

CITTA' DI
VENEZIA



commessa

Piano nazionale di ripresa e resilienza (PNRR)

Missione 5 - inclusione e coesione, componente 2 infrastrutture sociali, famiglie, comunità e terzo settore (M5C2). Misura 3, investimento 3.1 " sport e inclusione sociale" - cluster 1.

Nuovo impianto polivalente indoor Mestre-Venezia - C.I. 15219

Progetto di fattibilità tecnico economica



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU

committente

Comune di Venezia
Area Lavori Pubblici , Mobilità e Trasporti
Servizio Edilizia comunale Terraferma
viale Ancona, 63
30170 Mestre - Venezia

Il R.U.P.
ing. Francesco Dittadi
Il Dirigente
dott. Aldo Menegazzi
Il Direttore
ing. Simone Agrondi



coordinamento generale
progetto architettonico

Sari Coletti architetti
sede legale
piazza Garibaldi 14
31100, Treviso
P.I. 03624060269
studio@saricoletti.it
marco.sari@archiworldpec.it

progettisti
ing. arch. Marco Sari
arch. Marco Coletti
responsabile di commessa
e giovane professionista
arch. Manuele Bettiol

collaboratori
arch. Andrea Marcon
arch. Alessandro Martin
geom. Alex Santamaria



progetto strutture

Boaretto e Associati s.r.l.
sede legale
via Ospedale n. 9
30174 Venezia Mestre
info@boarettoeassociati.it

progettista
ing. Luca Boaretto
responsabile di commessa
ing. Mattia Ongarato

collaboratori
ing. Stefania Boaretto
arch. Francesco Sambo
ing. Mattia Tessari



progetto impianti

EVO engineering s.r.l.
sede legale
corte San Francesco, 4
31053 Pieve di Soligo (TV)
info@evoeng.it

progettisti
per. ind. Mirco Bovo
ing. Massimo Nadal
per. ind. Giovanni Negroni

commessa	ambito	codice elaborato	data emissione		
SCA_101	Progetto di fattibilità tecnico economica	SCA_101-F.S.P.R.04-R00	12-2022		
gruppo elaborati		numero elaborato		revisione	
STRUTTURE		F.S.P.R.04		R00	
titolo elaborato					
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURE					
CORPO C - SPOGLIATOI					
rev	data	motivo dell'emissione	eseguito	controllato	approvato
00	12-2022	EMISSIONE	S.Boaretto	M.Ongarato	L.Boaretto

La proprietà del presente elaborato è tutelata a termini di legge. È vietata qualsiasi forma di riproduzione o di copia non autorizzata.

1 INDICE

1	INDICE	1
2	PREMESSA	2
3	VERIFICHE PER AZIONI STATICHE	3
3.1	PLATEA.....	3
3.1.1	Elementi resistenti	3
3.1.2	Verifiche di resistenza SLU	5
3.1.2.1	Verifiche a flessione	5
3.1.2.2	Verifiche a taglio	7
3.2	SOLAIO DI COPERTURA	9
3.2.1	Elementi resistenti	9
3.2.2	Verifiche di resistenza SLU	11
3.2.2.1	Verifiche a flessione	11
3.2.2.2	Verifiche a taglio	13
3.3	PILASTRI	15
3.3.1	Verifiche di resistenza SLU	15
4	VERIFICHE PER AZIONI SISMICHE	16
4.1	MODI DI VIBRARE PRINCIPALI	16
4.1.1	Primo modo.....	16
4.1.1	Secondo modo	17
4.1.1	Terzo modo	17
4.2	SETTI.....	18
4.2.1	Verifiche di resistenza SLV.....	18
4.2.1.1	Verifiche a flessione	18
4.2.1.1	Verifiche a taglio	19
4.3	PLATEA.....	21
4.3.1	Verifiche di resistenza SLV.....	21
4.3.1.1	Verifiche a flessione	21
4.3.1.1	Verifiche a taglio	25
5	VERIFICHE GEOTECNICHE	27
5.1	VERIFICA CAPACITÀ PORTANTE TERRENO (SLU)	27
6	VERIFICHE DI RESISTENZA AL FUOCO	28

2 PREMESSA

Sono esposte nel seguito le calcolazioni relative alle strutture portanti ricomprese nell'intervento di realizzazione del **Corpo C – spogliatoi del nuovo impianto polivalente indoor di Mestre – Venezia (C.I. 15219)**.

La relazione riporta i carichi permanenti ed accidentali di verifica, descrive le ipotesi di calcolo assunte nelle operazioni di progetto e dimostra le calcolazioni condotte.

Le verifiche vengono descritte attraverso la rappresentazione degli schemi statici di calcolo e la verifica delle sezioni caratteristiche delle strutture. I disegni di tali strutture sono presentati nelle allegate tavole grafiche.

Il presente documento è da leggersi accompagnato alla **“Relazione specialistica sulle strutture”**, la quale ne costituisce **fondamentale premessa** ai fini della contestualizzazione e della comprensione.

3 VERIFICHE PER AZIONI STATICHE

3.1 Platea

3.1.1 ELEMENTI RESISTENTI

La platea di spessore pari a 30cm, con armatura base ai lembi inferiore e superiore costituita da barre $\varnothing 10/20 \times 20$ cm, è dotata del seguente momento resistente SLU, calcolato con riferimento ad una sezione di larghezza unitaria:

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2018

Titolo: 5610/m

N° figure elementari: 1 Zoom N° strati barre: 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	30

N°	As [cm²]	d [cm]
1	3.93	5
2	3.93	25

Sollecitazioni: S.L.U. Metodo n

P.to applicazione N: Centro Baricentro cls

Coord. [cm]: xN 0 yN 0

Tipo rottura: Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

M_{xRd}: 42.7 kNm

σ_c: -14.17 N/mm²

σ_s: 391.3 N/mm²

ε_c: 3.5 ‰

ε_s: 29.2 ‰

d: 25 cm

x: 2.676 x/d: 0.107

ξ: 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

Dove non è sufficiente l'armatura base si dispone armatura aggiuntiva superiore o inferiore costituita da barre $\varnothing 16/20$ cm il cui momento resistente SLU risulta pari a:

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2018

Titolo: 5610/m

N° figure elementari: 1 Zoom N° strati barre: 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	30

N°	As [cm²]	d [cm]
1	3.93	5
2	13.98	25

Sollecitazioni: S.L.U. Metodo n

P.to applicazione N: Centro Baricentro cls

Coord. [cm]: xN 0 yN 0

Tipo rottura: Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

M_{xRd}: 126 kNm

σ_c: -14.17 N/mm²

σ_s: 391.3 N/mm²

ε_c: 3.5 ‰

ε_s: 14.57 ‰

d: 25 cm

x: 4.843 x/d: 0.1937

ξ: 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

La platea è dotata del seguente taglio resistente SLU, in assenza di armatura a taglio per armatura base longitudinale:

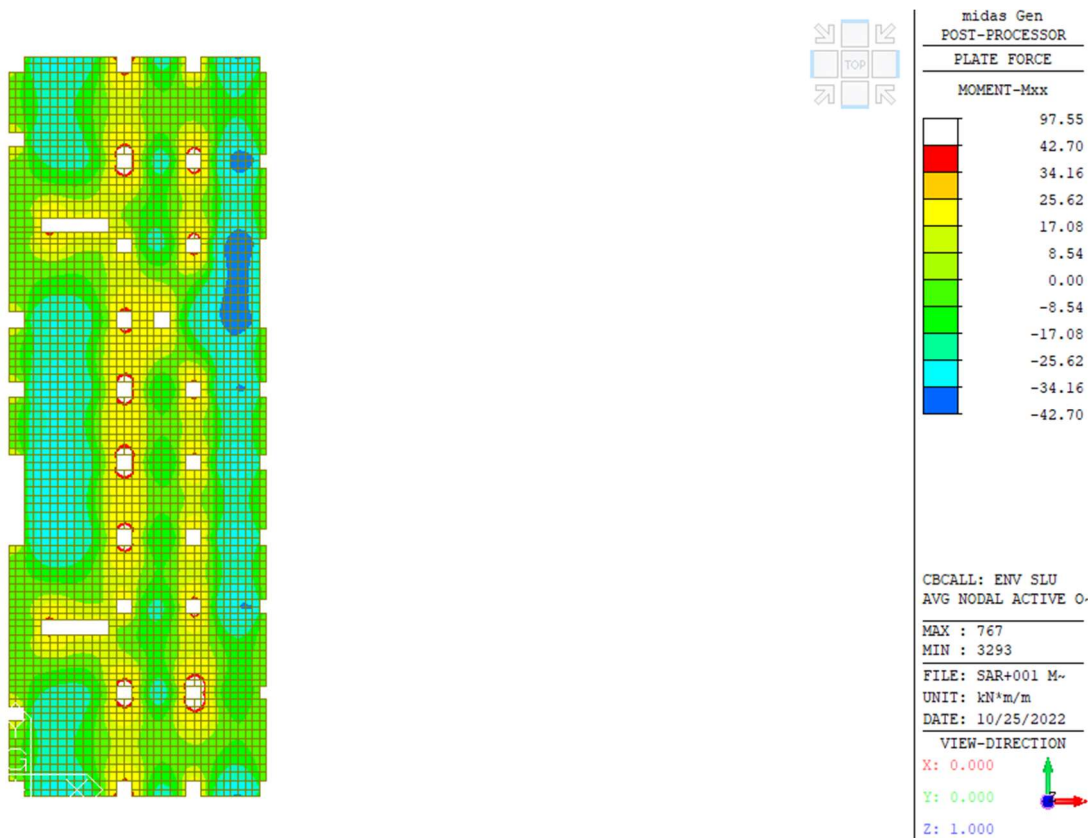
VERIFICA A TAGLIO AGLI S.L.U. (D.M. 17/01/2018 § 4.1.2.3.5.1)		
Caratteristiche del Calcestruzzo	$R_{ck} =$	30 MPa
	$f_{ck} =$	25 MPa
	$f_{ctm} =$	2.56 MPa
	$f_{ctk} =$	1.80 MPa
	$\gamma_m =$	1.50
	$f_{cd} =$	14.17 MPa
Caratteristiche dell'Acciaio B450C	$f_{yk} =$	450 MPa
	$\gamma_m =$	1.15 MPa
	$f_{yd} =$	290 MPa
Dimensioni della sezione	$b_w =$	1000 mm
	$h =$	300 mm
Copriferro	$c =$	40 mm
Altezza utile della sezione	$d =$	260 mm
Barre longitudinali opportunamente ancorate al di là dell'ipotetica fessura per taglio - barre tese sulla sezione	$\phi_{lt} =$	10 mm
	$n_1 =$	5
	$\phi_{lt} =$	0 mm
	$n_2 =$	0
	$A_{st} =$	393 mm ²
Staffe trasversali a 90°	$n_{bracci} =$	0
	$\text{passo} =$	0 mm
	$\phi_s =$	0 mm
	$A_{sw} =$	0 mm ²
Barre piegate a 45°	$n_{braccia} =$	0
	$\text{passo} =$	0 mm
	$\phi_s =$	0 mm
	$A_{sw} =$	0 mm ²
Parametri intermedi	$k =$	1.88
	$\rho_1 =$	1.51E-03
	$N_{Ed} =$	0 kN
	$\sigma_{cp} =$	0.000 MPa
	$v_{min} =$	0.45 MPa
	$\alpha_c =$	1
	$f'_{cd} =$	7.08 MPa
	$\alpha =$	0.00 rad
	$\theta =$	0.79 rad
ELEMENTI SENZA ARMATURE TRASVERSALI		
TAGLIO RESISTENTE	$V_{Rd} =$	117.01 kN

