

2020

OSPEDALE SAN POLO DI MONFALCONE - PIASTRE MEDICALI "A" e "B"
VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA AI SENSI DEL CAP. 8.3 DEL DM17.01.2018

ALLEGATO ANALISI E MODELLAZIONI PIASTRA "A"



PROGETTI studio associato
Buja (UD)

31/07/2020

ALLEGATO ANALISI E MODELLAZIONI PIASTRA "A" - VULNERABILITÀ SISMICA §8 DM2018
PIASTRE "A" e "B" - OSPEDALE S. POLO - MONFALCONE

INDICE

1.	CRITERI GENERALI DI ANALISI E VERIFICA	3
1.1.	Valutazione della sicurezza	3
1.2.	Analisi elementi secondari per azioni statiche	3
1.2.1.	Premesse	3
1.2.2.	Orizzontamenti CELERSAP a travetti accostati	3
1.2.3.	Orizzontamenti BISAP 24+4/80	8
1.2.4.	Passaggi nei solai, incavi per le installazioni	16
1.2.5.	Elementi non strutturali: impianti	17
1.2.6.	Elementi non strutturali: pareti di partizione in laterizio	17
1.2.7.	Elementi non strutturali: elementi c.a.v. di tamponamento	24
1.3.	Progettazione SIMULATA	24
1.3.1.	Gestione delle armature	24
1.4.	Progettazioni per azioni sismiche	25
1.4.1.	Requisiti nei confronti degli stati limite	25
1.4.2.	Criteri di verifica e metodi di analisi	25
1.5.	Determinazione dell'indicatore di vulnerabilità sismica	26
1.5.1.	Domanda di accelerazione (PGA,d)	27
1.5.2.	Capacità di accelerazione (PGA,c)	27
2.	ANALISI DEI CARICHI	29
2.1.	Carichi verticali	29
2.2.	Azioni della temperatura	31
2.3.	Azioni eccezionali	31
2.4.	Azioni sismiche	32
3.	PROGRAMMA E MODELLO DI CALCOLO	39
3.1.	Software per l'analisi	39
3.2.	Modellazione della struttura	40
3.2.1.	Geometria Piastra "A"	40
3.2.2.	Piani Rigidi Piastra "A"	42
3.2.3.	Elementi Piastra "A"	42
3.2.4.	Vincoli Piastra "A"	46
3.2.5.	Coefficiente di Winkler Piastra "A"	46
3.2.6.	Carichi Piastra "A"	47
3.2.7.	Combinazioni di carico Piastra "A"	49
4.	RISULTATI	52
4.1.	Valutazione telai in fase statica SLU	52
4.1.1.	Valutazione travi in spessore	52
4.1.2.	Valutazione pilastri	67
4.2.	Muratura cavedio interrato	73
4.3.	Risposta dinamica	75
4.4.	Verifiche per la capacità di accelerazione	75

ALLEGATO ANALISI E MODELLAZIONI PIASTRA "A" - VULNERABILITÀ SISMICA §8 DM2018
PIASTRE "A" e "B" - OSPEDALE S. POLO - MONFALCONE

4.4.1. Diagrammi di sollecitazione – $T_{RCLV} = 30$ anni	75
4.4.2. Diagrammi meccanismi duttili - $T_{RCLV} = 30$ anni	79
4.4.3. Diagrammi meccanismi fragili - $T_{RCLV} = 30$ anni	81
4.5. Deformazioni relative SLD - $T_{RCLV} = 101$ anni	83
4.6. Reazioni del terreno	83
4.7. Indicatori di vulnerabilità sismica	85

ALLEGATO ANALISI E MODELLAZIONI PIASTRA "A" - VULNERABILITÀ SISMICA §8 DM2018
PIASTRE "A" e "B" - OSPEDALE S. POLO - MONFALCONE

1. CRITERI GENERALI DI ANALISI E VERIFICA

1.1. Valutazione della sicurezza

Nel metodo semiprobabilistico agli stati limite, la sicurezza strutturale deve essere verificata tramite il confronto tra la resistenza e l'effetto delle azioni. Per la sicurezza strutturale, la resistenza dei materiali e le azioni sono rappresentate dai valori caratteristici, R_{ki} e F_{kj} definiti, rispettivamente, come il frattile inferiore delle resistenze e il frattile (superiore o inferiore) delle azioni che minimizzano la sicurezza.

La verifica della sicurezza nei riguardi degli stati limite ultimi di resistenza si effettua con il "metodo dei coefficienti parziali" di sicurezza espresso dall'equazione formale :

$$R_d \geq E_d$$

dove:

R_d è la resistenza di progetto, valutata in base ai valori di progetto della resistenza dei materiali e ai valori nominali delle grandezze geometriche interessate;

E_d è il valore di progetto dell'effetto delle azioni, valutato in base ai valori di progetto F_d delle azioni

1.2. Analisi elementi secondari per azioni statiche

1.2.1. Premesse

Si effettuano di seguito alcune valutazioni semplificate su elementi secondari o non strutturali della Piastra "A"; in particolare si considerano i solai più rappresentativi, a vari livelli, le pareti di partizione (interne) in laterizio forato da 8/12 cm e le pareti perimetrali in pannelli prefabbricati.

1.2.2. Orizzontamenti CELERSAP a travetti accostati

Si riporta la valutazione della sicurezza per carichi gravitazionali allo SLE per il caso più significativo degli orizzontamenti di questo tipo. L'analisi è

ALLEGATO ANALISI E MODELLAZIONI PIASTRA "A" - VULNERABILITÀ SISMICA §8 DM2018
PIASTRE "A" e "B" - OSPEDALE S. POLO - MONFALCONE

condotta con procedura semplificata assumendo schemi statici e sollecitazioni prudenziali, nonché valori conservativi per le caratteristiche dei materiali ($FC=1.30/1.25$); le armature sono desunte dalle tavole di progetto di rilievo, desunte da quelle del progetto originario, fornite dall'Azienda e verificate con saggi *in situ* (vedi Allegato Report LGT).

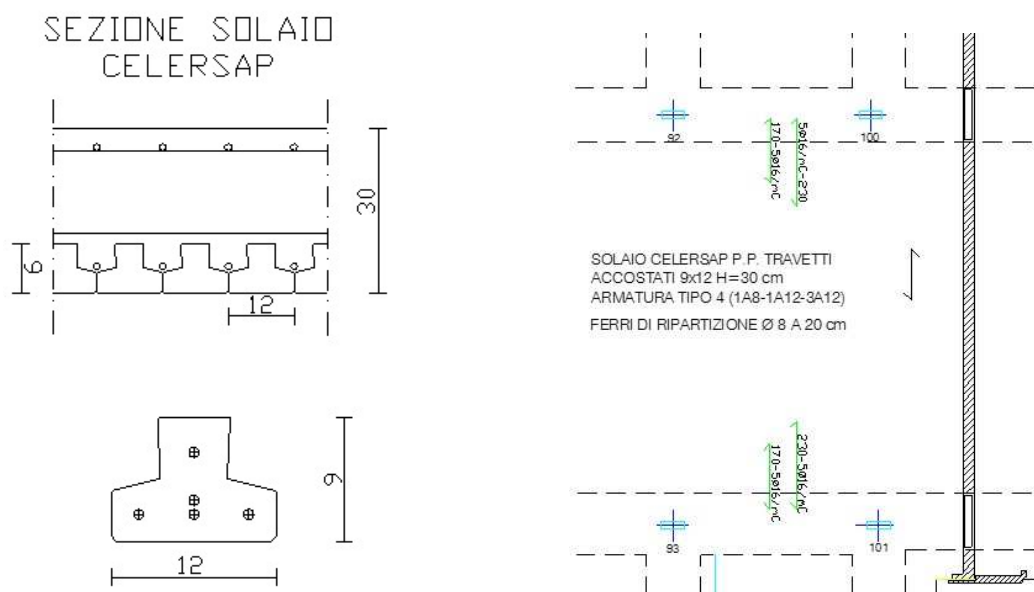


FIGURA 1 – Tipologico solaio a travetti accostati CELERSAP

Schema di calcolo (ipotesi prudenziale):

$$L_{\text{CALC}} = (10,80 \text{ m} - 1,60 \text{ m}) \cdot 1,05 = 9,66 \text{ m}$$

$$B = 1,00 \text{ m (larghezza di calcolo)}$$

$$M_k^+ \cong +p/L_c//14$$

$$M_k^- \cong -p/L_c//18$$

Nota

- non è del tutto chiaro lo schema di carico assunto e le considerazioni teoriche a suo tempo fatte dal Progettista
- risulta presente un quantitativo notevole di armatura, soprattutto "negativa" ($10\varnothing 16/\text{ml}$), maggiore di quella calcolata con il Progetto Simulato che tuttavia non risulta ancorata secondo le disposizioni richieste dalle Normative Vigenti

ALLEGATO ANALISI E MODELLAZIONI PIASTRA "A" - VULNERABILITÀ SISMICA §8 DM2018
PIASTRE "A" e "B" - OSPEDALE S. POLO - MONFALCONE

Stratigrafia pavimentazione TIPO 15 cm

piastrelle 1,5 cm	30 kg/m ²
sottofondo piastrelle 3 cm	66 kg/m ²
massetto alleggerito 10,5 cm	147 kg/m ²
	<u>243 kg/m²</u>

PIASTRA "A" - ANALISI DEI CARICHI

Solai $\approx +11,6\text{m}$ / $\approx +7,8\text{m}$ / $\approx +3,94\text{m}$ / $\approx \pm 0,10$

G1 ($\gamma=1,15$)

Solettone travetti accostati CELERSAP H=30 cm	750 kg/m²
Solaio latero-cemento BiSap pannello 24+4/80	300 kg/m²

G2 ($\gamma=1,15$)

"Pacchetto" pavimentazione	243 kg/m ²
Intonaco (rasatura)	20 kg/m ²
Impianti appesi	25 kg/m ²
Controsoffitto	15 kg/m ²
	<u>303 kg/m²</u>

G2 ($\gamma=1,3$)

Pareti divisorie	100 kg/m²
------------------	-----------------------------

Q_{k1} ($\gamma=1,5$)

Uffici e laboratori ospedalieri, ambulatori, studi medici	300 kg/m²
-----------------------------------------------------------	-----------------------------

CELERSAP H=30 cm

BISAP H=28 cm

1453	kg/m ²
1003	kg/m ²

Carichi

$$G_{1k} = 7,50 \text{ kN/m}$$

$$G_{2k1} = 3,03 \text{ kN/m}$$

$$G_{2k2} = 1,00 \text{ kN/m}$$

$$Q_k = 3,00 \text{ kN/m}$$

$$\underline{14,53 \text{ kN/m}}$$

Sollecitazioni di calcolo allo SLE

$$M_k^+ = +96,85 \text{ kNm}$$

$$M_k^- = -75,33 \text{ kNm}$$

ALLEGATO ANALISI E MODELLAZIONI PIASTRA "A" - VULNERABILITÀ SISMICA §8 DM2018
PIASTRE "A" e "B" - OSPEDALE S. POLO - MONFALCONE

$$T_{k10,80} = 78,46 \text{ kN}$$

Verifiche T.A.

Armatura Tipo 4 (1A8-1A12-3A12)

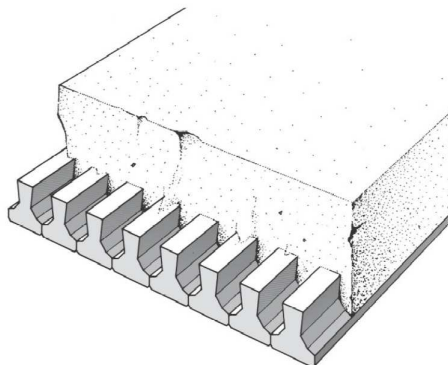
Ferri di ripartizione $\varnothing 8/20$ cm

**DESTINAZIONE
DEL PRODOTTO**

Formazione dell'intradosso di solettoni per impalcati di ponti, coperture di canali o in genere di orizzontamenti con forti sovraccarichi.

DESCRIZIONE

La struttura risulta formata da travetti Celersap P. sso 9x12 oppure 13x14 accostati l'uno all'altro sui quali viene eseguito un getto di calcestruzzo di altezza variabile in funzione delle esigenze statiche. L'armatura di distribuzione viene normalmente prevista su due strati: il primo, immediatamente al di sopra dei travetti, è formato con tondini disposti in senso normale alla portata; il secondo, a circa 2 cm dall'estradosso, è costituito da un doppio ordine di ferri in senso normale e parallelo alla portata.



CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE				PRESTAZIONI DI SERVIZIO RIFERITE ALLA STRISCIA DI SOLAIO LARGA 1 METRO											
				SEZIONE PARZIALIZZATA				SEZ. TUTTA REAGENTE				MOMENTI DI SERVIZIO POSITIVI IN Kgm			
				ASSE NEUTRO	MOMENTO D'INERZIA	MOD. RESIST.		DISTANZA ASSE BARICENTRICO	AREA SEZIONE	MOD. D'INERZIA BARICENTRICO					
SUPERIORE	INFERIORE	1	2			4	5				6				
DIMENSIONI TRAVETTI	ALTEZZA STRUTTURA	CONGLOMERATO	PESO PROPRIO IN OPERA								TIPO D'ARMATURA TRAVETTI 9 x 12				
cm	H cm	I m ²	Kg m ²	x cm	J cm ⁴	Ws cm ³	Wi cm ³	Xc cm	Ac cm ²	Jc cm ⁴					
9 x 12	15	90	375	8,03	33537	4177	3207	8,17	1800	33973	1750	2508	3386	4073	-
	20	140	500	10,45	76634	7331	5351	10,85	2300	79570	2920	4141	5651	7096	7148
	25	190	625	12,64	143736	11369	7754	13,47	2800	153821	4089	5483	7929	9673	11084
	30	240	750	14,63	237081	16204	10284	16,05	3300	263019	5090	6821	9946	12285	15799
	35	290	875	16,46	358260	21760	12885	18,61	3800	413435	6091	8156	11960	14807	19807
	40	340	1000	18,17	508515	27981	15532	21,15	4300	611331	7093	9491	13969	17325	23488
45	390	1125	19,78	688852	34822	18211	23,69	4800	862963	8096	10825	15975	19839	25687	

FIGURA 2 – Prestazioni solaio tipo a travetti accostati CELERSAP

Le verifica a flessione condotta secondo le T.A. (DM30.5.74), con lo schema sopra ipotizzato, nella sezione di mezzeria è quasi soddisfatta.

ALLEGATO ANALISI E MODELLAZIONI PIASTRA "A" - VULNERABILITÀ SISMICA §8 DM2018
PIASTRE "A" e "B" - OSPEDALE S. POLO - MONFALCONE

Verifica C.A. S.L.U. - File:

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008

Titolo:

N° strati barre: 1 **Zoom**

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	30	1	20,1	3

Sollecitazioni: S.L.U. **Metodo n**

N Ed: 0 **kN**
M xEd: -78 **kNm**
M yEd: 0 **kNm**

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

Tipo rottura: Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Materiali:
A960: f_{yk} 67,5 N/mm², E_s 200.000 N/mm², E_s/E_c 15, $\sigma_{s,adm}$ 185 N/mm²
Rcm 290 F: f_{yk} 2, E_c 3,5, f_{cd} 12,64, $\sigma_{c,adm}$ 0,5587

Calcolo MRd: M_{Rd} -128,8 kNm, σ_c -12,64 N/mm², σ_s 257,4 N/mm², ϵ_s 15,2 ‰, x/d 0,1872, δ 0,7

Metodo di calcolo: S.L.U., **Metodo n**

Tipo flessione: Retta, **Deviata**

N° rett. 100 **Calcola MRd** **Domino M-N** **Col. modello** **Precompresso**

Le verifica a flessione condotta secondo le T.A. (DM30.5.74), con lo schema sopra ipotizzato, nella sezione di "semi-incastro" risulta soddisfatta.

Dimensione travetto		Altezza soletta		Peso soletta in opera		Conglomerato di getto in opera		Luci massime ammissibili per impalcati stradali			Momenti massimi di servizio		Taglio di servizio
								1° categoria	2° categoria	3° categoria			
		H		g _o				Transito parallelo alla luce	Transito normale alla luce	Transito normale alla luce	M (+) M (-)		T (Rck=300)
		cm		kgf/m²		l/m²		l = m			kgfm		kgf
9 X 12	15	375		90							4000	7600	7000
	20	500		140							7000	13900	9700
	25	625		190							11000	19600	12400
	30	750		240							15400	25000	15000
	35	875		290							18800	30600	17800
	40	1000		340							21000	35000	20500
	45	1125		390							22500	39900	23200
	50	1250		440							24200	44500	25900
	55	1375		490							26000	49000	28600
	60	1500		540							28000	53500	31300
	65	1625		590							30000	58500	34000
	70	1750		640							32000	63000	36700
13 X 14	20	500		120				2,50	2,50		7200	13200	9700
	25	625		170				3,50	3,50		11000	19300	12400
	30	750		220				5,00	5,00		15700	24800	15000
	35	875		270				5,00	5,00		21200	30300	17800
	40	1000		320				7,00	7,00		27500	35200	20500
	45	1125		370				7,50	7,50		34500	39900	23200
	50	1250		420				9,00	9,00		42000	44500	25900
	55	1375		470				9,50	9,50		50600	49200	28600
	60	1500		520				10,50	10,50		57500	53800	31300
	65	1625		570				11,00	11,00		64000	58500	34000
	70	1750		620				10,00	10,00		70700	63100	36700
	75	1875		670							77000	67800	39400

FIGURA 3 – Prestazioni di servizio solaio tipo a travetti accostati CELERSAP

ALLEGATO ANALISI E MODELLAZIONI PIASTRA "A" - VULNERABILITÀ SISMICA §8 DM2018
PIASTRE "A" e "B" - OSPEDALE S. POLO - MONFALCONE

La verifica a taglio risulta soddisfatta.

Note negative

- lo schema di calcolo del "semincastro" appare un'assunzione obsoleta e genera perplessità
- le lunghezze di ancoraggio delle barre all'appoggio appaiono scarse

Note positive

- bisogna sottolineare il fatto che in tutti questi anni d'esercizio il solaio non ha mai mostrato riduzioni evidenti della propria capacità resistente e deformativa o segni di "sofferenza" strutturale
- non si evidenziano significative segnali di degrado e decadimento delle caratteristiche meccaniche dei materiali
- non si segnalano usi anomali e impropri degli stessi solai
- bisogna anche sottolineare il fatto che per i materiali è stato preso un valore conservativo derivante dall'aver assunto un $FC=1,30$ per il calcestruzzo e un $FC=1,25$ ossia un Fattore di Confidenza prudenziale per la tipologia di edificio in esame.

Note conclusive

- per raggiungere un grado di sicurezza soddisfacente nella valutazione della capacità portante del solaio in esame si è prescritto una Prova di carico dirette, con l'ausilio di sacconi d'acqua, i cui risultati sono riportati nell'Allegato Report LGT.

1.2.3. Orizzontamenti BISAP 24+4/80

Si riporta valutazione della sicurezza per carichi gravitazionali in combinazione SLU per il caso più significativo degli orizzontamenti di impalcato/copertura; si esegue anche l'analisi allo SLE, i cui risultati vengono confrontati con tabellari in vigore all'epoca.

Le analisi sono condotte con procedura semplificata assumendo schemi statici e sollecitazioni prudenziali, nonché valori conservativi per le caratteristiche dei materiali ($FC=1,3$ per il calcestruzzo e $FC=1,25$ per l'acciaio); le armature sono desunte dalle tavole di rilievo fornite dall'Azienda, desunte molto probabilmente da quelle del progetto strutturale originario, andate perse.

ALLEGATO ANALISI E MODELLAZIONI PIASTRA "A" - VULNERABILITÀ SISMICA §8 DM2018
PIASTRE "A" e "B" - OSPEDALE S. POLO - MONFALCONE

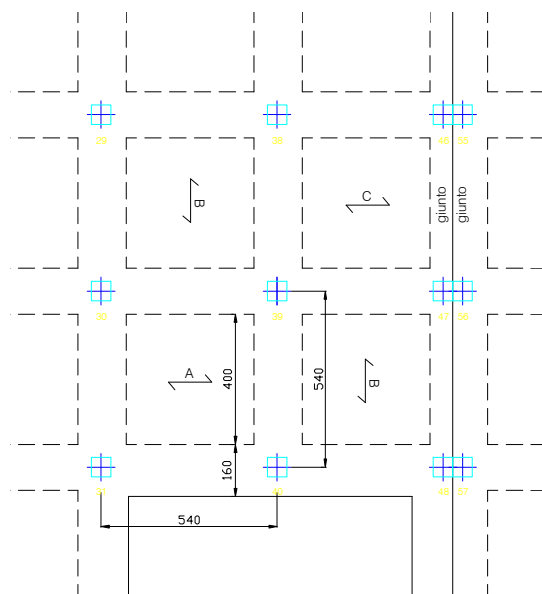


FIGURA 4 – Tipologico solaio BISAP 24+4/80

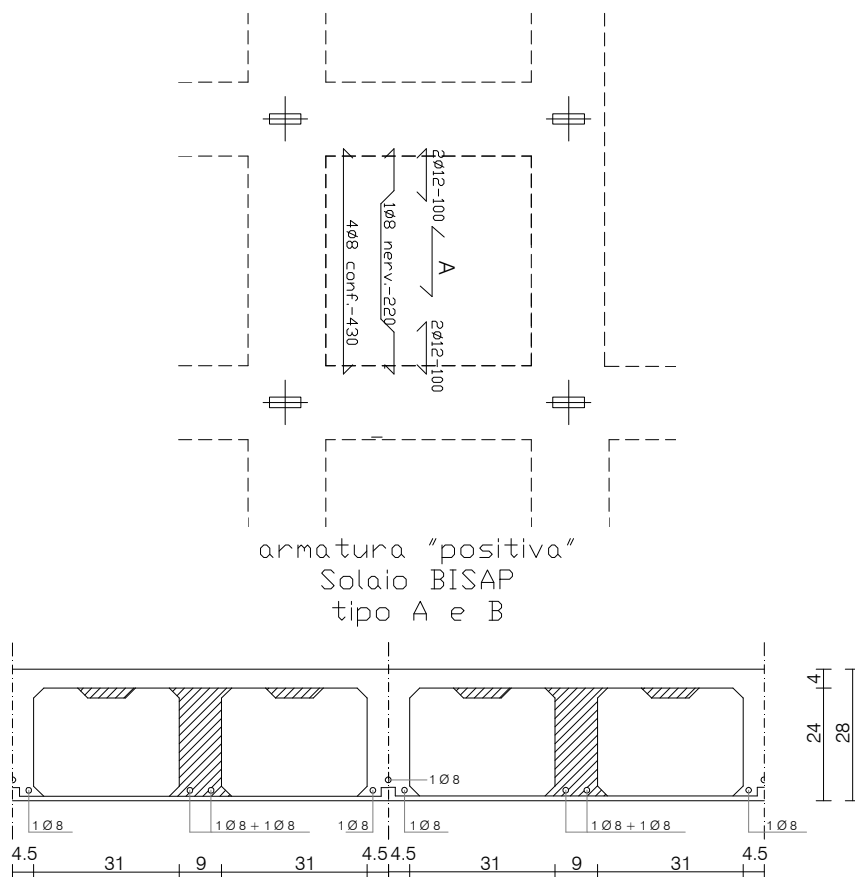


FIGURA 5 – Armature tipo A e B solaio BISAP 24+4/80

ALLEGATO ANALISI E MODELLAZIONI PIASTRA "A" - VULNERABILITÀ SISMICA §8 DM2018
PIASTRE "A" e "B" - OSPEDALE S. POLO - MONFALCONE

Schema di calcolo (considerato dall'ing. Fornasir, ossia del semincastro nelle travi di perimetro):

$$L_c = 4,20 \text{ m}$$

$$B = 0,80 \text{ m (larghezza di calcolo)}$$

Sollecitazioni di calcolo allo SLE

Carichi

$$G_{1k} = 3,00 \text{ kN/m}$$

$$G_{2k1} = 3,03 \text{ kN/m}$$

$$G_{2k2} = 1,00 \text{ kN/m}$$

$$Q_k = 3,00 \text{ kN/m}$$

$$10,03 \text{ kN/m}$$

$$M_k^+ \cong 1/12ql^2 = +11,80 \text{ kNm}$$

$$M_k^- \cong 1/24ql^2 = -5,90 \text{ kNm}$$

$$T_{k,MAX} = 16,85 \text{ kN}$$

Verifiche SLE

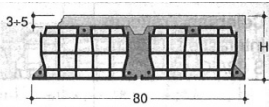

Bisap		Interasse i = 80 - 120 cm					Taglio di servizio	
Altezza solaio	Peso solaio in opera	Conglom. in opera	Luci massime ammissibili per solai portanti in edilizia civile			Momenti massimi di servizio		
H	g _s					M (+)	M (-)	T
cm	kgf/m ²	l/m ²	l = m			kgfm		kgf
12 + 0	145	11	2,65	2,85	3,00	886	884	1151
+ 3	220	41	3,30	3,55	3,75	2170	1546	1496
+ 4	245	51	3,60	3,80	4,00	2344	1821	1611
+ 5	270	61	3,80	4,00	4,25	2520	2122	1726
16,5 + 0	180	15	3,60	3,90	4,10	1590	1744	1669
+ 3	255	45	4,30	4,60	4,85	2975	2477	2014
+ 4	280	55	4,50	4,85	5,10	3141	2770	2129
+ 5	305	65	4,70	5,05	5,35	3316	3086	2244
18 + 0	190	17	4,00	4,25	4,50	1848	2084	1918
+ 3	265	47	4,60	4,95	5,25	3245	2850	2278
+ 4	290	57	4,85	5,20	5,50	3410	3149	2398
+ 5	315	67	5,10	5,40	5,75	3583	3471	2518
20 + 0	200	18	4,40	4,70	5,00	2207	2578	2072
+ 3	275	48	5,10	5,45	5,75	3606	3403	2417
+ 4	300	58	5,45	5,85	6,00	3770	3705	2532
+ 5	325	68	5,60	6,00	6,25	3940	4034	2647
24 + 0	235	22	5,30	5,70	6,00	3158	3791	2691
+ 3	310	52	6,00	6,40	6,75	4324	4766	3058
+ 4	335	62	6,20	6,60	7,00	4489	5112	3180
+ 5	360	72	6,40	6,85	7,25	4658	5468	3302

FIGURA 6 – Tabellario prestazioni solaio BISAP 24+4/80

ALLEGATO ANALISI E MODELLAZIONI PIASTRA "A" - VULNERABILITÀ SISMICA §8 DM2018
PIASTRE "A" e "B" - OSPEDALE S. POLO - MONFALCONE

Caratteristiche materiali impiegati nelle verifiche

Materiali

Normativa: NTC 2008

Acciaio

Sigla	f _{yk}	f _{tk}	sig. adm
FeB44k	430	540	255
Trefolo	1620	1800	1080
A500C	450	540	225
AQ60	300	600	190
AQ50-60	296	560	185

Aggiungi Elimina

AQ50-60

f_{yk} 296 N/mm²
f_{tk} 560 N/mm²

γ_s 1.15
E_s/E_c 15
E_s 200.000 N/mm²
ε_{su} 67.5 ‰
f_{yd} 257.4 N/mm²
ε_{syd} 1.287 ‰
σ_{s,adm} 185 N/mm²

Calcestruzzo

Sigla	f _{ck}	R _{ck}
C80/95	80	95
90/105	90	105
B30	25	30
fcd/FC	22	27.5
Rcm 290	22.31	26.88

Aggiungi Elimina

Rcm 290

f_{ck} 22.31 N/mm²
R_{ck} 26.88 N/mm²

γ_c 1.5
ε_{c2} 2 ‰
ε_{cu} 3.5 ‰
α_{cc} 0.85
f_{cd} 12.64 N/mm²
f_{cc}/f_{cd} 0.8
σ_{c,adm} 8.97 N/mm²
τ_{co} 0.5584
τ_{c1} 1.739 N/mm²
f_{ctm} 2.378
E_{cm} 30.683 N/mm²

In verde i dati che verranno usati nei calcoli

Aggiorna form verifica Annulla Carica materiali di default Salva materiali nel file Vca5luMateriali.txt

Verifica C.A. S.L.U. - File: BISAP

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008

Titolo: SLE M+

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

N°	b [cm]	h [cm]
1	80	4
2	18	24

N°	As [cm²]	d [cm]
1	2.50	26

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

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

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

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

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

Materiali

AQ50-60 Rcm 290

ε_{su} 67.5 ‰ ε_{c2} 2 ‰
f_{yd} 257.4 N/mm² ε_{cu} 3.5 ‰
E_s 200.000 N/mm² f_{cd} 12.64
E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8
ε_{syd} 1.287 ‰ σ_{c,adm} 8.97
σ_{s,adm} 185 N/mm² τ_{co} 0.5584
τ_{c1} 1.739

σ_c -2.694 N/mm²
σ_s 192.5 N/mm²
ε_s 0.9624 ‰
d 26 cm
x 4.511 x/d 0.1735
δ 0.7

Verifica N° iterazioni: 4

Precompresso

ALLEGATO ANALISI E MODELLAZIONI PIASTRA "A" - VULNERABILITÀ SISMICA §8 DM2018
PIASTRE "A" e "B" - OSPEDALE S. POLO - MONFALCONE

Verifica C.A. S.L.U. - File: BISAP

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo: SLE M-

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

N°	b [cm]	h [cm]
1	80	4
2	18	24

N°	As [cm²]	d [cm]
1	2,66	2

Tipo Sezione:
☐ Rettang. re ☐ Trapezi
☒ a T ☐ Circolare
☐ Rettangoli ☐ Coord.

