \cdot \sin(\alpha)}$$

$$\phi := \sqrt{4 \cdot \frac{A_{sw}}{\pi}} = 25.375\text{-mm}$$

Il diametro minimo per il soddisfacimento della verifica è dunque $\Phi 26$ con passo 20 cm nelle direzioni x e y

Prevedendo poi un anello circolare avente armatura inferiore, si considera che a 450 cm dal centro della piastra si ha un taglio massimo di 2060 kN ed un'altezza utile di 360 cm

$$d := 360\text{-cm} \quad b_w := 100\text{-cm} \quad \alpha_c := 1 \quad f_{1cd} := 0.5 \cdot 28.33\text{-MPa} \quad f_{yd} := 391.3\text{-MPa}$$

$$\alpha := 90\text{-deg} \quad \text{ctg}(\alpha) := \frac{\cos(\alpha)}{\sin(\alpha)} \quad \theta := \frac{\pi}{4} \quad D := 25\text{-m} \quad \text{ctg}\theta := 2$$

$$V_{edx} := 2060\text{-kN} \quad V_{edy} := 0$$

$$V_{rcd} := \frac{0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f_{1cd} \cdot (\text{ctg}(\alpha) + \text{ctg}\theta)}{1 + (\text{ctg}\theta)^2} = 18358\text{-kN}$$

$$A_{sw} := \frac{V_{edx} \cdot 30\text{-cm}}{0.9 \cdot d \cdot f_{yd} \cdot (\text{ctg}(\alpha) + \text{ctg}\theta) \cdot \sin(\alpha)}$$

$$\phi := \sqrt{4 \cdot \frac{A_{sw}}{\pi}} = 17.616\text{-mm}$$

È dunque possibile prevedere un anello circolare da R=450 a R=12.5 armato con $9\Phi 18/m^2$