3.1.2 VERIFICHE DI RESISTENZA SLU

3.1.2.1 Verifiche a flessione

Flessione XX

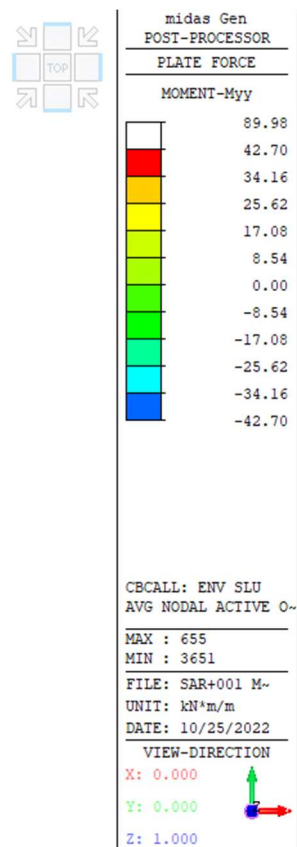
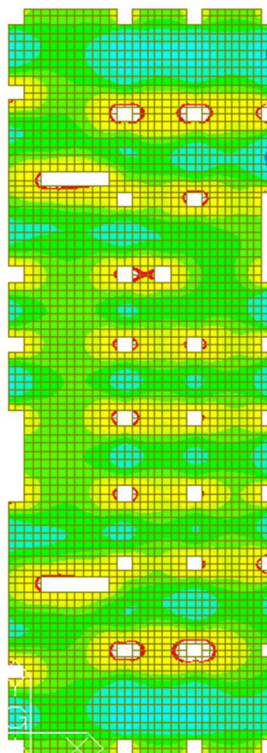
Si riporta il *contour* delle sollecitazioni flettenti in direzione X per l'involuppo delle combinazioni SLU, limitando la visualizzazione al valore del momento resistente per la sola armatura base:



Come si può osservare, la verifica non è soddisfatta in alcune zone. In corrispondenza di tali aree si prevede di disporre un'armatura aggiuntiva superiore o inferiore pari a $\varnothing 16/20$ cm. Il valore di momento sollecitante massimo nelle zone di colore bianco riportato all'estremo superiore della legenda (97.55kNm) è inferiore al momento resistente di armatura base con aggiuntiva pari a 126 kNm. La verifica è soddisfatta.

Flessione YY

Si riporta il *contour* delle sollecitazioni flettenti in direzione Y per l'involuppo delle combinazioni SLU, limitando la visualizzazione al valore del momento resistente per la sola armatura base:

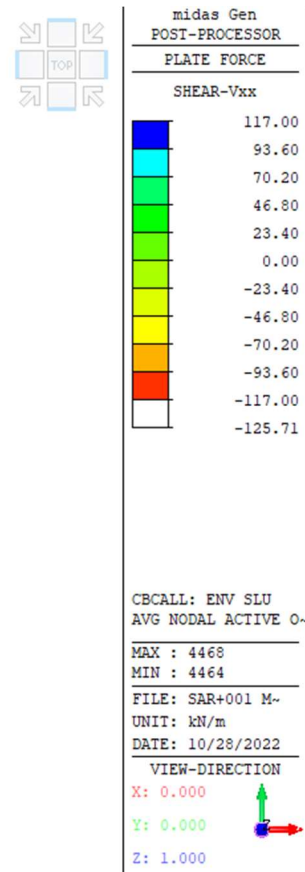
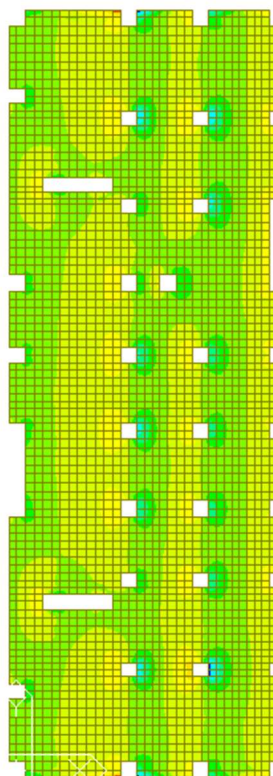


Come si può osservare, la verifica non è soddisfatta in alcune zone. In corrispondenza di tali aree si prevede di disporre un'armatura aggiuntiva superiore o inferiore pari a $\varnothing 16/20$ cm. Il valore di momento sollecitante massimo nelle zone di colore bianco riportato all'estremo superiore della legenda (89.98kNm) è inferiore al momento resistente di armatura base con aggiuntiva pari a 126 kNm. La verifica è soddisfatta.

3.1.2.2 Verifiche a taglio

Taglio XX

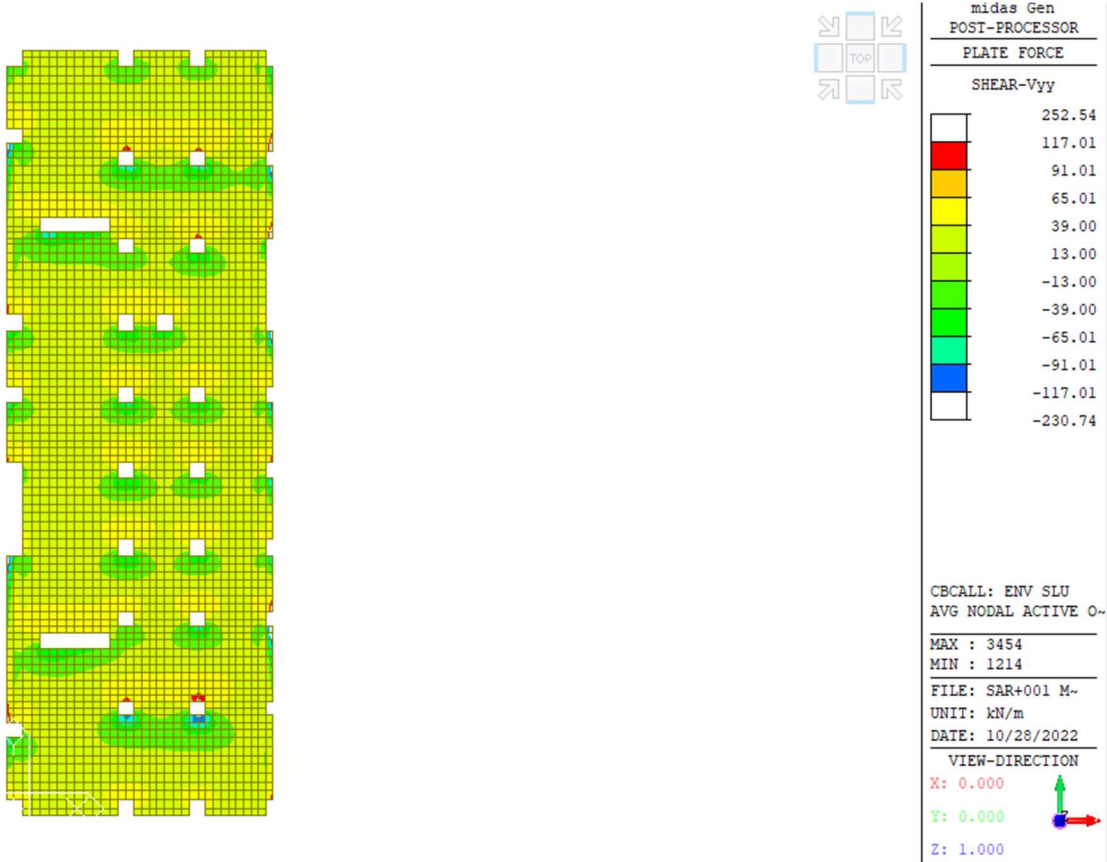
Si riporta il *contour* delle sollecitazioni taglienti XX per l'involuppo delle combinazioni SLU, limitando la visualizzazione al valore del taglio resistente per sola armatura base longitudinale:



La verifica è soddisfatta ovunque.

Taglio YY

Si riporta il *contour* delle sollecitazioni taglienti YY per l’involuppo delle combinazioni SLU, limitando la visualizzazione al valore del taglio resistente per sola armatura base longitudinale:



La verifica è soddisfatta ovunque.

3.2 Solaio di copertura

3.2.1 ELEMENTI RESISTENTI

La soletta di copertura in c.a. di spessore pari a 25cm, con armatura base ai lembi inferiore e superiore costituita da barre $\varnothing 12/20 \times 20$ cm, è dotata del seguente momento resistente SLU, calcolato con riferimento ad una sezione di larghezza unitaria:

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2018

Titolo: 5f12/m

N° strati barre: 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	25

N°	As [cm²]	d [cm]
1	5.65	5
2	5.65	20

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

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

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

Tipo rottura Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

M_{xRd} 47.3 kNm

Materiali B450C C25/30

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} 14.17 ‰
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8
 ϵ_{syd} 1.957 ‰ $\sigma_{c,adm}$ 9.75
 $\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm² τ_{co} 0.6
 τ_{c1} 1.829

σ_c -14.17 N/mm²
 σ_s 391.3 N/mm²
 ϵ_c 3.5 ‰
 ϵ_s 16.73 ‰
d 20 cm
x 3.46 x/d 0.173
 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

Dove non è sufficiente l'armatura base si dispone armatura aggiuntiva superiore o inferiore costituita da barre $\varnothing 16/20$ cm il cui momento resistente SLU risulta pari a:

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2018

Titolo: 5f12/m

N° figure elementari: 1 Zoom

N° strati barre: 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	25

N°	As [cm²]	d [cm]
1	5.65	5
2	15.71	20

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

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

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

Tipo rottura Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

M_{xRd} 109.1 kNm

Materiali B450C C25/30

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} 14.17 ‰
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8
 ϵ_{syd} 1.957 ‰ $\sigma_{c,adm}$ 9.75
 $\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm² τ_{co} 0.6
 τ_{c1} 1.829

σ_c -14.17 N/mm²
 σ_s 391.3 N/mm²
 ϵ_c 3.5 ‰
 ϵ_s 9.923 ‰
d 20 cm
x 5.215 x/d 0.2607
 δ 0.7659

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

La platea è dotata del seguente taglio resistente SLU, in assenza di armatura a taglio per armatura base longitudinale:

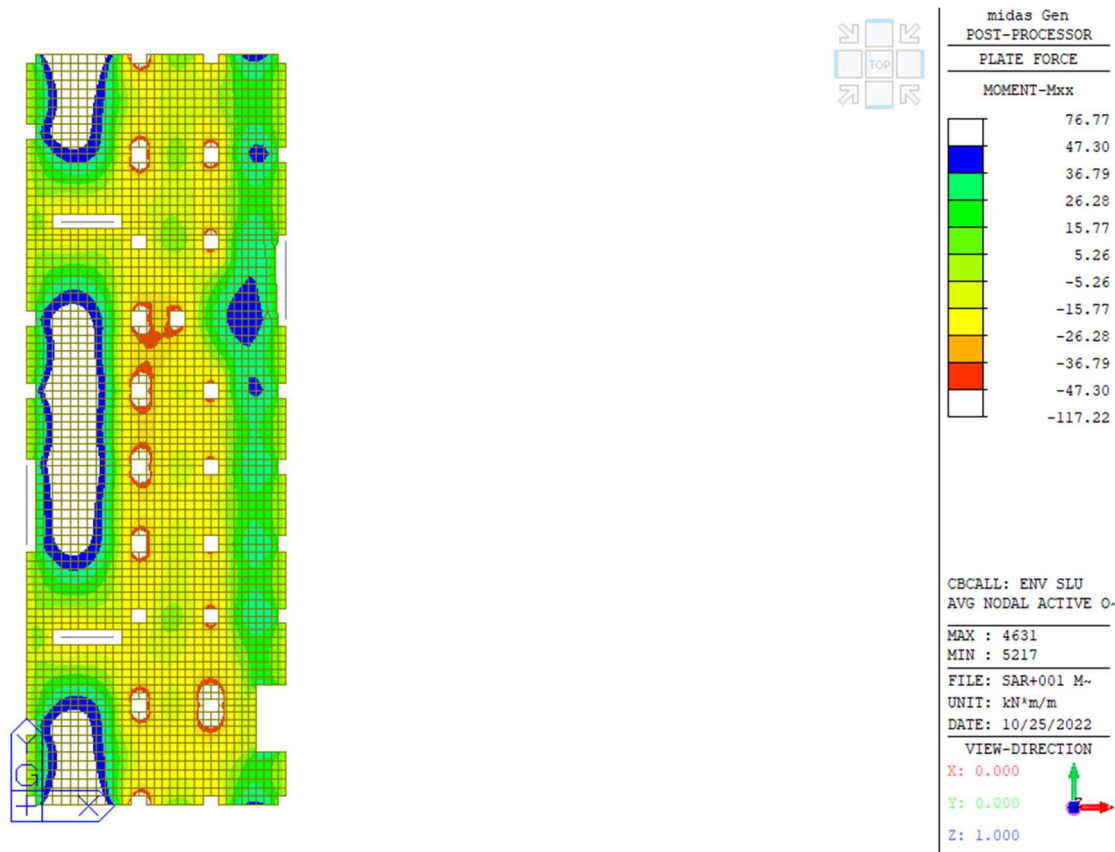
VERIFICA A TAGLIO AGLI S.L.U. (D.M. 17/01/2018 § 4.1.2.3.5.1)		
Caratteristiche del Calcestruzzo	$R_{ck} =$	30 MPa
	$f_{ck} =$	25 MPa
	$f_{ctm} =$	2.56 MPa
	$f_{ctk} =$	1.80 MPa
	$\gamma_m =$	1.50
	$f_{cd} =$	14.17 MPa
Caratteristiche dell'Acciaio B450C	$f_{yk} =$	450 MPa
	$\gamma_m =$	1.15 MPa
	$f_{yd} =$	290 MPa
Dimensioni della sezione	$b_w =$	1000 mm
	$h =$	250 mm
Copriferro	$c =$	40 mm
Altezza utile della sezione	$d =$	210 mm
Barre longitudinali opportunamente ancorate al di là dell'ipotetica fessura per taglio - barre tese sulla sezione	$\phi_{lt} =$	12 mm
	$n_1 =$	5
	$\phi_{lt} =$	0 mm
	$n_2 =$	0
	$A_{st} =$	565 mm ²
Staffe trasversali a 90°	$n_{bracci} =$	0
	$\text{passo} =$	0 mm
	$\phi_s =$	0 mm
	$A_{sw} =$	0 mm ²
Barre piegate a 45°	$n_{braccia} =$	0
	$\text{passo} =$	0 mm
	$\phi_s =$	0 mm
	$A_{sw} =$	0 mm ²
Parametri intermedi	$k =$	1.98
	$\rho_1 =$	2.69E-03
	$N_{Ed} =$	0 kN
	$\sigma_{cp} =$	0.000 MPa
	$v_{min} =$	0.49 MPa
	$\alpha_c =$	1
	$f'_{cd} =$	7.08 MPa
	$\alpha =$	0.00 rad
	$\theta =$	0.79 rad
ELEMENTI SENZA ARMATURE TRASVERSALI		
TAGLIO RESISTENTE	$V_{Rd} =$	102.07 kN

3.2.2 VERIFICHE DI RESISTENZA SLU

3.2.2.1 Verifiche a flessione

Flessione XX

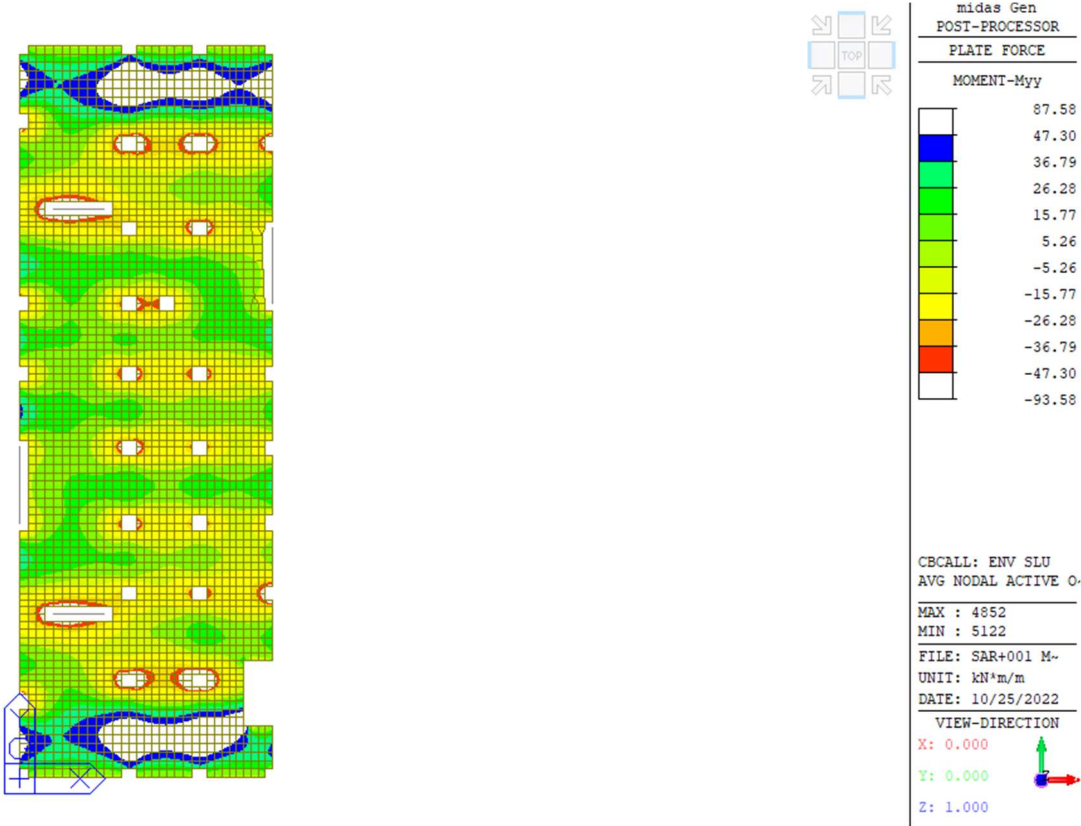
Si riporta il *contour* delle sollecitazioni flettenti in direzione X per l'involuppo delle combinazioni SLU, limitando la visualizzazione al valore del momento resistente per la sola armatura base:



Come si può osservare, la verifica non è soddisfatta in alcune zone. In corrispondenza di tali aree si prevede di disporre un'armatura aggiuntiva superiore o inferiore pari a $\varnothing 16/20$ cm. Il valore di momento sollecitante massimo e minimo nelle zone di colore bianco riportato all'estremo superiore e inferiore della legenda (76.77kNm e -117.22kNm) è inferiore al momento resistente di armatura base con aggiuntiva pari a 109.1 kNm in un caso, e di poco superiore nell'altro. Per queste puntuali zone limitate in corrispondenza degli appoggi la sollecitazione rientra nel limite se considerata mediata con quella dei plate adiacenti. La verifica è pertanto da ritenersi ovunque soddisfatta.

Flessione YY

Si riporta il *contour* delle sollecitazioni flettenti in direzione Y per l’inviluppo delle combinazioni SLU, limitando la visualizzazione al valore del momento resistente per la sola armatura base:

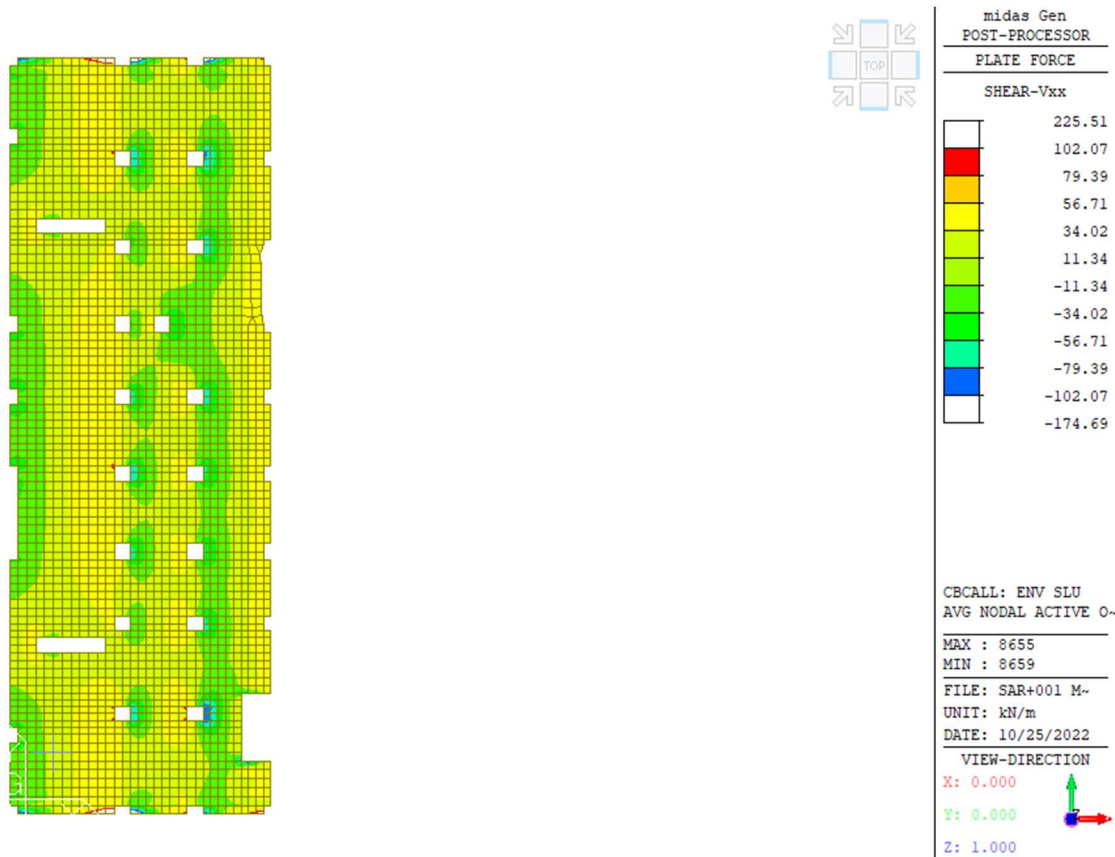


Come si può osservare, la verifica non è soddisfatta in alcune zone. In corrispondenza di tali aree si prevede di disporre un’armatura aggiuntiva superiore o inferiore pari a Ø16/20 cm. Il valore di momento sollecitante massimo e minimo nelle zone di colore bianco riportato all’estremo superiore e inferiore della legenda (87.58kNm e -93.58kNm) è inferiore al momento resistente di armatura base con aggiuntiva pari a 109.1 kNm. La verifica è pertanto da ritenersi soddisfatta.

