



PRESIDENZA DEL CONSIGLIO DEI MINISTRI  
 MESSA IN SICUREZZA DEL SISTEMA ACQUEDOTTISTICO  
 DEL PESCHIERA PER L'APPROVVIGIONAMENTO IDRICO  
 DI ROMA CAPITALE E DELL'AREA METROPOLITANA

IL COMMISSARIO STRAORDINARIO ING. PhD MASSIMO SESSA

SUB COMMISSARIO ING. MASSIMO PATERNOSTRO

**aceq**  
 acqua  
 ACEA ATO 2 SPA



**IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO**

Ing. PhD Alessia Delle Site

**SUPPORTO AL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO**

Dott. Avv. Vittorio Gennari

Sig.ra Claudia Iacobelli

Ing. Barnaba Paglia

**aceq**  
 Ingegneria  
 e servizi



**CONSULENTE**

Ing. Biagio Eramo

ELABORATO

A194PD R0108

COD. ATO2 APE10116

DATA APRILE 2023

SCALA

Progetto di sicurezza e ammodernamento  
 dell'approvvigionamento della città  
 metropolitana di Roma

"Messa in sicurezza e ammodernamento del sistema  
 idrico del Peschiera",

L.n.108/2021, ex DL n.77/2021 art. 44 Allegato IV

AGG. N.	DATA	NOTE	FIRMA
1	DIC-19	AGGIORNAMENTO PER SIA	
2	MAR-20	AGGIORNAMENTO ELABORATI	
3	LUG-20	AGGIORNAMENTO ELABORATI	
4	GEN-21	AGGIORNAMENTO PARERE CSLLPP VOTO DEL 14/10/2020	
5	SETT-21	AGGIORNAMENTO ELABORATI	
6	GIU-22	AGGIORNAMENTO ELABORATI	
7	OTT-22	AGGIORNAMENTO UVP	
8	APR-23	INTEGRAZIONI ED AGGIORNAMENTI IN AMBITO AUTORIZZATIVO	
9			
10			

**NUOVO TRONCO SUPERIORE ACQUEDOTTO  
 DEL PESCHIERA  
 dalle Sorgenti alla Centrale di Salisano**

CUP G33E17000400006

**PROGETTO DEFINITIVO**

**TEAM DI PROGETTAZIONE**

**CAPO PROGETTO**

Ing. Angelo Marchetti

**IDRAULICA**

Ing. Eugenio Benedini

**GEOLOGIA E IDROGEOLOGIA**

Geol. Stefano Tosti

**GEOTECNICA E STRUTTURE**

Ing. Angelo Marchetti

**ASPETTI AMBIENTALI**

Ing. Nicoletta Stracqualursi

**ATTIVITA' TECNICHE DI SUPPORTO**

Geom. Stefano Francisci

**ATTIVITA' PATRIMONIALI**

Geom. Fabio Pompei

**Hanno collaborato:**

Ing. Roberto Biagi

Ing. Claudio Lorusso

Ing. Marco Iannucci

Ing. Elonora Accorsi

Ing. Onorato D'Atria



**CALCOLI PRELIMINARI SULLE STRUTTURE**

**SORPASSO DEL NODO DI SALISANO**

**ALLEGATO 3**

## **INDICE**

<b>1</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>18</b>
<b>2</b>	<b>DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....</b>	<b>19</b>
	<b>2.1</b> <b>NORMATIVE, RACCOMANDAZIONI E LINEE GUIDA.....</b>	<b>19</b>
<b>3</b>	<b>DESCRIZIONE DELLE OPERE .....</b>	<b>23</b>
	<b>3.1</b> <b>NODO S.....</b>	<b>26</b>
	<b>3.2</b> <b>POZZO DI DISSIPAZIONE PZ2.....</b>	<b>27</b>
	<b>3.3</b> <b>NUOVO BIPARTITORE BIP .....</b>	<b>27</b>
	<b>3.4</b> <b>CANALE DI SCARICO BIPARTITORE .....</b>	<b>30</b>
	<b>3.5</b> <b>MANUFATTI DI COLLEGAMENTO AL PESCHIERA DESTRO .....</b>	<b>33</b>
<b>4</b>	<b>MATERIALI .....</b>	<b>39</b>
	<b>4.1</b> <b>POZZI E MANUFATTI.....</b>	<b>39</b>
	4.1.1 CALCESTRUZZO ARMATO C 32/40 .....	39
	4.1.2 CALCESTRUZZO PER GETTI SUBACQUEI .....	39
	4.1.3 CALCESTRUZZO ARMATO PER PARATIE DI PALI E OPERE DI CONTENIMENTO DELLO SCAVO ...	40
	4.1.4 BARRE DI ARMATURA AD ADERENZA MIGLIORATA B450C.....	40
	4.1.5 CALCESTRUZZO MAGRO .....	41
	4.1.6 ACCIAIO DA CARPENTERIA.....	41
	4.1.7 CONNETTORI A TAGLIO .....	41
<b>5</b>	<b>MANUFATTO DI CARICO NODO S .....</b>	<b>42</b>
	<b>5.1</b> <b>SOFTWARE DI CALCOLO .....</b>	<b>42</b>
	<b>5.2</b> <b>INQUADRAMENTO GEOTECNICO .....</b>	<b>43</b>

<b>5.3</b>	<b>INQUADRAMENTO SISMICO.....</b>	<b>49</b>
<b>5.4</b>	<b>SCHEMA DI CALCOLO.....</b>	<b>51</b>
<b>5.5</b>	<b>VALUTAZIONE DELLA COSTANTE DI SOTTOFONDO.....</b>	<b>54</b>
<b>5.6</b>	<b>ANALISI DEI CARICHI .....</b>	<b>56</b>
5.6.1	PESO PROPRIO .....	56
5.6.2	AZIONI SOLAIO DI COPERTURA .....	56
5.6.3	AZIONI SOLAIO A QUOTA PIANO CAMPAGNA (COPERTURA).....	58
5.6.4	AZIONI SOLAIO A QUOTA PIANO CAMPAGNA (INTERNO) .....	60
5.6.5	AZIONI SOLAIO INTERMEDIO (QUOTA 401,7 M) .....	62
5.6.6	AZIONI PLATEA DI FONDAZIONE .....	64
5.6.7	SPINTA STATICA DEL TERRENO.....	65
5.6.8	PESO E SPINTA STATICA DELL’ACQUA DI INVASO .....	67
5.6.9	SPINTA STATICA DOVUTA AL SOVRACCARICO .....	70
5.6.10	SPETTRI DI PROGETTO .....	71
	▪ Spettro di Risposta SLD.....	72
	▪ Spettro di Risposta SLV.....	73
5.6.11	ANALISI STRUTTURALE SISMICA .....	73
	▪ Incremento dinamico della spinta del terreno per presenza di sisma .....	74
	▪ Incremento spinta idrostatica in fase dinamica .....	77
<b>5.7</b>	<b>COMBINAZIONI DI CARICO .....</b>	<b>80</b>
<b>5.8</b>	<b>CRITERI DI VERIFICA .....</b>	<b>85</b>
5.8.1	ORIENTAMENTO DEGLI ASSI LOCALI PER GLI ELEMENTI SHELL .....	85
5.8.2	SOLAIO DI COPERTURA.....	87
	▪ Scelta della lamiera grecata.....	87

▪	Verifica della sezione composta .....	89
5.8.3	DIAGRAMMI DELLE SOLLECITAZIONI E VERIFICHE .....	99
	Fondazione.....	99
	Diagrammi delle sollecitazioni .....	99
	Verifiche.....	101
	Setti perimetrali interrati.....	104
	Diagrammi delle sollecitazioni .....	104
	Verifiche.....	106
	Setti interni interrati (porzione inferiore).....	110
	Diagrammi delle sollecitazioni .....	110
	Verifiche.....	112
	Solaio intermedio .....	114
	Diagrammi delle sollecitazioni .....	114
	Verifiche.....	116
	Setti interni interrati (porzione superiore) .....	119
	Diagrammi delle sollecitazioni .....	119
	Verifiche.....	121
	Solaio quota piano campagna .....	124
	Diagrammi delle sollecitazioni .....	124
	Verifiche.....	126
	Setti perimetrali fuori terra.....	129
	Diagrammi delle sollecitazioni .....	129
	Verifiche.....	131
<b>5.9</b>	<b>RIEPILOGO INCIDENZE.....</b>	<b>135</b>
<b>5.10</b>	<b>DEFORMATE.....</b>	<b>136</b>

<b>5.11</b>	<b>VERIFICA DELLA FONDAZIONE.....</b>	<b>138</b>
<b>6</b>	<b>MANUFATTO PZ2 .....</b>	<b>139</b>
<b>6.1</b>	<b>SOFTWARE DI CALCOLO .....</b>	<b>139</b>
<b>6.2</b>	<b>INQUADRAMENTO GEOTECNICO .....</b>	<b>140</b>
<b>6.3</b>	<b>INQUADRAMENTO SISMICO.....</b>	<b>142</b>
<b>6.4</b>	<b>SCHEMA DI CALCOLO.....</b>	<b>144</b>
<b>6.5</b>	<b>VALUTAZIONE DELLA COSTANTE DI SOTTOFONDO.....</b>	<b>148</b>
<b>6.6</b>	<b>ANALISI DEI CARICHI .....</b>	<b>150</b>
6.6.1	PESO PROPRIO .....	150
6.6.2	AZIONI SOLAIO DI COPERTURA .....	150
6.6.3	AZIONI SOLAIO A QUOTA PIANO CAMPAGNA (COPERTURA).....	152
6.6.4	AZIONI SOLAIO A QUOTA PIANO CAMPAGNA (INTERNO) .....	154
6.6.5	AZIONI SOLAI INTERMEDI (QUOTA 261,7 – 256,3 – 250,9 M).....	156
6.6.6	AZIONI PLATEA DI FONDAZIONE .....	158
6.6.7	SPINTA STATICA DEL TERRENO.....	160
6.6.8	PESO E SPINTA STATICA DELL’ACQUA DI INVASO .....	162
6.6.9	SPETTRI DI PROGETTO .....	164
	▪ Spettro di Risposta SLD.....	164
	▪ Spettro di Risposta SLV.....	165
6.6.10	ANALISI STRUTTURALE SISMICA .....	165
	▪ Incremento dinamico della spinta del terreno per presenza di sisma .....	166
	▪ Incremento spinta idrostatica in fase dinamica .....	169
<b>6.7</b>	<b>COMBINAZIONI DI CARICO .....</b>	<b>172</b>
<b>6.8</b>	<b>CRITERI DI VERIFICA.....</b>	<b>177</b>

6.8.1	ORIENTAMENTO DEGLI ASSI LOCALI PER GLI ELEMENTI SHELL .....	177
6.8.2	DIAGRAMMI DELLE SOLLECITAZIONI E VERIFICHE .....	178
	Fondazione.....	178
	Diagrammi delle sollecitazioni .....	178
	Verifiche.....	180
	Setti perimetrali interrati.....	183
	Diagrammi delle sollecitazioni .....	183
	Verifiche.....	185
	Setti interni interrati.....	189
	Diagrammi delle sollecitazioni .....	189
	Verifiche.....	191
	Solai interrati.....	194
	Diagrammi delle sollecitazioni .....	194
	Verifiche.....	195
	Solaio quota piano campagna .....	199
	Diagrammi delle sollecitazioni .....	199
	Verifiche.....	201
	Setti perimetrali fuori terra.....	204
	Diagrammi delle sollecitazioni .....	204
	Verifiche.....	206
	Solaio di copertura .....	208
	Diagrammi delle sollecitazioni .....	208
	Verifiche.....	210
<b>6.9</b>	<b>RIEPILOGO INCIDENZE .....</b>	<b>214</b>
<b>6.10</b>	<b>DEFORMATE.....</b>	<b>215</b>

<b>6.11</b>	<b>VERIFICA DELLA FONDAZIONE.....</b>	<b>217</b>
<b>7</b>	<b>MANUFATTO BIPARTITORE.....</b>	<b>219</b>
<b>7.1</b>	<b>SOFTWARE DI CALCOLO .....</b>	<b>219</b>
<b>7.2</b>	<b>INQUADRAMENTO GEOTECNICO .....</b>	<b>220</b>
<b>7.3</b>	<b>INQUADRAMENTO SISMICO.....</b>	<b>223</b>
<b>7.4</b>	<b>SCHEMA DI CALCOLO.....</b>	<b>225</b>
<b>7.5</b>	<b>VALUTAZIONE DELLA COSTANTE DI SOTTOFONDO.....</b>	<b>229</b>
<b>7.6</b>	<b>ANALISI DEI CARICHI .....</b>	<b>231</b>
7.6.1	PESO PROPRIO .....	231
7.6.2	AZIONI SOLAIO DI COPERTURA .....	231
7.6.3	AZIONI SOLAIO A QUOTA PIANO CAMPAGNA.....	233
7.6.4	AZIONI PLATEA DI FONDAZIONE .....	234
7.6.5	CARROPONTE.....	236
7.6.6	SPINTA STATICA DEL TERRENO.....	242
7.6.7	PESO E SPINTA STATICA DELL’ACQUA DI INVASO .....	244
7.6.8	SPINTA STATICA DOVUTA AL SOVRACCARICO .....	253
7.6.9	SPETTRI DI PROGETTO .....	254
	▪ Spettro di Risposta SLD.....	255
	▪ Spettro di Risposta SLV.....	256
7.6.10	ANALISI STRUTTURALE SISMICA .....	256
	▪ Incremento dinamico della spinta del terreno per presenza di sisma .....	257
	▪ Incremento spinta idrostatica in fase dinamica .....	260
<b>7.7</b>	<b>COMBINAZIONI DI CARICO .....</b>	<b>263</b>
<b>7.8</b>	<b>CRITERI DI VERIFICA.....</b>	<b>295</b>

7.8.1	ORIENTAMENTO DEGLI ASSI LOCALI PER GLI ELEMENTI SHELL .....	295
7.8.2	DIAGRAMMI DELLE SOLLECITAZIONI E VERIFICHE .....	297
	Fondazione.....	297
	Diagrammi delle sollecitazioni .....	297
	Verifiche.....	299
	Setti perimetrali interrati.....	302
	Diagrammi delle sollecitazioni .....	302
	Verifiche.....	304
	Setti interni interrati.....	307
	Diagrammi delle sollecitazioni .....	307
	Verifiche.....	309
	Solaio quota piano campagna .....	312
	Diagrammi delle sollecitazioni .....	312
	Verifiche.....	314
	Setti perimetrali fuori terra.....	317
	Diagrammi delle sollecitazioni .....	317
	Verifiche.....	319
	Setti interni fuori terra .....	322
	Diagrammi delle sollecitazioni .....	322
	Verifiche.....	324
	Solaio copertura.....	327
	Diagrammi delle sollecitazioni .....	327
	Verifiche.....	329
<b>7.9</b>	<b>RIEPILOGO INCIDENZE .....</b>	<b>332</b>
<b>7.10</b>	<b>DEFORMATE.....</b>	<b>333</b>



<b>7.11</b>	<b>VERIFICA DELLA FONDAZIONE.....</b>	<b>336</b>
<b>8</b>	<b>CANALE DI SCARICO BIPARTITORE: OPERE MINORI.....</b>	<b>338</b>
<b>8.1</b>	<b>SOFTWARE DI CALCOLO.....</b>	<b>339</b>
<b>8.2</b>	<b>INQUADRAMENTO GEOTECNICO.....</b>	<b>339</b>
<b>8.3</b>	<b>INQUADRAMENTO SISMICO.....</b>	<b>342</b>
<b>8.4</b>	<b>SCHEMA DI CALCOLO.....</b>	<b>344</b>
<b>8.5</b>	<b>ANALISI DEI CARICHI - SEZIONE 1.....</b>	<b>351</b>
8.5.1	PESO PROPRIO.....	351
8.5.2	AZIONI COPERTURA.....	351
8.5.3	AZIONI PLATEA DI FONDAZIONE.....	354
8.5.4	SPINTA STATICA DEL TERRENO.....	355
8.5.5	SPINTA STATICA DELL’ACQUA DI INVASO.....	357
8.5.6	SPINTA STATICA DOVUTA AL SOVRACCARICO.....	359
8.5.7	ANALISI STRUTTURALE SISMICA.....	360
	▪ Incremento dinamico della spinta del terreno per presenza di sisma.....	361
	▪ Incremento spinta idrostatica in fase dinamica.....	362
	▪ Forze di inerzia della struttura in fase dinamica.....	363
8.5.8	VALUTAZIONE DELLA COSTANTE DI SOTTOFONDO.....	364
<b>8.6</b>	<b>ANALISI DEI CARICHI - SEZIONE 10.....</b>	<b>367</b>
8.6.1	PESO PROPRIO.....	367
8.6.2	AZIONI PLATEA DI FONDAZIONE.....	367
8.6.3	SPINTA STATICA DEL TERRENO.....	369
8.6.4	SPINTA STATICA DELL’ACQUA DI INVASO.....	371
8.6.5	SPINTA STATICA DOVUTA AL SOVRACCARICO.....	373

8.6.6	ANALISI STRUTTURALE SISMICA .....	374
▪	Incremento dinamico della spinta del terreno per presenza di sisma .....	375
▪	Incremento spinta idrostatica in fase dinamica .....	376
▪	Forze di inerzia della struttura in fase dinamica .....	378
8.6.7	VALUTAZIONE DELLA COSTANTE DI SOTTOFONDO .....	378
<b>8.7</b>	<b>COMBINAZIONI DI CARICO .....</b>	<b>382</b>
<b>8.8</b>	<b>CRITERI DI VERIFICA .....</b>	<b>389</b>
8.8.1	ORIENTAMENTO DEGLI ASSI LOCALI .....	389
<b>8.9</b>	<b>DIAGRAMMI DELLE SOLLECITAZIONI .....</b>	<b>390</b>
8.9.1	SEZIONE S1 .....	390
▪	SLU-SLV .....	390
▪	SLE – RARA .....	393
▪	SLE – Frequente .....	394
▪	SLE – Quasi Permanente .....	395
8.9.2	SEZIONE S10 .....	396
▪	SLU-SLV .....	397
▪	SLE – RARA .....	399
▪	SLE – Frequente .....	400
▪	SLE – Quasi Permanente .....	401
<b>8.10</b>	<b>VERIFICHE .....</b>	<b>402</b>
8.10.1	SEZIONE S1 .....	402
8.10.2	SEZIONE S10 .....	413
<b>8.11</b>	<b>CONFIGURAZIONI DEFORMATE .....</b>	<b>421</b>
8.11.1	SEZIONE S1 .....	421

8.11.2	SEZIONE S10.....	423
	<b>RIEPILOGO INCIDENZE .....</b>	<b>426</b>
<b>9</b>	<b>MANUFATTI DI COLLEGAMENTO AL PESCHIERA DESTRO .....</b>	<b>427</b>
<b>9.1</b>	<b>SOFTWARE DI CALCOLO .....</b>	<b>428</b>
<b>9.2</b>	<b>INQUADRAMENTO GEOTECNICO .....</b>	<b>428</b>
<b>9.3</b>	<b>INQUADRAMENTO SISMICO.....</b>	<b>431</b>
<b>9.4</b>	<b>SCHEMA DI CALCOLO.....</b>	<b>434</b>
<b>9.5</b>	<b>ANALISI DEI CARICHI - MANUFATTO 1 .....</b>	<b>442</b>
9.5.1	PESO PROPRIO .....	442
9.5.2	AZIONI SOLAIO DI COPERTURA .....	442
9.5.3	AZIONI SOLAIO A QUOTA PIANO CAMPAGNA.....	443
9.5.4	AZIONI SOLAIO A QUOTA +163.64 (LIVELLO-1).....	445
9.5.5	AZIONI SOLAIO A QUOTA +171.94 (LIVELLO-2).....	446
9.5.6	AZIONI PLATEA DI FONDAZIONE .....	447
9.5.7	CARROPONTE.....	450
9.5.8	SPINTA STATICA DEL TERRENO.....	452
9.5.9	SPINTA STATICA DELL’ACQUA DI INVASO .....	454
9.5.10	SPINTA STATICA DOVUTA AL SOVRACCARICO .....	455
9.5.11	SPETTRI DI PROGETTO .....	456
	▪ Spettro di Risposta SLD.....	457
	▪ Spettro di Risposta SLV.....	457
9.5.12	ANALISI STRUTTURALE SISMICA .....	458
	▪ Incremento dinamico della spinta del terreno per presenza di sisma .....	459
	▪ Incremento spinta idrostatica in fase dinamica .....	461

9.5.13	VALUTAZIONE DELLA COSTANTE DI SOTTOFONDO .....	463
<b>9.6</b>	<b>ANALISI DEI CARICHI - MANUFATTO 2 .....</b>	<b>468</b>
9.6.1	PESO PROPRIO .....	468
9.6.2	AZIONI SOLAIO DI COPERTURA .....	468
9.6.3	AZIONI SOLAIO A QUOTA +163.64 (LIVELLO-1).....	470
9.6.4	AZIONI SOLAIO A QUOTA +171.94 (LIVELLO-2).....	471
9.6.5	AZIONI PLATEA DI FONDAZIONE .....	472
9.6.6	SPINTA STATICA DEL TERRENO.....	474
9.6.7	SPETTRI DI PROGETTO .....	476
	▪ Spettro di Risposta SLD.....	476
	▪ Spettro di Risposta SLV.....	477
9.6.8	ANALISI STRUTTURALE SISMICA .....	478
	▪ Incremento dinamico della spinta del terreno per presenza di sisma .....	479
9.6.9	VALUTAZIONE DELLA COSTANTE DI SOTTOFONDO .....	481
<b>9.7</b>	<b>COMBINAZIONI DI CARICO .....</b>	<b>486</b>
<b>9.8</b>	<b>CRITERI DI VERIFICA .....</b>	<b>493</b>
9.8.1	ORIENTAMENTO DEGLI ASSI LOCALI PER GLI ELEMENTI SHELL .....	493
9.8.2	STATO DI SOLLECITAZIONE E VERIFICHE – MANUFATTO1 .....	494
	Fondazione.....	494
	Fondazione – SLU-SLV .....	494
	Fondazione – SLE – RARA .....	498
	Fondazione – SLE – Frequente.....	499
	Fondazione – SLE – Quasi Permanente .....	501
	Verifiche.....	503

Setti perimetrali livello -3.....	518
Setti perimetrali livello -3 – Mappe sollecitazioni SLU - SLV.....	518
Setti perimetrali livello -3 – Mappe sollecitazioni SLE -RARA.....	522
Setti perimetrali livello -3 – Mappe sollecitazioni SLE - FREQUENTE.....	523
Setti perimetrali livello -3 – Mappe sollecitazioni SLE – Quasi permanente .....	525
Verifiche.....	527
Setti interni livello -3 .....	543
Setti interni livello -3 – Mappe sollecitazioni SLU - SLV .....	543
Setti interni livello -3 – Mappe sollecitazioni SLE - RARA.....	545
Setti interni livello -3 – Mappe sollecitazioni SLE – FREQUENTE .....	547
Setti interni livello -3 – Mappe sollecitazioni SLE – Quasi permanente .....	548
Verifiche.....	550
Solaio a quota +163.64m.....	566
Solaio a quota +163.64m – Mappe sollecitazioni SLU - SLV.....	566
Solaio a quota +163.64m– Mappe sollecitazioni SLE - RARA.....	569
Solaio a quota +163.64m– Mappe sollecitazioni SLE - Frequente .....	570
Solaio a quota +163.64m– Mappe sollecitazioni SLE – Quasi permanente .....	571
Verifiche.....	573
Setti perimetrali livello -2.....	590
Setti perimetrali livello -2 – Mappe sollecitazioni SLU - SLV.....	590
Setti perimetrali livello -2 – Mappe sollecitazioni SLE -RARA.....	593
Setti perimetrali livello -2 – Mappe sollecitazioni SLE - FREQUENTE.....	594
Setti perimetrali livello -2 – Mappe sollecitazioni SLE – Quasi permanente .....	596
Verifiche.....	597
Setti interni livello -2 .....	614

Setti interni livello -2 – Mappe sollecitazioni SLU - SLV .....	614
Setti interni livello -2 – Mappe sollecitazioni SLE - RARA .....	617
Setti interni livello -2 – Mappe sollecitazioni SLE – FREQUENTE .....	618
Setti interni livello -2 – Mappe sollecitazioni SLE – Quasi permanente .....	619
Verifiche .....	621
Solaio a quota +171.94m.....	637
Solaio a quota +171.94m – Mappe sollecitazioni SLU - SLV .....	637
Solaio a quota +171.94m – Mappe sollecitazioni SLE - RARA.....	640
Solaio a quota +171.94m – Mappe sollecitazioni SLE - Frequente .....	641
Solaio a quota +171.94m – Mappe sollecitazioni SLE – Quasi permanente .....	642
Verifiche .....	644
Setti perimetrali livello -1 .....	661
Setti perimetrali livello -1 – Mappe sollecitazioni SLU - SLV .....	661
Setti perimetrali livello -1 – Mappe sollecitazioni SLE -RARA .....	664
Setti perimetrali livello -1 – Mappe sollecitazioni SLE - FREQUENTE.....	665
Setti perimetrali livello -1 – Mappe sollecitazioni SLE – Quasi permanente .....	667
Verifiche .....	668
Setti interni livello -1 .....	685
Setti interni livello - 1 – Mappe sollecitazioni SLU - SLV .....	685
Setti interni livello -1 – Mappe sollecitazioni SLE - RARA .....	687
Setti interni livello -1 – Mappe sollecitazioni SLE – FREQUENTE .....	688
Setti interni livello -1 – Mappe sollecitazioni SLE – Quasi permanente .....	690
Verifiche .....	691
Solaio a quota p.c. ....	709
Solaio a quota p.c. – Mappe sollecitazioni SLU - SLV .....	709

---

Solaio a quota p.c. – Mappe sollecitazioni SLE - RARA .....	712
Solaio a quota p.c. – Mappe sollecitazioni SLE - Frequente.....	714
Solaio a quota p.c. – Mappe sollecitazioni SLE – Quasi permanente.....	715
Verifiche.....	716
Setti perimetrali fuori terra.....	729
Setti perimetrali fuori terra – SLU ed SLV .....	729
Setti perimetrali fuori terra – SLE RARA.....	730
Setti perimetrali fuori terra – SLE Frequente .....	731
Setti perimetrali fuori terra – SLE Quasi permanente.....	732
Verifiche.....	732
Solaio copertura.....	742
Solaio copertura – Mappe sollecitazioni SLU - SLV.....	742
Solaio copertura – Mappe sollecitazioni SLE - RARA.....	745
Solaio copertura – Mappe sollecitazioni SLE - Frequente .....	746
Solaio copertura – Mappe sollecitazioni SLE – Quasi permanente .....	748
Verifiche.....	749
Travi solaio a quota +163.64 m .....	762
Travi solaio a quota +163.64 m– Mappe sollecitazioni SLU ed SLV .....	762
Travi solaio a quota +163.64 m– Mappe SLE RARA .....	765
Travi solaio a quota +163.64 m– Mappe SLE Frequente.....	766
Verifiche.....	768
Travi solaio a quota +171.94 m .....	776
Travi solaio a quota +171.94m– Mappe sollecitazioni SLU e SLV.....	776
Travi solaio a quota +171.94m– Mappe sollecitazioni SLE RARA .....	778
Travi solaio a quota +171.94m– Mappe sollecitazioni SLE Frequente .....	780

---

---

Verifiche.....	781
Travi solaio a quota p.c.....	787
Travi solaio a quota p.c.– Mappe sollecitazioni SLU ed SLV.....	787
Travi solaio a quota p.c.– Mappe sollecitazioni SLE RARA.....	789
Travi solaio a quota p.c.– Mappe sollecitazioni SLE Frequente.....	791
Verifiche.....	792
<b>9.8.3 STATO DI SOLLECITAZIONE E VERIFICHE – MANUFATTO2.....</b>	<b>797</b>
Fondazione.....	797
Fondazione – SLU-SLV.....	797
Fondazione – SLE – RARA.....	800
Fondazione – SLE – Frequente.....	801
Fondazione – SLE – Quasi Permanente.....	803
Verifiche.....	804
Setti perimetrali livello -3.....	821
Setti perimetrali livello -3 – Mappe sollecitazioni SLU - SLV.....	821
Setti perimetrali livello -3 – Mappe sollecitazioni SLE -RARA.....	823
Setti perimetrali livello -3 – Mappe sollecitazioni SLE - FREQUENTE.....	824
Setti perimetrali livello -3 – Mappe sollecitazioni SLE – Quasi permanente.....	826
Verifiche.....	827
Solaio a quota +163.64m.....	840
Solaio a quota +163.64m – Mappe sollecitazioni SLU - SLV.....	840
Solaio a quota +163.64m – Mappe sollecitazioni SLE - RARA.....	843
Solaio a quota +163.64m – Mappe sollecitazioni SLE - Frequente.....	844
Solaio a quota +163.64m – Mappe sollecitazioni SLE – Quasi permanente.....	845
Verifiche.....	847

---

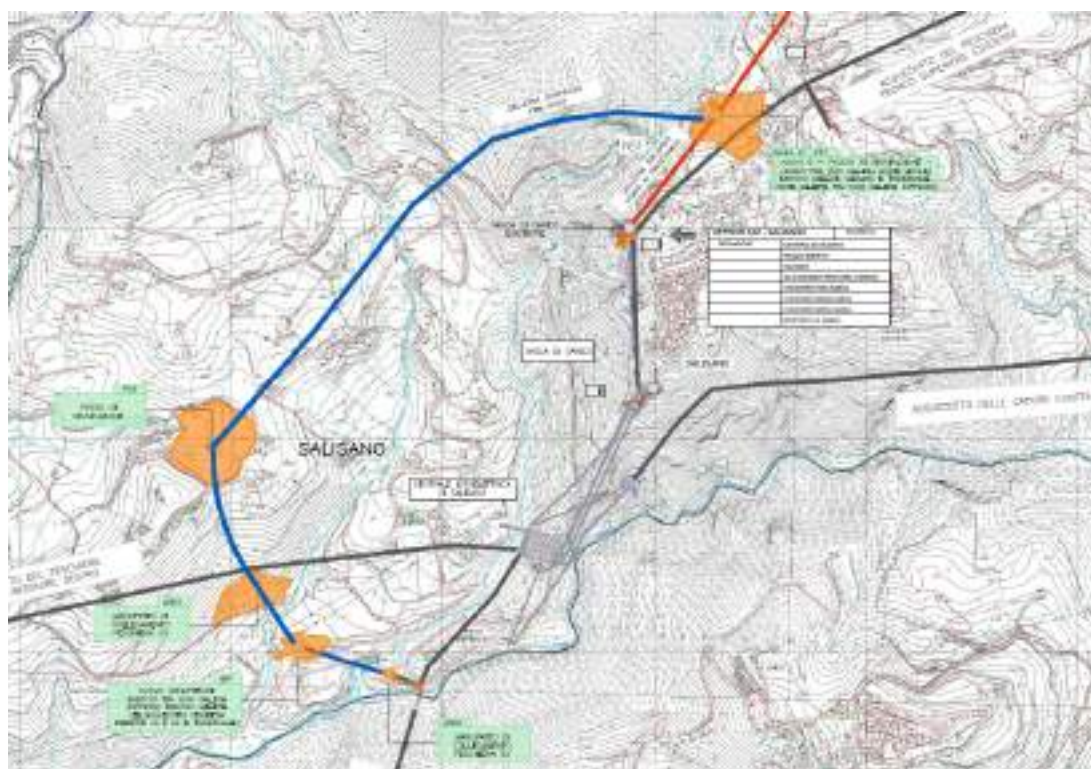


Setti perimetrali livello -2.....	864
Setti perimetrali livello -2 – Mappe sollecitazioni SLU - SLV.....	864
Setti perimetrali livello -2 – Mappe sollecitazioni SLE -RARA.....	867
Setti perimetrali livello -2 – Mappe sollecitazioni SLE - FREQUENTE.....	868
Setti perimetrali livello -2 – Mappe sollecitazioni SLE – Quasi permanente .....	870
Verifiche.....	871
Solaio a quota +171.94m.....	888
Solaio a quota +171.94m – Mappe sollecitazioni SLU - SLV.....	888
Solaio a quota +171.94m – Mappe sollecitazioni SLE - RARA.....	891
Solaio a quota +171.94m – Mappe sollecitazioni SLE - Frequente .....	892
Solaio a quota +171.94m – Mappe sollecitazioni SLE – Quasi permanente .....	894
Verifiche.....	895
Setti perimetrali livello -1.....	912
Setti perimetrali livello -1 – Mappe sollecitazioni SLU - SLV.....	912
Setti perimetrali livello -1 – Mappe sollecitazioni SLE -RARA.....	915
Setti perimetrali livello -1 – Mappe sollecitazioni SLE - FREQUENTE.....	917
Setti perimetrali livello -1 – Mappe sollecitazioni SLE – Quasi permanente .....	918
Verifiche.....	919
Solaio a quota p.c. ....	936
Solaio a quota p.c. – Mappe sollecitazioni SLU - SLV .....	936
Solaio a quota p.c. – Mappe sollecitazioni SLE - RARA .....	939
Solaio a quota p.c. – Mappe sollecitazioni SLE - Frequente.....	940
Solaio a quota p.c. – Mappe sollecitazioni SLE – Quasi permanente.....	941
Verifiche.....	943
Travi solaio a quota +163.64 m .....	958

Travi solaio a quota +163.64 m – Mappe sollecitazioni SLU ed SLV .....	958
Travi solaio a quota +163.64 m – Mappe sollecitazioni SLE RARA .....	959
Travi solaio a quota +163.64 m – Mappe sollecitazioni SLE Frequente .....	960
Verifiche .....	961
Travi solaio a quota +171.94m – Mappe sollecitazioni SLU ed SLV .....	964
Travi solaio a quota +171.94m – Mappe sollecitazioni SLE RARA .....	965
Travi solaio a quota +171.94m – Mappe sollecitazioni SLE Frequente .....	966
Verifiche .....	967
Travi solaio a quota p.c. ....	971
Travi solaio a quota p.c. – Mappe sollecitazioni SLU ed SLV .....	971
Verifiche .....	974
Trave di coronamento foro livello -2 .....	978
Trave di coronamento foro livello -2 Mappe sollecitazioni SLU ed SLV .....	978
Verifiche .....	981
<b>9.9 CONFIGURAZIONI DEFORMATE .....</b>	<b>984</b>
9.9.1 MANUFATTO1 .....	984
9.9.2 MANUFATTO2 .....	989
9.9.3 DIMENSIONAMENTO GIUNTO TECNICO .....	992
<b>9.10 RIEPILOGO INCIDENZE .....</b>	<b>994</b>

## 1 Premessa

Il presente documento, facente parte del Progetto Definitivo (PD) relativo al Nuovo Tronco Superiore dell’Acquedotto del Peschiera (dalle Sorgenti alla centrale di Salisano), fa riferimento al calcolo degli elementi strutturali relativamente ai manufatti in corrispondenza del sorpasso alla centrale idroelettrica di Salisano. Il tratto è riportato nella figura sottostante:



**Figura 1-1 – Planimetria di dettaglio**

## 2 Documenti di riferimento

### 2.1 Normative, raccomandazioni e linee guida

Le valutazioni geotecniche e strutturali relative alle opere dell'intervento in esame sono state condotte secondo quanto prescritto dalle seguenti Normative e Linee guida:

- Legge n.1086 del 5 novembre 1971 "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica".
- Legge 2/2/74 n. 64 "Provvedimenti per costruzioni con particolari prescrizioni per zone sismiche".
- D.M. LL.PP. 11 maggio 1988 "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione".
- D.M. LL.PP. del 14/02/1992 "Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche".
- D.M. LL.PP. 9 gennaio 1996 "Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche".
- D.M. LL.PP. 16 gennaio 1996 "Norme tecniche relative a: Criteri generali per la verifica della sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi".
- Circ. Min LL.PP., 15 ottobre 1996, n. 252 "Istruzioni per l'applicazione delle norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione e il collaudo delle opere in

cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche” di cui al D.M.LL.PP. 9 gennaio 1996”.

- Circolare Ministero LL.PP. 10 aprile 1997 n°65/AA.GG. “Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche di cui al D.M. 16 gennaio 1996”.
- Ordinanza n° 3274 del 20 marzo 2003 “Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica”.
- Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture.
- Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture in calcestruzzo.
- Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture in acciaio.
- Eurocodice 7 - Progettazione geotecnica.
- Eurocodice 8 - Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture.
- Ordinanza n° 3379 del 5 novembre 2004 “Disposizioni urgenti di Protezione civile”.
- Ordinanza n° 3431 del 3 maggio 2005.
- Ordinanza n° 3452 del 1 agosto 2005.
- Ordinanza n° 3467 del 13 ottobre 2005.
- D.M. del 14/09/2005 “Norme tecniche per le costruzioni”.
- D.M. del 14/01/2008 “Norme tecniche per le costruzioni”.
- UNI EN 206-1, 2006, “Calcestruzzo - Parte 1: Specificazione, prestazione, produzione e conformità”.

- UNI 11104, 2016, Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità: Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1.
- D.M. del 17/01/2018 Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni".
- Circolare n. 617 del 02/02/2009 Istruzioni per le applicazioni delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al DM 14 gennaio 2008.
- Circolare n. 7 del 21/01/2019 Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 17/01/2018
- D.G.R. della regione Lazio n. 387 del 22.05.2009 "Nuova classificazione sismica della regione Lazio".
- D.G.R. della regione Lazio n. 835 del 03.11.2009 "Rettifica all'allegato 1 della D.G.R. 387/09".
- "Steel Pipe – A Guide for Design and Installation", AWWA American Water Works Association
- "Condotte forzate" Rapporto finale ITCOLD, Comitato Nazionale Italiano delle Grandi Dighe, 2019
- "Seismic Guidelines for Water Pipelines" ALA American Lifelines Alliance, 2005
- "Specification for Line Pipe" API American Petroleum Institute
- UNI EN 12889:2000 "Trenchless Construction and testing of drains and sewes"
- DWA-A-125E:2008 "Pipe Jacking and Related Techniques"
- DWA-A 161E "Static Calculation of Jacking Pipes"

- UNI/PdR 26.2:2017 “Tecnologie di realizzazione delle infrastrutture interrato a basso impatto ambientale”
- UNI EN 12111:2010 “Macchine per scavo meccanizzato di gallerie – Frese, minatori continui e impacts rippers - Requisiti di sicurezza”
- UNI EN 12336:2009 “Macchine per scavo meccanizzato di gallerie – Scudo meccanizzato, spingitubo meccanizzato, spingitubo meccanizzato con estrattore a coclea, erettori di conci – Requisiti di sicurezza”.
- AICAP-AGI “Ancoraggi nei terreni e nelle rocce. Raccomandazioni” (2012).
- AGI “Jet Grouting. Raccomandazioni” (2012).
- SIG “Linee guida per la progettazione, l’appalto e la costruzione di opere in sotterraneo” (1997).
- AGI “Raccomandazioni sulle prove geotecniche di laboratorio” (1994).
- AFTES-Groupe de travail n°7, Tunnel support and lining. Recommendations for use of convergence –confinement method.
- ITA Guidelines for the design of tunnels (1988).
- ITA/AITES–International Tunnelling Association: Recommendations and Guidelines for Tunnel Boring Machines (TBMs) Year 2000 - Working Group: WG 14 «Mechanized Tunnelling».
- SIG–Linee guida per la scelta delle TBM (5/1997).
- DAUB-German Tunnelling Committee (ITA/AITES): Recommendations for selecting tunnel boring machines (10/2010).
- DAUB-German Tunnelling Committee (ITA/AITES): Recommendations for Design and Operation of Shield Machines (6/2000).

- DAUB-German Tunnelling Committee (ITA/AITES): Recommendations for selecting and evaluating tunnel boring machines (5/1997).
- STUVA-(Germany - Studiengesellschaft für unterirdische Verkehrsanlagen – Società per lo studio infrastrutture sotterranee): Recommendations for the Use of Gaskets for sealing segmental Linings (2/2006).
- STUVA-(Germany - Studiengesellschaft für unterirdische Verkehrsanlagen - Società per lo studio infrastrutture sotterranee): Recommendations for Testing and Application of sealing Gaskets in segmental Linings (8/2005).
- UNI EN 206-1 Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità
- UNI 11104:2004 Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità - Specificazioni complementari per l'applicazione della EN 206
- UNI 9156 Cementi resistenti ai solfati - Classificazione e composizione
- Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-6: “Resistenza e stabilità delle strutture a guscio”
- Linee guida per i compensatori di dilatazione metallici “EJMA – Standards of the Expansion Joint Manufacturers Association”
- UNI 1337 – Appoggi strutturali

### **3 DESCRIZIONE DELLE OPERE**

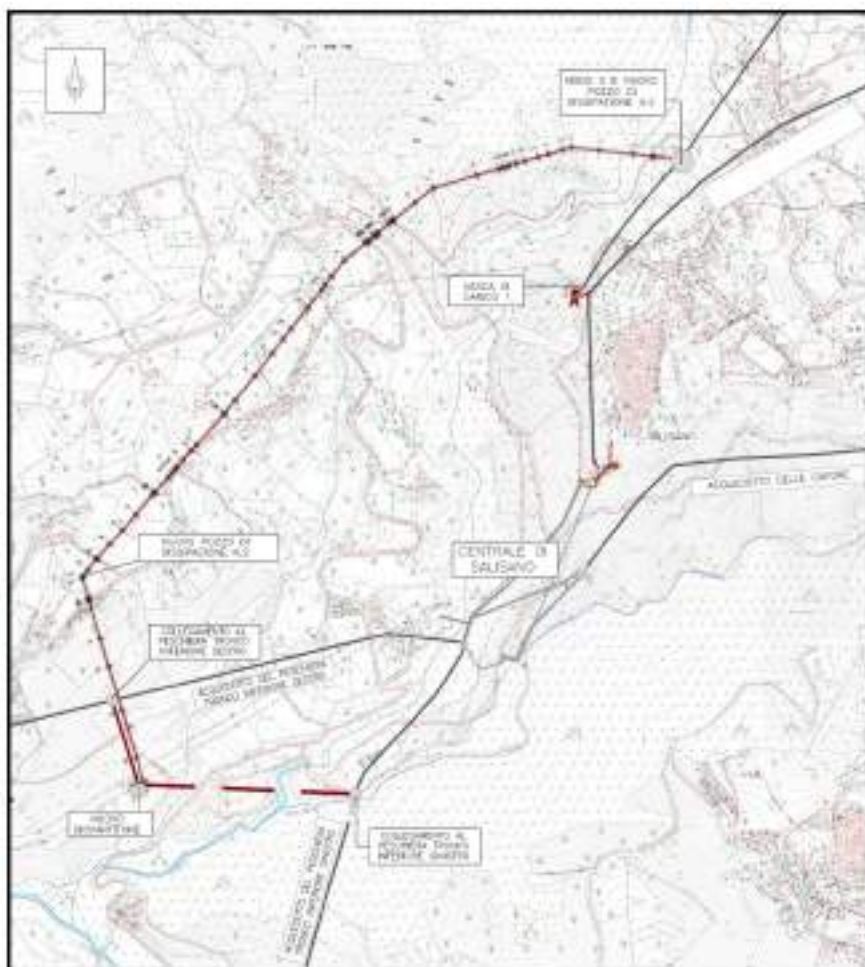
Il Nuovo Acquedotto del Peschiera termina nel Manufatto Nodo S dove è previsto un collegamento alla Vasca di Carico esistente che consente l’alimentazione della Centrale idroelettrica con l’intera portata di 10 m<sup>3</sup>/s, e l’esecuzione di infrastrutture per il completo by-pass dell’area della centrale, con le relative opere di dissipazione dell’eccesso di carico disponibile, che consentano di veicolare tutta la portata

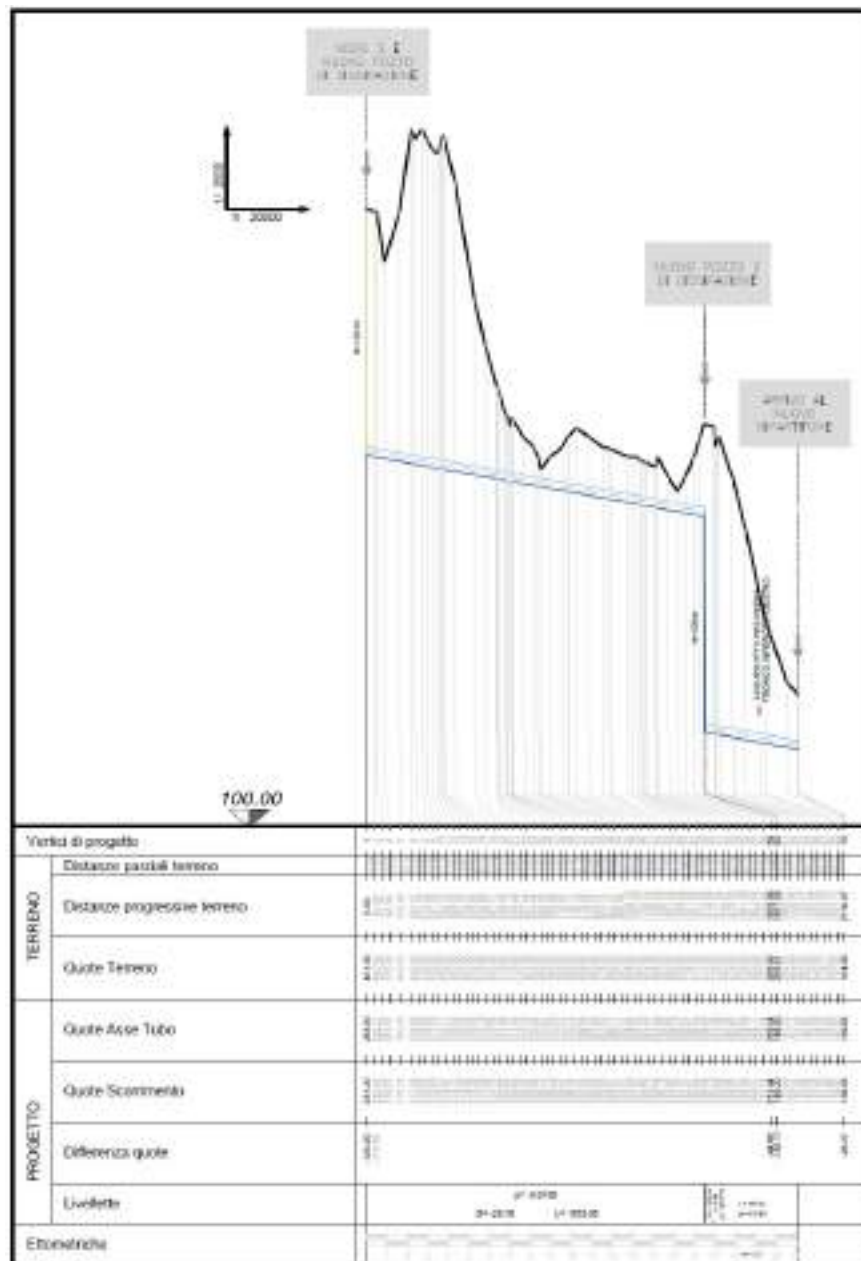
---



addotta dalle Sorgenti del Peschiera direttamente negli acquedotti Peschiera Destro e Peschiera Sinistro, escludendo completamente l’esistente manufatto Bipartitore.

Di seguito si riporta, in pianta, l’ubicazione del sistema di sorpasso della Centrale di Salisano.





**Figura 3.1 - Planimetria e sezione di dettaglio del by-pass del Nodo di Salisano**

### **3.1 Nodo S**

Il nuovo soprasso generale del nodo di Salisano dovrà consentire il trasferimento della portata addotta dal Nuovo Tronco Superiore a valle della centrale. Nel Nodo S andranno previste le opere che consentano l’adduzione della risorsa idrica verso l’area della centrale idroelettrica e la partenza del sistema di Sorpasso della centrale stessa. La TBM DN7500, dopo aver scavato la galleria Monte Vecchio sarà sezionata e recuperata a ritroso dalla stessa sezione di ingresso a San Giovanni Reatino, vista l’impossibilità di poter organizzare un’adeguata logistica di trasporto dei pezzi delle macchine sia in ingresso sia in uscita nei pressi di Salisano. All’interno del manufatto Nodo S il flusso idrico potrà:

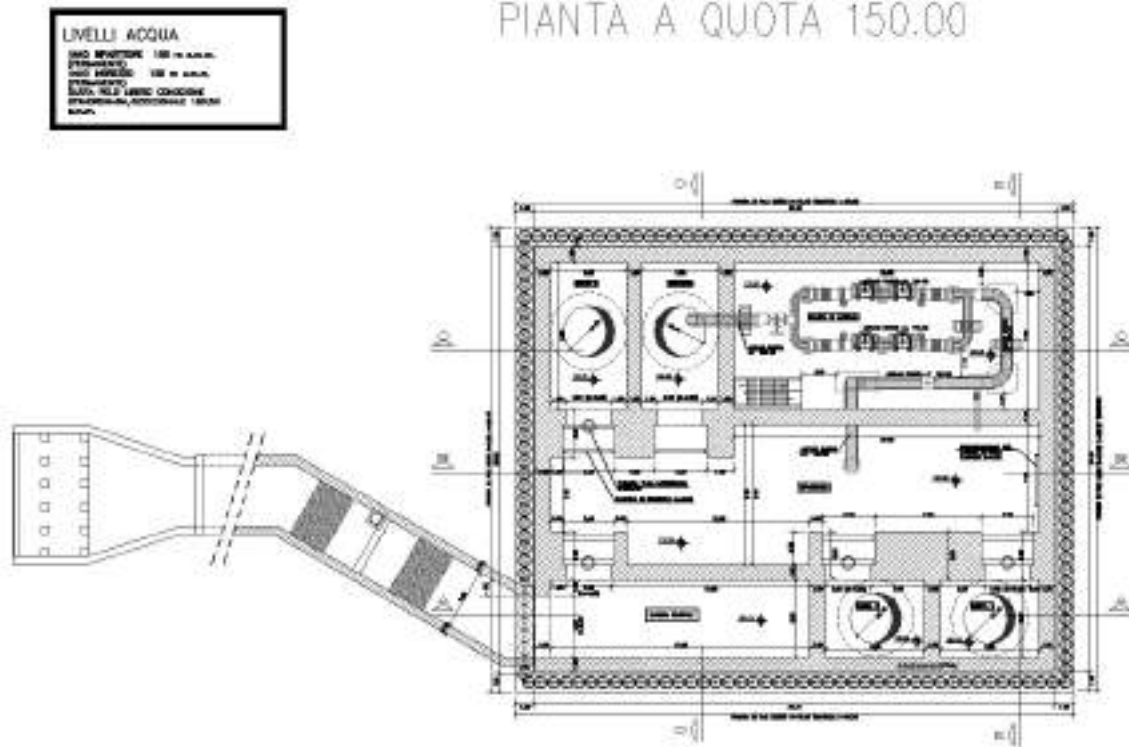
- Nel caso di funzionamento di esercizio del Nuovo Acquedotto la portata proseguirà verso la Galleria Salisano, che sarà realizzata con scavo in tradizionale con sezione interna DN3400 fino alla Vasca di Carico esistente e convogliata in seguito verso la centrale idroelettrica;
- Nel caso di funzionamento di emergenza la portata sarà deviata in un primo pozzo di dissipazione del carico idraulico (PZ1), che sarà scavato alla base del manufatto finale del nodo S. Tale pozzo sarà realizzato con la tecnica dello scavo a foro cieco ed avrà diametro di scavo pari a  $\Phi$  6.00 m e profondità di 115 m circa: all’interno di una zona delimitata da un setto continuo di cemento armato, in adiacenza verranno posate due tubazione di acciaio una per l’ingresso dell’aria (aeroforo) e l’altra atta ad evitare fenomeni di alterazioni dell’equilibrio calcio carbonico (con conseguente precipitazione di carbonato di calcio negli acquedotti di valle) e per la dissipazione del carico nel funzionamento a bassa portata. Lo scarico di fondo del manufatto restituisce la portata al fosso adiacente per mezzo di un manufatto di dissipazione che sarà collegato con una galleria di lunghezza di circa 20m realizzata in tradizionale e in cui il diametro interno finale sia di  $\Phi$ 2500.

