

Comune di Nole
Città Metropolitana di Torino

**Lavori di ampliamento del cimitero del capoluogo
con nuova costruzione di loculi ed edicole
funerarie e relative opere di recinzione e
complementari**

PROGETTO DEFINITIVO -ESECUTIVO

Relazione sulle fondazioni

PROGETTISTA



STUDIO TECNICO
ASSOCIATO

Arch. Roberta Maggio

Ing. Nicola Mordà

Geom. Giandomenico Pison

Ing. Fabio Sessa

Via Maggiovetto, 11 - 10010 Bairo (TO)

tel. +39 0124 570455 - fax +39 0124 570211 -

mail info@playprogetti.it



DATA: Novembre 2018

ELABORATO

4

E' vietata qualsiasi riproduzione non
autorizzata.

INDICE

1. Premessa.....	2
2. Riferimenti legislativi.....	2
3. Descrizione dell'intervento	3
4. Materiali previsti e resistenze di calcolo.....	4
5. Modellazione della struttura.....	5
6. Precisazioni sul codice di calcolo utilizzato	6
7. Criteri adottati per l'analisi sismica.....	7
8. Modalità di progetto e verifica.....	10
9. Precisazioni sul codice di calcolo utilizzato	11
10. Combinazioni di carico	12
11. Verifiche SLU-SLV	16
11.1. Verifica travi fondazione.....	16
11.2. Verifica platea sp.15 cm.....	22
12. Conclusioni.....	24

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1 - Pianta fondazioni	3
Figura 4 - Modello di calcolo	5
Figura 5 - Spettro di riferimento SLV.....	9
Figura 6 - Travi di fondazione.....	16
Figura 7 - Sforzo normale agente SLU-SLV	17
Figura 8 - Momenti flettenti SLU –SLV di calcolo.....	17
Figura 9 - Momenti flettenti SLE Caratt.....	18
Figura 10 - Momenti flettenti SLE Freq.	18
Figura 11 - Momenti flettenti SLE Quasi perm.	19
Figura 12 - Taglio agente modello di calcolo	19
Figura 13 - Momento flettente dir. X.....	23
Figura 14 - Momento flettente dir. Y.....	24

1. Premessa

La presente relazione ai sensi del C.10.1 delle NTC18 ha per oggetto la redazione delle verifiche statiche delle fondazioni relative all'ampliamento dell'area cimiteriale del cimitero del comune di Nole (TO)

2. Riferimenti legislativi

L'analisi della struttura e le verifiche sugli elementi sono state condotte in accordo alle vigenti disposizioni legislative ed in particolare delle seguenti norme:

Legge 05/11/1971, n.1086

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

Legge 02/02/74, n.64

"Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche."

D.M. del 17/01/2018

"Norme tecniche per le costruzioni."

Ulteriori riferimenti tecnici sono costituiti

Eurocodice 2 – *"Progettazione delle strutture in calcestruzzo. Parte 1-1: Regole generali"*

Eurocodice 3 – *"Progettazione delle strutture in acciaio"*

Eurocodice 8 – *"Progettazione delle strutture per la resistenza sismica"*

3. Descrizione dell'intervento

L'intervento in oggetto consiste nella realizzazione di una serie di maniche contenenti loculi realizzati con struttura in conglomerato cementizio armato. La struttura è costituita da pareti e pilastri in c.a. Di seguito sono riportati degli stralci degli elaborati grafici.

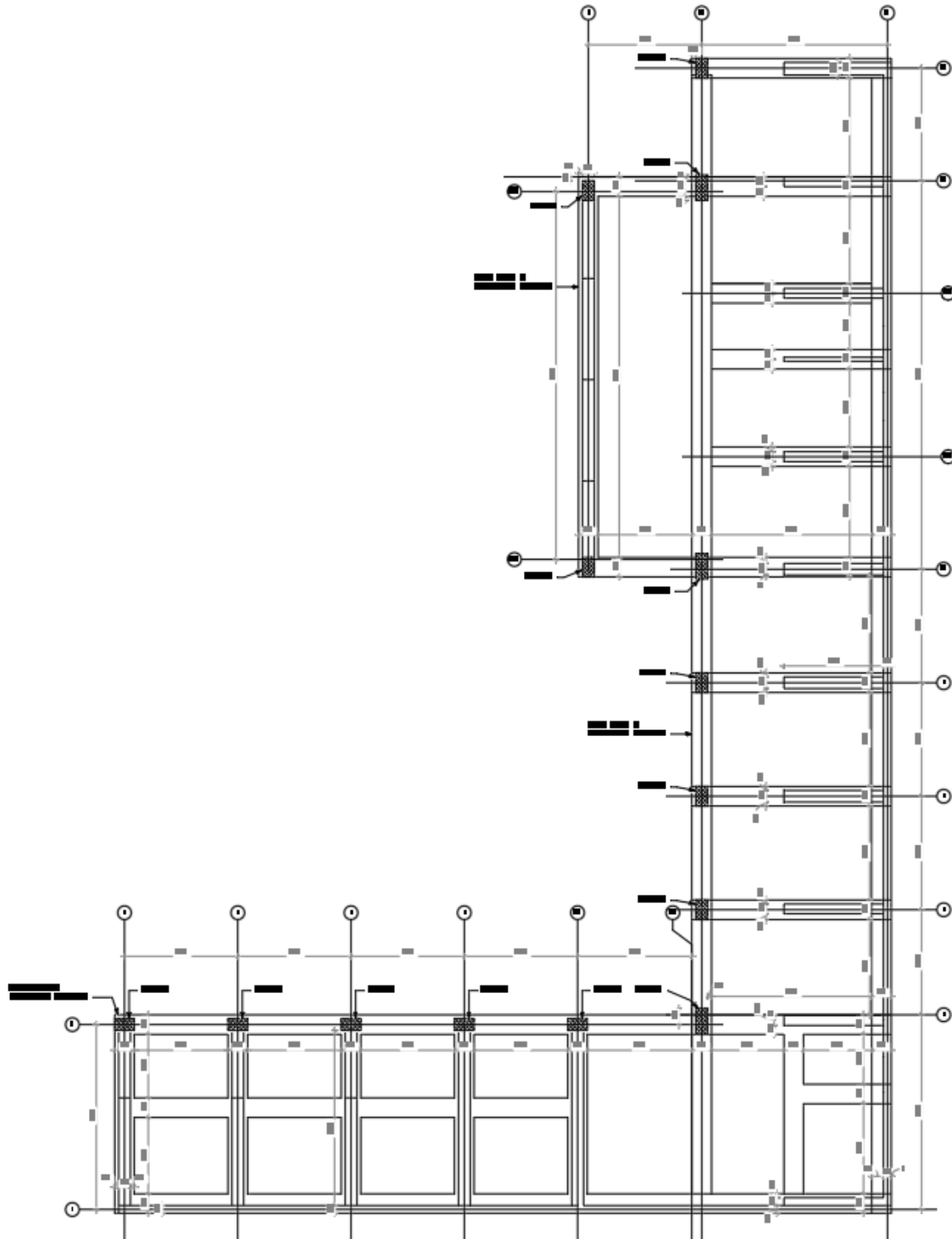


Figura 1 - Pianta fondazioni

4. Materiali previsti e resistenze di calcolo

CLS STRUTTURE

Calcestruzzo armato classe C 25 / 30

Classe di esposizione		XC2
Massimo rapporto a/c		0.5
Resistenza cubica caratteristica	$R_{ck} =$	30 N/mm ²
Resistenza cilindrica caratteristica	$f_{ck} =$	24.9 N/mm ²
Resistenza cilindrica media	$f_{cm} =$	32.9 N/mm ²
Resistenza media a trazione	$f_{ctm} =$	2.56 N/mm ²
Resistenza media a trazione per flessione	$f_{ctfm} =$	3.07 N/mm ²
Resistenza caratteristica a trazione	$f_{ctk} =$	1.79 N/mm ²
Modulo elastico medio	$E_{cm} =$	31447 N/mm ²
Fattore parziale di sicurezza	$\gamma_c =$	1.5
Fattore riduzione resistenza per lunga durata	$\alpha_c =$	0.85
Resistenza a compressione di calcolo	$f_{cd} =$	14.11 N/mm ²
Resistenza a trazione di calcolo	$f_{ctd} =$	1.19 N/mm ²
Resistenza a trazione per flessione di calcolo	$f_{ctfd} =$	1.43 N/mm ²
Deformazione limite del calcestruzzo	$\varepsilon_{c0} =$	0.20 %
Deformazione ultima del calcestruzzo	$\varepsilon_{cu} =$	0.35 %
Ricoprimento	$c =$	30 mm