3.2.2.2 Verifiche a taglio

Taglio XX

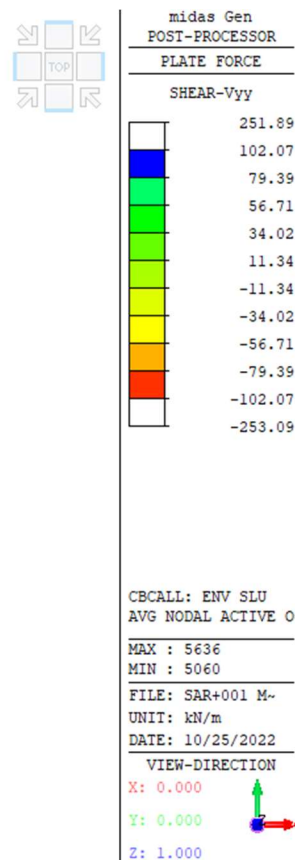
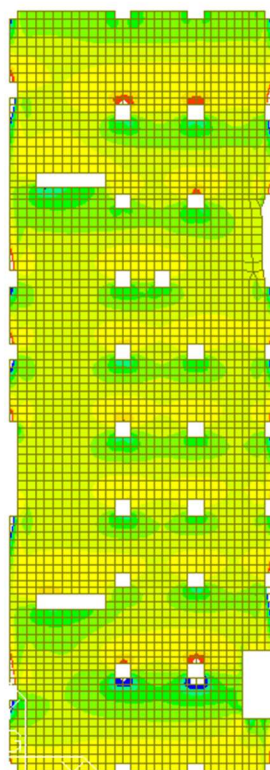
Si riporta il *contour* delle sollecitazioni taglienti XX per l'involuppo delle combinazioni SLU, limitando la visualizzazione al valore del taglio resistente per sola armatura base longitudinale:



La verifica è soddisfatta ovunque tranne in corrispondenza di alcuni pilastri, dove dovrà essere disposta opportuna armatura a punzonamento. Si rimanda alle fasi successive di progettazione per la definizione di tale armatura.

Taglio YY

Si riporta il *contour* delle sollecitazioni taglienti YY per l'involuppo delle combinazioni SLU, limitando la visualizzazione al valore del taglio resistente per sola armatura base longitudinale:



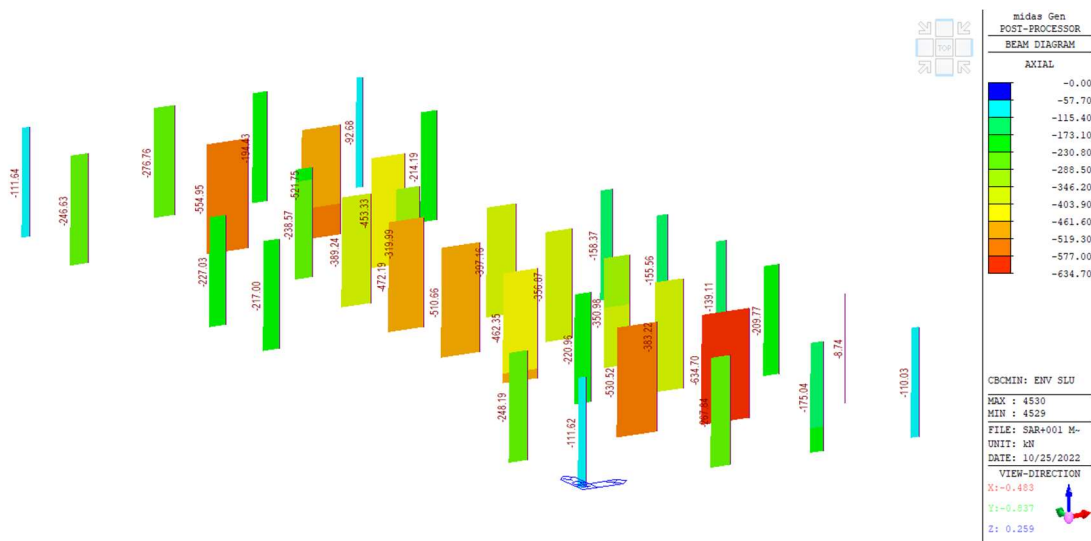
La verifica è soddisfatta ovunque tranne in corrispondenza di alcuni pilastri, dove dovrà essere disposta opportuna armatura a punzonamento. Si rimanda alle fasi successive di progettazione per la definizione di tale armatura.

3.3 Pilastri

Si riportano nel seguito le verifiche dei pilastri in c.a. di sezione quadrata con lato 25cm, armati con 4 $\phi 16$ longitudinali.

3.3.1 VERIFICHE DI RESISTENZA SLU

Si riporta nel seguito il diagramma di sforzo normale dei pilastri per l'involuppo delle combiazioni SLU.



Lo sforzo normale massimo di compressione agente sul pilastro è pari a:

$$NS_{dmax} = 634.7 \text{ kN}$$

Lo sforzo normale resistente del pilastro soggetto a sola compressione assiale, valutato con la formula C4.1.11 riportata nella Circolare delle NTC18, che consente di ritenere implicitamente soddisfatta la prescrizione circa l'eccentricità minima dell'azione assiale, è pari a:

$$NR_d = 0.8 \cdot A_c \cdot f_{cd} + A_{s,tot} \cdot f_{yd} = 0.8 \cdot 250 \text{ mm} \cdot 250 \text{ mm} \cdot 14.17 \text{ MPa} + 804 \text{ mm}^2 \cdot 391.3 \text{ MPa} = 1023 \text{ kN} > 634.7 \text{ kN} = NS_d$$

La verifica è soddisfatta.

4 VERIFICHE PER AZIONI SISMICHE

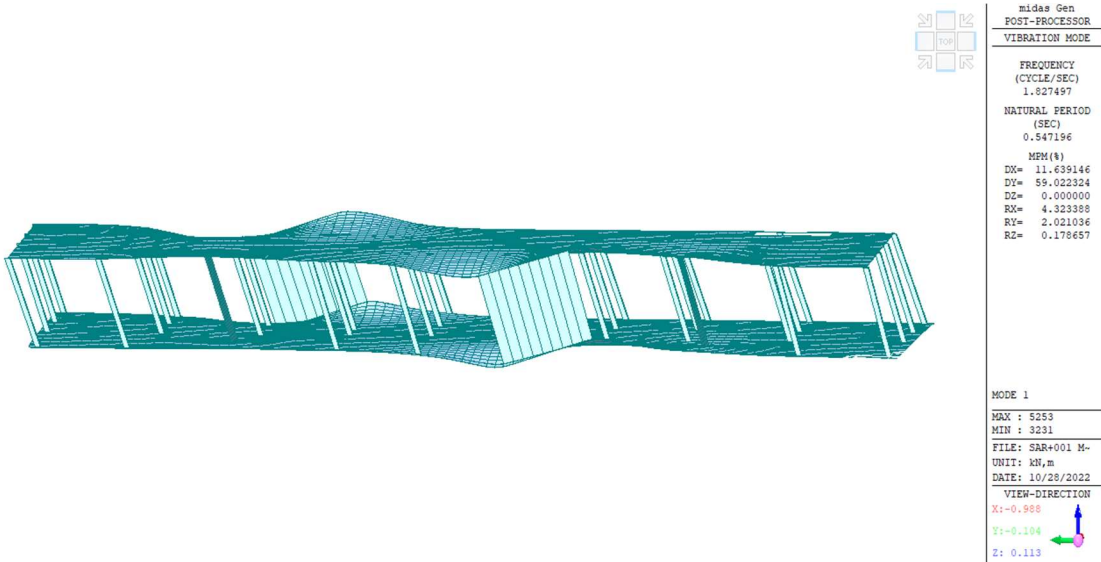
4.1 Modi di vibrare principali

I modi analizzati, le frequenze, i periodi e le percentuali di massa coinvolta sono indicati nella tabella seguente.