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] xN: 0 yN: 0

Metodo di calcolo:
☐ S.L.U. + ☐ S.L.U. - ☒ Metodo n

Materiali:
 AQ50-60 Rcm 290
 ε_{su}: 67,5 ‰ ε_{c2}: 2 ‰
 f_{yd}: 257,4 N/mm² ε_{cu}: 3,5 ‰
 E_s: 200.000 N/mm² f_{cd}: 12,64 N/mm²
 E_s/E_c: 15 f_{cc}/f_{cd}: 0,8
 ε_{syd}: 1,287 ‰ σ_{c,adm}: 8,97 N/mm²
 σ_{s,adm}: 185 N/mm² τ_{co}: 0,5584 N/mm²
 τ_{c1}: 1,739 N/mm²

σ_c: -3,247 N/mm²
 σ_s: 96,08 N/mm²
 ε_s: 0,4804 ‰
 d: 26 cm
 x: 8,746 cm x/d: 0,3364
 δ: 0,8605

Verifica N° iterazioni: 4

☐ Precompresso

$$\sigma_{s,max} \cong 192,5 \text{ N/mm}^2 \geq +3.9\% \overline{\sigma}_{s,adm} = 185 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{co} \cong 16,85 \text{ kN}/(0,9 \cdot 180 \cdot 260) = 0,400 \text{ N/mm}^2 < \overline{\tau}_{co}$$

$$\tau_{co} \cong 0,4 + (27,5 - 15)/75 = 0,566 \text{ N/mm}^2$$

Sollecitazioni di calcolo allo SLU

Carichi

$$G_{1k} = 1,15 \cdot 3,00 \text{ kN/m}$$

$$G_{2k1} = 1,15 \cdot 3,03 \text{ kN/m}$$

$$G_{2k2} = 1,30 \cdot 1,00 \text{ kN/m}$$

$$Q_k = 1,50 \cdot 3,00 \text{ kN/m}$$

$$12,75 \text{ kN/m}$$

$$M_{Ed}^+ \cong 1/12 q l^2 = +14,99 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed}^- \cong 1/24 q l^2 = -7,50 \text{ kNm}$$

$$V_{Ed} = 21,42 \text{ kN}$$

ALLEGATO ANALISI E MODELLAZIONI PIASTRA "A" - VULNERABILITÀ SISMICA §8 DM2018
PIASTRE "A" e "B" - OSPEDALE S. POLO - MONFALCONE

Verifica C.A. S.L.U. - File: BISAP

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

TITOLO : SLU M+

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

N°	b [cm]	h [cm]
1	80	4
2	18	24

N°	As [cm²]	d [cm]
1	2,50	26

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 0 kN
M_{xEd} 14,99 kNm
M_{yEd} 0 kNm

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

Tipo rottura
Lato acciaio - 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

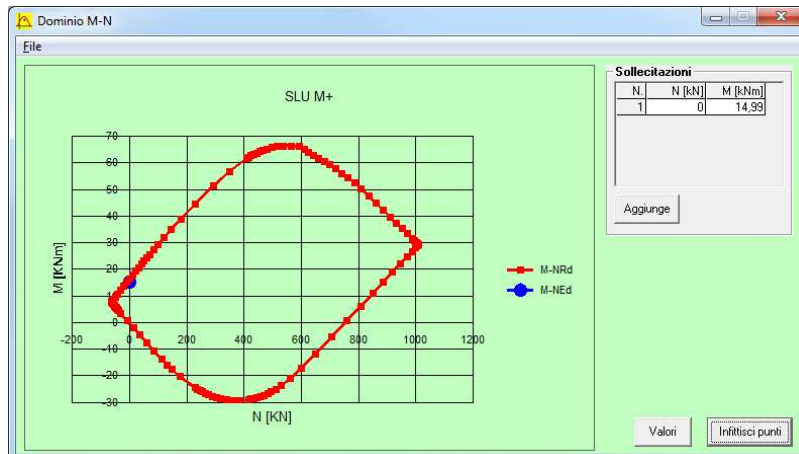
Precompresso ☐

Materiali

AQ50-60 Rcm 290

ε_{su} 67,5 ‰ ε_{c2} 2 ‰
f_{yd} 257,4 N/mm² ε_{cu} 3,5 ‰
E_s 200.000 N/mm² f_{cd} 12,64
E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0,8 ?
ε_{syd} 1,287 ‰ σ_{c,adm} 8,97
σ_{s,adm} 185 N/mm² τ_{co} 0,5584
τ_{c1} 1,739

M_{xRd} 16,51 kNm
σ_c -12,64 N/mm²
σ_s 257,4 N/mm²
ε_c 2,353 ‰
ε_s 67,5 ‰
d 26 cm
x 0,876 x/d 0,03369
δ 0,7



ALLEGATO ANALISI E MODELLAZIONI PIASTRA "A" - VULNERABILITÀ SISMICA §8 DM2018
PIASTRE "A" e "B" - OSPEDALE S. POLO - MONFALCONE

Verifica C.A. S.L.U. - File: BISAP

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008

Titolo: SLU M-

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

N°	b [cm]	h [cm]
1	80	4
2	18	24

N°	As [cm²]	d [cm]
1	2.66	2

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 0 kN
M_{xEd} -7.50 kNm
M_{yEd} 0 kNm

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

Tipo rottura
Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Materiali

AQ50-60 Rcm 290

ϵ_{su} 67.5 ‰ ϵ_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 257.4 N/mm² ϵ_{cu} 3.5 ‰
 E_s 200.000 N/mm² f_{cd} 12.64 N/mm²
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8 [7]
 ϵ_{syd} 1.287 ‰ $\sigma_{c,adm}$ 8.97 N/mm²
 $\sigma_{s,adm}$ 185 N/mm² τ_{co} 0.5584
 τ_{c1} 1.739

σ_c -12.64 N/mm²
 σ_s 257.4 N/mm²
 ϵ_c 3.5 ‰
 ϵ_s 21 ‰
d 26 cm
x 3.714 x/d 0.1428
 δ 0.7

M_{xRd} -16.74 kN m

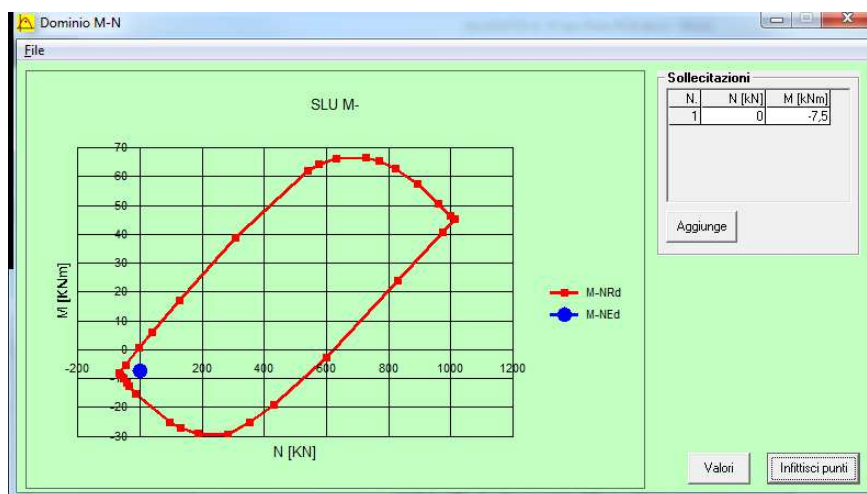
Tipo Sezione
Rettan.re Trapezi
a T Circolare
Rettangoli Coord.

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

Precompresso



ALLEGATO ANALISI E MODELLAZIONI PIASTRA "A" - VULNERABILITÀ SISMICA §8 DM2018
PIASTRE "A" e "B" - OSPEDALE S. POLO - MONFALCONE

DETERMINAZIONE DELLA RESISTENZA A TAGLIO DELLA SEZIONE

ELEMENTI SENZA ARMATURE TRASVERSALI RESISTENTI A TAGLIO (EC2)

V_{Ed}	21,42	kN	Taglio sollecitante a Stato Limite Ultimo ($V_{d,xv}$)
N_{Ed}	0	kN	azione assiale sollecitante allo stato limite ultimo

MATERIALI

f_{ck}	22,3	N/mm ²	resistenza caratteristica cilindrica a compressione cls a 28 gg.
γ_c	1,5		coefficiente di sicurezza parziale per il calcestruzzo
f_{ywd}	257	N/mm ²	resistenza di calcolo dell'acciaio
$v_1 = v$	0,5		riduzione di resistenza delle bielle compresse
α_{cw}	1		6.2.3(3)-EC2; >1 se c'è tensione di compressione nella sezione

SEZIONE TRASVERSALE

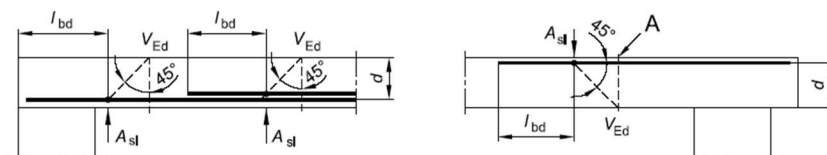
h	0,28	m	altezza della sezione trasversale di calcestruzzo
b_w	0,18	m	larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo
c	2,0	cm	copriferro
d	0,260	m	altezza utile della sezione
z	0,234	m	braccio delle forze interne

ARMATURA TESA

figura 6.3 Definizione di A_{sl} nella espressione (6.2)

Legenda

A Sezione considerata



A_{sl}	1,81	cm ²	armatura tesa presente: 2Ø12/100cm
k_1	0,15		valore utilizzato solo se $N_{Ed} > 0$

RESISTENZA A TAGLIO OFFERTA DAL CALCESTRUZZO TESO

$k = 1 + \sqrt{(200/d)}$ with d in mm =	1,8771	$\begin{cases} \leq 2 & \text{OK} \\ \geq 1 & \text{OK} \end{cases}$
$\rho_l = A_{sl}/(b_w * d) =$	0,0039	$< 0,02$ OK
σ_{cp}	0,00	N/mm ²
$(100 * \rho_l * f_{ck})^{1/3} =$	2,051	N/mm ² effetto spinotto
v_{min}	0,425	kN
$V_{Rd,c} = [0,18/\gamma_c * k * (100 * \rho_l * f_{ck})^{1/3} + k_1 * \sigma_{cp}] =$	0,46	N/mm ²
$V_{Rd,min} = [v_{min} + k_1 * \sigma_{cp}] * b_w * d =$	19,89	kN resistenza minima del calcestruzzo teso
	1,08	Indice di resistenza
$V_{Rd,c} = [0,18/\gamma_c * k * (100 * \rho_l * f_{ck})^{1/3} + k_1 * \sigma_{cp}] * b_w * d =$	21,62	kN resistenza a taglio offerta dal calcestruzzo teso
V_{Rd}	21,62	Resistenza a taglio offerta dal calcestruzzo teso
	0,99	Indice di resistenza

$V_{Rd,c} > V_{Ed}$

ALLEGATO ANALISI E MODELLAZIONI PIASTRA "A" - VULNERABILITÀ SISMICA §8 DM2018
PIASTRE "A" e "B" - OSPEDALE S. POLO - MONFALCONE

Note negative

- lo schema di calcolo del "semincastro" appare un'assunzione obsoleta e genera perplessità
- le lunghezze di ancoraggio delle barre (lisce) all'appoggio appaiono scarse anche considerando la presenza del gancio e considerando un tasso di lavoro di circa il 70%

Note positive

- nelle verifiche del calcestruzzo si è conservato, a favore della sicurezza, il valore $\alpha_{cc}=0,85$ anche se le Norme consentirebbero di assumere per tale coefficiente l'unità
- non si è tenuto conto della presenza dei ferri piegati che fornirebbe un contributo favorevole alla resistenza al taglio: infatti nella Piastra "B" è indicata, nei documenti di progetto, la presenza di ferri piegati, sia nei solai che nelle travi; nella Piastra "A", dove non è stato possibile reperire documentazione di progetto e non è stato possibile con le indagini in situ rilevarne la presenza, ragionevolmente, si pensa siano presenti, anche in virtù del fatto che le due PIASTRE presentano membrature strutturali simili
- bisogna sottolineare la circostanza che in tutti questi anni d'esercizio il solaio non ha mai mostrato riduzioni evidenti della propria capacità resistente e deformativa o segni di "sofferenza" strutturale e non si sono evidenziatei significativi segnali di degrado e decadimento delle caratteristiche meccaniche dei materiali
- non si segnalano usi anomali e impropri degli stessi solai
- infine bisogna anche sottolineare il fatto che per i materiali è stato preso un valore conservativo derivante dall'aver assunto un $FC=1,30$ per il calcestruzzo e un $FC=1,25$ ossia un Fattore di Confidenza prudenziale per la tipologia di edificio in esame.

Note conclusive

- per raggiungere un grado di sicurezza soddisfacente nella valutazione della capacità portante del solaio in esame si è prescritto Prova di Carico dirette, con l'ausilio di sacconi d'acqua, i cui risultati, dimostratesi **accettabili**, sono riportati nell'Allegato Rapporto di prova LGT.

1.2.4. Passaggi nei solai, incavi per le installazioni

Durante i sopralluoghi e le indagini sono state rilevate delle cavità su alcune travi in adiacenza ai pilastri, probabilmente realizzate per esigenze impiantistiche dopo il getto delle travi stesse, che ne limitano il livello prestazionale (al riguardo vedi le foto dell'Allegato Report LGT).

Ogni cavità all'interno del cono di punzonamento, la zona flessocompressa, specialmente appunto quelle adiacenti ai pilastri, deve essere "sigillata" o "rinforzata".

ALLEGATO ANALISI E MODELLAZIONI PIASTRA "A" - VULNERABILITÀ SISMICA §8 DM2018
PIASTRE "A" e "B" - OSPEDALE S. POLO - MONFALCONE

Per scongiurare il pericolo del punzonamento e nel contempo garantire il passaggio delle tubazioni, si ritiene necessario, in taluni casi, realizzare un capitello in c.a., elemento in grado di minimizzare le tensioni di taglio-punzonamento.

1.2.5. Elementi non strutturali: impianti

I fissaggi degli impianti sono carenti in prospettiva sismica, ma gli interventi di adeguamento su di essi esulano dalla presente valutazione, visto che tale studio sarà oggetto di un altro iter progettuale.

1.2.6. Elementi non strutturali: pareti di partizione in laterizio

Pareti di partizione in laterizio forato da 8/12 cm

Si analizza un pannello murario quadrato 3x3 m soggetto alle forze dinamiche a piano terra ed all'ultimo piano.

Piano terra

ALLEGATO ANALISI E MODELLAZIONI PIASTRA "A" - VULNERABILITÀ SISMICA §8 DM2018
PIASTRE "A" e "B" - OSPEDALE S. POLO - MONFALCONE

Meccanismi di flessione verticale di parete monolitica

PARAMETRI GENERALI	
Unità di misura delle forze	daN
Unità di misura delle lunghezze	m
Normativa	NTC 2018
Vita nominale di costruzione	50
Classe d'uso della costruzione	IV
Periodo di riferimento	100
Stato limite	SLV
Probabilità di superamento	10%
Periodo di ritorno	949
LOCALIZZAZIONE DELL'OPERA	
Longitudine (WGS84)	13,51826
Latitudine (WGS84)	45,81576

Dati di input

Piano	Larghezza (m)	Altezza (m)	Spessore (m)
1	3	3	0,12

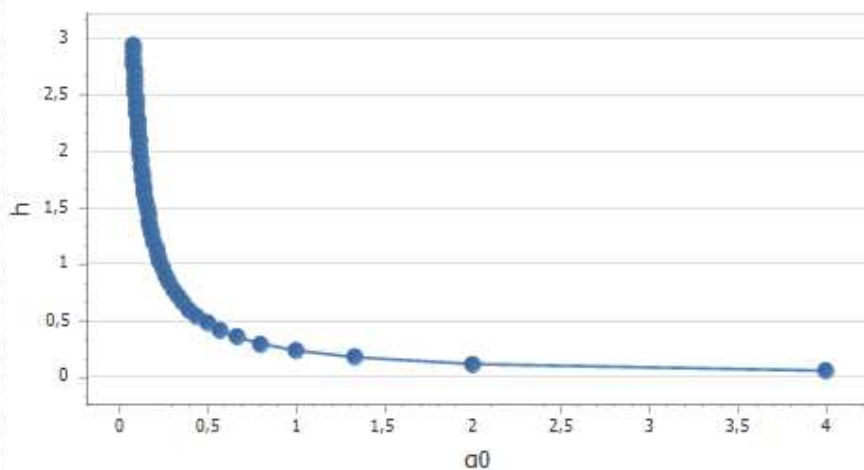
Peso specifico (daN/m³)	Peso proprio (daN)	Quota del baricentro (m)
1000	1080,000	1,500

Risultati

ALLEGATO ANALISI E MODELLAZIONI PIASTRA "A" - VULNERABILITÀ SISMICA §8 DM2018
PIASTRE "A" e "B" - OSPEDALE S. POLO - MONFALCONE

Moltiplicatore di collasso			
Valore minimo di α_0	Altezza del valore minimo (m)	Numeratore di α_0	Denominatore di α_0
0,082	2,940	259,200	3175,200
α per punto noto	Altezza punto noto (m)	Numeratore α	Denominatore α
N.C.	N.C.	N.C.	N.C.
Risultati finali			
α	h1 (m)		
0,082	2,940		

Variazione di α_0



Massa partecipante e accelerazione spettrale			
Fattore di confidenza	Massa partecipante	Frazione massa partecipante	Accelerazione spettrale (m/sec ²)
1,2	110,092	1,000	0,667

CALCOLO DELLE PGA PER LA VERIFICA DELLO STATO LIMITE DI SALVAGUARDIA DELLA VITA
CIRCOLARE N. 617 DEL 02-02-2009 - ISTRUZIONI PER L'APPLICAZIONE DELLE NTC 14-01-2008

ALLEGATO ANALISI E MODELLAZIONI PIASTRA "A" - VULNERABILITÀ SISMICA §8 DM2018
PIASTRE "A" e "B" - OSPEDALE S. POLO - MONFALCONE

PARAMETRI SISMICI DI CALCOLO	
Fattore di struttura q	2
Coefficiente di amplificazione topografica	1
Categoria suolo di fondazione	B
$ag(TR=949)$	0,178
Fattore di amplificazione massima dello spettro	2,54
Periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro (sec)	0,35
Fattore di smorzamento	0,87
Quota di base del macroelemento rispetto alla fondazione (m)	0
Altezza della struttura (m)	14
Coefficiente di amplificazione stratigrafica	1,2
Coefficiente C_c	1,358
Fattore di amplificazione locale del suolo di fondazione	1,200
Numero di piani dell'edificio	5
Coefficiente di partecipazione modale	1,364
Primo periodo di vibrazione dell'intera struttura (sec)	0,36

PGA-SLV			
$agSLV(T=0)$			
0,113			
Z: altezza di calcolo $Se(T1)$ (m)	Z/H	$Se(T1)$	$agSLV[Se(T1)]$
1,75	0,125	N.C.	0,113
I.R.	Verifica		
1,571	No		

Legenda risultati:

Moltiplicatore di collasso: rappresenta il moltiplicatore orizzontale di attivazione del meccanismo considerato.
 Massa partecipante: viene valutata considerando gli spostamenti virtuali dei punti di applicazione dei diversi pesi associati al meccanismo come una forma modale di vibrazione (Punto C8A.4.2.2 della Circolare n. 617 del 02-02-2009).
 Accelerazione spettrale: rappresenta l'accelerazione spettrale di attivazione del meccanismo in questione.
 $\Psi_1(Z)$: è il primo modo di vibrazione nella direzione considerata, normalizzato ad uno in sommità dell'edificio. È assunto pari a Z/H , dove H è l'altezza della struttura rispetto alla fondazione.
 $agSLV[T=0]$: si veda la formula C8A.4.7 oppure C8A.4.9 della Circolare n. 617 del 02-02-2009.

**ALLEGATO ANALISI E MODELLAZIONI PIASTRA "A" - VULNERABILITÀ SISMICA §8 DM2018
PIASTRE "A" e "B" - OSPEDALE S. POLO - MONFALCONE**

Ultimo piano

Meccanismi di flessione verticale di parete monolitica

PARAMETRI GENERALI	
Unità di misura delle forze	daN
Unità di misura delle lunghezze	m
Normativa	NTC 2018
Vita nominale di costruzione	50
Classe d'uso della costruzione	IV
Periodo di riferimento	100
Stato limite	SLV
Probabilità di superamento	10%
Periodo di ritorno	949
LOCALIZZAZIONE DELL'OPERA	
Longitudine (WGS84)	13,51826
Latitudine (WGS84)	45,81576

Dati di input

Piano	Larghezza (m)	Altezza (m)	Spessore (m)
1	3	3	0,12

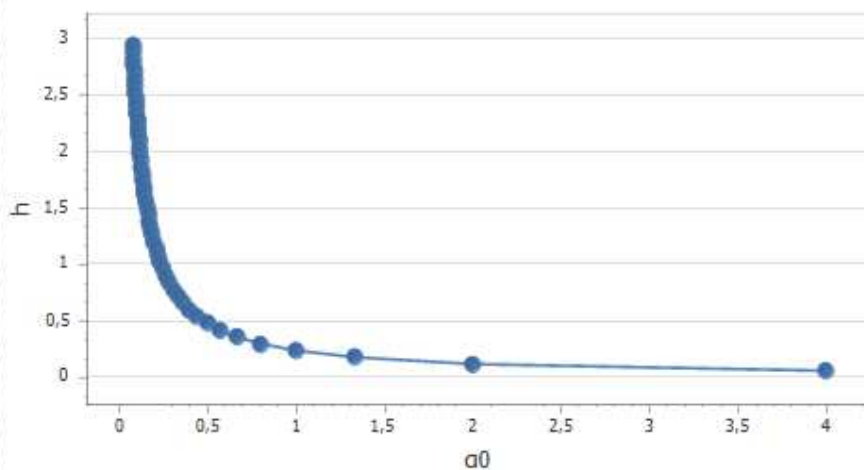
Peso specifico (daN/m ³)	Peso proprio (daN)	Quota del baricentro (m)
1000	1080,000	1,500

Risultati

ALLEGATO ANALISI E MODELLAZIONI PIASTRA "A" - VULNERABILITÀ SISMICA §8 DM2018
PIASTRE "A" e "B" - OSPEDALE S. POLO - MONFALCONE

Moltiplicatore di collasso			
Valore minimo di α_0	Altezza del valore minimo (m)	Numeratore di α_0	Denominatore di α_0
0,082	2,940	259,200	3175,200
α per punto noto	Altezza punto noto (m)	Numeratore α	Denominatore α
N.C.	N.C.	N.C.	N.C.
Risultati finali			
α	h1 (m)		
0,082	2,940		

Variazione di α_0



Massa partecipante e accelerazione spettrale			
Fattore di confidenza	Massa partecipante	Frazione massa partecipante	Accelerazione spettrale (m/sec ²)
1,2	110,092	1,000	0,667

CALCOLO DELLE PGA PER LA VERIFICA DELLO STATO LIMITE DI SALVAGUARDIA DELLA VITA
CIRCOLARE N. 617 DEL 02-02-2009 - ISTRUZIONI PER L'APPLICAZIONE DELLE NTC 14-01-2008

**ALLEGATO ANALISI E MODELLAZIONI PIASTRA "A" - VULNERABILITÀ SISMICA §8 DM2018
PIASTRE "A" e "B" - OSPEDALE S. POLO - MONFALCONE**

PARAMETRI SISMICI DI CALCOLO	
Fattore di struttura q	2
Coefficiente di amplificazione topografica	1
Categoria suolo di fondazione	B
$ag(TR=949)$	0,178
Fattore di amplificazione massima dello spettro	2,54
Periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro (sec)	0,35
Fattore di smorzamento	0,87
Quota di base del macroelemento rispetto alla fondazione (m)	11
Altezza della struttura (m)	14
Coefficiente di amplificazione stratigrafica	1,2
Coefficiente C_c	1,358
Fattore di amplificazione locale del suolo di fondazione	1,200
Numero di piani dell'edificio	5
Coefficiente di partecipazione modale	1,364
Primo periodo di vibrazione dell'intera struttura (sec)	0,36

PGA-SLV			
$agSLV(T=0)$			
0,113			
Z: altezza di calcolo $Se(T1)$ (m)	Z/H	$Se(T1)$	$agSLV[Se(T1)]$
23,50	1,679	0,583	0,022
I.R.	Verifica		
7,945	No		

Legenda risultati:

Moltiplicatore di collasso: rappresenta il moltiplicatore orizzontale di attivazione del meccanismo considerato.
 Massa partecipante: viene valutata considerando gli spostamenti virtuali dei punti di applicazione dei diversi pesi associati al meccanismo come una forma modale di vibrazione (Punto C8A.4.2.2 della Circolare n. 617 del 02-02-2009).

Accelerazione spettrale: rappresenta l'accelerazione spettrale di attivazione del meccanismo in questione.

$Psi(Z)$: è il primo modo di vibrazione nella direzione considerata, normalizzato ad uno in sommità dell'edificio. E' assunto pari a Z/H , dove H è l'altezza della struttura rispetto alla fondazione.

$agSLV(T=0)$: si veda la formula C8A.4.7 oppure C8A.4.9 della Circolare n. 617 del 02-02-2009.

Dalle precedenti elaborazioni si evince chiaramente che in fase sismica le pareti di partizione sono inadeguate a meno di ammassamenti efficienti a livello dei solai e pareti di spina ogni massimo 3 m.

**ALLEGATO ANALISI E MODELLAZIONI PIASTRA "A" - VULNERABILITÀ SISMICA §8 DM2018
PIASTRE "A" e "B" - OSPEDALE S. POLO - MONFALCONE**

1.2.7. Elementi non strutturali: elementi c.a.v. di tamponamento

Per gli elementi prefabbricati "pesanti" di tamponamento perimetrale, fissati sui solai, si è indagato sulla modalità di ancoraggio eseguendo un' opportuna microdemolizione (vedi Allegati LGT); risulta insufficiente il fissaggio a mensola dell'elemento metallico verticale (HEA 140) sul bordo del solaio; l'ancoraggio appare in certi casi insufficiente anche a causa della vicinanza ai bordi della trave in spessore di solaio, dei tasselli meccanici di fissaggio; l'intervento correttivo più semplice e sicuro pare quello di integrare l'ancoraggio con eventuali dispositivi di "fissaggio" (piatti metallici, angolari metallici, ecc...) rinforzando i dispositivi già presenti. Un'ipotesi di costo viene riportata in calce alla Relazione Tecnica Generale.

1.3. Progettazione SIMULATA

1.3.1. Gestione delle armature

L'armatura della sezione deriva da un progetto simulato e da opportune prove in situ, applicando la Normativa dell'epoca (DM14/02/1992) e attribuendo le rilevate caratteristiche dei materiali.

Con tale operazione si ottiene una distribuzione (ipotetica ma ragionevole) da confrontare con l'armatura rilevata dalle indagini, su cui basare le successive verifiche.

Le armature relative ai pilastri stante alle informazioni in merito (derivate da prove in situ e da disegni disponibili).