Stato limite controllo tensioni calcestruzzo

SLE rara tens. CLS	$\sigma_{clim} =$	14.94 N/mm ²
SLE quasi permanente tens. CLS	$\sigma_{clim} =$	11.21 N/mm ²

Stato limite di fessurazione

Condizioni ambientali	ordinaria
Sensibilità armature alla corrosione	poco sensibili
SL frequente-apertura fessure	$w_k =$ 0.40 mm

Conversione sistema tecnico 10 N \approx 1.0 kg

Acciaio B450C

Tensione caratteristica a rottura	$f_{yt} =$	540 N/mm ²
Tensione caratteristica a snervamento	$f_{yk} =$	450 N/mm ²
Modulo elastico	$E_s =$	210000 N/mm ²
Fattore parziale di sicurezza	$\gamma_s =$	1.15
Resistenza di calcolo	$f_{yd} =$	391.3 N/mm ²
SL rara tensione acciaio	$\sigma_{slim} =$	360 N/mm ²

5. Modellazione della struttura

La modellazione della struttura è stata effettuata tramite il software Midas Gen 2019. Le pareti e le solette piene sono modellate attraverso elementi bidimensionali. Travi di fondazione, copertura e pilastri sono modellati attraverso elementi monodimensionali. L'iterazione terreno-struttura è schematizzata attraverso un approccio alla Winkler tramite un letto di molle elastiche la cui costante di sottofondo è posta in fase statica pari a 0.5 kg/cm², in fase sismica pari a 5 kg/cm². Di seguito è riportato il modello numerico della struttura.

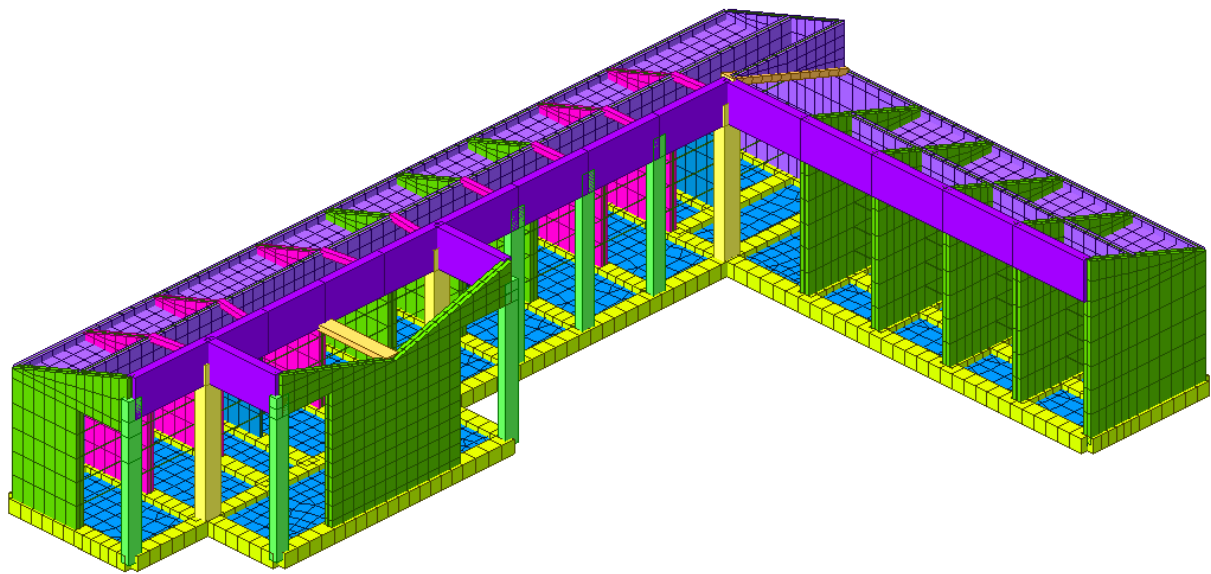


Figura 2 - Modello di calcolo

6. Precisazioni sul codice di calcolo utilizzato

Si forniscono di seguito le ulteriori indicazioni richieste dal punto 10.2 del testo unico delle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 17/01/2018)

L'analisi è stata condotta utilizzando il codice di calcolo MidasGen2019, versione (v2.1)

Il programma MidasGen è un codice di calcolo specifico per l'analisi e la verifica di strutture multipiano in cemento armato, che consente una modellazione tridimensionale della struttura. Il programma è prodotto dalla MIDAS Information Technology Co. Ltd ed è distribuito sul territorio nazionale dalla Harpaceas s.r.l. e specificamente indirizzata alla produzione di software per l'ingegneria civile. La casa produttrice cura direttamente il servizio di assistenza tecnica e rende disponibili sul suo sito Internet manuali operativi e documentazioni tecniche complete relativi a casi di prova, liberamente scaricabili, che consentono un controllo ed un riscontro sull'affidabilità e la robustezza del codice di calcolo.

Lo scrivente ha avuto modo di valutare, in base ad uno studio della documentazione fornita ed all'esame dei risultati ottenuti su strutture test significative, la robustezza ed affidabilità del codice utilizzato, di cui fa proprie le ipotesi di base e le modalità operative, che ritiene adeguate al contesto di utilizzo.

Lo scrivente fa inoltre propri i risultati forniti dal codice ed inseriti nella presente relazione di calcolo, che ha avuto modo di controllare sia attraverso le restituzioni sintetiche tabellari e grafiche ed i filtri di autodiagnostica offerti dal codice, sia mediante riscontri di massima eseguiti a campione sui risultati delle analisi.

Ulteriori informazioni sulla Società produttrice possono ricavarsi dal sito ufficiale [http:// http://midasuser.com/](http://http://midasuser.com/)

7. Criteri adottati per l'analisi sismica

La verifica alle azioni sismiche è stata condotta con il metodo dinamico per sovrapposizione modale.

E' stata messa in conto un'eccentricità sismica accidentale pari al 5% delle dimensioni in pianta dell'edificio.

Gli effetti delle azioni sismiche orizzontali e verticali sono valutati mediante analisi dinamica linearizzata e sovrapposizione dei contributi modali, utilizzando la tecnica degli spettri di risposta, con le modalità prescritte dalla normativa.

In aggiunta alle azioni sismiche legate ai modi naturali calcolati, sono stati inserite delle azioni sismiche di completamento modale. Il completamento modale introduce ulteriori modi di vibrazione che completano lo spettro già calcolato della sua parte complementare rispetto ai moti rigidi della struttura, e che raccolgono gli effetti dei modi a basso periodo trascurati dall'analisi modale. Il completamento modale svolge un ruolo particolarmente significativo nella valutazione degli effetti della componente verticale dell'accelerazione sismica che, tipicamente, tende ad eccitare prevalentemente i modi a basso periodo di vibrazione.

La formula di combinazione modale utilizzata è la nota CQC, in accordo con le normative vigenti.

Sono stati considerati i seguenti stati limite di verifica, per i quali la normativa fissa l'azione sismica con una data probabilità di superamento, in un periodo di riferimento dipendente dal tipo e dalla classe d'uso della costruzione:

-SLO: S.I. di Operatività sismica (probabilità di superamento 81%)

-SLD: S.I. di Danno sismico (probabilità di superamento 63%)

-SLV: S.I. di Salvaguardia della vita ovvero Ultimo sismico (probabilità di superamento 10%)

-SLC: S.I. di Collasso sismico (probabilità di superamento 5%)

Per ciascuno degli stati limite indicati sono stati valutati i periodi di ritorno dell'azione sismica, tenendo conto della probabilità di superamento prescritta dalla norma e ricavando il periodo di riferimento per l'azione sismica in base al tipo di costruzione e alla classe d'uso.

In funzione dei periodi di ritorno e delle coordinate geografiche del sito, si valutano infine i parametri di pericolosità sismica per gli stati limite di interesse, estrapolando i valori dalle tabelle allegate alla normativa.

Coordinate sito:

Longitudine: 7.57657

Latitudine: 45.24675

Vita nominale (2.4.1)

Le azioni sismiche sono valutate in relazione al periodo di riferimento VR così definite:

$VR = VN \times CU$ (2.4.1).

dove VN indica la Vita Nominale i cui valori sono indicati nella Tab. 2.4.I.

Per la struttura in esame viene assunto $VN = 50$

Classe d'uso (2.4.2)

In base alla funzione della struttura, ai sensi del punto (2.4.2) la struttura in esame risulta viene assunta in Classe II.

Periodo di riferimento per l'azione sismica (2.4.3)

In funzione della Classe d'uso la tabella seguente indica il valore CU da prendere in considerazione.

Tab. 2.4.II – Valori del coefficiente d’uso CU

CLASSE D’USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE CU	0,7	1,0	1,5	2,0

Viene quindi assunto CU=1

Da quanto sopra risulta:

$VR = VN \times CU$ cioè = 50 anni.