### **3.2 Pozzo di dissipazione PZ2**

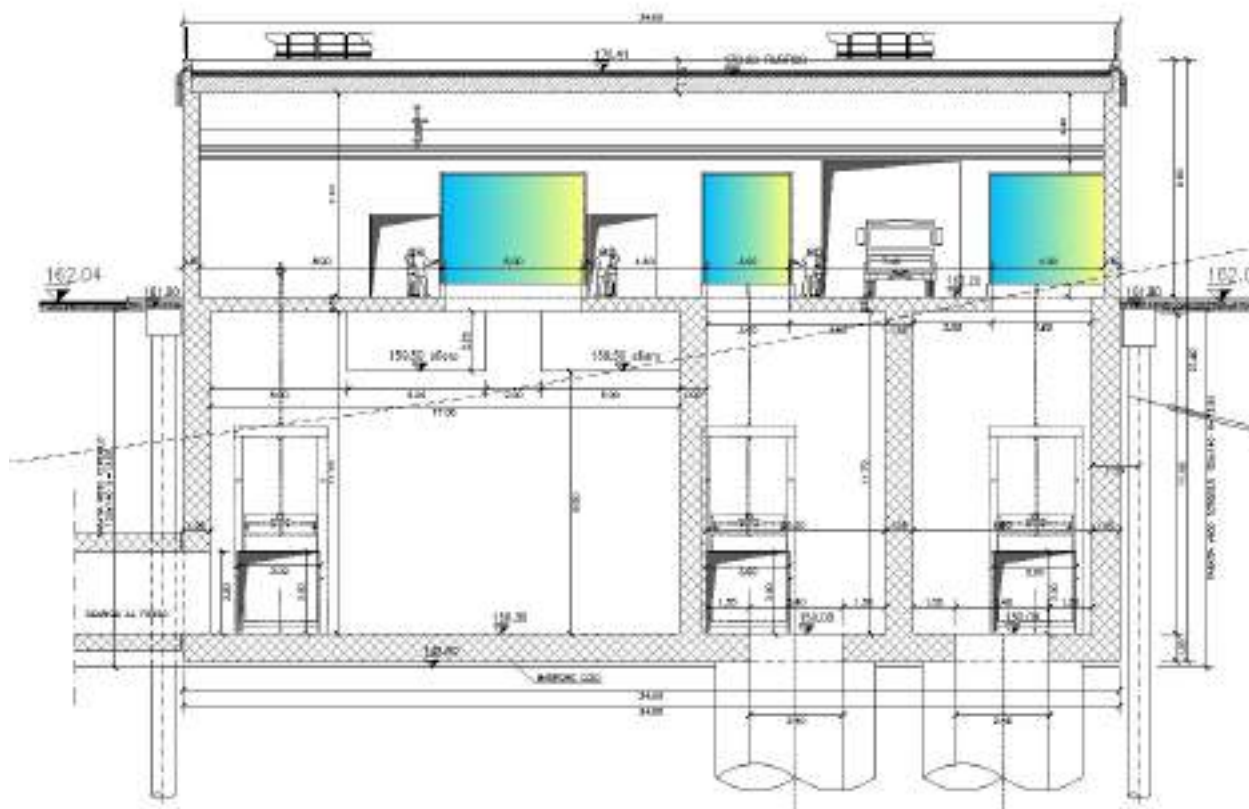
Il pozzo di dissipazione sarà realizzato con la tecnica dello scavo a foro cieco ed avrà diametro interno di scavo pari a  $\Phi$  6.00 m e profondità di 120 m circa. Analogamente a quanto fatto per PZ1, in adiacenza verranno posate due tubazione di acciaio una per l’ingresso dell’aria (aeroforo) e l’altra atta ad evitare fenomeni di alterazioni dell’equilibrio calcio carbonico.

### **3.3 Nuovo Bipartitore BIP**

Il progetto prevede il dimensionamento strutturale del manufatto BIPARTITORE, il quale è composto da un unico volume interrato sino al piano di calpestio a quota +162.20m slm. di dimensioni esterne pari a 34.20×27.90m, di altezza massima pari a 21.80m, di cui circa 13.50m risultano completamente interrati mentre la restante parte è fuori terra per circa 8m. La struttura ha quindi forma pressochè quadrata ed è composta da pareti esterne di spessore pari ad 1m per il tratto interrato e 60cm per il tratto fuori terra, pareti interne dello spessore di 1m per il tratto interrato e 60cm per il tratto fuori terra e piastre in c.a dello spessore di 50cm; la platea disposta a quota +150.00m slm, di spessore pari ad 1m, si trova su un unico piano di posa e ospita una zona destinata all’alloggiamento degli organi di manovra delle condotte  $\varnothing$ 800, e la restante parte dedicata alla gestione dei volumi idraulici di ingresso, uscita e scarico. Sulla parte N-O e S-E della platea sono previsti quattro fori del diametro 3.40 m.



**Figura 3-2 – Pianta Bipartitore**



**Figura 3-3 – Sezione Bipartitore**

La struttura presenta un interramento massimo sul di circa 13.50m. L'ingresso dal manufatto avviene dal lato S-E, ed è prevista una zona interna al manufatto atta al transito di mezzi pesanti, dai quali possono essere scaricate gli organi meccanici in manutenzione o sostituzione direttamente con i carroponete previsti. Questi ultimi permettono di spostare, posizionare e recuperare gli organi di manovra previsti per la gestione delle portate, in quanto per mezzo di apposite asole sul piano di calpestio, gli argani dei carroponete possono raggiungere il fondo del manufatto a quota 150m slm. Ulteriori asole permettono la vista ed il controllo dei sottostanti volumi di invaso. Il manufatto prevede un volume di scarico nel quale, per mezzo di uno sfioro posto a quota +160.50m, permette lo scarico delle acque direttamente

all’opera di restituzione prevista esternamente al bipartitore a sua volta in collegamento idraulico con il recettore più a valle.

Internamente sono quindi previsti dei tiranti idrici perenni le cui quote sono state tenute in considerazione per l’applicazione delle pressioni idrauliche in fase statica e sismica per la cui lettura si si rimanda ai paragrafi specifici.

Lo scavo per la costruzione dell’opera è previsto a quota pari a circa +148.80m slm, e come anticipato anche a circa 13.50 m dal piano campagna, ai fini del sostegno delle pareti dello scavo sono previste paratie in pali trivellati affiancati  $\varnothing 800$ .

La copertura del manufatto, quota 170,41m slm è realizzata con una soletta in c.a. di spessore 50 cm, così come gli elementi di solaio al piano a quota +162.20.

Come anticipato, Sul lato S-O del manufatto è prevista un’opera di scarico che convoglia le acque verso il vicino recapito. L’opera è composta da un collettore scatolare interrato, con un tratto finale a cielo aperto, con geometria adeguata alla necessaria dissipazione energetica della corrente effluente prima del rilascio nel recettore.

### **3.4 Canale di scarico bipartitore**

La presente relazione è redatta con l’obiettivo di dimensionare strutturalmente il canale di scarico relativo al manufatto BIPARTITORE, il quale è composto da un unico volume interrato sino al piano di calpestio a quota +162.20m slm. di dimensioni esterne pari a 34.20×27.90m, di altezza massima pari a 21.80m, di cui circa 13.50m risultano completamente interrati mentre la restante parte è fuori terra per circa 8m.

Il manufatto prevede un volume di scarico nel quale, per mezzo di uno sfioro posto a quota +160.50m, permette lo scarico delle acque direttamente all’opera di restituzione prevista esternamente al bipartitore a sua volta in collegamento

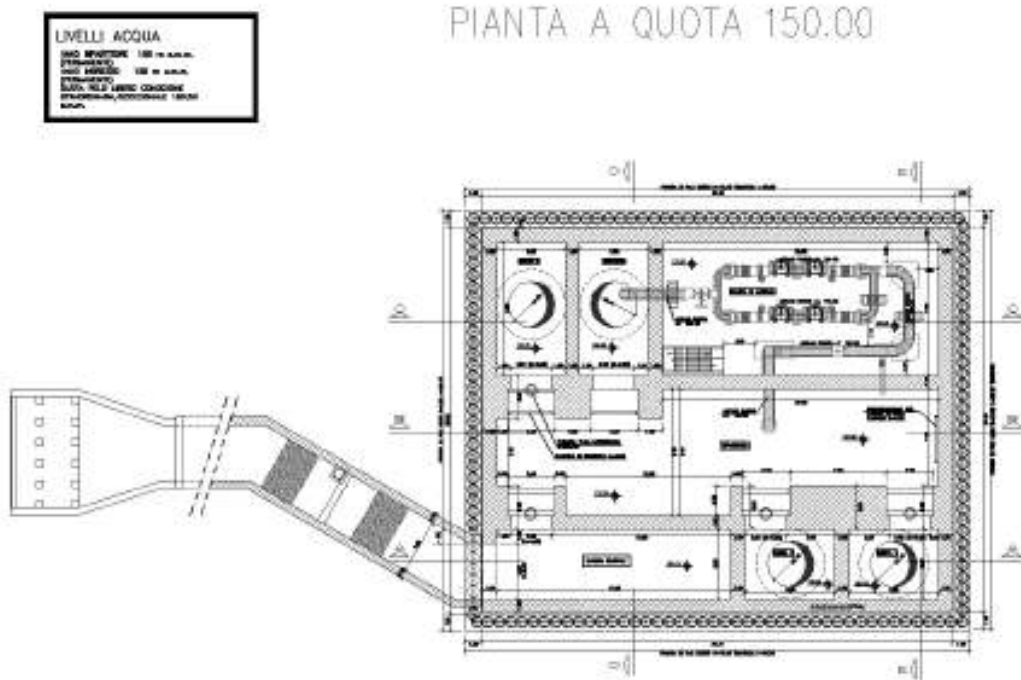
idraulico con il recettore più a valle. Per tale motivo sul lato S-O del manufatto BIPARTITORE, è prevista un CANALE DI SCARICO che convoglia le acque verso il vicino recapito. L’opera è composta da un collettore scatolare interrato, con un tratto finale a cielo aperto, con geometria adeguata alla necessaria dissipazione energetica della corrente effluente prima del rilascio nel recettore.

La sezione trasversale del CANALE DI SCARICO ha forma pressochè quadrata ed è composta da pareti esterne di spessore pari ad 0.6 m per il tratto interrato e 0.5m per il tratto a cielo aperto, da una platea di spessore costante e pari ad 0.6m.

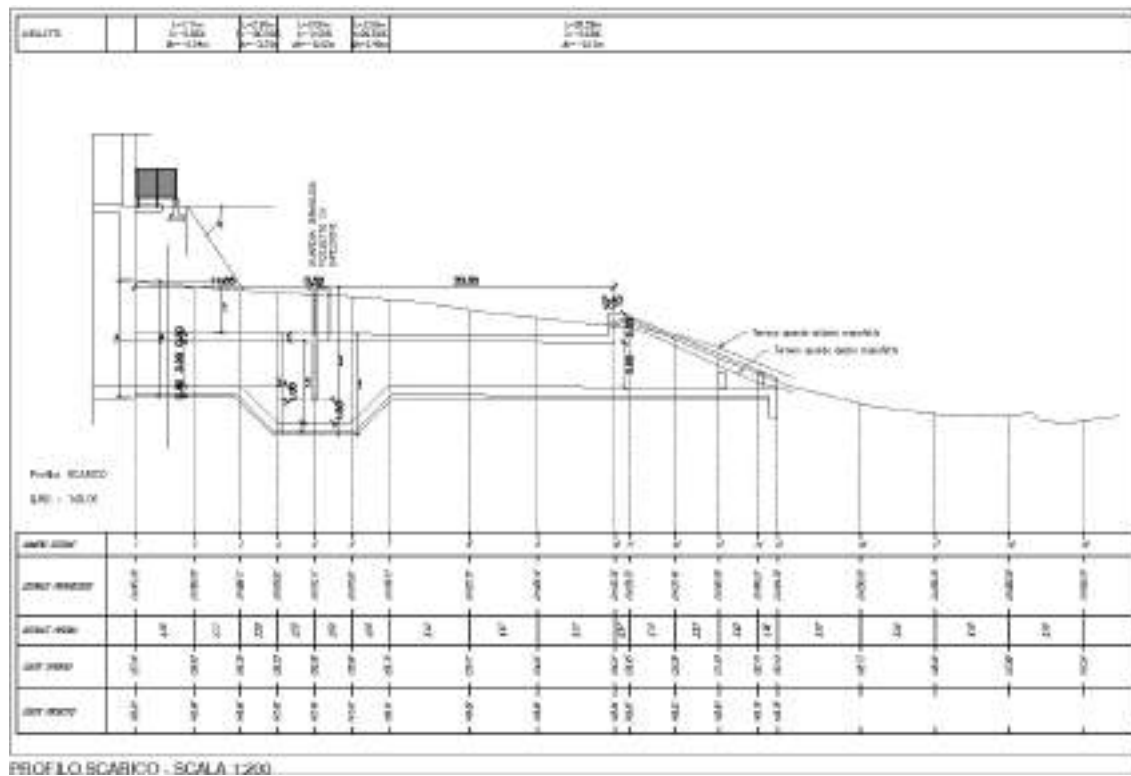
La copertura del manufatto per il tratto interrato è posta a quota 154.3m slm è realizzata con una soletta in c.a. di spessore 50 cm.

Lo scavo per la costruzione dell’opera è previsto a quota pari a circa +148.80m slm, a circa 8.00 m dal piano campagna. Al fine del sostegno delle pareti dello scavo sono previste paratie in micropali affiancati  $\varnothing 300$ .





**Figura 3-4 – Pianta del Bipartitore e del Canale di scarico**



**Figura 3-5 – Sezione longitudinale del Canale di Scarico**

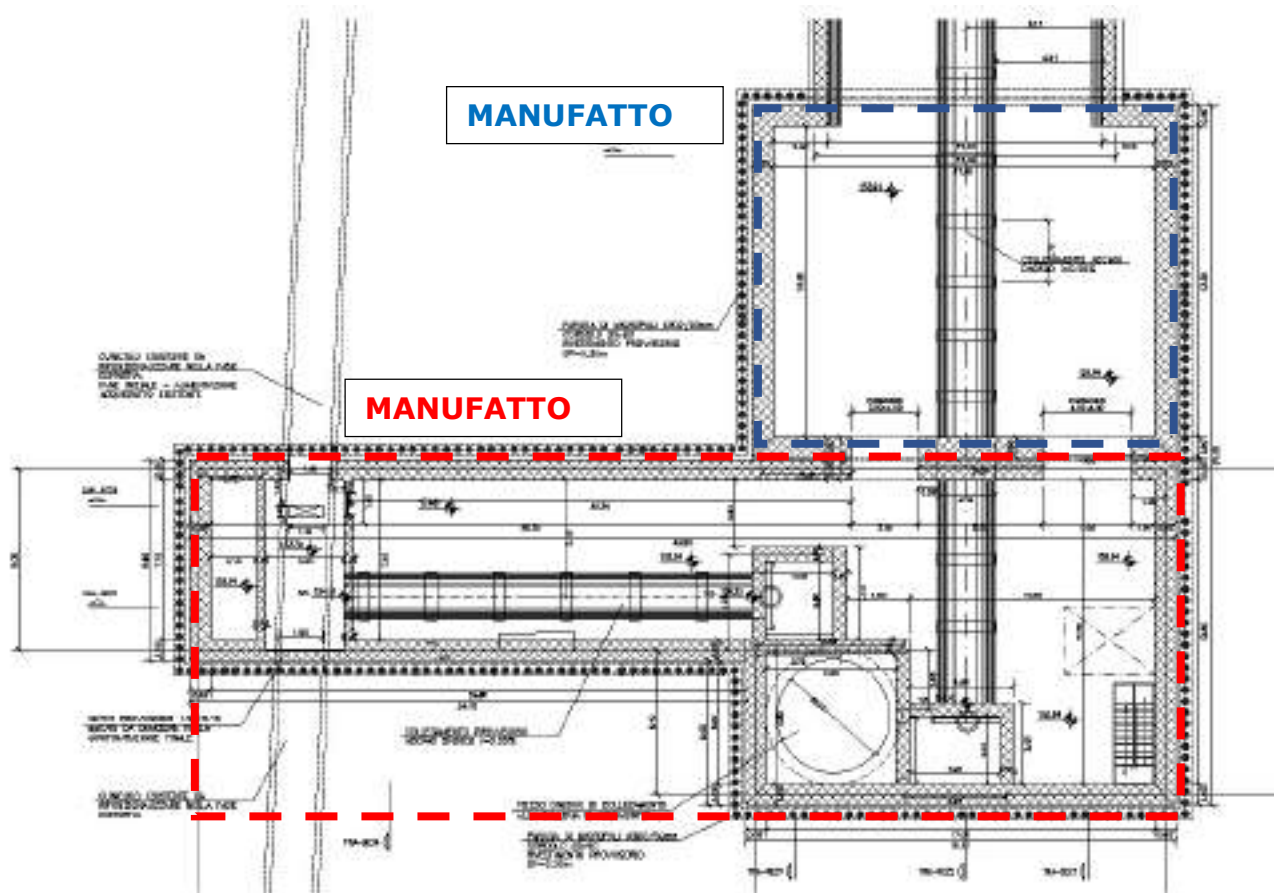
### 3.5 Manufatti di collegamento al Peschiera destro

Il progetto prevede il dimensionamento strutturale dei MANUFATTI DI COLLEGAMENTO AL PESCHIERA DESTRO, il quale è composto da n° 2 manufatti indipendenti.

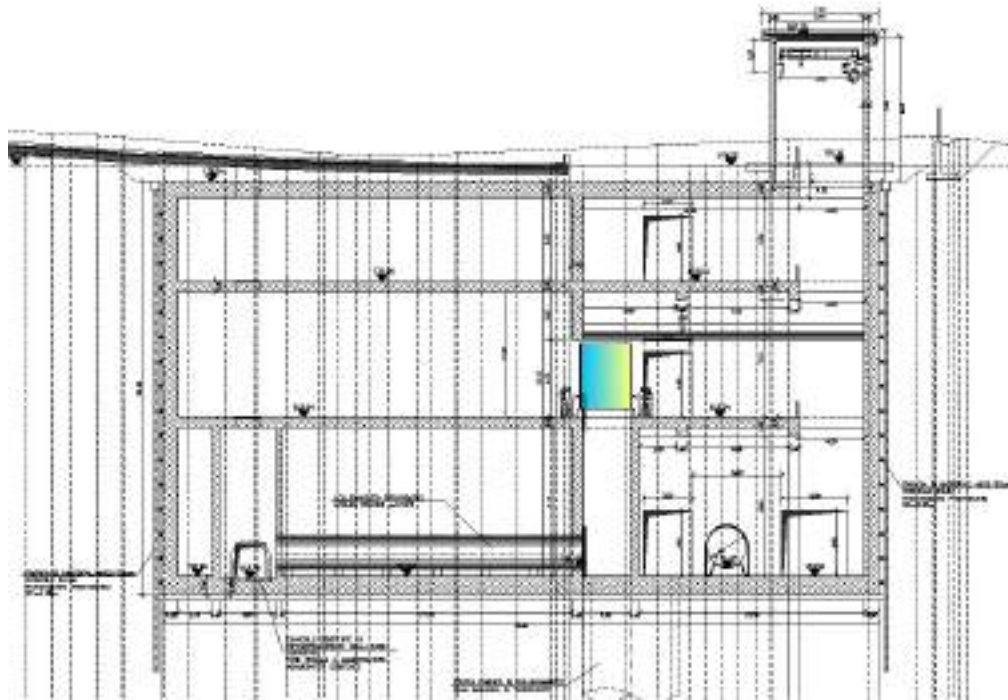
Il MANUFATTO 1 è composto da tre volumi interrati sino al piano di calpestio a quota +179 m slm. di dimensioni esterne pari a 42.9×14.4m, di altezza massima pari a 34.10m, di cui circa 25.30m risultano completamente interrati mentre la restante parte è fuori terra per circa 8.80m. La struttura ha quindi forma pressochè rettangolare ed è composta da pareti esterne di spessore pari ad 1.2 m per il tratto interrato più profondo, da pareti esterne di spessore pari ad 1 m per i restanti 2 livelli interrati e 30cm per il tratto fuori terra, pareti interne dello spessore di 0.60m

per il tratto interrato e orizzontamenti composti da piastre in c.a dello spessore di 60cm per i livelli interrati e dello spessore di 100 cm per l’orizzontamento posto a quota p.c.; la platea disposta a quota +152.50m slm, di spessore pari ad 1.50m, si trova su un unico piano di posa e ospita una zona destinata all’alloggiamento delle condotte  $\varnothing 250$ , e la restante parte dedicata alla gestione dei volumi idraulici di ingresso e uscita. Sulla parte S-E della platea è previsto un foro del diametro 5.00 m.

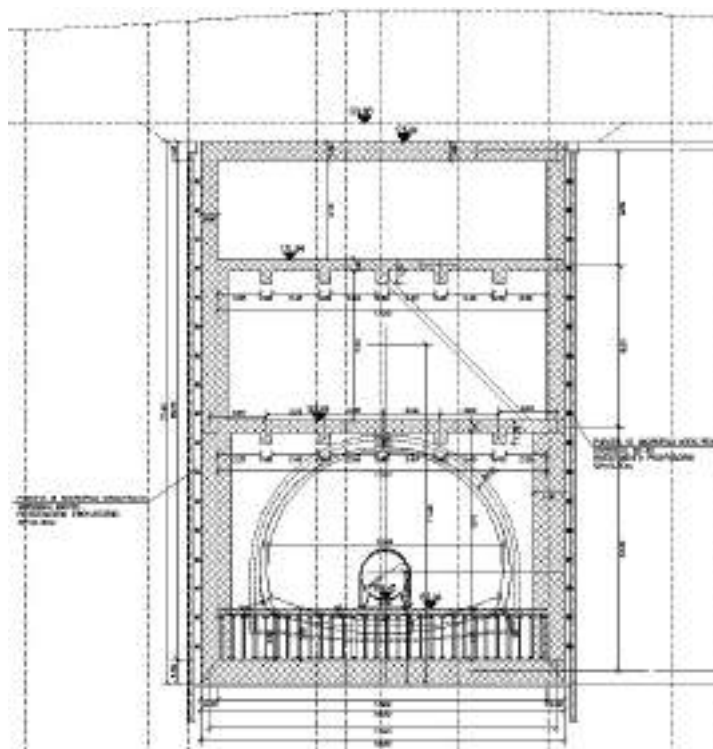
Il MANUFATTO 2 è composto da tre volumi interrati sino all’orizzontamento più alto a quota +178 m slm. di dimensioni esterne pari a 18.8×15.6m, di altezza massima pari a 27.9m; tutti i volumi risultano completamente interrati. La struttura ha quindi forma pressochè quadrata ed è composta da pareti esterne di spessore pari ad 1.2 m per il tratto interrato più profondo e da pareti esterne di spessore pari ad 1 m per i restanti 2 livelli interrati e orizzontamenti composti da piastre in c.a dello spessore di 60cm per i livelli interrati e dello spessore di 100 cm per l’orizzontamento posto a quota p.c.; la platea disposta a quota +150.00 slm, di spessore pari ad 1.50m, si trova su un unico piano di posa e ospita una zona destinata all’alloggiamento delle condotte  $\varnothing 250$ .



**Figura 3-6 – Pianta MANUFATTO 1 e MANUFATTO 2**



**Figura 3-7 – Sezione MANUFATTO 1**



**Figura 3-8 – Sezione MANUFATTO 2**

Le due strutture nel complesso presentano un interrimento massimo sul di circa 28m. L’ingresso alle strutture avviene dal MANUFATTO 1, per il quale è prevista una zona pari all’intero orizzontamento posto a quota p.c. atta al transito di mezzi pesanti, dai quali possono essere scaricate gli organi meccanici in manutenzione o sostituzione direttamente con i carroponete previsti. Questi ultimi permettono di spostare, posizionare e recuperare gli organi di manovra previsti per la gestione delle portate, in quanto per mezzo di apposite asole sul piano di calpestio, gli argani dei carroponete possono raggiungere il fondo del manufatto. Ulteriori asole permettono la vista ed il controllo dei sottostanti volumi di invaso. Il collegamento tra i livelli posti alla stessa quota dei due manufatti è assicurato da apposite aperture posizionate sulle pareti NORD del MANUFATTO1 e SUD del MANIFATTO2.

Relativamente al MANUFATTO 1 per il VANO POZZO sono previsti dei tiranti idrici perenni le cui quote sono state tenute in considerazione per l’applicazione delle pressioni idrauliche in fase statica e sismica per la cui lettura si si rimanda ai paragrafi specifici.

Lo scavo per la costruzione dell’opera è previsto a quota pari a circa +149.90m s.l.m., ai fini del sostegno delle pareti dello scavo sono previste paratie in micropali trivellati  $\varnothing 300$  con più ordini di tiranti.

## 4 MATERIALI

### 4.1 Pozzi e Manufatti

#### 4.1.1 Calcestruzzo armato C 32/40

Per la scelta della classe di esposizione delle strutture all’ambiente in cui verranno edificate, si fa riferimento alle indicazioni riportate nelle norme EN206-1 e UNI 11104. Per le vasche contenenti liquidi la Classe di Esposizione Ambientale minima prevista è la: XA2 → Rck minima C32/40. Per i manufatti interrati di progetto, ove non espressamente indicato, è previsto un copriferro nominale pari a 40 mm.

- Resistenza caratteristica cubica a 28 giorni di maturazione  $R_{ck} = 40 \text{ N/mm}^2$
- Modulo di elasticità normale  $E_{cm} = 22000 \cdot ((f_{ck} + 8) / 10)^{0.3} = 33643 \text{ N/mm}^2$
- Peso di volume  $\gamma_c = 25 \text{ kN/m}^3$

Caratteristiche meccaniche calcestruzzo

- $f_{ck} = 0,83 \cdot R_{ck} = 33.20 \text{ N/mm}^2$
- $f_{cd} = a_{cc} f_{ck} / \gamma_c = 0.85 f_{ck} / 1.5 = 18.81 \text{ N/mm}^2$
- $f_{ctm} = 0.30 \cdot (f_{ck})^{(2/3)} = 3.10 \text{ N/mm}^2$
- $f_{ctk} = 0.7 \cdot f_{ctm} = 2.17 \text{ N/mm}^2$
- $f_{cfm} = 1.2 \cdot f_{ctm} = 3.72 \text{ N/mm}^2$

#### 4.1.2 Calcestruzzo per getti subacquei

- Resistenza caratteristica cubica a 28 giorni di maturazione  $R_{ck} = 40 \text{ N/mm}^2$
- Proprietà anti-washout < 15%



- Classe di esposizione ambientale XA2
- Classe di consistenza S4
- Dmax aggregato 25 mm
- Tipo/classe di cemento IV/A

#### **4.1.3 Calcestruzzo armato per paratie di pali e opere di contenimento dello scavo**

La classe minima dovrà essere C25/30.

Resistenza caratteristica cubica a 28 giorni di maturazione  $R_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$

Modulo di elasticità normale  $E_{cm} = 22000 \cdot ((f_{ck} + 8) / 10)^{0.3} = 31447 \text{ N/mm}^2$

Peso dell’unità di volume  $\gamma_c = 25 \text{ kN/m}^3$

Caratteristiche meccaniche calcestruzzo

$$f_{ck} = 0,83 \cdot R_{ck} = 24,90 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c = 0,85 \cdot f_{ck} / 1,5 = 14,11 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{ctm} = 0,30 \cdot (f_{ck})^{(2/3)} = 2,56 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{ctk} = 0,7 \cdot f_{ctm} = 1,79 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{cfm} = 1,2 \cdot f_{ctm} = 3,07 \text{ N/mm}^2$$

classe di esposizione                      XC2, XA2

#### **4.1.4 Barre di armatura ad aderenza migliorata B450C**

Si considerino le stesse caratteristiche riportate al **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata..**

#### 4.1.5 Calcestruzzo magro

Si prevede un calcestruzzo di classe C 12/15.

#### 4.1.6 Acciaio da carpenteria

Si considerano le stesse caratteristiche riportate al **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata..**

#### 4.1.7 Connettori a taglio

Barre a filettatura continua tipo Dywidag o equivalenti

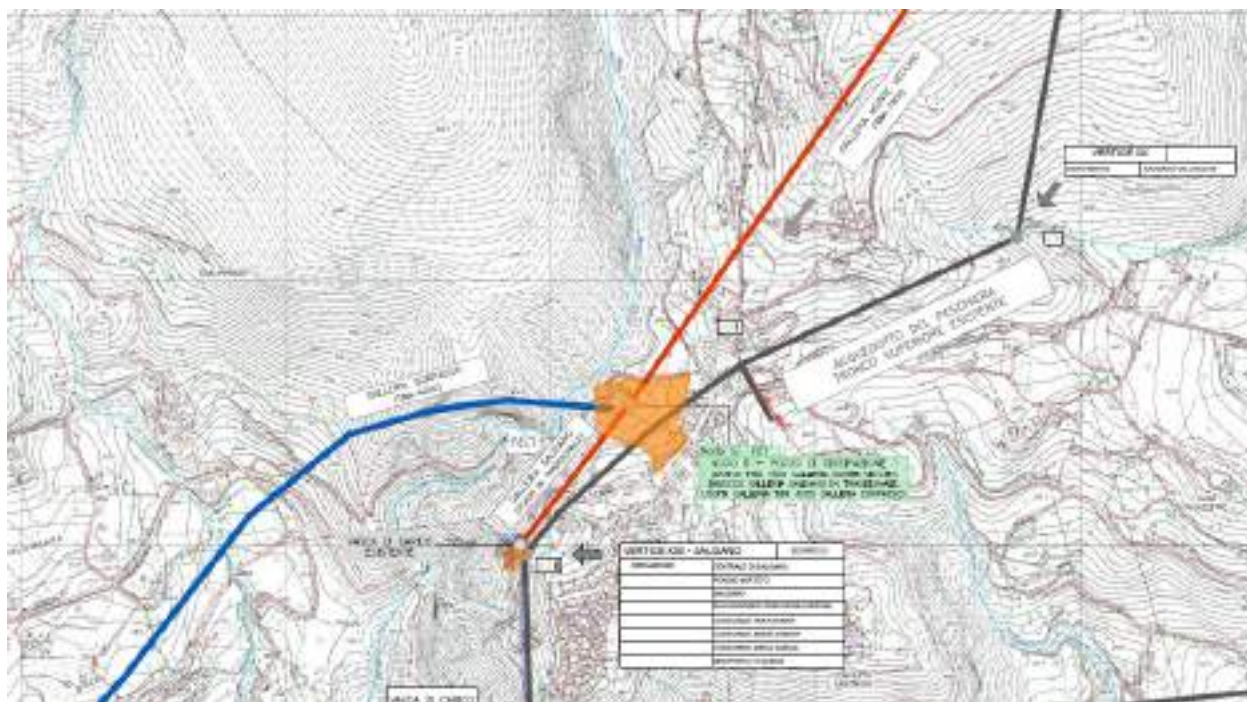
Dati tecnici

Codice		Barre a filettatura continua						Barre lisce	
		18 WR	26 WR	32 WR	36 WR	40 WR	47 WR	32 WS	36 WS
Diametro nominale	$d_n$ [mm]	17,5	26,5	32	36	40	47	32	36
Area	$S_n$ [mm <sup>2</sup> ]	241	552	804	1.018	1.257	1.735	804	1.018
Peso teorico per metro <sup>1</sup>	M [kg/m]	1,96	4,48	6,53	8,27	10,20	14,10	6,31	7,99
Passo	c [mm]	8	13	16	18	20	21	3	3
Carico caratteristico di rottura	$F_{tk}$ [kN]	255	590	845	1.070	1.320	1.820	845	1.070
Max. forza di tiro iniziale <sup>2</sup> $P_{\text{tiro, max}} = S_n \times 0,8 \times f_{tk}$	[kN]	204	484	676	856	1.056	1.457	676	856
Max. forza sovratensione <sup>3</sup> $P_{\text{sovr, max}} = S_n \times 0,95 \times f_{tk,1k}$	[kN]	219	499	722	912	1.131	1.566	722	912

**Figura 4.1 – Caratteristiche minime barre filettate**

## 5 MANUFATTO DI CARICO NODO S

Il seguente capitolo, facente parte del Progetto Definitivo (PD) relativo al Nuovo Tronco Superiore dell’Acquedotto del Peschiera (dalle Sorgenti alla centrale di Salisano), ha come oggetto la progettazione strutturale del manufatto di carico NODO S. L’area di studio della nuova opera rientra nell’ambito del territorio della Provincia di Rieti interessando il comune di Salisano.



**Figura 5-1 – Ubicazione del Nodo S – vista planimetrica**

### 5.1 Software di calcolo

Per la modellazione, le analisi e le verifiche svolte sul manufatto in oggetto, sono stati utilizzati, oltre a fogli di calcolo excel, i seguenti software di calcolo:

- 1- Midas Gen 2021 versione 3.1 della MIDAS Information Technology Co.,Ltd.  
per l’analisi di strutture complesse in qualsiasi materiale:



**Figura 5-2 – Licenza Midas Gen 2021**

## **5.2 Inquadramento geotecnico**

Lo studio e l’individuazione delle caratteristiche meccaniche delle unità litologiche è stato eseguito a valle di un fitto piano di caratterizzazione dell’area, costituito da:

- Sondaggio S16(2) sino la profondità di 65m dal p.c.;
- Prelievo di n.7 campioni;
- N.5 prove S.P.T. eseguite nel foro del sondaggio S16(2);
- N.1 prova Down – Hole eseguita nel foro S16(2) fino la profondità di 35m dal p.c. ;
- N.5 prove pressiometriche eseguite e in foro;
- Monitoraggio tramite data instruments del tratto 40.00m – 65.00m dal p.c.;

Sulla base dei dati ottenuti dalla campagna d’indagine, il modello geotecnico è brevemente descritto in “Tabella 5-1 – Sintesi dei parametri geotecnici” in cui le tre le unità geotecniche sono modellate con legame costitutivo alla “Mohr – Coulomb”.

A seguito delle indagini eseguite sugli ammassi rocciosi (nello specifico per l’unità Stratigrafica MAI), si è giunti alla caratterizzazione delle proprietà meccaniche secondo un legame costitutivo alla Hoek & Brown; sulla scorta di tale caratterizzazione, considerando i livelli tensionali alle quote di progetto, il comportamento meccanico è stato assimilato ad uno elasto plastico alla Mohr Coulomb equivalente.

Per quanto concerne la determinazione dei moduli di elasticità operativi, si è adottato un approccio che preveda l’utilizzo di moduli ridotti in funzione dei livelli deformativi indotti dalla realizzazione dell’opera di sostegno, stimabili con un decadimento delle proprietà di deformabilità di circa il 75% di quelli in condizioni litostatiche ( $E_{op} = \frac{1}{4}E_0$ ).

Nelle figure seguenti, si riporta il riassunto dei parametri elastici e operativi delle tre unità geotecniche indagate e il modello geotecnico preso a riferimento per il dimensionamento dell’opera.

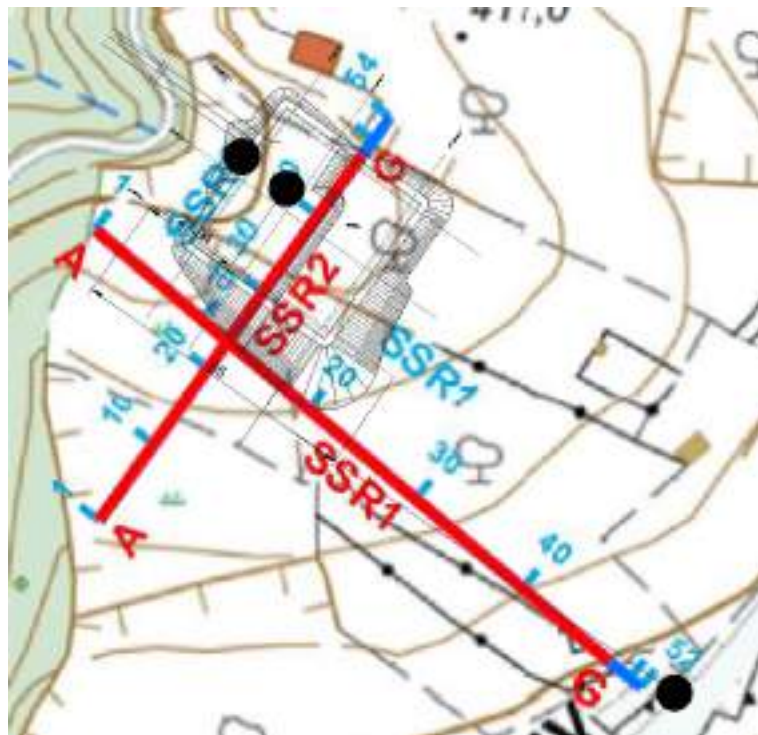


Figura 5.3- Inquadramento area d'interesse, con relative indagini geologico - tecniche eseguite

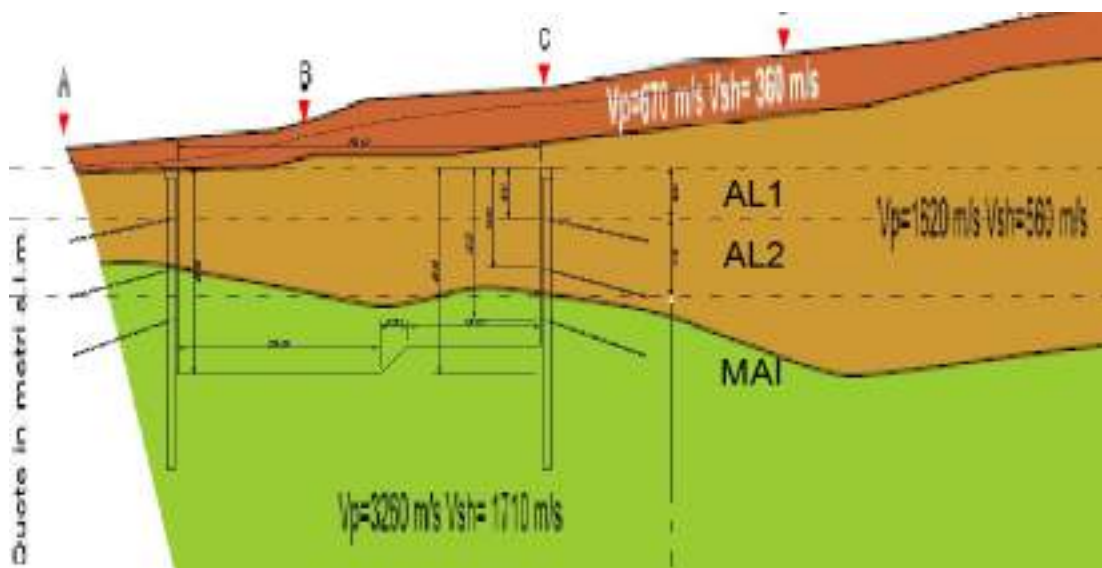


Figura 5.4- Sezione trasversale 1, con indicazione delle unità litologiche

p mm	R v	metri	LITOLOGIA	prof. m	Spessi m	DESCRIZIONE	Campioni	Standard Penetration Test			prove in Siz	A	Pz Class
								m	S.P.T.	N			
1				0.8	0.8	Materiale rimaneggiato e/o di riporto costituito da sabbia ghiaiosa e blocco calcareo di diametro >10cm	C1) Ind < 3.50 2.00	3.0	4-4-3	7	1		
2													
3				3.0	2.4								
4						Limo argilloso con intercalazioni sabbiose fini. Complessivamente il deposito risulta poco addensato e di color marrone chiaro.	C2) Ind < 7.50 6.00	7.0	5-5-6	11	2	Passometrica Lafite CV	
5													
6													
7						Argilla con limo debolmente sabbiosa di colore grigio. Il deposito di presenta poco consistente e di color grigio chiaro.	C3) Ind < 13.00 13.00	9.0	6-6-6	12	3	Passometrica Lafite CV	
8													
9				10.5	7.5								
10						Sabbie fini con limo debolmente argillose e poco addensati. Il colore è variabile dal marroncino al grigio	C4) Ind < 11.50 18.00	11.0	8-8-8	18	4	Passometrica Lafite CV	
11													
12				13.1	2.6								
13						Argilla limosa poco sabbiosa di color grigio. sono presenti intercalazioni sabbiose fini. Tale deposito è poco consistente e di color grigio.	C5) Ind < 33.50 34.00	12.5		16	5	Passometrica Lafite CV	
14													
15													
16						Argilla limosa più o meno consistente con intercalazioni sabbiose calcaree biancastre.	C6) Ind < 33.50 34.00				6	Passometrica Lafite CV	
17													
18													
19						C7) Ind < 33.50 34.00				7			
20													
21													
22						C8) Ind < 37.50 38.00				8			
23													
24													
25						C9) Ind < 41.50 42.00				9			
26													
27													
28						C10) Ind < 48.50 49.00				10			
29													
30													
31						C11) Ind < 54.50 55.00				11			
32													
33													
34						C12) Ind < 59.50 60.00				12			
35													
36													
37						C13) Ind < 63.50 64.00				13			
38													
39													
40						Calcare di colore variabile dal biancastro al grigiastro, con intercalazioni sabbiose. Il calcare si presenta tenace e molto fratturato.	C13) Ind < 63.50 64.00						
41													
42													
43													
44													
45													
46													
47													
48													
49													
50													
51													
52													
53													
54													
55													
56													
57													
58													
59													
60													
61													
62				61.5	41.5								
63													
64													
65				65.0	3.5								

Figura 5.5– Sondaggio S16(2)

Vs	360 m/s	Velocità Onde di taglio
$\rho$	1.8 Mg/m <sup>3</sup>	Densità terreno
G <sub>0</sub>	233.3 MPa	Modulo di taglio a piccole deformazioni
n	0.25 -	Coefficiente di Poisson
ft	0.25 -	Abbattimento per le deformazioni di progetto
E	145.8 Mpa	Modulo di Young di progetto

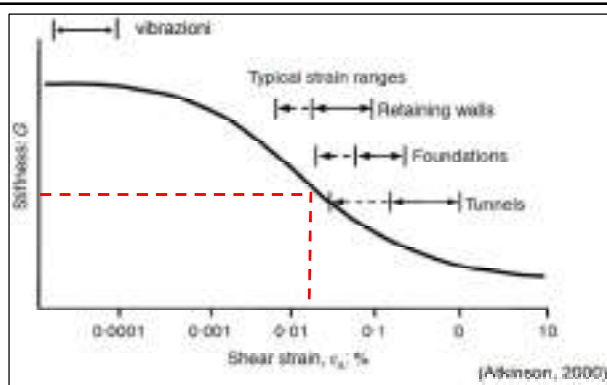


Figura 5.6– Caratterizzazione unità “AL 1” in termini di deformabilità

Vs	560 m/s	Velocità Onde di taglio
$\rho$	1.8 Mg/m <sup>3</sup>	Densità terreno
G <sub>0</sub>	564.5 MPa	Modulo di taglio a piccole deformazioni
n	0.25 -	Coefficiente di Poisson
ft	0.25 -	Abbattimento per le deformazioni di progetto
E	352.8 Mpa	Modulo di Young di progetto

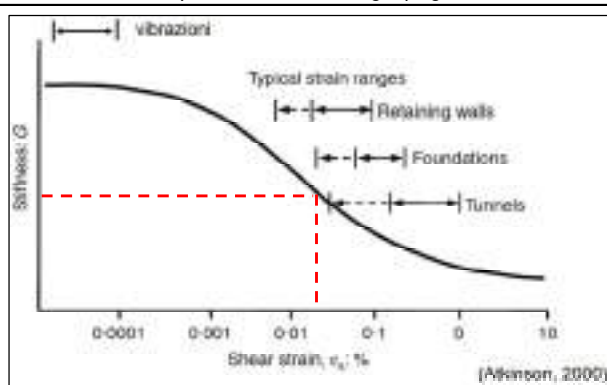


Figura 5.7– Caratterizzazione unità “AL 2” in termini di deformabilità



**Dati di input**

$\gamma$	26.5	kN/m <sup>3</sup>	Peso unità di volume Ammasso Roccioso
$\sigma_c$	75	MPa	Resistenza compressione monoassiale Mat. Roccioso
$m_t$	8.0	-	Costante empirica Mat. Roccioso
GSI	50	-	Geological Strenght index
D	0.7	-	Indice di disturbo
<b>Applicazione Versante</b>			
MR	800	-	Rapporto modulo $E_1/\sigma_c$ Mat. Roccioso
H	25.0	m	Altezza di riferimento

**Determinazione parametri di resistenza equivalenti Ammasso Roccioso**

$m_b$	0.513	-	Costante empirica Amm. Roccioso
s	7.13E-04	-	Costante empirica Amm. Roccioso
a	0.506	-	Costante empirica Amm. Roccioso
$\sigma_{cg}$	7.091	MPa	Resistenza globale Ammasso roccioso
$\sigma_{3max}$	0.590	MPa	Limite superiore della tensione di confinamento per gallerie
$\sigma_{3n}$	7.87E-03	-	Rapporto di tensioni
$\varphi'$	48	°	Angolo di resistenza a taglio equivalente Ammasso Roccioso
$c'$	368	kPa	Coesione efficace equivalente Ammasso Roccioso
$\sigma_t$	0.104	MPa	Resistenza a trazione Ammasso Roccioso

**Determinazione modulo di Young Ammasso Roccioso**

$E_{d1}$	1336	MPa	Hoek e Diederichs semplificata [2006]
$E_{d2}$	6437	MPa	Hoek e Diederichs [2006]
$E_{d3}$	5629	MPa	Hoek, Carranza-Torres e Corkum [2002]
$E_{dm}$	4467	MPa	Modulo di Young Medio Ammasso Roccioso

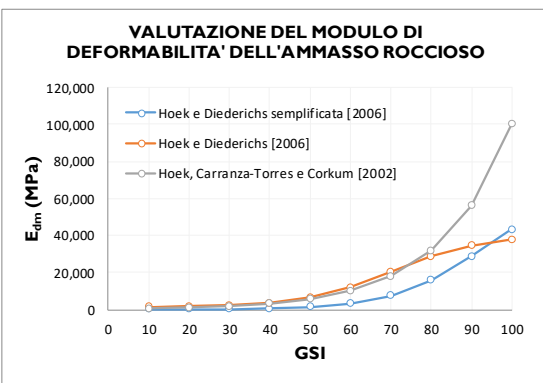


Figura 5.8- Caratterizzazione geomeccanica unità "MAI"

Per i parametri geotecnici si è fatto riferimento ai seguenti valori.

Tabella 5-1 – Sintesi dei parametri geotecnici

Profondità (m dal p.c.)	Sigla unità litotecnica	$\gamma_n$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\Phi'$ (°)	$C'$ (kPa)	$E_{op}$ (MPa)
-	AL1	18	18	40	140
12	AL2	19	40	19	350
20	MAI	26.5	48	365	4450

Per maggiori dettagli sulla descrizione delle unità geotecniche e delle indagini eseguite, si rimanda ai report specifici allegati alla *Relazione Geologica (A194PD R002)*.