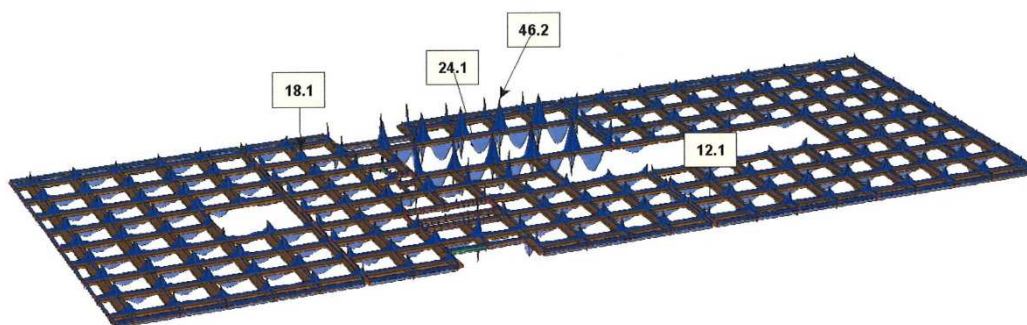


FIGURA 7 – Esempio distribuzione armatura *simulata* DM1972

ALLEGATO ANALISI E MODELLAZIONI PIASTRA "A" - VULNERABILITÀ SISMICA §8 DM2018
PIASTRE "A" e "B" - OSPEDALE S. POLO - MONFALCONE

prove in situ e da disegni disponibili).

Si segnala il fatto che dalle indagini *in situ* condotte dalla LGT e allegate al presente documento, l'armatura riscontrata è maggiore dell'armatura calcolata con un Progetto simulato ai sensi del DM14/02/1992 in vigore all'epoca della costruzione della Piastra Medica.

1.4. Progettazioni per azioni sismiche

1.4.1. Requisiti nei confronti degli stati limite

La valutazione della sicurezza sulle costruzioni esistenti è eseguita con riferimento al solo stato limite di salvaguardia della vita (SLV).

1.4.2. Criteri di verifica e metodi di analisi

Nelle costruzioni esistenti soggette ad azioni sismiche viene attivata la capacità di elementi e meccanismi resistenti che, ai fini delle verifiche di sicurezza, sono distinti in:

- "duttili": travi, colonne e pareti inflesse con e senza sforzo normale;
- "fragili": meccanismi di taglio in travi, colonne, pareti e nodi;

Per il calcolo della capacità di elementi/meccanismi duttili o fragili si impiegano le proprietà dei materiali esistenti divise per i fattori di confidenza in relazione al livello di conoscenza raggiunto.

Per gli elementi fragili primari le resistenze dei materiali si dividono per i corrispondenti coefficienti parziali.

Gli effetti delle azioni sismiche sono calcolati riferendosi allo spettro di progetto ottenuto dallo spettro elastico riducendone le ordinate con l'uso del fattore di struttura q , il cui valore è scelto nel campo fra 1,5 e 3,0 sulla base della regolarità nonché dei tassi di lavoro dei materiali sotto le azioni statiche.

Gli elementi strutturali "duttili" devono soddisfare la condizione che la sollecitazione indotta dall'azione sismica ridotta sia inferiore o uguale alla corrispondente resistenza. Tutti gli elementi strutturali "fragili" devono, invece,

ALLEGATO ANALISI E MODELLAZIONI PIASTRA "A" - VULNERABILITÀ SISMICA §8 DM2018
PIASTRE "A" e "B" - OSPEDALE S. POLO - MONFALCONE

soddisfare la condizione che la sollecitazione indotta dall'azione sismica ridotta per $q = 1,5$ sia inferiore o uguale alla corrispondente resistenza.

Nel nostro caso, sulla base delle indagini effettuate, il fattore di struttura impiegato sia $q = 1,50$.

Il metodo di analisi adottato è l'**analisi dinamica lineare**.

Essa consiste:

- nella determinazione dei modi di vibrare della costruzione (analisi modale),
- nel calcolo degli effetti dell'azione sismica, rappresentata dallo spettro di risposta di progetto, per ciascuno dei modi di vibrare individuato;
- nella combinazione di questi effetti.

Sono considerati tutti i modi con massa partecipante significativa.

È opportuno a tal riguardo considerare tutti i modi con massa partecipante superiore al 5% e, in ogni modo, un numero di modi la cui massa partecipante totale sia superiore all'85%.

Per la combinazione degli effetti relativi ai singoli modi è utilizzata una combinazione quadratica completa degli effetti relativi a ciascun modo.

La risposta sismica è calcolata separatamente per ciascuna delle tre componenti. Gli effetti sulla struttura (sollecitazioni, deformazioni, spostamenti, ecc.) sono combinati successivamente, applicando la seguente espressione:

$$1,0 \times E_x + 0,3 \times E_y + 0,3 \times E_z$$

con rotazione dei coefficienti moltiplicativi e conseguente individuazione degli effetti più gravosi.

1.5. Determinazione dell'indicatore di vulnerabilità sismica

Si definisce indicatore di vulnerabilità sismica allo stato limite di salvaguardia della vita (α_{uv}) il seguente rapporto Capacità/Domanda espresso in termini di PGA (Peak Ground Acceleration):

$$\alpha_{uv} = PGA_c / PGA_d$$

ALLEGATO ANALISI E MODELLAZIONI PIASTRA "A" - VULNERABILITÀ SISMICA §8 DM2018
PIASTRE "A" e "B" - OSPEDALE S. POLO - MONFALCONE

dove:

$PGA,c = (ag \times S),c$ accelerazione orizzontale massima su sito di riferimento rigido orizzontale che può essere sostenuta dall'edificio, amplificata dal coefficiente S;

$PGA,d = (ag \times S),d$ accelerazione orizzontale massima su sito di riferimento rigido orizzontale che ha una probabilità di essere superata PVR in un tempo pari al periodo di riferimento dell'opera VR, amplificata dal coefficiente S.

1.5.1. Domanda di accelerazione (PGA,d)

Per una vita nominale della struttura pari a $VN = 50$ anni (Opere ordinarie) e classe d'uso IV (Costruzioni strategiche), il periodo di riferimento è:

$$V_R = V_N \times C_U = 100 \text{ anni}$$

I parametri di pericolosità sismica di base del sito (Comune di Monfalcone, Lat.=45.8151, Long.=13.5189) per una probabilità di superamento PVR = 10% (SLV) sono:

Categoria del suolo
Fattore topografico

B
1

PARAMETRI SISMICI

	TR	ag/g	FO	TC*	CC	Ss	Pga (ag/g*S)
SLV	949	0.178	2.54	0.35	1.36	1.20	0.214

$PGA,d = 0.214 \text{ g}$ accelerazione di aggancio ($T=0$) per il suolo B

1.5.2. Capacità di accelerazione (PGA,c)

Il calcolo della PGA,c è condotto per tentativi, riducendo lo spettro di domanda di accelerazione fino a ritrovare quello per cui non si attiva nessun meccanismo di crisi. L'accelerazione di aggancio dello spettro così ricavato rappresenta la PGA,c cercata.

ALLEGATO ANALISI E MODELLAZIONI PIASTRA "A" - VULNERABILITÀ SISMICA §8 DM2018
PIASTRE "A" e "B" - OSPEDALE S. POLO - MONFALCONE

Il primo valore di tentativo del fattore riduttivo dello spettro di domanda è stimato da:

$$\Omega = (R_d - E_{d,st}) / (E_{d,d} - E_{d,st})$$

dove:

R_d Resistenza del 1° meccanismo di crisi (in termini di momento flettente o di taglio);

$E_{d,st}$ Sollecitazione (in termini di momento flettente o di taglio) sul 1° meccanismo di crisi dovuta ai soli carichi gravitazionali presenti nella combinazione sismica (SLV-V);

$E_{d,d}$ Sollecitazione (in termini di momento flettente o di taglio) sul 1° meccanismo di crisi dovuta alla combinazione sismica dettata dalla domanda di accelerazione PGA,d

**ALLEGATO ANALISI E MODELLAZIONI PIASTRA "A" - VULNERABILITÀ SISMICA §8 DM2018
PIASTRE "A" e "B" - OSPEDALE S. POLO - MONFALCONE**

2. ANALISI DEI CARICHI

2.1. Carichi verticali

STRUTTURE PORTANTI, TAMPONAMENTI E PARTIZIONI

Elementi strutturali, G_1

Peso calcestruzzo armato = **25,00** kN/m²

Tamponamenti perimetrali, G_2

Peso pannello prefabbricato = **3,00** kN/m²

Partizioni interne, G_1

Peso elementi divisori in laterizio = **2,00+3,00** kN/m²

CARICHI SU SOLAI PIASTRA "A"

Stratigrafia pavimentazione TIPO 15 cm

piastrelle 1,5 cm	30 kg/m ²
sottofondo piastrelle 3 cm	66 kg/m ²
massetto alleggerito 10,5 cm	<u>147 kg/m²</u>
	243 kg/m ²

ALLEGATO ANALISI E MODELLAZIONI PIASTRA "A" - VULNERABILITÀ SISMICA §8 DM2018
PIASTRE "A" e "B" - OSPEDALE S. POLO - MONFALCONE

PIASTRA "A" - ANALISI DEI CARICHI

Solaio $\approx -3,03\text{ m}$

G1 ($\gamma=1,15$)

Solettone travetti accostati CELERSAP H=30 cm	750 kg/m ²
Solaio latero-cemento BiSap pannello 24+4/80	300 kg/m ²

G2 ($\gamma=1,15$)

"Pacchetto" pavimento	243 kg/m ²
	243 kg/m ²

Q_{K1} ($\gamma=1,5$)

Uffici e laboratori ospedalieri, ambulatori, studi medici	300 kg/m ²
CELERSAP H=30 cm	1293 kg/m ²
BISAP H=28 cm	543 kg/m ²

PIASTRA "A" - ANALISI DEI CARICHI

Solai $\approx +11,6\text{ m} / \approx +7,8\text{ m} / \approx +3,94\text{ m} / \approx \pm 0,10$

G1 ($\gamma=1,15$)

Solettone travetti accostati CELERSAP H=30 cm	750 kg/m ²
Solaio latero-cemento BiSap pannello 24+4/80	300 kg/m ²

G2 ($\gamma=1,15$)

"Pacchetto" pavimentazione	243 kg/m ²
Intonaco (rasatura)	20 kg/m ²
Impianti appesi	25 kg/m ²
Controsoffitto	15 kg/m ²
	303 kg/m ²

G2 ($\gamma=1,3$)

Pareti divisorie	100 kg/m ²
------------------	------------------------------

Q_{K1} ($\gamma=1,5$)

Uffici e laboratori ospedalieri, ambulatori, studi medici	300 kg/m ²
CELERSAP H=30 cm	1453 kg/m ²
BISAP H=28 cm	1003 kg/m ²

ALLEGATO ANALISI E MODELLAZIONI PIASTRA "A" - VULNERABILITÀ SISMICA §8 DM2018
PIASTRE "A" e "B" - OSPEDALE S. POLO - MONFALCONE

PIASTRA "A" - ANALISI DEI CARICHI

Solaio copertura $\approx +15\text{m}$

G1 ($\gamma=1,15$)

Solettone travetti accostati CELERSAP H=30 cm	750 kg/m ²
Solaio latero-cemento BiSap pannello 24+4/80	300 kg/m ²

G2 ($\gamma=1,15$)

"Pacchetto" copertura guaine/massetto pendenze/plotte 3 cm	320 kg/m ²
Intonaco	20 kg/m ²
Impianti appesi	25 kg/m ²
Controsoffitto	15 kg/m ²
	380 kg/m ²

Q_{k1} ($\gamma=1,5$)

Neve e/o accesso manutenzione coperture	120 kg/m ²
-----------------------------------------	------------------------------

CELERSAP H=30 cm	1250 kg/m ²
BISAP H=28 cm	800 kg/m ²

2.2. Azioni della temperatura

Per la costruzione in esame, gli effetti delle variazioni termiche possono ritenersi trascurabili. In ogni caso poiché trattasi di valutazione della sicurezza in condizioni sismiche (SLV), non si è considerato nell'analisi l'effetto delle variazioni termiche. Analoga assunzione vale per le azioni ambientali dovute al vento.

2.3. Azioni eccezionali

Non vengono considerate nella verifica le azioni eccezionali quali incendi, esplosioni ed urti.

**ALLEGATO ANALISI E MODELLAZIONI PIASTRA "A" - VULNERABILITÀ SISMICA §8 DM2018
PIASTRE "A" e "B" - OSPEDALE S. POLO - MONFALCONE**

2.4. Azioni sismiche

Calcolo parametri sismici

Parametri

Latitudine (WGS84):	45.8151
Longitudine (WGS84):	13.51891
Latitudine (ED50):	45.81599
Longitudine (ED50):	13.51987
Vita nominale:	50 anni
Classe di utilizzo:	Classe IV
Vita di riferimento:	100 anni
Spettro:	SLV
Prob. di superamento:	10 %
Periodo di ritorno:	949 anni

Risultati

A_g/g :	0.178
E_D :	2.54
I_c^* :	0.35

Calcolo eseguito con successo

Amministrazione comunale più vicina
Monfalcone
(Powered by Bing)

OK Annulla

ALLEGATO ANALISI E MODELLAZIONI PIASTRA "A" - VULNERABILITÀ SISMICA §8 DM2018
PIASTRE "A" e "B" - OSPEDALE S. POLO - MONFALCONE

Proprietà

Opzioni:

- Progetto
 - Normativa**
 - Stato limite ultimo SLV
 - Parametri sismici
 - Riepilogo
- Generali
 - Generazione
 - Visualizzazione
 - Nodi, vincoli e cerniere
 - Statistiche
 - File

:: Progetto:: Normativa

Vita nominale costruzione (anni): 50

Classe d'uso costruzione: IV

Vita di riferimento (anni): 100

Spettro di risposta: Stato limite ultimo SLV

Comportamento strutt.: Dissipativo

Probabilità superamento periodo riferimento: 10 %

Tempo di ritorno del sisma (anni): 949

Luogo: Monfalcone [Mappa...]

ag/g: 0.178 F0: 2.54 Tc: 0.35

Categoria suolo: B

Coeff. moltiplicativo sisma: 1

Coefficiente topografico: 1

☐ Coefficienti moltiplicativi per effetti II ordine

Direzione 1 (X): 0

Direzione 2 (Y): 0

OK Annulla

Proprietà

Opzioni:

- Progetto
 - Normativa
 - Stato limite ultimo SLV**
 - Parametri sismici
 - Riepilogo
- Generali
 - Generazione
 - Visualizzazione
 - Nodi, vincoli e cerniere
 - Statistiche
 - File

:: Progetto:: Stato limite ultimo SLV

Coefficiente di smorzamento: 5 %

Eccentricità accidentale: 5 %

Numero frequenze: 3

Fattori di struttura q per sisma orizzontale: Specifica qor1 e qor2

qor1: 1.5 qor2: 1.5

Duttilità: Bassa Duttilità

Periodi principali: Valori automatici

T1or1: 0.5 T1or2: 0.5

Fattori di struttura per comportamento non dissipativo

qor1ND: 1 qor2ND: 1

OK Annulla

Tipo di struttura
Tipo di analisi
Tipo di soluzione
Normativa

Nello Spazio
Statica e Dinamica
Lineare
NTC-2018

NORMATIVA

Vita nominale costruzione
Classe d'uso costruzione

50 anni
IV

ALLEGATO ANALISI E MODELLAZIONI PIASTRA "A" - VULNERABILITÀ SISMICA §8 DM2018
PIASTRE "A" e "B" - OSPEDALE S. POLO - MONFALCONE

Vita di riferimento	100 anni
Luogo	Monfalcone
Longitudine (WGS84)	13.5189
Latitudine (WGS84)	45.8151
Categoria del suolo	B
Fattore topografico	1

PARAMETRI SISMICI

	TR	ag/g	FO	TC*	CC	Ss	Pga (ag/g*S)
SLO	60	0.057	2.50	0.26	1.44	1.20	0.068
SLD	101	0.072	2.51	0.28	1.41	1.20	0.086
SLV	949	0.178	2.54	0.35	1.36	1.20	0.214
SLC	1950	0.227	2.59	0.36	1.35	1.17	0.264

Comportamento strutturale	Dissipativo
---------------------------	-------------

STATO LIMITE ULTIMO

Coefficiente di smorzamento	5%
Eccentricita' accidentale	5%
Numero di frequenze	3

Fattore q di struttura per sisma orizzontale	qor=1.5
Fattore q di struttura per comportamento non dissipativo	qorND = 1
Duttilita'	Bassa Duttilita'
Periodo proprio T1 in direzione X	0.500
Periodo proprio T1 in direzione Y	0.500

PARAMETRI SISMICI

Angolo del sisma nel piano orizzontale	0
Sisma verticale	Assente
Combinazione dei modi	CQC
Combinazione componenti azioni sismiche	NTC - Eurocodice 8
λ	0.3
μ	0.3

**ALLEGATO ANALISI E MODELLAZIONI PIASTRA "A" - VULNERABILITÀ SISMICA §8 DM2018
PIASTRE "A" e "B" - OSPEDALE S. POLO - MONFALCONE**

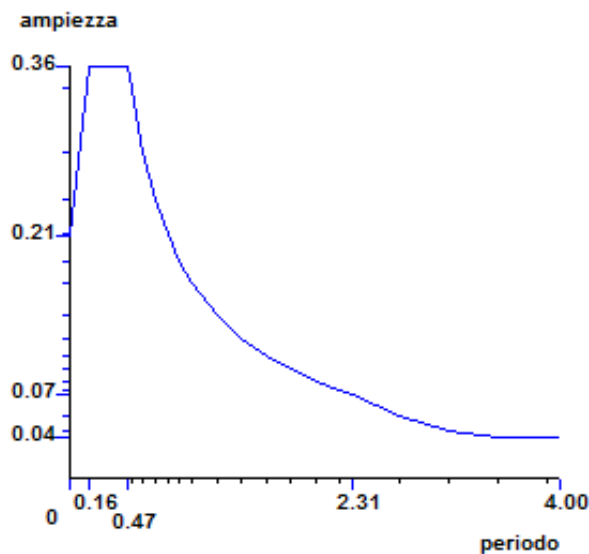


Grafico spettri Norme Tecniche delle Costruzioni 2018

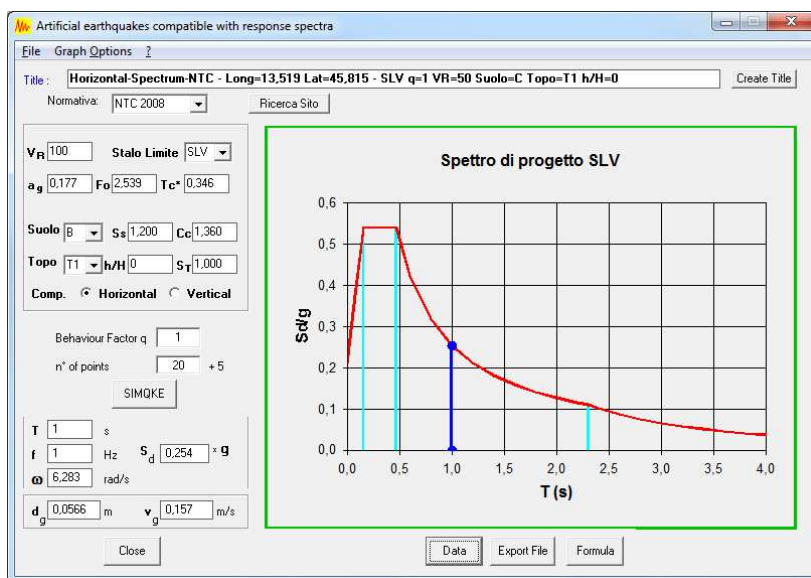
Fattore di importanza γ_i 1 applicato

Spettri orizzontali:

Num.	Periodo	A.slu X
1	0.000	0.2136
2	0.158	0.3617
3	0.475	0.3617
4	0.500	0.3436
5	0.600	0.2863
6	0.700	0.2454
7	0.800	0.2147
8	0.900	0.1909
9	1.000	0.1718
10	1.200	0.1432
11	1.400	0.1227
12	1.600	0.1074
13	1.800	0.0954
14	2.000	0.0859
15	2.200	0.0781
16	2.312	0.0743
17	2.700	0.0545
18	3.100	0.0413
19	3.500	0.0356
20	3.900	0.0356
21	4.000	0.0356

**ALLEGATO ANALISI E MODELLAZIONI PIASTRA "A" - VULNERABILITÀ SISMICA §8 DM2018
PIASTRE "A" e "B" - OSPEDALE S. POLO - MONFALCONE**

Da cui si ricava lo spettro di risposta elastico per la componente orizzontale, il cui valore massimo vale: $S_o(T) = a_g S \eta F_o = 0.5391g$



L'accelerazione di "aggancio" ($T=0$) per suolo tipo B vale: $a_g S = 0.214g$

Il valore massimo di "plateau" dello spettro di progetto si ottiene dal precedente applicando il fattore riduttivo q (fattore di struttura):

$$S_{d,dutt}(T) = a_g S F_o / q_{frag} = 0.5391 / 1.5 = 0.3594g \text{ (per meccanismi/ elementi fragili)}$$

Come già descritto nei paragrafi precedenti, si assume solo il valore del fattore di struttura q per gli elementi/meccanismi fragili.

$q = 1.5$ (in accordo al paragrafo C8.7.2.4 delle Istruzioni alle NTC2008)

Gli effetti dell'azione sismica e le combinazioni dell'azione sismica con le altre azioni sono valutate in accordo al paragrafo 2.5.3 e 3.2.4 delle NTC2008, ed in particolare con riferimento ai coefficienti di combinazione ψ_{2i} ; di seguito elencati:

$\psi_{2i} = 0.0$ (Neve su copertura a quote ≤ 1000 m.s.l.m.)

$\psi_{2i} = 0.6$ (Ambienti suscettibili di affollamento - Cat. C1)

Nel caso le verifiche della prima iterazione eseguite con riferimento ad una vita nominale pari a 50 anni non dovessero risultare tutte soddisfatte, si prevede di condurre delle analisi successive con valori via via decrescenti dell'accelerazione di riferimento al suolo PGA_{SLV} (ovvero

ALLEGATO ANALISI E MODELLAZIONI PIASTRA "A" - VULNERABILITÀ SISMICA §8 DM2018
PIASTRE "A" e "B" - OSPEDALE S. POLO - MONFALCONE

valori decrescenti del tempo di ritorno, direttamente correlato per ogni tipo di SL e di Classe d'uso alla vita nominale V_N), fino al valore che garantisca il soddisfacimento delle verifiche stesse. Si riportano quindi i grafici relativi all'andamento dei parametri sismici principali (a_g T_C^* F_0) in funzione del Periodo di Ritorno dell'azione sismica, essendo tale parametro definito dalla formula seguente:

$$T_R = (C_u * V_N) / \ln(1-p)$$

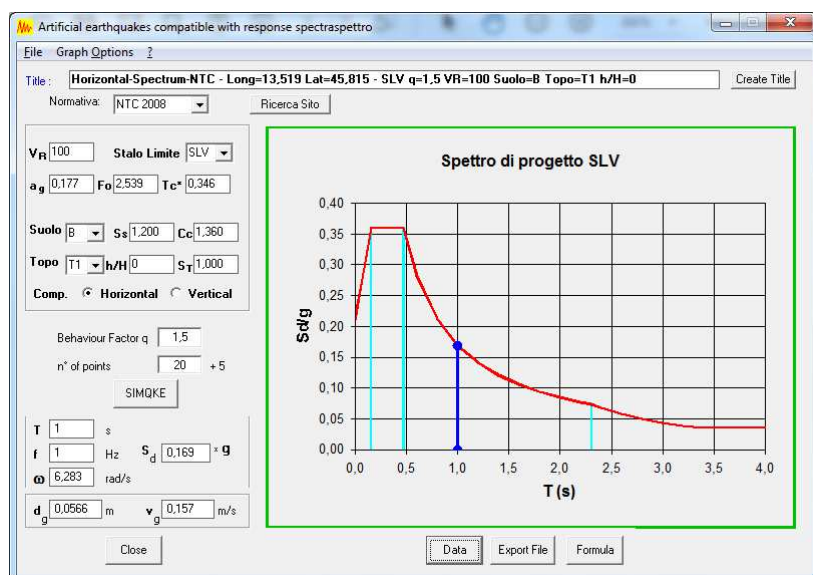
T_R = periodo di ritorno dell'azione sismica

C_u = coefficiente d'uso della costruzione

$p = 10\%$ probabilità di superamento dell'azione sismica nel periodo di riferimento dello SLV

Per gli stati limite ultimi lo spettro di progetto $S_d(T)$ da utilizzare, sia per le componenti orizzontali sia per la componente verticale, è lo spettro elastico corrispondente, riferito alla probabilità di superamento nel periodo di riferimento PVR considerata, con le ordinate ridotte sostituendo nelle formule η con $1/q$, dove q è il fattore di struttura.

Con $q = 1,5$ si ottiene



ALLEGATO ANALISI E MODELLAZIONI PIASTRA "A" - VULNERABILITÀ SISMICA §8 DM2018
PIASTRE "A" e "B" - OSPEDALE S. POLO - MONFALCONE

Artificial earthquakes compatible with response spectraspettro

File Graph Options ?

Title: Horizontal-Spectrum-NTC - Long=13.519 Lat=45.815 - SLV q=1.5 VR=100 Suolo=B Topo=T1 h/H=0 Create Title

Normativa: NTC 2008 Ricerca Sito

V_R 100 Stato Limite SLV

a_g 0.177 F₀ 2.539 T_c 0.346

Suolo B S_s 1.200 C₀ 1.360

Topo T1 h/H 0 S_T 1.000

Comp. ☒ Horizontal ☐ Vertical

Behaviour Factor q 1.5

n° of points 20 + 5

SIMQKE

T 1 s

f 1 Hz S_d 0.163 g

ω 6.283 rad/s

d_g 0.0566 m v_g 0.157 m/s

i	T (s)	S _d /g
1	0.0000	0.2123
2	0.0785	0.2859
3	0.1570	0.3594
4	0.2000	0.3594
5	0.3140	0.3594
6	0.4000	0.3594
7	0.4710	0.3594
8	0.6000	0.2821
9	0.8000	0.2116
10	1.0000	0.1693
11	1.2000	0.1411
12	1.4000	0.1209
13	1.6000	0.1058
14	1.8000	0.0940
15	2.0000	0.0846
16	2.2000	0.0769
17	2.3078	0.0734
18	2.4000	0.0678
19	2.6000	0.0578
20	2.8000	0.0498
21	3.0000	0.0434
22	3.2000	0.0382
23	3.4000	0.0354

Close Graph Export File Formula

ALLEGATO ANALISI E MODELLAZIONI PIASTRA "A" - VULNERABILITÀ SISMICA §8 DM2018
PIASTRE "A" e "B" - OSPEDALE S. POLO - MONFALCONE

3. PROGRAMMA E MODELLO DI CALCOLO

3.1. Software per l'analisi

L'analisi strutturale delle Piastre è stata condotta con l'ausilio di **codici di calcolo automatico** ossia utilizzando il seguente programma di calcolo:

- MASTERSAP (software) distribuito dalla AMV s.r.l. di Ronchi dei Legionari (GO), tel. +39 0481 779903, e-mail: info@amv.it, www.amv.it - Numero Licenza LIFTOP – 27370 – 18/01/2010

Il software è un programma commerciale provvisto di documentazione che ne attesta l'affidabilità in accordo a quanto previsto dalla normativa vigente.

È un programma di calcolo agli elementi finiti che opera su modello tridimensionale; è dotato di propri filtri e controlli di autodiagnostica che intervengono sia durante la fase di definizione del modello sia durante la fase di calcolo vero e proprio.

In particolare il software MASERSAP è dotato dei seguenti filtri e controlli:

- Filtri per la congruenza geometrica del modello generato
- Controlli a priori sulla presenza di elementi non connessi, interferenze, mesh non congruenti o non adeguate
- Filtri sulla precisione numerica ottenuta, controlli su labilità o eventuali mal condizionamenti delle matrici, con verifica dell'indice di condizionamento.

In aggiunta ai controlli presenti nel software si sono svolti appositi calcoli su schemi semplificati, che hanno consentito di riscontrare la correttezza della modellazione effettuata per la struttura in esame.

Infatti la visualizzazione ed interrogazione dei risultati ottenuti dall'analisi quali sollecitazioni, tensioni, deformazioni, spostamenti, reazioni vincolari hanno permesso un immediato controllo con i risultati ottenuti mediante schemi semplificati di cui è nota la soluzione in forma chiusa nell'ambito della Scienza delle Costruzioni.