In base a quanto indicato in Allegato A) - NTC 08 si calcola il Periodo di ritorno con la formula:

$$T_R = - \frac{V_R}{\ln(1 - P_{VR})}$$

Noto T_R e la localizzazione geografica del sito tramite i valori di longitudine e latitudine, la figura seguente riporta i parametri sismici che saranno utilizzati per l’analisi della struttura.

Tali valori sono stati ricavati elaborando i dati forniti dal Reticolo di riferimento (Allegato B) partendo dai valori nei nodi prossimi al sito di costruzione.

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0.059 g
F_0	2.742
T_c^*	0.272 s
S_S	1.800
C_C	2.397
S_T	1.000
q	1.064

Parametri dipendenti

S	1.800
η	0.940
T_B	0.217 s
T_C	0.652 s
T_D	1.835 s

dove:

a_g : accelerazione orizzontale massima del terreno;

F_0 : valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro;

T_c^* : periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione;

P_{vr} : Probabilità di superamento nel periodo di riferimento VR.

Categoria del sottosuolo e topografica (3.2.2)

Categoria di sottosuolo

Si adotta una categoria di sottosuolo di riferimento pari a D.

Condizione topografica

Il sito in cui sarà realizzata la strutture è classificabile come T1.

Metodi di analisi e criteri di verifica (7.3)

La struttura in esame si può considerare di tipo dissipativo e per l'analisi sismica si adotterà il metodo dell'analisi lineare Dinamica.

Analisi del fattore di struttura q

Il fattore di struttura q da utilizzare per il calcolo dello spettro di progetto per lo stato limite ultimo, è definito come:

$$q = q_0 KR$$

dove:

q_0 valore massimo del fattore di struttura;

KR è un fattore che dipende dalle caratteristiche di regolarità dell'edificio che viene assunto pari a 1 essendo la struttura calcolata come Regolare in altezza.

Calcolo del fattore q_0

Tipologia strutturale (7.4.3.2)

La struttura è calcolata come "Non Dissipativa"

E' prudenzialmente adottato un $q_0 = 2$. Ne deriva per cui

$$\mathbf{q_{ND} = 2 * 2/3 = 1.33}$$

Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite: SLV

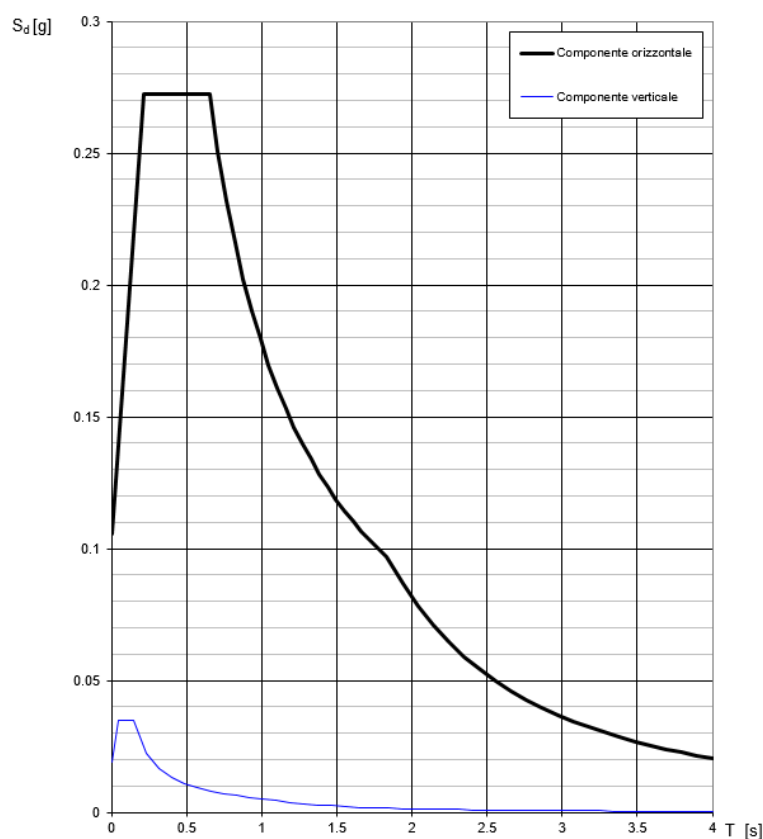


Figura 3 - Spettro di riferimento SLV

8. Modalità di progetto e verifica

Il progetto e la verifica degli elementi strutturali sono stati condotti col metodo degli stati limite in accordo con le norme tecniche e le modalità operative specificate nel citato D.M. del 17/01/2018, applicati in maniera unitaria ed integrale all'intero organismo strutturale.

Sono state considerate le combinazioni di azioni corrispondenti ai seguenti stati limite: quasi permanente, frequente, raro, ultimo non sismico, ultimo sismico e danno sismico.

Le verifiche delle sezioni sono condotte in campo elastico per gli stati limite di esercizio (verifiche tensionali e di fessurazione), ed in campo nonlineare per gli stati limite ultimi (verifiche di resistenza ultima).

Per ogni stato limite considerato, si è eseguito l'involuppo delle azioni combinando le azioni base mediante fattori di combinazione assunti in valore minimo e in valore massimo, in accordo con le regole di combinazione prescritte dalla normativa. I fattori finali di combinazione per una particolare azione si ottengono come prodotto fra un fattore parziale Ψ dipendente dal tipo di azione e un fattore parziale Γ dipendente sia dall'azione che dalla combinazione di carico. **Per il calcolo delle fondazioni sono utilizzate le sollecitazioni dedotte dall'analisi secondo quanto riportato dalle norme tecniche nel par. 7.2.5.**

9. Precisazioni sul codice di calcolo utilizzato

Si forniscono di seguito le ulteriori indicazioni richieste dal punto 10.2 del testo unico delle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 17/01/2018)

L'analisi è stata condotta utilizzando il codice di calcolo Axis VM, versione 13R3k

Il programma AxisVM è un codice di calcolo specifico per l'analisi e la verifica di strutture multipiano in cemento armato, che consente una modellazione tridimensionale della struttura. Il programma è prodotto dalla InterCad e distribuito sul territorio nazionale dalla STADData (Torino) e specificamente indirizzata alla produzione di software per l'ingegneria civile. La casa produttrice cura direttamente il servizio di assistenza tecnica e rende disponibili sul suo sito Internet manuali operativi e documentazioni tecniche complete relativi a casi di prova, liberamente scaricabili, che consentono un controllo ed un riscontro sull'affidabilità e la robustezza del codice di calcolo.

Lo scrivente ha avuto modo di valutare, in base ad uno studio della documentazione fornita ed all'esame dei risultati ottenuti su strutture test significative, la robustezza ed affidabilità del codice utilizzato, di cui fa proprie le ipotesi di base e le modalità operative, che ritiene adeguate al contesto di utilizzo.

Lo scrivente fa inoltre propri i risultati forniti dal codice ed inseriti nella presente relazione di calcolo, che ha avuto modo di controllare sia attraverso le restituzioni sintetiche tabellari e grafiche ed i filtri di autodiagnostica offerti dal codice, sia mediante riscontri di massima eseguiti a campione sui risultati delle analisi.

Ulteriori informazioni sulla Società produttrice possono ricavarsi dal sito ufficiale <http://www.stadata.com>

Le sollecitazioni dedotte dal modello di calcolo impostato col codice AxisVM sono utilizzate per effettuare le verifiche con codice Piano Navigator vers. (X64) 16.1.6.1. e con codice di calcolo scritto internamente e validato con calcoli manuali e di letteratura tecnica.

10. Combinazioni di carico

Secondo quanto prescritto dalla norma tecnica è adottata la combinazione A1

Sono adottati i coeff. di combinazione della Cat. C

Tab. 2.5.I – Valori dei coefficienti di combinazione

Categoria/Azione variabile	Ψ_{0j}	Ψ_{ij}	Ψ_{2j}
Categoria A - Ambienti ad uso residenziale	0,7	0,5	0,3
Categoria B - Uffici	0,7	0,5	0,3
Categoria C - Ambienti suscettibili di affollamento	0,7	0,7	0,6

Ai fini delle verifiche degli stati limite, si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni.