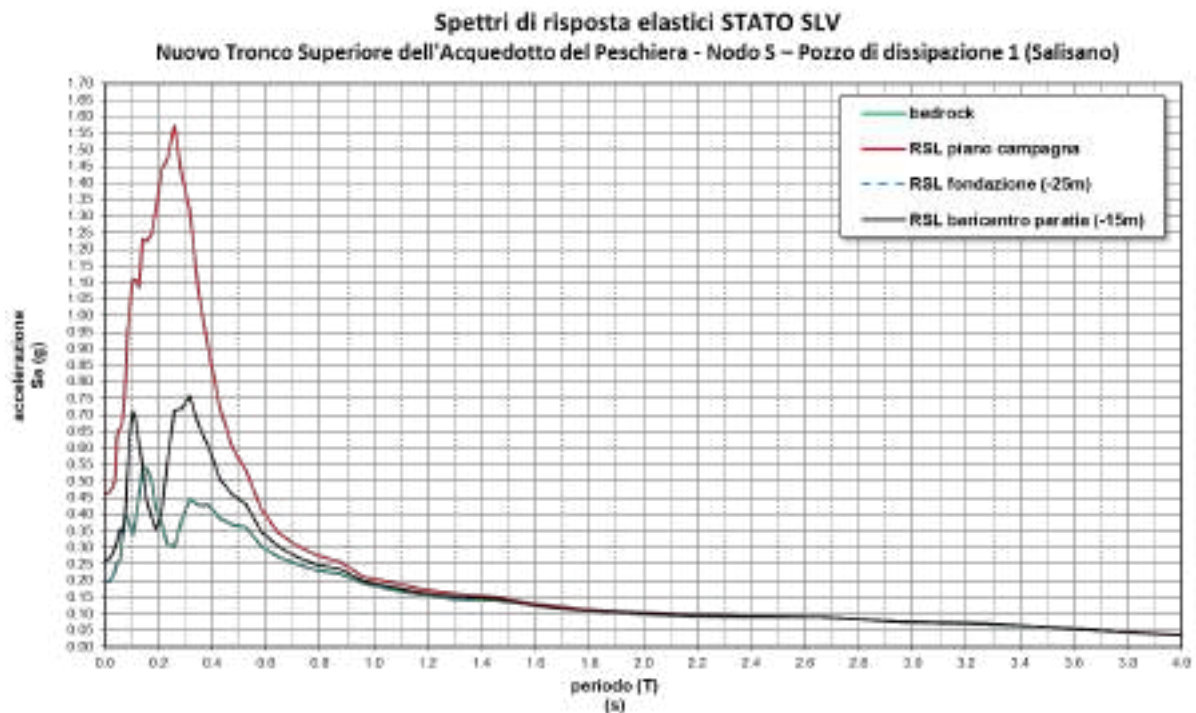
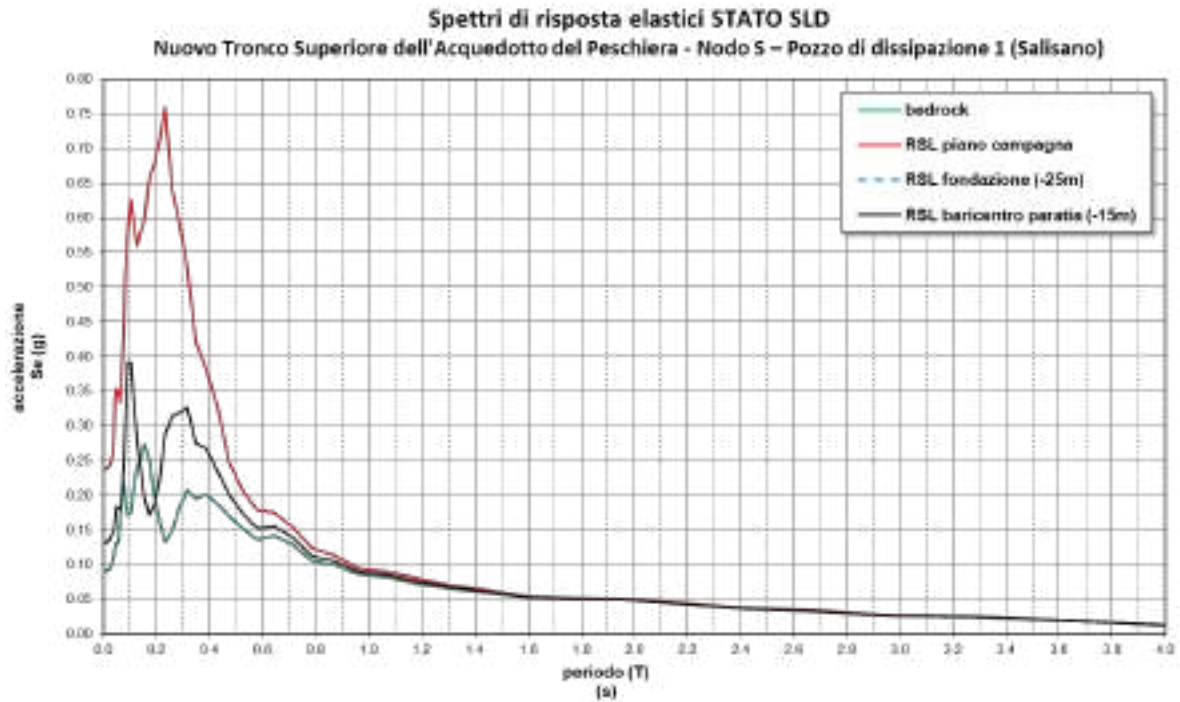
### **5.3 Inquadramento sismico**

In riferimento al livello di prestazione rispetto alla durabilità si assume un valore di VN pari a 100 anni. Vista la rilevanza che l’opera assume e la sua strategicità, la stessa dovrà essere progettata in classe d’uso IV. Inoltre, è opportuno segnalare come l’assunto di opera strategica, e quindi aver assegnato una classe d’uso pari a IV, conferisce all’infrastruttura acquedottista una classe di affidabilità elevata.

Per il manufatto Nodo S sono stati considerati quindi i seguenti parametri sismici:

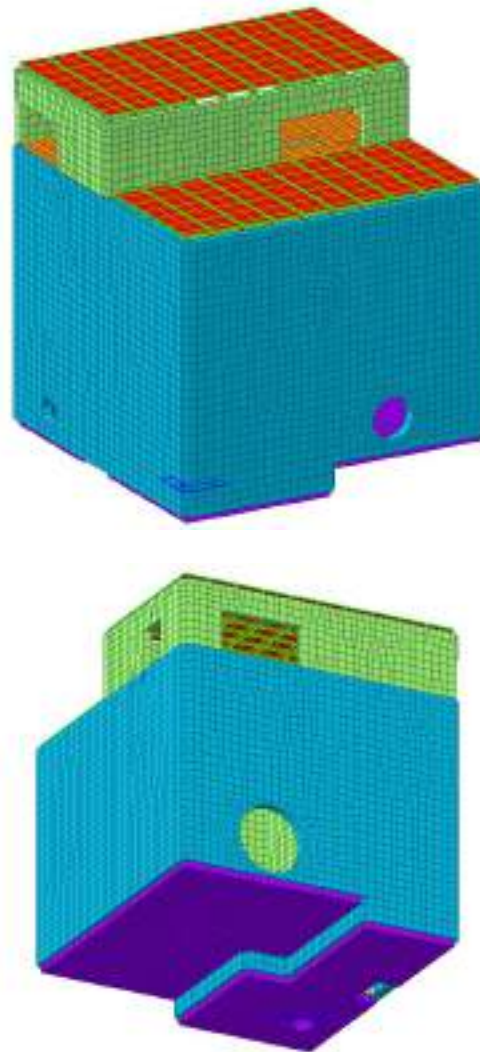
- Vita Nominale: 100 anni
- Classe d’uso: IV
- Zona Sismica Coordinate:  
Long. 12°44'47.82"E - Lat 42°15'41.08"N
- Categoria Suolo B
- Categoria Topografica T2
- Parametri indipendenti di pericolosità sismica
- Quota Zero sismico: 409.04m slm (Piano campagna)
- Spettri elastici

Per gli spettri elastici si è fatto riferimento a quanto riportato nella relazione geologica, in particolare agli studi specifici di risposta sismica locale, ed inseriti i valori degli spettri nel modello di calcolo:

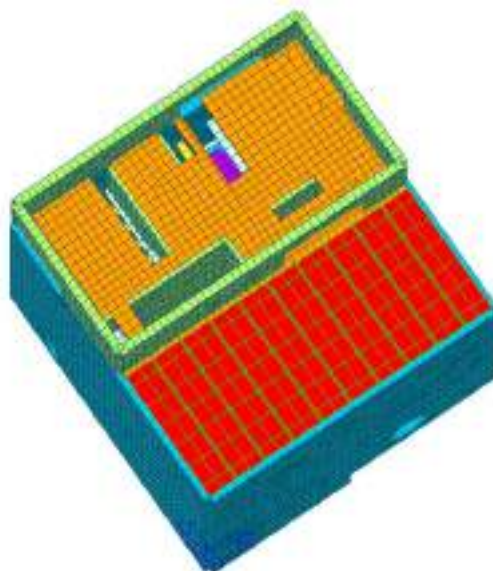


## **5.4 Schema di calcolo**

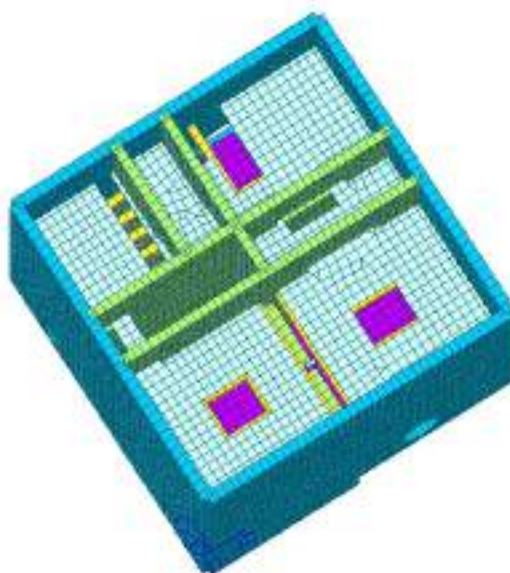
La struttura è stata modellata per mezzo del software ad elementi finiti Midas Gen mediante elementi di tipo shell e frame. È stato realizzato un unico modello di calcolo, sia per la parte profonda che per quella fuori terra, modellando anche gli orizzontamenti con le relative aperture o fori. Di seguito il modello FEM della struttura:



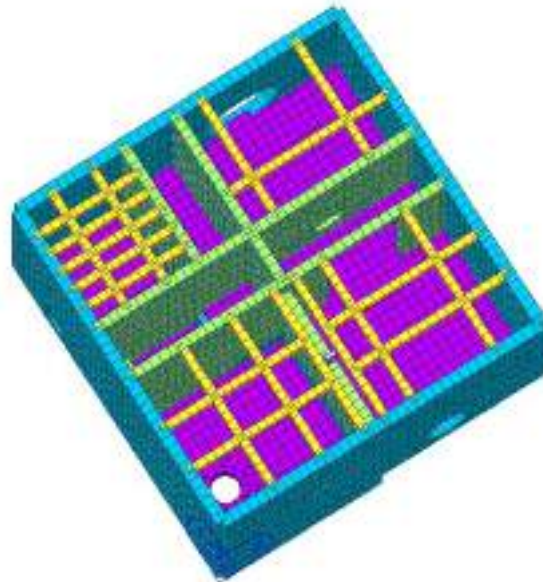
**Figura 5-9 – Nodo S, manufatto completo**



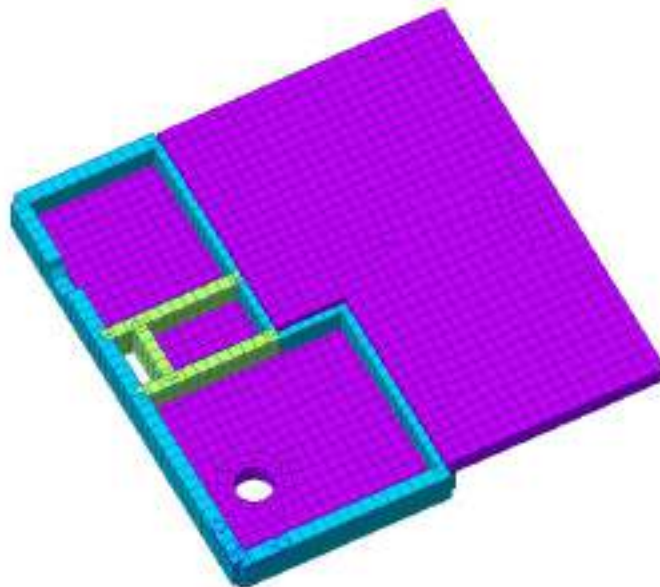
***Figura 5-10 – Nodo S, vista sul solaio quota p.c.***



***Figura 5-11 – Nodo S, vista sul solaio intermedio***



***Figura 5-12 – Nodo S, vista irrigidimenti del solaio intermedio***



***Figura 5-13 – Nodo S, platea***

## 5.5 Valutazione della costante di sottofondo

Per l'analisi della costante di sottofondo si riporta di seguito il valore adottato avendo eseguito una preliminare valutazione con diverse formulazioni: Vesic (1961), Bowles, per quest'ultimo si considerino le formule:

$$k_s = A_s + B_s Z^n$$

$$A_s = C(cN_{c,s} + 0.5\gamma B N_{\gamma,s})$$

$$B_s Z^1 = C(\gamma N_{q,s_q}) Z^1$$

Per le molle da applicare in fondazione si è fatto riferimento ai valori di coesione, angolo di resistenza a taglio e peso dell'unità di volume propri dello strato di terreno su cui si intesta la fondazione stessa (unità litologica MAI). Dunque si avrà:

### DATI DI INPUT

$\varphi'$ [°]	48	Angolo di resistenza a taglio
$c'$ [kPa]	365	Coesione
$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	26.5	Peso unità di volume terreno
C	40	Fattore di conversione
$N_c$	199.26	Fattore di capacità portante
$N_q$	222.30	Fattore di capacità portante
$N_\gamma$	368.67	Fattore di capacità portante
B [m]	35.5	Larghezza Fondazione
Z [m]	20	Profondità Fondazione
$A_s$ [kN/m <sup>3</sup> ]	9845653	Primo Contributo
$B_s \cdot Z$ [kN/m <sup>3</sup> ]	4712751	Secondo Contributo
n	0.5	Fattore di profondità
$k_s$ [kN/m <sup>3</sup> ]	9847824	Rigidezza molla alla Winkler

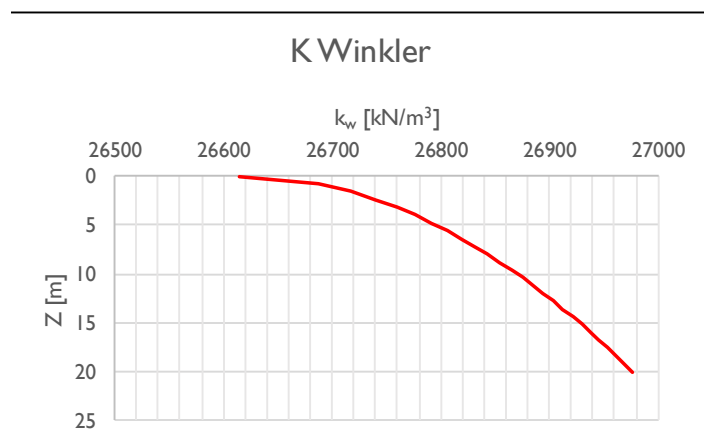
Nel software è stato considerato un valore di  $K_s = 9800000$  kN/m<sup>3</sup>.

Nella parte opposta rispetto al verso di applicazione dell’azione sismica si è tenuto conto della reazione offerta dal terreno mediante l’inserimento in corrispondenza delle pareti perimetrali interrato di molle del tipo “compression only” opportunamente orientate in modo da produrre esclusivamente reazioni opposte al verso dello spostamento laterale della parete. Il valore della rigidità a compressione dei tali molle è stato calcolato come sopra descritto. In questo caso, a vantaggio di sicurezza, si è fatto riferimento ai primi due strati di terreno interagenti con il manufatto (unità litologiche AL1 e AL2, di caratteristiche meccaniche qualitativamente inferiori rispetto all’unità litologica MAI), considerando valori mediati tra i due strati.

Di seguito si riporta l’andamento con la profondità della rigidità  $k$ :

**DATI DI INPUT**

$\varphi'$ [°]	18	Angolo di resistenza a taglio
$c'$ [kPa]	27	Coesione
$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	31	Peso unità di volume terreno
C	40	Fattore di conversione
$N_c$	13.10	Fattore di capacità portante
$N_q$	5.26	Fattore di capacità portante
$N_\gamma$	2.08	Fattore di capacità portante
H [m]	20	Altezza di scavo
L [m]	20	Lunghezza paratia





Nel software è stato considerato un valore costante medio di  $K_s = 26800 \text{ kN/m}^3$ .

## 5.6 Analisi dei carichi

Si riporta di seguito l'analisi dei carichi per la struttura.

### 5.6.1 Peso proprio

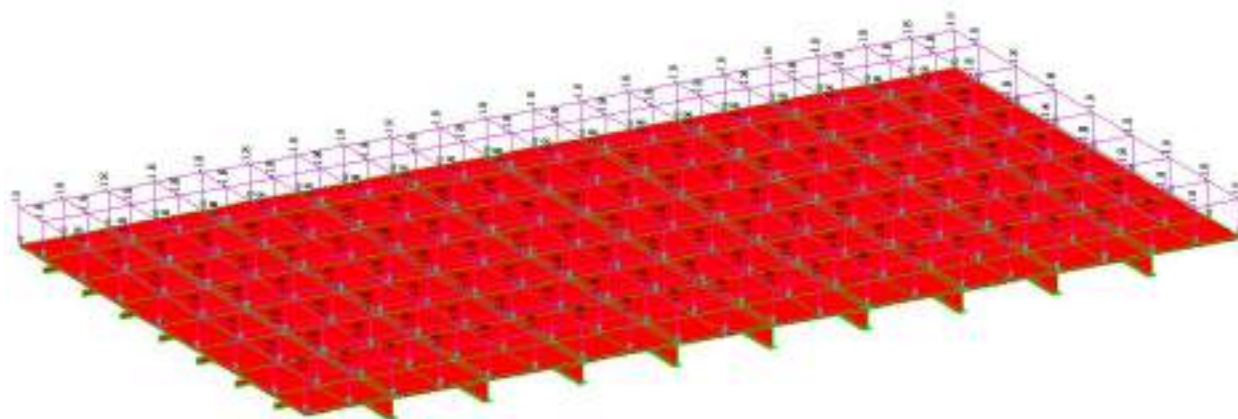
Il peso proprio degli elementi principali della struttura, viene calcolato in automatico dal programma, una volta assegnata la geometria dei vari elementi strutturali con i relativi materiali costituenti ( $\gamma_{cls} = 25 \text{ kN/m}^3$  peso specifico del c.a.).

### 5.6.2 Azioni solaio di copertura

#### Permanente portato

- Massetto pendenze:  $0.10 \times 14 = 1.40 \text{ kN/m}^2$
- Guaina:  $0.40 \text{ kN/m}^2$

Si ha in totale  $1.8 \text{ kN/m}^2$ .



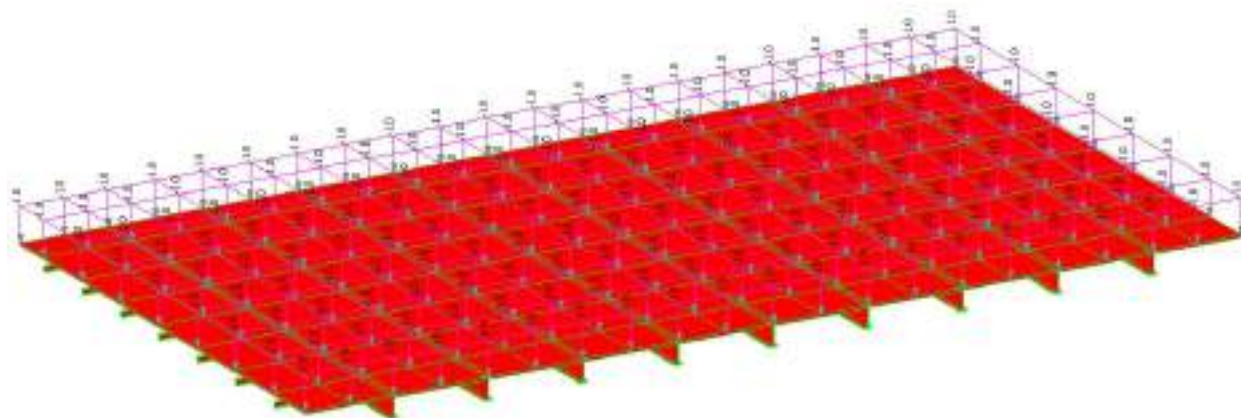
**Figura 5-14 – Caso di carico "Permanente portato" in copertura**

#### Variabili

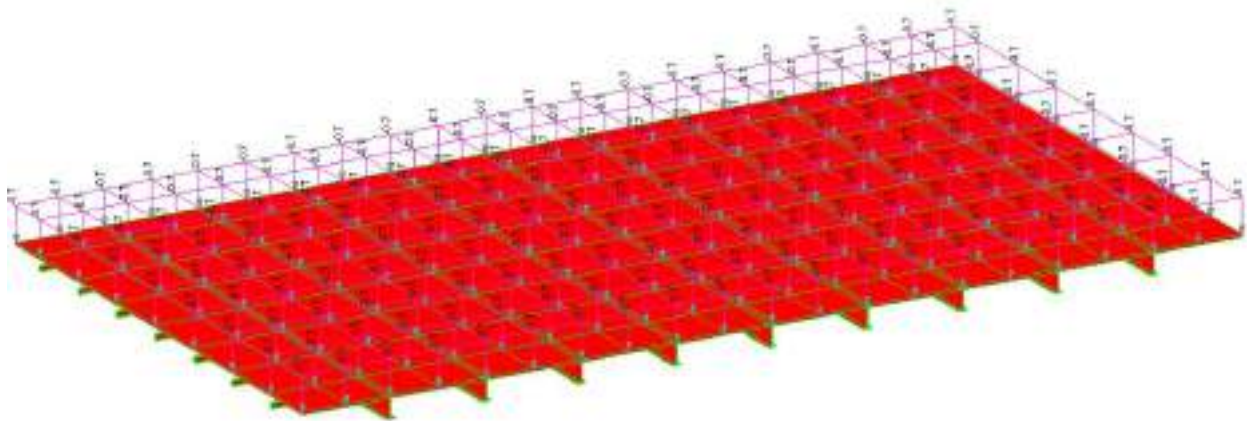
- Carico accidentale in copertura:  $Q_{k,1}=1.00 \text{ kN/m}^2$
- Carico neve in copertura:  $Q_{k,2}= 0.69 \text{ kN/m}^2$

Per il calcolo della neve si è considerato, in accordo con quanto previsto al §3.4 delle NTC2018:

- zona geografica III
- altitudine del sito s.l.m. 400m
- esposizione normale (coefficiente di esposizione pari a 1)
- coefficiente termico pari a 1
- coefficiente di forma pari a 0.8 (copertura piana)



***Figura 5-15 – Caso di carico “Manutenzione”***



*Figura 5-16 – Caso di carico "Neve"*

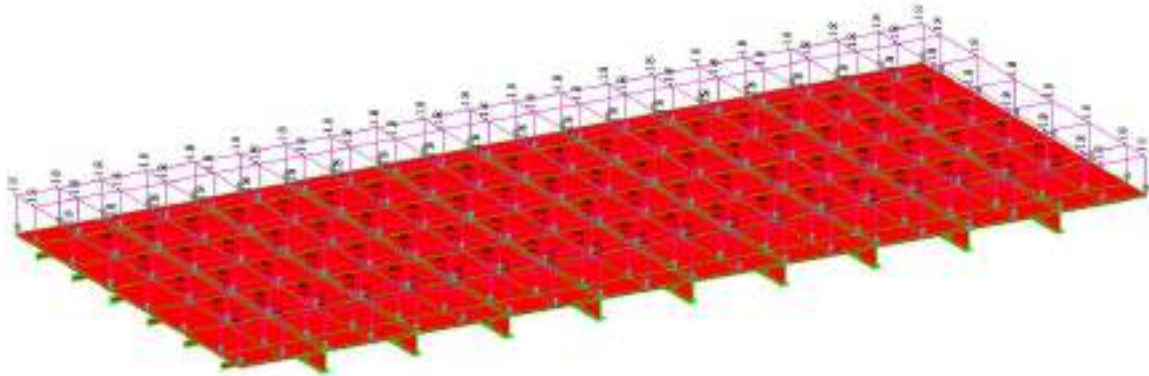
### **5.6.3 Azioni solaio a quota piano campagna (copertura)**

Il solaio a quota piano campagna presenta due aree distinte, una delle quali rappresenta per il manufatto una porzione di copertura. Si considerano dunque i seguenti carichi:

#### Permanente portato

- Massetto pendenze:  $0.10 \times 14 = 1.40 \text{ kN/m}^2$
- Guaina:  $0.40 \text{ kN/m}^2$

Si ha in totale  $1.8 \text{ kN/m}^2$ .



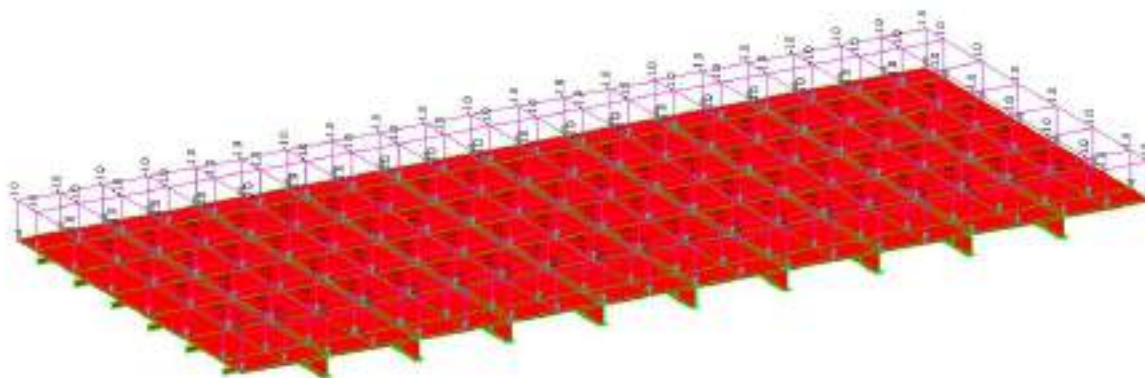
**Figura 5-17 – Caso di carico "Permanente portato"**

Variabili

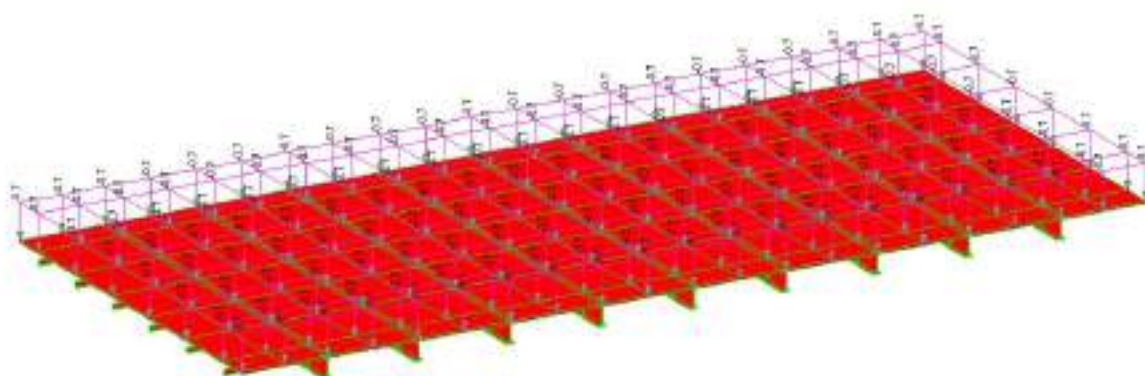
- Carico accidentale (antropico manutenzione) in copertura  $Q_{k,1}=1.00$  kN/m<sup>2</sup>
- Carico neve in copertura  $Q_{k,2}= 0.69$  kN/m<sup>2</sup>

Per il calcolo della neve si è considerato, in accordo con quanto previsto al §3.4 delle NTC2018:

- zona geografica III
- altitudine del sito s.l.m. 400m
- esposizione normale (coefficiente di esposizione pari a 1)
- coefficiente termico pari a 1
- coefficiente di forma pari a 0.8 (copertura piana)



**Figura 5-18 – Caso di carico "Manutenzione"**



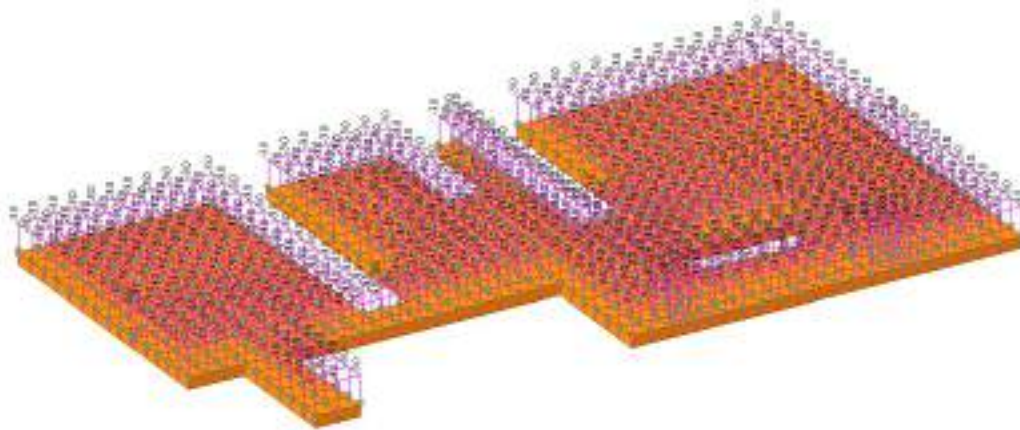
**Figura 5-19 – Caso di carico "Neve"**

#### **5.6.4 Azioni solaio a quota piano campagna (interno)**

Per la zona interna al manufatto del solaio a quota piano campagna, è stata considerata un'area possibilmente sottoposta a carichi dovuti a mezzi di manutenzione ed al carico da folla:

##### Permanente portato

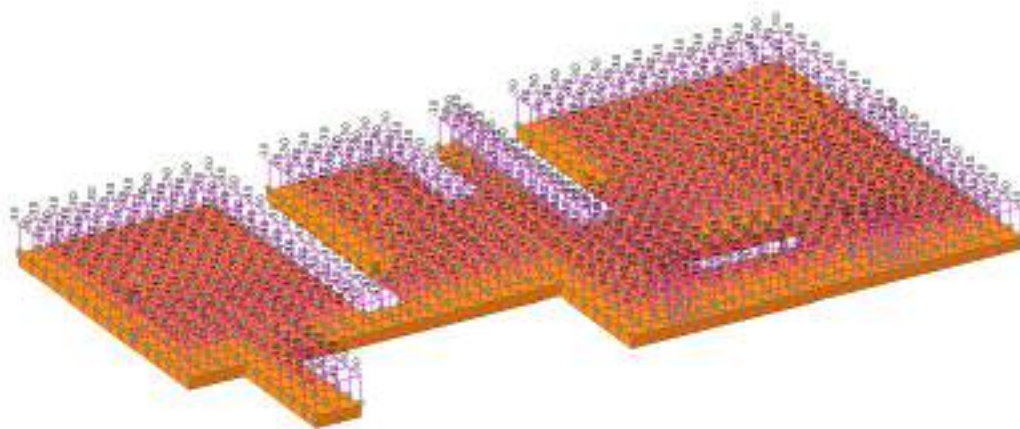
- $G_{2k}$ : 3.00 kN/m<sup>2</sup>



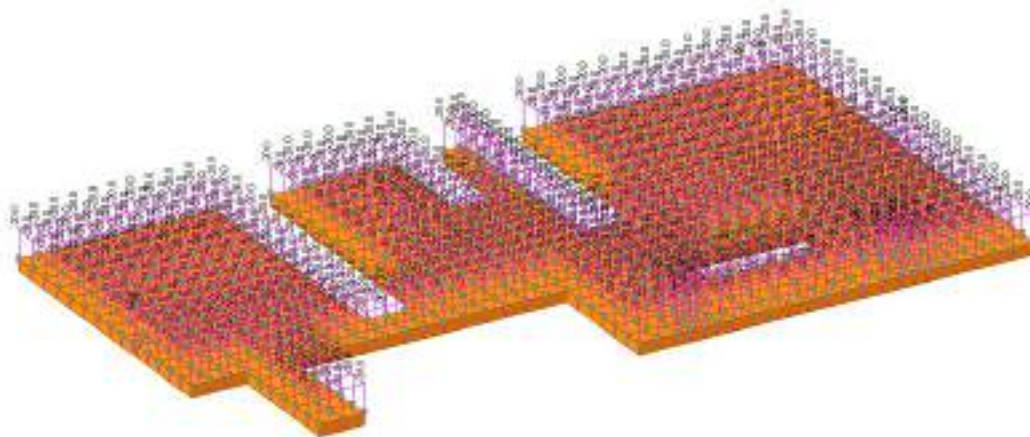
**Figura 5-20 – Caso di carico "Permanente portato"**

Variabili

- Sovraccarico accidentale di categoria E:  $Q_{k,3} = 3.00$  kPa
- Sovraccarico accidentale mezzi di manutenzione:  $Q_{k,4} = 20$  kPa



**Figura 5-21 – Caso di carico "Qk Folla cat. E"**



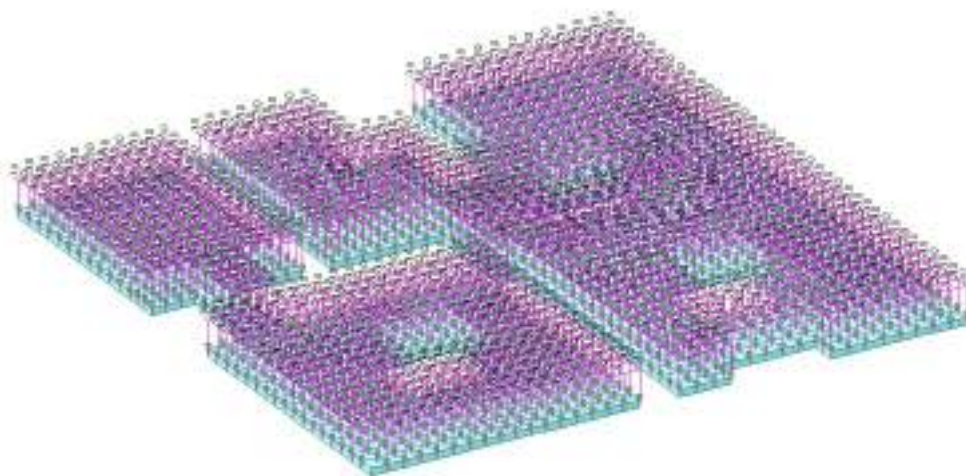
**Figura 5-22 – Caso di carico "Mezzi di manutenzione  $Q_k=20kPa$ "**

### **5.6.5 Azioni solaio intermedio (quota 401,7 m)**

Per il solaio intermedio a quota 401,7 m, è stata considerata un'area possibilmente sottoposta a carichi dovuti al carico da folla:

Permanente portato

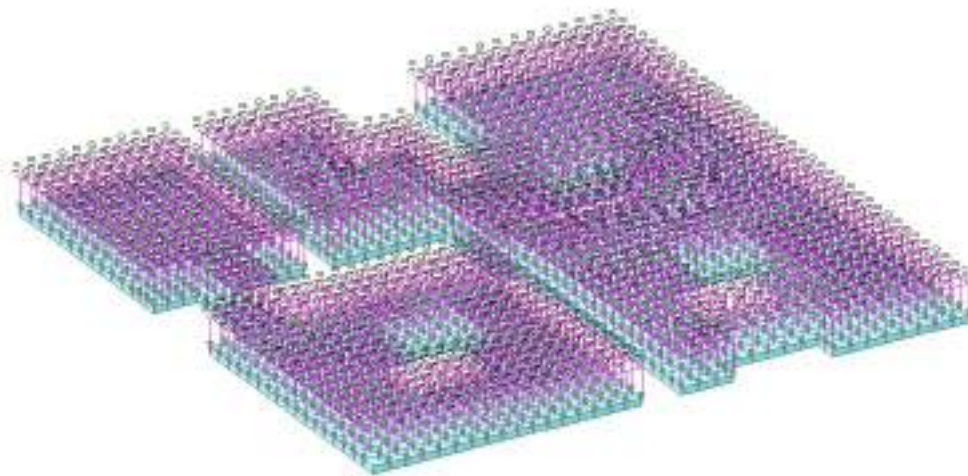
- $G_{2k}$ : 3.00 kN/m<sup>2</sup>



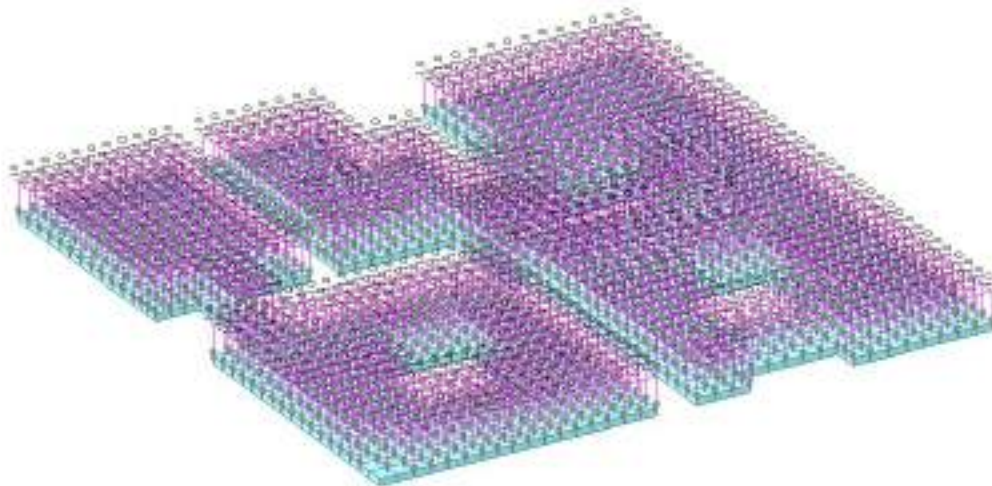
**Figura 5-23 – Caso di carico "Permanente portato"**

Variabili

- Sovraccarico accidentale di categoria E:  $Q_{k,3} = 3.00 \text{ kPa}$
- Impianti:  $Q_{k,5} = 1 \text{ kPa}$



***Figura 5-24 –Caso di carico "Qk Folla cat. E"***



***Figura 5-25 –Caso di carico "Impianti"***



### 5.6.6 Azioni platea di fondazione

Su tutta la superficie di fondazione si considera un peso permanente portato uniformemente distribuito  $G_{2k}$ , differente in base alla zona del manufatto in cui ci si trova. Nello specifico, nelle zone della camera di arrivo, della parte profonda del corridoio centrale e del pozzo si ha:

- Permanente portato =  $25 \cdot 3 = 75$  kPa

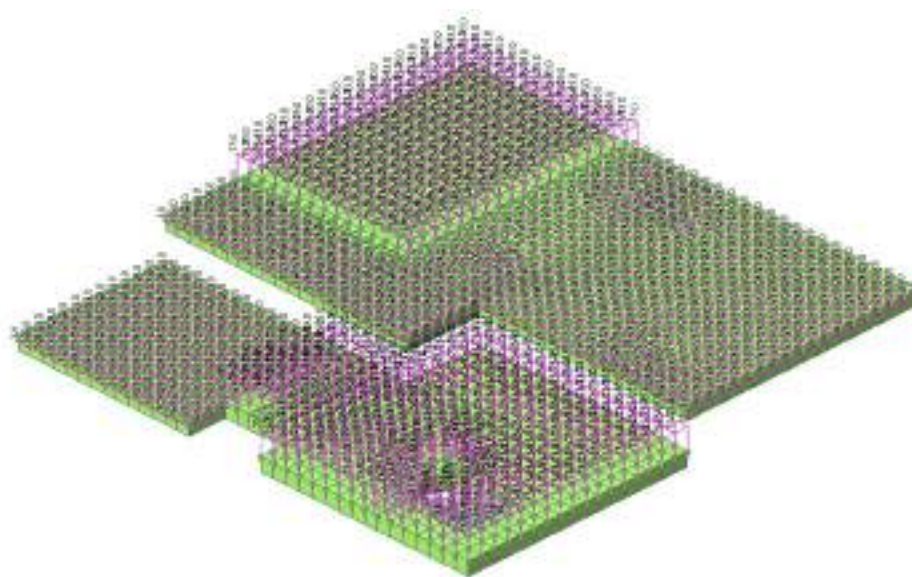
In tutte le altre aree si considera invece:

- Permanente portato = 3 kPa

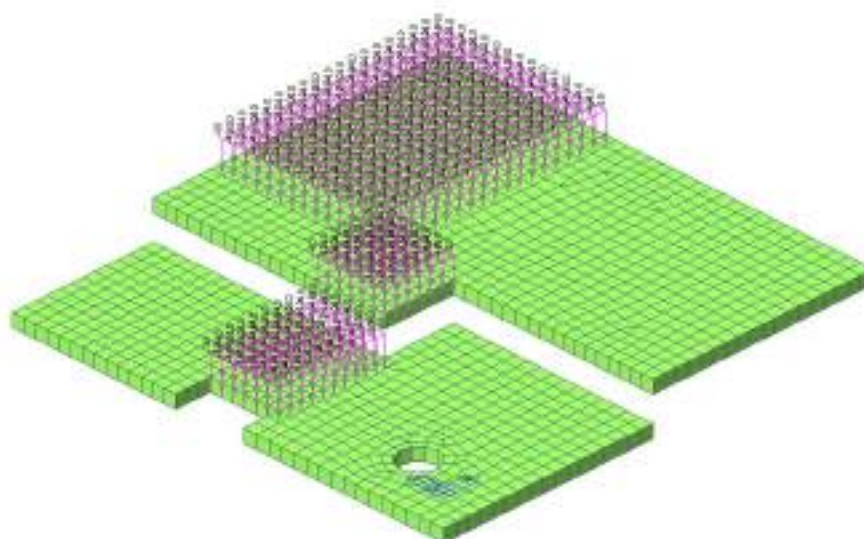
Nelle zone dove non c'è invaso di acqua si considera un peso relativo agli impianti pari a:

- Impianti = 4.00 kPa

Per le aree della platea di fondazione ove agisce anche il peso dell'acqua di invaso invece si rimanda ai paragrafi successivi.



**Figura 5-26 – Caso di carico "permanente portato"**



**Figura 5-27 – Caso di carico "impianti"**

### 5.6.7 Spinta statica del terreno

La spinta statica del terreno sulle pareti al di sotto del piano campagna è stata valutata in condizioni di spinta a riposo.

La spinta del terreno è definita dall’integrale della seguente distribuzione di pressione sulla parete, in assenza di falda:

$$\sigma_h(z) = K_0 \cdot \gamma_{nat} \cdot z$$

Dove:

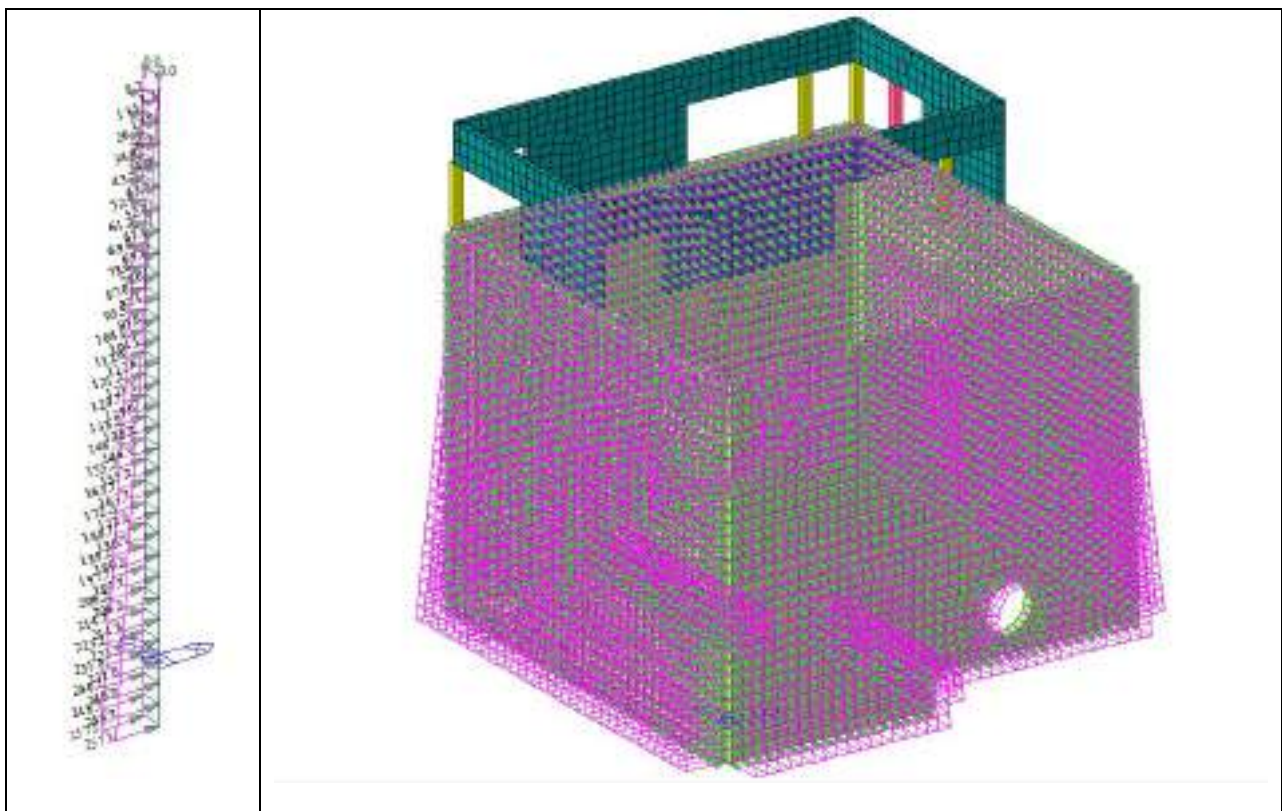
- z, profondità dal p.c.;
- $\gamma_{nat}$ , peso dell’unità di volume del terreno;
- $k_0$ , coeff. di spinta a riposo=  $1 - \sin\phi$ .

Si ottiene:

- $\phi = 31^\circ \rightarrow k_0 = 0.485, k_p = 3.12$
- $\gamma_{mat} = 18 \text{ kN/m}^3$
- $\sigma'_{h,0}(0\text{m}) \approx 0 \text{ kPa}$
- $\sigma'_{h,0}(26.55\text{m}) \approx 232 \text{ kPa}$
- $\sigma'_{h,0}(29.45\text{m}) \approx 257 \text{ kPa}$

Sono stati considerati valori ottenuti mediando in modo pesato le caratteristiche dei primi due strati di terreno interagenti con il manufatto (unità litologiche AL1 e AL2).

Si riporta la distribuzione di pressione agente in corrispondenza dei setti perimetrali interrati inserita nel modello di calcolo.



**Figura 5-28 – Spinta orizzontale del terreno (caso di carico terreno statico a riposo)**

### 5.6.8 Peso e spinta statica dell'acqua di invaso

Sulla fondazione, in condizioni di esercizio (COND. PERMANENTE), insiste una pressione verticale dovuta alla presenza dell'acqua di invaso. Tale invaso ha un'altezza di 14.5 m all'interno della vasca di collegamento e di 2.5 m nel pozzo 1. Si considera anche il caso di una condizione di scarico di emergenza (COND. ECCEZIONALE) in cui viene applicata, in aggiunta a quanto già considerato in condizioni di esercizio, una pressione definita da un'altezza del tirante d'acqua di 4.5 m nella zona di scarico di sicurezza, mentre nel vano ad essa adiacente si considera un'altezza del tirante d'acqua di 2.5 m.

- acqua verticale cond. permanente:

$$\gamma_w \times h = 10 \times 14.50 = 145 \text{ kN/m}^2;$$

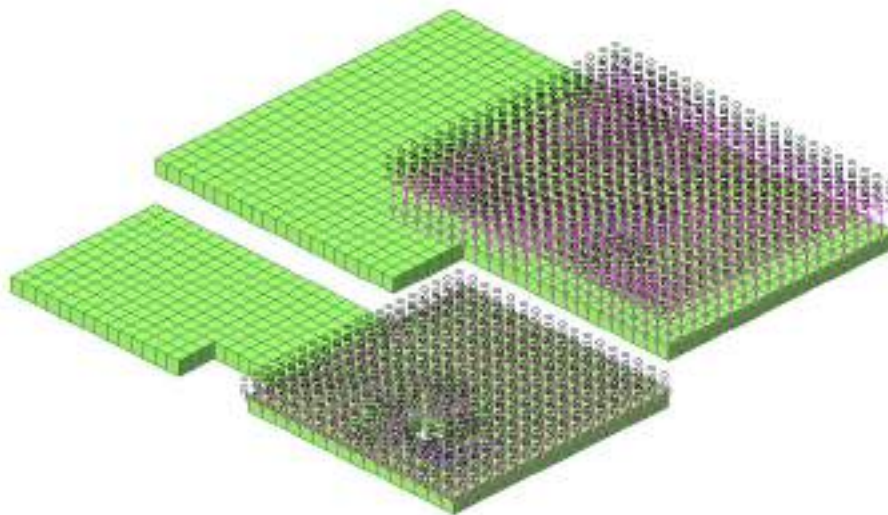
$$\gamma_w \times h = 10 \times 2.50 = 25 \text{ kN/m}^2;$$

- acqua verticale cond. eccezionale:

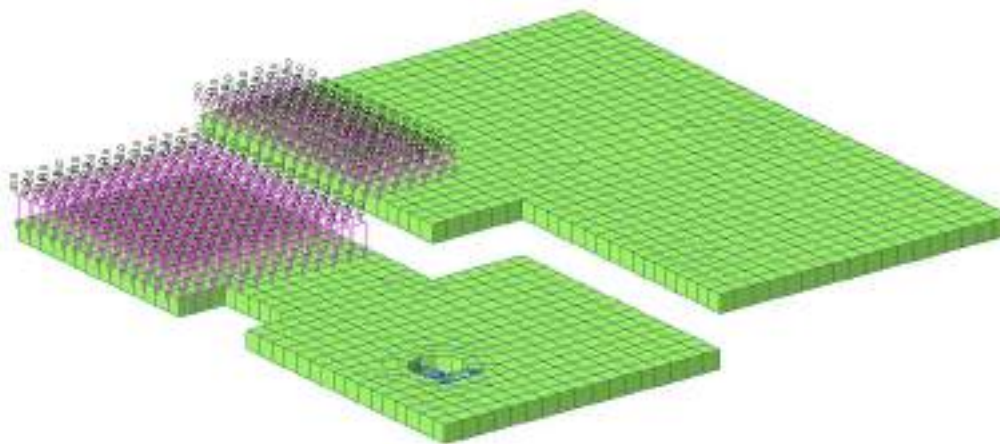
$$\gamma_w \times h = 10 \times 4.5 = 45 \text{ kN/m}^2;$$

$$\gamma_w \times h = 10 \times 2.5 = 25 \text{ kN/m}^2.$$

Sono stati definiti due casi di carico, così da poter considerare il solo caso "permanente" nella condizione di esercizio ed entrambi i casi, "permanente" e "scarico", nella condizione eccezionale.