Si è inoltre controllato che le reazioni vincolari diano valori in equilibrio con i carichi applicati, in particolare per i valori dei taglianti di base delle azioni sismiche si è provveduto a confrontarli con valori ottenuti da modelli semplificati.

**ALLEGATO ANALISI E MODELLAZIONI PIASTRA "A" - VULNERABILITÀ SISMICA §8 DM2018
PIASTRE "A" e "B" - OSPEDALE S. POLO - MONFALCONE**

Le sollecitazioni ottenute sulle travi per i carichi verticali direttamente agenti sono stati confrontati con semplici schemi a trave continua.

Per gli elementi inflessi di tipo bidimensionale si è provveduto a confrontare i valori ottenuti dall'analisi FEM con i valori di momento flettente ottenuti con gli schemi semplificati della Tecnica delle Costruzioni.

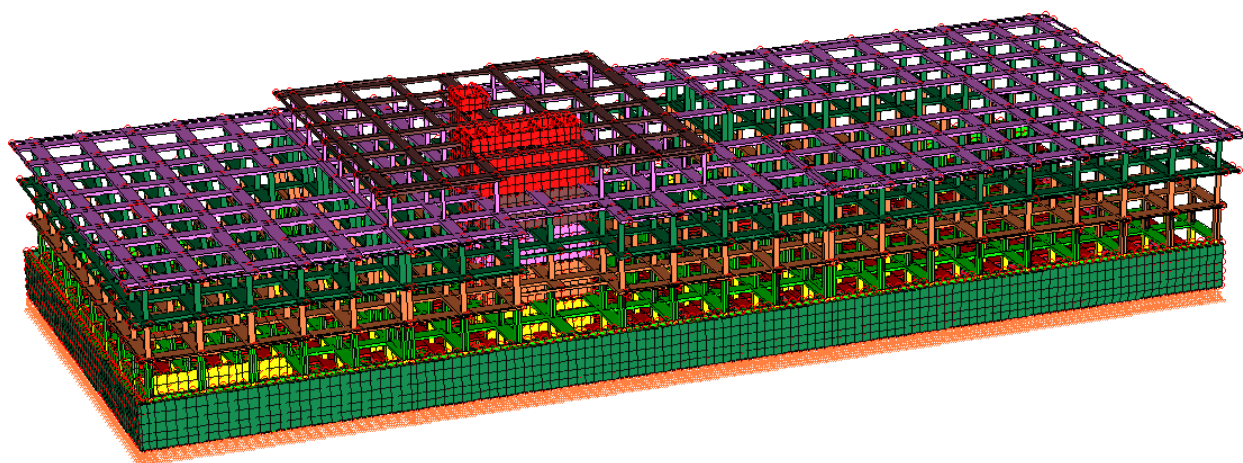
3.2. Modellazione della struttura

Il modello tridimensionale della struttura rappresenta in modo adeguato le effettive distribuzioni spaziali di massa, rigidezza e resistenza.

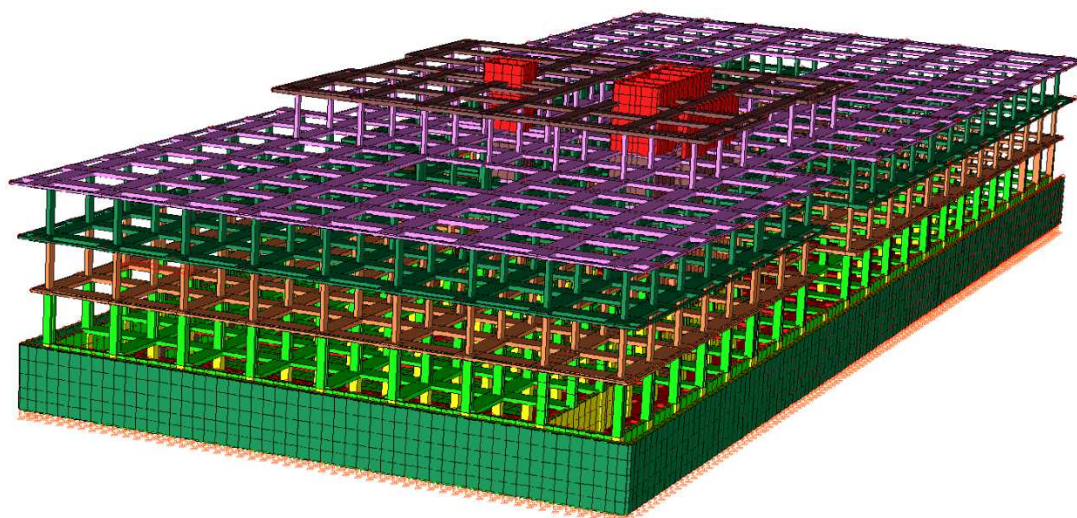
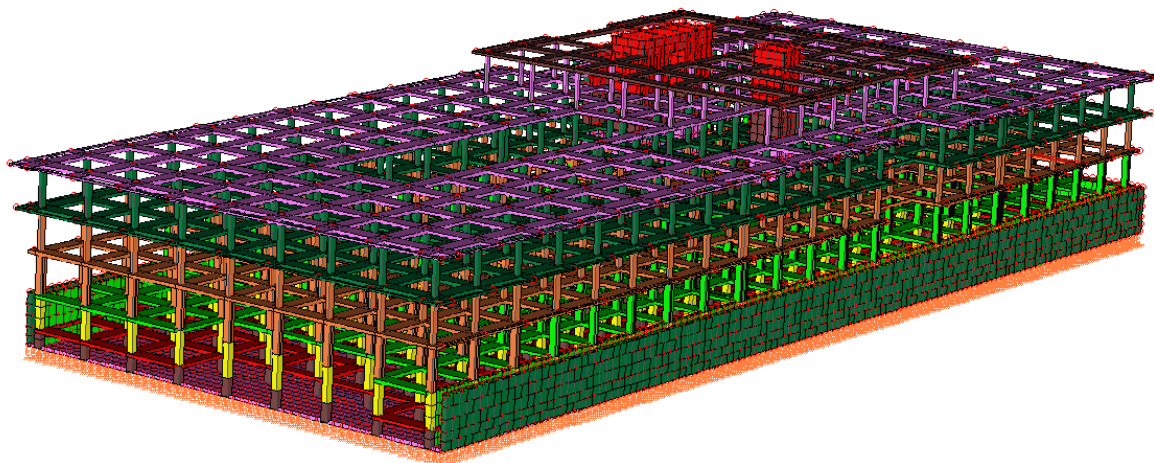
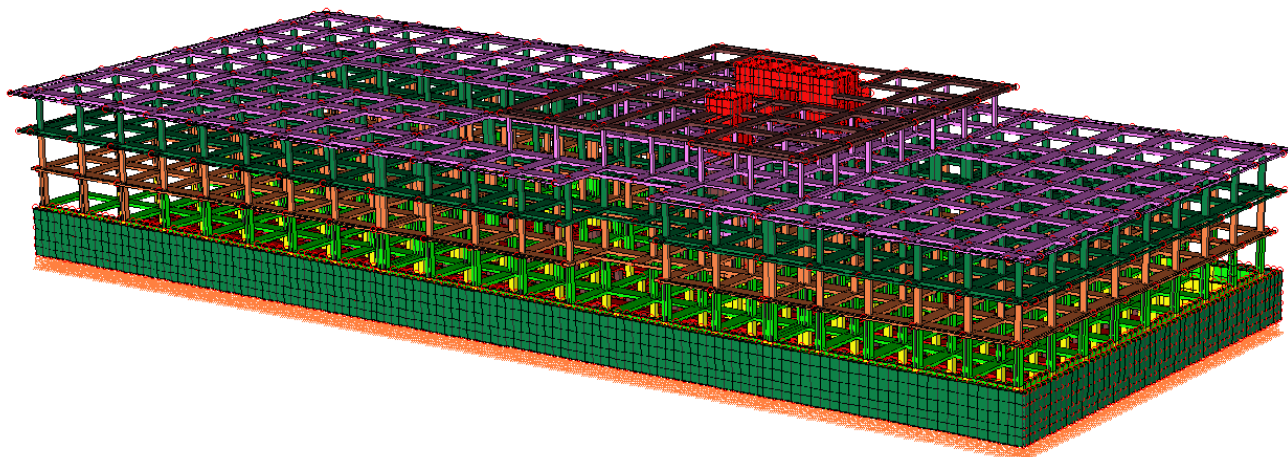
Nella definizione del modello alcuni elementi strutturali, considerati "secondari", e gli elementi non strutturali autoportanti, sono rappresentati unicamente in termini di massa.

Si considera che il loro contributo alla rigidezza e alla resistenza del sistema strutturale si possa trascurare in quanto possiedono rigidezza e resistenza tali da non modificare significativamente il comportamento del modello.

3.2.1. Geometria Piastra "A"

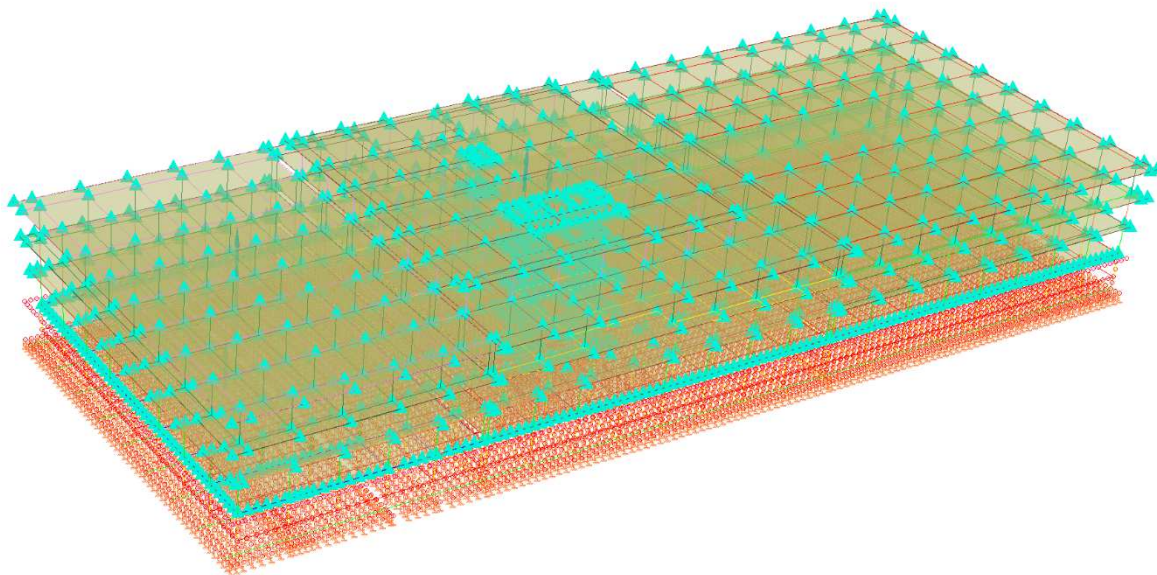


**ALLEGATO ANALISI E MODELLAZIONI PIASTRA "A" - VULNERABILITÀ SISMICA §8 DM2018
PIASTRE "A" e "B" - OSPEDALE S. POLO - MONFALCONE**



ALLEGATO ANALISI E MODELLAZIONI PIASTRA "A" - VULNERABILITÀ SISMICA §8 DM2018
PIASTRE "A" e "B" - OSPEDALE S. POLO - MONFALCONE

3.2.2. Piani Rigidi Piastra "A"



3.2.3. Elementi Piastra "A"

Estratto a titolo di esempio da Stampe AMV-MASTERSAP.

GRUPPI ELEMENTO FINITO TRAVE

GRUPPO NUMERO: 1 - DESCRIZIONE: TRAVI P.INTERRATO

Asta	Nodi			Connessioni		Mat.	Sez.	Offset strutturali/Conci rigidi
	I	J	K	Nodo I	Nodo J			
1	35	34	0	Rigida	Rigida	1	4	
2	34	33	0	Rigida	Rigida	1	4	
3	33	32	0	Rigida	Rigida	1	4	
4	32	31	0	Rigida	Rigida	1	4	
5	31	30	0	Rigida	Rigida	1	4	
6	30	29	0	Rigida	Rigida	1	4	
7	29	28	0	Rigida	Rigida	1	4	
8	53	52	0	Rigida	Rigida	1	4	
9	52	51	0	Rigida	Rigida	1	4	
10	51	50	0	Rigida	Rigida	1	4	
11	50	49	0	Rigida	Rigida	1	4	

ALLEGATO ANALISI E MODELLAZIONI PIASTRA "A" - VULNERABILITÀ SISMICA §8 DM2018
PIASTRE "A" e "B" - OSPEDALE S. POLO - MONFALCONE

Asta	Nodi			Connessioni		Offset strutturali/Conci rigidi	
	I	J	K	Nodo I	Nodo J		
12	49	48	0	Rigida	Rigida	1	4
13	48	47	0	Rigida	Rigida	1	4
14	47	46	0	Rigida	Rigida	1	4
15	71	70	0	Rigida	Rigida	1	4
16	70	69	0	Rigida	Rigida	1	4
17	69	68	0	Rigida	Rigida	1	4
18	68	67	0	Rigida	Rigida	1	4
19	67	66	0	Rigida	Rigida	1	4
20	66	65	0	Rigida	Rigida	1	4
21	65	64	0	Rigida	Rigida	1	4
22	90	89	0	Rigida	Rigida	1	4
23	89	88	0	Rigida	Rigida	1	4
24	88	87	0	Rigida	Rigida	1	4
25	85	84	0	Rigida	Rigida	1	4
26	84	83	0	Rigida	Rigida	1	4
27	83	82	0	Rigida	Rigida	1	4
28	108	107	0	Rigida	Rigida	1	10
29	107	106	0	Rigida	Rigida	1	10
30	106	105	0	Rigida	Rigida	1	10
31	105	104	0	Rigida	Rigida	1	10
32	104	103	0	Rigida	Rigida	1	10
33	103	102	0	Rigida	Rigida	1	10
34	102	101	0	Rigida	Rigida	1	10
35	101	100	0	Rigida	Rigida	1	10
36	109	110	0	Rigida	Rigida	1	10
37	110	111	0	Rigida	Rigida	1	10
....
228	1870	12526	0	Rigida	Rigida	1	1
229	12526	423	0	Rigida	Rigida	1	1
230	1903	3287	0	Rigida	Rigida	1	1
231	3287	127	0	Rigida	Rigida	1	1
232	1901	3289	0	Rigida	Rigida	1	1
233	3289	145	0	Rigida	Rigida	1	1
234	1899	3291	0	Rigida	Rigida	1	1

ALLEGATO ANALISI E MODELLAZIONI PIASTRA "A" - VULNERABILITÀ SISMICA §8 DM2018
PIASTRE "A" e "B" - OSPEDALE S. POLO - MONFALCONE

Asta	Nodi			Connessioni		Offset strutturali/Conci rigidi	
	I	J	K	Nodo I	Nodo J		
235	3291	163	0	Rigida	Rigida	1	1
236	1897	3293	0	Rigida	Rigida	1	1
237	3293	181	0	Rigida	Rigida	1	1
238	1895	3295	0	Rigida	Rigida	1	1
239	3295	199	0	Rigida	Rigida	1	1
240	1893	3297	0	Rigida	Rigida	1	1
241	3297	217	0	Rigida	Rigida	1	1
242	1891	3299	0	Rigida	Rigida	1	1
243	3299	235	0	Rigida	Rigida	1	1
244	1889	3301	0	Rigida	Rigida	1	1
245	3301	253	0	Rigida	Rigida	1	1
246	1886	3300	0	Rigida	Rigida	1	1
247	3300	288	0	Rigida	Rigida	1	1
248	1885	3304	0	Rigida	Rigida	1	1
249	3304	289	0	Rigida	Rigida	1	1
250	1883	12525	0	Rigida	Rigida	1	1
251	12525	307	0	Rigida	Rigida	1	1
252	1881	3307	0	Rigida	Rigida	1	1
253	3307	325	0	Rigida	Rigida	1	1
254	1879	3310	0	Rigida	Rigida	1	1
255	3310	343	0	Rigida	Rigida	1	1
256	1877	3313	0	Rigida	Rigida	1	1
257	3313	361	0	Rigida	Rigida	1	1
258	1875	3316	0	Rigida	Rigida	1	1
259	3316	379	0	Rigida	Rigida	1	1
260	1873	3319	0	Rigida	Rigida	1	1
261	3319	397	0	Rigida	Rigida	1	1
262	1871	3322	0	Rigida	Rigida	1	1
263	3322	415	0	Rigida	Rigida	1	1

GRUPPI ELEMENTO FINITO PIASTRA

GRUPPO NUMERO: 1 DESCRIZIONE: PARETI INTERNE P.INTERRATO

Elem.	Nodo I	Nodo J	Nodo K	Nodo L	Spessore	Materiale	Sconnessione (Mfp)
1	10024	12508	423	10025	30.00	1	
2	10021	12507	12508	10024	30.00	1	

ALLEGATO ANALISI E MODELLAZIONI PIASTRA "A" - VULNERABILITÀ SISMICA §8 DM2018
PIASTRE "A" e "B" - OSPEDALE S. POLO - MONFALCONE

Elem.	Nodo I	Nodo J	Nodo K	Nodo L	Spessore	Materiale	Sconnessione (Mfp)
3	10022	5702	6701	10023	30.00	1	
4	5704	5698	5702	10022	30.00	1	
5	10020	424	12507	10021	30.00	1	
6	5703	5695	5698	5704	30.00	1	
7	5701	10024	10025	6700	30.00	1	
8	5702	5701	6700	6701	30.00	1	
9	5697	10021	10024	5701	30.00	1	
10	5699	10022	10023	6699	30.00	1	
11	5700	5699	6699	405	30.00	1	
12	2957	5704	10022	5699	30.00	1	
13	5696	10020	10021	5697	30.00	1	
14	2956	5703	5704	2957	30.00	1	
15	5698	5697	5701	5702	30.00	1	
16	2958	2957	5699	5700	30.00	1	
17	5695	5696	5697	5698	30.00	1	
18	406	2956	2957	2958	30.00	1	
19	10018	5700	405	10019	30.00	1	
20	10015	2958	5700	10018	30.00	1	
21	10016	5692	6692	10017	30.00	1	
22	5694	5688	5692	10016	30.00	1	
23	10014	406	2958	10015	30.00	1	
24	5693	5685	5688	5694	30.00	1	
25	5691	10018	10019	6691	30.00	1	
26	5692	5691	6691	6692	30.00	1	
27	5687	10015	10018	5691	30.00	1	
28	5689	10016	10017	6690	30.00	1	
29	5690	5689	6690	387	30.00	1	
30	2954	5694	10016	5689	30.00	1	
31	5686	10014	10015	5687	30.00	1	
32	2953	5693	5694	2954	30.00	1	
33	5688	5687	5691	5692	30.00	1	
34	2955	2954	5689	5690	30.00	1	
35	5685	5686	5687	5688	30.00	1	
36	388	2953	2954	2955	30.00	1	
37	10012	5690	387	10013	30.00	1	
38	10009	2955	5690	10012	30.00	1	

**ALLEGATO ANALISI E MODELLAZIONI PIASTRA "A" - VULNERABILITÀ SISMICA §8 DM2018
PIASTRE "A" e "B" - OSPEDALE S. POLO - MONFALCONE**

Tutti i *nativi* dei Modelli FEM sono di proprietà della Società SIRAM e a disposizione, per la consultazione, di coloro che ne hanno titolo.

3.2.4. Vincoli Piastra "A"

Estratto a titolo di esempio da Stampe AMV-MASTERSAP.

GRUPPI ELEMENTO FINITO VINCOLO

GRUPPO NUMERO: 1 - DESCRIZIONE: VINCOLI DI PLATEA COST. SOTTOFONDO = 2

VINCOLI STANDARD

Nodo	Rigid. Trasl. X	Rigid. Rotaz. X	Rigid. Trasl. Y	Rigid. Rotaz. Y	Rigid. Trasl. Z	Rigid. Rotaz. Z
1312					+5.40e+03	
1737					+6.75e+03	
1743					+6.75e+03	
1762					+6.75e+03	
1763					+6.75e+03	
1764					+5.65e+03	
1784					+2.28e+03	
1785					+5.32e+03	
1786					+6.08e+03	
1787					+6.08e+03	
1788					+6.08e+03	
....					

Tutti i *nativi* dei Modelli FEM sono di proprietà della Società SIRAM e a disposizione, per la consultazione, di coloro che ne hanno titolo.

3.2.5. Coefficiente di Winkler Piastra "A"

Elementi strutturali:		Gruppi:			
Tipologia	Visibilità	Descrizione	Visibilità	Colore ...	
Aste reticolari		1 Vincoli di platea cost. sottofondo = 5 [7121]			
Travi e pilastri					
Gusci e piastre					
Vincoli					
Plinti					
Fondazioni suolo ela...					

**ALLEGATO ANALISI E MODELLAZIONI PIASTRA "A" - VULNERABILITÀ SISMICA §8 DM2018
PIASTRE "A" e "B" - OSPEDALE S. POLO - MONFALCONE**

I parametri geotecnici sono desunti (e mediati) dalla RELAZIONE GEOLOGICA E MODELLO GEOTECNICO a firma del dott.geol. Paolo Giovannoli nell'agosto del 2013 sul terreno in esame.

- Peso di volume: 18,5 kN/mc
- Angolo d'attrito interno: 41°
- Coesione effettiva: 0,0 kPa
- Modulo di compressibilità: 700 kg/cm²
- N_{DPL}: >50
- **Coefficiente di Winkler assunto (esperenziale): 5 kg/cm³**

3.2.6. Carichi Piastra "A"

Estratto a titolo di esempio da Stampe AMV-MASTERSAP.

DM14/02/1992

CARICHI PER ELEMENTI TRAVE

Carico distribuito con riferimento globale Z

Descrizione	Cod.	Cond. carico	Tipo Azione/categoria	Val. iniz.	Dist. iniz. nodo I	Val. finale	Dist.fin. nodo I
G1 CELERSAP accostato	1	Condizione peso proprio	Permanente: Peso Proprio	-0.075000	0.000	-0.075000	0.000
G1 BISAP alleggerito	2	Condizione peso proprio	Permanente: Peso Proprio	-0.028000	0.000	-0.028000	0.000
G2 "pacchetto" a - 3.00	3	Condizione 1	Permanente: Permanente portato	-0.007000	0.000	-0.007000	0.000
G2 "pacchetto" ai piani	4	Condizione 1	Permanente: Permanente portato	-0.017000	0.000	-0.017000	0.000
G2 pareti div ai piani	5	Condizione 1	Permanente: Permanente portato	-0.010000	0.000	-0.010000	0.000
G2 "pacchetto" copertura	6	Condizione 1	Permanente: Permanente portato	-0.007000	0.000	-0.007000	0.000
Qk solai	7	Condizione 2	Variabile: Uffici	-0.040000	0.000	-0.040000	0.000
Qk neve	8	Condizione 3	Variabile: Neve	-0.009000	0.000	-0.009000	0.000
G2 pannello prefabbricato	9	Condizione 1	Permanente: Permanente portato	-0.000100	0.000	-0.000100	0.000
G1 CELRSAP-BISAP	10	Condizione peso proprio	Permanente: Peso Proprio	0.028000	0.000	0.028000	0.000

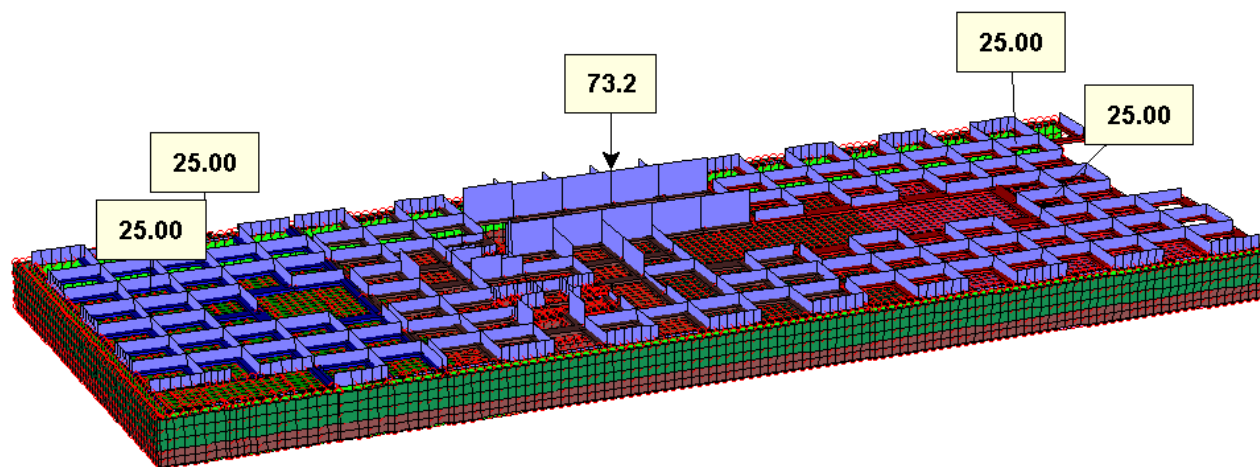
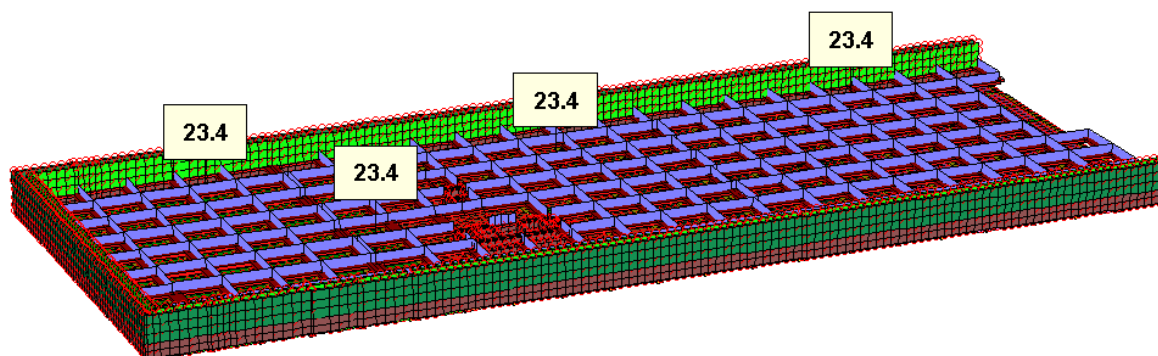
DM17/01/2018

CARICHI PER ELEMENTI TRAVE

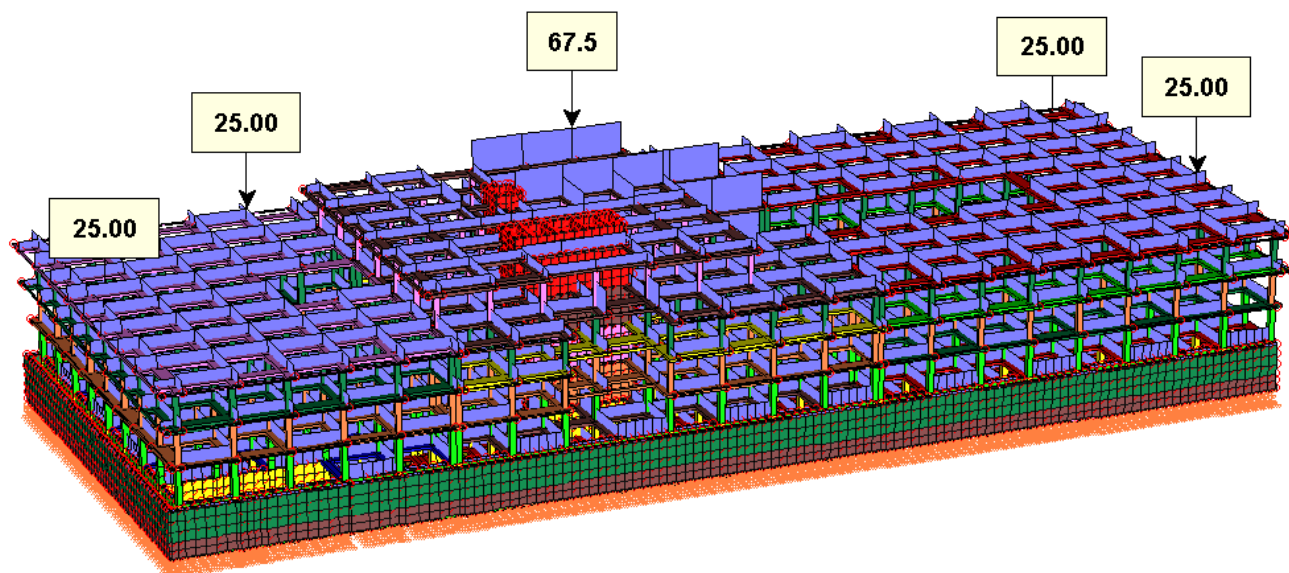
ALLEGATO ANALISI E MODELLAZIONI PIASTRA "A" - VULNERABILITÀ SISMICA §8 DM2018
PIASTRE "A" e "B" - OSPEDALE S. POLO - MONFALCONE

Carico distribuito con riferimento globale Z

Descrizione	Cod.	Cond. carico	Tipo Azione/categoria	Val. iniz.	Dist. iniz. nodo I	Val. finale	Dist.fin. nodo I	Aliq.inerz.	Aliq.inerz. SLD
G1 CELERSAP accostato	1	Condizione peso proprio	Permanente: Peso Proprio	-0.075000	0.000	-0.075000	0.000	1.0000	1.0000
G1 BISAP alleggerito	2	Condizione peso proprio	Permanente: Peso Proprio	-0.030000	0.000	-0.030000	0.000	1.0000	1.0000
G2 "pacchetto" a - 3.00	3	Condizione 1	Permanente: Permanente portato	-0.028000	0.000	-0.024300	0.000	1.0000	1.0000
G2 "pacchetto" ai piani	4	Condizione 1	Permanente: Permanente portato	-0.034000	0.000	-0.030300	0.000	1.0000	1.0000
G2 pareti div ai piani	5	Condizione 4	Permanente: Permanente portato	-0.010000	0.000	-0.010000	0.000	1.0000	0.0000
G2 "pacchetto" copertura	6	Condizione 1	Permanente: Permanente portato	-0.038000	0.000	-0.038000	0.000	1.0000	1.0000
Qk solai	7	Condizione 2	Variabile: Uffici	-0.030000	0.000	-0.030000	0.000	0.6000	0.6000
Qk neve	8	Condizione 3	Variabile: Neve	-0.012000	0.000	-0.012000	0.000	0.0000	0.0000
G2 pannello prefabbricato	9	Condizione 1	Permanente: Permanente portato	-0.000100	0.000	-0.000100	0.000	1.0000	1.0000
G1 CELRSAP-BISAP	10	Condizione peso proprio	Permanente: Peso Proprio	0.030000	0.000	0.030000	0.000	1.0000	1.0000



**ALLEGATO ANALISI E MODELLAZIONI PIASTRA "A" - VULNERABILITÀ SISMICA §8 DM2018
PIASTRE "A" e "B" - OSPEDALE S. POLO - MONFALCONE**



Tutti i *nativi* dei Modelli FEM sono di proprietà della Società SIRAM e a disposizione, per la consultazione, di coloro che ne hanno titolo.