– Combinazione fondamentale, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \Psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \Psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad [2.5.1]$$

– Combinazione caratteristica, cosiddetta rara, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili:

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \Psi_{02} \cdot Q_{k2} + \Psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad [2.5.2]$$

– Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

$$G_1 + G_2 + P + \Psi_{11} \cdot Q_{k1} + \Psi_{22} \cdot Q_{k2} + \Psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots \quad [2.5.3]$$

– Combinazione quasi permanente (SLE), generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine:

$$G_1 + G_2 + P + \Psi_{21} \cdot Q_{k1} + \Psi_{22} \cdot Q_{k2} + \Psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots \quad [2.5.4]$$

– Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E:

$$E + G_1 + G_2 + P + \Psi_{21} \cdot Q_{k1} + \Psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots \quad [2.5.5]$$

– Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali A:

$$G_1 + G_2 + P + A_d + \Psi_{21} \cdot Q_{k1} + \Psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots \quad [2.5.6]$$

Gli effetti dell'azione sismica saranno valutati tenendo conto delle masse associate ai seguenti carichi gravitazionali:

$$G_1 + G_2 + \sum_j \Psi_{2j} Q_{kj} \quad [2.5.7]$$

LIST OF LOAD COMBINATIONS

NUM	NAME	ACTIVE	TYPE	LOADCASE (FACTOR) +	LOADCASE (FACTOR) +	LOADCASE (FACTOR)
1	SLU	Strength/Stress	Add	G1(1.300) +	G2(1.500) +	Q(1.500)
		N(0.750)				
2	SLU1	Strength/Stress	Add	G1(1.300) +	G2(1.500) +	Q(1.050)
		N(1.500)				
3	QP	Strength/Stress	Add	G1(1.000) +	G2(1.000) +	Q(0.600)
4	CAR	Strength/Stress	Add	G1(1.000) +	G2(1.000) +	Q(1.000)
		N(0.500)				
5	CAR1	Strength/Stress	Add	G1(1.000) +	G2(1.000) +	Q(0.700)
		N(1.000)				
6	FREQ	Strength/Stress	Add	G1(1.000) +	G2(1.000) +	Q(0.700)
7	FREQ1	Strength/Stress	Add	G1(1.000) +	G2(1.000) +	Q(0.600)
		N(0.500)				
8	ENV_SLU	Strength/Stress	Envelope	SLU(1.000) +	SLU1(1.000)	
9	ENV_CAR	Strength/Stress	Envelope	CAR(1.000) +	CAR1(1.000)	
10	ENV_FREQ	Strength/Stress	Envelope	FREQ(1.000) +	FREQ1(1.000)	

11	S1	Strength/Stress	Add			
		G1(1.000) +		G2(1.000) +		Q(0.600)
		X(1.000) +		Y(0.300) +		X(1.000)
		Y(0.300)				
12	S2	Strength/Stress	Add			
		G1(1.000) +		G2(1.000) +		Q(0.600)
		X(1.000) +		Y(0.300) +		X(1.000)
		Y(-0.300)				
13	S3	Strength/Stress	Add			
		G1(1.000) +		G2(1.000) +		Q(0.600)
		X(1.000) +		Y(0.300) +		X(-1.000)
		Y(0.300)				
14	S4	Strength/Stress	Add			
		G1(1.000) +		G2(1.000) +		Q(0.600)
		X(1.000) +		Y(0.300) +		X(-1.000)
		Y(-0.300)				
15	S5	Strength/Stress	Add			
		G1(1.000) +		G2(1.000) +		Q(0.600)
		X(-1.000) +		Y(0.300) +		X(1.000)
		Y(0.300)				
16	S6	Strength/Stress	Add			
		G1(1.000) +		G2(1.000) +		Q(0.600)
		X(-1.000) +		Y(0.300) +		X(1.000)
		Y(-0.300)				
17	S7	Strength/Stress	Add			
		G1(1.000) +		G2(1.000) +		Q(0.600)
		X(-1.000) +		Y(0.300) +		X(-1.000)
		Y(0.300)				
18	S8	Strength/Stress	Add			
		G1(1.000) +		G2(1.000) +		Q(0.600)
		X(-1.000) +		Y(0.300) +		X(-1.000)
		Y(-0.300)				
19	S9	Strength/Stress	Add			
		G1(1.000) +		G2(1.000) +		Q(0.600)
		X(1.000) +		Y(-0.300) +		X(1.000)
		Y(0.300)				
20	S10	Strength/Stress	Add			
		G1(1.000) +		G2(1.000) +		Q(0.600)
		X(1.000) +		Y(-0.300) +		X(1.000)
		Y(-0.300)				
21	S11	Strength/Stress	Add			
		G1(1.000) +		G2(1.000) +		Q(0.600)
		X(1.000) +		Y(-0.300) +		X(-1.000)
		Y(0.300)				
22	S12	Strength/Stress	Add			
		G1(1.000) +		G2(1.000) +		Q(0.600)
		X(1.000) +		Y(-0.300) +		X(-1.000)
		Y(-0.300)				
23	S13	Strength/Stress	Add			
		G1(1.000) +		G2(1.000) +		Q(0.600)
		X(-1.000) +		Y(-0.300) +		X(1.000)
		Y(0.300)				
24	S14	Strength/Stress	Add			
		G1(1.000) +		G2(1.000) +		Q(0.600)
		X(-1.000) +		Y(-0.300) +		X(1.000)
		Y(-0.300)				
25	S15	Strength/Stress	Add			
		G1(1.000) +		G2(1.000) +		Q(0.600)
		X(-1.000) +		Y(-0.300) +		X(-1.000)
		Y(0.300)				
26	S16	Strength/Stress	Add			
		G1(1.000) +		G2(1.000) +		Q(0.600)

42	S32	Strength/Stress	Add		
		G1(1.000) +		G2(1.000) +	Q(0.600)
		X(-0.300) +		Y(-1.000) +	X(-1.000)
		Y(-0.300)			

43	ENV_SLV	Strength/Stress	Envelope		
		S1(1.000) +		S2(1.000) +	S3(1.000)
		S4(1.000) +		S5(1.000) +	S6(1.000)
		S7(1.000) +		S8(1.000) +	S9(1.000)
		S10(1.000) +		S11(1.000) +	S12(1.000)
		S13(1.000) +		S14(1.000) +	S15(1.000)
		S16(1.000) +		S17(1.000) +	S18(1.000)
		S19(1.000) +		S20(1.000) +	S21(1.000)
		S22(1.000) +		S23(1.000) +	S24(1.000)
		S25(1.000) +		S26(1.000) +	S27(1.000)
		S28(1.000) +		S29(1.000) +	S30(1.000)
		S31(1.000) +		S32(1.000)	

44	ENV_TOT	Strength/Stress	Envelope		
		SLU(1.000) +		SLU1(1.000) +	S1(1.000)
		S2(1.000) +		S3(1.000) +	S4(1.000)
		S5(1.000) +		S6(1.000) +	S7(1.000)
		S8(1.000) +		S9(1.000) +	S10(1.000)
		S11(1.000) +		S12(1.000) +	S13(1.000)
		S14(1.000) +		S15(1.000) +	S16(1.000)
		S17(1.000) +		S18(1.000) +	S19(1.000)
		S20(1.000) +		S21(1.000) +	S22(1.000)
		S23(1.000) +		S24(1.000) +	S25(1.000)
		S26(1.000) +		S27(1.000) +	S28(1.000)
		S29(1.000) +		S30(1.000) +	S31(1.000)
		S32(1.000)			

11. Verifiche SLU-SLV

11.1. Verifica travi fondazione

La verifica delle travi di fondazione è svolta a favore di sicurezza adottando un modello senza platea di fondazione al fine di massimizzare le sollecitazioni sulle travi.