**Figura 5-29 – Caso di carico “peso acqua cond. permanente”**



**Figura 5-30 – Caso di carico “peso acqua cond. scarico”**

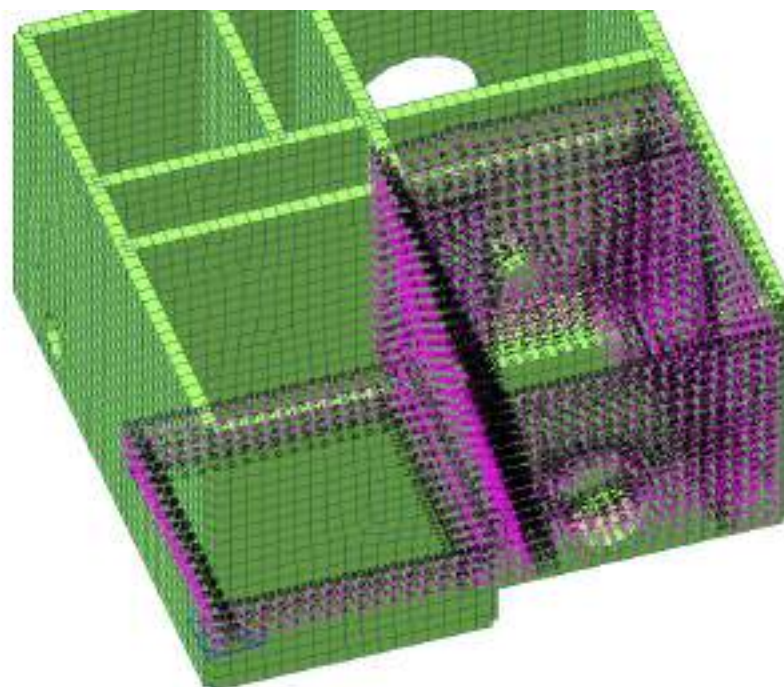
La spinta statica dell’acqua d’invaso nella vasca è espressa con l’integrale della seguente distribuzione di pressione sulla parete:

$$p_w(z') = \gamma_w \cdot z'$$

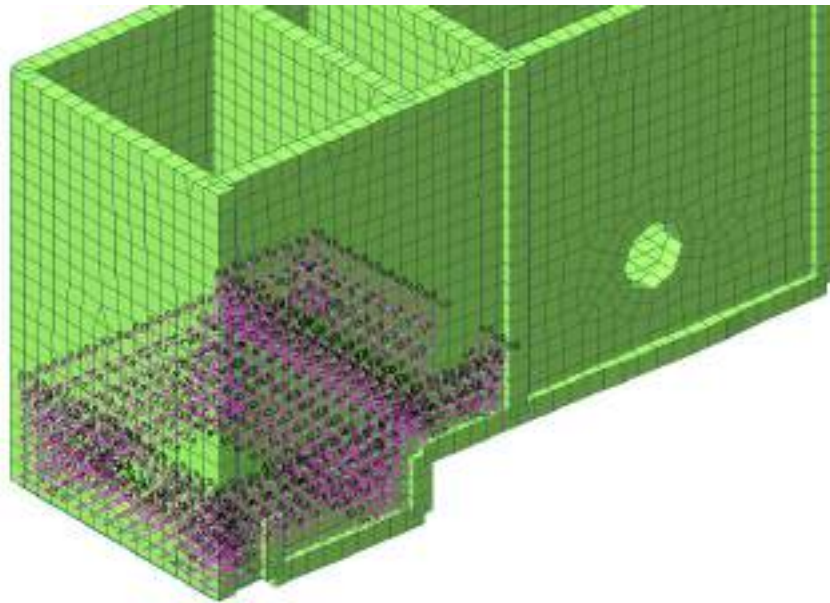
dove:

- $\gamma_w$ , peso specifico dell’acqua;
- $z'$ , profondità dal livello d’invaso.

Si ha quindi l’applicazione sulle pareti interessate di una pressione lineare come illustrato di seguito. Anche in questo caso sono stati definiti due casi di carico.



***Figura 5-31 – Caso di carico “spinta acqua cond. permanente”***



**Figura 5-32 – Caso di carico "spinta acqua cond. scarico"**

### 5.6.9 Spinta statica dovuta al sovraccarico

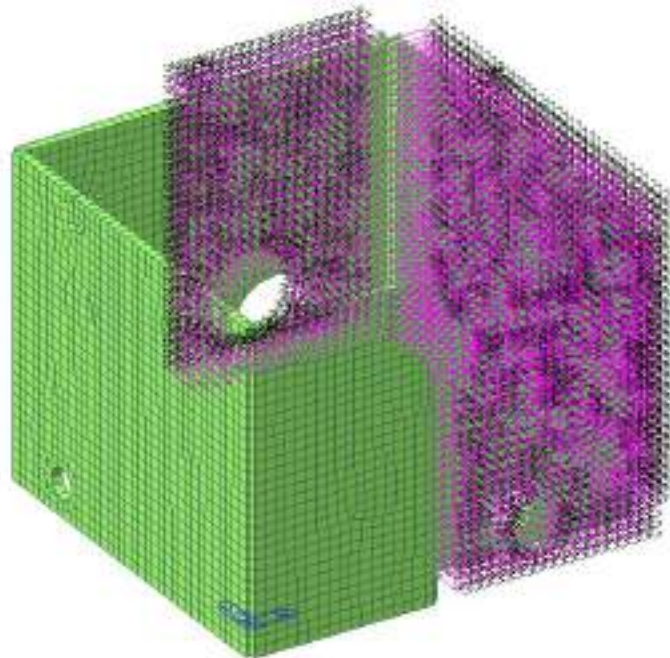
Si considera la presenza di un sovraccarico accidentale  $Q_k=20\text{kPa}$  posizionato a ridosso del manufatto. Per effetto del sovraccarico nascerà quindi una spinta orizzontale sulle pareti esterne del manufatto di entità pari a:

- $q_{k,5}=Q_{k,5} \times K_0=20 \times 0.485=9.70 \text{ kPa}$

con:

$$K_0=1-\text{sen}\phi=1-\text{sen}(31)= 0.485$$

Si riporta la distribuzione di pressione agente in corrispondenza dei setti perimetrali interrati inserita nel modello di calcolo.



**Figura 5-33 – Caso di carico "spinta orizzontale sovraccarico  $Q_k$ "**

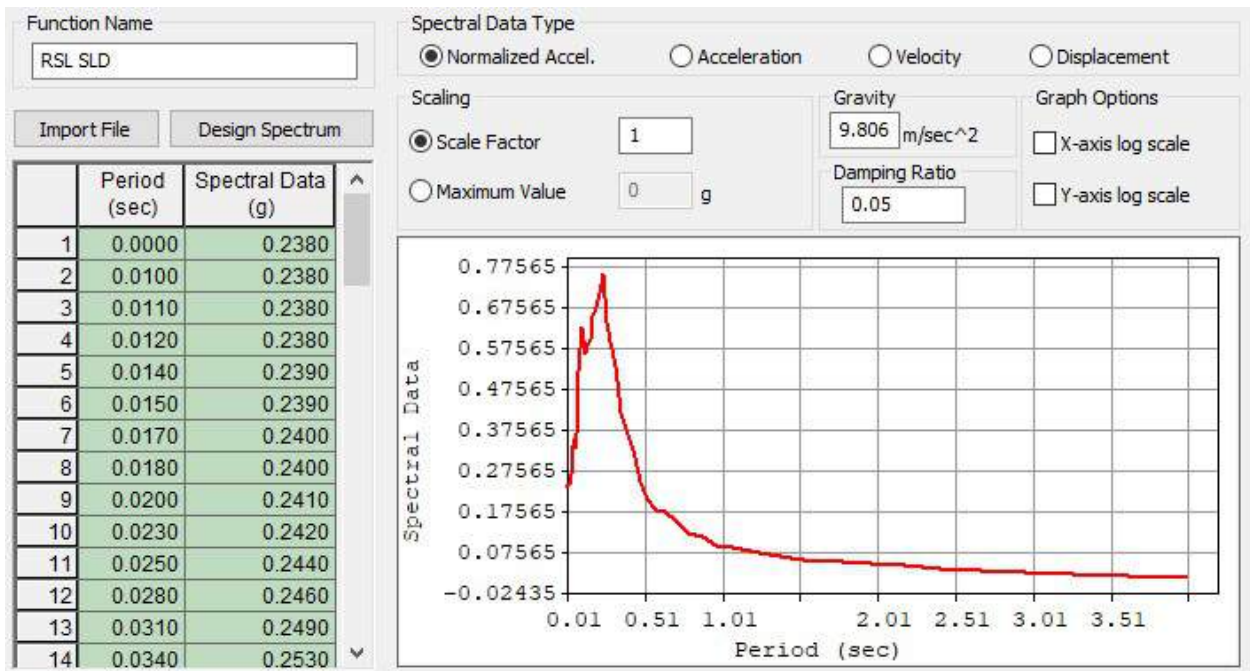
### **5.6.10 Spettri di progetto**

Lo spettro di progetto è stato implementato sul modello di calcolo utilizzando lo spettro proveniente dall'analisi di Risposta Sismica Locale (RSL) sul piano di coordinate  $S_e(g)$  e  $T$ , per gli stati limite di riferimento SLD ed SLV.



▪ **Spettro di Risposta SLD**

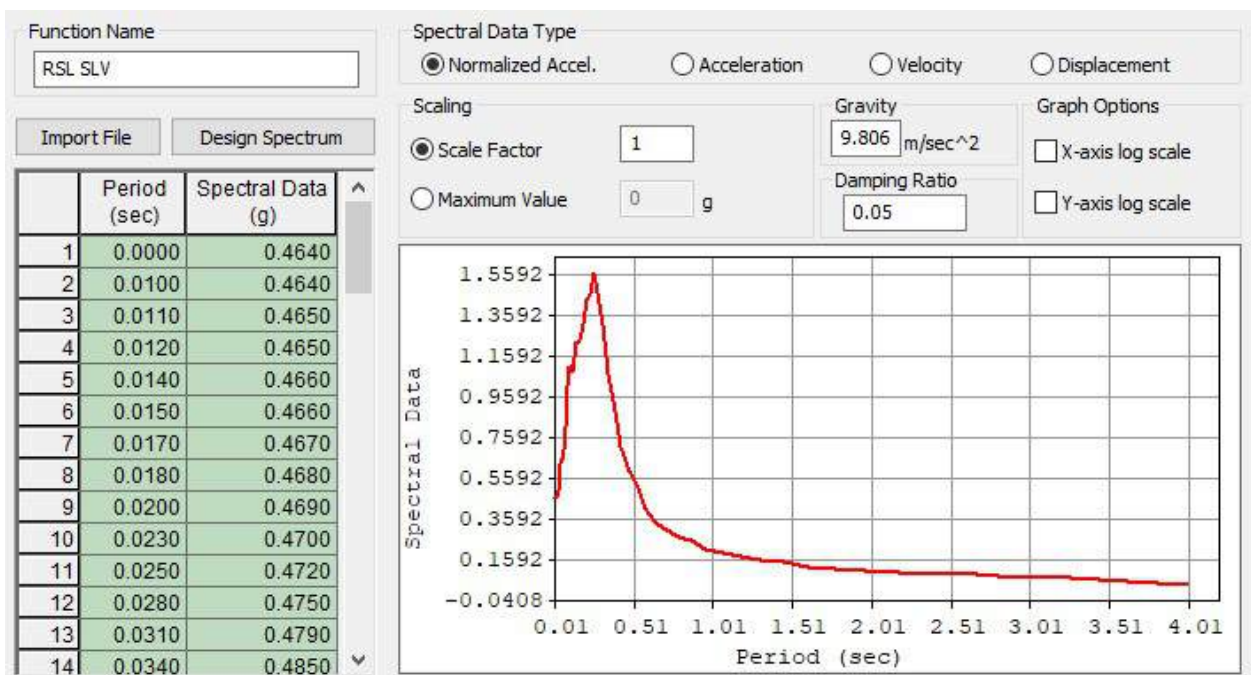
Di seguito si riportano gli spettri elastici di RSL così come implementati per punti sul software di calcolo.



**Figura 5-34 – Spettro di risposta RSL allo SLD**

▪ **Spettro di Risposta SLV**

Di seguito si riportano i valori dello spettro elastico SLV in X e in Y, implementato nel modello FEM per la analisi lineare pseudostatica:



**Figura 5-35 – Spettro di risposta RSL allo SLV**

La struttura è stata considerata non dissipativa, in accordo con il par.7.3.1 delle NTC2018 lo spettro di progetto allo SLV, derivante dalle analisi di RSL, è stato abbattuto utilizzando un fattore di struttura  $q=1.5$ .

**5.6.11 Analisi strutturale sismica**

L’azione sismica è stata valutata prendendo in considerazione le analisi di risposta sismica locale (RSL). In particolare, le analisi utilizzate per il calcolo delle azioni in fase sismica nel modello FEM è di tipo statico lineare e prevedono:

- per la porzione del manufatto fuori terra l’applicazione dello spettro di risposta al p.c. (individuato come zero sismico), a seconda dello stato limite e derivante dall’analisi RSL;
- nel verso di applicazione dell’azione sismica per la porzione interrata l’interazione struttura-paratia-terreno è stata tenuta in conto considerando un incremento alla Wood proporzionale all’accelerazione in corrispondenza di  $T=0$  nello spettro di risposta derivante da RSL posto al baricentro della paratia. Tali azioni sono state applicate direttamente al modello FEM a seconda del verso imposto da ciascuna combinazione sismica;
- nella parte opposta rispetto al verso di applicazione dell’azione sismica si è tenuto conto della reazione offerta dal terreno modellando delle molle del tipo “compression only”, opportunamente orientate (si veda paragrafo dedicato);
- analogamente a quanto ipotizzato per l’incremento di spinta dinamica del terreno, le azioni inerziali interne alla struttura sono state tenute in conto avvalendosi dell’accelerazione corrispondente a periodo nullo nello spettro di risposta derivante da RSL in corrispondenza del baricentro della paratia. (ad esempio per l’incremento dinamico della pressione idraulica si è utilizzata la formula di Westergaard con  $k_h$  pari ad  $a_g$ ).

Di seguito si riporta il calcolo e l’applicazione al modello dei vari contributi di incremento dinamico.

▪ **Incremento dinamico della spinta del terreno per presenza di sisma**

Per quanto riguarda l’incremento della spinta del terreno in fase dinamica, il valore dell’accelerazione da tenere in conto per l’applicazione della formula di WOOD risulta pari a:

- $a_g/g=0.263$ , valore dell’accelerazione per periodo nullo alla quota del baricentro della paratia.

Per cui si ha per la spinta di Wood, considerando un’altezza media della porzione interrata di manufatto:

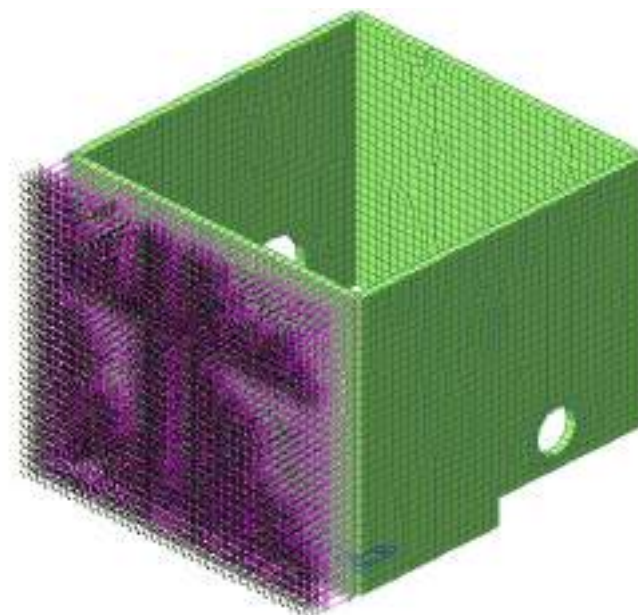
$$k_h = 0.263$$

$$\gamma = 18 \text{ kN/m}^2$$

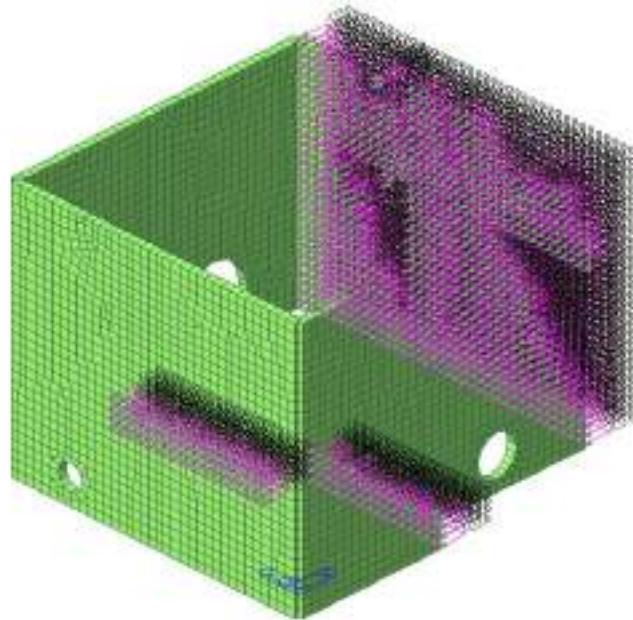
$$H = 28 \text{ m}$$

$$\Delta P_w \cong 133 \text{ kN/m}^2$$

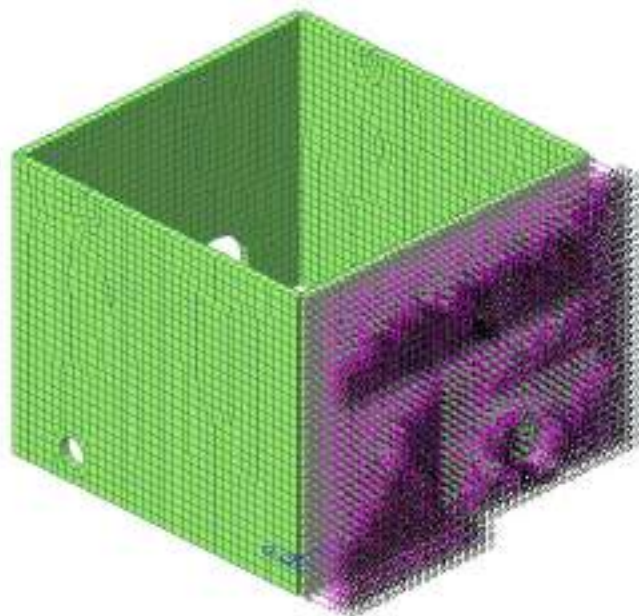
**Tabella 5.2 – Incremento di spinta delle terre per effetto del sisma**



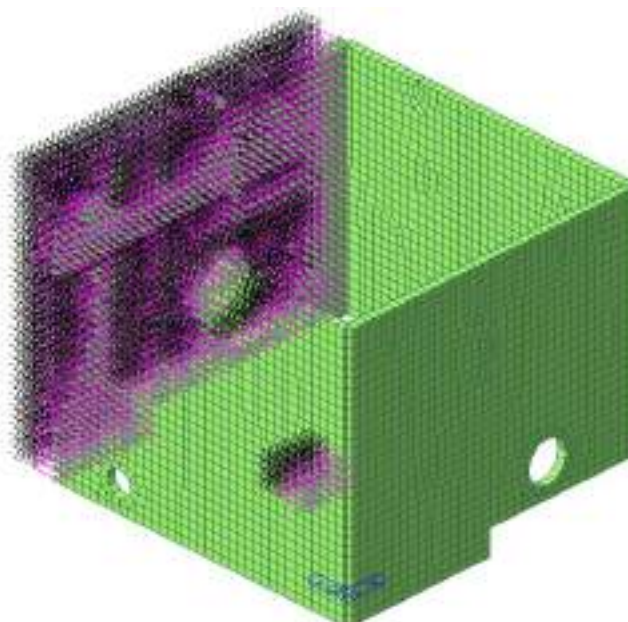
**Figura 5-36 – Spinta del terreno per sisma X+**



***Figura 5-37 – Spinta del terreno per sisma X-***



***Figura 5-38 – Spinta del terreno per sisma Y+***



**Figura 5-39 – Spinta del terreno per sisma Y-**

- **Incremento spinta idrostatica in fase dinamica**

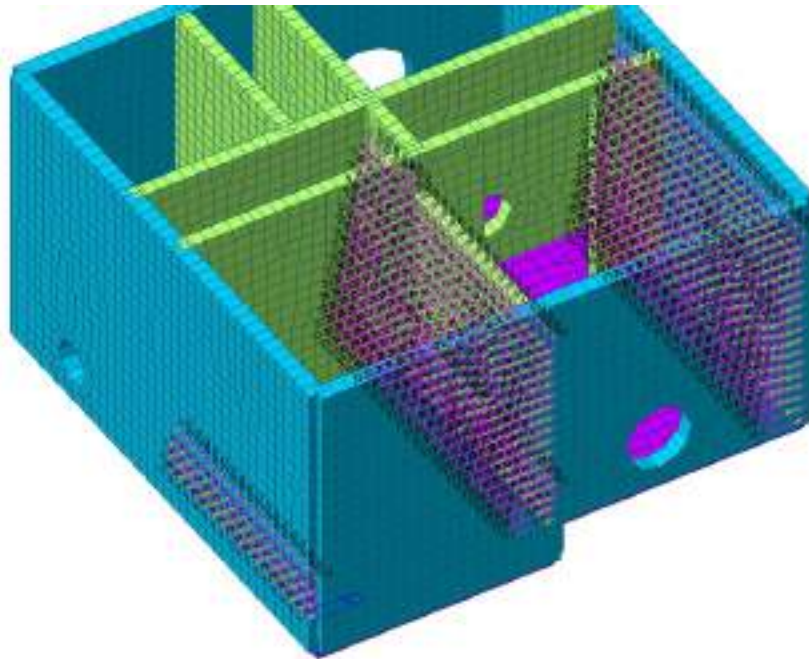
L’incremento dinamico di spinta dell’acqua d’invaso presente all’interno della vasca è valutato integrando la seguente distribuzione di pressione:

$$q(z') = \frac{7}{8} \cdot k_h \cdot \gamma_w \cdot \sqrt{H_w \cdot z'} \quad (\text{Westergard 1933})$$

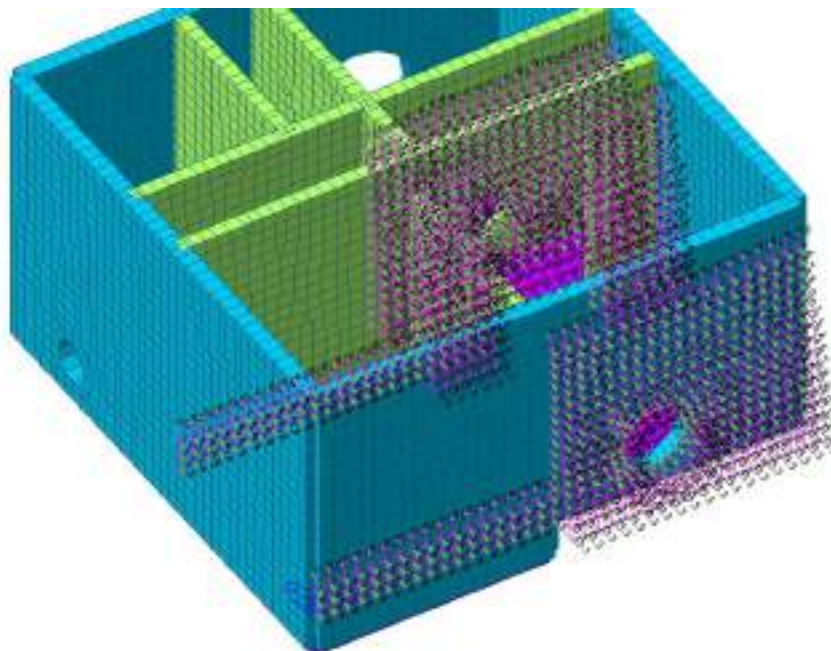
Si considera la contemporanea presenza di acqua e sisma solo in condizioni ordinarie (condizione permanente) e, approssimando linearmente, si pone un valore nullo in sommità e un valore alla base pari a:

Vasca di collegamento  $P_{max}(z = 14.50m) = \frac{7}{8} \cdot 0.263 \cdot 10 \cdot (14.50 \cdot 14.50)^{0.5} = 33.3 \text{ kPa}$

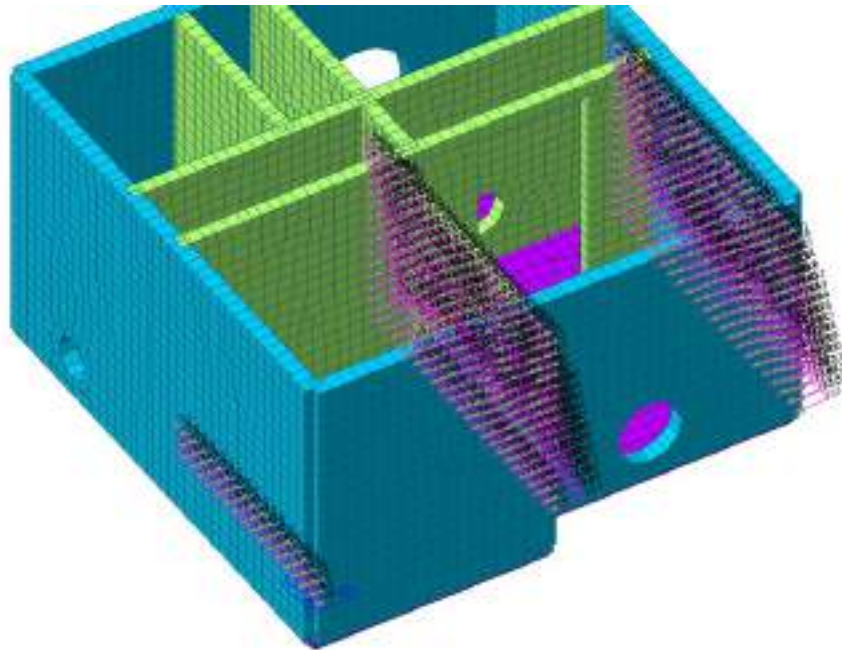
Pozzo 1  $P_{max}(z = 2.50m) = \frac{7}{8} \cdot 0.263 \cdot 10 \cdot (2.50 \cdot 2.50)^{0.5} = 5.8 \text{ kPa}$



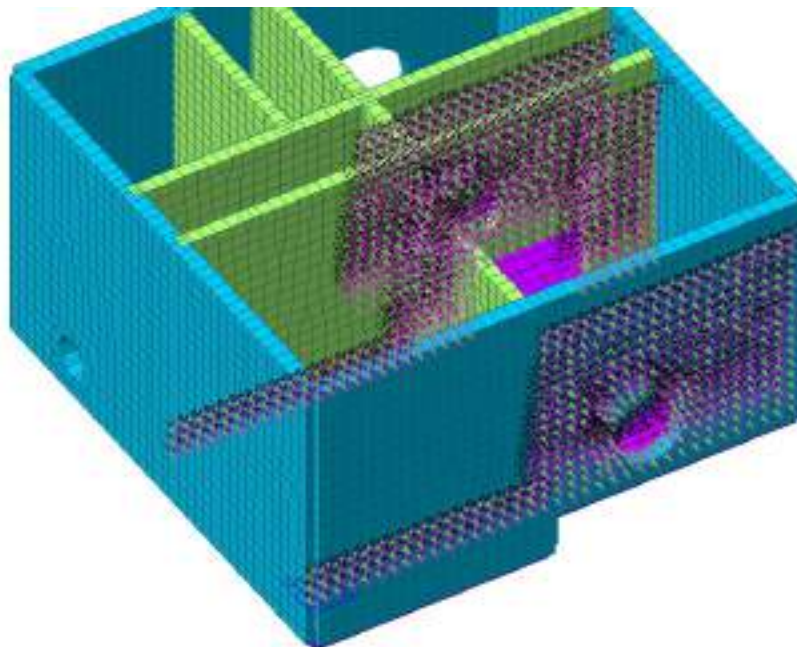
***Figura 5-40 – Incremento pressione idrodinamica acqua di invaso in direzione +x***



***Figura 5-41 – Incremento pressione idrodinamica acqua di invaso in direzione +y***



***Figura 5-42 – Incremento pressione idrodinamica acqua di invaso in direzione -x***



***Figura 5-43 – Incremento pressione idrodinamica acqua di invaso in direzione -y***



## 5.7 Combinazioni di carico

Le combinazioni di carico prese in considerazione nelle verifiche sono state definite in base a quanto prescritto dalle NTC2018 al par.2.5.3.

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

$$Y_{G1} \cdot G_1 + Y_{G2} \cdot G_2 + Y_P \cdot P + Y_{Q1} \cdot Q_{k1} + Y_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + Y_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

Combinazione **rara**, impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili, da utilizzarsi nelle verifiche delle tensioni d’esercizio:

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

Combinazione **frequente**, impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili, da utilizzarsi nelle verifiche a fessurazione:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

Combinazione **quasi permanente**, generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

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

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$$

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

$$G_1 + G_2 + P + A_d + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$$

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

$$G_1 + G_2 + \sum_j \psi_{2j} Q_{kj}$$

Gli stati limiti di esercizio di cui si prevede in seguito la verifica sono i seguenti:

stato limite di fessurazione;

stato limite delle tensioni di esercizio;

stato limite di deformazione.

### **Stato limite di fessurazione**

Le fessure possono essere indotte da deformazioni imposte e dall’azioni dei carichi. Le norme tecniche definiscono tre diversi stati limite di fessurazione che, in ordine decrescente di severità, sono lo stato limite di decompressione, lo stato limite di formazione delle fessure e lo stato limite di apertura delle fessure e vanno scelti a seconda delle condizioni ambientali e della sensibilità delle armature.

#### *Stato limite di decompressione*

Lo stato limite di decompressione consiste nel controllare che la tensione nel calcestruzzo, a causa delle sollecitazioni di progetto, sia al più nulla in tutti i punti della sezione cioè che la sezione deve essere soggetta esclusivamente a tensioni di compressione.

#### *Stato limite di formazione delle fessure*

Lo stato limite di formazione delle fessure consiste nel controllare che la massima tensione normale di trazione nel calcestruzzo risulti inferiore  $f_{ctm} / 1.2$ , considerando le caratteristiche geometriche della sezione omogeneizzata non fessurata.

#### *Stato limite di apertura delle fessure*

Lo stato limite di apertura delle fessure consiste nel verificare che l’ampiezza caratteristica delle fessure che si formano nell’elemento in calcestruzzo armato si

mantengono al di sotto dei limiti previsti dalla normativa. Il valore caratteristico di calcolo ( $w_d$ ) è espresso dalla relazione seguente:

$$w_d = 1.7 \cdot w_m$$

dove  $w_m$  rappresenta l’ampiezza media delle fessure, calcolata come prodotto della deformazione media delle barre d’armatura  $\epsilon_{sm}$  per la distanza media tra le fessure  $\Delta s_m$ .

Per le strutture contenenti liquidi si esegue una verifica a fessurazione che prevede, per le combinazioni di carico quasi permanenti, uno stato limite di formazione delle fessure, mentre, per le combinazioni di carico frequenti, uno stato limite di apertura delle fessure con valore nominale delle aperture inferiore o uguale a  $w_1 = 0.2$  mm.

Per le altre tipologie di strutture si esegue una verifica a fessurazione che prevede, per le combinazioni di carico quasi permanenti e frequenti, uno stato limite di apertura delle fessure con valore nominale delle aperture inferiore o uguale rispettivamente a  $w_1 = 0.2$  mm e  $w_2 = 0.3$  mm.

### **Stato limite delle tensioni in esercizio**

La normativa impone di limitare le tensioni agenti (di lavoro) nei materiali in fase di esercizio. Questa verifica deve essere effettuata per le combinazioni di azioni rare e quasi permanenti.

La massima tensione di compressione  $\sigma_c$  del conglomerato cementizio deve rispettare la limitazione seguente:

$$\sigma_c \leq 0.60 \cdot f_{cd} \quad \text{per combinazione rara;}$$

$$\sigma_c \leq 0.45 \cdot f_{cd} \quad \text{per combinazione quasi permanenti;}$$

La tensione massima  $\sigma_s$  nell’acciaio, indotta dalle azioni dovute alle combinazioni rare, deve rispettare la limitazione seguente:

$$\sigma_s \leq 0.8 \cdot f_{tk}$$

### **Stato limite di deformazione**

Le deformazioni di un elemento o di una struttura devono essere congruenti con le prestazioni richieste alla struttura con riferimento alle esigenze statiche, funzionali ed estetiche. I limiti di deformazione da imporre alla struttura, in linea di principio, non dovranno superare i valori per i quali si possono verificare inconvenienti agli elementi collegati alla struttura aventi comportamento fragile (vetrate, tramezzature, pavimentazioni, etc.). In altri casi i limiti possono essere imposti per assicurare il corretto funzionamento di macchinari o impianti. Seppur in via indiretta, il controllo delle deformazioni permette anche di limitare vibrazioni fastidiose.

Orientativamente, la norma ISO 4356 indica i valori massimi di deformazione validi per edifici di uso comune (abitazione, uffici, etc.) per i quali si ritiene che frecce inferiori a 1/250 della luce, indotte da carichi quasi permanenti, non compromettano l’aspetto e la funzionalità della struttura. Inoltre, inflessioni non maggiori di 1/500 della luce, dovute al peso degli elementi non strutturali, sono in genere tollerabili senza che gli stessi si danneggino.

Nelle strutture in cemento armato devono considerarsi anche le componenti di deformazione differita del calcestruzzo quali il ritiro e la viscosità.

Per travi con sezione rettangolare o ad esse assimilabili aventi luce non superiore a 10 m e per piastre rettangolari, si può omettere la verifica di deformabilità purché i rapporti luce/altezza risultino inferiori a quelli riportati nella tabella seguente (nel caso delle piastre rettangolari la luce è la minore dimensione in pianta).

Condizioni di vincolo	l/h
Travi a sbalzo	7
Travi e piastre semplicemente appoggiate	20
Travi continue, piastre incastrate	26

**Tabella 5.3 – Snellezza limite**

Di seguito si riportano le combinazioni di carico considerate.

tipo	Name	Active	Type	G1 p.p.	G2 perm. non strutturale	neve	manutenzione	Qk folla cat. E	mezzi di manutenzione 20 kPa	impianti	terreno statico a riposo	spinta orizzontale sovraccarico Qk	peso acqua cond permanente	peso acqua cond scarico	spinta acqua cond permanente	spinta acqua cond scarico
SLU	1	Strength/Stress	Add	1.30	1.50	1.50		1.5	1.05	1.5	1.30	1.05	1.3		1.3	
SLU	2	Strength/Stress	Add	1.30	1.50	1.50		1.5	1.05	1.5	1.30	1.05	1.3	1.3	1.3	1.3
SLU	3	Strength/Stress	Add	1.30	1.50	1.50		1.5	1.05	1.5	1.30	1.05				
SLU	4	Strength/Stress	Add	1.30	1.50	0.75	1.50	1.5	1.05	1.5	1.30	1.05	1.3		1.3	
SLU	5	Strength/Stress	Add	1.30	1.50	0.75	1.50	1.5	1.05	1.5	1.30	1.05	1.3	1.3	1.3	1.3
SLU	6	Strength/Stress	Add	1.30	1.50	0.75	1.50	1.5	1.05	1.5	1.30	1.05				
SLU	7	Strength/Stress	Add	1.30	1.50	0.75		1.5	1.5	1.5	1.30	1.05	1.3		1.3	
SLU	8	Strength/Stress	Add	1.30	1.50	0.75		1.5	1.5	1.5	1.30	1.05	1.3	1.3	1.3	1.3
SLU	9	Strength/Stress	Add	1.30	1.50	0.75		1.5	1.5	1.5	1.30	1.05				
SLU	10	Strength/Stress	Add	1.30	1.50	0.75		1.5	1.05	1.5	1.30	1.5	1.3		1.3	
SLU	11	Strength/Stress	Add	1.30	1.50	0.75		1.5	1.05	1.5	1.30	1.5	1.3	1.3	1.3	1.3
SLU	12	Strength/Stress	Add	1.30	1.50	0.75		1.5	1.05	1.5	1.30	1.5				

**Tabella 5.4 – Combinazioni di carico in SLU**

tipo	Name	Active	Type	G1 p.p.	G2 perm. non strutturale	neve	manutenzione	Qk folla cat. E	mezzi di manutenzione 20 kPa	impianti	terreno statico a riposo	spinta orizzontale sovraccarico Qk	peso acqua cond permanente	peso acqua cond scarico	spinta acqua cond permanente	spinta acqua cond scarico	Sisma SLV X	Sisma SLV Y	
SLV	13	Strength/Stress	Add	1.00	1.00			0.80		1.00	1.00							0.3	0.3
SLV	14	Strength/Stress	Add	1.00	1.00			0.80		1.00	1.00							0.3	-0.3
SLV	15	Strength/Stress	Add	1.00	1.00			0.80		1.00	1.00							0.3	0.3
SLV	16	Strength/Stress	Add	1.00	1.00			0.80		1.00	1.00							0.3	-0.3
SLV	17	Strength/Stress	Add	1.00	1.00			0.80		1.00	1.00							0.3	0.3
SLV	18	Strength/Stress	Add	1.00	1.00			0.80		1.00	1.00							0.3	-0.3
SLV	19	Strength/Stress	Add	1.00	1.00			0.80		1.00	1.00							0.3	0.3
SLV	20	Strength/Stress	Add	1.00	1.00			0.80		1.00	1.00							0.3	-0.3

**Tabella 5.5 – Combinazioni di carico sismiche**

tipo	Name	Active	Type	G1 p.p.	G2 perm. non strutturale	neve	manutenzione	Qk folla cat. E	mezzi di manutenzione 20 kPa	impianti	terreno statico a riposo	spinta orizzontale sovraccarico Qk	peso acqua cond permanente	peso acqua cond scarico	spinta acqua cond permanente	spinta acqua cond scarico
SLE rara	21	Serviceability	Add	1.00	1.00	1.00		1.00	0.70	1.00	1.00	0.7				
SLE rara	22	Serviceability	Add	1.00	1.00	0.50	1.00	1.00	0.70	1.00	1.00	0.7				
SLE rara	23	Serviceability	Add	1.00	1.00	0.50		1.00	0.70	1.00	1.00	0.7				
SLE rara	24	Serviceability	Add	1.00	1.00	0.50		1.00	1.00	1.00	1.00	0.7				
SLE rara	25	Serviceability	Add	1.00	1.00	0.50		1.00	0.70	1.00	1.00	0.7				
SLE freq	26	Serviceability	Add	1.00	1.00	0.20		0.80	0.60	1.00	1.00	0.6				
SLE freq	27	Serviceability	Add	1.00	1.00			0.90	0.60	1.00	1.00	0.6				
SLE freq	28	Serviceability	Add	1.00	1.00			0.80	0.70	1.00	1.00	0.6				
SLE freq	29	Serviceability	Add	1.00	1.00			0.80	0.60	1.00	1.00	0.7				
SLE qp	30	Serviceability	Add	1.00	1.00			0.80	0.60	1.00	1.00	0.6				

*Tabella 5.6 – Combinazioni di carico in esercizio*

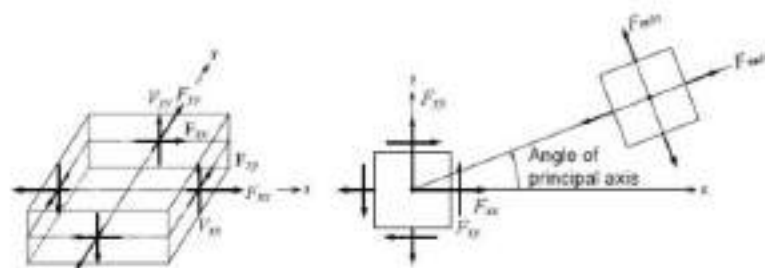
## **5.8 Criteri di verifica**

I risultati delle simulazioni numeriche in termini di sollecitazioni negli elementi strutturali sono riportati in allegato alla presente relazione, per le combinazioni di carico relative sia allo stato limite ultimo sia allo stato limite di esercizio. Nei capitoli che seguono vengono forniti i risultati di inviluppo di tutte le combinazioni di carico.

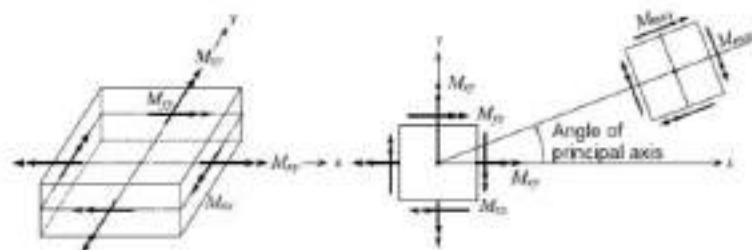
### **5.8.1 Orientamento degli assi locali per gli elementi shell**

L'orientamento degli assi locali **x** e **y** è determinato dalla relazione tra l'asse locale **z** e l'asse globale **Z**:

- il piano locale **z-y** viene preso verticale, cioè parallelo all'asse **Z**;
- l'asse locale **y** viene preso in direzione positiva verso l'alto (**+Z**) a meno che la shell non sia orizzontale nel qual caso l'asse locale **y** è preso orizzontale diretto lungo la direzione globale **+Y**;
- l'asse locale **x** è sempre orizzontale cioè giace in un piano parallelo al piano **XY**.



(a) Force per unit length due to in-plane actions at the output locations



(b) Moments per unit lengths due to out-of plane bending actions at the output locations

**Figura 5-44 – Orientamento assi locali per gli elementi shell**

## **5.8.2 Solaio di copertura**

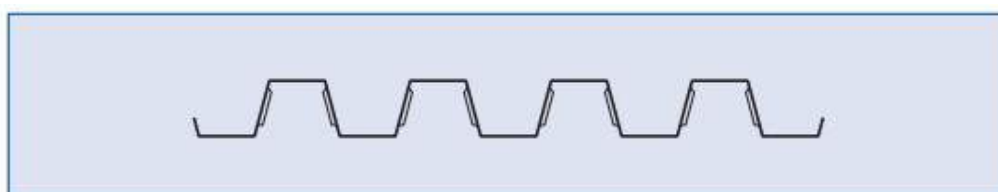
Il solaio di copertura della porzione di manufatto fuori terra sarà realizzato con travi in acciaio HEB800 di luce pari a 19 m e interasse pari a 3,5 m. Analogamente, il solaio di copertura a quota piano campagna sarà realizzato con elementi in acciaio S355 di luce pari a 16 m e interasse pari a 3,5 m. Le travi principali in acciaio così disposte saranno tra loro connesse da traversi (IPE200), sempre in acciaio S355, con passo 2,5 m. L’orditura principale sosterrà un solaio in cls (min. C25/30) e lamiera grecata collaborante, connessa alle travi in acciaio per mezzo di pioli connettori.

Il solaio è stato inserito nel modello FEM al solo fine di tenere conto dei carichi e delle rigidzze. Si riportano di seguito il dimensionamento e la verifica, eseguiti considerando la luce di 19 m. Si utilizzeranno, a vantaggio di sicurezza, gli stessi elementi strutturali anche per la porzione di solaio con luce inferiore.

### ▪ **Scelta della lamiera grecata**

Per la lamiera grecata si è scelto di utilizzare una lamiera collaborante tipo Hi-Bond A55/P600.

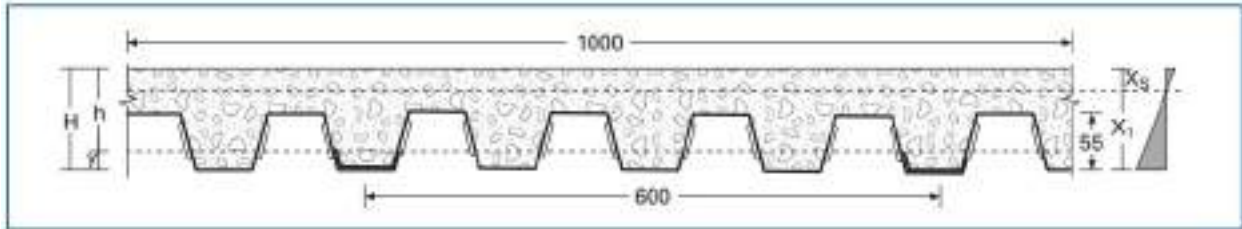
**TIPO A 55/P 600**  
**HI-BOND**  
**TYPE A 55/P 600**  
**HI-BOND**



Si ha un interasse fra le travi principali pari a 3,5m e un sovraccarico pari a  $1,8 + 1 = 2,8 \text{ kN/m}^2$  (avendo tenuto conto della non contemporanea presenza di carico da manutenzione e da neve). Considerando, a vantaggio di sicurezza, uno schema di trave su due appoggi, si ha:



ACEA ENGINEERING LABORATORIES RESEARCH INNOVATION SPA



**TIPO A 55/P 600 - HI-BOND**  
**HI-BOND TYPE A 55/P 600**

**Luce massima in metri per solai HI-BOND - Max spans in meters - Max entr'axes en metres -  
Max spanweite in metern**

H Soletta Slab Delle Decke mm	Spessore Thickness Epaisseur Stärke mm	Sovraccarico utile uniformemente distribuito KN/m <sup>2</sup> - Useful overload evenly distributed KN/m <sup>2</sup> Surcharge utile uniformement répartie KN/m <sup>2</sup> - Nutzlast gleichmassig verteilt KN/m <sup>2</sup>													
		1,50	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00	4,50	5,00	5,50	6,00	7,00	8,00	10,00	12,00
10	0,70	3,30	3,18	3,07	2,97	2,88	2,79	2,72	2,64	2,58	2,52	2,41	2,31	2,15	1,88
	0,80	3,55	3,42	3,29	3,18	3,08	2,99	2,91	2,83	2,76	2,69	2,56	2,44	2,25	1,98
	1,00	4,01	3,85	3,70	3,57	3,39	3,24	3,12	3,01	2,91	2,83	2,69	2,57	2,28	1,88
	1,20	4,41	4,23	3,94	3,71	3,53	3,37	3,24	3,13	3,03	2,95	2,80	2,68	2,26	1,88
11	0,70	3,20	3,10	3,01	2,93	2,85	2,78	2,72	2,65	2,60	2,54	2,44	2,36	2,21	2,08
	0,80	3,44	3,34	3,24	3,15	3,06	2,98	2,91	2,85	2,78	2,73	2,62	2,52	2,36	2,08
	1,00	3,89	3,76	3,64	3,54	3,44	3,35	3,27	3,19	3,12	3,05	2,93	2,80	2,50	2,08
	1,20	4,29	4,14	4,01	3,89	3,78	3,67	3,53	3,41	3,30	3,21	3,04	2,91	2,50	2,08
12	0,70	3,09	3,02	2,94	2,87	2,81	2,75	2,70	2,64	2,59	2,55	2,46	2,38	2,24	2,13
	0,80	3,33	3,25	3,17	3,09	3,02	2,96	2,89	2,84	2,78	2,73	2,64	2,55	2,40	2,27
	1,00	3,77	3,66	3,57	3,48	3,40	3,33	3,25	3,18	3,13	3,07	2,96	2,86	2,69	2,27
	1,20	4,15	4,04	3,93	3,83	3,74	3,65	3,57	3,50	3,43	3,36	3,24	3,13	2,72	2,27
13	0,70	2,94	2,93	2,87	2,81	2,76	2,71	2,66	2,62	2,58	2,53	2,46	2,39	2,27	2,16
	0,80	3,22	3,15	3,09	3,03	2,91	2,91	2,86	2,81	2,77	2,72	2,64	2,56	2,43	2,31
	1,00	3,65	3,56	3,49	3,41	3,35	3,28	3,23	3,16	3,11	3,06	2,96	2,88	2,72	2,43
	1,20	4,03	3,93	3,84	3,76	3,68	3,61	3,54	3,48	3,42	3,36	3,25	3,15	2,92	2,43

Una lamiera di spessore 1,2 mm con una soletta di altezza  $H = 12\text{ cm}$  è sufficiente per la luce e il sovraccarico considerati. Nel modello FEM è stata inserita una soletta di sezione rettangolare tale da garantire equivalenza con quella qui verificata.

Si dovrà inoltre predisporre, in corrispondenza degli appoggi, un’armatura antifessurazione non inferiore allo 0,2% dell’area della sezione della soletta posta al di sopra della lamiera.

▪ **Verifica della sezione composita**

<u>General parameters</u>	COMPOSITE BEAM		
Main span	L = 19.000 m		
Intermediate beam			
Width on the left	L <sub>1</sub> = 3.500 m	Max. participating width	L <sub>1</sub> = 1.750 m
Width on the right	L <sub>2</sub> = 3.500 m	Max. participating width	L <sub>2</sub> = 1.750 m



**Total beam span**

Main span length  
L (mm) =

Left cantilever...  
L (mm) =

Right cantilever...  
L (mm) =

**Available width**

Intermediate beam  
 Edge beam

---

Symmetrical beam

...left : L1 (mm) =

...right : L2 (mm) =

**Slab**

Slab with profiled sheeting                      Total thickness = 12.00 cm

Profiled steel sheeting "" , perpendicular to the beam

(h = 55.0 mm ; e = 150.0 mm ; b<sub>1</sub> = 61.5 mm ; b<sub>2</sub> = 88.5 mm ; t = 1.20 mm ;  
f<sub>y</sub> = 230 N/mm<sup>2</sup> ; M = 157.00 daN/m<sup>2</sup>)

Sheeting interrupted at beam

**Section**

**HE 800 B - S355 JR/J0/J2/K2**

h<sub>x</sub> = 800.0 mm  
b<sub>x</sub> = 300.0 mm  
t<sub>w</sub> = 17.5 mm  
t<sub>f</sub> = 33.0 mm  
r = 30.0 mm

A = 334.18 cm<sup>2</sup>  
A<sub>v</sub> = 161.75 cm<sup>2</sup>  
I<sub>y</sub> = 359083.60 cm<sup>4</sup>  
I<sub>z</sub> = 14903.87 cm<sup>4</sup>  
I<sub>y</sub> = 946.02 cm<sup>4</sup>  
I<sub>w</sub> = 21840230.00 cm<sup>6</sup>  
W<sub>el,y</sub> = 8977.09 cm<sup>3</sup>  
W<sub>pl,y</sub> = 10228.71 cm<sup>3</sup>

**Materials**

**Steel**

E = 210000 N/mm<sup>2</sup>  
ρ = 7850 kg/m<sup>3</sup>

Steel grade S355 JR/J0/J2/K2 - Reduction of f<sub>y</sub> with thickness according to EN 10025-2

Databases 2022\_01

Flanges    f<sub>yf</sub> = 345 N/mm<sup>2</sup>  
Web        f<sub>yw</sub> = 345 N/mm<sup>2</sup>  
Section    f<sub>y</sub> = 345 N/mm<sup>2</sup>  
ε = 0.825

**Concrete slab C25/30**

f<sub>ck</sub> = 25 N/mm<sup>2</sup>  
E<sub>cm</sub> = 31476 N/mm<sup>2</sup>

Modular ratio for LONG TERM                      C<sub>eq</sub> = 20.11

Modular ratio for SHORT TERM                      C<sub>eq</sub> = 6.67

Shrinkage (R) - Long term                            ε = 300.10<sup>-3</sup>

Density of the concrete (slab)                      ρ = 25.00 kN/m<sup>3</sup>

Reinforcement steel                                    f<sub>yk</sub> = 500 N/mm<sup>2</sup>

**Connection**

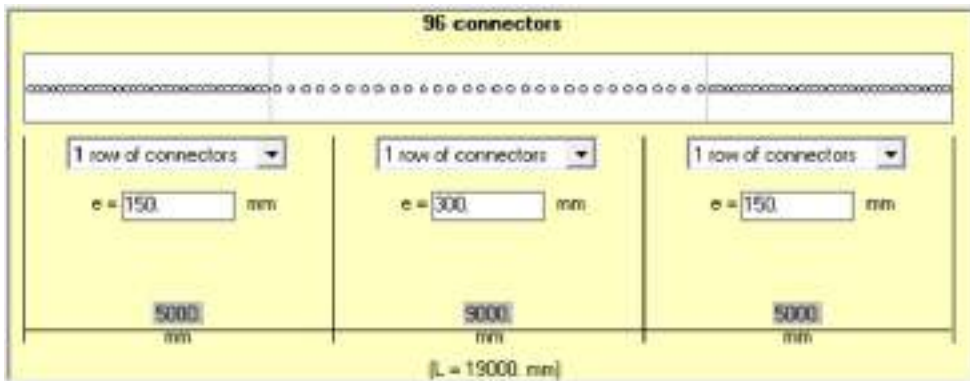
**Connectors Diameter 16-100**

$\phi$  = 16.0 mm  
h = 100.0 mm  
 $f_y$  = 350.0 N/mm<sup>2</sup>  
 $f_u$  = 450.0 N/mm<sup>2</sup>

**Main span**

L = 5.000 m e = 0.150 m n = 1 row(s)  
L = 9.000 m e = 0.300 m n = 1 row(s)  
L = 5.000 m e = 0.150 m n = 1 row(s)

Total number of connectors : 96



La trave principale è considerata vincolata lateralmente in corrispondenza dei traversi in virtù della presenza degli stessi.