3.2.7. Combinazioni di carico Piastra "A"

Estratto a titolo di esempio da Stampe AMV-MASTERSAP.

DM14/02/1992

COMBINAZIONI DI CARICO

NORMATIVA: DM 14/02/1992 T.A. (STATICO) E DM 16/01/1996 (SISMICO)

Num.	Descrizione	Parametri	Tipo azione/categoria	Condizione	Moltiplicatore
1	Carichi totali	Azione sismica: Sisma assente	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variabile: Uffici	Condizione 2	1.000
			Variabile: Neve	Condizione 3	1.000

DM17/01/2018

COMBINAZIONI DI CARICO

NORMATIVA: NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI 2018 ITALIA

ALLEGATO ANALISI E MODELLAZIONI PIASTRA "A" - VULNERABILITÀ SISMICA §8 DM2018
PIASTRE "A" e "B" - OSPEDALE S. POLO - MONFALCONE

NORMATIVA: NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI 2018 ITALIA

COMBINAZIONI PER LE VERIFICHE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Num.	Descrizione	Parametri	Tipo azione/categoria	Condizione	Moltiplicatore
1	Dinamica	Azione sismica: Presente	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variabile: Uffici	Condizione 2	0.600
			Variabile: Neve	Condizione 3	0.000
2	Statica	Azione sismica: Sisma assente	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.150
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.150
			Permanente: Permanente portato	Condizione 4	1.300
			Variabile: Uffici	Condizione 2	1.500
			Variabile: Neve	Condizione 3	1.500

COMBINAZIONI PER LE VERIFICHE ALLO STATO LIMITE D'ESERCIZIO

Num.	Descrizione	Parametri	Tipo azione/categoria	Condizione	Moltiplicatore
3	Rara	Tipologia: Rara	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 4	1.000
			Variabile: Uffici	Condizione 2	1.000
			Variabile: Neve	Condizione 3	1.000
4	Frequente	Tipologia: Frequente	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 4	1.000
			Variabile: Uffici	Condizione 2	0.500
			Variabile: Neve	Condizione 3	0.200
5	Quasi permanente	Tipologia: Quasi permanente	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 4	1.000
			Variabile: Uffici	Condizione 2	0.300
			Variabile: Neve	Condizione 3	0.000

COMBINAZIONI PER LE VERIFICHE ALLO STATO LIMITE DI DANNO

Num.	Descrizione	Parametri	Tipo azione/categoria	Condizione	Moltiplicatore
6	S.L.D.	Azione sismica: Presente	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 4	1.000
			Variabile: Uffici	Condizione 2	0.300
			Variabile: Neve	Condizione 3	0.000

Si noti che, **ai sensi del §8.5.5 del DM2018**, stante l'accurato rilievo geometrico-strutturale e dei materiali, per i carichi permanenti è stato possibile adottare **coefficienti parziali modificati**, assegnando a γ_G i seguenti valori:

G1 CELERSAP accostato γ_G 1,15
G1 BISAP alleggerito γ_G 1,15

ALLEGATO ANALISI E MODELLAZIONI PIASTRA "A" - VULNERABILITÀ SISMICA §8 DM2018
PIASTRE "A" e "B" - OSPEDALE S. POLO - MONFALCONE

G2 "pacchetto" a -3.00	γ_G	1,15
G2 "pacchetto" ai piani	γ_G	1,15
G2 "pacchetto" copertura	γ_G	1,15
G2 pannello prefabbricato	γ_G	1,15
G2 pareti div ai piani	γ_G	1,30

Tutti i *nativi* dei Modelli FEM sono di proprietà della Società SIRAM e a disposizione, per la consultazione, di coloro che ne hanno titolo.

**ALLEGATO ANALISI E MODELLAZIONI PIASTRA "A" - VULNERABILITÀ SISMICA §8 DM2018
PIASTRE "A" e "B" - OSPEDALE S. POLO - MONFALCONE**

4. RISULTATI

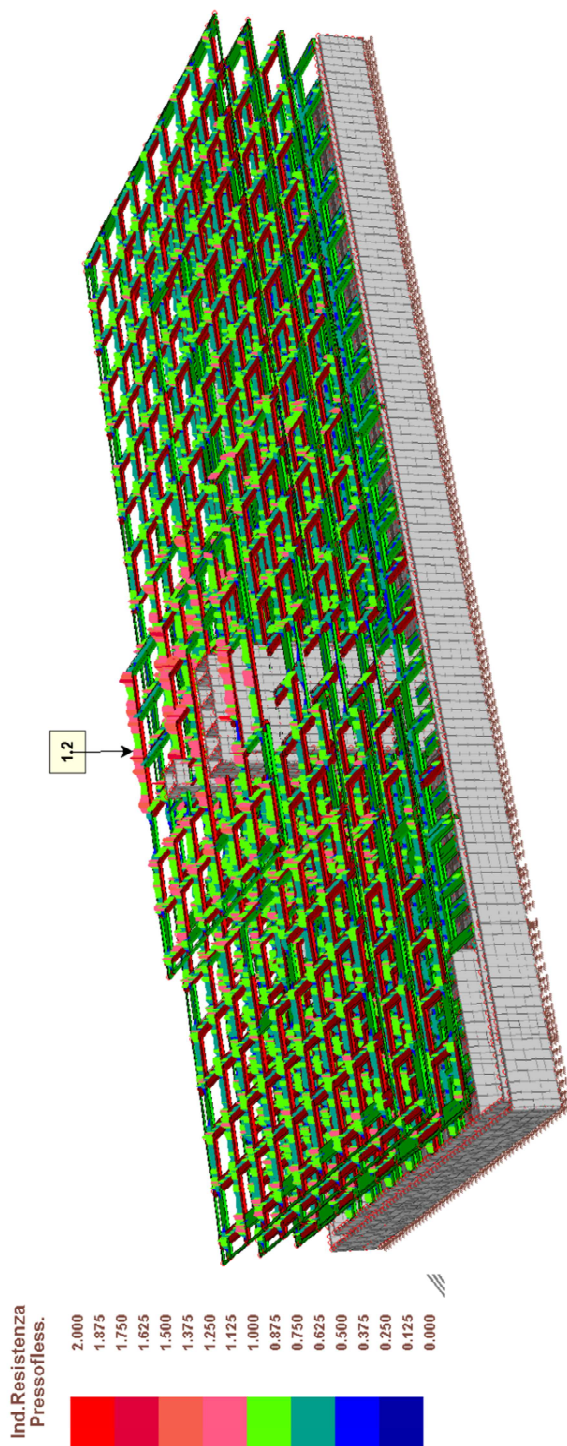
4.1. Valutazione telai in fase statica SLU

4.1.1. Valutazione travi in spessore

Le successive figure mostrano l'andamento del momento flettente e del taglio su tali travi.

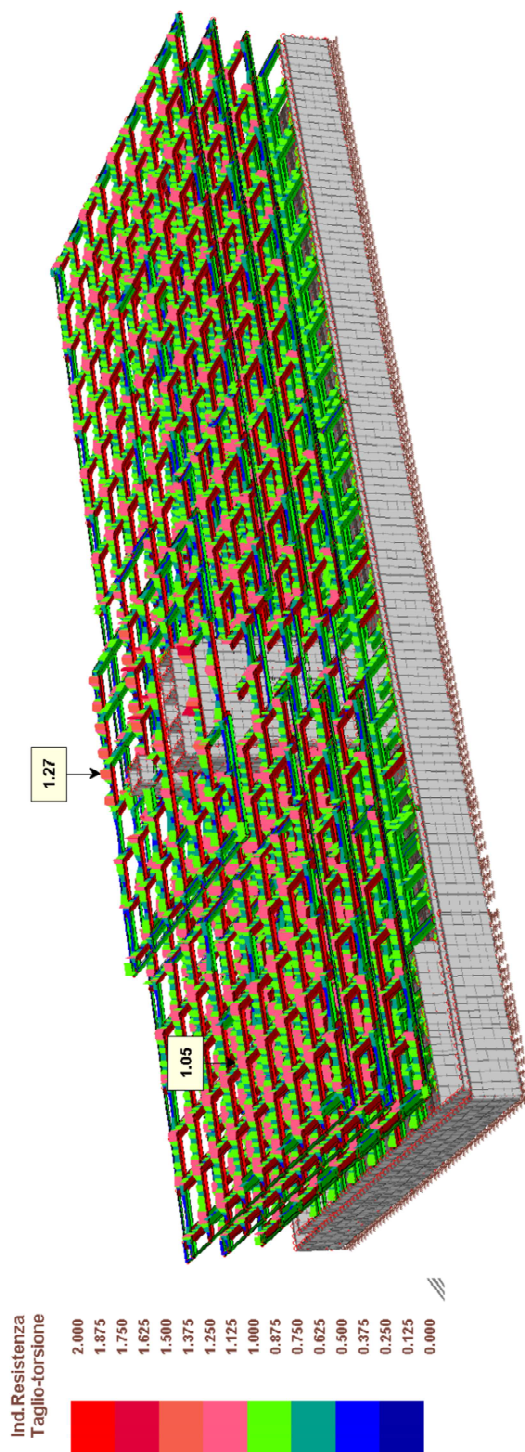
Sono evidenti le criticità localizzate in campata per la flessione $M_{Ed} > M_{Rd}$ e vicino agli appoggi per il taglio $V_{Ed} > V_{Rd}$ indicate dal superamenro dell'indice di resistenza 1,00.

ALLEGATO ANALISI E MODELLAZIONI PIASTRA "A" - VULNERABILITÀ SISMICA §8 DM2018
PIASTRE "A" e "B" - OSPEDALE S. POLO - MONFALCONE



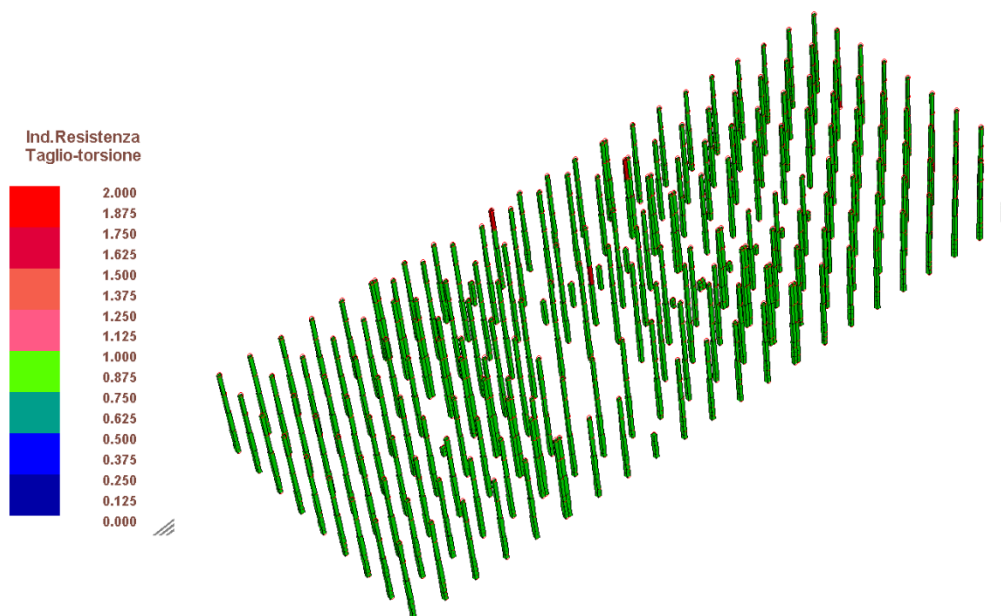
Corpo A - Verifiche flessionali travi (duttili)

ALLEGATO ANALISI E MODELLAZIONI PIASTRA "A" - VULNERABILITÀ SISMICA §8 DM2018
PIASTRE "A" e "B" - OSPEDALE S. POLO - MONFALCONE

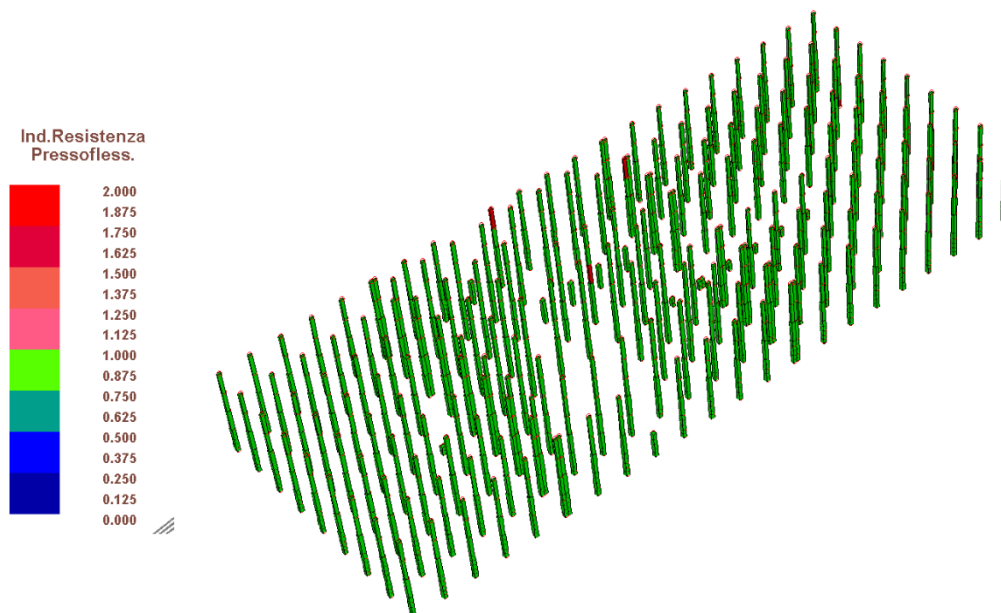


Corpo A - Verifiche a taglio travi (fragili)

ALLEGATO ANALISI E MODELLAZIONI PIASTRA "A" - VULNERABILITÀ SISMICA §8 DM2018
PIASTRE "A" e "B" - OSPEDALE S. POLO - MONFALCONE



Corpo A - Verifiche flessionali pilastri (duttili)



Corpo A - Verifiche a taglio pilastri (fragili)

ALLEGATO ANALISI E MODELLAZIONI PIASTRA "A" - VULNERABILITÀ SISMICA §8 DM2018
PIASTRE "A" e "B" - OSPEDALE S. POLO - MONFALCONE

Il grado di inadeguatezza rilevato riguarda **solo le travi** e si può considerare non grave per le seguenti motivazioni:

- ✓ La risposta della struttura per le sollecitazioni indotte dalle combinazioni allo Stato Limite Ultimo evidenzia alcune criticità riguardanti soprattutto le travi del Corpo Centrale della Piastra "A" (per esempio a supporto del solaio di doppia luce in travetti accostati CELERSAP) ed è dovuta in parte al fatto che la distribuzione di armatura assunta con il Progetto Simulato risulta inferiore all'armatura rilevata dalle indagini *in situ* condotte da LGT.
- ✓ **I risultati del Programma FEM MasterEsis in fase Statica sono i seguenti:**
 - **Meccanismi duttili:** risultano coinvolte circa il **38%** delle travi, con indici di superamento dei meccanismi di resistenza non soddisfatti in genere attorno al 10% e **solo in 54 travi risultano superiori al 30%**
 - N° 3 a ~+15 m (zona centrale copertura)
 - N° 22 a ~+11 m (zona centrale)
 - N° 16 a ~+7 m (zona centrale)
 - N° 7 a ~+3 m (zona centrale)
 - N° 1 a ~±0.00 m (zona centrale)
 - N° 5 a ~-3 m (zona centrale)
 - **Meccanismi fragili:** risultano coinvolte circa il **46%** delle travi, con indici di superamento dei meccanismi di resistenza non soddisfatti in genere attorno al 10% e solo in **14 travi risultano superiori al 30%**
 - N° 14 a ~+15 m (zona centrale copertura)
- ✓ Esiste un grado di incertezza rispetto all'assorbimento delle forze di taglio da parte del ferro piegati: infatti per i meccanismi di rottura fragile (taglio), a favore della sicurezza, non si considera il contributo (favorevole) dei ferri piegati, presenti nei disegni di progetto strutturale della Piastra "B" e presumibilmente presenti anche nella piastra "A" che ha caratteristiche costruttive simili.
- ✓ Inoltre nel calcolo dei meccanismi fragili è stato condotto un verifica a taglio conservativa (OZIONE 2 anziché OPZIONE 1 Programma MasterEsis) (*)
- ✓ Bisogna sottolineare il fatto che in tutti questi anni d'esercizio il solaio non ha mai mostrato riduzioni evidenti della propria capacità resistente e deformativa segni di "sofferenza" strutturale.

ALLEGATO ANALISI E MODELLAZIONI PIASTRA "A" - VULNERABILITÀ SISMICA §8 DM2018
PIASTRE "A" e "B" - OSPEDALE S. POLO - MONFALCONE

- ✓ Non si evidenziano significativi segnali di degrado e decadimento delle caratteristiche meccaniche dei materiali e non si segnalano usi anomali e impropri degli stessi solai.
- ✓ Si sottolinea il fatto che per i materiali è stato preso un valore conservativo derivante dall'aver assunto un $FC=1,30$ per il calcestruzzo e un $FC=1,25$ ossia un Fattore di Confidenza prudenziale per la tipologia di edificio in esame.
- ✓ Per raggiungere un grado di sicurezza soddisfacente nella valutazione della capacità portante del solaio in esame si è prescritto una Prova di carico dirette, con l'ausilio di sacconi d'acqua, i cui risultati sono riportati nell'Allegato Report LGT.

(*)

OPZIONE 2

1. $V_{u \text{ (taglio)}} = \min [(V_{Rsd} + V_{Rd}); V_{Red}]$
2. $V_{u \text{ (taglio)}} = \min [V_{Rsd}; V_{Red}]$
3. $V_{u \text{ (taglio)}} = \min [(V_{Rsd}(\cot\theta=1) + V_{Rd}); V_{Red}(\cot\theta=1)]$
4. Se $V_{Rsd} \geq [V_{Rsd}(\cot\theta=1) + V_{Rd}]$
 $\rightarrow V_{u \text{ (taglio)}} = \min [V_{Rsd}; V_{Red}]$
 Se $V_{Rsd} < [V_{Rsd}(\cot\theta=1) + V_{Rd}]$
 $\rightarrow V_{u \text{ (taglio)}} = \min [(V_{Rsd}(\cot\theta=1) + V_{Rd}); V_{Red}(\cot\theta=1)]$

ALLEGATO ANALISI E MODELLAZIONI PIASTRA "A" - VULNERABILITÀ SISMICA §8 DM2018
PIASTRE "A" e "B" - OSPEDALE S. POLO - MONFALCONE

OPZIONE 1

1. $V_{u \text{ (taglio)}} = \min [(V_{Rsd} + V_{Rd}); V_{Rcd}]$
2. $V_{u \text{ (taglio)}} = \min [V_{Rsd}; V_{Rcd}]$
3. $V_{u \text{ (taglio)}} = \min [(V_{Rsd(\cot\theta=1)} + V_{Rd}); V_{Rcd(\cot\theta=1)}]$
4. Se $V_{Rsd} \geq [V_{Rsd(\cot\theta=1)} + V_{Rd}]$
 $\rightarrow V_{u \text{ (taglio)}} = \min [V_{Rsd}; V_{Rcd}]$
 Se $V_{Rsd} < [V_{Rsd(\cot\theta=1)} + V_{Rd}]$
 $\rightarrow V_{u \text{ (taglio)}} = \min [(V_{Rsd(\cot\theta=1)} + V_{Rd}); V_{Rcd(\cot\theta=1)}]$

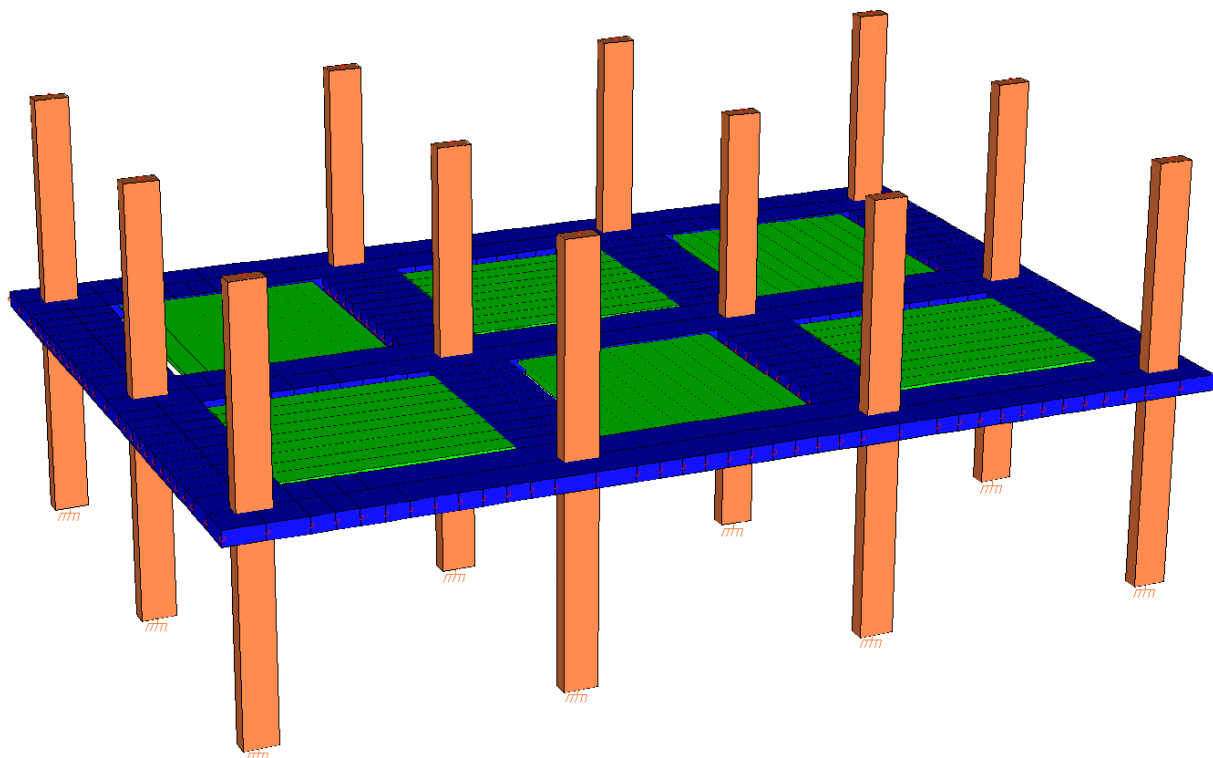
Ciononostante si ipotizza, a livello di massima, in attesa di più specifiche analisi comparate ed di affinamento di dettaglio in sede di progettazione definitiva/esecutiva, un intervento diretto di rinforzo per le sole travi che superano un Indice di Resistenza del 30% ossia 68 travi.

In abbinamento ai risultati delle verifiche dei meccanismi duttili e fragili in combinazione statica, ricavati dalla Modellazione FEM con MasterSap Esist, sopra riportati, al fine di conseguire un effettivo controllo incrociato sui risultati, si riporta la valutazione della sicurezza per carichi gravitazionali in combinazione SLU delle travi, su un modello ridotto, schematizzate come "gusci" con carichi leggermente incrementati e coefficienti parziali più conservativi.

Questo controllo "incrociato" potrà dare un'idea della gravità delle eventuali inadeguatezze strutturali del fabbricato.

Le analisi sono condotte con procedura semplificata assumendo schemi statici e sollecitazioni di carico prudenziali, nonché valori conservativi per le caratteristiche dei materiali ($FC=1,3$ per il calcestruzzo e $FC=1,25$ per l'acciaio); le armature sono perlopiù desunte dai risultati delle indagini condotte dalla Società specializzata LGT di Ruda (vedi allegato).

ALLEGATO ANALISI E MODELLAZIONI PIASTRA "A" - VULNERABILITÀ SISMICA §8 DM2018
PIASTRE "A" e "B" - OSPEDALE S. POLO - MONFALCONE



Carico distribuito con riferimento globale Z

Descrizione	Cod.	Cond. carico	Tipo Azione/categoria	Val. iniz.	Dist. iniz. nodo I	Val. finale	Dist.fin. nodo I	Aliq.inerz.	Aliq.inerz. SLD
G1 CELERSAP accostato	1	Condizione peso proprio	Permanente: Peso Proprio	-0.075000	0.000	-0.075000	0.000	1.0000	0.0000
G1 BISAP alleggerito	2	Condizione peso proprio	Permanente: Peso Proprio	-0.030000	0.000	-0.030000	0.000	1.0000	0.0000
G2 "pacchetto" ai piani	4	Condizione 1	Permanente: Permanente portato	-0.038000	0.000	-0.038000	0.000	1.0000	0.0000
G2 pareti div ai piani	5	Condizione 4	Permanente: Permanente portato	-0.012000	0.000	-0.012000	0.000	1.0000	0.0000
G2 "pacchetto" copertura	6	Condizione 1	Permanente: Permanente portato	-0.030000	0.000	-0.030000	0.000	1.0000	0.0000
Qk solai	7	Condizione 2	Variabile: Uffici	-0.030000	0.000	-0.030000	0.000	1.0000	0.0000
Qk neve	8	Condizione 3	Variabile: Neve	-0.012000	0.000	-0.012000	0.000	1.0000	0.0000

G2 "pacchetto" ai piani = 380 kg/m² anziché 340 kg/m²,
coefficiente parziale 1,3 anziché 1,15.

G2 pareti div ai piani = 120 kg/m² anziché 100 kg/m²,
coefficiente parziale 1,3 anziché 1,5.