Di seguito è riportato lo schema in pianta delle travi di fondazione:

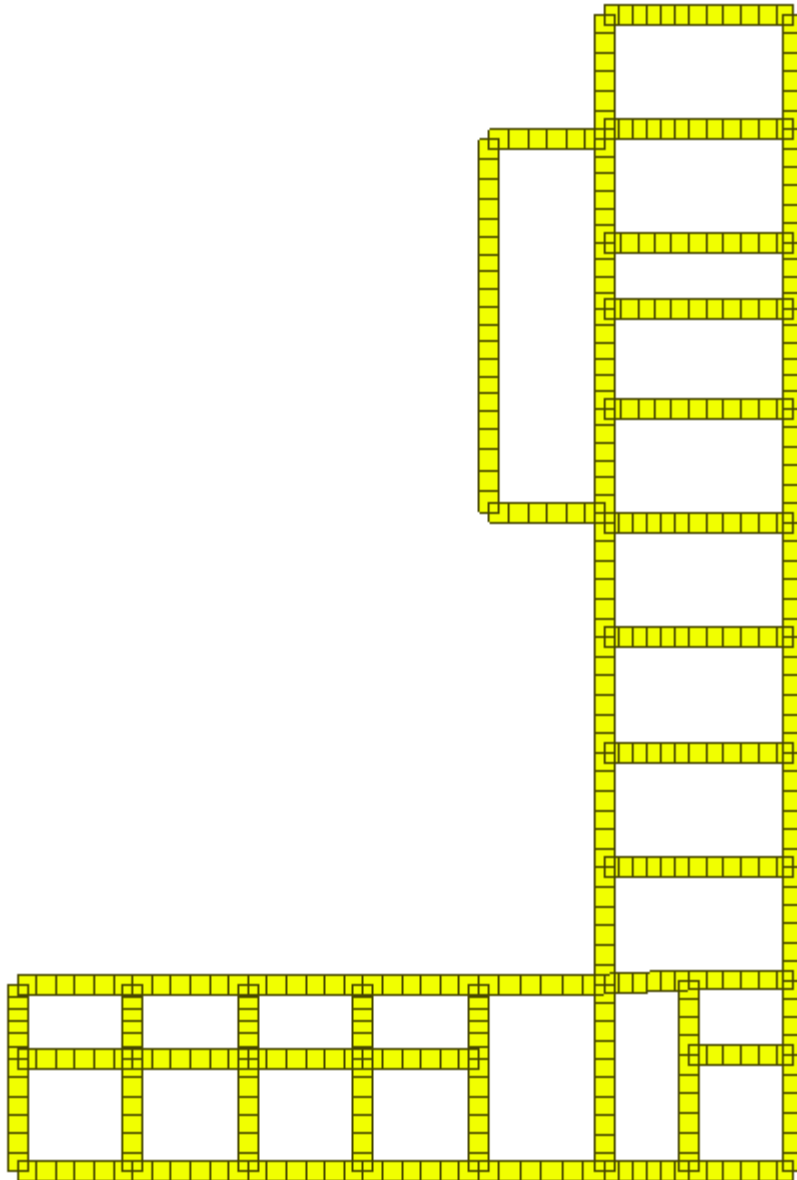


Figura 4 - Travi di fondazione

Sono in seguito riportate le sollecitazioni agenti sulle stesse:

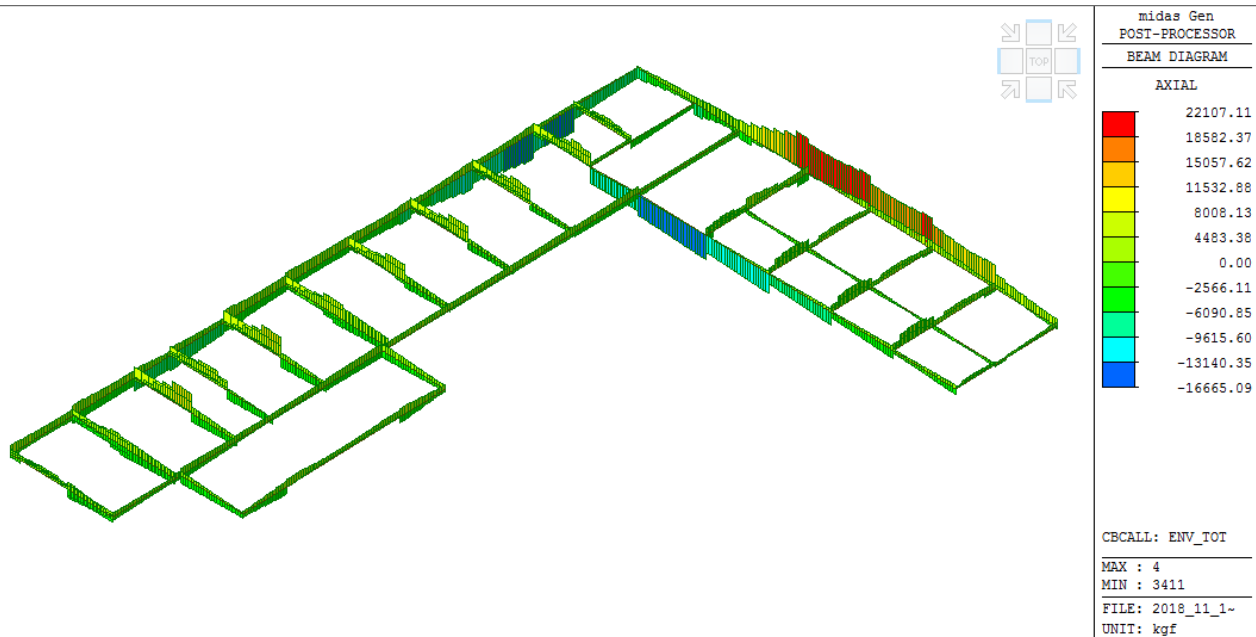


Figura 5 - Sforzo normale agente SLU-SLV

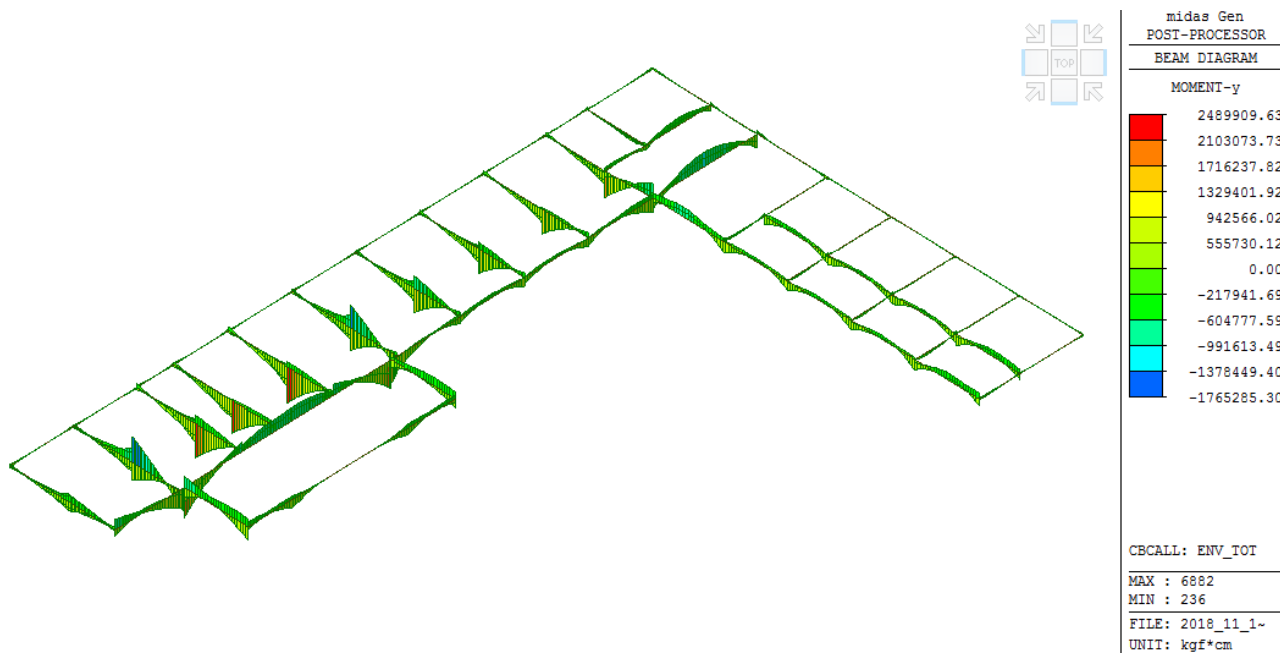


Figura 6 - Momenti flettenti SLU-SLV di calcolo

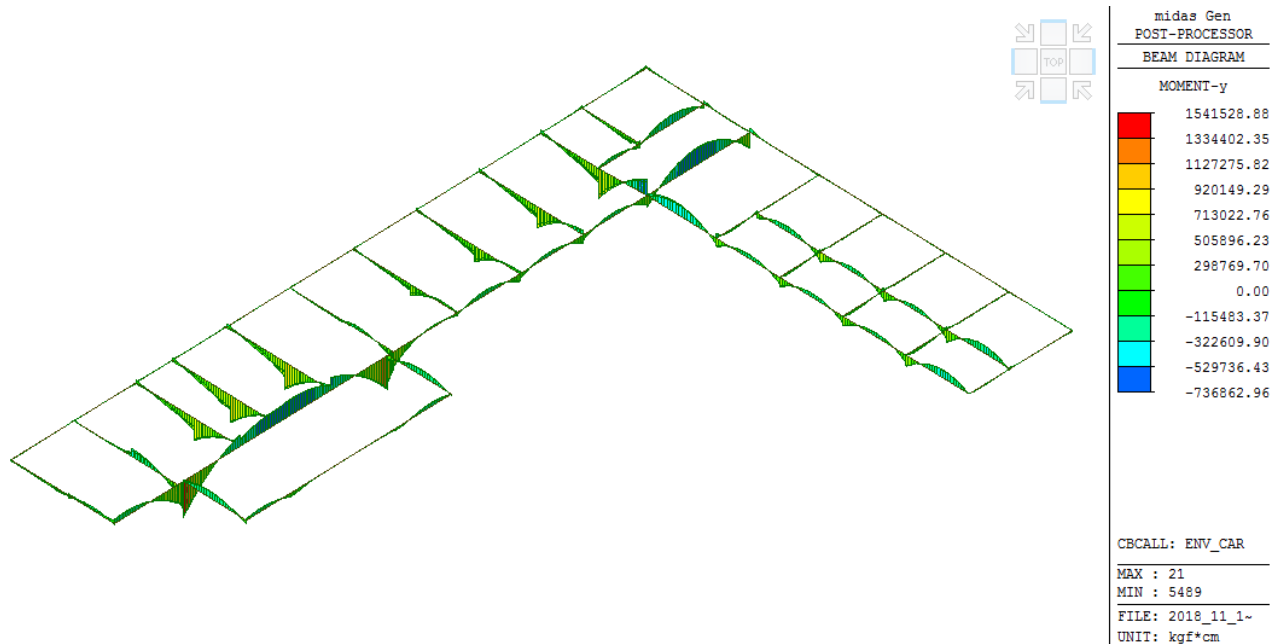


Figura 7 - Momenti flettenti SLE Caratt.

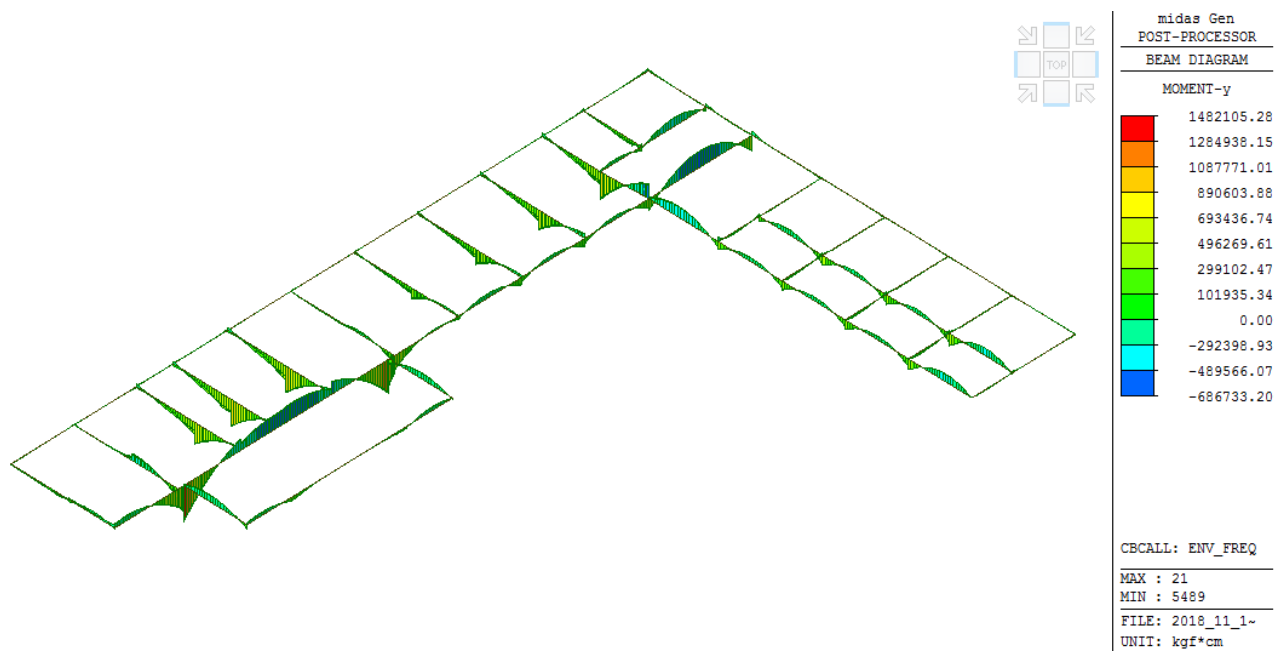


Figura 8 - Momenti flettenti SLE Freq.

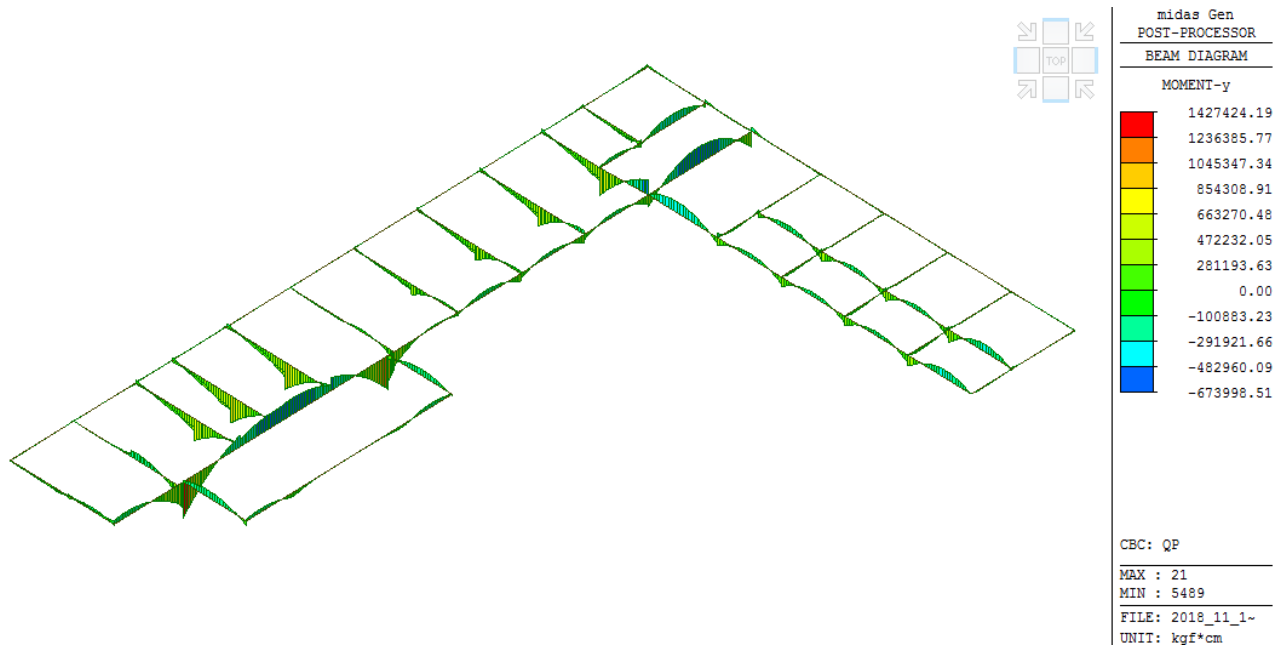


Figura 9 - Momenti flettenti SLE Quasi perm.