Node	Mode	UX	UY	UZ	RX	RY	RZ						
EIGENVALUE ANALYSIS													
	Mode No	Frequency		Period	Tolerance								
		(rad/sec)	(cycle/sec)	(sec)									
	1	11.4825	1.8275	0.5472	0.0000e+00								
	2	14.0838	2.2415	0.4461	0.0000e+00								
	3	15.4570	2.4601	0.4065	0.0000e+00								
	4	29.2442	4.6544	0.2149	0.0000e+00								
	5	48.5996	7.7349	0.1293	0.0000e+00								
	6	73.2147	11.6525	0.0858	0.0000e+00								
	7	125.1220	19.9138	0.0502	0.0000e+00								
	8	188.5546	30.0094	0.0333	0.0000e+00								
	9	211.7220	33.6966	0.0297	0.0000e+00								
	10	311.9596	49.6499	0.0201	1.1356e-44								
MODAL PARTICIPATION MASSES PRINTOUT													
	Mode No	TRAN-X		TRAN-Y		TRAN-Z		ROTN-X		ROTN-Y		ROTN-Z	
		MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)
	1	11.6391	11.6391	59.0223	59.0223	0.0000	0.0000	4.3234	4.3234	2.0210	2.0210	0.1787	0.1787
	2	49.0738	60.7129	4.2721	63.2944	0.0000	0.0000	0.2211	4.5445	1.6216	3.6426	3.6417	3.8204
	3	2.9324	63.6453	2.2530	65.5474	0.0000	0.0000	0.3569	4.9014	0.0407	3.6833	47.6098	51.4302
	4	7.5054	71.1507	17.8142	83.3617	0.0000	0.0000	59.4914	64.3928	30.7165	34.3998	0.0129	51.4431
	5	24.6969	95.8476	14.0745	97.4361	0.0000	0.0000	30.6626	95.0554	57.3965	91.7963	2.9441	54.3872
	6	1.4429	97.2905	2.2440	99.6802	0.0000	0.0000	4.3245	99.3799	2.9399	94.7362	44.8839	99.2711
	7	2.4782	99.7687	0.0030	99.6832	0.0000	0.0000	0.0182	99.3981	4.8338	99.5700	0.0009	99.2720
	8	0.0709	99.8397	0.1529	99.8361	0.0000	0.0000	0.2972	99.6953	0.1321	99.7021	0.0904	99.3624
	9	0.0241	99.8638	0.0482	99.8843	0.0000	0.0000	0.0858	99.7811	0.0448	99.7469	0.3422	99.7046
	10	0.0023	99.8661	0.0183	99.9025	0.0000	0.0000	0.0370	99.8181	0.0020	99.7489	0.0023	99.7070

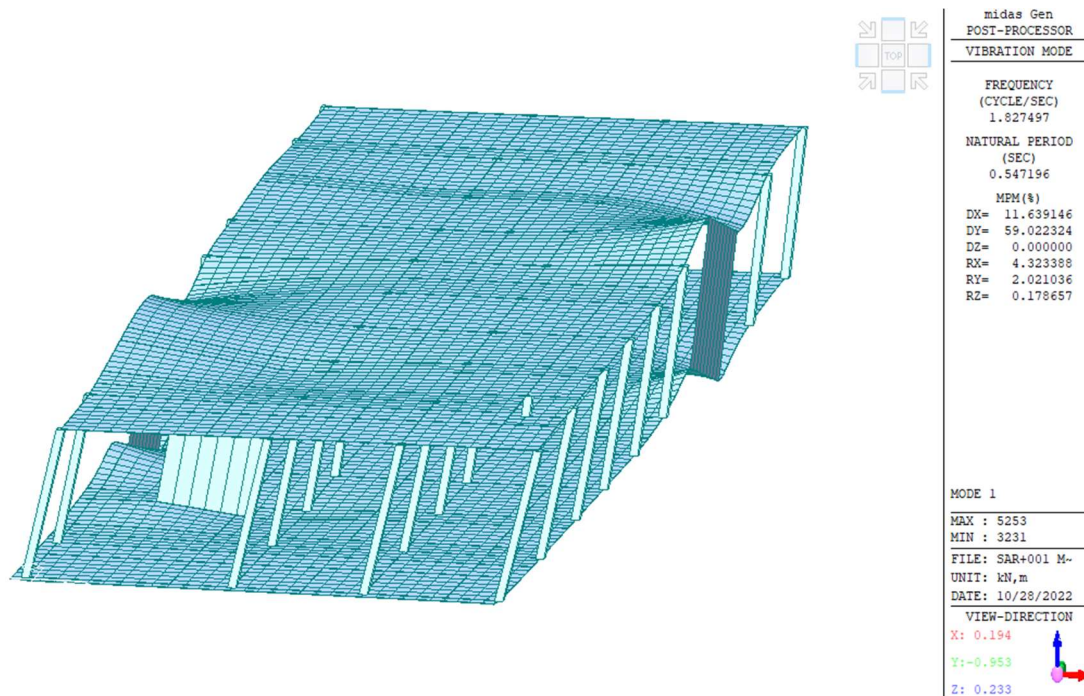
Si riporta la rappresentazione grafica dei principali modi di vibrare della struttura.

4.1.1 PRIMO MODO



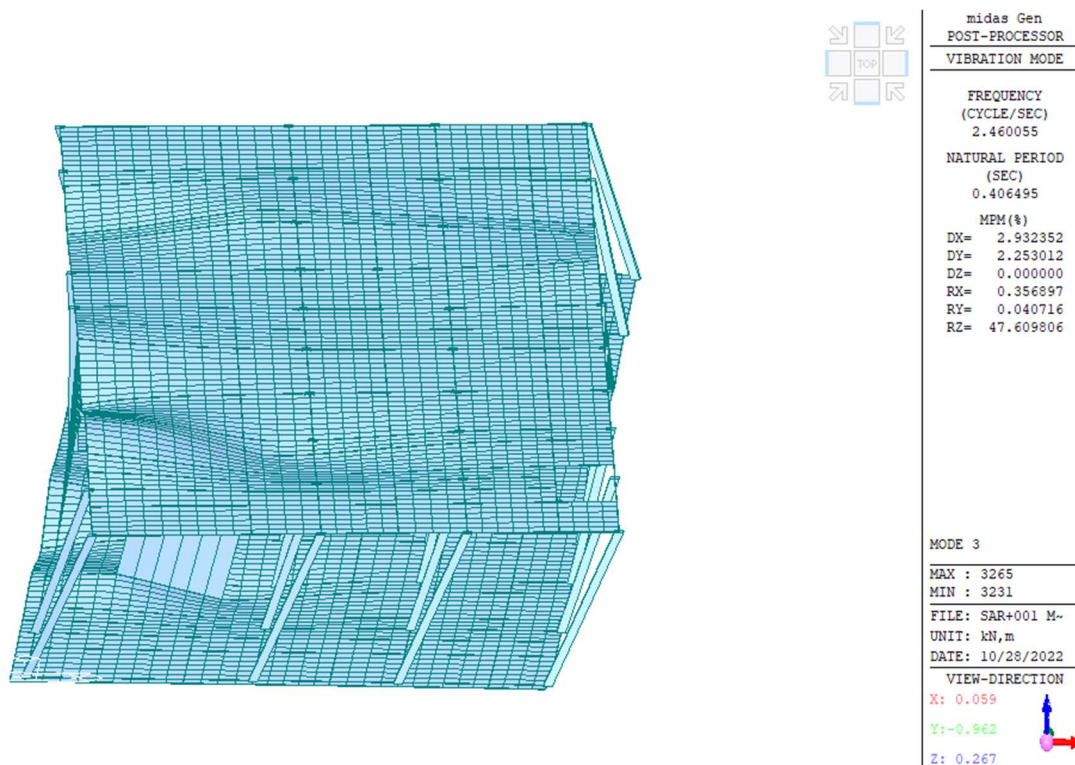
Il primo modo di vibrare è di tipo traslazionale lungo la direzione Y.

4.1.1 SECONDO MODO



Il secondo modo di vibrare è di tipo traslazionale lungo la direzione X.

4.1.1 TERZO MODO



Il terzo modo di vibrare è di tipo rotazionale.

4.2 Setti

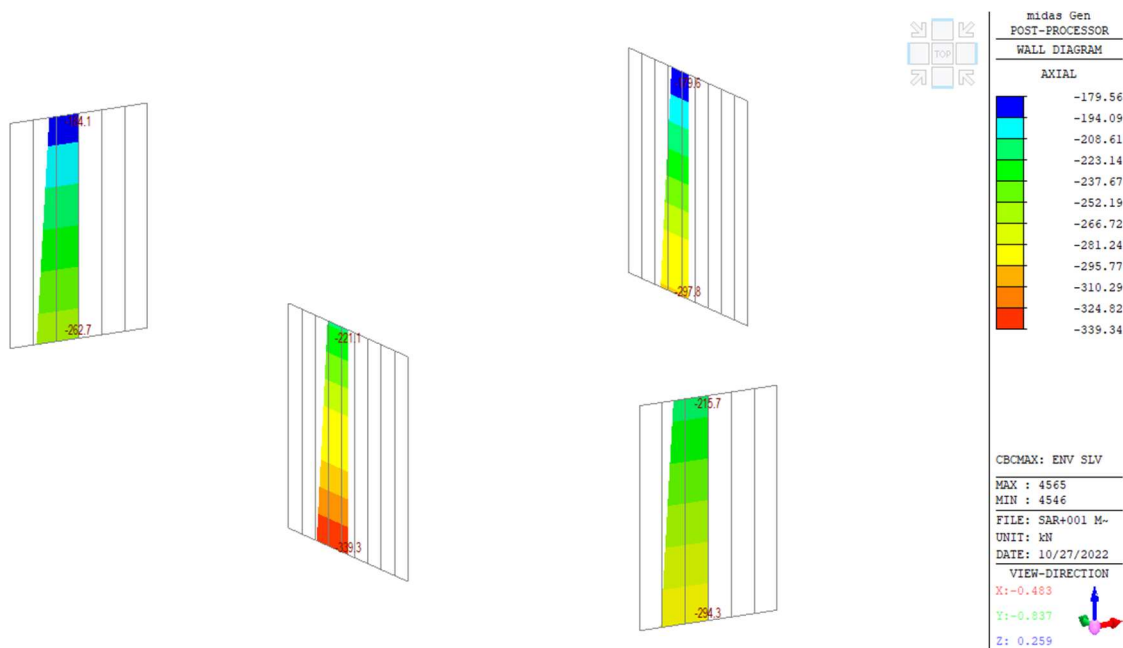
I due setti in c.a. in direzione X hanno lunghezza pari a 3m e spessore pari a 25cm, mentre i due in direzione Y hanno lunghezza pari a 4.40m e spessore pari a 25cm.

4.2.1 VERIFICHE DI RESISTENZA SLV

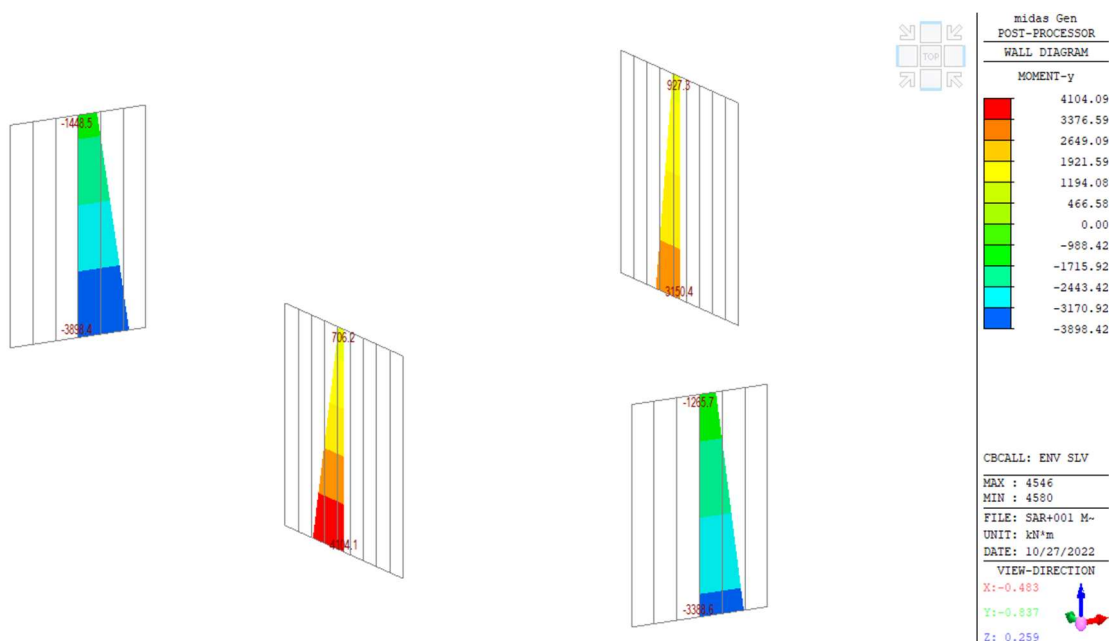
4.2.1.1 Verifiche a flessione

Si riporta nel seguito i diagrammi di sollecitazione di sforzo normale minimo e momento massimo dei setti per l'involuppo delle combiazioni SLV.