**Lateral restraint of the beam - The beam is laterally restrained at supports**

**Main span**

- x = 2.00 m (upper and lower flange laterally restrained)
- x = 4.50 m (upper and lower flange laterally restrained)
- x = 7.00 m (upper and lower flange laterally restrained)
- x = 9.50 m (upper and lower flange laterally restrained)
- x = 12.00 m (upper and lower flange laterally restrained)
- x = 14.50 m (upper and lower flange laterally restrained)
- x = 17.00 m (upper and lower flange laterally restrained)



Propping in the construction stage

No propping

Loads

Loads at construction stage

Permanent loads (g)	Dead weight of the profile	2.57 kN/m														
	Dead weight of the slab ( 3.87 kN/m <sup>2</sup> )	13.55 kN/m														
Span	Point load :	<table border="0" style="margin-left: 20px;"> <tr><td>x = 2.00 m</td><td>F = 0.80 kN</td></tr> <tr><td>x = 4.50 m</td><td>F = 0.80 kN</td></tr> <tr><td>x = 7.00 m</td><td>F = 0.80 kN</td></tr> <tr><td>x = 9.50 m</td><td>F = 0.80 kN</td></tr> <tr><td>x = 12.00 m</td><td>F = 0.80 kN</td></tr> <tr><td>x = 14.50 m</td><td>F = 0.80 kN</td></tr> <tr><td>x = 17.00 m</td><td>F = 0.80 kN</td></tr> </table>	x = 2.00 m	F = 0.80 kN	x = 4.50 m	F = 0.80 kN	x = 7.00 m	F = 0.80 kN	x = 9.50 m	F = 0.80 kN	x = 12.00 m	F = 0.80 kN	x = 14.50 m	F = 0.80 kN	x = 17.00 m	F = 0.80 kN
x = 2.00 m	F = 0.80 kN															
x = 4.50 m	F = 0.80 kN															
x = 7.00 m	F = 0.80 kN															
x = 9.50 m	F = 0.80 kN															
x = 12.00 m	F = 0.80 kN															
x = 14.50 m	F = 0.80 kN															
x = 17.00 m	F = 0.80 kN															
Construction load (Q <sub>c</sub> )	Q <sub>c</sub> = 0.75 kN/m <sup>2</sup>	2.63 kN/m														

Loads at final stage

Permanent loads	Dead weight of the profile	2.57 kN/m														
	Dead weight of the slab ( 3.87 kN/m <sup>2</sup> )	13.55 kN/m														
Span	Surface load = 1.80 kN/m <sup>2</sup>															
	Point load (g) :	<table border="0" style="margin-left: 20px;"> <tr><td>x = 2.00 m</td><td>F = 0.80 kN</td></tr> <tr><td>x = 4.50 m</td><td>F = 0.80 kN</td></tr> <tr><td>x = 7.00 m</td><td>F = 0.80 kN</td></tr> <tr><td>x = 9.50 m</td><td>F = 0.80 kN</td></tr> <tr><td>x = 12.00 m</td><td>F = 0.80 kN</td></tr> <tr><td>x = 14.50 m</td><td>F = 0.80 kN</td></tr> <tr><td>x = 17.00 m</td><td>F = 0.80 kN</td></tr> </table>	x = 2.00 m	F = 0.80 kN	x = 4.50 m	F = 0.80 kN	x = 7.00 m	F = 0.80 kN	x = 9.50 m	F = 0.80 kN	x = 12.00 m	F = 0.80 kN	x = 14.50 m	F = 0.80 kN	x = 17.00 m	F = 0.80 kN
x = 2.00 m	F = 0.80 kN															
x = 4.50 m	F = 0.80 kN															
x = 7.00 m	F = 0.80 kN															
x = 9.50 m	F = 0.80 kN															
x = 12.00 m	F = 0.80 kN															
x = 14.50 m	F = 0.80 kN															
x = 17.00 m	F = 0.80 kN															
Live load case n° 1 ( γ <sub>0</sub> = 0.00)																
Span	Surface load = 1.00 kN/m <sup>2</sup>															
Live load case n° 2 ( γ <sub>0</sub> = 0.50)																
Span	Surface load = 0.69 kN/m <sup>2</sup>															

**Partial Factors**

Permanent loads	$\gamma_{G, sup} = 1.30$	Structural steel	$\gamma_{M0} = 1.05$
	$\gamma_{G, inf} = 1.00$	Structural steel (instabilities)	$\gamma_{M1} = 1.05$
Live loads	$\gamma_Q = 1.50$	Concrete	$\gamma_c = 1.50$
		Reinforcement bars	$\gamma_s = 1.15$
		Connectors	$\gamma_v = 1.25$
		Shear resistance of the steel sheeting	$\gamma_{ap} = 1.05$

**Combinations of actions**

<b>ULS combination (construction stage)</b>	$1.30 G + 1.50 Q_c$
<b>ULS combination(s)</b>	$1.30 G + 1.50 Q_1 + 1.50 (\psi_{00} = 0.50) Q_2$ $1.30 G + 1.50 Q_2 + 1.50 (\psi_{00} = 0.00) Q_1$ $1.00 G + 1.50 Q_1 + 1.50 (\psi_{00} = 0.50) Q_2$ $1.00 G + 1.50 Q_2 + 1.50 (\psi_{00} = 0.00) Q_1$
<b>SLS combination(s)</b>	$G + R + Q_1$ $G + R + (\psi_{00} = 0.00) Q_1$ $G + R + Q_1 + (\psi_{00} = 0.50) Q_2$ $G + R + Q_2 + (\psi_{00} = 0.00) Q_1$

**CONSTRUCTION stage**

Moment resistance Section Class 1  $M_{pl,Rd} = 3360.86 \text{ kN.m}$

Plastic shear force resistance  $V_{pl,Rd} = 3068.42 \text{ kN}$  ( $\eta = 1.20$ )

No risk of shear buckling ( $h_w / t_w < 72 \epsilon / \eta$  EN 1993-1-1 § 6.2.6(6))

ULS combination (construction stage) :  $1.30 G + 1.50 Q_0$

Support reactions  $R_{V1} = 240.08 \text{ kN}$   
 $R_{V2} = 240.12 \text{ kN}$

Critical amplification factor / Lateral Torsional Buckling

$\mu_{cr} = 21.78$  (LTBeam calc. module)

Lateral torsional buckling effects can be ignored :  $\bar{\lambda}_{LT} = 0.377 < 0.4$  (EN 1993-1-1 § 6.3.2.2(4))

$M_{Ed,max(+)} =$	1141.99 kN.m	$M_{Ed,max(-)} =$	0.00 kN.m	$\Gamma_M =$	0.340	(x = 9.500 m)
$V_{Ed,max} =$	240.11 kN			$\Gamma_V =$	0.078	(x = 19.000 m)
				$\Gamma_{MV} =$	0.340	(x = 9.500 m)

Maximum criterion for bending resistance	$\Gamma_{M,max} =$	0.340
Maximum criterion for shear force resistance	$\Gamma_{V,max} =$	0.078
Maximum criterion for bending moment - shear force interaction	$\Gamma_{MV,max} =$	0.340

**Serviceability Limit States**  
(CONSTRUCTION stage)

**Deflections per load case**

Case 'Dead weight'	Span	$v_{max} =$	37.0 mm (L / 514)
Case 'Construction load' ( $Q_c$ )	Span	$v_{max} =$	5.9 mm (L / 3217)
	Total deflection	$v_{max} =$	42.9 mm (L / 443)

**FINAL stage**

**Participating width**

on left support	2.875 m
L / 4 (= 4.750 m)	3.500 m
3 L / 4 (= 14.250 m)	3.500 m
on right support	2.875 m

**Moments of Inertia**

	...at mid-span
Long-term	560333 cm <sup>4</sup>
Short-term	761383 cm <sup>4</sup>

**Resistance of the connectors**

$P_{Rd} = 35.27 \text{ kN}$  (Zone 1)

$P_{Rd} = 35.27 \text{ kN}$  (Zone 2)

$P_{Rd} = 35.27 \text{ kN}$  (Zone 3)

**Verification of the degree of connection**

Minimum degree of connection = 0.815

$F_{Steel} = 10980.06 \text{ kN}$

$F_{Concrete} = 3222.92 \text{ kN}$

Degree of connection = 0.525 < 0.815

The degree of connection is calculated for the section with maximum bending moment

**Insufficient degree of connection for plastic design**

>>> **ELASTIC design**

**Plastic shear force resistance**

$V_{pl,Rd} = 3088.42 \text{ kN}$  ( $\eta = 1.20$ )

No risk of shear buckling ( $h_w / t_w < 72 \epsilon / \eta$ )

ULS combination : 1.30 G + 1.50 Q<sub>1</sub> + 1.50 ( $\psi_{0} = 0.50$ ) Q<sub>2</sub>

**Support reactions**

$R_{V1} = 347.56 \text{ kN}$

$R_{V2} = 347.57 \text{ kN}$

**Calculation of the transverse reinforcement ratio of slab :**

$A_s/s_f > 0.52 \text{ cm}^2/\text{m}$

$M_{Ed,max(+)} = 1652.53 \text{ kN.m}$

$\Gamma_M = 0.514$  (x = 9.500 m)

$V_{Ed,max} = -347.59 \text{ kN}$

$\Gamma_V = 0.113$  (x = 0.000 m)



$$\begin{aligned}\Gamma_{M^*} &= 0.514 && (x = 9.500 \text{ m}) \\ \Gamma_S &= 0.499 \\ \Gamma_{Vb} &= 0.111\end{aligned}$$

**ULS combination : 1.30 G + 1.50 Q<sub>2</sub> + 1.50 (ψ<sub>0</sub> = 0.00) Q<sub>1</sub>**

**Support reactions**

$$\begin{aligned}R_{V1} &= 314.90 \text{ kN} \\ R_{V2} &= 314.90 \text{ kN}\end{aligned}$$

**Calculation of the transverse reinforcement ratio of slab :**

$$A_{s/str} > 0.52 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$\begin{aligned}M_{Ed,max(+)} &= 1497.38 \text{ kN.m} \\ V_{Ed,max} &= 314.93 \text{ kN}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Gamma_M &= 0.474 && (x = 9.500 \text{ m}) \\ \Gamma_V &= 0.103 && (x = 19.000 \text{ m}) \\ \Gamma_{M^*} &= 0.474 && (x = 9.500 \text{ m}) \\ \Gamma_s &= 0.499 \\ \Gamma_{Vb} &= 0.080\end{aligned}$$

**ULS combination : 1.00 G + 1.50 Q<sub>1</sub> + 1.50 (ψ<sub>0</sub> = 0.50) Q<sub>2</sub>**

**Support reactions**

$$\begin{aligned}R_{V1} &= 292.83 \text{ kN} \\ R_{V2} &= 292.84 \text{ kN}\end{aligned}$$

**Calculation of the transverse reinforcement ratio of slab :**

$$A_{s/str} > 0.52 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$\begin{aligned}M_{Ed,max(+)} &= 1344.70 \text{ kN.m} \\ V_{Ed,max} &= -292.86 \text{ kN}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Gamma_M &= 0.415 && (x = 9.500 \text{ m}) \\ \Gamma_V &= 0.092 && (x = 0.000 \text{ m}) \\ \Gamma_{M^*} &= 0.415 && (x = 9.500 \text{ m}) \\ \Gamma_s &= 0.499 \\ \Gamma_{Vb} &= 0.100\end{aligned}$$

**ULS combination : 1.00 G + 1.50 Q<sub>2</sub> + 1.50 (ψ<sub>0</sub> = 0.00) Q<sub>1</sub>**

**Support reactions**

$$\begin{aligned}R_{V1} &= 250.17 \text{ kN} \\ R_{V2} &= 250.17 \text{ kN}\end{aligned}$$

**Calculation of the transverse reinforcement ratio of slab :**

$$A_{s/str} > 0.52 \text{ cm}^2/\text{m}$$

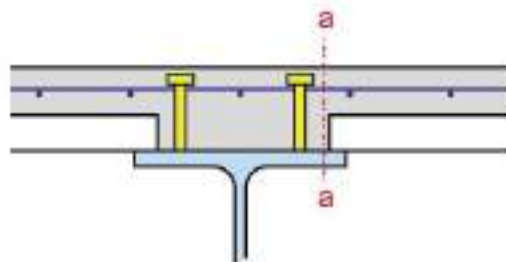
$$M_{Ed,max(+)} = 1189.55 \text{ kN.m}$$

$$\Gamma_M = 0.375 \quad (x = 9.500 \text{ m})$$

$V_{Ed,max} =$	250.19 kN	$\Gamma_V =$	0.082	(x = 19.000 m)
		$\Gamma_{MV} =$	0.375	(x = 9.500 m)
		$\Gamma_S =$	0.499	
		$\Gamma_{Vh} =$	0.069	

**Longitudinal shear resistance of the slab - Transverse reinforcing bars**

Minimum transverse reinforcement ratio : (EN 1994-1-1 §8.6.6.3 & EN 1992-1-1 §9.2.2(5))	$\rho_{w,min} = 0.08 \%$
	$A_{sT} > 0.52 \text{ cm}^2/\text{m}$
Reinforcement ratio (EN 1992-1-1 §6.2.4) :	$A_{sT} > 0.52 \text{ cm}^2/\text{m}$ ( $\rho_w > 0.08 \%$ )



Maximum criterion for bending resistance	$\Gamma_{NL,max} =$	0.514
Maximum criterion for shear force resistance	$\Gamma_{V,max} =$	0.113
Maximum criterion for bending moment - shear force interaction	$\Gamma_{MV,max} =$	0.514
Maximum criterion for shear connector resistance	$\Gamma_{S,max} =$	0.499
Maximum criterion for longitudinal shear force resistance of slab	$\Gamma_{Vh,max} =$	0.111

Serviceability Limit States

Deflections per load case

Case 'Dead weight'	$v_{max} =$	37.0 mm (L / 514)
Case 'Other permanent loads'	$v_{max} =$	9.1 mm (L / 2067)
Case 'Q <sub>1</sub> '	$v_{max} =$	3.7 mm (L / 5104)
Case 'Q <sub>2</sub> '	$v_{max} =$	2.8 mm (L / 7397)
Case 'Shrinkage (R) - Long term'	$v_{max} =$	10.4 mm (L / 1835)

Deflections per combination

Combination SLS * G + R + Q <sub>1</sub> '	v <sub>max</sub> = 60.2 mm (L / 316)
Combination SLS * G + R + (ψ <sub>0</sub> = 0.00) Q <sub>1</sub> '	v <sub>max</sub> = 56.4 mm (L / 337)
Combination SLS * G + R + Q <sub>1</sub> ' + (ψ <sub>0</sub> = 0.50) Q <sub>2</sub> '	v <sub>max</sub> = 61.4 mm (L / 309)
Combination SLS * G + R + Q <sub>2</sub> ' + (ψ <sub>0</sub> = 0.00) Q <sub>1</sub> '	v <sub>max</sub> = 59.0 mm (L / 322)

Tutte le verifiche SLU risultano soddisfatte.

L’abbassamento massimo della trave (sia in fase provvisoria che definitiva) risulta compatibile con i limiti di norma e con la funzionalità della struttura.

### 5.8.3 Diagrammi delle sollecitazioni e verifiche

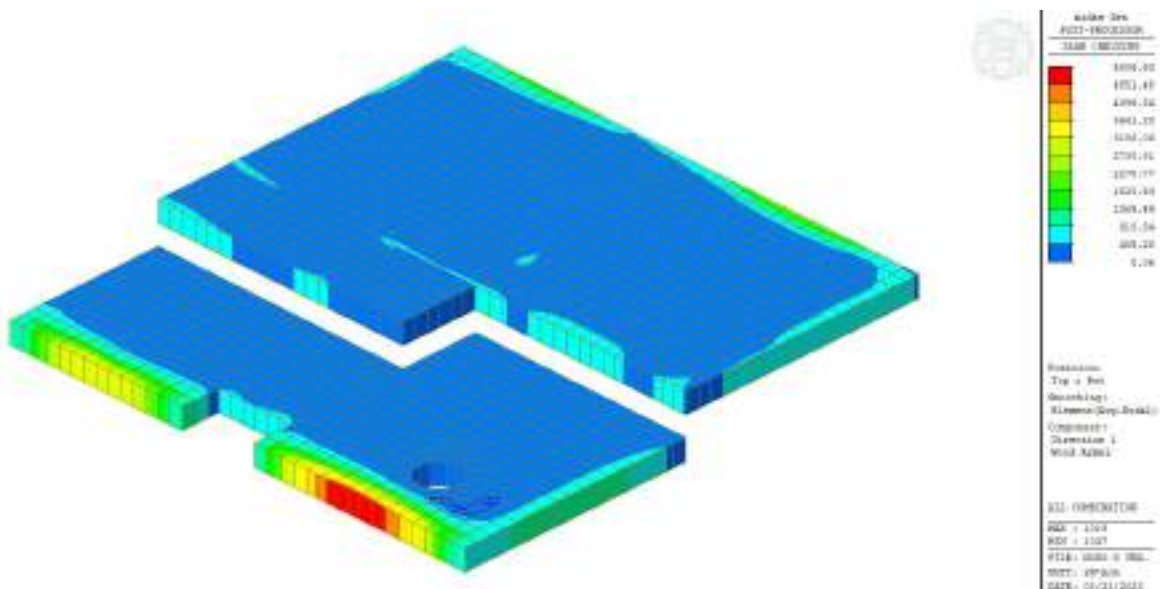
Nelle verifiche di seguito riportate, il diametro assunto per le barre è indicativo del quantitativo di armatura in progetto. Localmente, in limitate aree del manufatto, sono stati adottati diametri che superano il  $\phi 30$  e/o il passo è troppo fitto in relazione al diametro stesso: in tali zone il quantitativo di armature va inteso come un raddoppio di registri.

#### Fondazione

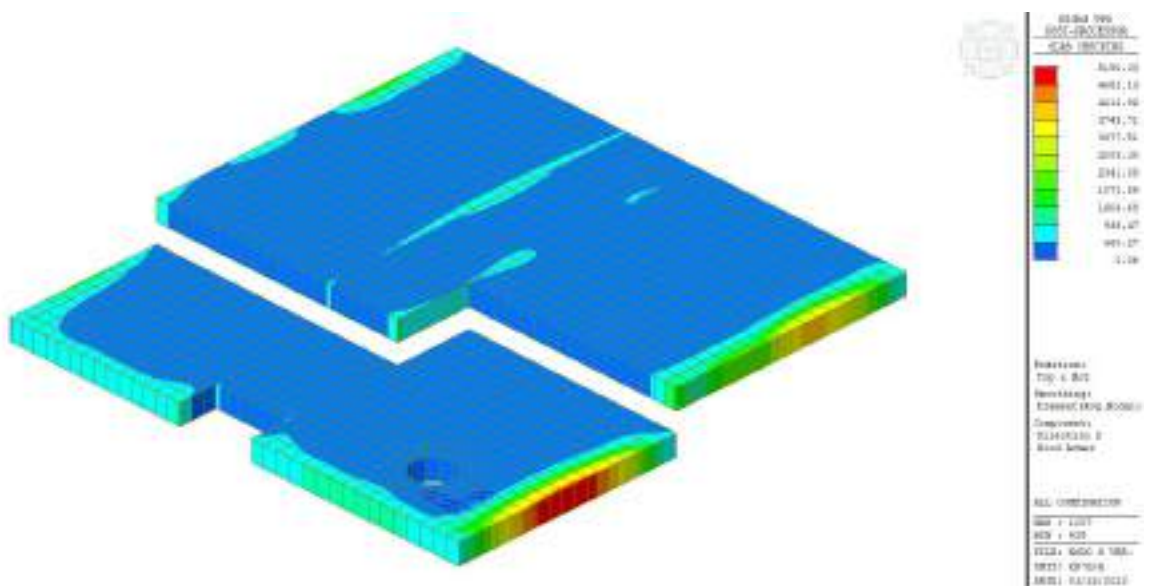
#### Diagrammi delle sollecitazioni

Si riportano di seguito le mappe delle sollecitazioni per il piano di fondazione.

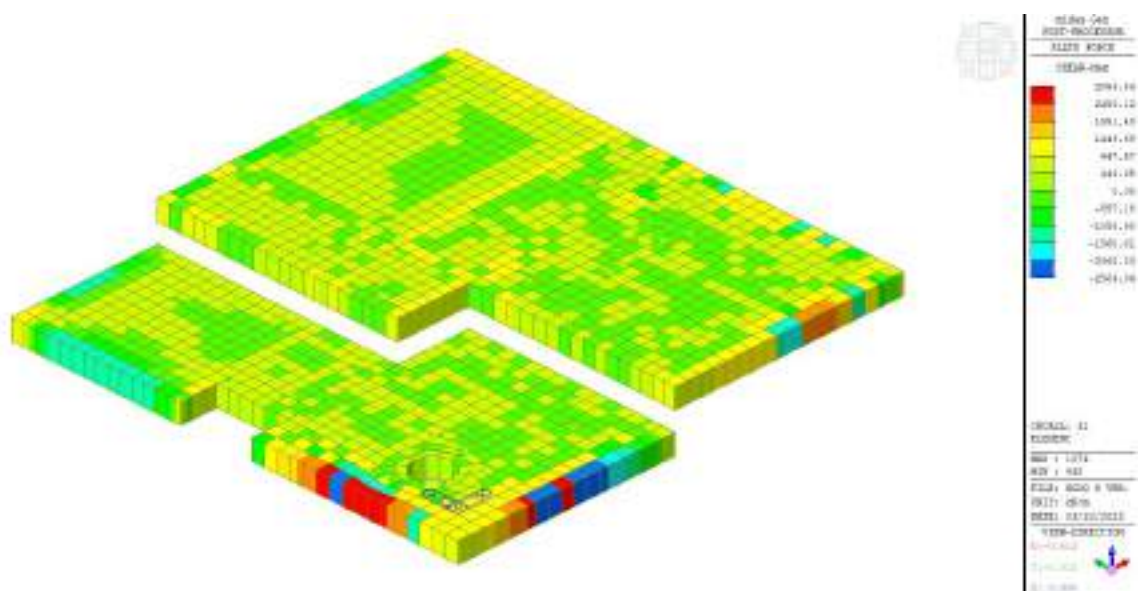
#### Involuppo momento flettente SLU-SLV orizzontale Mxx



Inviluppo momento flettente SLU-SLV verticale Myy



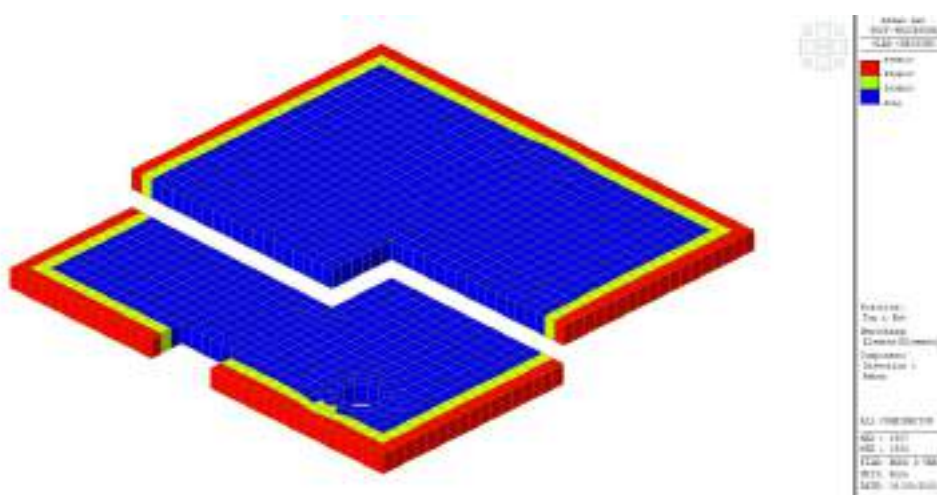
Inviluppo taglio SLU-SLV V<sub>MAX</sub>



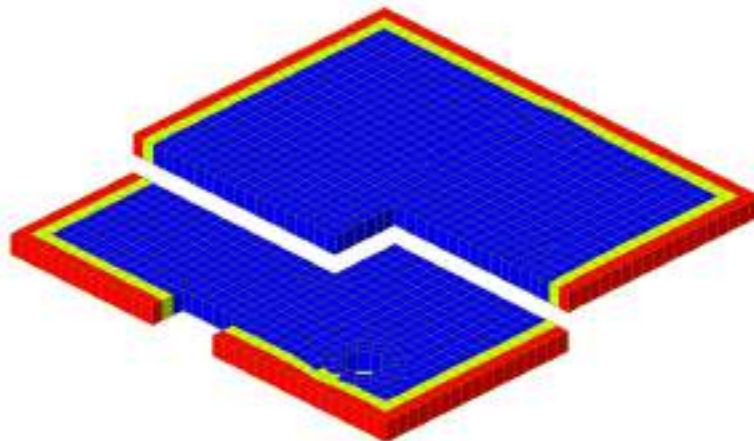
**Verifiche**

Si riportano di seguito le armature nelle due direzioni derivanti dal dimensionamento strutturale ed i relativi coefficienti di sicurezza (nelle aree blu  $\phi 30/20 + \phi 30/20$  Sopra/Sotto Dir.X  $\phi 30/20 + \phi 30/20$  Sopra/Sotto Dir.Y, nelle aree verdi  $\phi 30/10 + \phi 30/10$  Sopra/Sotto Dir.X  $\phi 30/10 + \phi 30/10$  Sopra/Sotto Dir.Y, nelle aree rosse  $\phi 36/10 + \phi 36/10$  Sopra/Sotto Dir.X  $\phi 36/10 + \phi 36/10$  Sopra/Sotto Dir.Y).

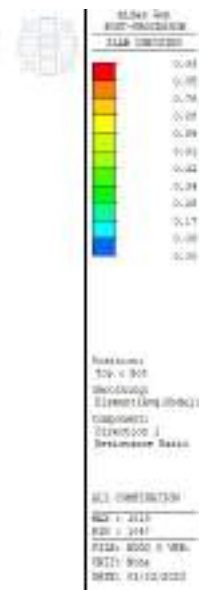
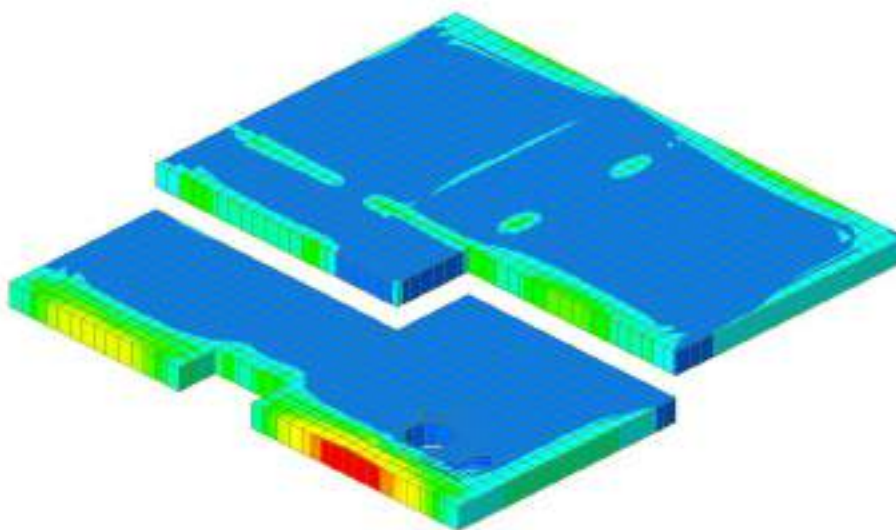
Armatura Dir. X



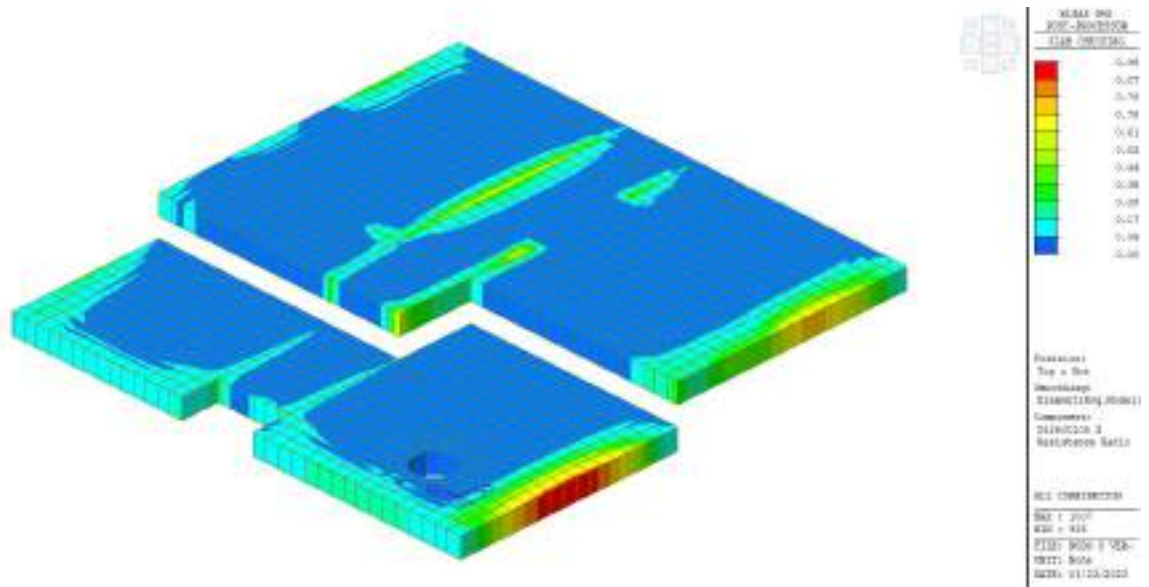
Armatura Dir. Y



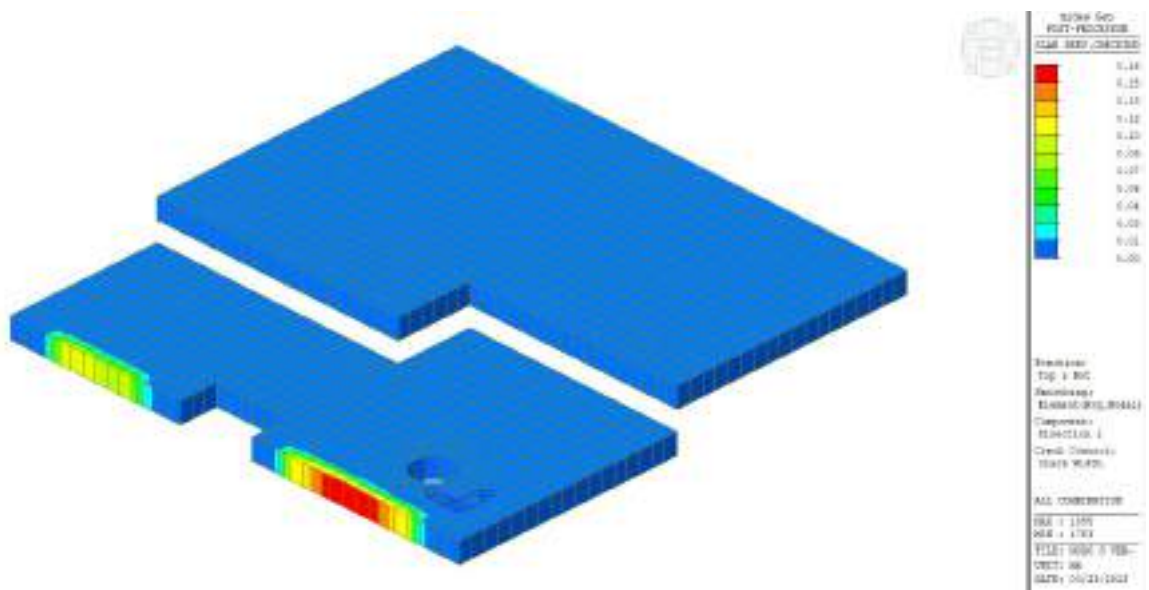
Inviluppo coefficiente di sicurezza a flessione SLU-SLV Dir. X



Inviluppo coefficiente di sicurezza a flessione SLU-SLV Dir. Y

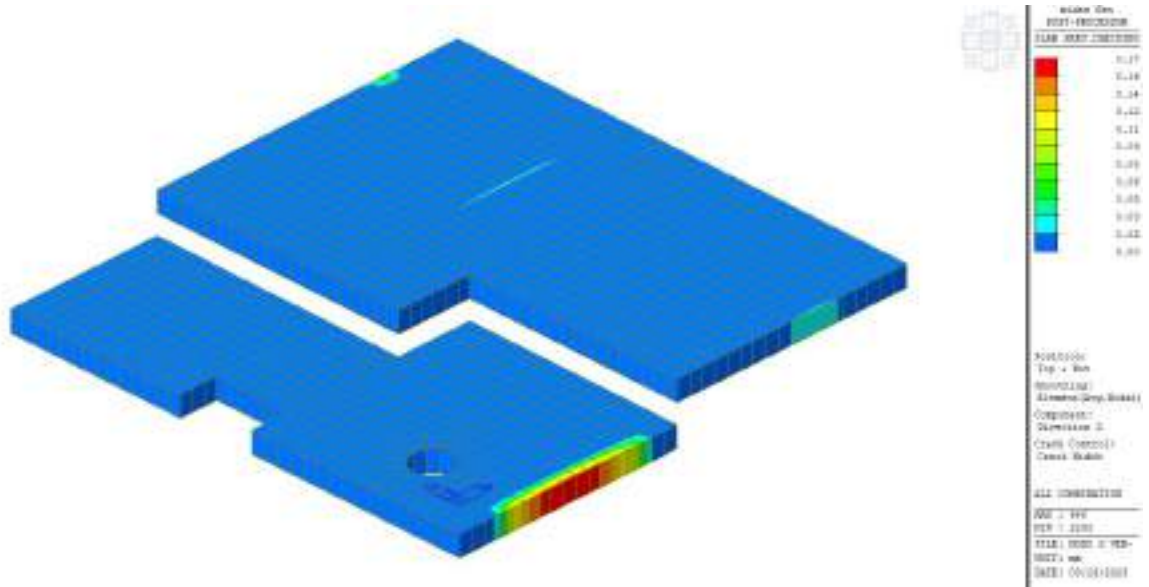


Valori apertura fessure SLE Dir. X



Valori apertura fessure SLE Dir. Y



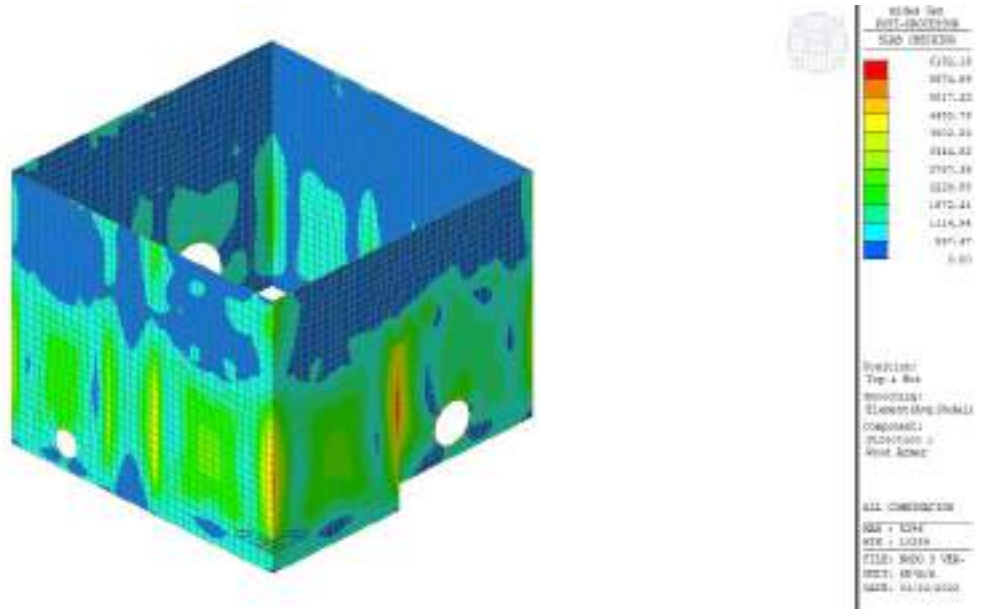


## Setti perimetrali interrati

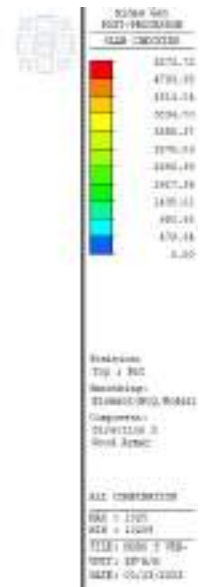
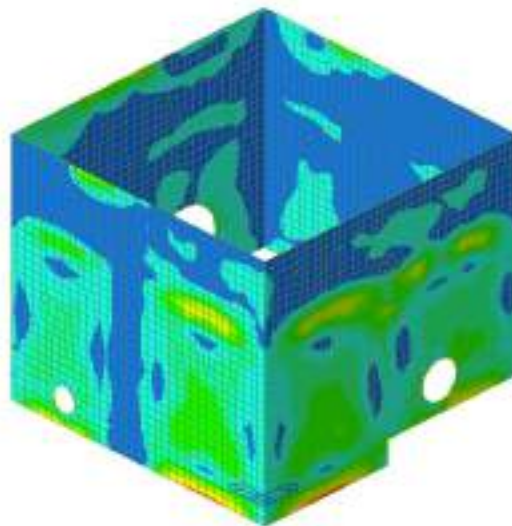
### Diagrammi delle sollecitazioni

Si riportano di seguito le mappe delle sollecitazioni per i setti perimetrali posti al piano interrato, limitatamente ai setti più sollecitati.

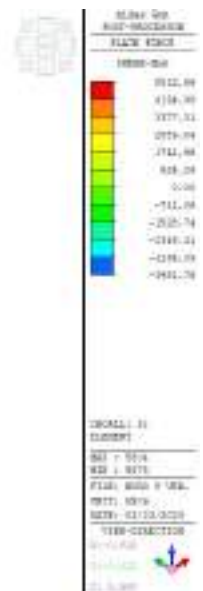
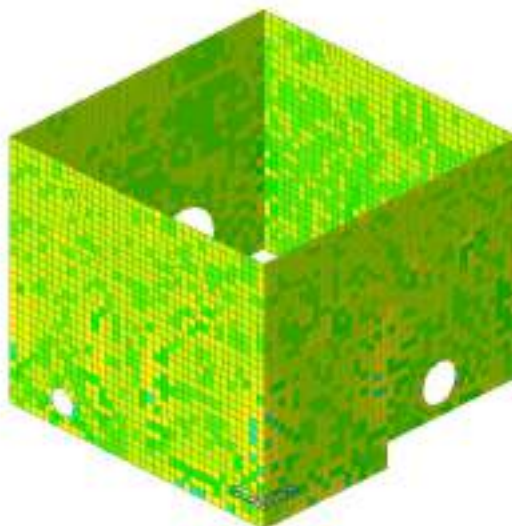
Inviluppo momento flettente SLU-SLV orizzontale Mxx



Inviluppo momento flettente SLU-SLV verticale Myy



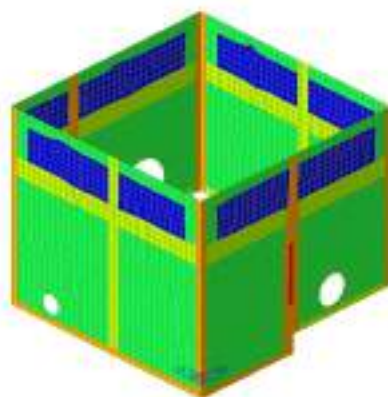
Involuppo taglio SLU-SLV  $V_{MAX}$



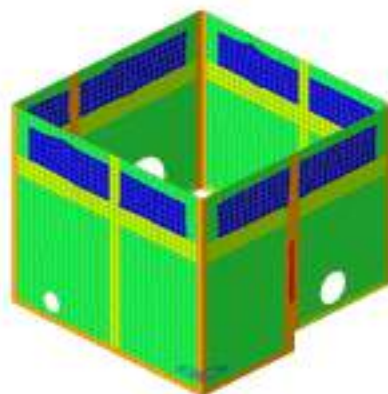
**Verifiche**

Si riportano di seguito le armature nelle due direzioni derivanti dal dimensionamento strutturale ed i relativi coefficienti di sicurezza (nelle aree blu  $\phi 32/20 + \phi 32/20$  Sopra/Sotto Dir.X  $\phi 32/20 + \phi 32/20$  Sopra/Sotto Dir.Y, nelle aree verdi  $\phi 32/10 + \phi 32/10$  Sopra/Sotto Dir.X  $\phi 32/10 + \phi 32/10$  Sopra/Sotto Dir.Y, nelle aree gialle  $\phi 36/10 + \phi 36/10$  Sopra/Sotto Dir.X  $\phi 36/10 + \phi 36/10$  Sopra/Sotto Dir.Y, nelle aree arancioni  $\phi 40/10 + \phi 40/10$  Sopra/Sotto Dir.X  $\phi 40/10 + \phi 40/10$  Sopra/Sotto Dir.Y, nelle aree rosse  $\phi 40/5 + \phi 40/5$  Sopra/Sotto Dir.X  $\phi 40/5 + \phi 40/5$  Sopra/Sotto Dir.Y).

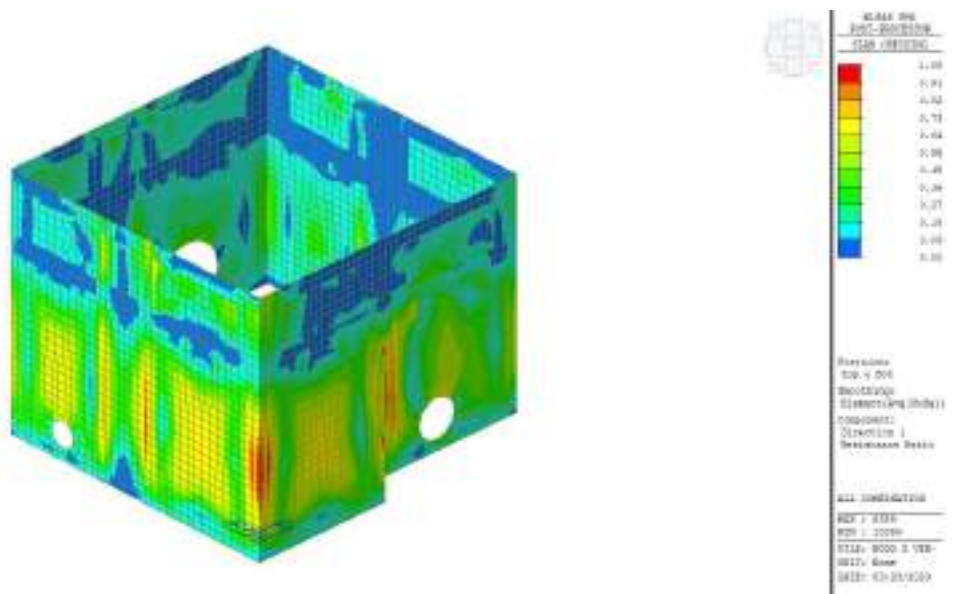
Armatura Dir. X



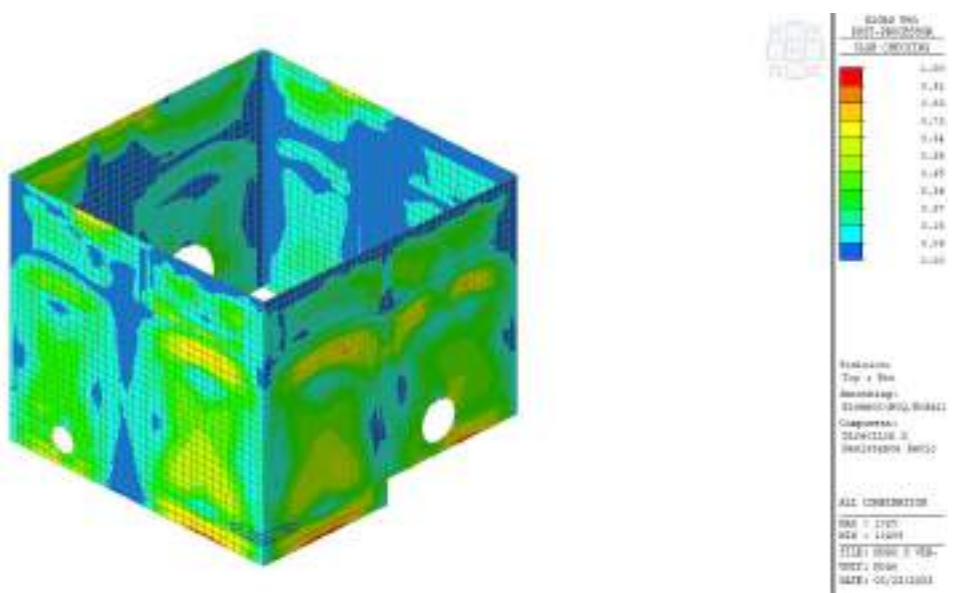
Armatura Dir. Y



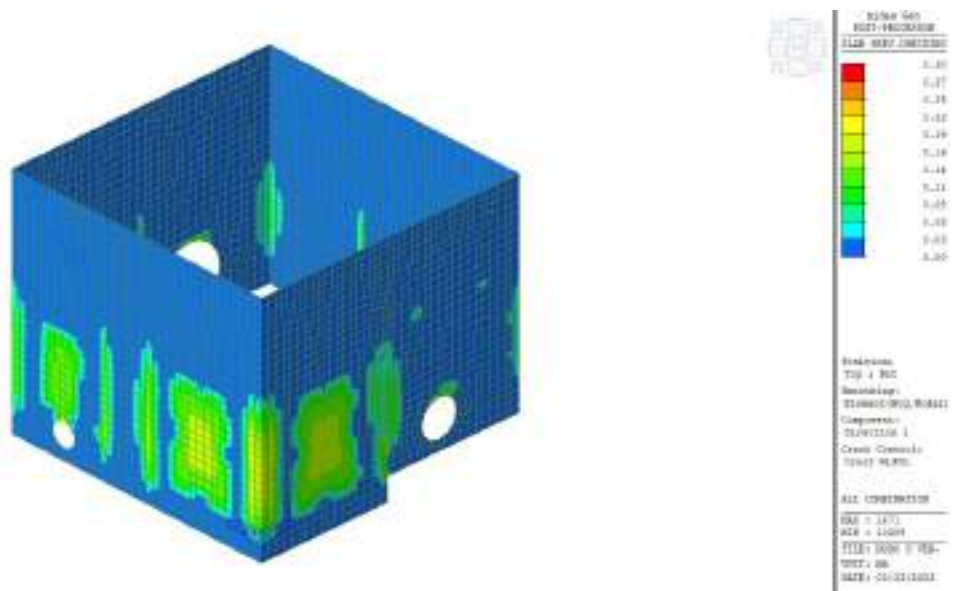
Inviluppo coefficiente di sicurezza a flessione SLU-SLV Dir. X



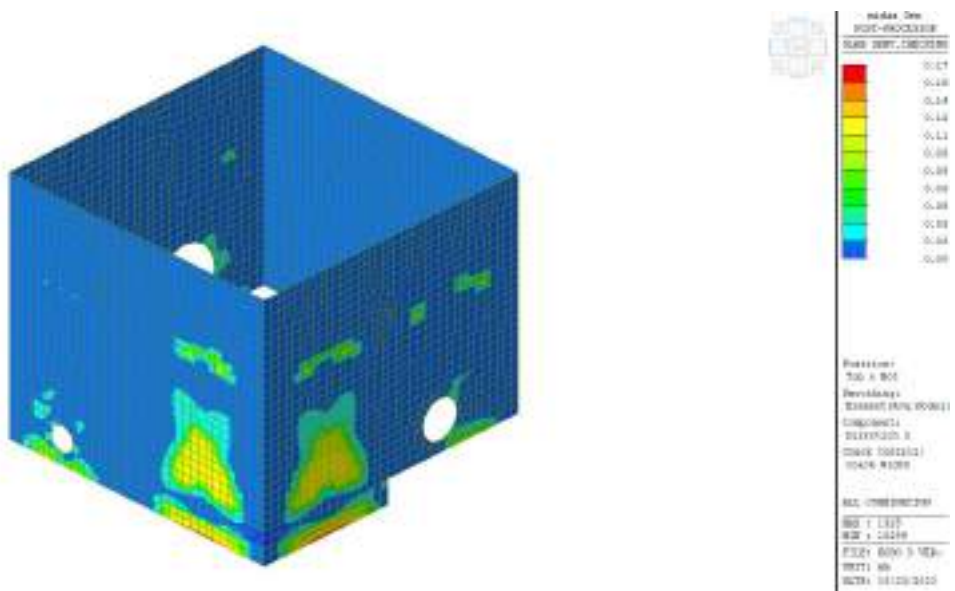
Inviluppo coefficiente di sicurezza a flessione SLU-SLV Dir. Y



Valori apertura fessure SLE Dir. X



Valori apertura fessure SLE Dir. Y

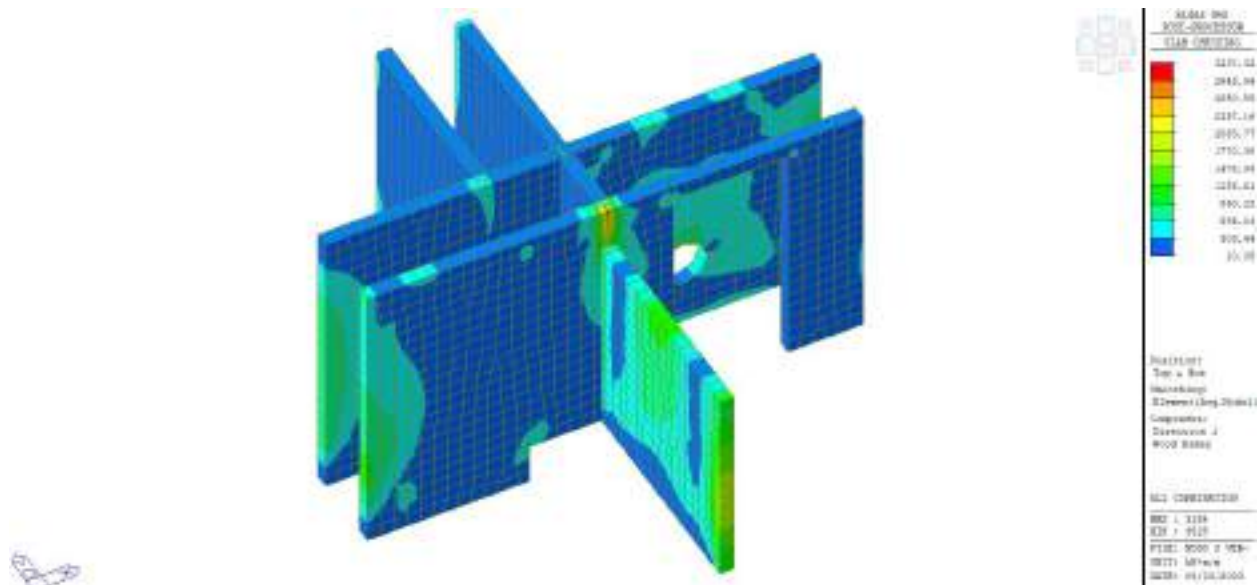


**Setti interni interrati (porzione inferiore)**

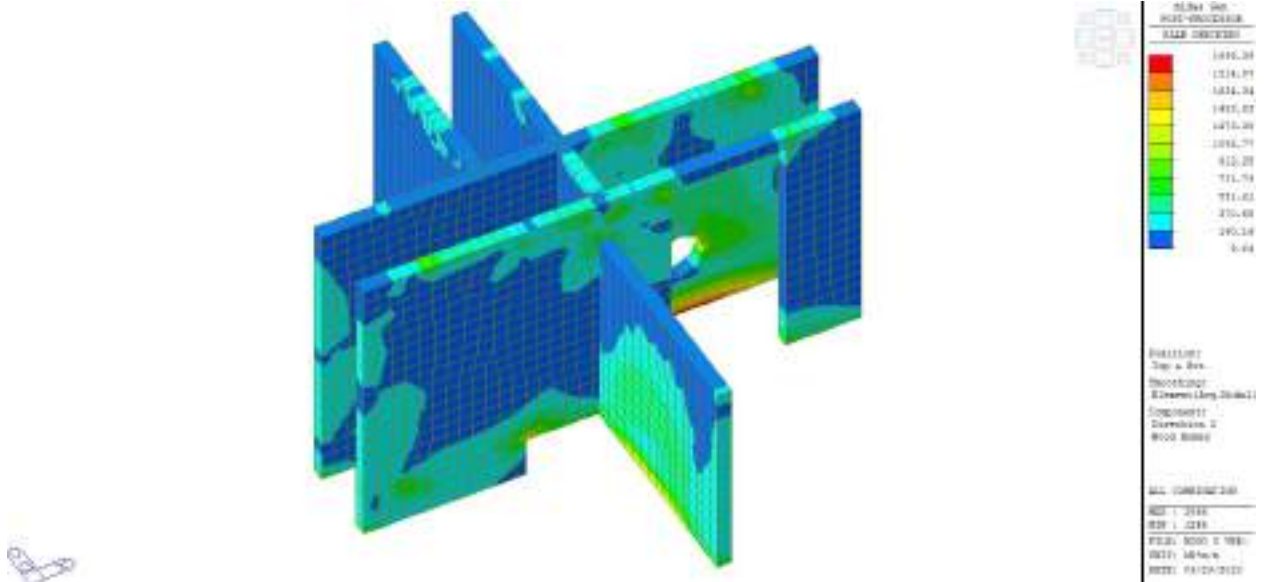
**Diagrammi delle sollecitazioni**

Si riportano di seguito le mappe delle sollecitazioni per la porzione inferiore dei setti interni posti al piano interrato.