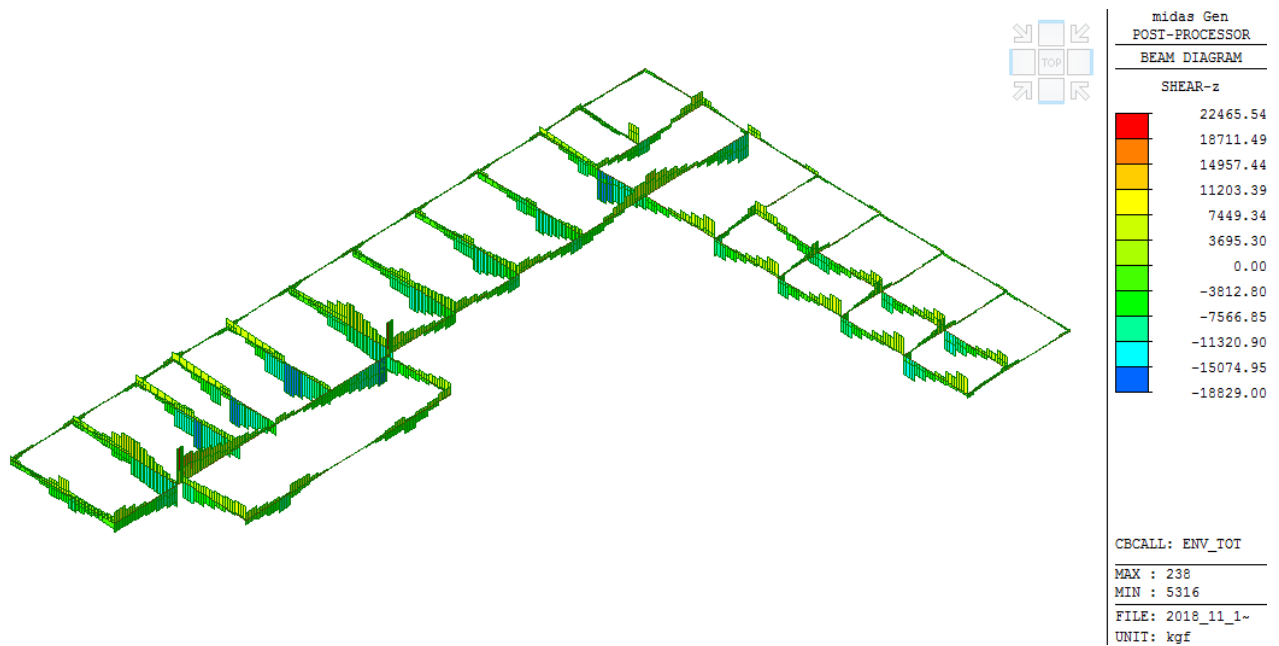


Figura 10 - Taglio agente modello di calcolo

Tipo verifica : stati limite - pressoflessione deviata.
Unità di misura generiche: daN; cm; daNcm; daN/cm²; d in mm; deformazioni*1000.
ferri : diametri in mm; aree in cm².

Simboli:

Vert. = contorno_vertice del CLS; d = diametro;
S = Sigma (tensioni sui materiali);
D = Deformazioni x 1000 (epsilon);
Ve = colonna che indica se la verifica e' soddisfatta;

MATERIALI

Calcestruzzo: Rck = 300. ; fck = 249. ; fcd = 141.1 (.35%)
Acciaio : Tipo= B450C ; ftk = 4500. ; fyk = 4500. ; ftd = 3913.04 (6.75%)

SEZIONE

L'asse Z e' rivolto verso destra, l'asse Y e' rivolto verso l'alto.

Tipo sezione: RETTANGOLARE

Cls: Acciaio lento:

vert.	Z	Y	ferro	Z	Y	d[mm]	Af[cm2]
1- 1	-25.	0.	1	21.	46.	16.	2.0106
1- 2	-25.	50.	2	10.5	46.	16.	2.0106
1- 3	25.	50.	3	0.	46.	16.	2.0106
1- 4	25.	0.	4	-10.5	46.	16.	2.0106
			5	-21.	46.	16.	2.0106
			6	21.	4.	16.	2.0106
			7	15.8	4.	16.	2.0106
			8	10.5	4.	16.	2.0106
			9	5.2	4.	16.	2.0106
			10	0.	4.	16.	2.0106
			11	-5.2	4.	16.	2.0106
			12	-10.5	4.	16.	2.0106
			13	-15.8	4.	16.	2.0106
			14	-21.	4.	16.	2.0106

SOLLECITAZIONI AGENTI

Sforzi normali applicati in z= 0. ; y= 25. (baricentro CLS)
 Convenzioni: N + trazione; Mz + fib.inferiori tese; My + fib.sinistra tese.
 N. | N | Mz | My | Sol: ultima/agente = fs (>=1 OK)
 1 | 5000. | 2500000. | 0. |

RISULTATI

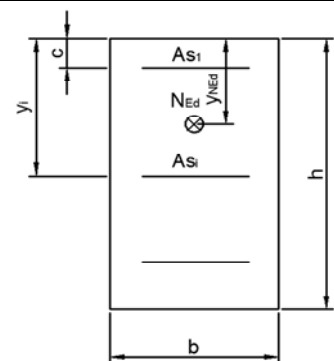
Piani di equilibrio (eps= muz * y +muy * z + lam):

Sol.	muz	muy	lambda
1.	-0.00005862733	0.	.0019944321

Deformazioni massime sui materiali:

sol	Cls			Acciaio lento		
	vert.	D cls	S cls Ve	ferro	D ferri	S ferri Ve
1	1- 3	-0.9369	-101.2 si	8.	1.7599	3519.8 si

VERIFICA SEZIONE RETTANGOLARE		SEZIONE		
PRESSOFLESSIONE RETTA		50x50		
d.m. 17/01/2018				
Calcestruzzo				
FC	1	Fattore di confidenza cls (solo esistente)		
$R_{ck} =$	300 kg/cm ²	Resistenza cubica a compressione		
$g_c =$	1.5	Coeff. sicurezza calcestruzzo		
$a_{cc} =$	0.85	Fattore di durata carico		
$f_{cd} =$	141 kg/cm ²	Resistenza di progetto a compressione		
Acciaio				
FC	1	Fattore di confidenza acciaio (solo esistente)		
$f_{yk} =$	4500 kg/cm ²	Tensione di snervamento		
$g_s =$	1.15	Coeff. sicurezza acciaio		
$f_{yd} =$	3913 kg/cm ²	Tensione di progetto		
Sezione				
b	50 cm	Base		
h	50 cm	Altezza		
c	4 cm	Copriferro da asse armatura a lembo compresso		
Armature				
Strato	y_i	n_b	f	A
	[cm]	[-]	[mm]	[cm ²]
1	4.0	5	16	10.05
2	4.0			0.00
3				0.00
4				0.00
5	46.0	4	16	8.04
6	46.0	5	16	10.05



18.0

VERIFICA SLE		Coeff. Omogenizzazione		Asse neutro SLE	
$M_{Ed,car}$	16000 kgm	n	6.68	$X_{SLE,car}$	11.96 cm
$M_{Ed,freq}$	15000 kgm	n	6.68	$X_{SLE,freq}$	11.96 cm
$M_{Ed,qp}$	14000 kgm	n	15.00	$X_{SLE,qp}$	15.95 cm

Verifica tensioni in esercizio				
$\sigma_{c,car}$	110.8 kg/cm ²	$\sigma_{c,lim}$	149.4 kg/cm ²	VERIFICATO
$\sigma_{s,max,car}$	2105 kg/cm ²	$\sigma_{s,lim}$	3600 kg/cm ²	
$\sigma_{c,qp}$	66.8 kg/cm ²	$\sigma_{c,lim}$	112.1 kg/cm ²	
$\sigma_{s,max,qp}$	1888 kg/cm ²	$\sigma_{s,lim}$	3600 kg/cm ²	

Verifica fessurazione				
M1	6395 kgm	Momento prima fessurazione		
$\sigma_{s,max,freq}$	1973 kg/cm ²			
$\sigma_{s,max,qp}$	1888 kg/cm ²			
w_{freq}	0.127 mm	$w_{lim} =$	0.40 mm	VERIFICATO
w_{qp}	0.135 mm	$w_{lim} =$	0.30 mm	

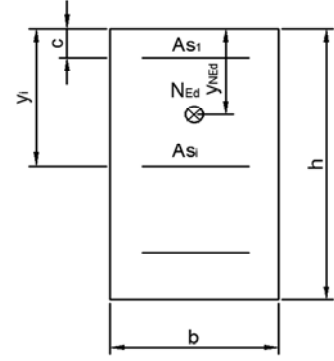
11.2. Verifica platea sp.15 cm

Di seguito sono riportate le sollecitazioni agenti sulla platea di fondazione sp. 15cm

E' disposta una maglia base costituita da:

Sup./Inf. $\phi 14/20 \times 20$ MRd = 3100 kgm/m

VERIFICA SEZIONE RETTANGOLARE		SEZIONE	100x15	
PRESSOFLESSIONE RETTA				
d.m. 17/01/2018				
Calcestruzzo				
FC	1	Fattore di confidenza cls (solo esistente)		
$R_{ck} =$	300 kg/cm ²	Resistenza cubica a compressione		
$g_c =$	1.5	Coeff. sicurezza calcestruzzo		
$a_{cc} =$	0.85	Fattore di durata carico		
$f_{cd} =$	141 kg/cm ²	Resistenza di progetto a compressione		
Acciaio				
FC	1	Fattore di confidenza acciaio (solo esistente)		
$f_{yk} =$	4500 kg/cm ²	Tensione di snervamento		
$g_s =$	1.15	Coeff. sicurezza acciaio		
$f_{yd} =$	3913 kg/cm ²	Tensione di progetto		
Sezione				
b	100 cm	Base		
h	15 cm	Altezza		
c	4 cm	Copriferro da asse armatura a lembo compresso		
Armature				
Strato	y_i	n_b	f	A
	[cm]	[-]	[mm]	[cm ²]
1	4.0	5	14	7.69
2	4.0			0.00
3				0.00
4				0.00
5	11.0			0.00
6	11.0	5	14	7.69