SFORZO NORMALE MINIMO



MOMENTO FLETTENTE



Si riporta nel seguito il calcolo del momento massimo resistente del setto maggiormente sollecitato, disposto in direzione X e di lunghezza pari a 3m, con armatura longitudinale in corrispondenza di ciascuna testa pari a 19 ϕ 16.

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2018

Titolo: 19+19n16

N° figure elementari 1 Zoom N° strati barre 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	25	300	1	38.20	30
			2	38.20	270

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N Ed 262 0 kN
M xEd 0 0 kNm
M yEd 0 0 kNm

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

Tipo rottura Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

M xRd 4 056 kNm

Materiali B450C C25/30

Proprietà	Valore	Proprietà	Valore
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}	14.17 N/mm²
E_s/E_c	15	f_{cc}/f_{cd}	0.8
ϵ_{syd}	1.957 ‰	$G_{c,adm}$	9.75 N/mm²
$G_{s,adm}$	255 N/mm²	τ_{co}	0.6
		τ_{c1}	1.829

σ_c -14.17 N/mm²
 σ_s 391.3 N/mm²
 ϵ_c 3.5 ‰
 ϵ_s 20.58 ‰
d 270 cm
x 39.25 x/d 0.1454
 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

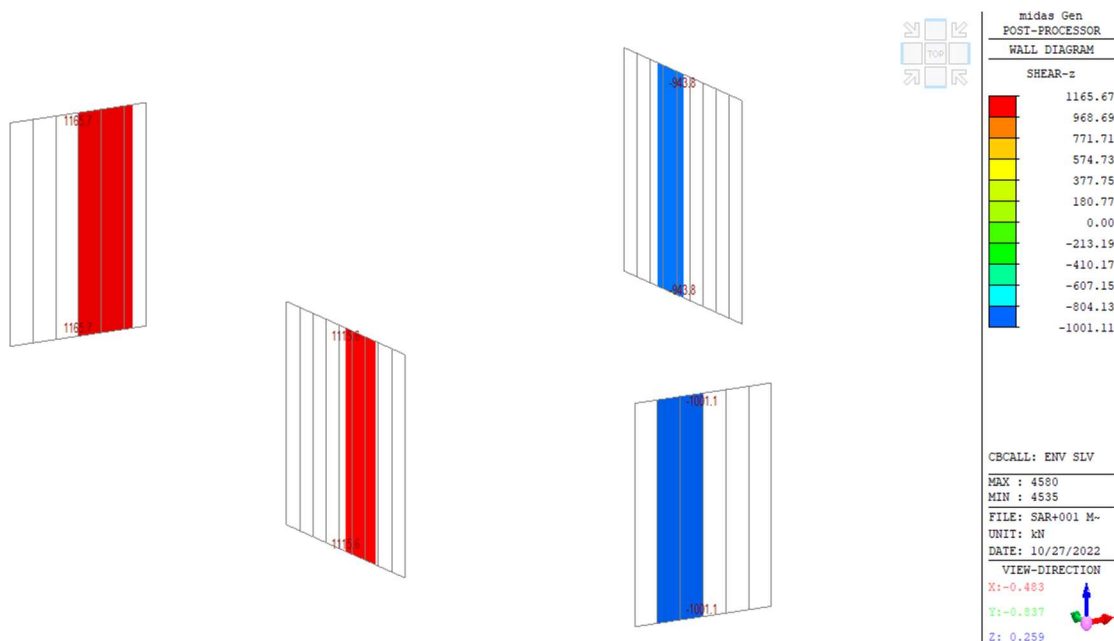
$$MSd = 3898.40 \text{ kNm} < 4056.00 \text{ kNm} = MRd$$

La verifica è soddisfatta.

4.2.1.1 Verifiche a taglio

Si riportano nel seguito i diagrammi di sollecitazione di taglio massimo dei setti per l'involuppo delle combinazioni SLV.

TAGLIO



Si riporta nel seguito il calcolo del taglio resistente del setto maggiormente sollecitato, disposto in direzione X e di lunghezza pari a 3m, con staffe $\phi 10/10\text{cm}$ a 2 bracci.

VERIFICA A TAGLIO AGLI S.L.U. (D.M. 17/01/2018 § 4.1.2.3.5.1)		
Caratteristiche del Calcestruzzo	$R_{ck} =$	30 MPa
	$f_{ck} =$	25 MPa
	$f_{ctm} =$	2.56 MPa
	$f_{ctk} =$	1.80 MPa
	$\gamma_m =$	1.50
	$f_{cd} =$	14.17 MPa
	$f_{ctd} =$	1.20 MPa
Caratteristiche dell'Acciaio B450C	$f_{yk} =$	450 MPa
	$\gamma_m =$	1.15
	$f_{yd} =$	290 MPa
Dimensioni della sezione	$b_w =$	250 mm
	$h =$	3000 mm
Copriferro	$c =$	40 mm
Altezza utile della sezione	$d =$	2960 mm
Barre longitudinali opportunamente ancorate al di là dell'ipotetica fessura per taglio - barre tese sulla sezione	$\phi_{lt} =$	16 mm
	$n_s =$	19
	$\phi_{lt} =$	0 mm
	$n_2 =$	0
	$A_{st} =$	3820 mm ²
Staffe trasversali a 90°	$n_{bracci} =$	2
	$\text{passo} =$	100 mm
	$\phi_s =$	10 mm
	$A_{sw} =$	157 mm ²
Barre piegate a 45°	$n_{braccia} =$	0
	$\text{passo} =$	0 mm
	$\phi_s =$	0 mm
	$A_{sw} =$	0 mm ²
Parametri intermedi	$k =$	1.26
	$\rho_1 =$	5.16E-03
	$N_{Ed} =$	0 kN
	$\sigma_{cp} =$	0.000 MPa
	$v_{min} =$	0.25 MPa
	$\alpha_c =$	1
	$f'_{cd} =$	7.08 MPa
	$\alpha =$	1.57 rad
	$\theta =$	0.79 rad
ELEMENTI SENZA ARMATURE TRASVERSALI		
TAGLIO RESISTENTE	$V_{Rd} =$	262.44 kN
ELEMENTI CON ARMATURE TRASVERSALI A TAGLIO		
Verifica del conglomerato	$V_{Rcd} =$	2358.75 kN
Verifica dell'armatura trasversale d'anima	$V_{Rsd} =$	1212.31 kN
TAGLIO RESISTENTE	$V_{Rd} =$	1212.31 kN

$$V_{Sd} = 1165.7 \text{ kN} < 1212.31 \text{ kN} = V_{Rd}$$

La verifica è soddisfatta.