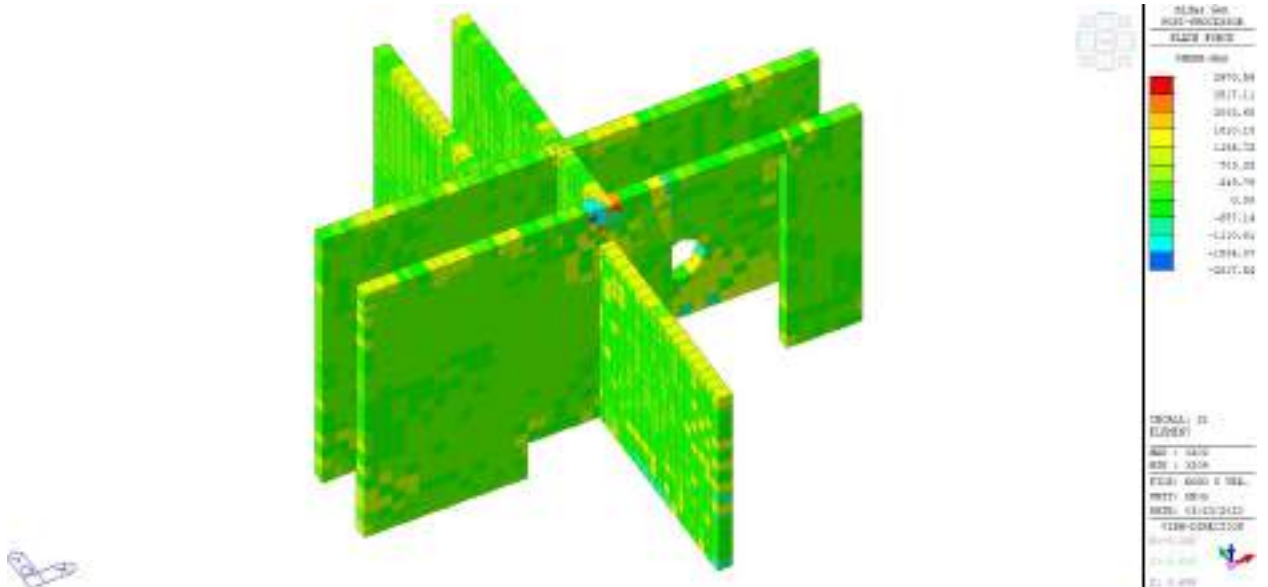
Inviluppo momento flettente SLU-SLV orizzontale Mxx



Inviluppo momento flettente SLU-SLV verticale Myy



Inviluppo taglio SLU-SLV V<sub>MAX</sub>

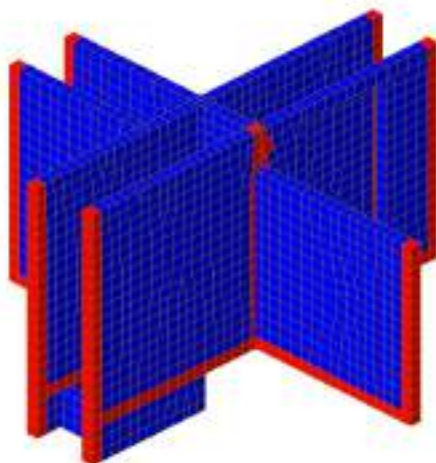




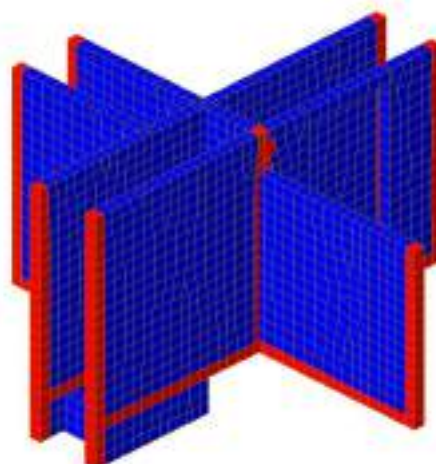
**Verifiche**

Si riportano di seguito le armature nelle due direzioni derivanti dal dimensionamento strutturale ed i relativi coefficienti di sicurezza (nelle aree blu  $\phi 30/20 + \phi 30/20$  Sopra/Sotto Dir.X  $\phi 30/20 + \phi 30/20$  Sopra/Sotto Dir.Y, nelle aree rosse  $\phi 30/10 + \phi 30/10$  Sopra/Sotto Dir.X  $\phi 30/10 + \phi 30/10$  Sopra/Sotto Dir.Y).

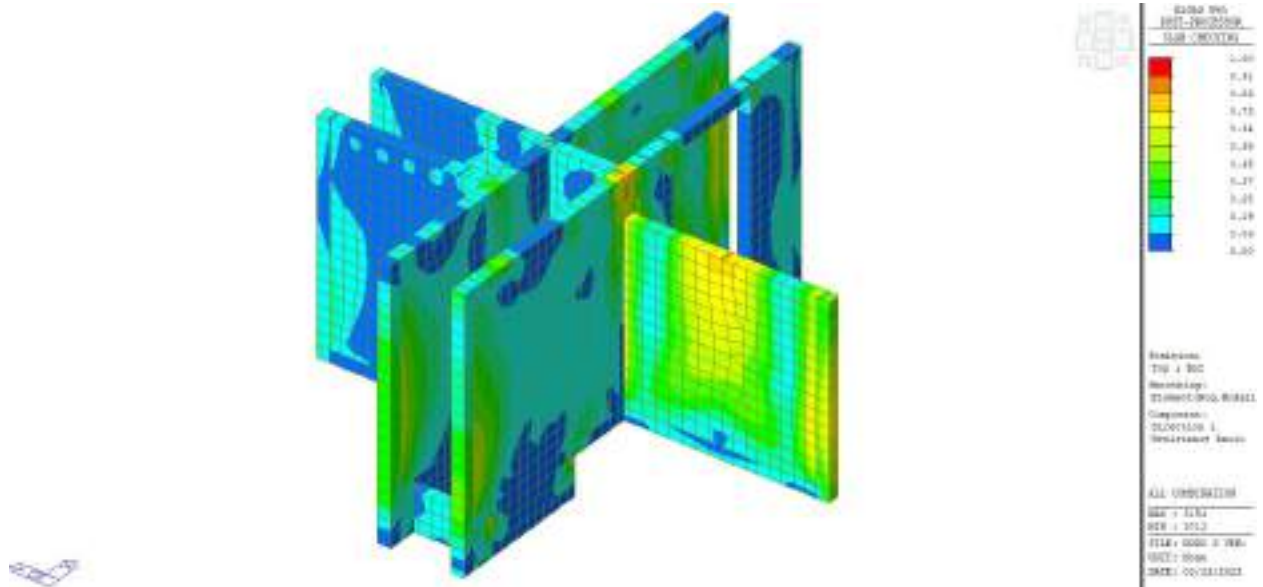
Armatura Dir. X



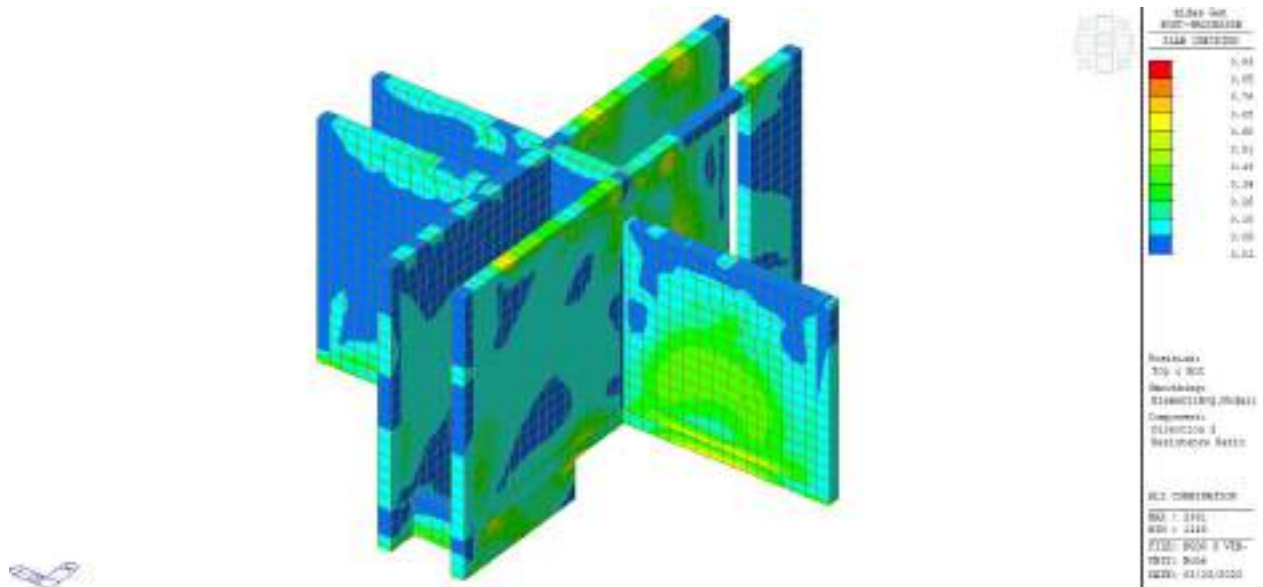
Armatura Dir. Y



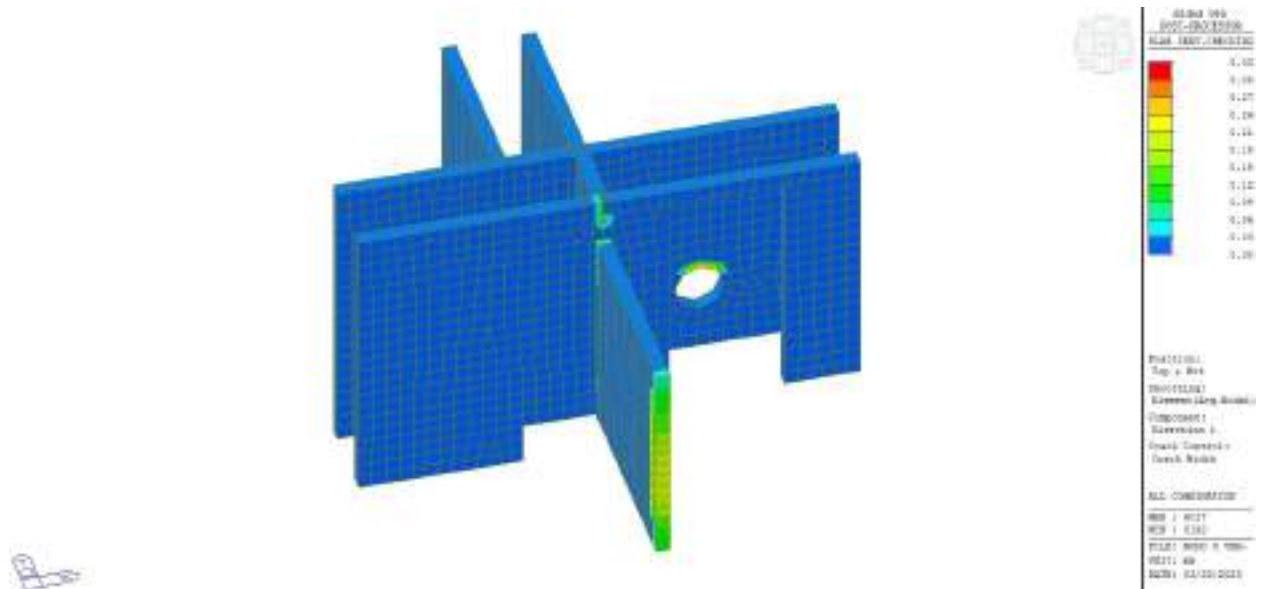
Inviluppo coefficiente di sicurezza a flessione SLU-SLV Dir. X



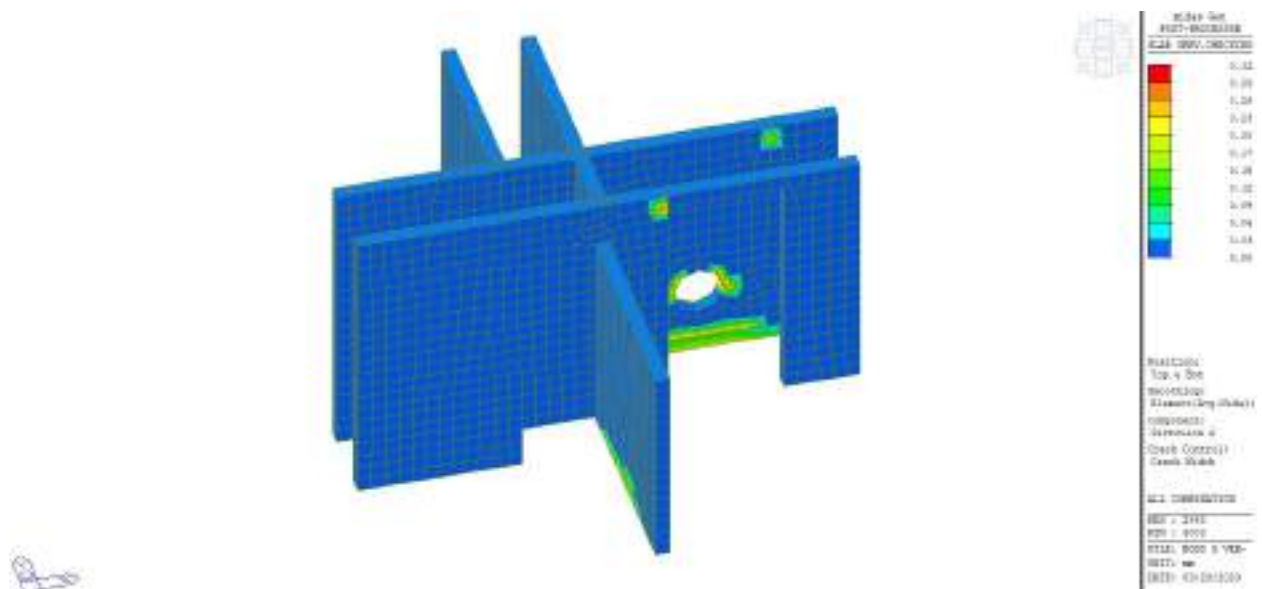
Inviluppo coefficiente di sicurezza a flessione SLU-SLV Dir. Y



Valori apertura fessure SLE Dir. X



Valori apertura fessure SLE Dir. Y

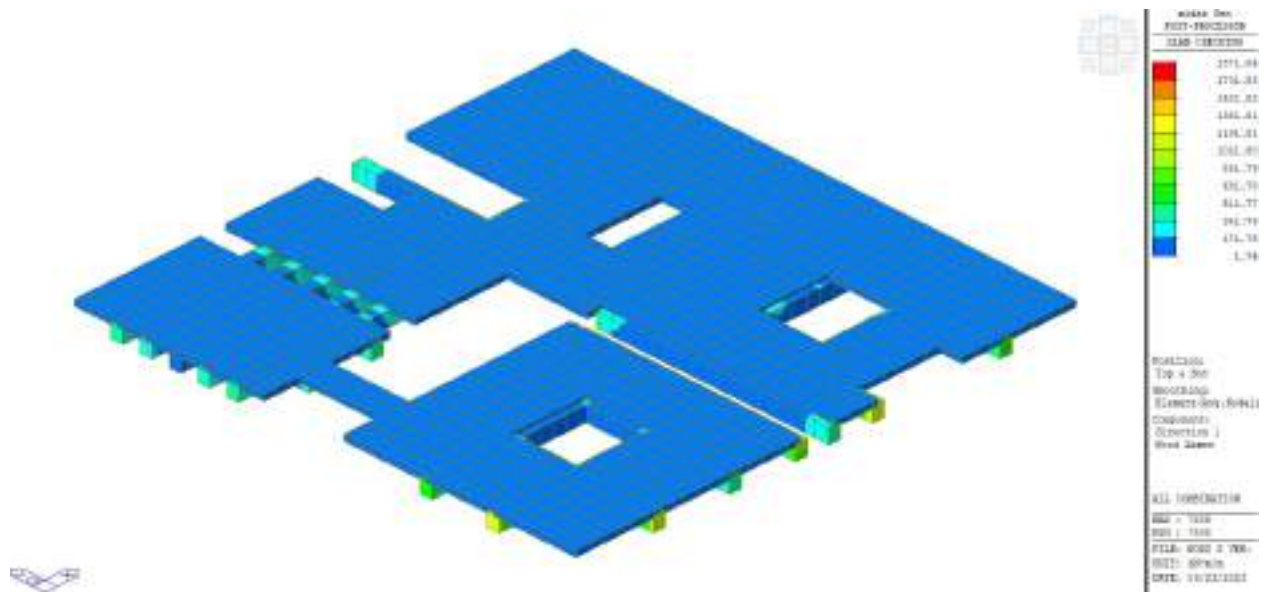


**Solaio intermedio**

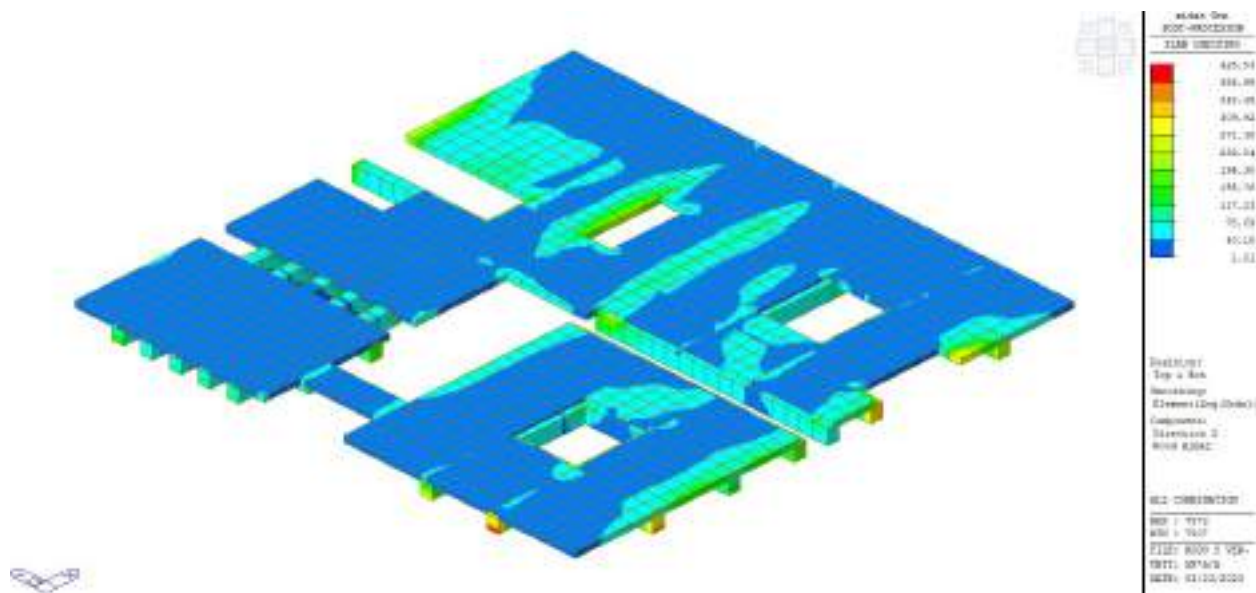
**Diagrammi delle sollecitazioni**

Si riportano di seguito le mappe delle sollecitazioni per il solaio intermedio.

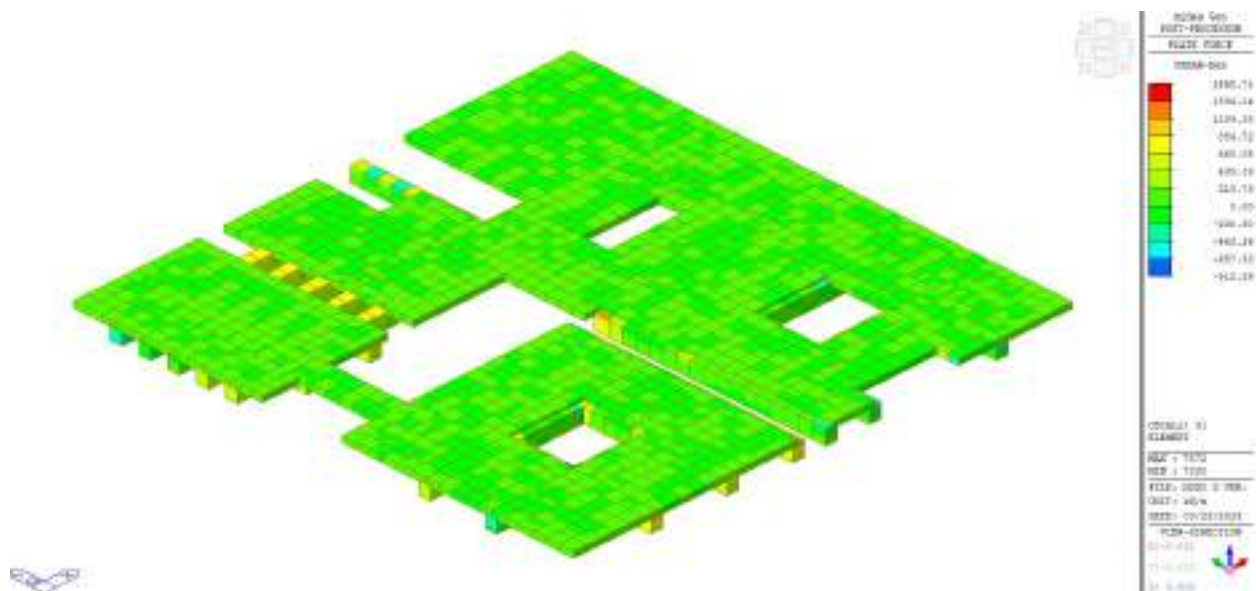
Inviluppo momento flettente SLU-SLV orizzontale Mxx



Inviluppo momento flettente SLU-SLV verticale Myy



Inviluppo taglio SLU-SLV  $V_{MAX}$

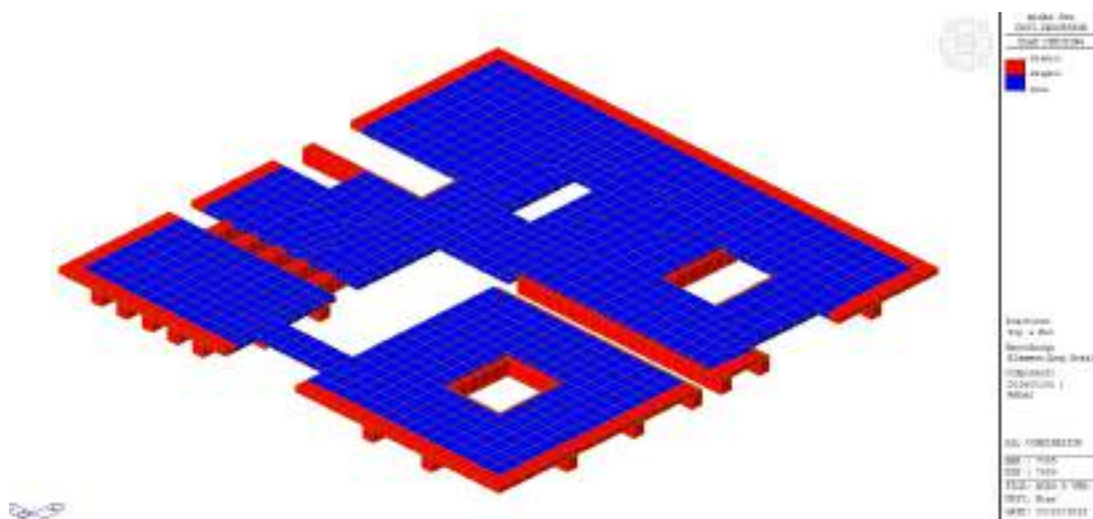


**Verifiche**

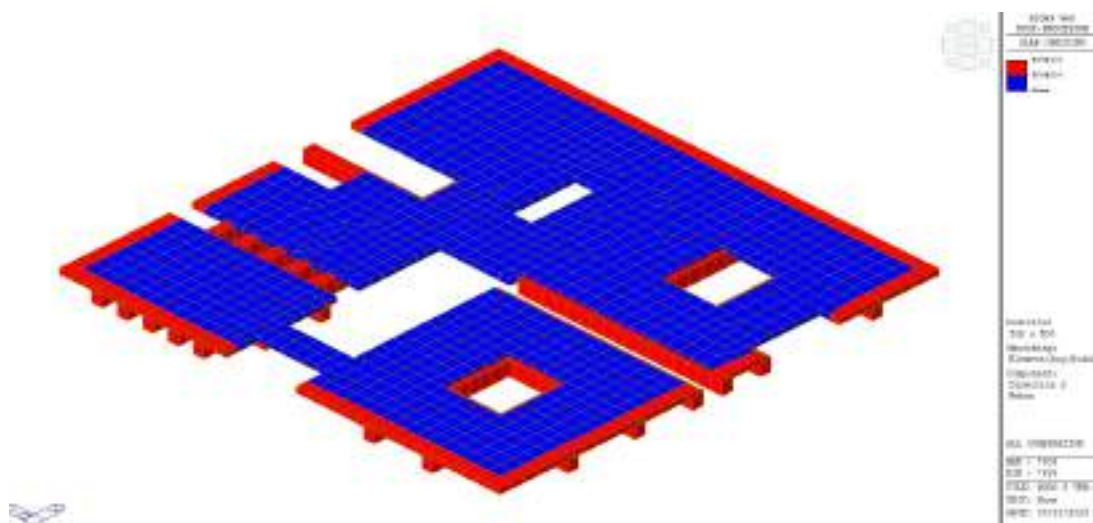
**ACEA ENGINEERING LABORATORIES RESEARCH INNOVATION SPA**

Si riportano di seguito le armature nelle due direzioni derivanti dal dimensionamento strutturale ed i relativi coefficienti di sicurezza (nelle aree blu  $\phi 24/20 + \phi 24/20$  Sopra/Sotto Dir.X  $\phi 24/20 + \phi 24/20$  Sopra/Sotto Dir.Y, nelle aree rosse  $\phi 24/10 + \phi 24/10$  Sopra/Sotto Dir.X  $\phi 24/10 + \phi 24/10$  Sopra/Sotto Dir.Y).

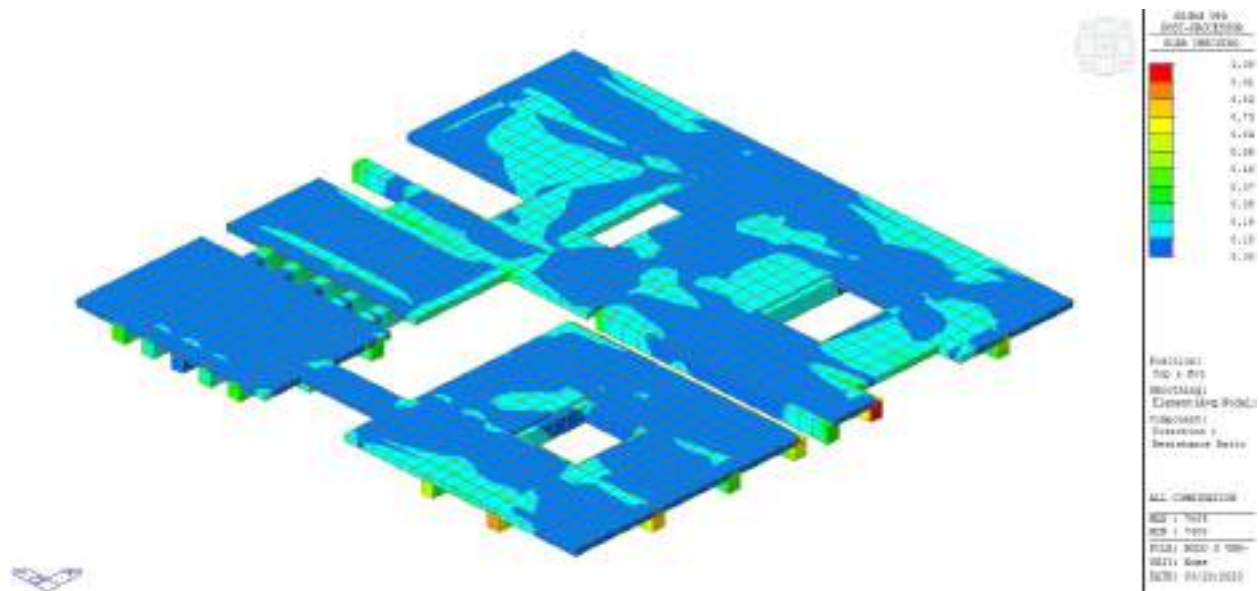
Armatura Dir. X



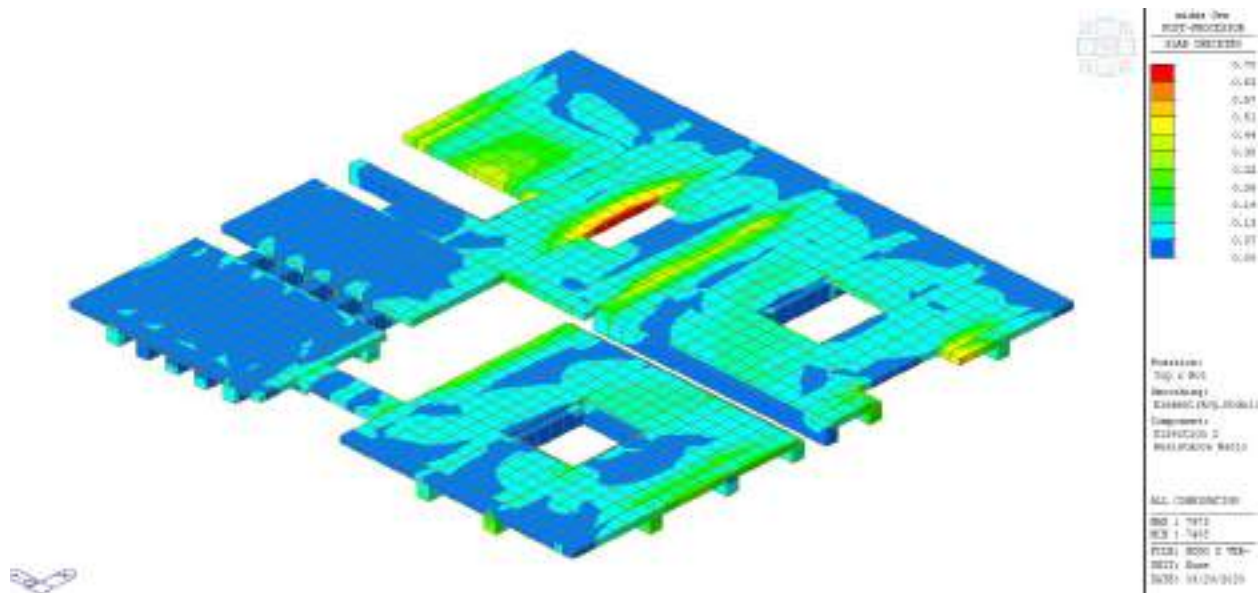
Armatura Dir. Y



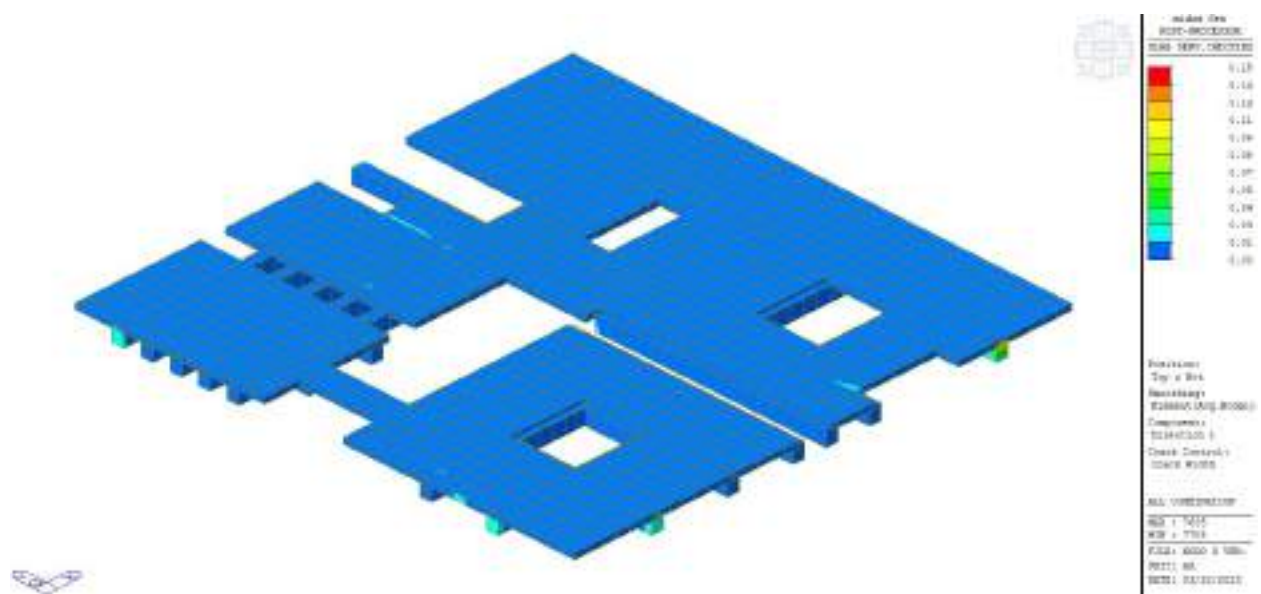
Involuppo coefficiente di sicurezza a flessione SLU-SLV Dir. X



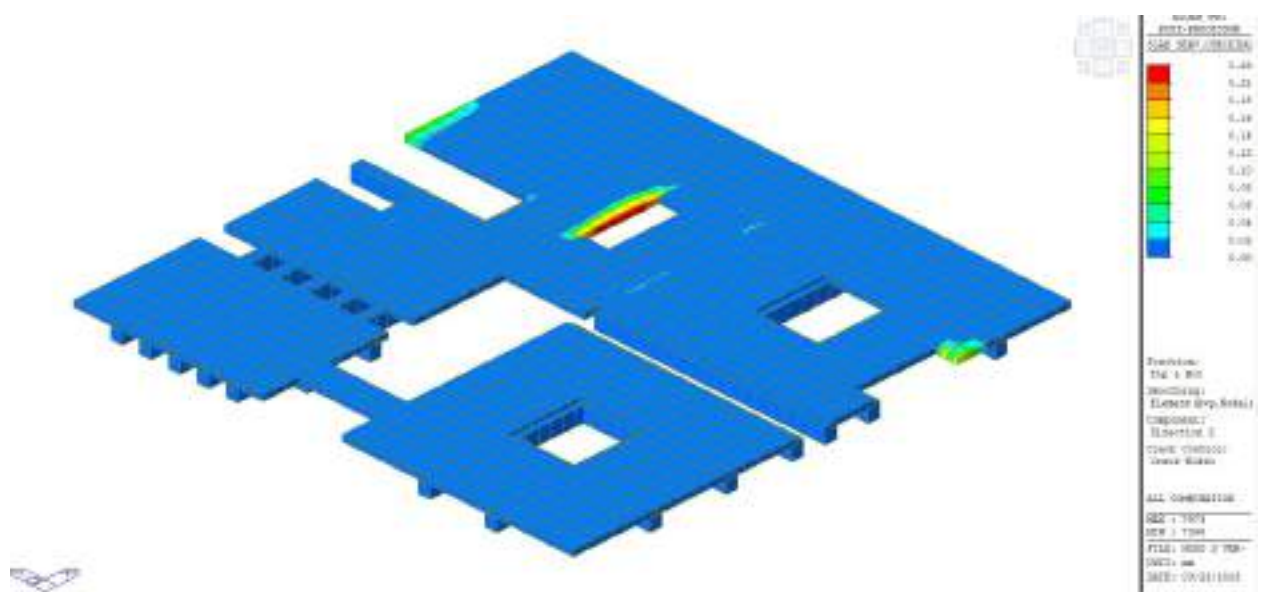
Inviluppo coefficiente di sicurezza a flessione SLU-SLV Dir. Y



Valori apertura fessure SLE Dir. X



Valori apertura fessure SLE Dir. Y



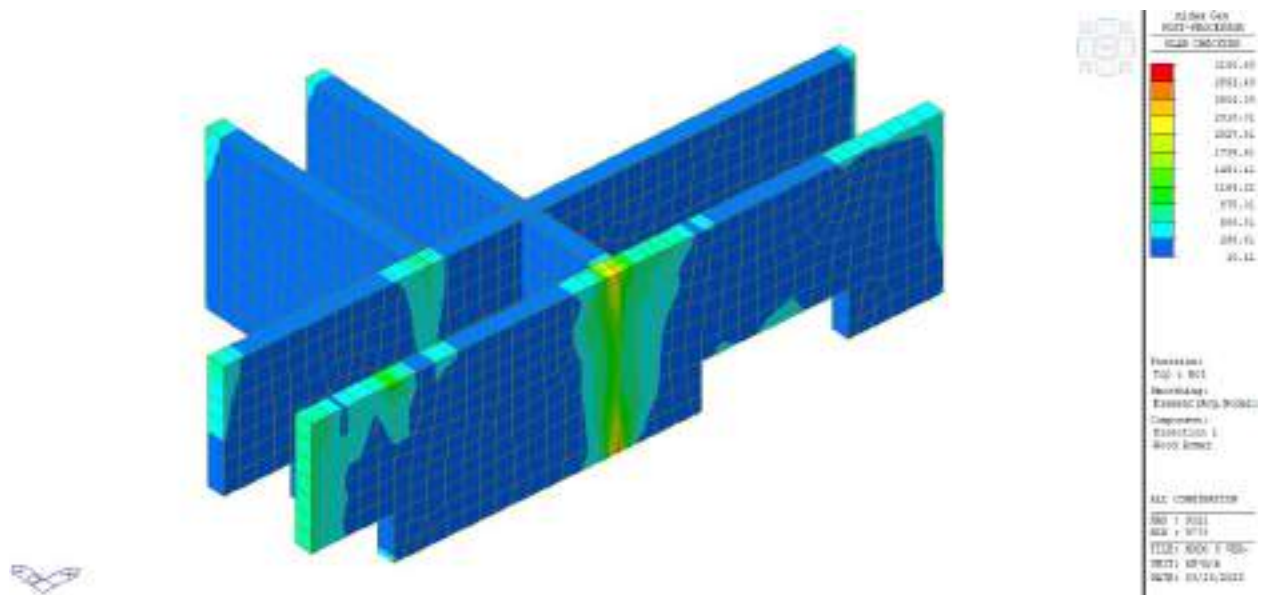
**Setti interni interrati (porzione superiore)**

**Diagrammi delle sollecitazioni**

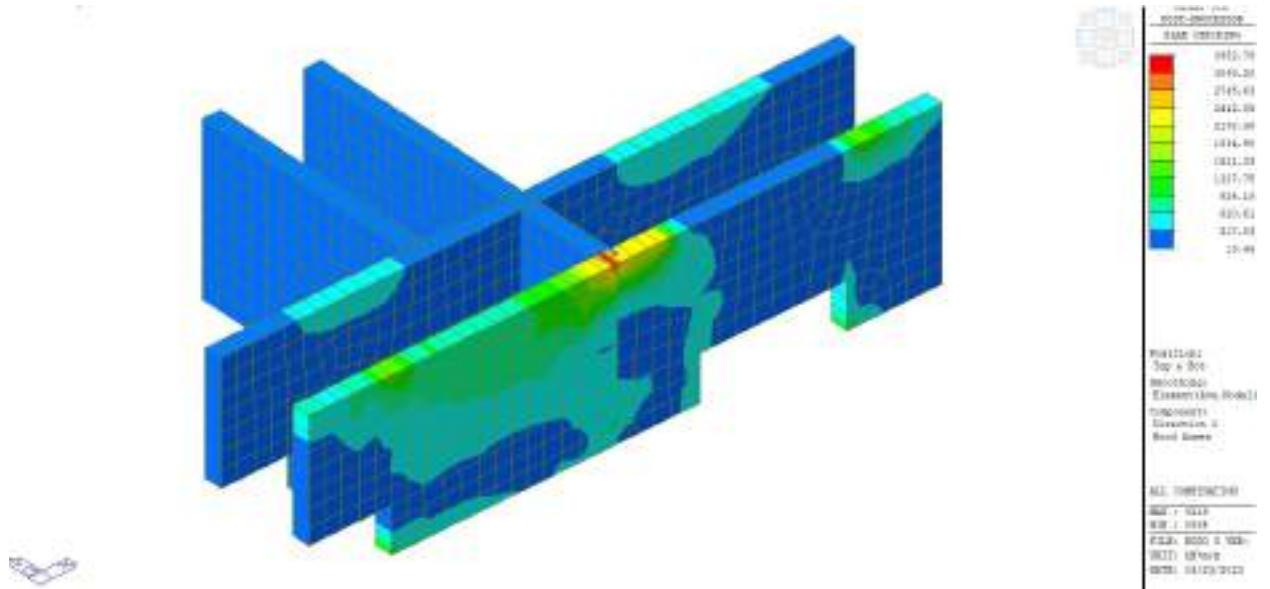


Si riportano di seguito le mappe delle sollecitazioni per la porzione superiore dei setti interni posti al piano interrato.

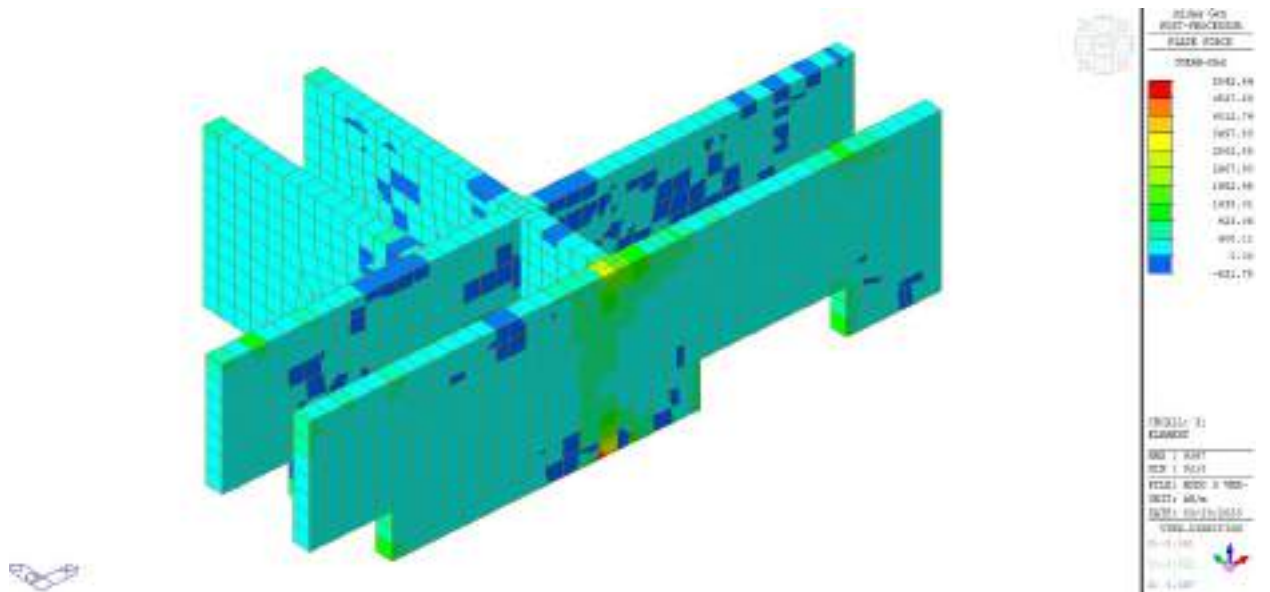
Inviluppo momento flettente SLU-SLV orizzontale Mxx



Inviluppo momento flettente SLU-SLV verticale Myy



Involuppo taglio SLU-SLV  $V_{MAX}$

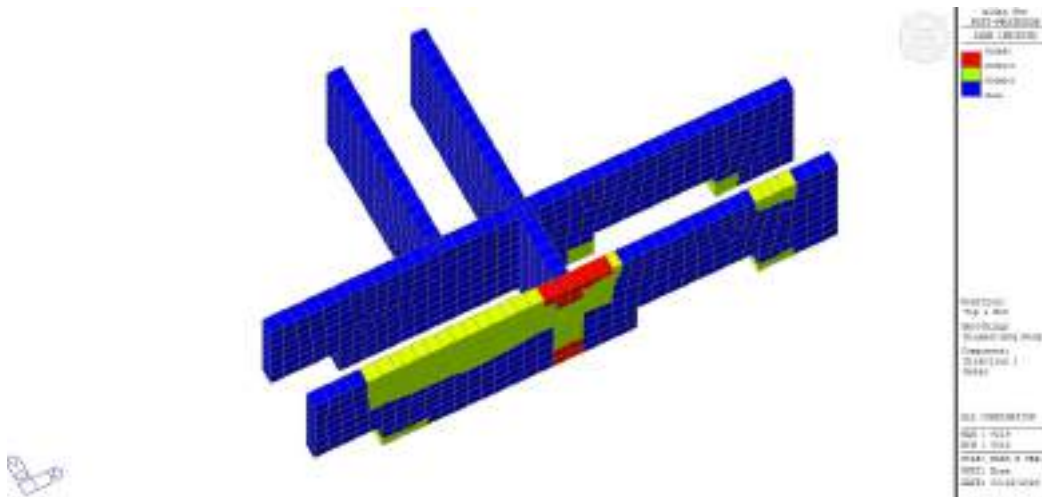


**Verifiche**

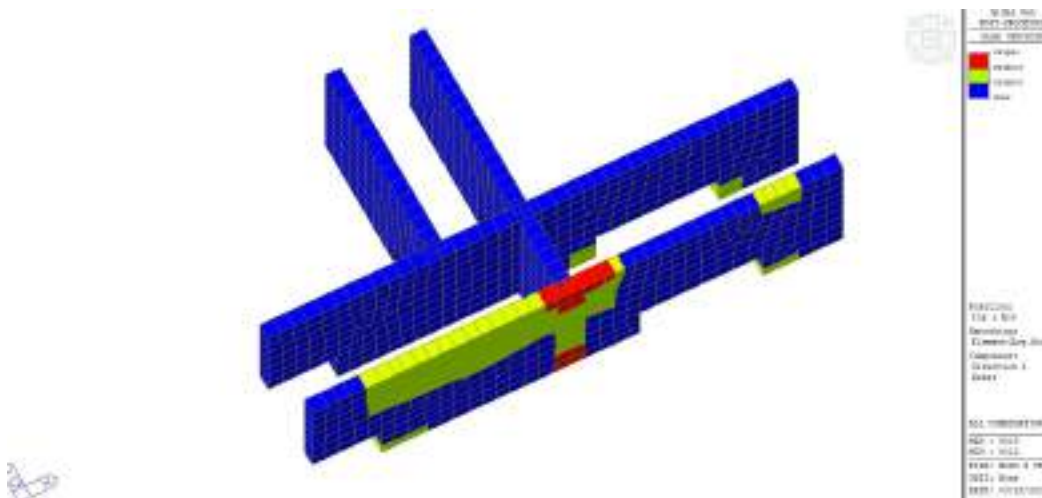
ACEA ENGINEERING LABORATORIES RESEARCH INNOVATION SPA

Si riportano di seguito le armature nelle due direzioni derivanti dal dimensionamento strutturale ed i relativi coefficienti di sicurezza (nelle aree blu  $\phi 26/20 + \phi 26/20$  Sopra/Sotto Dir.X  $\phi 26/20 + \phi 26/20$  Sopra/Sotto Dir.Y, nelle aree verdi  $\phi 26/10 + \phi 26/10$  Sopra/Sotto Dir.X  $\phi 26/10 + \phi 26/10$  Sopra/Sotto Dir.Y, nelle aree rosse  $\phi 32/5 + \phi 32/5$  Sopra/Sotto Dir.X  $\phi 32/5 + \phi 32/5$  Sopra/Sotto Dir.Y).