7.6

VERIFICA SLU		Asse neutro SLU
$N_{Ed,SLU}$	0 kg	Sforzo normale agente (+ compr.)
y_{NEd}	7.5 cm	Eccentricità sforzo normale
$M_{Ed,SLU}$	0 kg m	Momento flettente agente
M_{Rd}	3116 kg m	$M_{Ed}/M_{Rd} = 0.00 \leq 1$
		$x_{SLU} = 3.44$ cm
		VERIFICATO

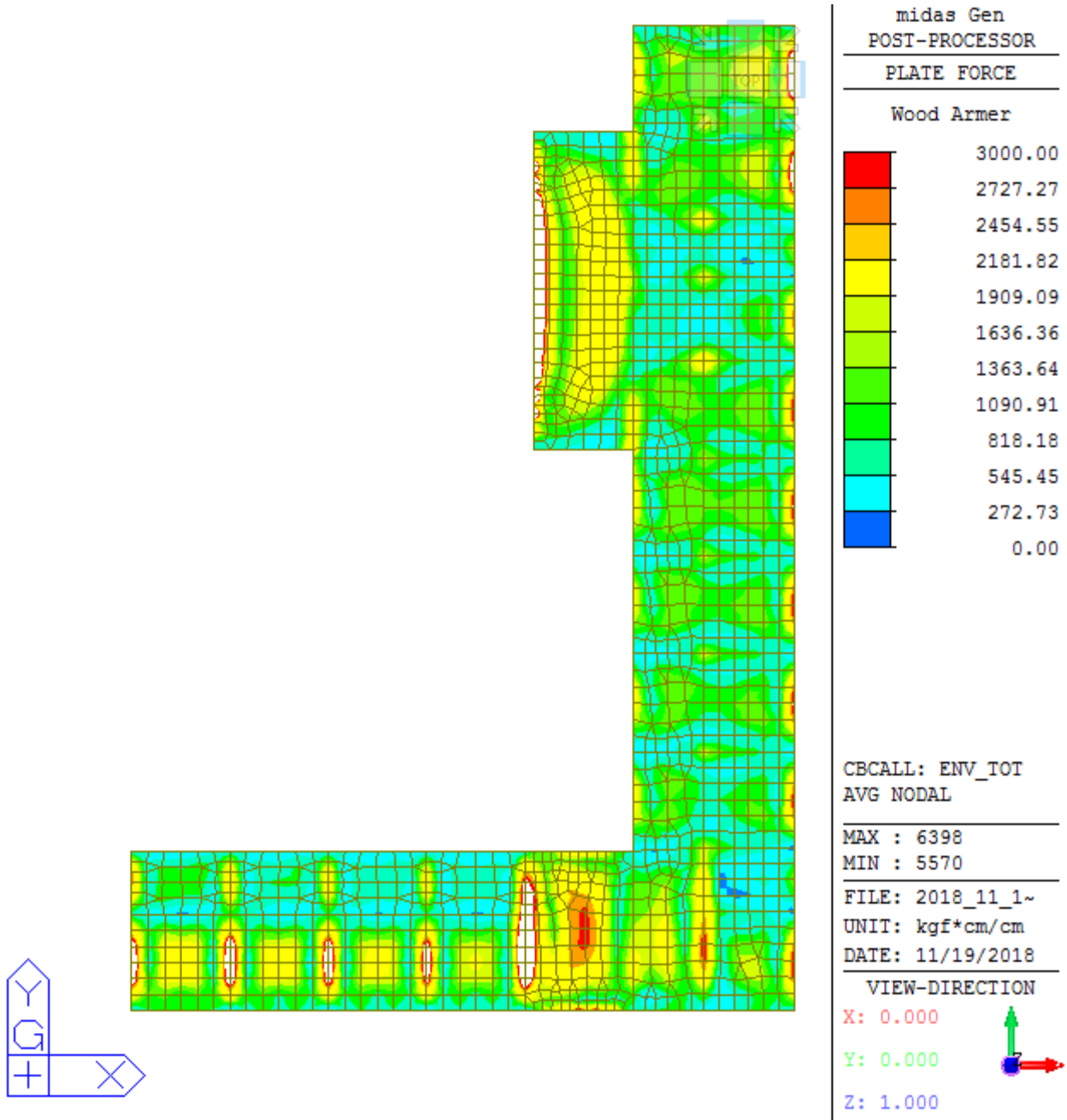


Figura 11 - Momento flettente dir. X.

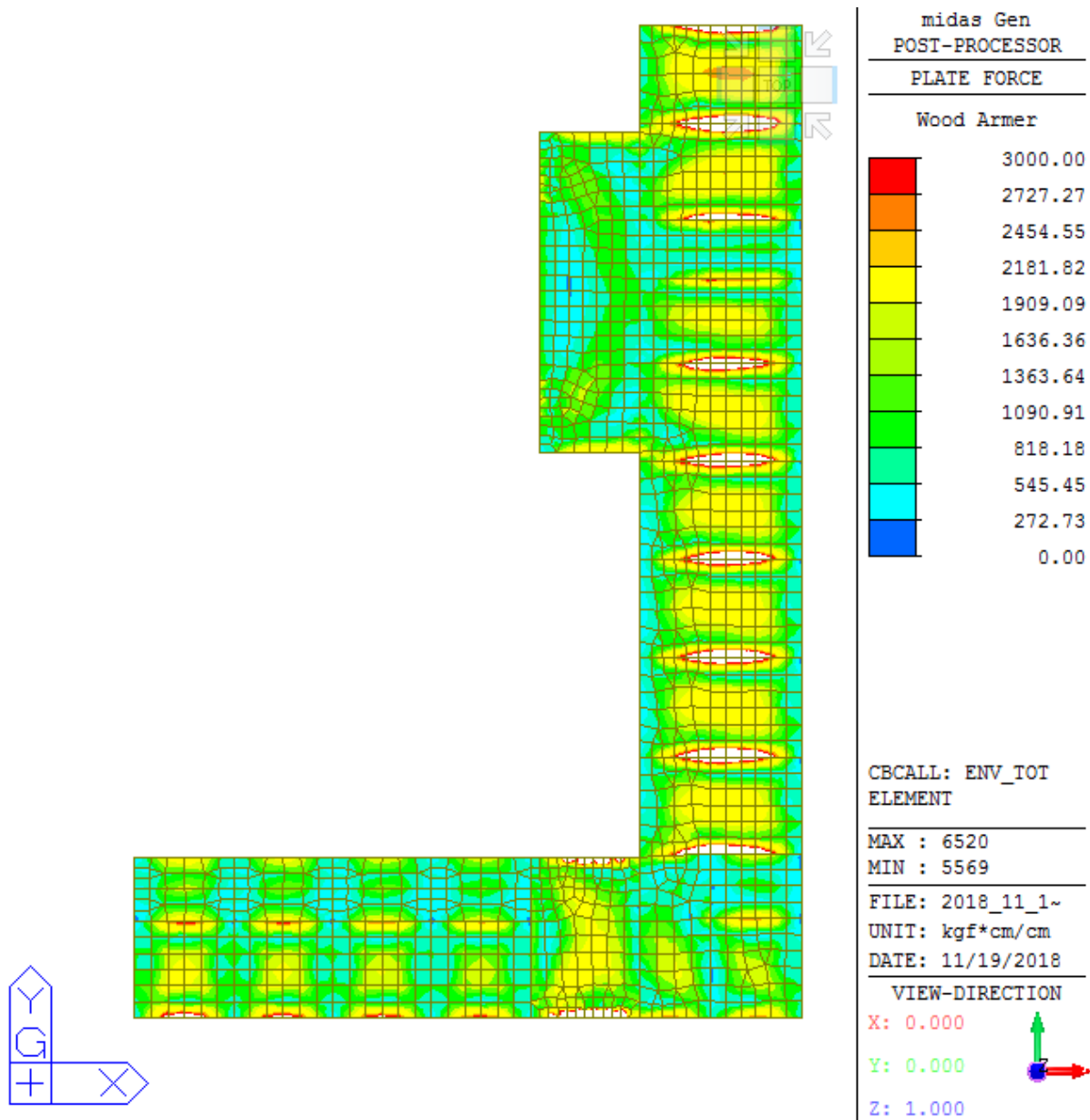


Figura 12 - Momento flettente dir. Y

Nota: Le zone in cui sono presenti i massimi locali sono situate in corrispondenza dei travi di fondazione che sono stati calcolati a favore di sicurezza prescindendo dal contributo della platea. Lo scrivente ritiene per cui giustificato il considerare come sufficiente la maglia base inferiore.

12. Conclusioni

A seguito degli esiti delle verifiche svolte si attesta la conformità delle stesse secondo la normativa di riferimento.