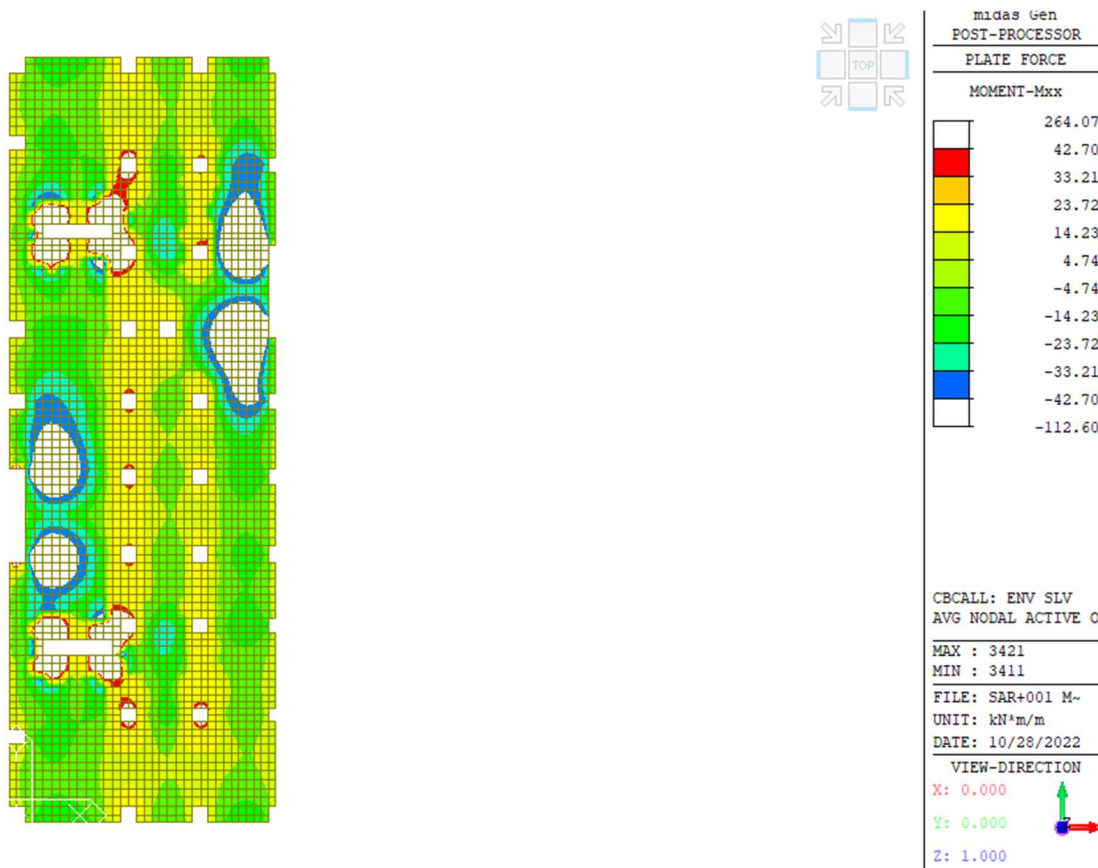
4.3 Platea

4.3.1 VERIFICHE DI RESISTENZA SLV

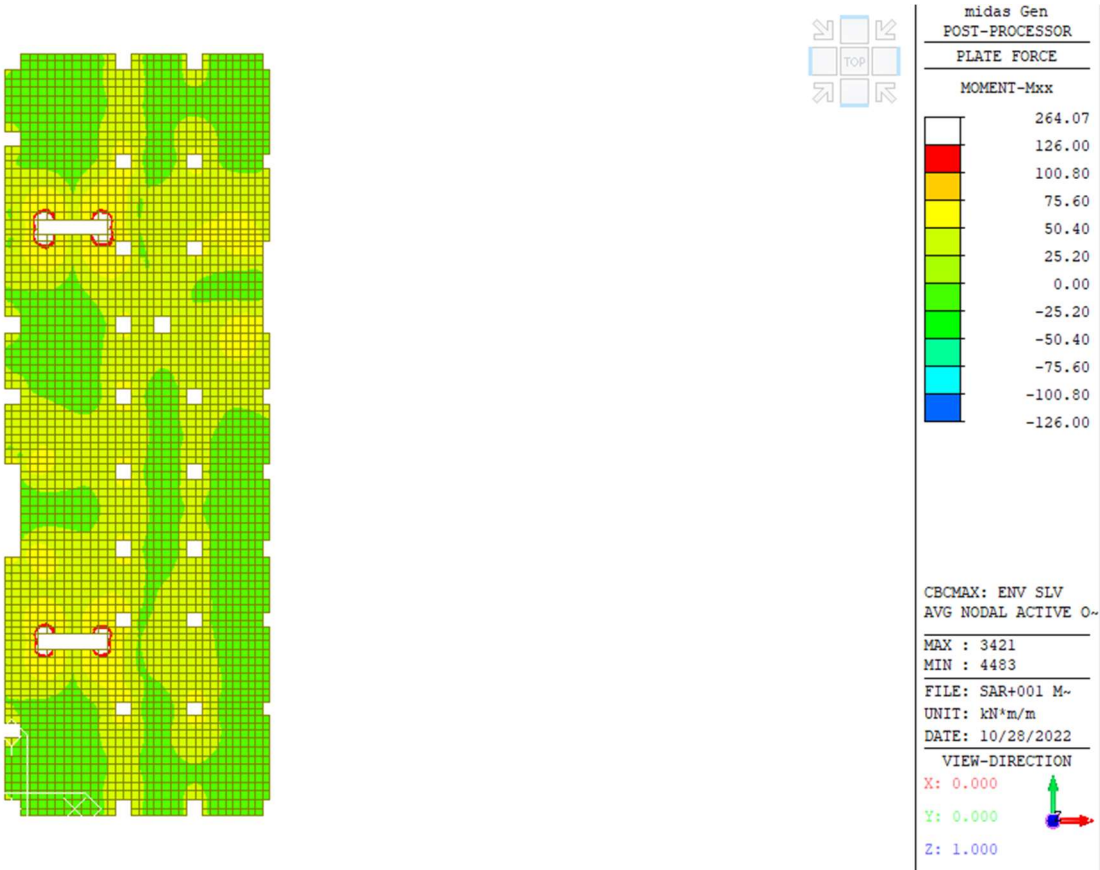
4.3.1.1 Verifiche a flessione

Flessione XX

Si riporta il *contour* delle sollecitazioni flettenti in direzione X per l'involuppo delle combinazioni SLV, limitando la visualizzazione al valore del momento resistente per la sola armatura base:



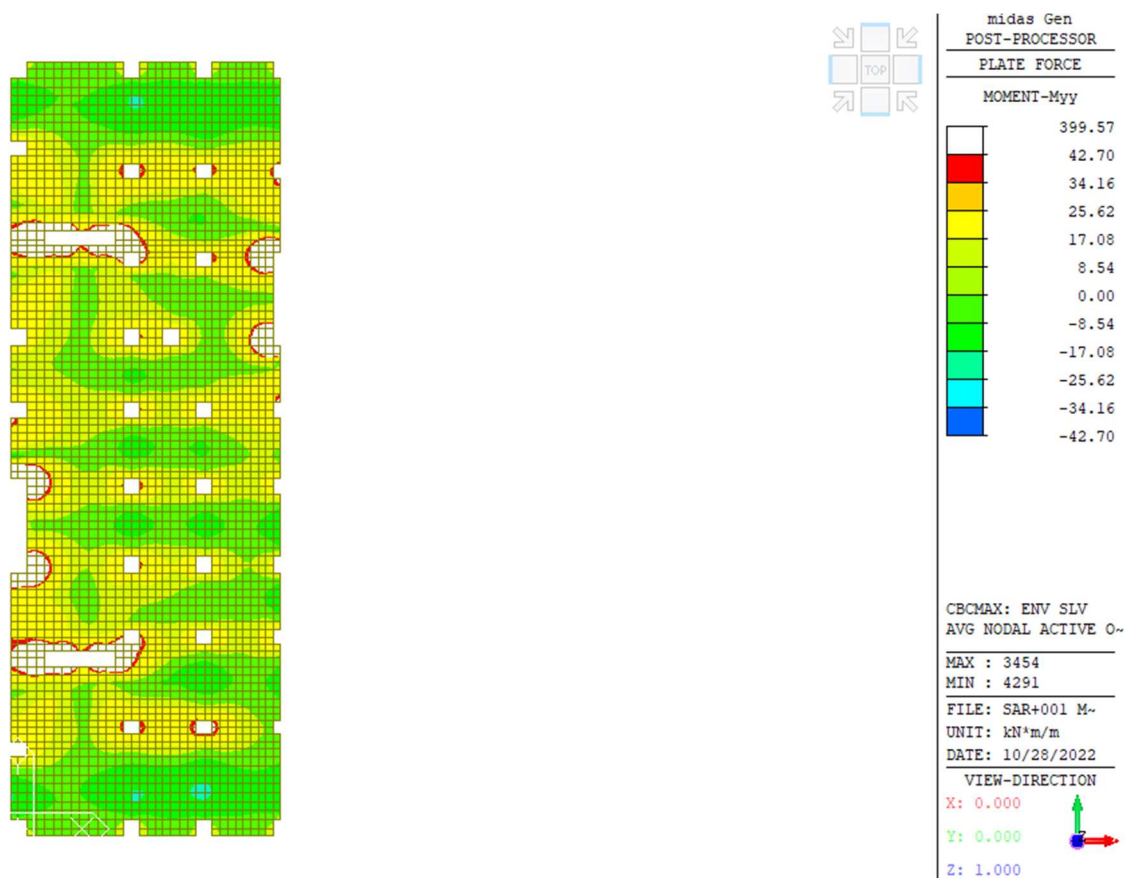
Come si può osservare, la verifica non è soddisfatta in alcune zone. In corrispondenza di tali aree si prevede di disporre un'armatura aggiuntiva superiore o inferiore pari a $\varnothing 16/20$ cm. Si riporta nel seguito il *contour* precedente con la limitazione al valore resistente corrispondente.



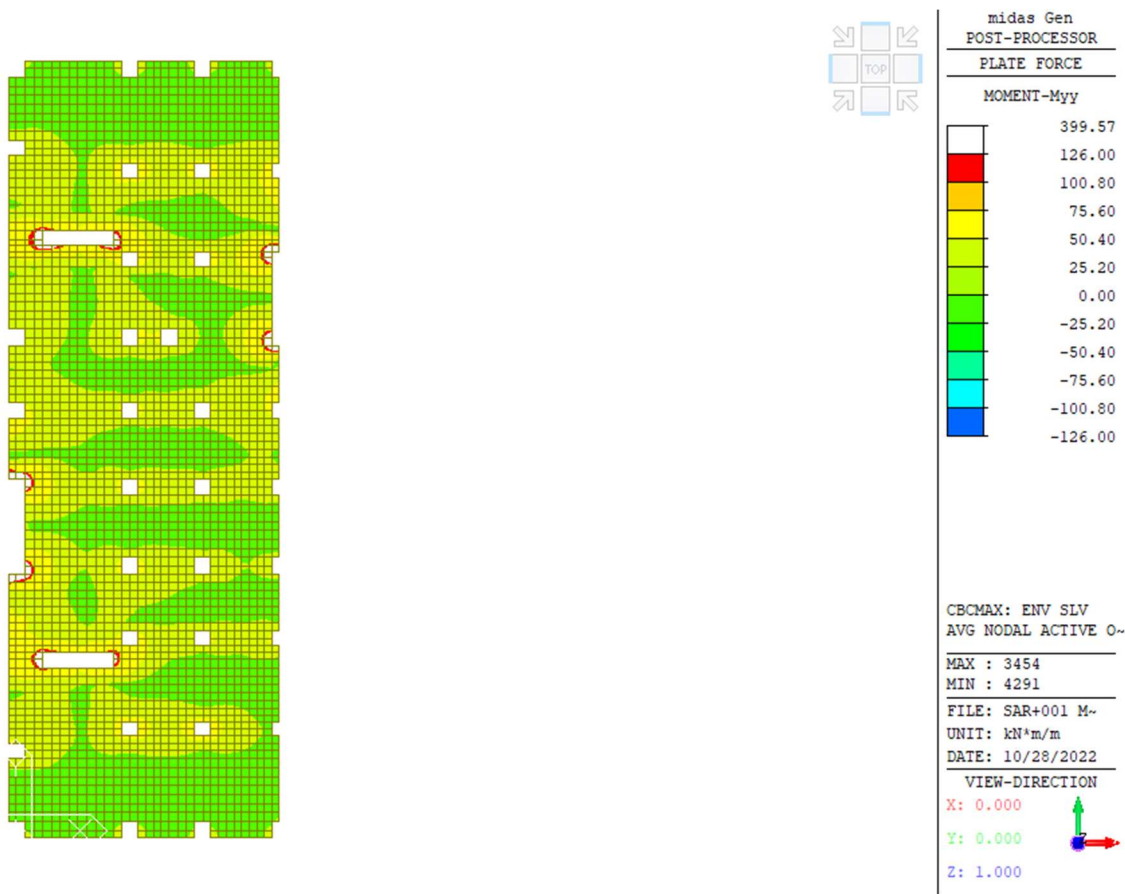
Come si può osservare, rimangono ancora alcune zone bianche in prossimità della testa dei setti in cui la verifica non è soddisfatta. Mediando la sollecitazione puntuale di picco con quella dei plate adiacenti il valore di momento si abbassa rientrando nel limite. La verifica pertanto si ritiene ovunque soddisfatta.

Flessione YY

Si riporta il *contour* delle sollecitazioni flettenti in direzione Y per l'involuppo delle combinazioni SLV, limitando la visualizzazione al valore del momento resistente per la sola armatura base:



Come si può osservare, la verifica non è soddisfatta in alcune zone. In corrispondenza di tali aree si prevede di disporre un'armatura aggiuntiva superiore o inferiore pari a $\varnothing 16/20$ cm. Si riporta nel seguito il contour precedente con la limitazione al valore resistente corrispondente.