CARICHI PER ELEMENTI BIDIMENSIONALI

Carico di superficie nella direzione globale Z, agente sulla superficie reale

Descrizione	Codice	Cond. carico	Tipo Azione/categoria	Valore	Aliq.inerziale	Aliq.inerz.SLD
G2 "pacchetto"	3	Condizione 1	Permanente: Permanente portato	-0.038000	0.0000	0.0000

ALLEGATO ANALISI E MODELLAZIONI PIASTRA "A" - VULNERABILITÀ SISMICA §8 DM2018
PIASTRE "A" e "B" - OSPEDALE S. POLO - MONFALCONE

Descrizione	Codice	Cond. carico	Tipo Azione/categoria	Valore	Aliq.inerziale	Aliq.inerz.SLD
G2 pareti div	9	Condizione 4	Permanente: Permanente portato	-0.012000	0.0000	0.0000
Qk solai	10	Condizione 2	Variabile: Uffici	-0.030000	0.0000	0.0000

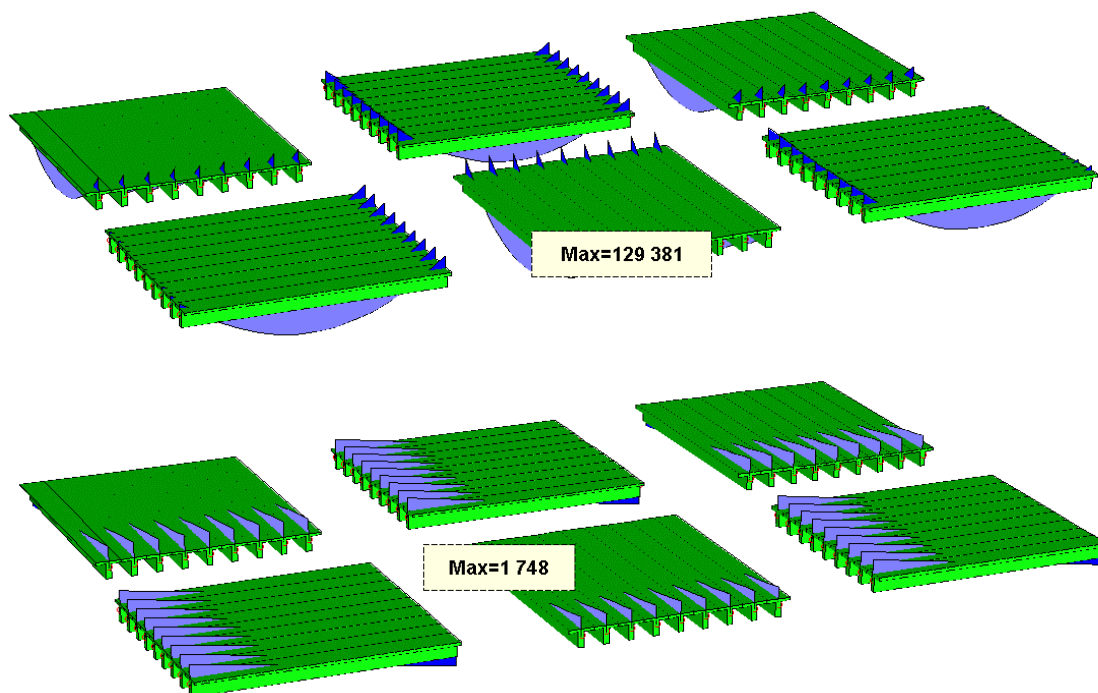
SOLAIO – VINCOLI IMPOSTI

Connessioni/Rigidezze

Nodo iniziale i:		Nodo finale j:	
Fx:	Connessione ▼ 100% (Rigido) ▼	Fx:	Connessione ▼ 100% (Rigido) ▼
Fy:	Connessione ▼ 100% (Rigido) ▼	Fy:	Connessione ▼ 100% (Rigido) ▼
Fz:	Connessione ▼ 100% (Rigido) ▼	Fz:	Connessione ▼ 100% (Rigido) ▼
Mx:	Connessione ▼ 1% ▼	Mx:	Connessione ▼ 1% ▼
My:	Connessione ▼ 50% ▼	My:	Connessione ▼ 50% ▼
Mz:	Connessione ▼ 50% ▼	Mz:	Connessione ▼ 50% ▼

OK Annulla

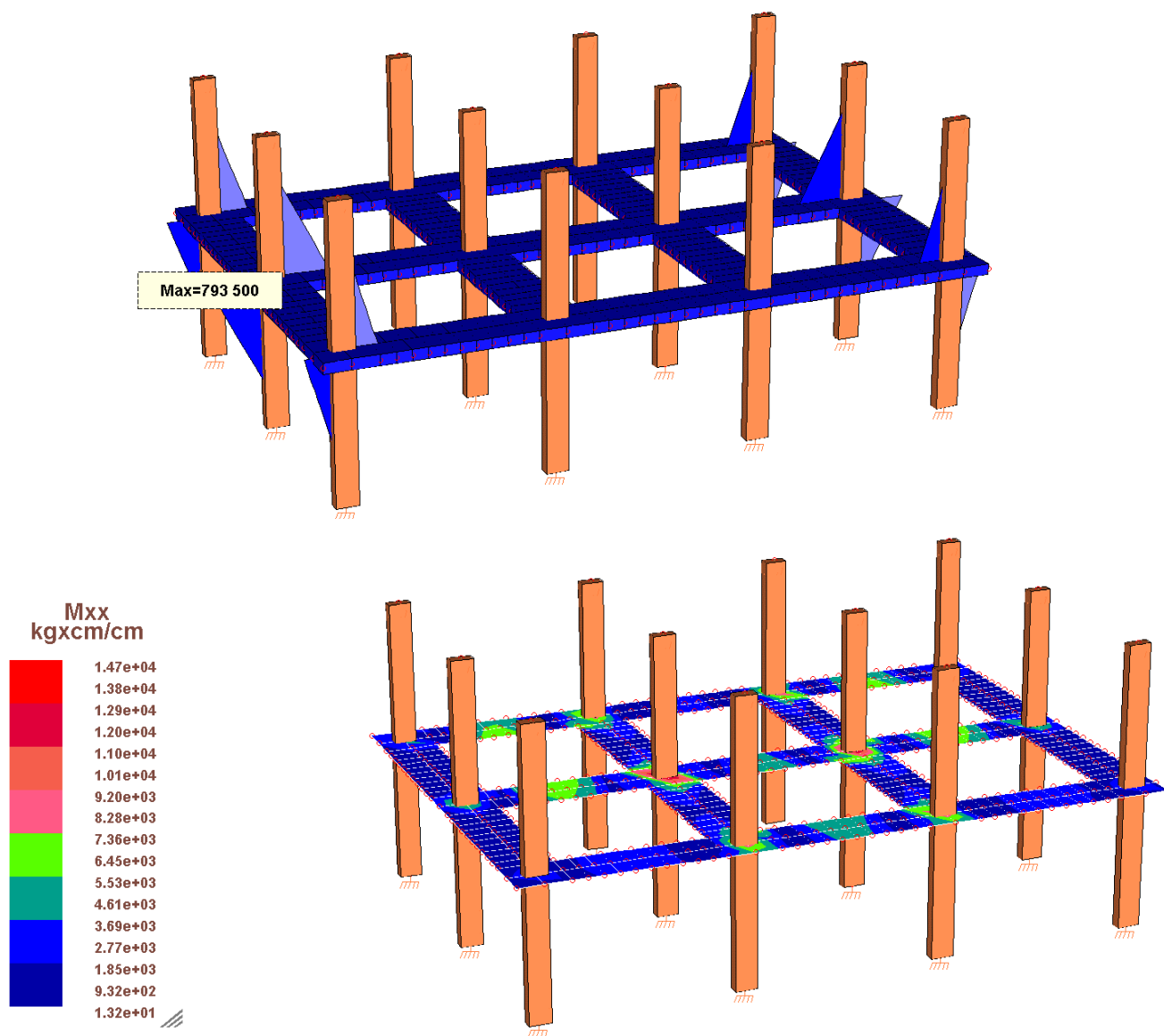
SOLLECITAZIONI SOLAIO



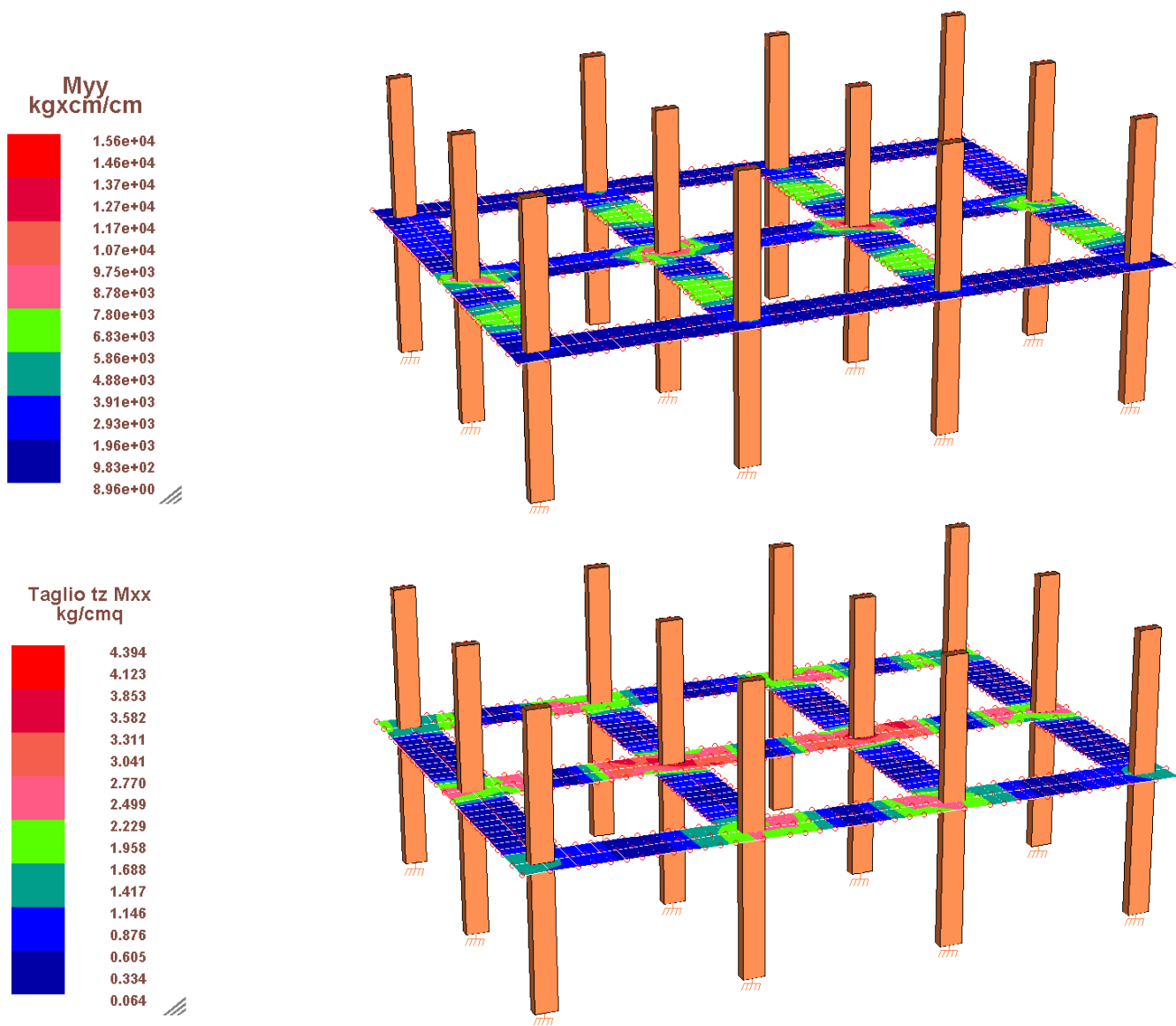
**ALLEGATO ANALISI E MODELLAZIONI PIASTRA "A" - VULNERABILITÀ SISMICA §8 DM2018
PIASTRE "A" e "B" - OSPEDALE S. POLO - MONFALCONE**

ALLEGATO ANALISI E MODELLAZIONI PIASTRA "A" - VULNERABILITÀ SISMICA §8 DM2018
PIASTRE "A" e "B" - OSPEDALE S. POLO - MONFALCONE

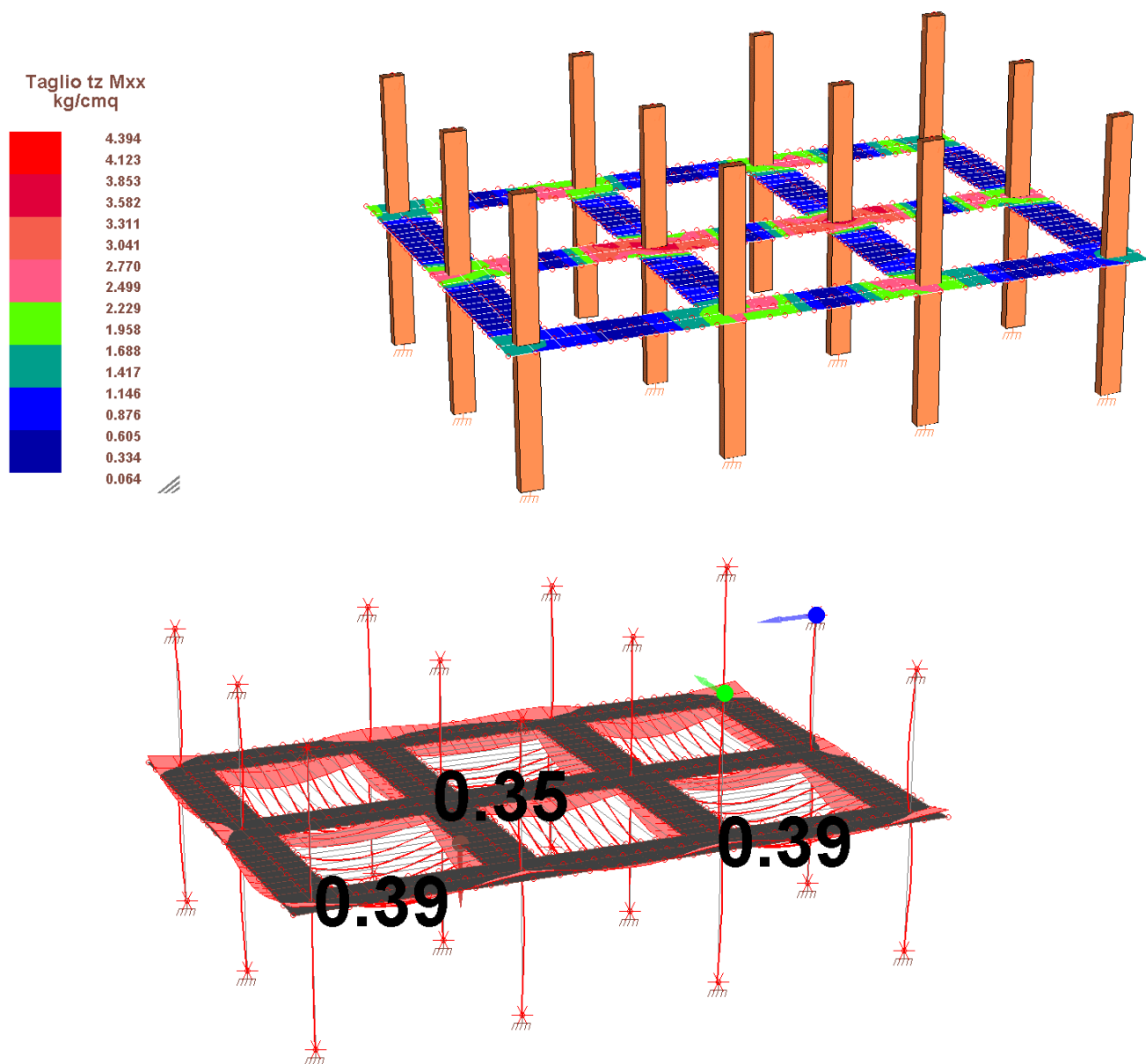
SOLLECITAZIONI TRAVI/GUSCI SENZA RIDISTRIBUZIONE DEI MOMENTI



ALLEGATO ANALISI E MODELLAZIONI PIASTRA "A" - VULNERABILITÀ SISMICA §8 DM2018
PIASTRE "A" e "B" - OSPEDALE S. POLO - MONFALCONE



ALLEGATO ANALISI E MODELLAZIONI PIASTRA "A" - VULNERABILITÀ SISMICA §8 DM2018
PIASTRE "A" e "B" - OSPEDALE S. POLO - MONFALCONE



Verifica a flessione SLU

Armatura superiore rilevata all'appoggio: $5\varnothing 20 + 8\varnothing 14 = 28 \text{ cm}^2$

ALLEGATO ANALISI E MODELLAZIONI PIASTRA "A" - VULNERABILITÀ SISMICA §8 DM2018
PIASTRE "A" e "B" - OSPEDALE S. POLO - MONFALCONE

Verifica C.A. S.L.U. - File:

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008

Titolo: momento negativo massimo senza ridistribuzione

N° strati barre 1 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	28	1	28	2,5

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 0 kN
M_{xEd} -156 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} -235,9 kN m

σ_c -14,17 N/mm²
σ_s 391,3 N/mm²
ε_c 3,5 ‰
ε_s 5,846 ‰
d 25,5 cm
x 9,55 x/d 0,3745
δ 0,9081

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 N/mm²
E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0,8
ε_{syd} 1,957 ‰ σ_{c,adm} 9,75 N/mm²
σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 0,6
τ_{c1} 1,829

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

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

Precompresso

La verifica risulta soddisfatta.

Armatura inferiore rilevata in mezzeria: 7Ø20= 22 cm²

Verifica C.A. S.L.U. - File: muro cavedio

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008

Titolo: momento negativo massimo senza ridistribuzione

N° strati barre 1 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	28	1	22	25,5

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 0 kN
M_{xEd} +63 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} 132,8 kN m

σ_c -12,47 N/mm²
σ_s 260,9 N/mm²
ε_c 3,5 ‰
ε_s 12,2 ‰
d 25,5 cm
x 5,684 x/d 0,2229
δ 0,7186

Materiali

AQ60 fcd/FC

ε_{su} 67,5 ‰ ε_{c2} 2 ‰
f_{yd} 260,9 N/mm² ε_{cu} 3,5 ‰
E_s 200.000 N/mm² f_{cd} 12,47 N/mm²
E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0,8
ε_{syd} 1,305 ‰ σ_{c,adm} 9,125 N/mm²
σ_{s,adm} 190 N/mm² τ_{co} 0,5667
τ_{c1} 1,757

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

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

Precompresso

La verifica risulta soddisfatta.

ALLEGATO ANALISI E MODELLAZIONI PIASTRA "A" - VULNERABILITÀ SISMICA §8 DM2018
PIASTRE "A" e "B" - OSPEDALE S. POLO - MONFALCONE

Verifica a taglio SLU

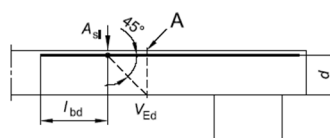
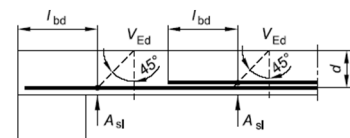
$$V_{Ed} = b_w \cdot h \cdot \tau = 1,40 \cdot 0,28 \cdot 439,4 = 172 \text{ kN}$$

DETERMINAZIONE DELLA RESISTENZA A TAGLIO DELLA SEZIONE			
ELEMENTI SENZA ARMATURE TRASVERSALI RESISTENTI A TAGLIO (EC2)			
V_{Ed}	172	kN	Taglio sollecitante a Stato Limite Ultimo ($V_{d,xv}$)
N_{Ed}	0	kN	azione assiale sollecitante allo stato limite ultimo
MATERIALI			
f_{ck}	22,3	N/mm ²	resistenza caratteristica cilindrica a compressione cls a 28 gg.
γ_c	1,5		coefficiente di sicurezza parziale per il calcestruzzo
f_{ywd}	257	N/mm ²	resistenza di calcolo dell'acciaio
$v_1 = v$	0,5		riduzione di resistenza delle bielle compresse
α_{cw}	1		6.2.3(3)-EC2; >1 se c'è tensione di compressione nella sezione
SEZIONE TRASVERSALE			
h	0,28	m	altezza della sezione trasversale di calcestruzzo
b_w	1,40	m	larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo
c	2,5	cm	copriferro
d	0,255	m	altezza utile della sezione
z	0,230	m	braccio delle forze interne
ARMATURA TESA			
A_{sl}	28	cm ²	armatura tesa presente
k_1	0,15		valore utilizzato solo se $N_{Ed} > 0$
RESISTENZA A TAGLIO OFFERTA DAL CALCESTRUZZO TESO			
$k = 1 + \sqrt{(200/d)}$ with d in mm =	1,8856	$\begin{cases} \leq 2 & \text{OK} \\ > 1 & \text{OK} \end{cases}$	
$\rho = A_{sl}/(b_w \cdot d) =$	0,0078	$< 0,02$	OK
σ_{cp}	0,00	N/mm ²	
$(100 \cdot \rho \cdot f_{ck})^{1/3} =$	2,596	N/mm ²	effetto spinotto
v_{min}	0,428	kN	
$v_{Rd,c} = [0,18 \gamma_c \cdot k \cdot (100 \cdot \rho \cdot f_{ck})^{1/3} + k_1 \cdot \sigma_{cp}] =$	0,59	N/mm ²	
$V_{Rd,min} = [v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d =$	152,78	kN	resistenza minima del calcestruzzo teso
	1,13		Indice di resistenza
$V_{Rd,c} = [0,18 \gamma_c \cdot k \cdot (100 \cdot \rho \cdot f_{ck})^{1/3} + k_1 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d =$	209,68	kN	resistenza a taglio offerta dal calcestruzzo teso
V_{Rd}	209,68		Resistenza a taglio offerta dal calcestruzzo teso
	0,82		Indice di resistenza
$V_{Rd,c} > V_{Ed}$			

figura 6.3 Definizione di A_{sl} nella espressione (6.2)

Legenda

A Sezione considerata

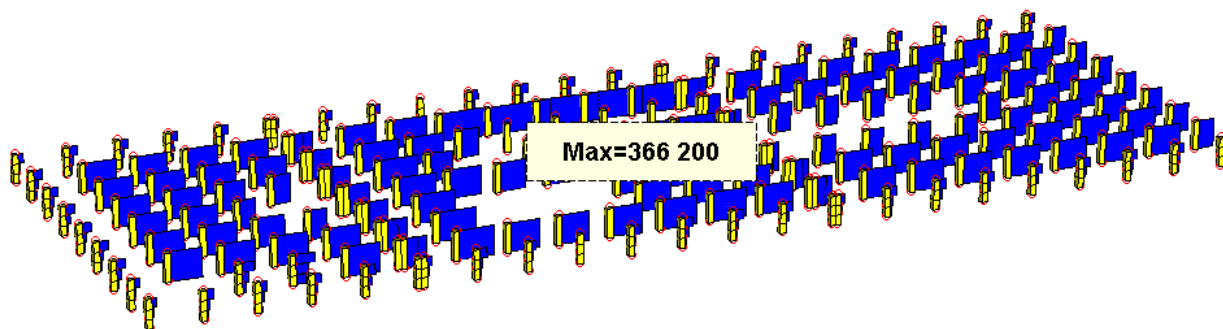


ALLEGATO ANALISI E MODELLAZIONI PIASTRA "A" - VULNERABILITÀ SISMICA §8 DM2018
PIASTRE "A" e "B" - OSPEDALE S. POLO - MONFALCONE

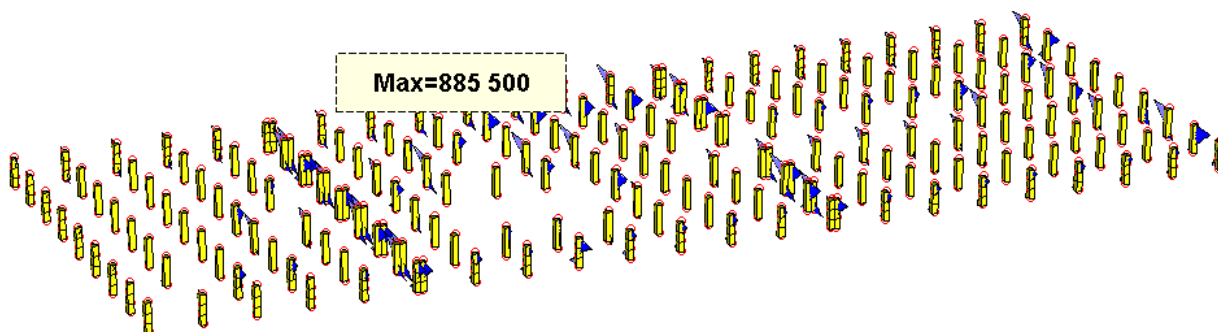
4.1.2. Valutazione pilastri

PILASTRI 60X60 piano interrato

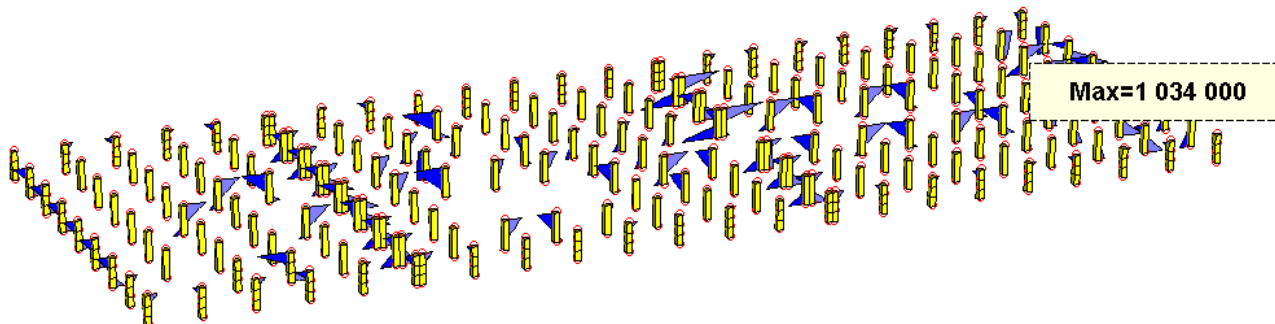
N (daN)



My (daNcm)



Mz (daNcm)



ALLEGATO ANALISI E MODELLAZIONI PIASTRA "A" - VULNERABILITÀ SISMICA §8 DM2018
PIASTRE "A" e "B" - OSPEDALE S. POLO - MONFALCONE

Verifica C.A. S.L.U. - File: 60x60

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008

Titolo:

N° Vertici: 4 Zoom N° barre: 8 Zoom

N°	x [cm]	y [cm]
1	-30	-30
2	-30	30
3	30	30
4	30	-30

N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	3.8	-25	-25
2	3.8	-25	0
3	3.8	-25	25
4	3.8	0	25
5	3.8	25	25
6	3.8	25	0
7	3.8	25	-25
8	3.8	0	-25

Sollecitazioni: S.L.U. Metodo n

N_{Ed}: 3662 kN
M_{Ed}: 104 kNm
M_{yEd}: 89 kNm

Materiali: AQ50-60 Rcm 290

ϵ_{su} : 67.5 ‰ ϵ_{c2} : 2 ‰
 f_{yd} : 257.4 N/mm² ϵ_{cu} : 3.5 ‰
 E_s : 200.000 N/mm² f_{cd} : 12.64 N/mm²
 E_s/E_c : 15 f_{cc}/f_{cd} : 0.8
 ϵ_{syd} : 1.287 ‰ $\sigma_{c,adm}$: 8.97 N/mm²
 $\sigma_{s,adm}$: 185 N/mm² τ_{co} : 0.5584
 τ_{c1} : 1.739

Tipo rottura: Lato calcestruzzo - Acciaio elastico

M_{xRd}: 244.5 kNm
M_{yRd}: 216.8 kNm
 σ_c : -12.64 N/mm²
 σ_s : 129.9 N/mm²
 ϵ_c : 3.5 ‰
 ϵ_s : 0.6495 ‰
d: 77.68 cm
x: 65.52 cm x/d: 0.8435
 δ : 1

Tipo Sezione: Rettang. re Trapezi a T Circolare Rettangoli Coord.