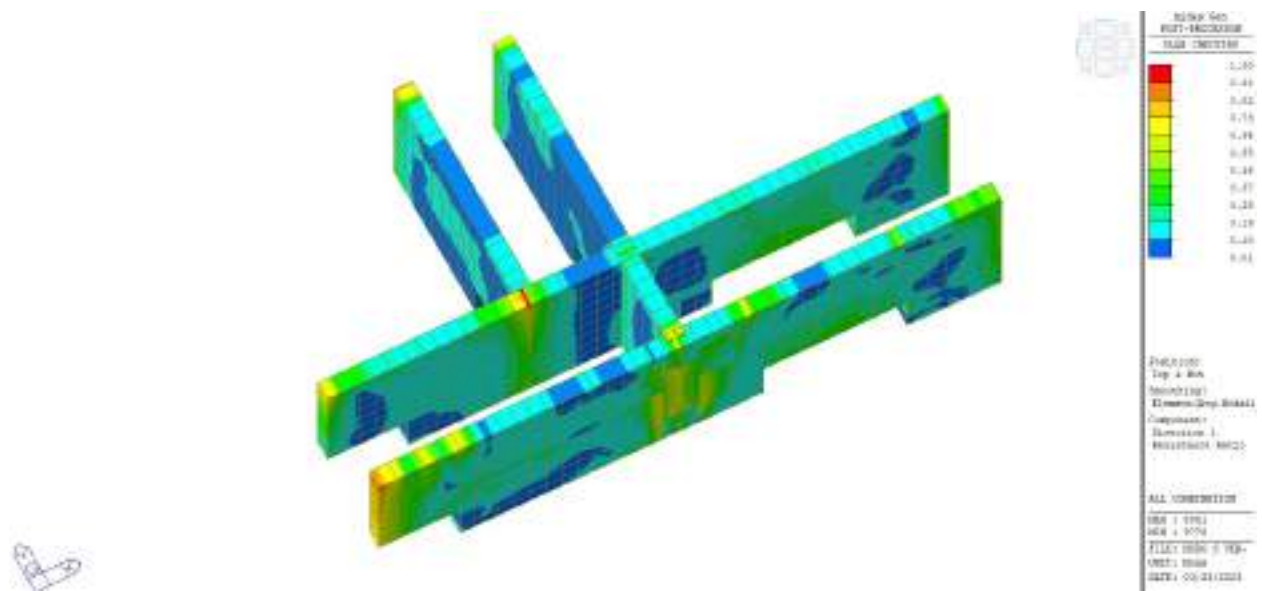
Armatura Dir. X



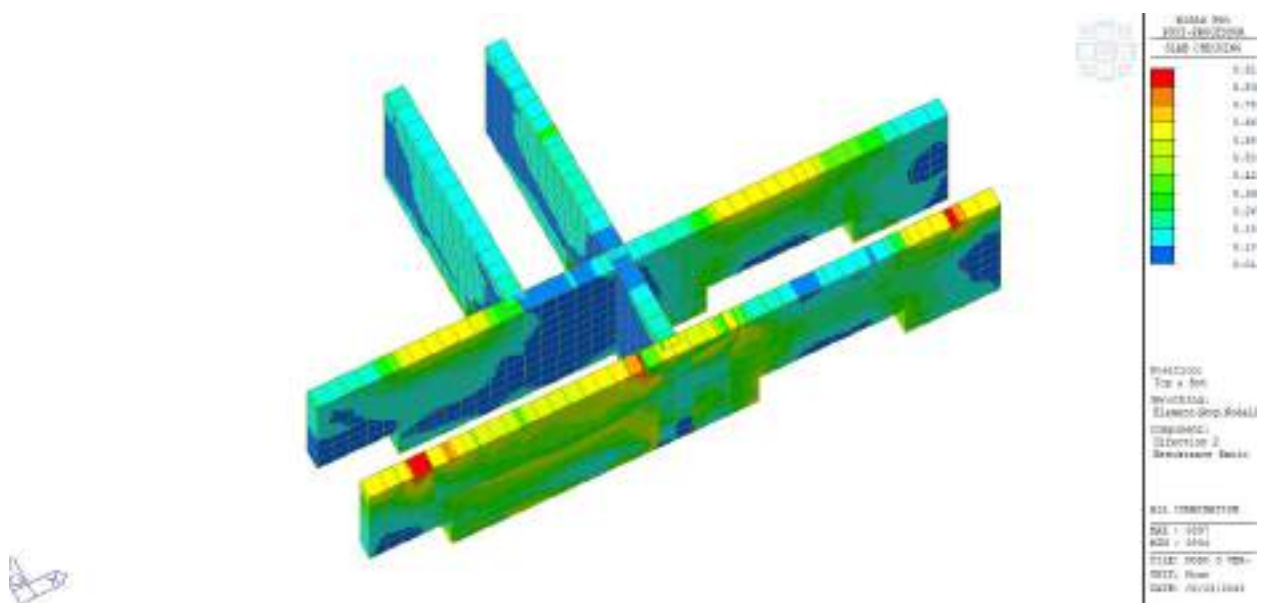
Armatura Dir. Y



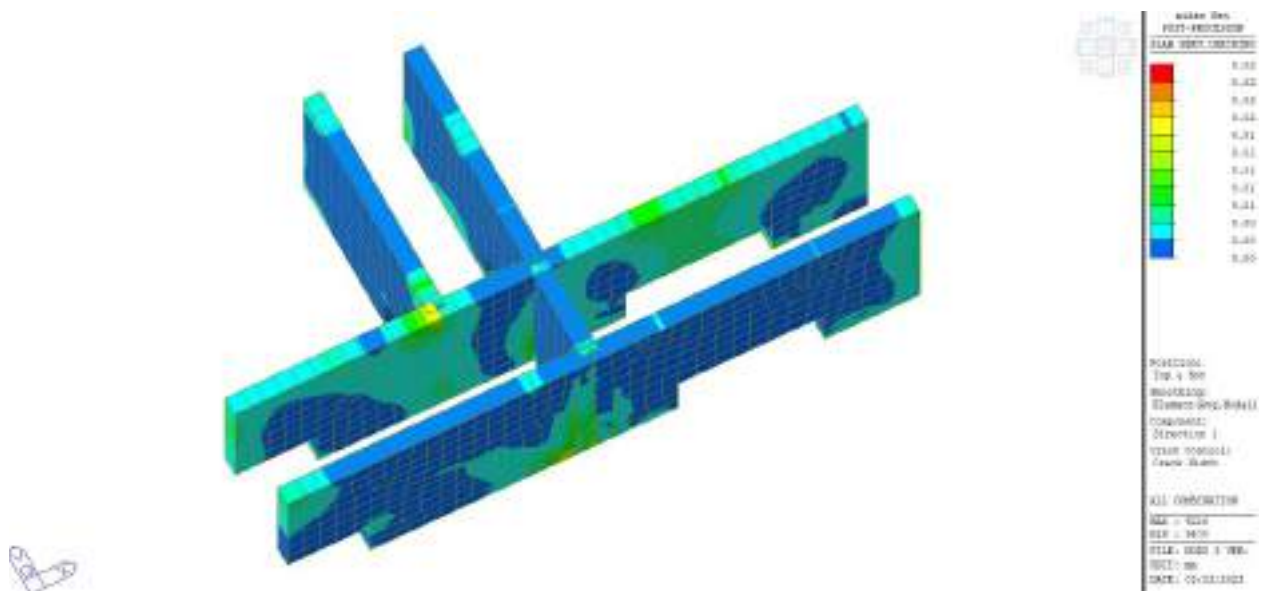
Involuppo coefficiente di sicurezza a flessione SLU-SLV Dir. X



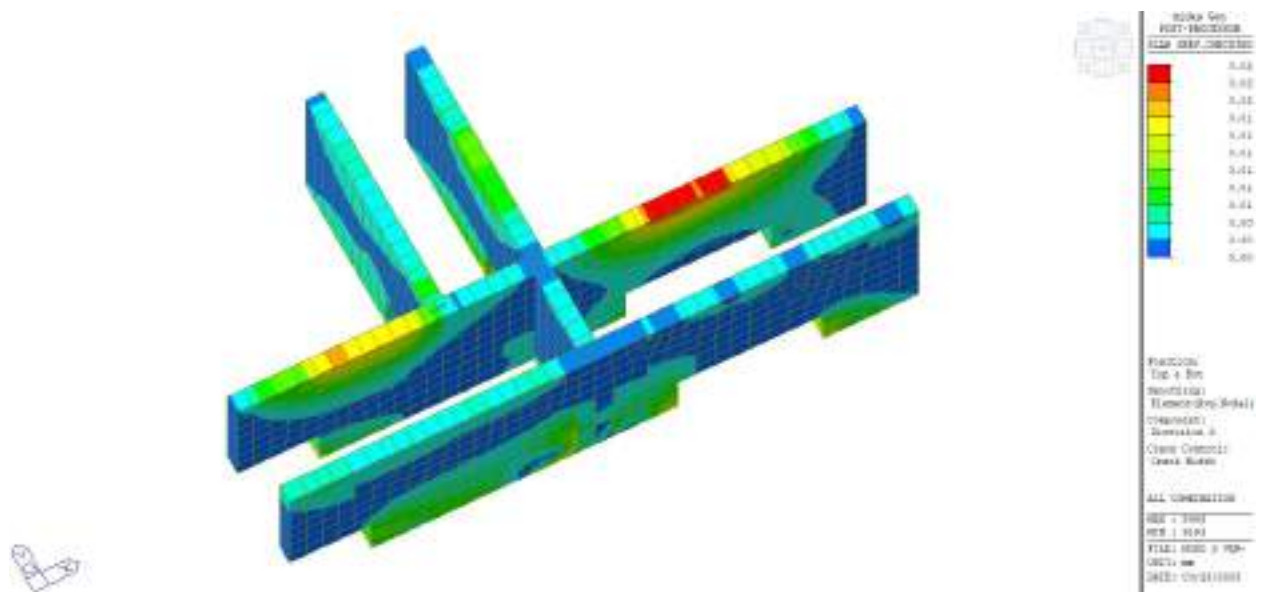
Inviluppo coefficiente di sicurezza a flessione SLU-SLV Dir. Y



Valori apertura fessure SLE Dir. X



Valori apertura fessure SLE Dir. Y

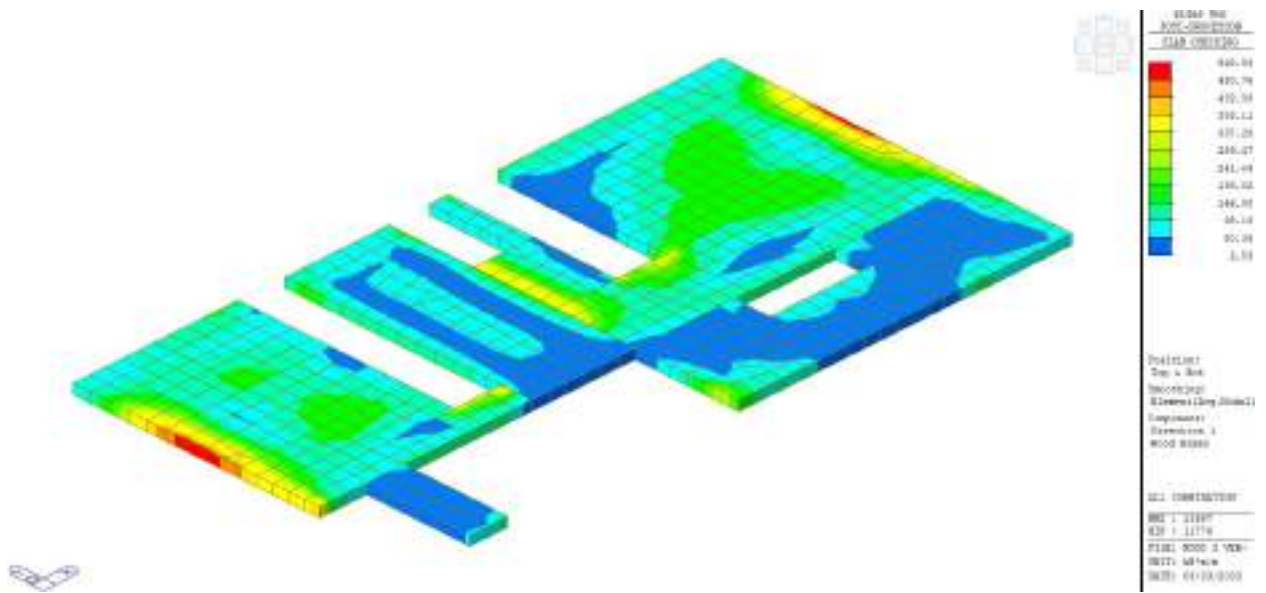


**Solaio quota piano campagna**

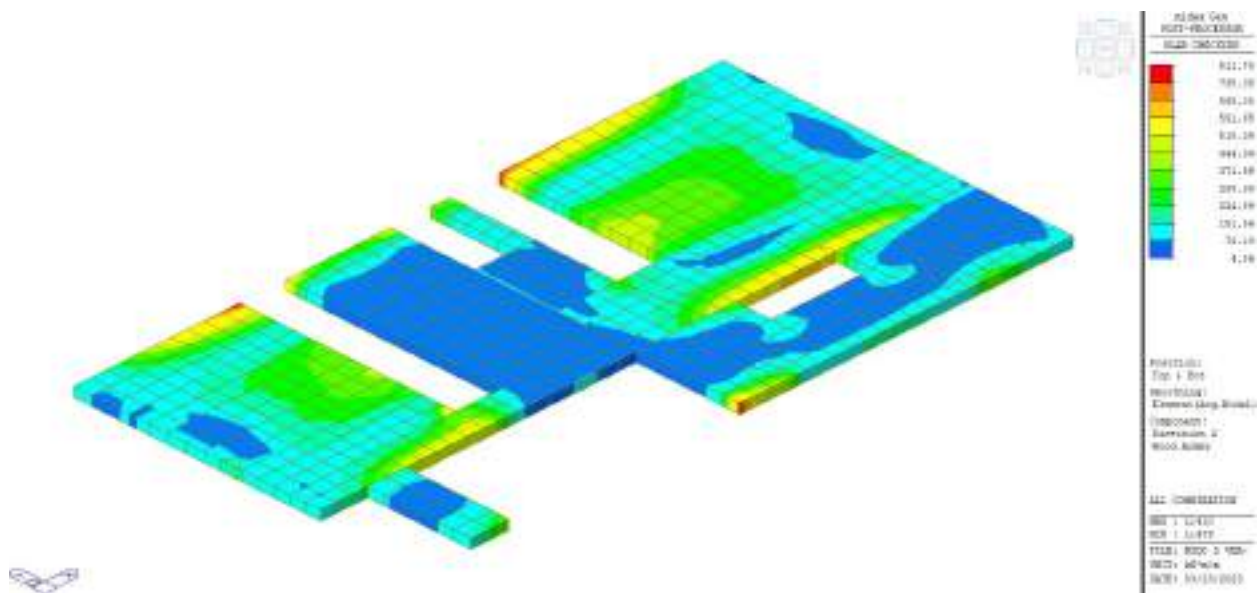
**Diagrammi delle sollecitazioni**

Si riportano di seguito le mappe delle sollecitazioni per il solaio posto a quota piano campagna.

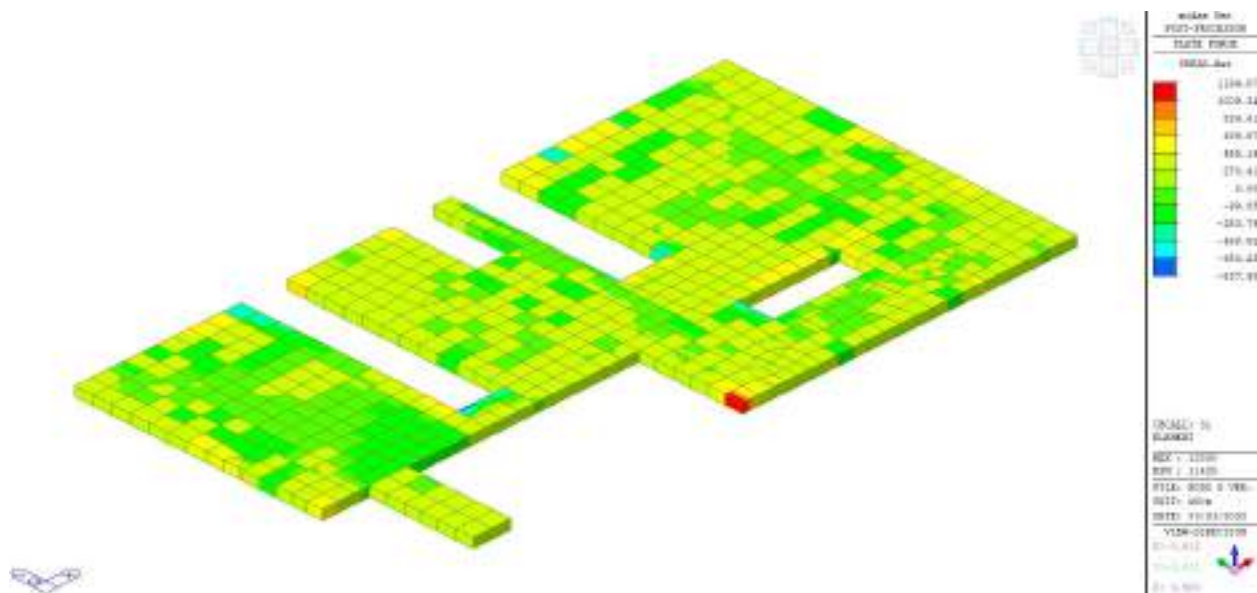
Inviluppo momento flettente SLU-SLV orizzontale Mxx



Inviluppo momento flettente SLU-SLV verticale Myy



Involuppo taglio SLU-SLV  $V_{MAX}$

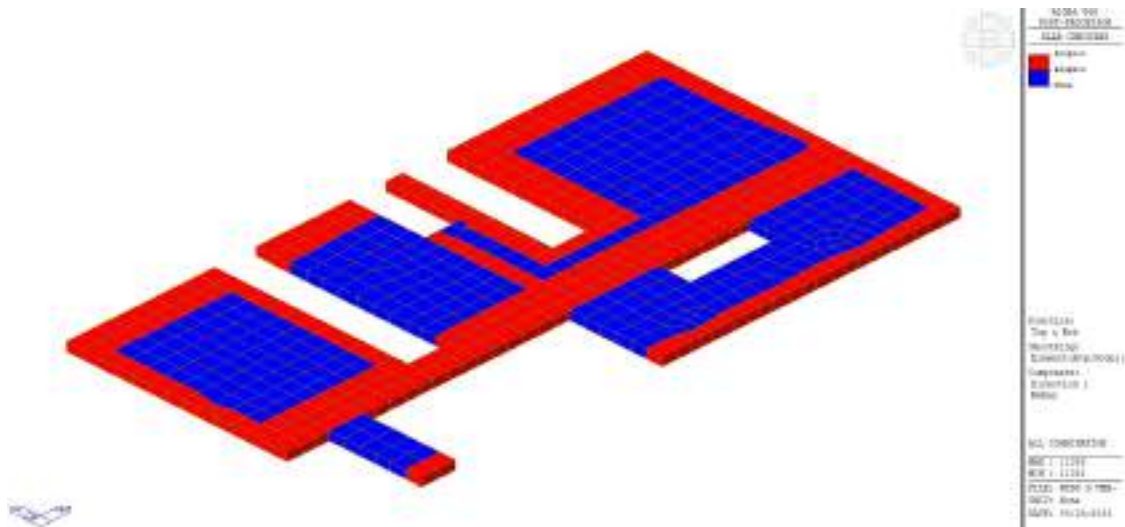


**Verifiche**

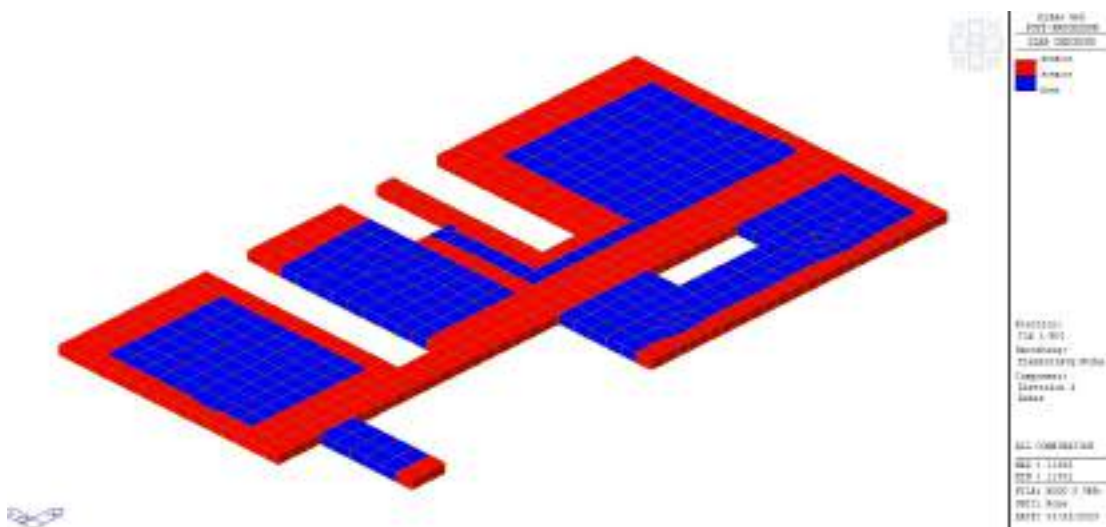
ACEA ENGINEERING LABORATORIES RESEARCH INNOVATION SPA

Si riportano di seguito le armature nelle due direzioni derivanti dal dimensionamento strutturale ed i relativi coefficienti di sicurezza (nelle aree blu  $\phi 24/20 + \phi 24/20$  Sopra/Sotto Dir.X  $\phi 24/20 + \phi 24/20$  Sopra/Sotto Dir.Y, nelle aree rosse  $\phi 30/10 + \phi 30/10$  Sopra/Sotto Dir.X  $\phi 30/10 + \phi 30/10$  Sopra/Sotto Dir.Y).

Armatura Dir. X

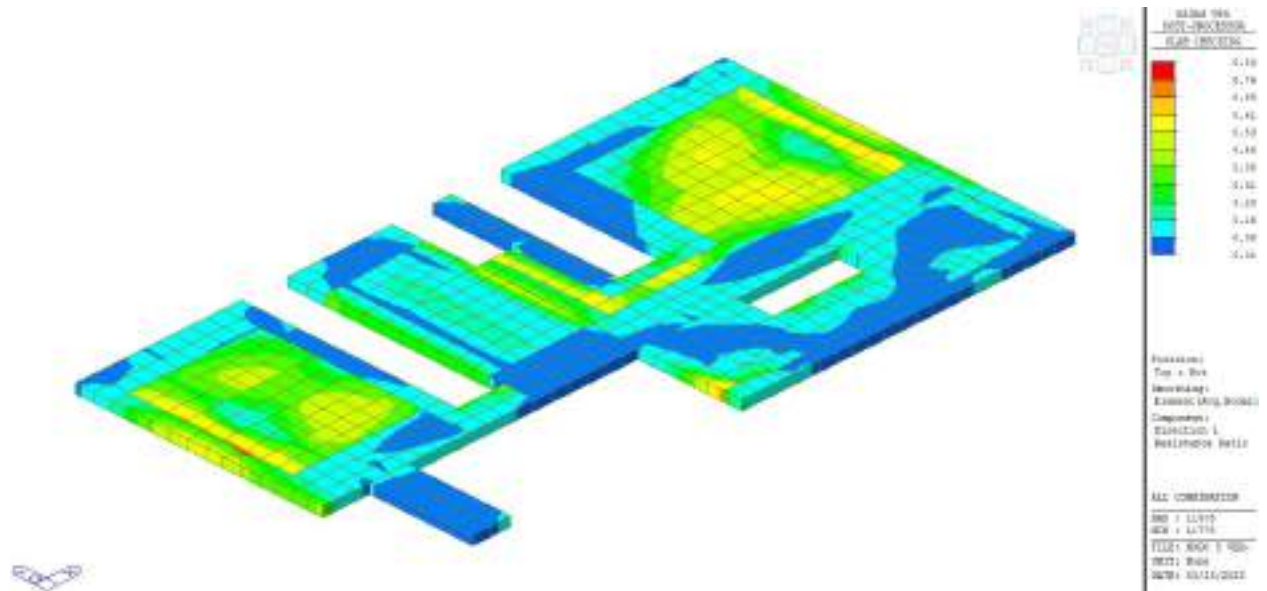


Armatura Dir. Y

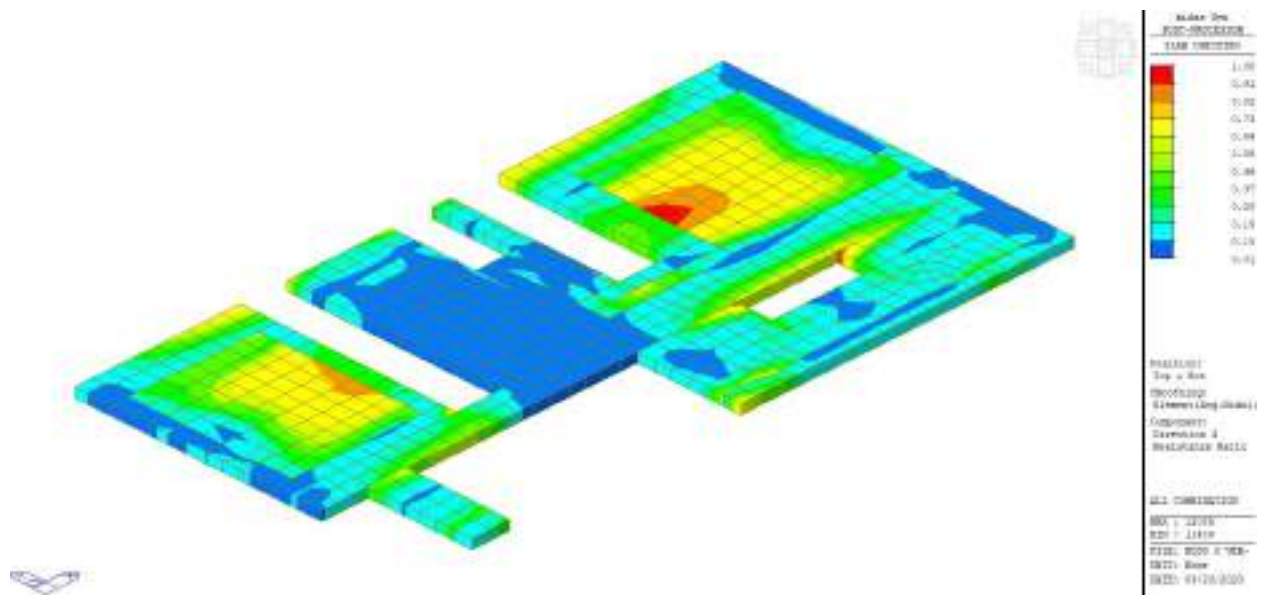


Involuppo coefficiente di sicurezza a flessione SLU-SLV Dir. X

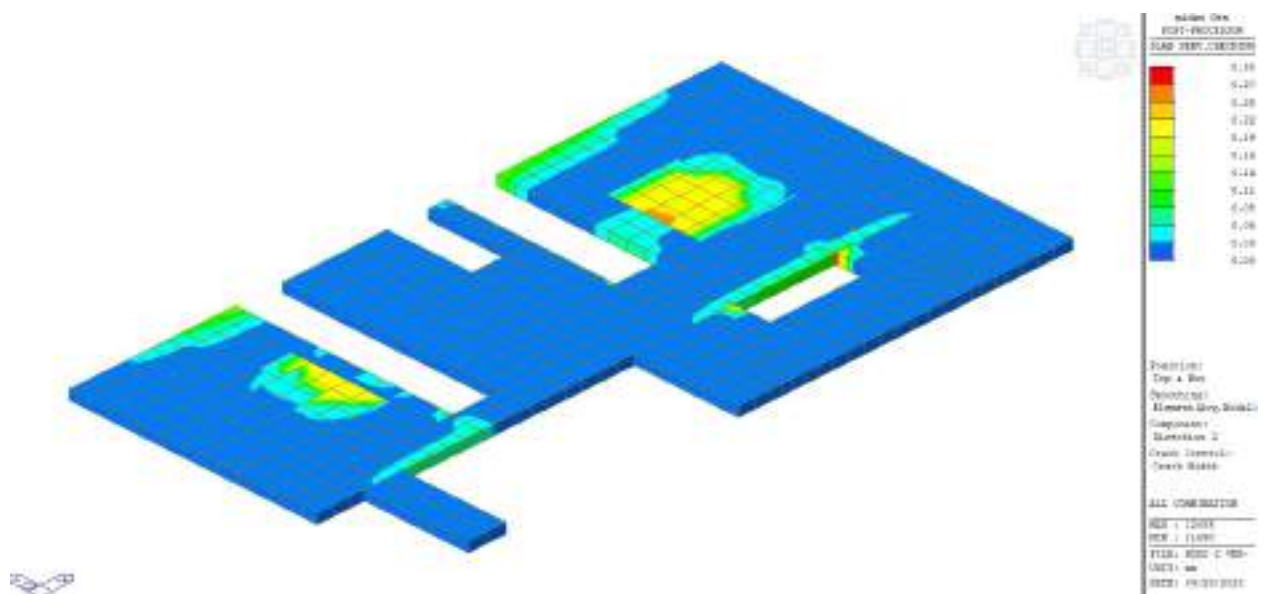
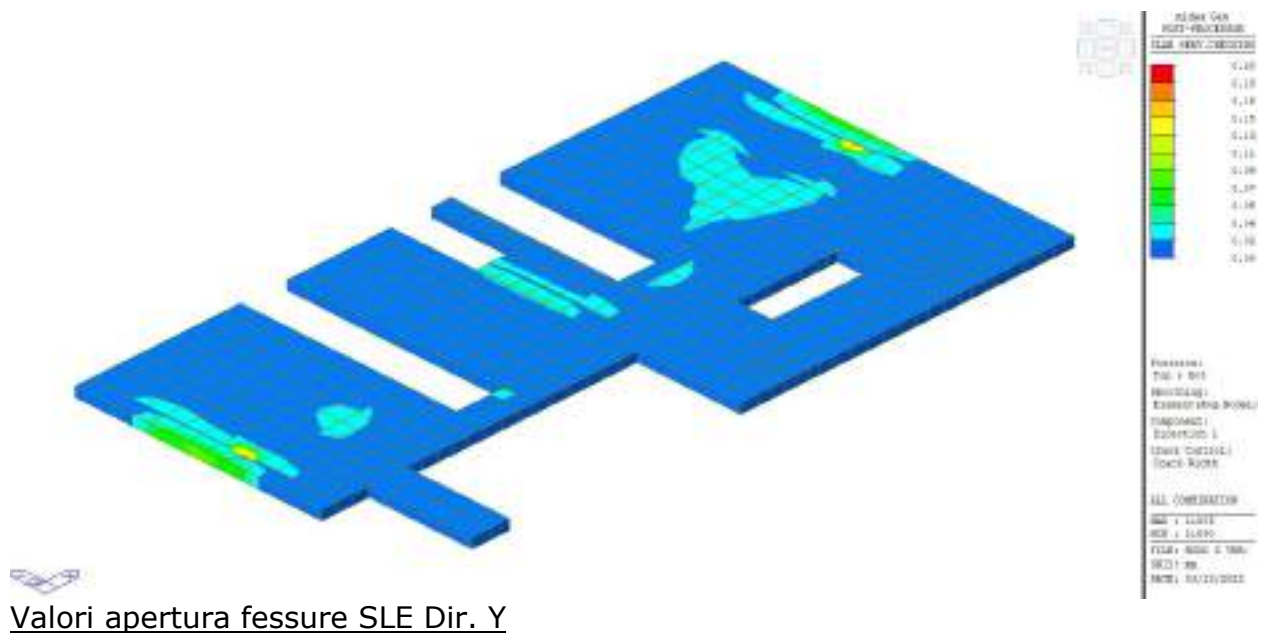




Involuppo coefficiente di sicurezza a flessione SLU-SLV Dir. Y



Valori apertura fessure SLE Dir. X

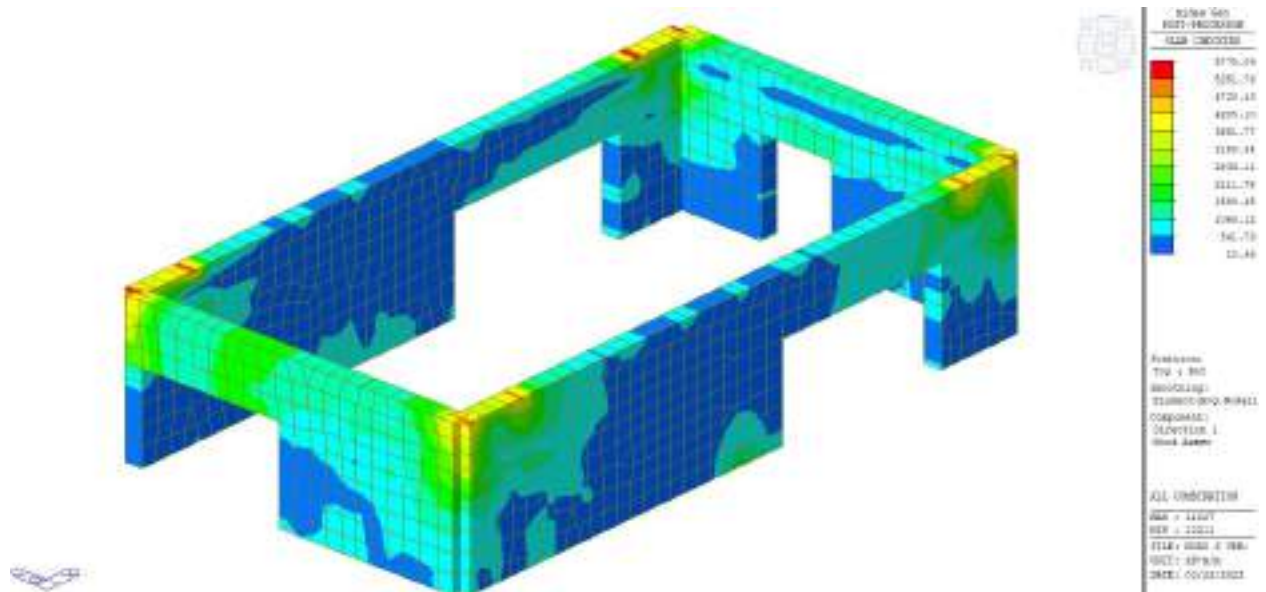


**Setti perimetrali fuori terra**

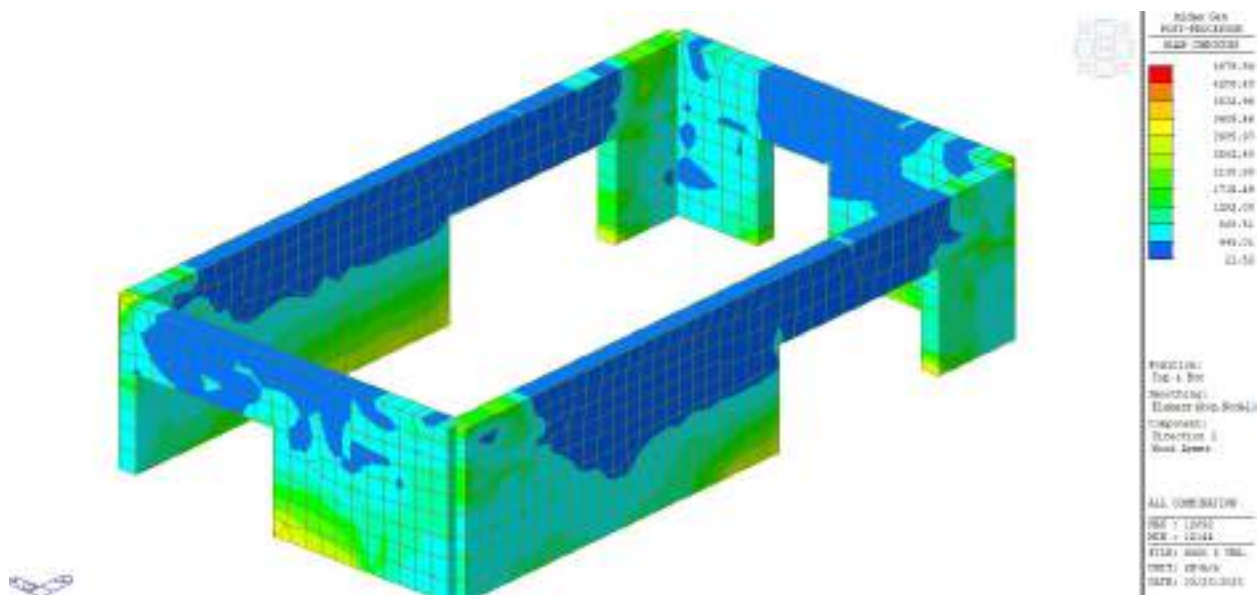
**Diagrammi delle sollecitazioni**

Si riportano di seguito le mappe delle sollecitazioni per i setti perimetrali fuori terra.

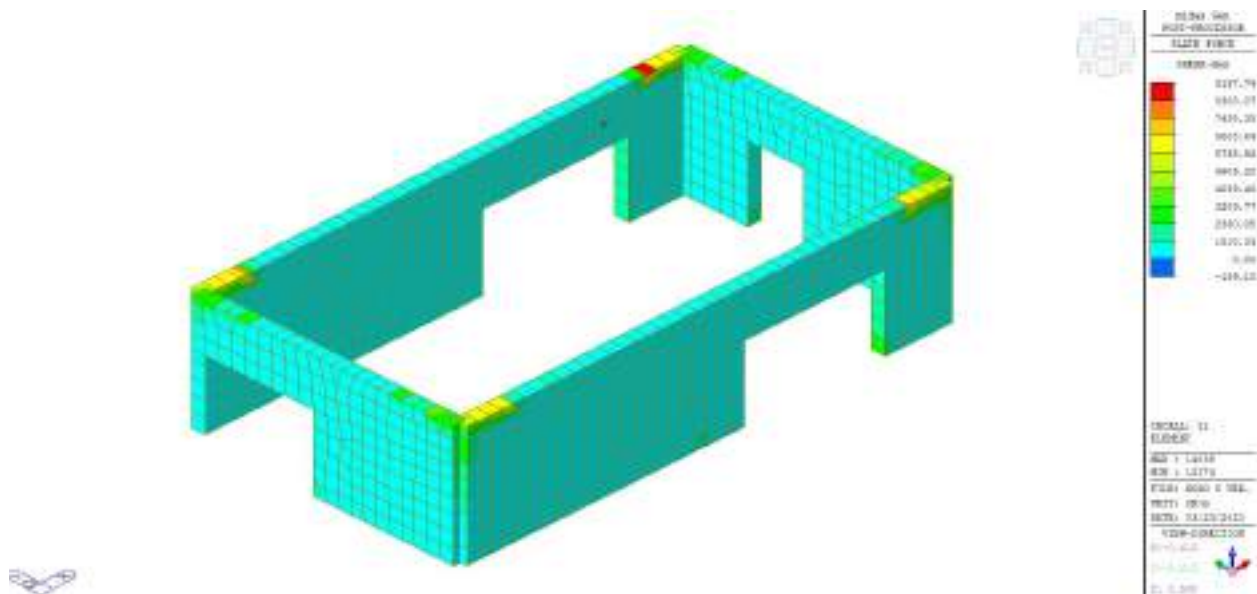
Inviluppo momento flettente SLU-SLV orizzontale Mxx



Inviluppo momento flettente SLU-SLV verticale Myy



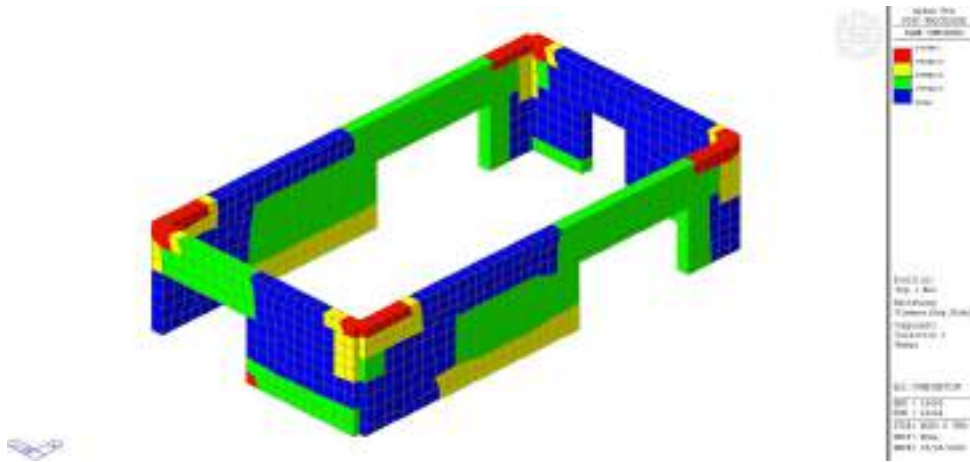
Inviluppo taglio SLU-SLV  $V_{MAX}$



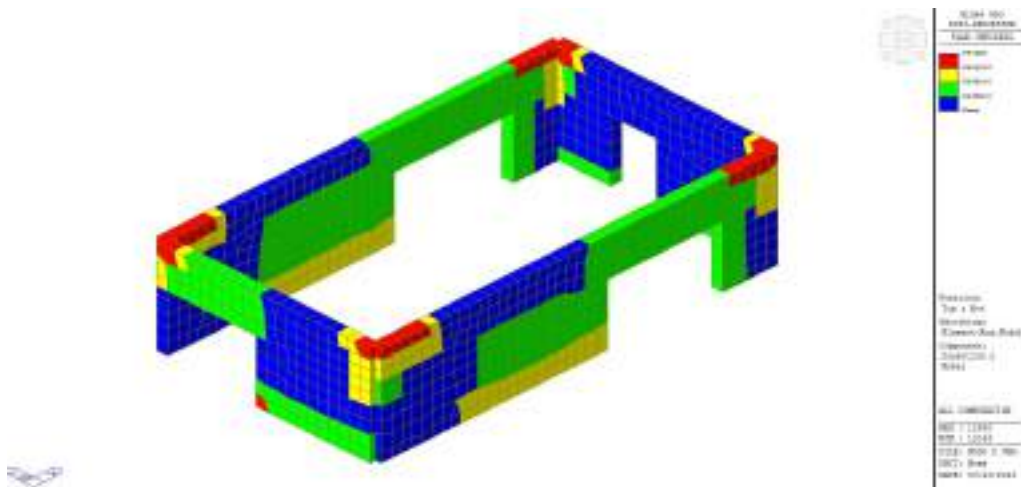
**Verifiche**

Si riportano di seguito le armature nelle due direzioni derivanti dal dimensionamento strutturale ed i relativi coefficienti di sicurezza (nelle aree blu  $\phi 36/20 + \phi 36/20$  Sopra/Sotto Dir.X  $\phi 36/20 + \phi 36/20$  Sopra/Sotto Dir.Y, nelle aree verdi  $\phi 36/10 + \phi 36/10$  Sopra/Sotto Dir.X  $\phi 36/10 + \phi 36/10$  Sopra/Sotto Dir.Y, nelle aree gialle  $\phi 40/10 + \phi 40/10$  Sopra/Sotto Dir.X  $\phi 40/10 + \phi 40/10$  Sopra/Sotto Dir.Y, nelle aree rosse  $\phi 40/5 + \phi 40/5$  Sopra/Sotto Dir.X  $\phi 40/5 + \phi 40/5$  Sopra/Sotto Dir.Y).