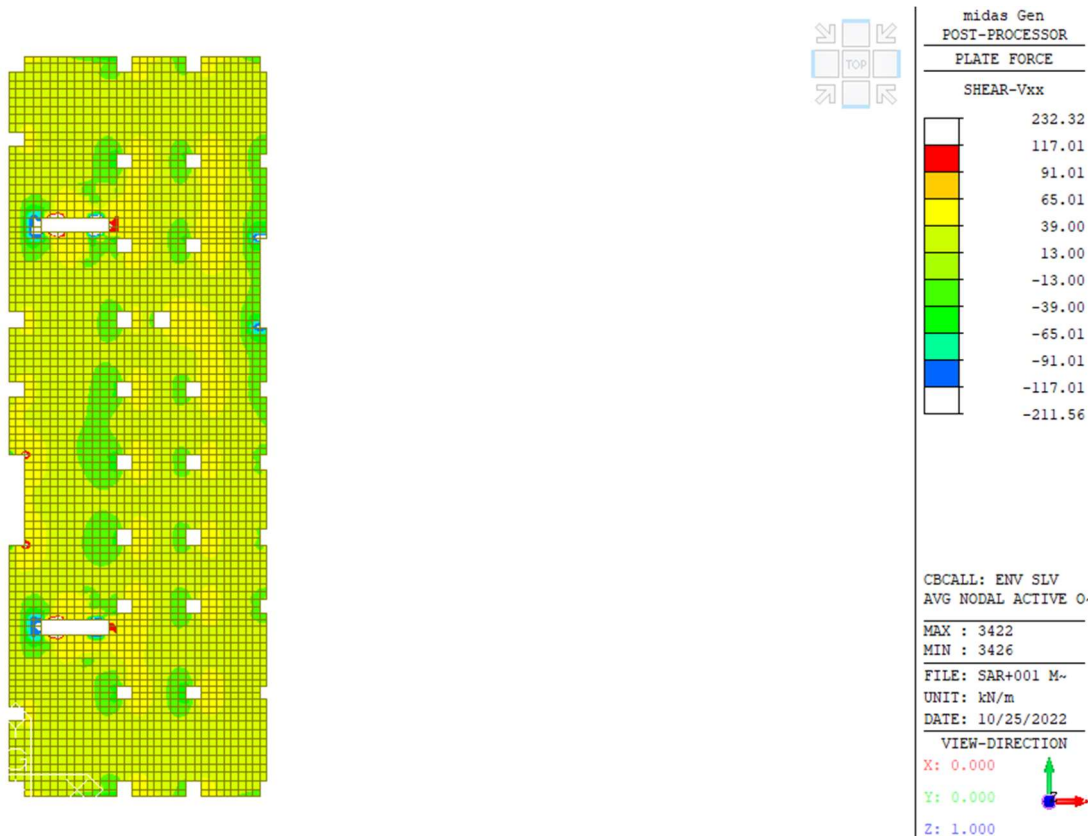


Come si può osservare, rimangono ancora alcune zone bianche in prossimità della testa dei setti in cui la verifica non è soddisfatta. Mediando la sollecitazione puntuale di picco con quella dei plate adiacenti il valore di momento si abbassa rientrando nel limite. La verifica pertanto si ritiene ovunque soddisfatta.

4.3.1.1 Verifiche a taglio

Taglio XX

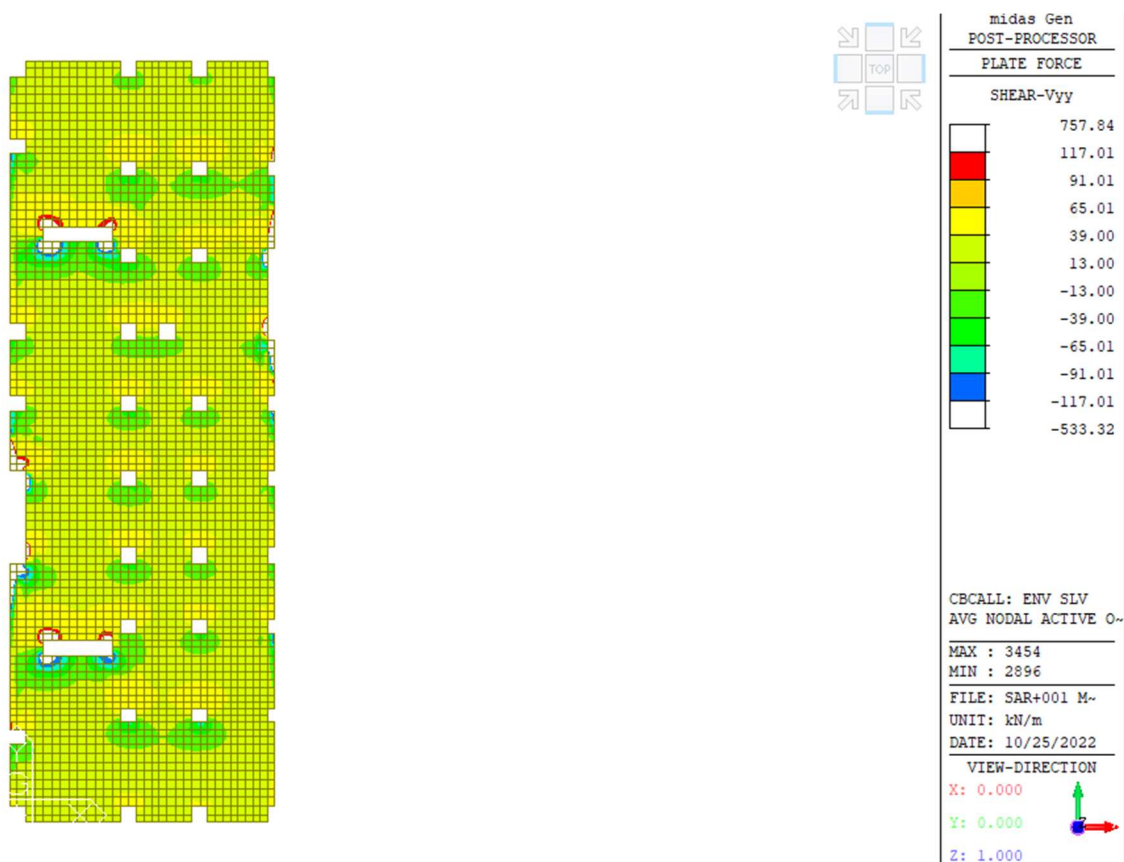
Si riporta il *contour* delle sollecitazioni taglienti XX per l'involuppo delle combinazioni SLV, limitando la visualizzazione al valore del taglio resistente per sola armatura base longitudinale:



La verifica è soddisfatta ovunque tranne in corrispondenza delle teste dei setti, dove dovrà essere disposta opportuna armatura a punzonamento. Si rimanda alle fasi successive di progettazione per la definizione di tale armatura.

Taglio YY

Si riporta il *contour* delle sollecitazioni taglienti YY per l'involuppo delle combinazioni SLV, limitando la visualizzazione al valore del taglio resistente per sola armatura base longitudinale:

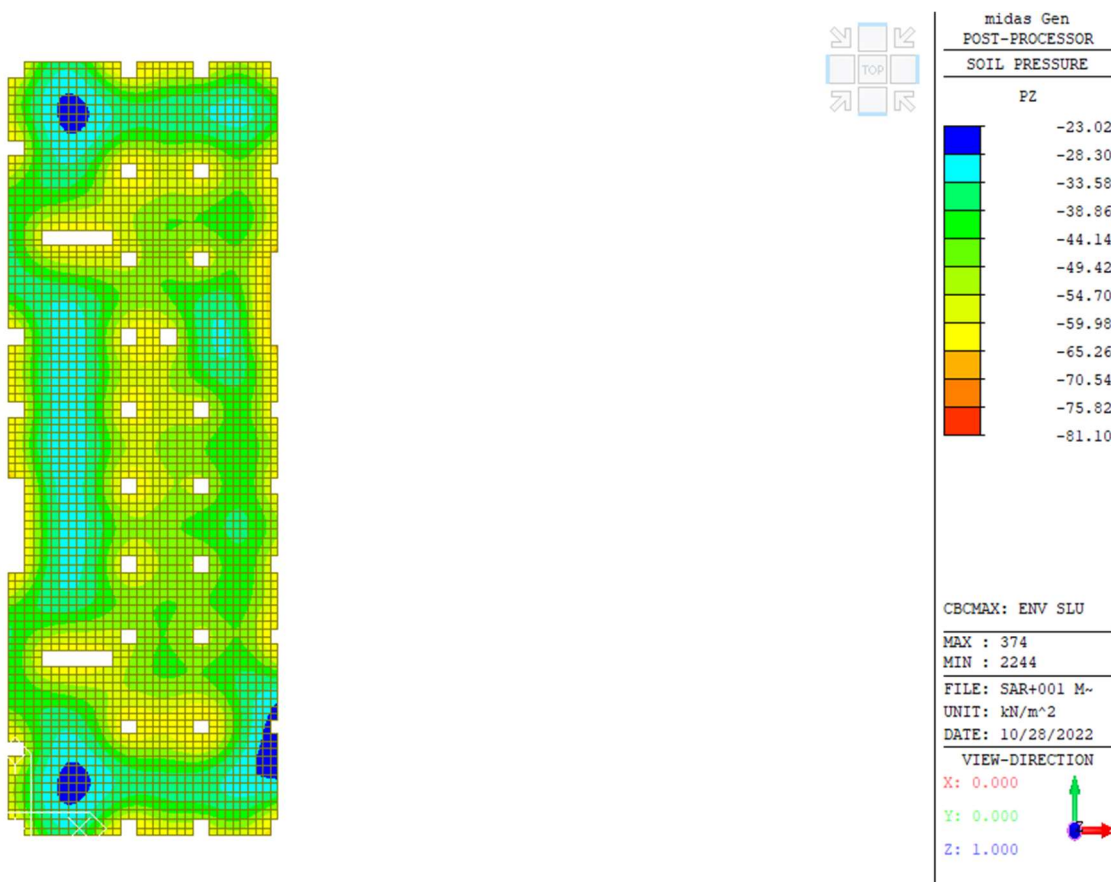


La verifica è soddisfatta ovunque tranne in corrispondenza delle teste dei setti, dove dovrà essere disposta opportuna armatura a punzonamento. Si rimanda alle fasi successive di progettazione per la definizione di tale armatura.

5 VERIFICHE GEOTECNICHE

5.1 Verifica capacità portante terreno (SLU)

Si riporta nel seguito il contour della tensione agente sul terreno di fondazione considerando l'involuppo delle combinazioni SLU.



Il valore massimo di tensione sul terreno, agente solo in alcuni punti isolati, è pari a:

$$\sigma = 81.10 \text{ kN/m}^2 = 0.081 \text{ MPa} = 0.81 \text{ kg/cmq}$$

La tensione agente sul terreno è da ritenersi compatibile con il terreno di fondazione presente al di sotto della platea di fondazione.

6 VERIFICHE DI RESISTENZA AL FUOCO

Per tutte le strutture esposte è richiesta una resistenza al fuoco **R60**.

Per le strutture in calcestruzzo armato la resistenza al fuoco R60 viene garantita mantenendo un opportuno valore di copriferro. Si demanda alle successive fasi di progettazione una più esaustiva trattazione delle verifiche.

Il progettista delle strutture

ing. Luca Boaretto