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

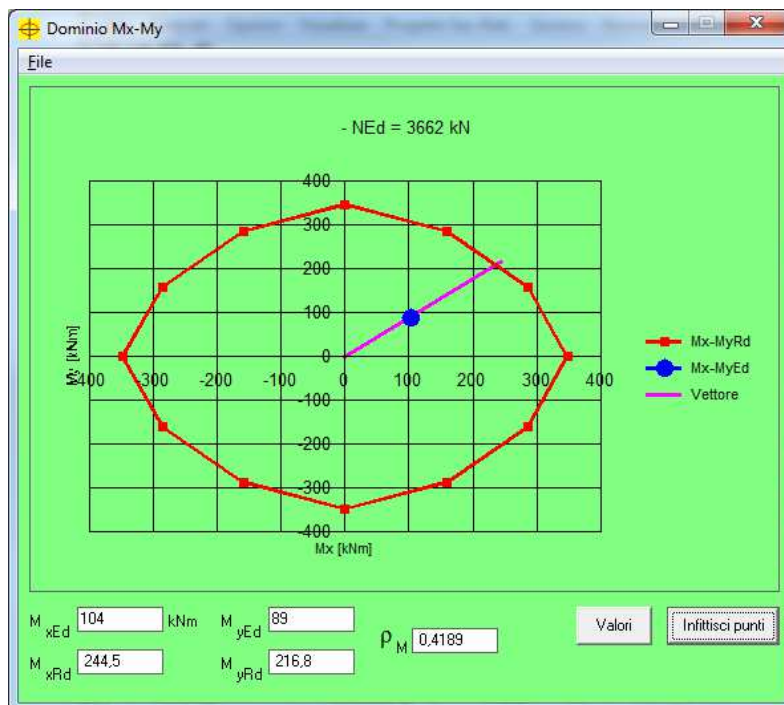
Tipo flessione: Retta Deviata

N° rett.: 100

Calcola MRd Dominio Mx-My

angolo asse neutro θ° : 318

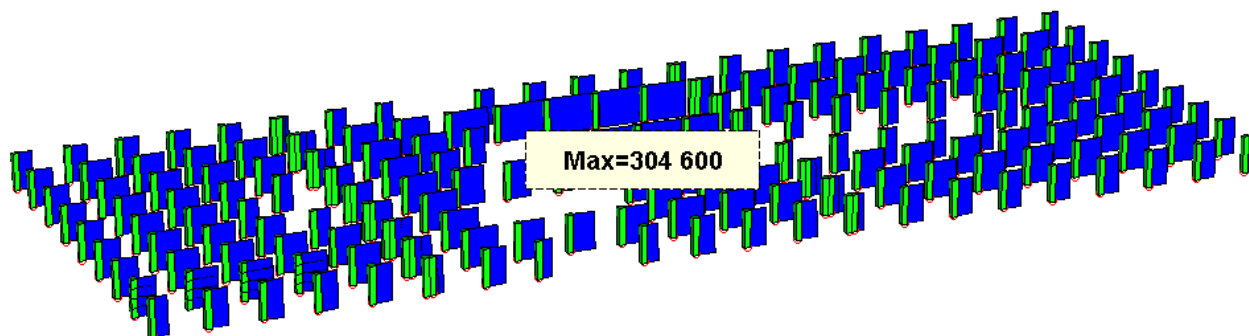
☐ Precompresso



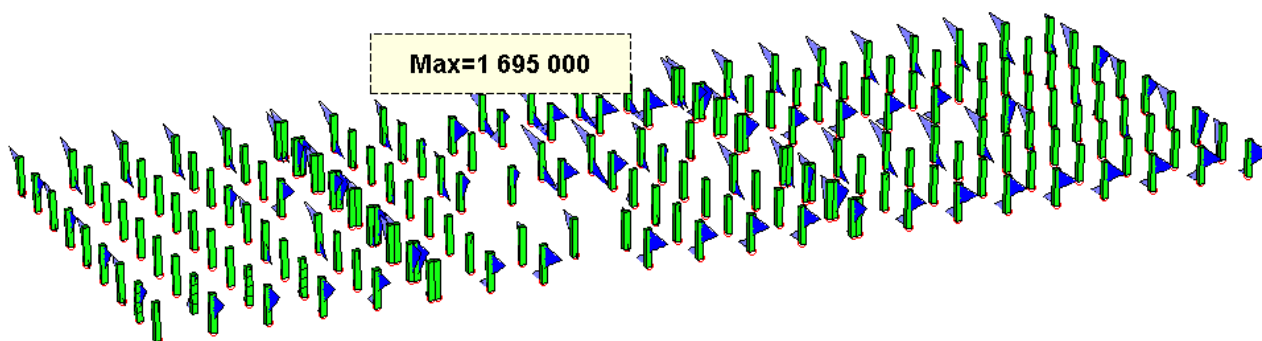
ALLEGATO ANALISI E MODELLAZIONI PIASTRA "A" - VULNERABILITÀ SISMICA §8 DM2018
PIASTRE "A" e "B" - OSPEDALE S. POLO - MONFALCONE

PILASTRI ad "H" 60X60 piano terra

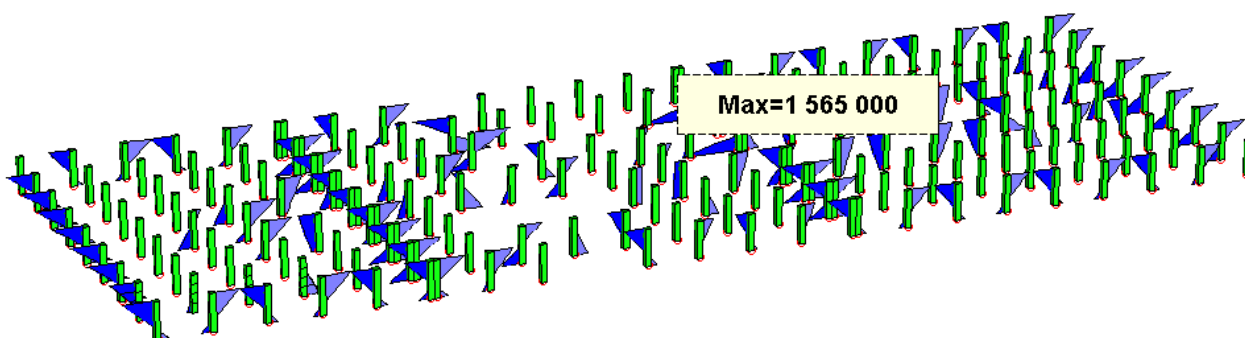
N (daN)



My (daNcm)



Mz (daNcm)



ALLEGATO ANALISI E MODELLAZIONI PIASTRA "A" - VULNERABILITÀ SISMICA §8 DM2018
PIASTRE "A" e "B" - OSPEDALE S. POLO - MONFALCONE

Verifica C.A. S.L.U. - File: 160x60

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008

TITOLO :

N° Vertici 12 Zoom N° barre 12 Zoom

N°	x [cm]	y [cm]
1	-30	-30
2	-30	-10
3	-15	-10
4	-15	10
5	-30	10
6	-30	30

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 3046 0 kN
M_{xEd} 170 0 kNm
M_{yEd} 157 0 kNm

Materiali AQ50-60 Rcm 290

ϵ_{su} 67.5 ‰ ϵ_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 257.4 N/mm² ϵ_{cu} 3.5 ‰
 E_s 200.000 N/mm² f_{cd} 12.64 N/mm²
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8 [?] ϵ_{syd} 1.287 ‰
 $\sigma_{s,adm}$ 185 N/mm² $\sigma_{c,adm}$ 8.97 N/mm²
 τ_{co} 0.5584 τ_{c1} 1.739

Lato calcestruzzo - Acciaio elastico

Tipo rottura

M_{xRd} 194.7 kNm
M_{yRd} 180.6 kNm
 σ_c -12.64 N/mm²
 σ_s 135.8 N/mm²
 ϵ_c 3.5 ‰
 ϵ_s 0.6788 ‰
d 77.36 cm
x 64.79 x/d 0.8376
 δ 1

Tipo Sezione
☐ Rettan.re ☐ Trapezi
☐ a T ☐ Circolare
☐ Rettangoli ☒ Coord.

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

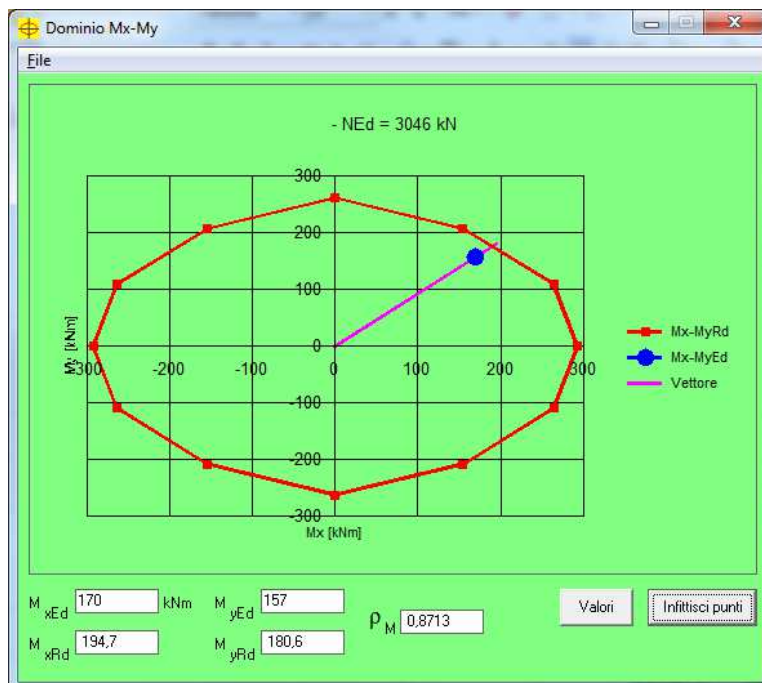
Tipo flessione
☐ Retta ☒ Deviata

N° rett. 100

Calcola MRd Dominio Mx-My

angolo asse neutro θ° 309

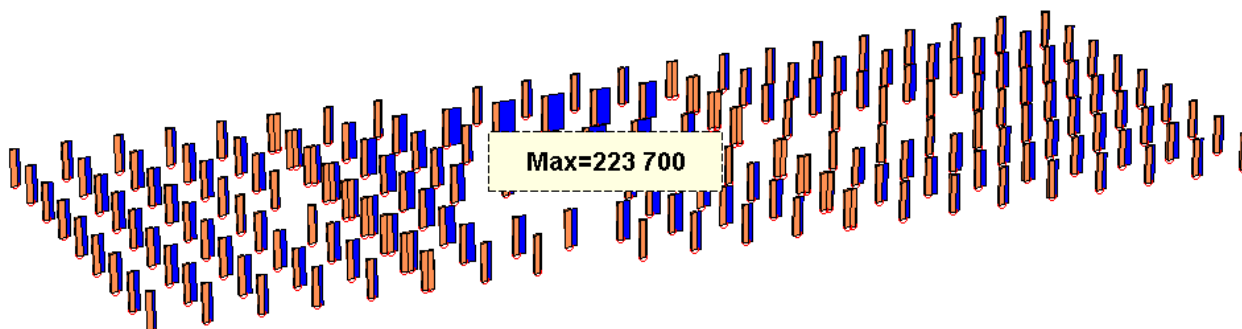
☐ Precompresso



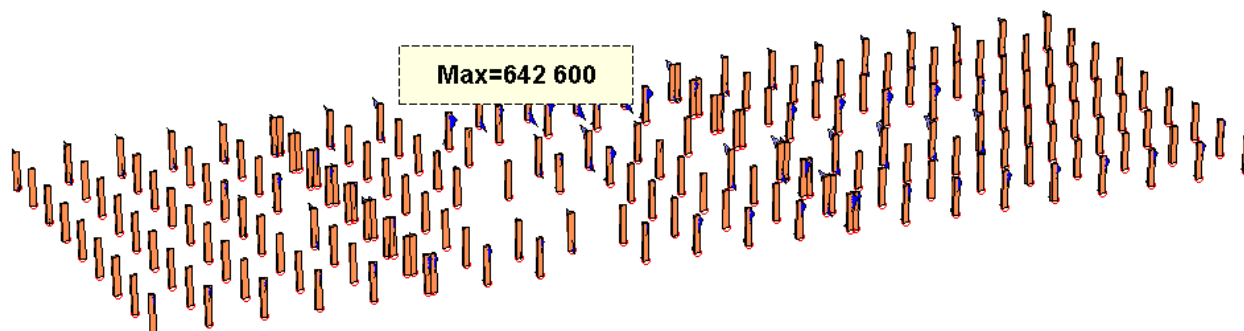
ALLEGATO ANALISI E MODELLAZIONI PIASTRA "A" - VULNERABILITÀ SISMICA §8 DM2018
PIASTRE "A" e "B" - OSPEDALE S. POLO - MONFALCONE

PILASTRI 30X60 primo piano

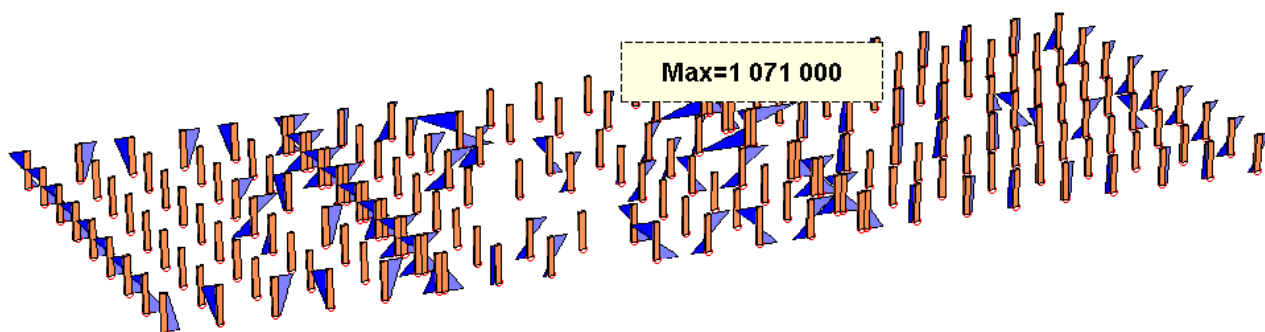
N (daN)



My (daNcm)



Mz (daNcm)



ALLEGATO ANALISI E MODELLAZIONI PIASTRA "A" - VULNERABILITÀ SISMICA §8 DM2018
PIASTRE "A" e "B" - OSPEDALE S. POLO - MONFALCONE

Verifica C.A. S.L.U. - File: 60x30

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008

TITOLO :

N° Vertici 4 Zoom N° barre 12 Zoom

N°	x [cm]	y [cm]
1	-15	-30
2	-15	30
3	15	30
4	15	-30

Sollecitazioni

S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 2237 0 kN
M_{xEd} 107 0 kNm
M_{yEd} 64 0

Materiali

AQ50-60 Rcm 290

ϵ_{su} 67,5 ‰ ϵ_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 257,4 N/mm² ϵ_{cu} 3,5 ‰
 E_s 200.000 N/mm² f_{cd} 12,64 ‰
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0,8
 ϵ_{syd} 1,287 ‰ $\sigma_{c,adm}$ 8,97
 $\sigma_{s,adm}$ 185 N/mm² τ_{co} 0,5584
 τ_{c1} 1,739

N° Tipo rottura

Lato calcestruzzo - Acciaio elastico

M_{xRd} 104,2 kN m
M_{yRd} 64,06 kN m
 σ_c -12,64 N/mm²
 σ_s 56,28 N/mm²
 ϵ_c 3,5 ‰
 ϵ_s 0,2814 ‰
d 44,5 cm
x 41,19 x/d 0,9256
 δ 1

Tipo Sezione

☐ Rettan.re ☐ Trapezi
☐ a T ☐ Circolare
☐ Rettangoli ☒ Coord.

Metodo di calcolo

☒ S.L.U. + ☐ S.L.U. -
☐ Metodo n

Tipo flessione

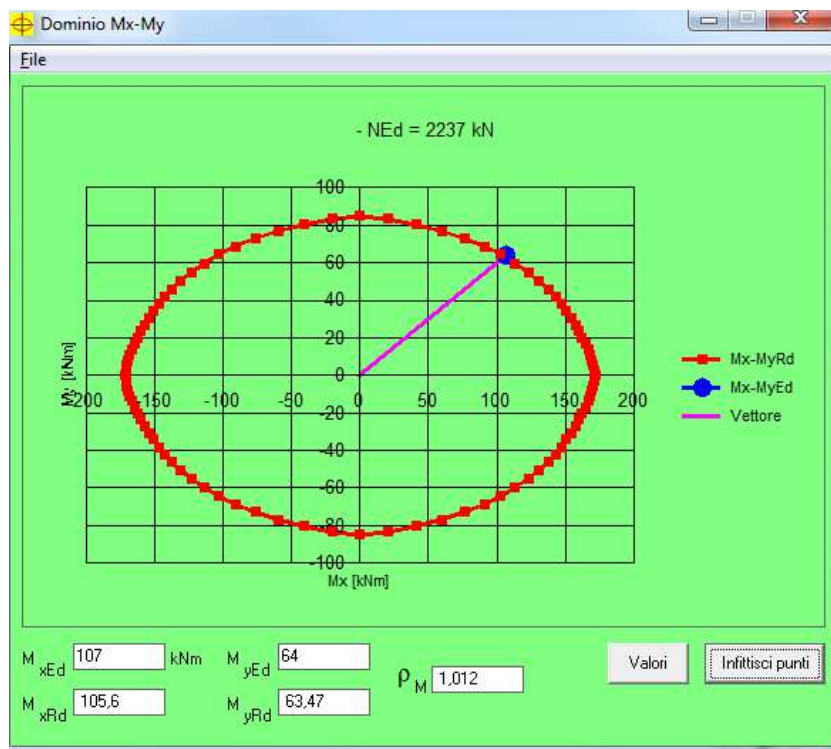
☐ Retta ☒ Deviata

N° rett. 100

Calcola MRd Dominio Mx-My

angolo asse neutro θ° 113,43

☐ Precompresso



ALLEGATO ANALISI E MODELLAZIONI PIASTRA “A” - VULNERABILITÀ SISMICA §8 DM2018
PIASTRE “A” e “B” - OSPEDALE S. POLO - MONFALCONE

4.2. Muratura cavedio interrato

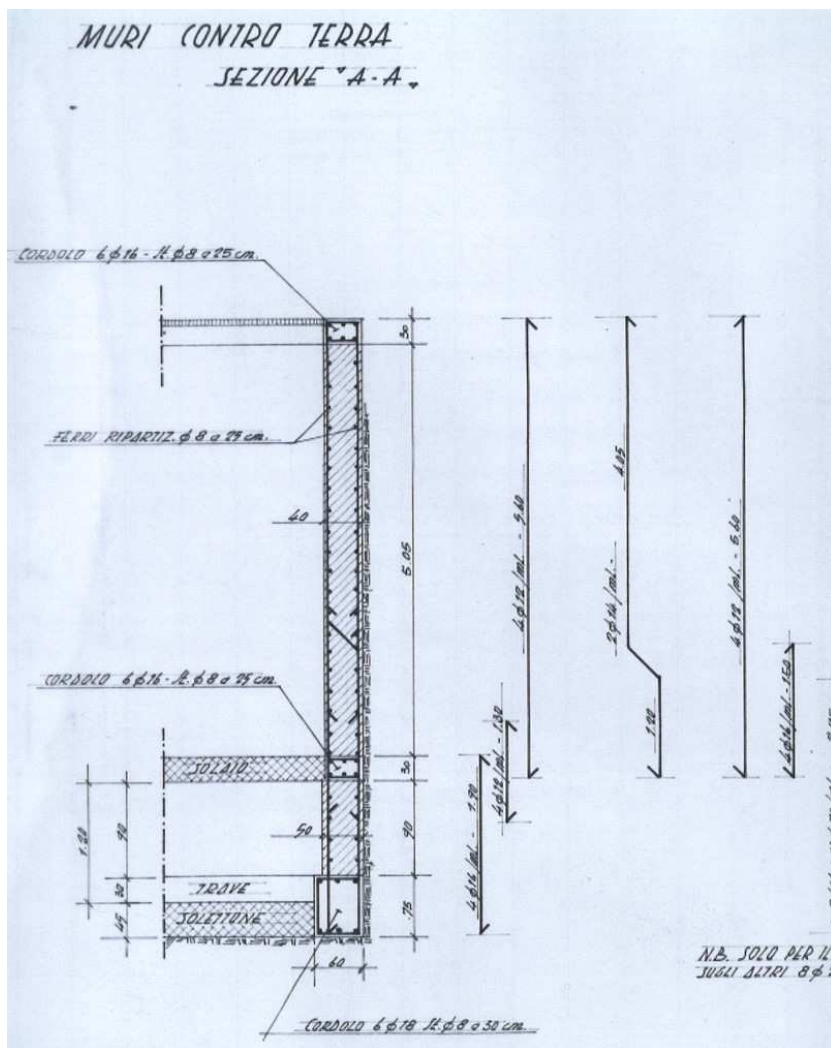


Figura – Piastra “B” da disegno di progetto originale del 7.1.1975

Da un rilievo *in situ* si evince che nella peggiore delle ipotesi il fronte di spinta del terreno sul cavedio non supera i 3,00 m di altezza.

ALLEGATO ANALISI E MODELLAZIONI PIASTRA "A" - VULNERABILITÀ SISMICA §8 DM2018
PIASTRE "A" e "B" - OSPEDALE S. POLO - MONFALCONE

Muro/Spalla - Unità di misura [kN, m] - File:

File Armature Impostazioni Normativa: NTC 2008 ?

Titolo: muro cavedio

Altezza paraghiaia (m) h1 0 Angolo attrito interno ϕ^o 30
 Spessore paraghiaia (m) s1 0 Ang. attrito terra-muro δ^o 20
 Inclinazione parete (%) i 0 Ang. attrito fondazione ϕ_f^o 30
 Altezza parete (m) h2 3.9 Peso spec. terre [kN/m3] γ_t 19
 Spessore in testa (m) s2 0.4 Peso spec. muro [kN/m3] γ_m 25
 Spessore alla base (m) s3 0.4 Dati Sisma K_v 0.0254 K_h 0.0509
 Altezza fondazione (m) h3 0.45 N° lati terreno 1
 Sbalzo fond. contro terra L1 0
 Larghezza totale fond. L2 2

Impalcato
 Ni 0 dN 0
 Vi 0 kN

Zoom

Calcolo Visualizza

Parete
 St 42.96 kN
 Sq 3.479 kN
 Ss 6.312 kN
 Si 1.985 kN
 M 66.83 kNm
 N 58.03 kN
 V 51.56 kN
 72

Ribaltamento
 St 58.79
 Sq 5.820
 Ss 0
 Si 0
 Mr 47.80
 Ms 83.43
 Ms/Mr 1.745

Sbalzi Fondazione
 M valle 78.93
 M monte 0
 $\sigma_{t, valle}$ 0.08427 MPa
 $\sigma_{t, monte}$ 0
 % comp. 50.63

Lato 1	Lungh.	Distivello	q
5	0	3	

La verifica a scorrimento appare superflua.

Armature e Verifiche

Distanza fra le sezioni 1 m f_{yd} 257 N/mm²
 Copriferro 3 cm E_s/E_c 15

Ricalcola

PARETE (d=distanza sezione da base paraghiaia)

d [m]	M [kNm]	N [kN]	V [kN]	As [cm ²]	sig c [MPa]	tau c [MPa]
3.9	66.83	58.03	51.56	6.49	5.21	0.15
2.9	28.45	39.97	29.59	2.36	3.34	0.09
1.9	8.538	24.10	13.66	0.44	1.91	0.04
0.9000001	1.069	10.43	3.757	0.00	0.07	0.01

SUOLA A VALLE (d=distanza sezione da filo parete, As positiva per armatura inferiore)

d [m]	M [kNm]	V [kN]	As [cm ²]	sig c [MPa]	tau c [MPa]
0	78.93	67.33	7.86	4.57	0.18
1	13.14	43.81	1.26	1.70	0.12

SUOLA A MONTE (d=distanza sezione da filo parete, As positiva per armatura superiore)

d [m]	M [kNm]	V [kN]	As [cm ²]	sig c [MPa]	tau c [MPa]
-------	---------	--------	-----------------------	-------------	-------------

$A_{NEC\ PAR} = 6,49 \text{ cm}^2 < A_{PRESENTE}$ (vedi figura).
La verifica è soddisfatta.

ALLEGATO ANALISI E MODELLAZIONI PIASTRA "A" - VULNERABILITÀ SISMICA §8 DM2018
PIASTRE "A" e "B" - OSPEDALE S. POLO - MONFALCONE

4.3. Risposta dinamica

Con riferimento all'analisi dinamica, si riportano i prospetti riassuntivi dei modi principali e della percentuale di massa totale attivata.

PROSPETTO RIASSUNTIVO MODI PRINCIPALI

Periodo principale	T1	Massa	Massa %	Modo	Note
Direzione X	+3.36e-01	+6.03e+03	24	9	-eY
Direzione Y	+1.00e+00	+8.41e+03	34	1	+eX
Direzione Z	+1.02e-01	+1.96e+03	8	78	+eX
Rotazione Z	+7.24e-01	+2.11e+10	26	4	+eX

**PROSPETTO RIASSUNTIVO MASSE ECCITATE
PER QUOTA Z MAGGIORE DI :0.00**

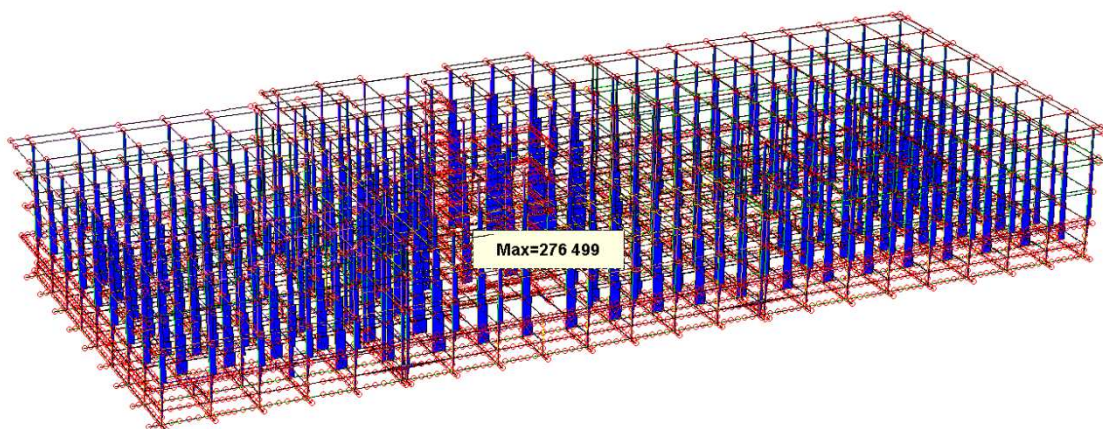
Analisi	Direz.X	%	Direz.Y	%	Direz. Z	%	Rotaz. Z	%
+eX	+2.10e+04	86	+2.32e+04	95	+2.24e+04	92	+6.64e+10	84
-eX	+2.11e+04	86	+2.32e+04	95	+2.24e+04	92	+6.65e+10	85
+eY	+2.10e+04	86	+2.32e+04	95	+2.24e+04	92	+6.65e+10	84
-eY	+2.10e+04	86	+2.32e+04	95	+2.24e+04	92	+6.67e+10	85

4.4. Verifiche per la capacità di accelerazione

4.4.1. Diagrammi di sollecitazione – $T_{RCLV} = 30$ anni

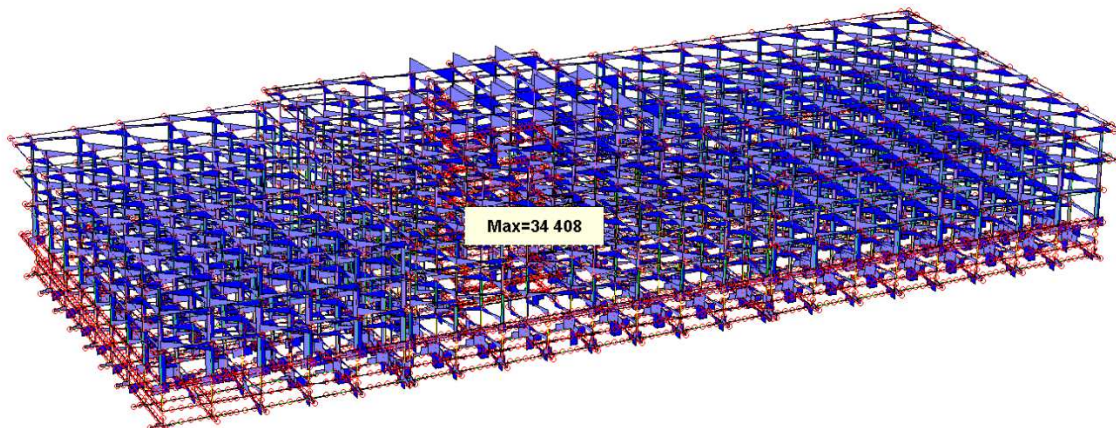
Si riportano di seguito i diagrammi di sollecitazione maggiormente significativi dell'azione sismica.

N (daN)

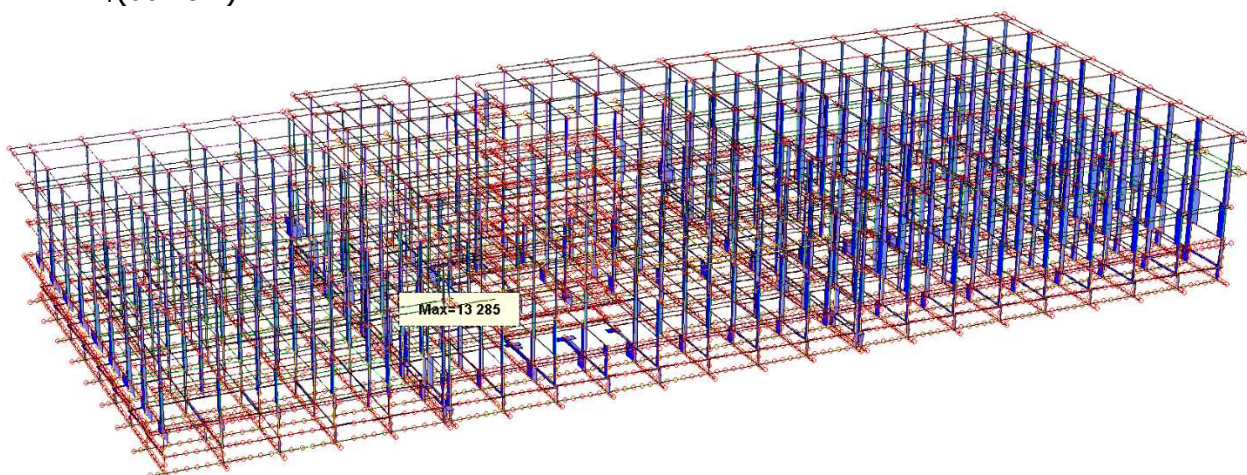


ALLEGATO ANALISI E MODELLAZIONI PIASTRA "A" - VULNERABILITÀ SISMICA §8 DM2018
PIASTRE "A" e "B" - OSPEDALE S. POLO - MONFALCONE

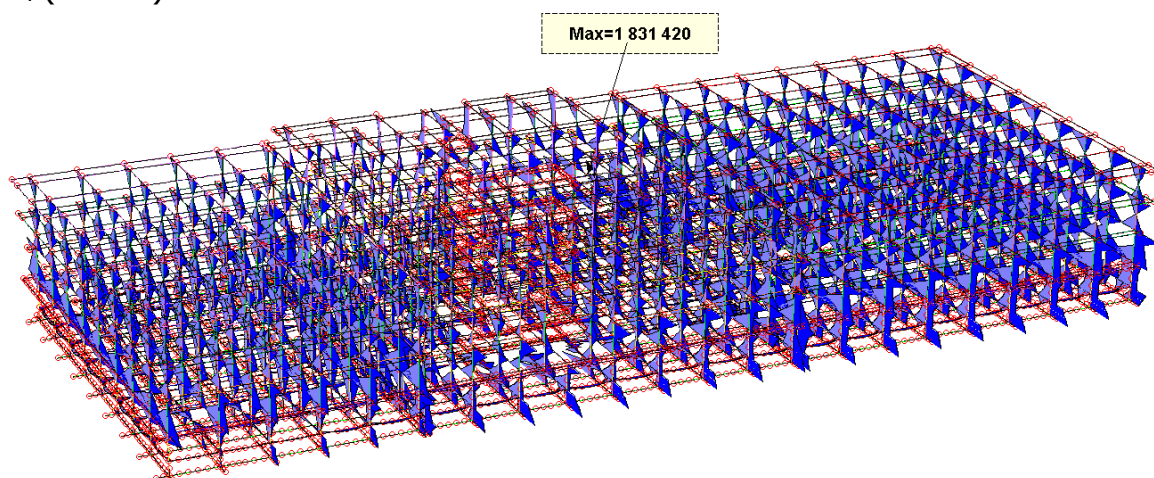
V_x (daN)



V_y (daNcm)

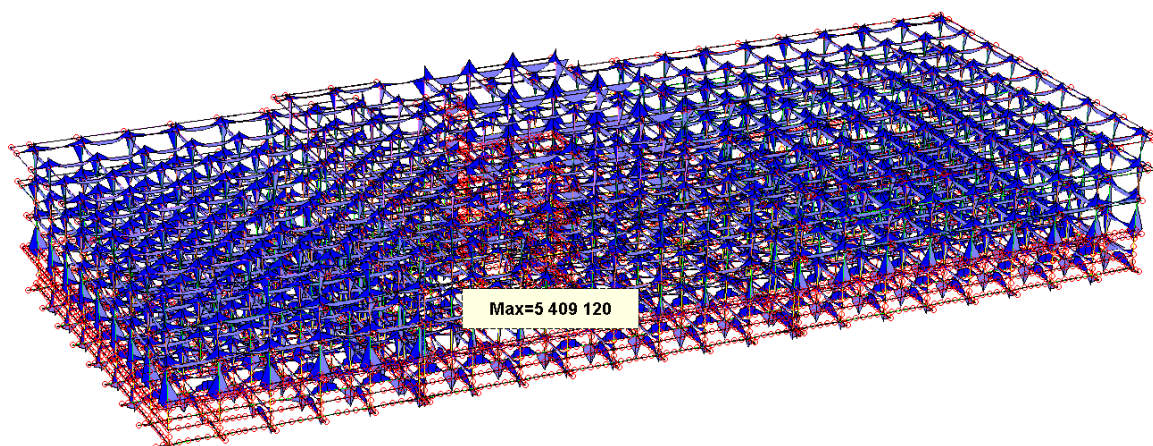


M_y (daNcm)



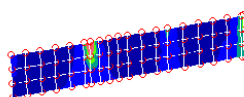
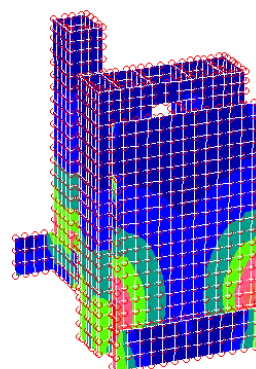
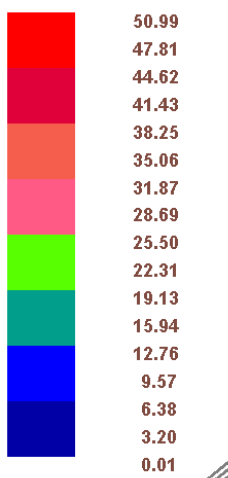
M_x (daNcm)

ALLEGATO ANALISI E MODELLAZIONI PIASTRA "A" - VULNERABILITÀ SISMICA §8 DM2018
PIASTRE "A" e "B" - OSPEDALE S. POLO - MONFALCONE



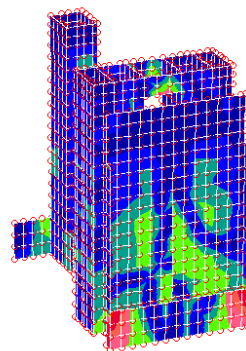
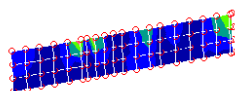
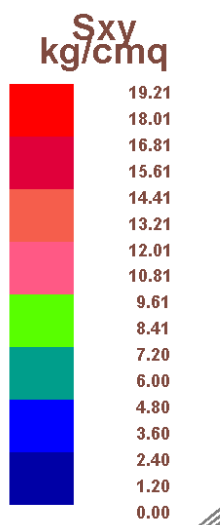
S_{yy} (daN;cm)

S_{yy}
kg/cmq

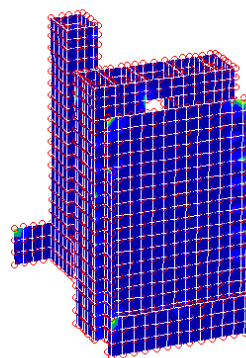
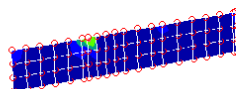
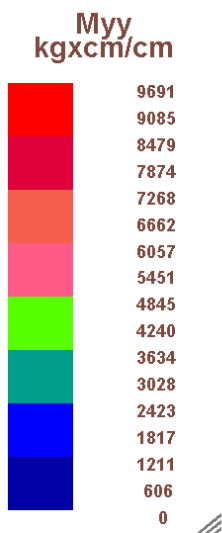


S_{xy} (daN;cm)

ALLEGATO ANALISI E MODELLAZIONI PIASTRA "A" - VULNERABILITÀ SISMICA §8 DM2018
PIASTRE "A" e "B" - OSPEDALE S. POLO - MONFALCONE

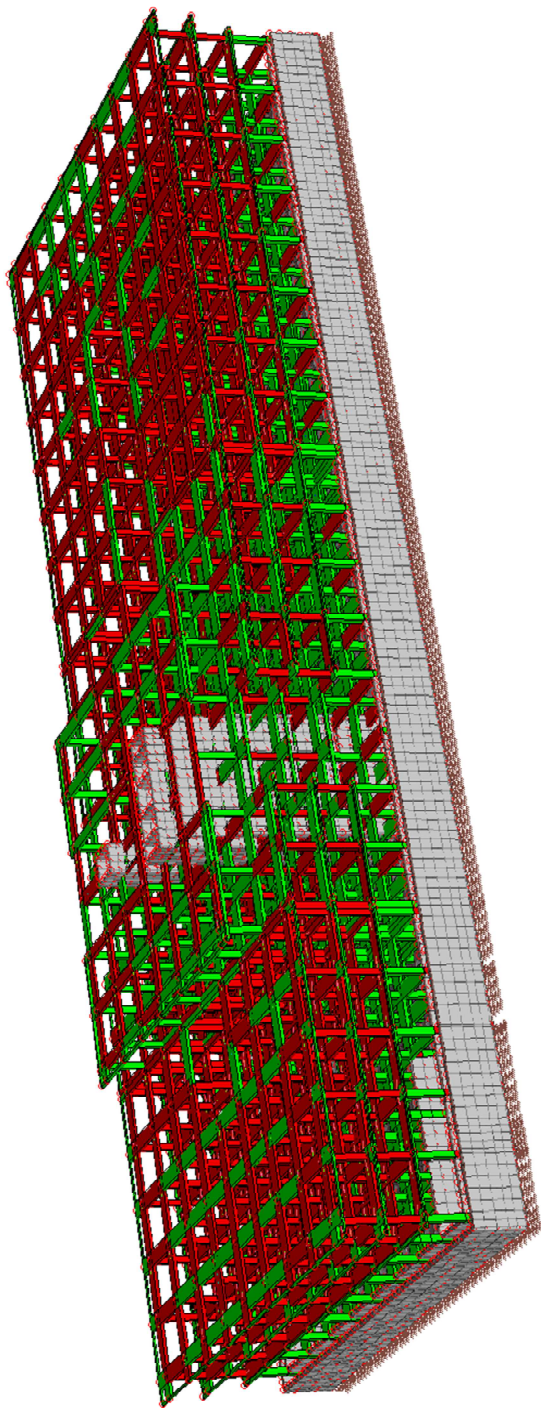


M_{yy} (daN;cm)

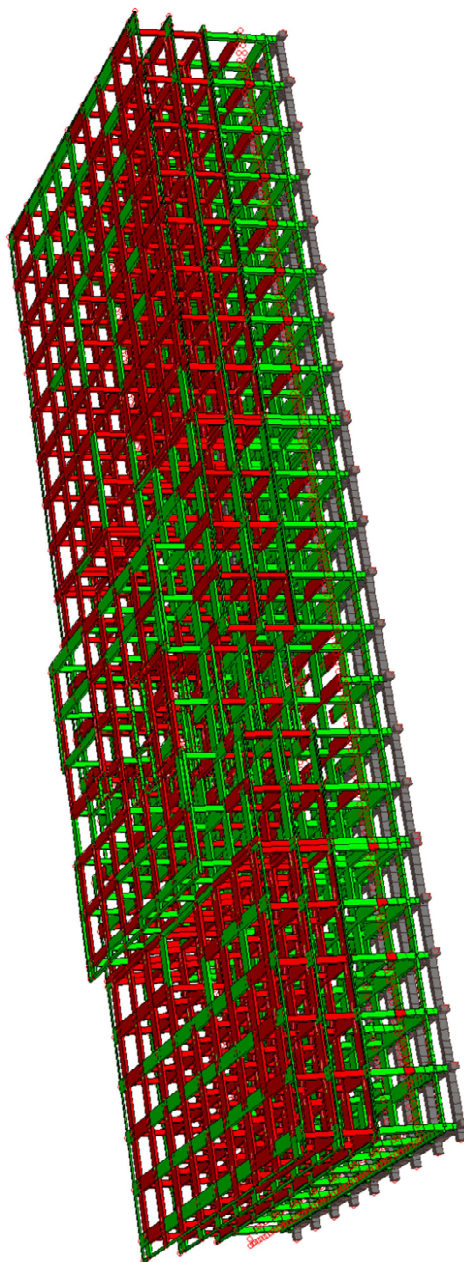


**ALLEGATO ANALISI E MODELLAZIONI PIASTRA "A" - VULNERABILITÀ SISMICA §8 DM2018
PIASTRE "A" e "B" - OSPEDALE S. POLO - MONFALCONE**

4.4.2. Diagrammi meccanismi duttili - $T_{RCLV} = 30$ anni



**ALLEGATO ANALISI E MODELLAZIONI PIASTRA "A" - VULNERABILITÀ SISMICA §8 DM2018
PIASTRE "A" e "B" - OSPEDALE S. POLO - MONFALCONE**



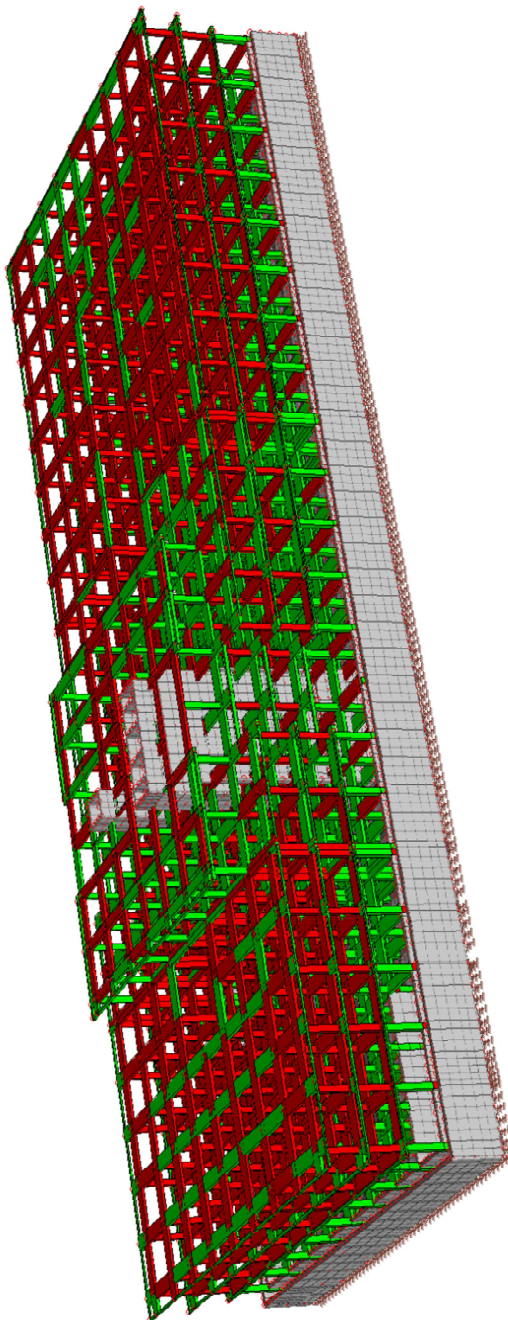
Ind. Resistenza
Pressofless.



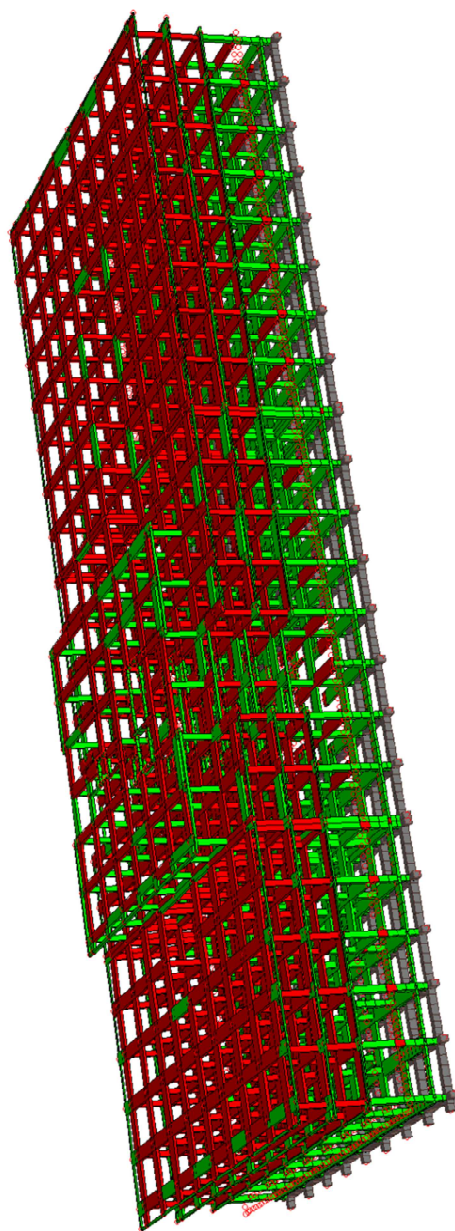
**ALLEGATO ANALISI E MODELLAZIONI PIASTRA "A" - VULNERABILITÀ SISMICA §8 DM2018
PIASTRE "A" e "B" - OSPEDALE S. POLO - MONFALCONE**

Le criticità sono concentrate quasi in tutte travi e nei pilastri meno "carichi" e di sezione minore.

4.4.3. Diagrammi meccanismi fragili - $T_{RCLV} = 30$ anni



ALLEGATO ANALISI E MODELLAZIONI PIASTRA "A" - VULNERABILITÀ SISMICA §8 DM2018
PIASTRE "A" e "B" - OSPEDALE S. POLO - MONFALCONE



Ind. Resistenza
Taglio-torsione

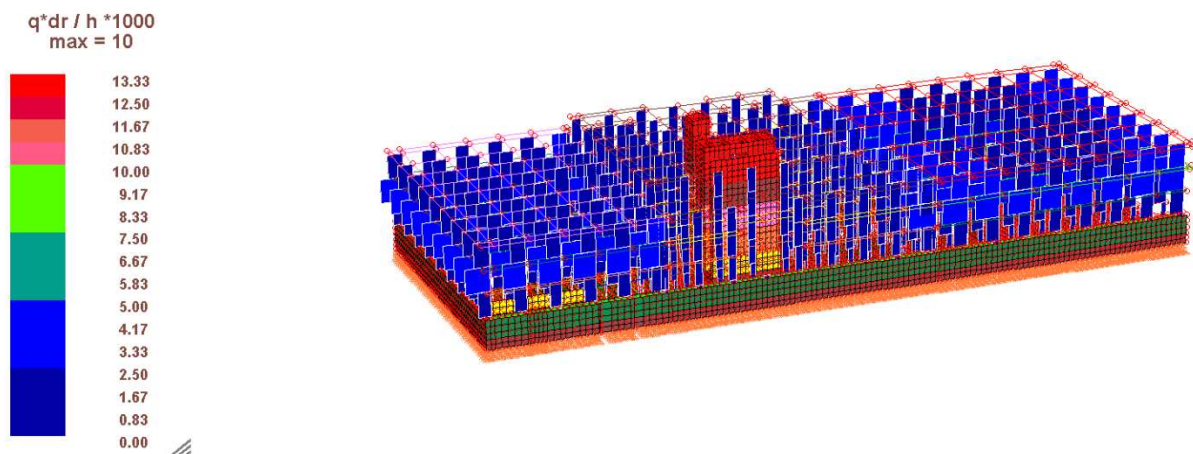
2.000
1.875
1.750
1.625
1.500
1.375
1.250
1.125
1.000
0.875
0.750
0.625
0.500
0.375
0.250
0.125
0.000



ALLEGATO ANALISI E MODELLAZIONI PIASTRA "A" - VULNERABILITÀ SISMICA §8 DM2018
PIASTRE "A" e "B" - OSPEDALE S. POLO - MONFALCONE

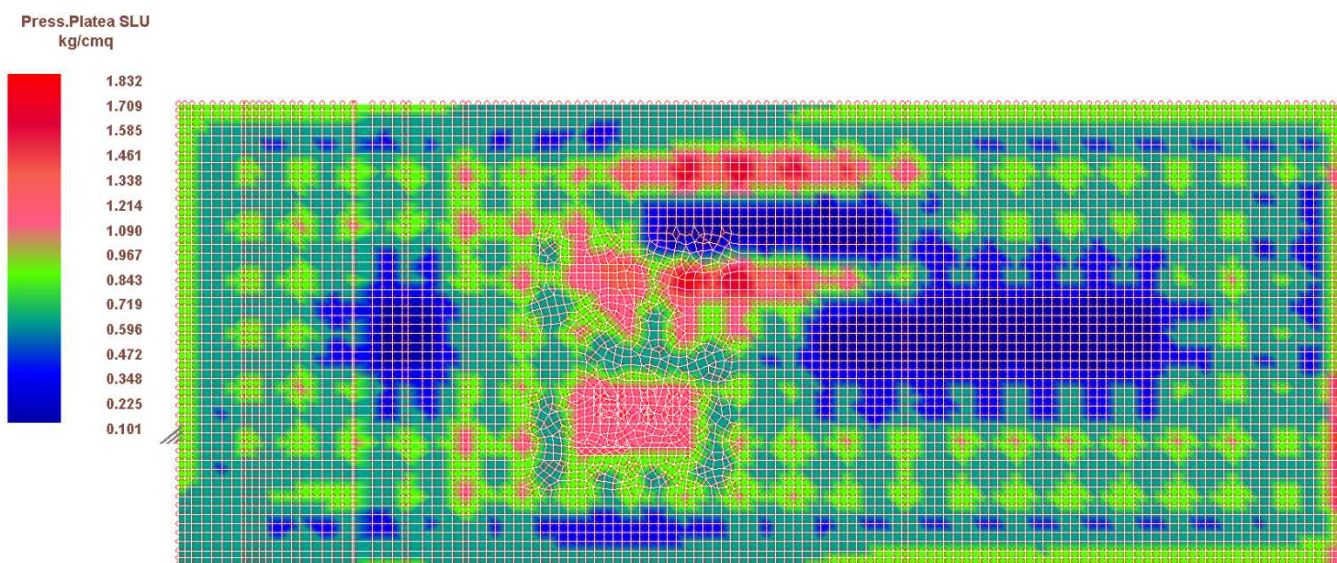
La verifica di resistenza dei meccanismi fragili mostra le più evidenti criticità concentrate negli elementi verticali di minore sezione e nelle travi soggette al taglio ciclico.

4.5. Deformazioni relative SLD - $T_{RCLV} = 101$ anni



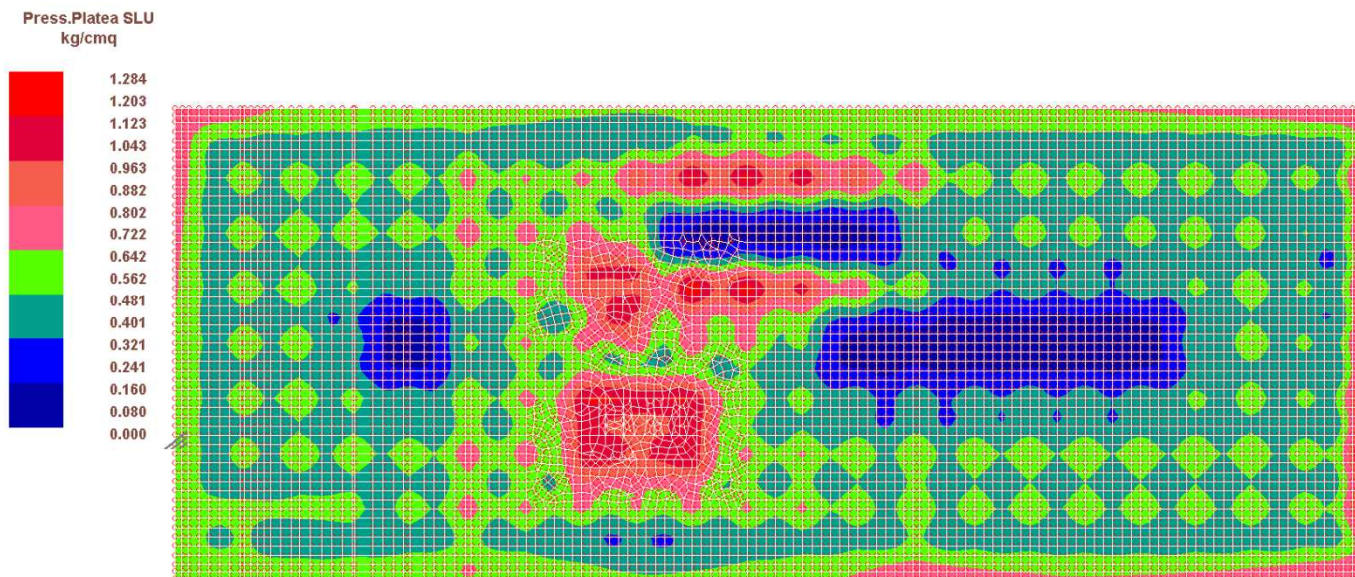
Danneggiabilità: 0,01h

4.6. Reazioni del terreno



Corpo A – Pressioni massime sul terreno in Condizioni Statiche

ALLEGATO ANALISI E MODELLAZIONI PIASTRA "A" - VULNERABILITÀ SISMICA §8 DM2018
PIASTRE "A" e "B" - OSPEDALE S. POLO - MONFALCONE



Corpo A – Pressioni massime sul terreno in Prospettiva Sismica

Il metodo di calcolo della capacità portante della platea si veda l'allegato
RELAZIONE ANALISI E MODELLAZIONI PIASTRA "B".

ALLEGATO ANALISI E MODELLAZIONI PIASTRA "A" - VULNERABILITÀ SISMICA §8 DM2018
PIASTRE "A" e "B" - OSPEDALE S. POLO - MONFALCONE

4.7. Indicatori di vulnerabilità sismica

" DOMANDA " elementi "fragili e duttili"	Stato Limite	SLV		
	P _{VR}	10%		
	Cat. Suolo	B		
	Cat.Topografica	T1		
	S _S	1,2		
	S _T	1,000		
	V _N	50		
	C _U	2		
	V _R	100		
	q	1,5		
	a _g	0,178 g		accelerazione orizzontale massima attesa al sito cat. B (INGV)
	T _{RDLV}	9,5*V _R =	950,0 anni	periodo di ritorno per lo stato limite considerato
PGA _{DLV}	a _g *S _S *S _T =	0,214 g	accelerazione di "aggancio" al suolo per T=0	

" CAPACITA' " elementi fragili e duttili"	PGA _{CLV}	(a _{g,rid} *S)=	0,048 g	(accelerazione di "aggancio" al suolo per T=0)
	a _{g,rid}		0,040 g	
	V _{R,rid}		3,160	anni
	T _{RCLV}	9,5*V _{R,rid} =	30,0	anni
	V _{N,rid}		2	anni
	QUESTA VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA SIGNIFICA CHE L'EDIFICIO IN ESAME PUÒ ESSERE UTILIZZATO PER UN TEMPO CONVENZIONALE DI V _{N,rid} .			
TRASCORSO TALE PERIODO DOVRÀ ESSERE SOTTOPOSTO AD UNA NUOVA VERIFICA.				

INDICATORI DI RISCHIO	α _{UV(PGA)}	PGA _{CLV} /PGA _{DLV} =	0,22	indicatore del rischio in termini di accelerazione
	α _{UV(TR)}	[T _{RCLV} /T _{RDLV}] ^{0,41} =	0,24	indicatore del rischio in termini di tempo di ritorno
	T _{INT} (ANNI)	[T _{INT} C _U]/T _{RCLV} =	0,105	→ T _{INT} = 1,58