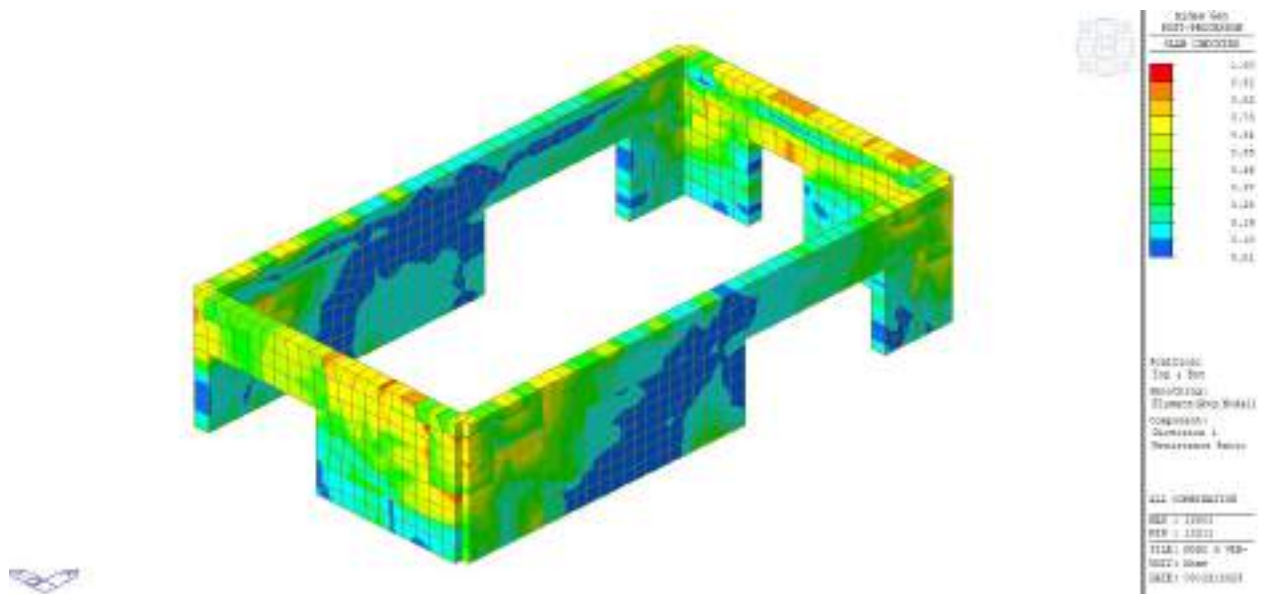
Armatura Dir. X



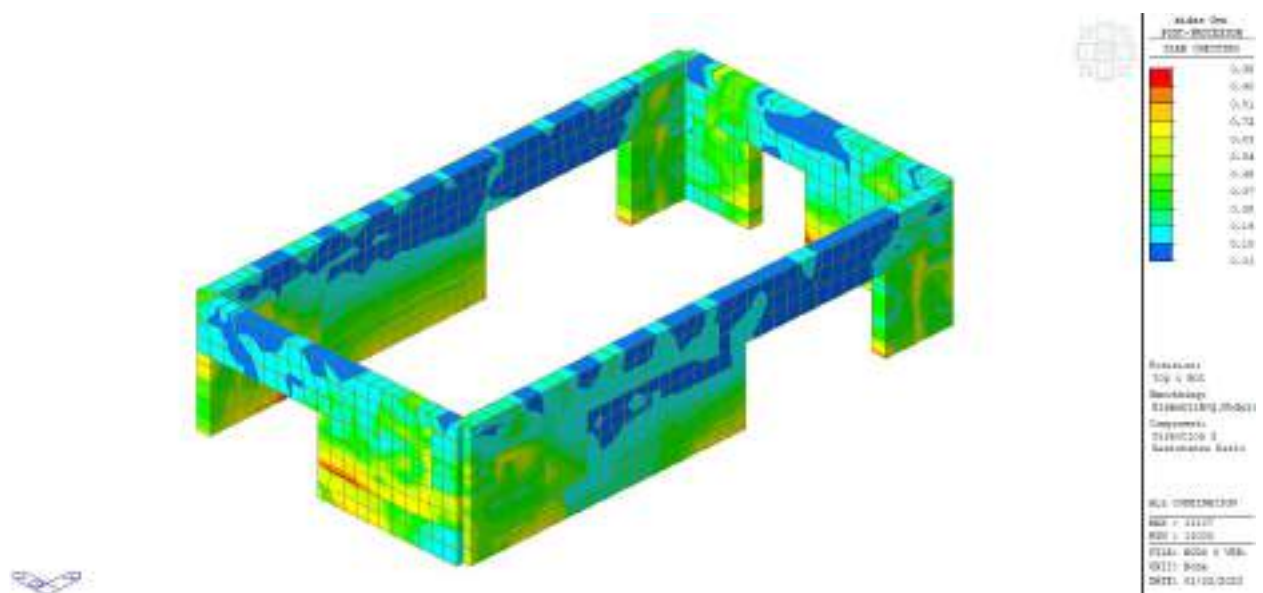
Armatura Dir. Y



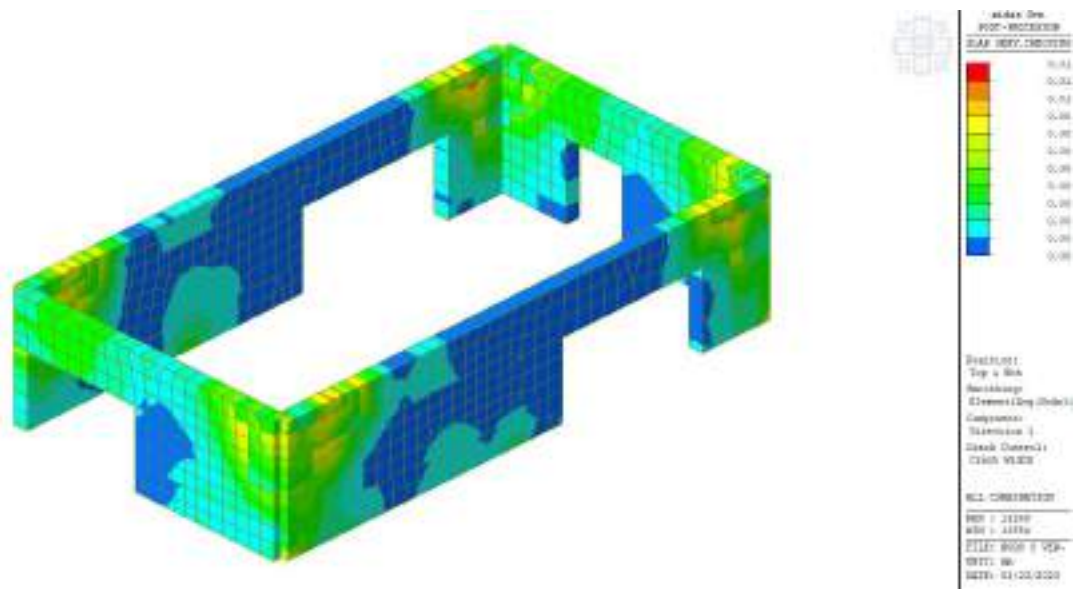
Inviluppo coefficiente di sicurezza a flessione SLU-SLV Dir. X



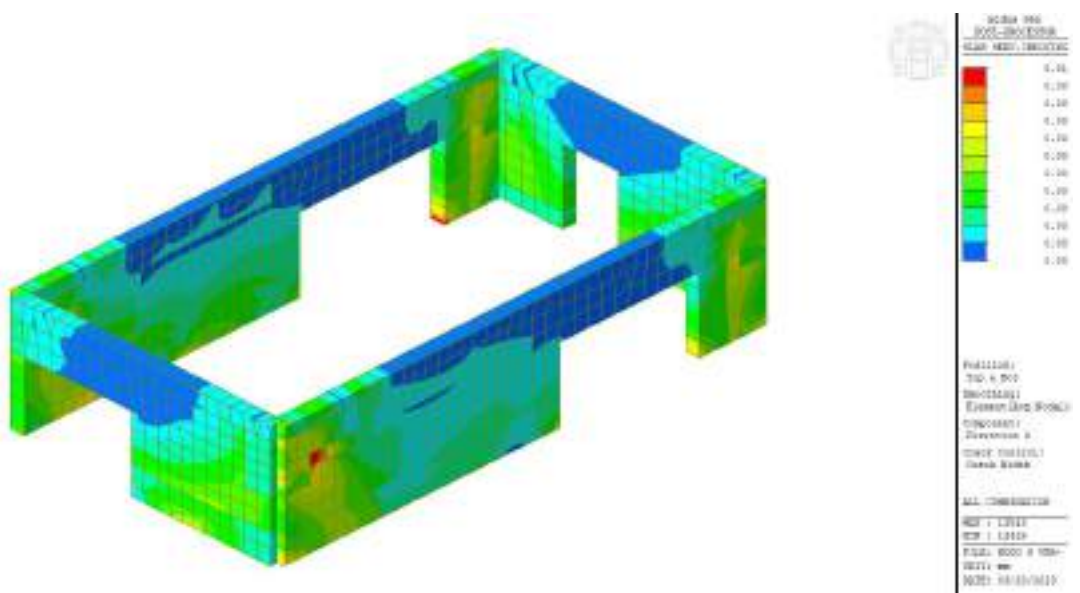
Inviluppo coefficiente di sicurezza a flessione SLU-SLV Dir. Y



Valori apertura fessure SLE Dir. X



Valori apertura fessure SLE Dir. Y



## 5.9 Riepilogo incidenze

Si riporta di seguito un riepilogo delle incidenze per i vari elementi strutturali:

<b>NODO S</b>		
<b>ELEMENTO</b>	<b>spessore (m)</b>	<b>incidenza (kg/m<sup>3</sup>)</b>
PLATEA	1.5	110
SETTI PERIMETRALI INTERRATI	1.2	250
SETTI INTERNI INTERRATI (PORZIONE INFERIORE)	1	140
SOLAIO INTERMEDIO	0.4	220
SETTI INTERNI INTERRATI (PORZIONE SUPERIORE)	1	140
SOLAIO QUOTA P.C.	0.5	290
SETTI PERIMETRALI FUORI TERRA	1	300

Per quanto riguarda le coperture si ha:

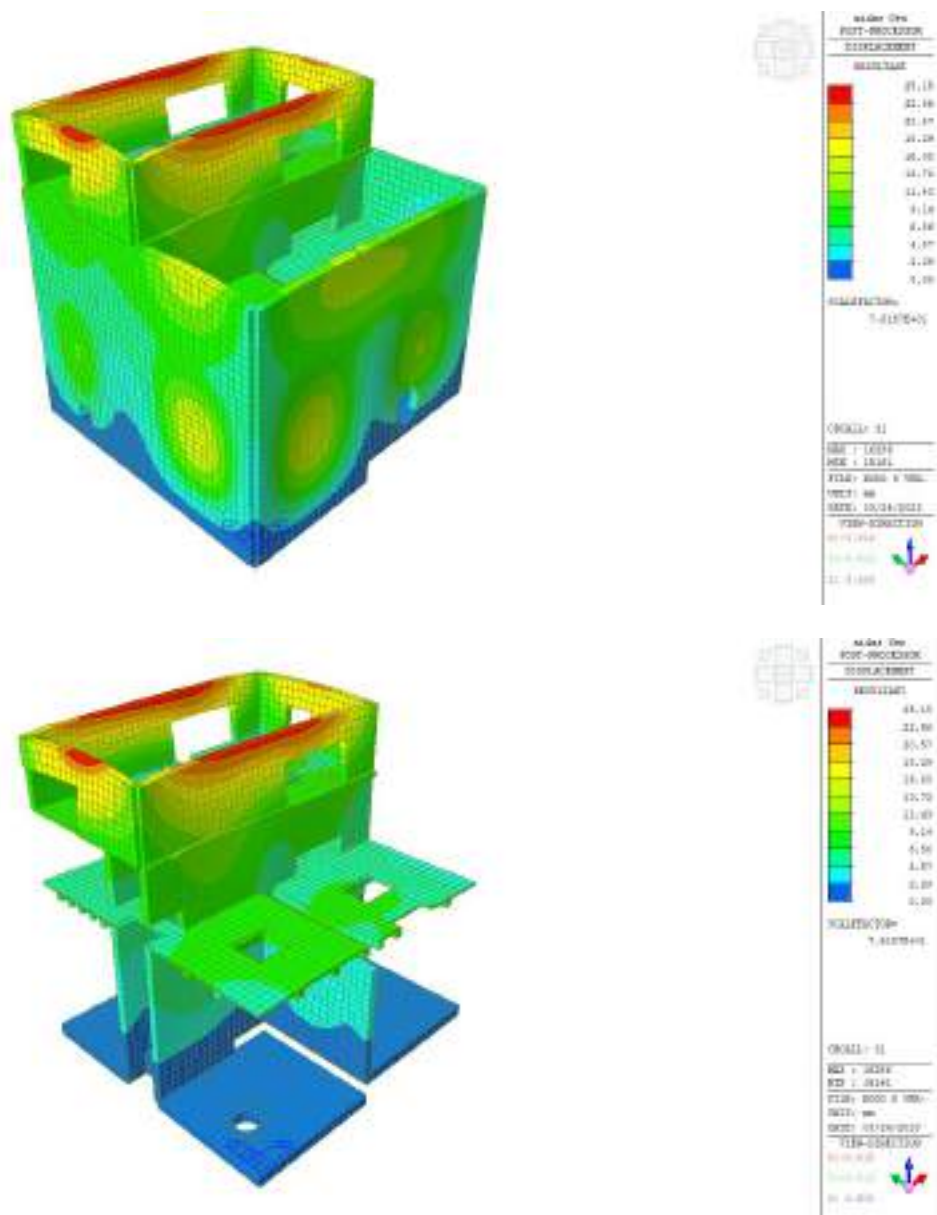
- n° 9 travi principali, sezione HEB800, acciaio S355, lunghezza 19 m
- n° 9 travi principali, sezione HEB800, acciaio S355, lunghezza 16 m
- n° 130 traversi, sezione IPE200, acciaio S355, lunghezza 3.5 m
- n° 1728 pioli tipo Nelson 16-100
- lamiera grecata collaborante tipo Hi-Bond A55/P600



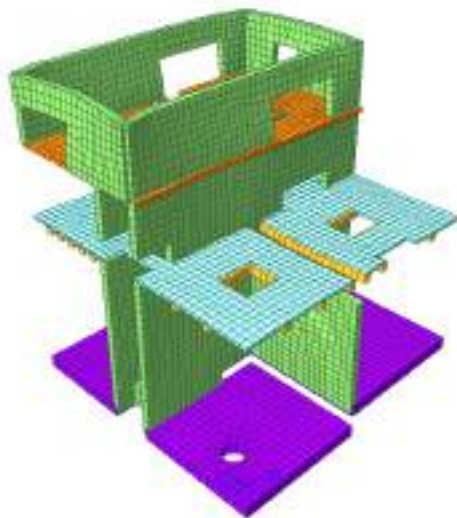
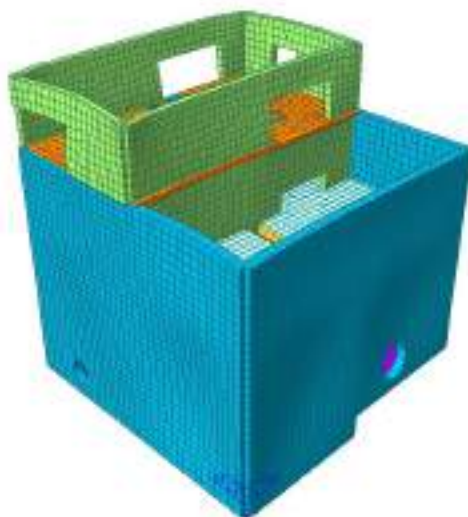
## 5.10 Deformate

Si riportano di seguito alcune rappresentazioni delle configurazioni deformate nelle condizioni più significative.

Spostamenti DXYZ per involucro SLU-SLV



Deformata per involucro SLU-SLV



A favore di sicurezza sono stati considerati gli spostamenti ottenuti allo SLV e non allo SLO. Si rileva comunque che nella porzione interrata del manufatto, interessata dalla presenza di condotte e impianti, il massimo spostamento è inferiore a 1.5 cm, compatibile con la funzionalità dell’opera.

## 5.11 Verifica della fondazione

Si riporta di seguito un rapido confronto tra l’incremento di carico dato dall’edificio e il peso del terreno asportato.

La risultante del peso proprio e dei carichi verticali è stata estratta dal modello di calcolo:

SUMMATION OF REACTION FORCES PRINTOUT						
Load	FX (kN)	FY (kN)	FZ (kN)			
G1 p.p.	-0.000000	0.000000	272390.175518			
G2 perm	-0.000000	0.000000	48824.954143			
neve	-0.000000	0.000000	811.440000			
manutenz	-0.000000	0.000000	1159.200000			
Qk folla c	-0.000000	-0.000000	4298.235000			
mezzi di	-0.000000	-0.000000	9765.000000			
impianti	0.000000	-0.000000	2177.244368			
peso acq	-0.000000	0.000000	61731.000000			

L’incremento di carico dato dal manufatto è quindi circa pari a 401160 kN.

Il peso del terreno rimosso è invece circa pari a:

$$(35.5 \cdot 35.6 \cdot 21 + 35.6 \cdot 15.2 \cdot 2.9) \cdot 18 \approx 28110 \cdot 18 \approx 506000 \text{ kN}$$

Si parla in questo caso di fondazione compensata poiché si compensa l’incremento di carico dato dall’edificio con il peso del terreno rimosso. Si omettono pertanto le verifiche geotecniche, sia a carico limite che dei cedimenti.

## **6 MANUFATTO PZ2**

Il seguente capitolo, facente parte del Progetto Definitivo (PD) relativo al Nuovo Tronco Superiore dell’Acquedotto del Peschiera (dalle Sorgenti alla centrale di Salisano), ha come oggetto la progettazione strutturale del manufatto PZ2. L’area di studio della nuova opera rientra nell’ambito del territorio della Provincia di Rieti interessando il comune di Salisano.



**Figura 6-1 – Ubicazione del manufatto PZ2 – vista planimetrica**

### **6.1 Software di calcolo**

Per la modellazione, le analisi e le verifiche svolte sul manufatto in oggetto, sono stati utilizzati, oltre a fogli di calcolo excel, i seguenti software di calcolo:

2- Midas Gen 2021 versione 3.1 della MIDAS Information Technology Co.,Ltd.  
per l’analisi di strutture complesse in qualsiasi materiale:



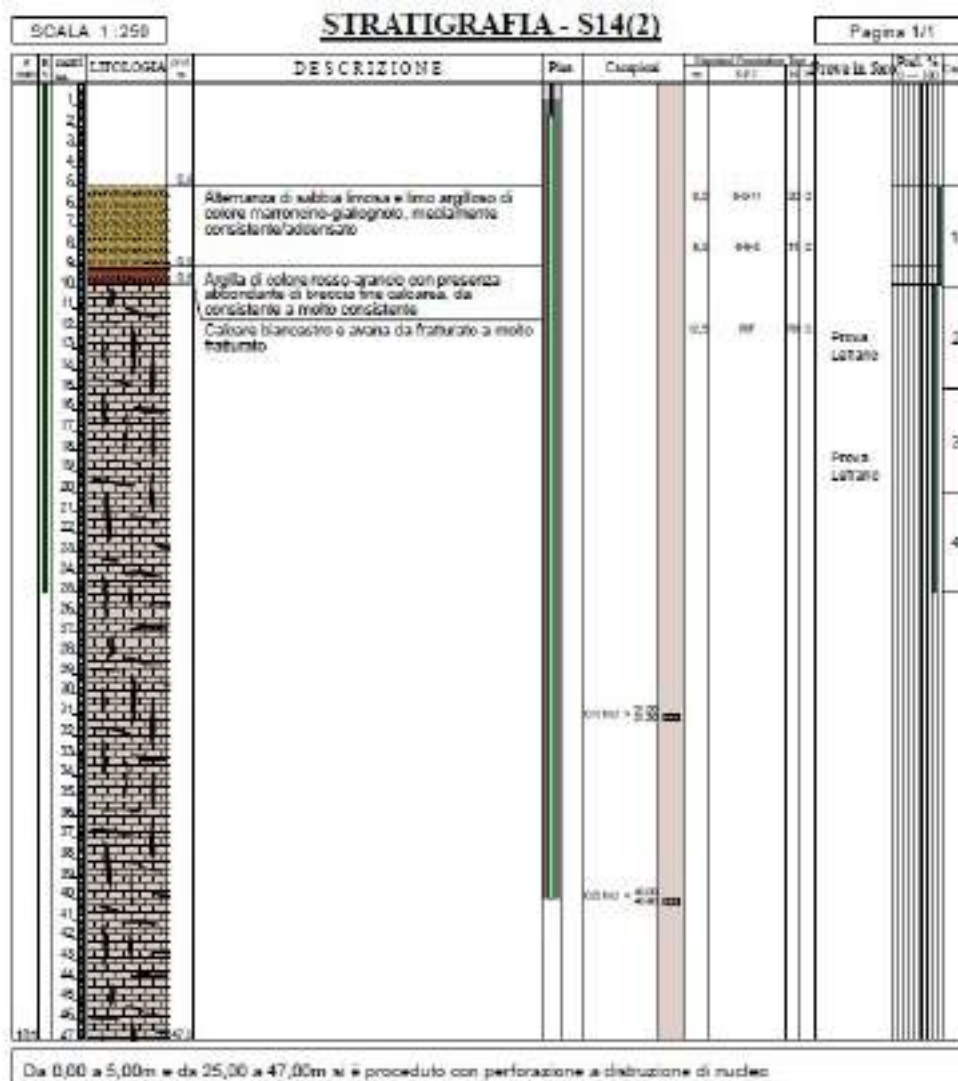
**Figura 6-2 – Licenza Midas Gen 2021**

## **6.2 Inquadramento geotecnico**

Lo studio e l’individuazione delle caratteristiche meccaniche delle unità litologiche è stato eseguito a valle di un piano di caratterizzazione dell’area, costituito da:

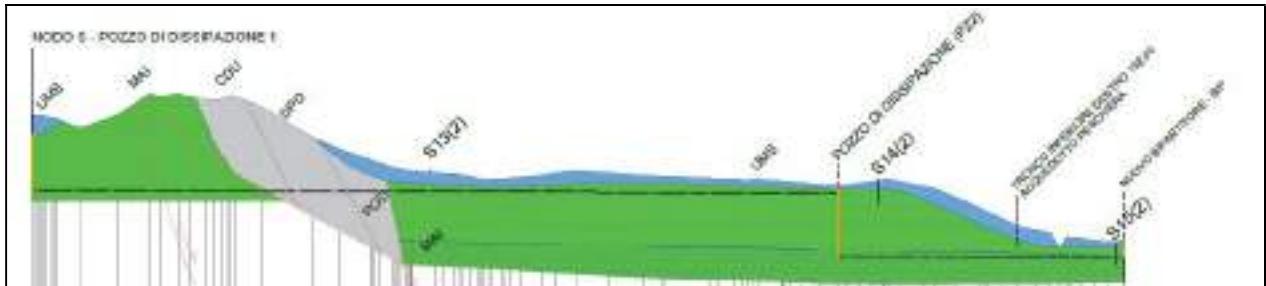
- Sondaggio S16(2) sino la profondità di 65m dal p.c.;
- Sondaggio S14(2) sino la profondità di 65m dal p.c.;
- Prelievo di campioni indisturbati;
- Prove S.P.T. eseguite nel foro dei sondaggi S16(2) e S14(2);
- N.1 prova Down – Hole eseguita nel foro S16(2) fino la profondità di 35m dal p.c. ;
- N.5 pressimetriche eseguite in foro;
- Monitoraggio tramite data instruments del tratto 40.00m – 65.00m dal p.c.;
- N.2 CPTu;
- N.2 DPSH;
- N.2 stese sismiche a rifrazione SSR1 e SSR2.

Sulla scorta delle indagini svolte, è stato possibile ricostruire il modello geotecnico di riferimento dell’area.



**Figura 6-3 – Log stratigrafico Sondaggio S14 (2)**

In particolare, per il manufatto PZ 2, si è fatto riferimento al sondaggio S14(2). Come riportato nell’elaborato “A194PD G020 – Sezioni idrogeologiche 4/4”, la falda non risulta interagente con il manufatto PZ2.



**Figura 6-4– Sezione idrogeologica relativa al tratto di sorpasso in oggetto.**

Per maggiori dettagli sulla descrizione delle unità geotecniche e delle indagini eseguite, si rimanda ai report specifici allegati alla *Relazione Geologica (A194PD R002)*.

Viste le modalità realizzative scelte per il manufatto comunque, che prevedono per il riempimento degli scavi l’utilizzo di materiale selezionato, si è deciso a vantaggio di sicurezza di procedere con l’utilizzo dei seguenti parametri cautelativi:

- $\phi = 30^\circ$
- $\gamma_{nat} = 18 \text{ kN/m}^3$
- $c' = 0 \text{ kPa}$

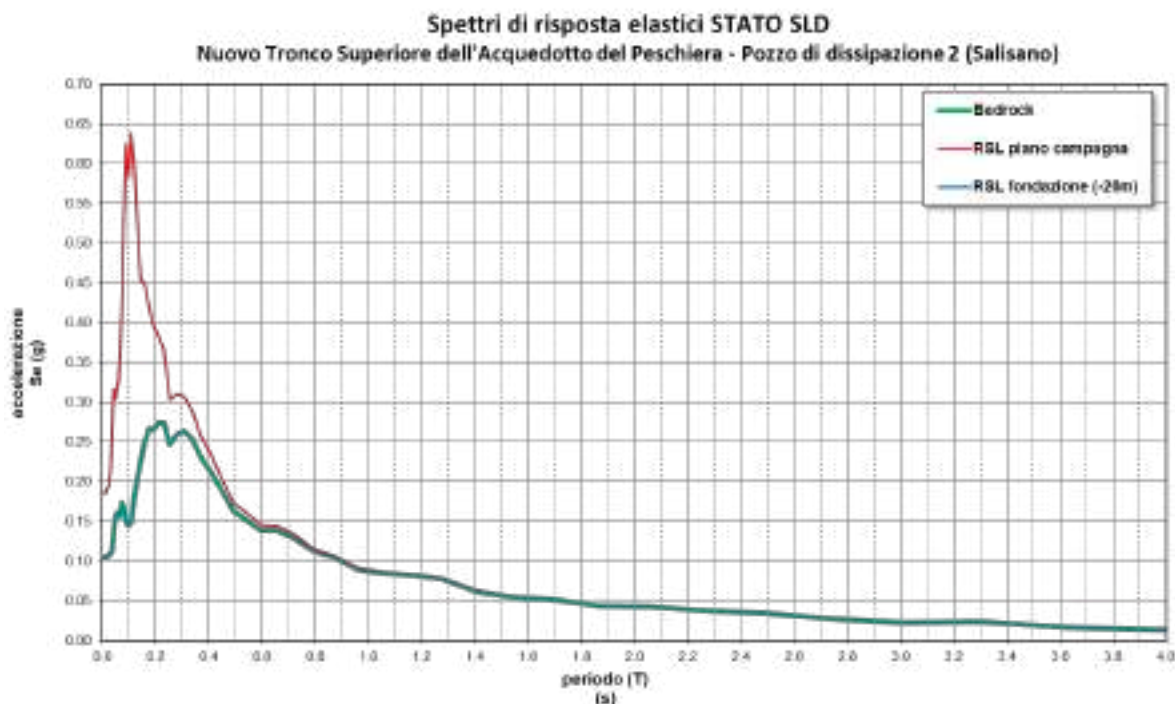
### **6.3 Inquadramento sismico**

In riferimento al livello di prestazione rispetto alla durabilità si assume un valore di VN pari a 100 anni. Vista la rilevanza che l’opera assume e la sua strategicità, la stessa dovrà essere progettata in classe d’uso IV. Inoltre, è opportuno segnalare come l’assunto di opera strategica, e quindi aver assegnato una classe d’uso pari a IV, conferisce all’infrastruttura acquedottista una classe di affidabilità elevata.

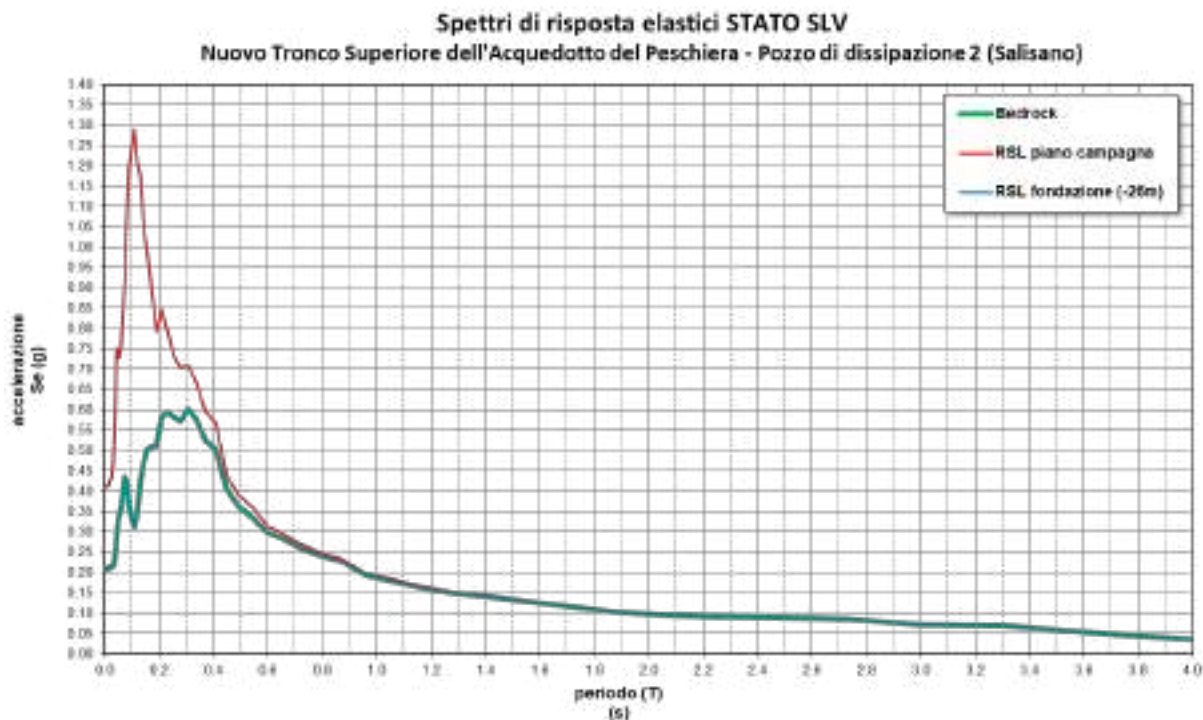
Per il manufatto Nodo S sono stati considerati quindi i seguenti parametri sismici:

- Vita Nominale: 100 anni
- Classe d'uso: IV
- Zona Sismica Coordinate:  
 Long. 12°43'56.80"E - Lat 42°15'14.58"N
- Categoria Suolo E
- Categoria Topografica T1
- Parametri indipendenti di pericolosità sismica
- Quota Zero sismico: 269.1 m slm (Piano campagna)
- Spettri elastici

Per gli spettri elastici si è fatto riferimento a quanto riportato nella relazione geologica, in particolare agli studi specifici di risposta sismica locale, ed inseriti i valori degli spettri nel modello di calcolo:

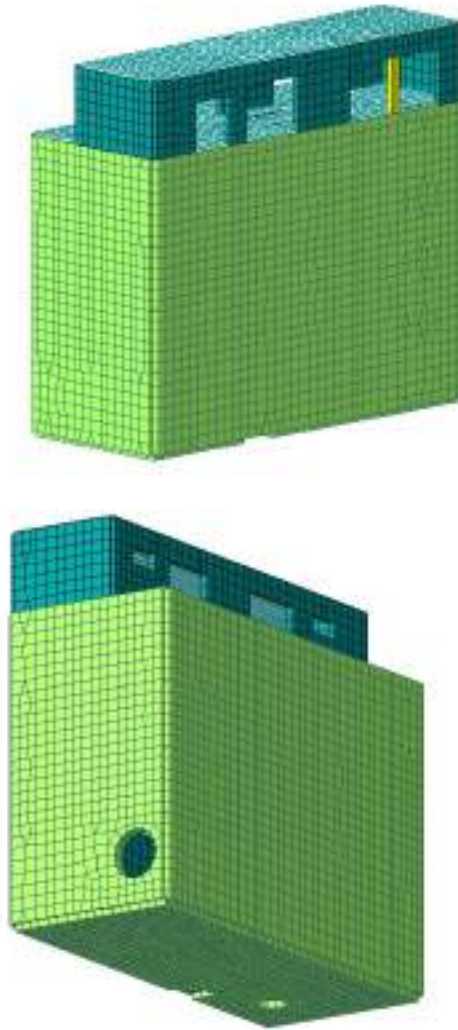




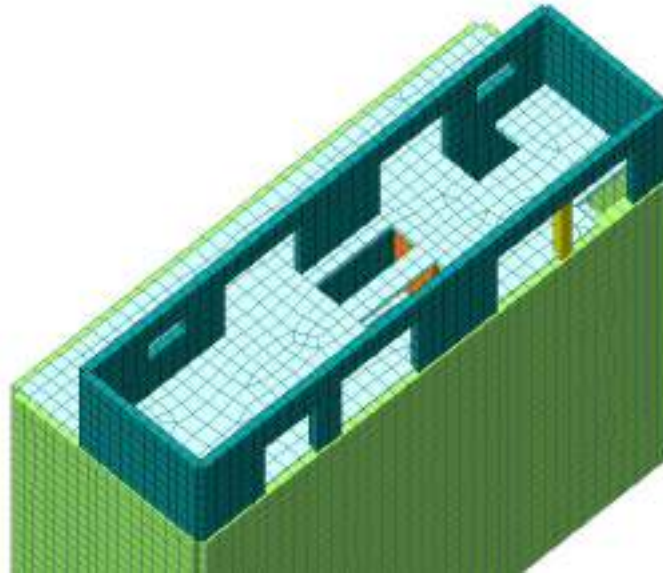


## 6.4 Schema di calcolo

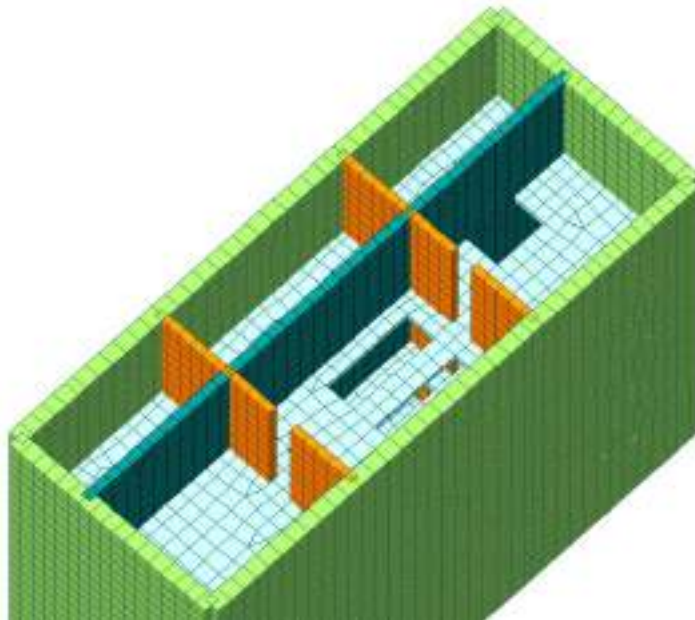
La struttura è stata modellata per mezzo del software ad elementi finiti Midas Gen mediante elementi di tipo shell e frame. È stato realizzato un unico modello di calcolo, sia per la parte profonda che per quella fuori terra, modellando anche gli orizzontamenti con le relative aperture o fori. Di seguito il modello FEM della struttura:



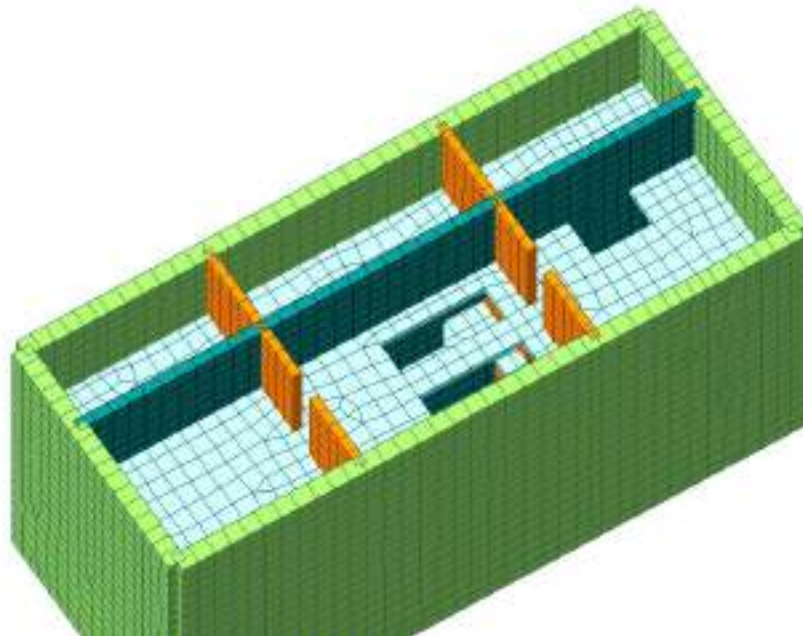
***Figura 6-5 – Manufatto PZ2, manufatto completo***



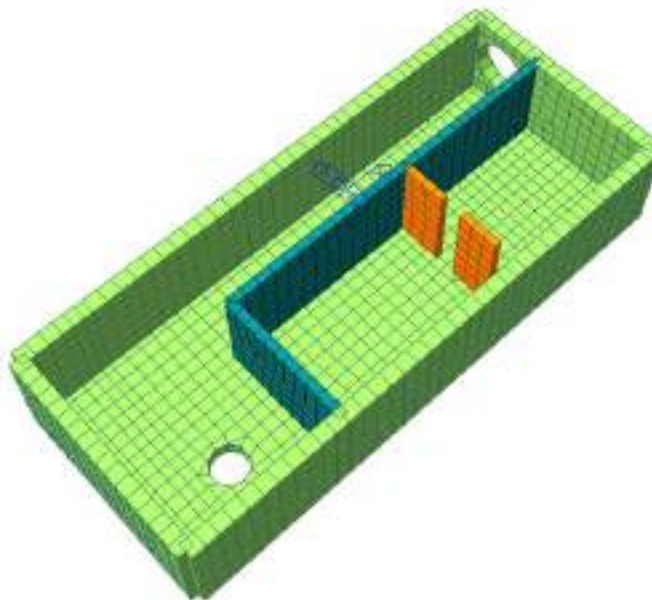
**Figura 6-6 – Manufatto PZ2, vista sul solaio quota p.c.**



**Figura 6-7 – Manufatto PZ2, vista sul solaio quota 261.7**



**Figura 6-8 – Manufatto PZ2, vista sul solaio quota 256.3**



**Figura 6-9 – Manufatto PZ2, platea**

## 6.5 Valutazione della costante di sottofondo

Per l'analisi della costante di sottofondo si riporta di seguito il valore adottato avendo eseguito una preliminare valutazione con diverse formulazioni: Vesic (1961), Bowles, per quest'ultimo si considerino le formule:

$$k_s = A_s + B_s Z^n$$

$$A_s = C(cN_{c,s} + 0.5\gamma B N_{\gamma,s})$$

$$B_s Z^1 = C(\gamma N_{q,s_q}) Z^1$$

Per le molle da applicare in fondazione si è fatto riferimento ai valori di coesione, angolo di resistenza a taglio e peso dell'unità di volume come definiti, cautelativamente, per un terreno selezionato. Dunque si avrà:

### DATI DI INPUT

$\phi'$ [°]	30	Angolo di resistenza a taglio
$c'$ [kPa]	0	Coesione
$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	18	Peso unità di volume terreno
C	40	Fattore di conversione
$N_c$	30.14	Fattore di capacità portante
$N_q$	18.40	Fattore di capacità portante
$N_\gamma$	15.07	Fattore di capacità portante
B [m]	15.3	Larghezza Fondazione
Z [m]	26	Profondità Fondazione
$A_s$ [kN/m <sup>3</sup> ]	83005	Primo Contributo
$B_s \cdot Z$ [kN/m <sup>3</sup> ]	344469	Secondo Contributo
n	0.5	Fattore di profondità
$k_s$ [kN/m <sup>3</sup> ]	83591	Rigidezza molla alla Winkler

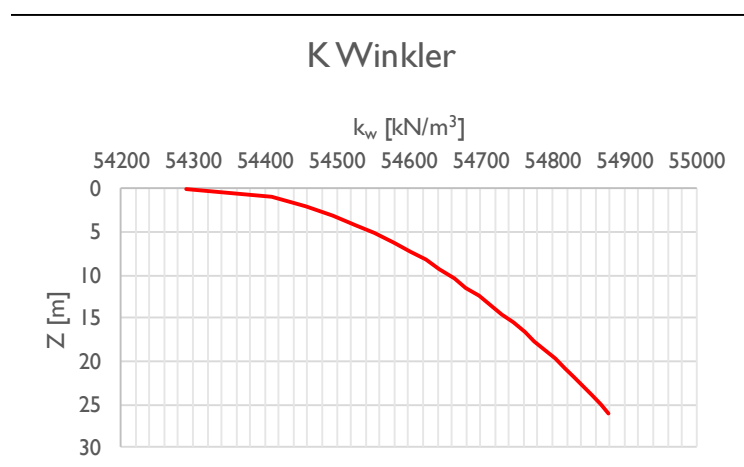
Nel software è stato considerato un valore di  $K_s = 83600$  kN/m<sup>3</sup>.

Nella parte opposta rispetto al verso di applicazione dell’azione sismica si è tenuto conto della reazione offerta dal terreno mediante l’inserimento in corrispondenza delle pareti perimetrali interrato di molle del tipo “compression only” opportunamente orientate in modo da produrre esclusivamente reazioni opposte al verso dello spostamento laterale della parete. Il valore della rigidità a compressione dei tali molle è stato calcolato come sopra descritto. Anche in questo caso, a vantaggio di sicurezza, si è fatto riferimento ai valori di coesione, angolo di resistenza a taglio e peso dell’unità di volume come definiti, cautelativamente, per un terreno selezionato.

Di seguito si riporta l’andamento con la profondità della rigidità  $k$ :

**DATI DI INPUT**

$\varphi'$ [°]	30	Angolo di resistenza a taglio
$c'$ [kPa]	0	Coesione
$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	18	Peso unità di volume terreno
C	40	Fattore di conversione
N <sub>c</sub>	30.14	Fattore di capacità portante
N <sub>q</sub>	18.40	Fattore di capacità portante
N <sub><math>\gamma</math></sub>	15.07	Fattore di capacità portante
H [m]	26	Altezza di scavo
L [m]	26	Lunghezza paratia



Nel software è stato considerato un valore costante medio di  $K_s = 54700 \text{ kN/m}^3$ .

## 6.6 Analisi dei carichi

Si riporta di seguito l'analisi dei carichi per la struttura.

### 6.6.1 Peso proprio

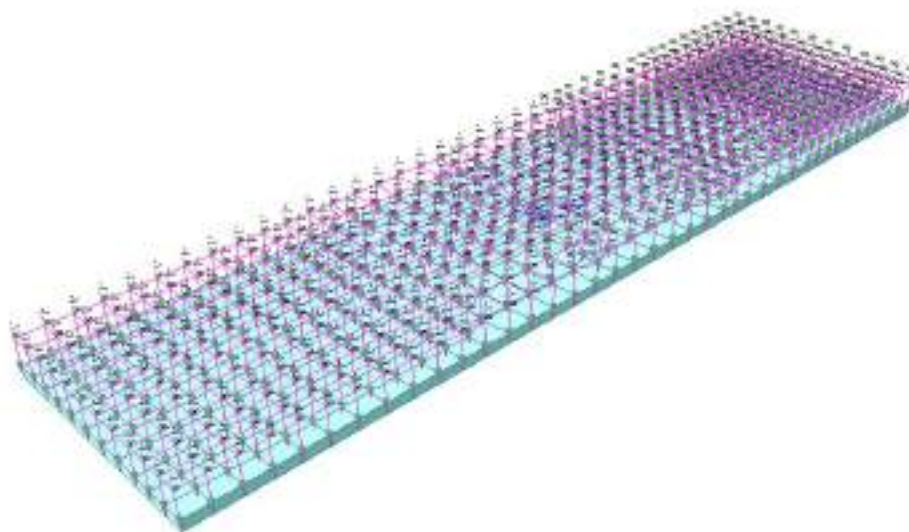
Il peso proprio degli elementi principali della struttura, viene calcolato in automatico dal programma, una volta assegnata la geometria dei vari elementi strutturali con i relativi materiali costituenti ( $\gamma_{cls} = 25 \text{ kN/m}^3$  peso specifico del c.a.).

### 6.6.2 Azioni solaio di copertura

#### Permanente portato

- Massetto pendenze:  $0.10 \times 14 = 1.40 \text{ kN/m}^2$
- Guaina:  $0.40 \text{ kN/m}^2$

Si ha in totale  $1.8 \text{ kN/m}^2$ .



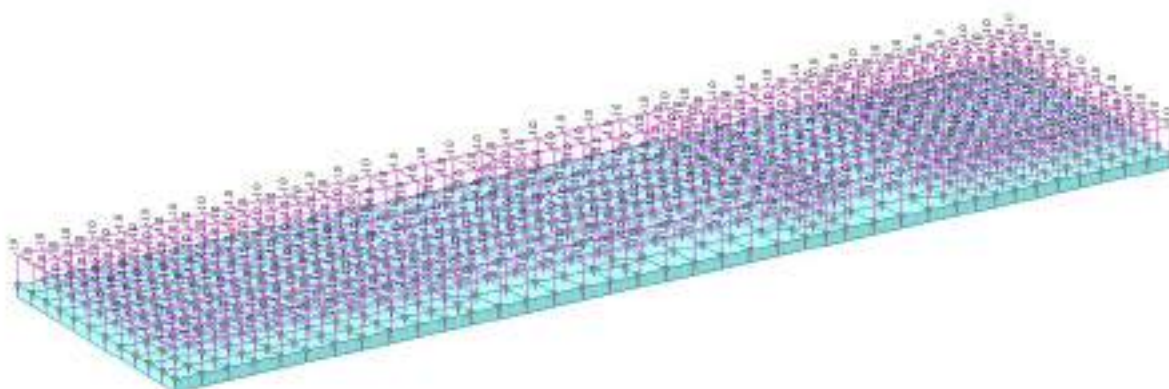
**Figura 6-10 – Caso di carico "Permanente portato" in copertura**

Variabili

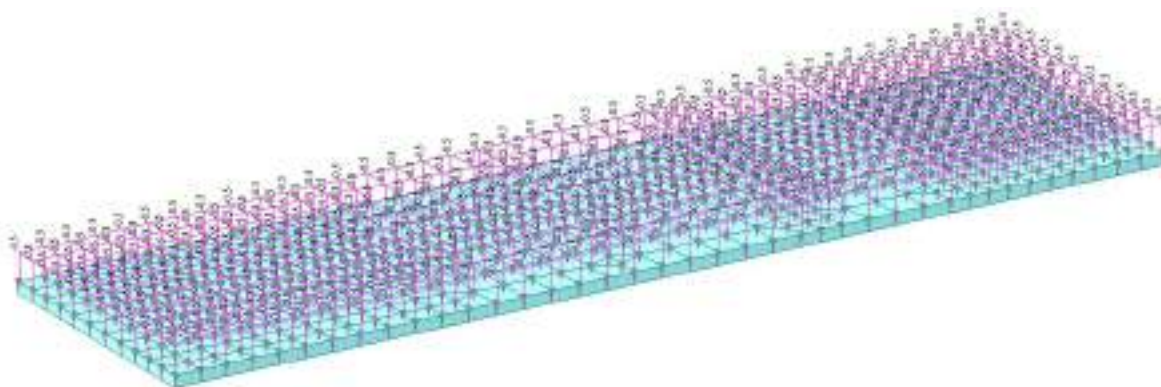
- Carico accidentale in copertura:  $Q_{k,1}=1.00 \text{ kN/m}^2$
- Carico neve in copertura:  $Q_{k,2}= 0.54 \text{ kN/m}^2$

Per il calcolo della neve si è considerato, in accordo con quanto previsto al §3.4 delle NTC2018:

- zona geografica III
- altitudine del sito s.l.m. 270m
- esposizione normale (coefficiente di esposizione pari a 1)
- coefficiente termico pari a 1
- coefficiente di forma pari a 0.8 (copertura piana)



**Figura 6-11 – Caso di carico "Manutenzione"**





**Figura 6-12 – Caso di carico "Neve"**

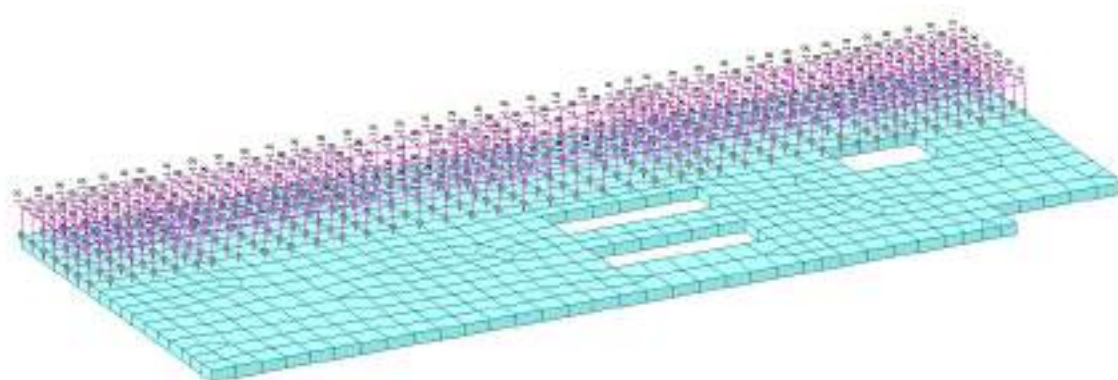
### **6.6.3 Azioni solaio a quota piano campagna (copertura)**

Il solaio a quota piano campagna presenta due aree distinte, una delle quali rappresenta per il manufatto una porzione di copertura, non carrabile. Si considerano dunque i seguenti carichi:

#### Permanente portato

- Massetto pendenze:  $0.10 \times 14 = 1.40 \text{ kN/m}^2$
- Guaina:  $0.40 \text{ kN/m}^2$

Si ha in totale  $1.8 \text{ kN/m}^2$ .



**Figura 6-13 – Caso di carico "Permanente portato"**

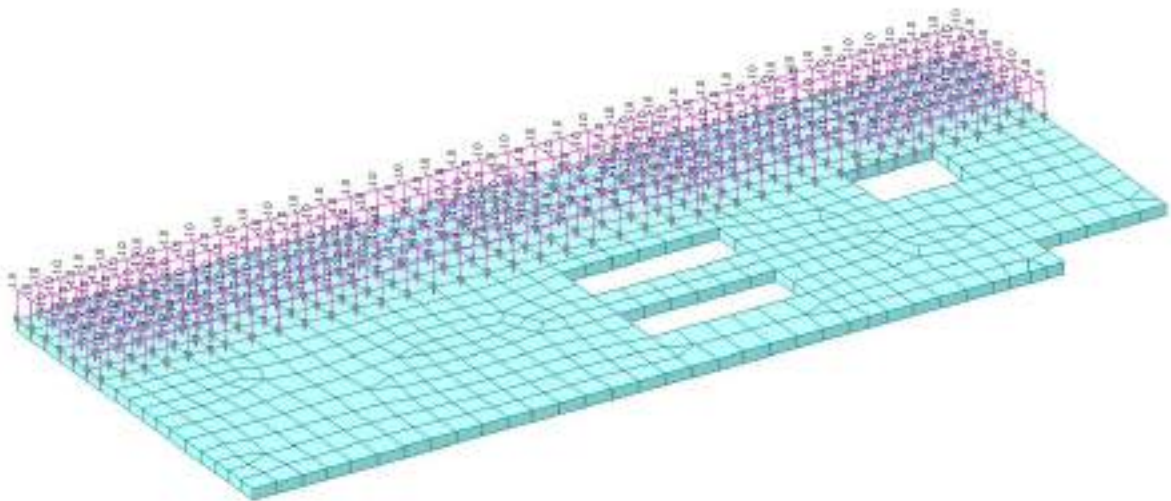
#### Variabili

- Carico accidentale (antropico manutenzione) in copertura  $Q_{k,1} = 1.00 \text{ kN/m}^2$
- Carico neve in copertura  $Q_{k,2} = 0.54 \text{ kN/m}^2$

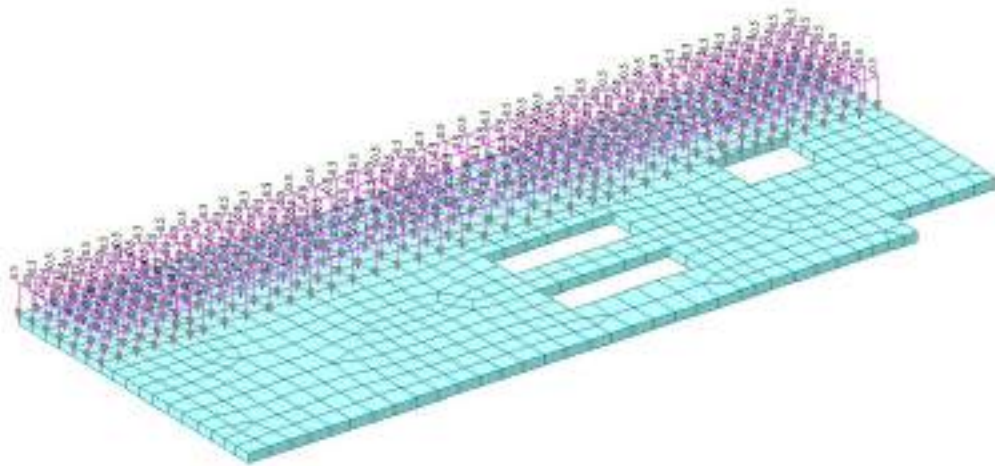
Per il calcolo della neve si è considerato, in accordo con quanto previsto al §3.4 delle NTC2018:

- zona geografica III

- altitudine del sito s.l.m. 270m
- esposizione normale (coefficiente di esposizione pari a 1)
- coefficiente termico pari a 1
- coefficiente di forma pari a 0.8 (copertura piana)



***Figura 6-14 – Caso di carico "Manutenzione"***



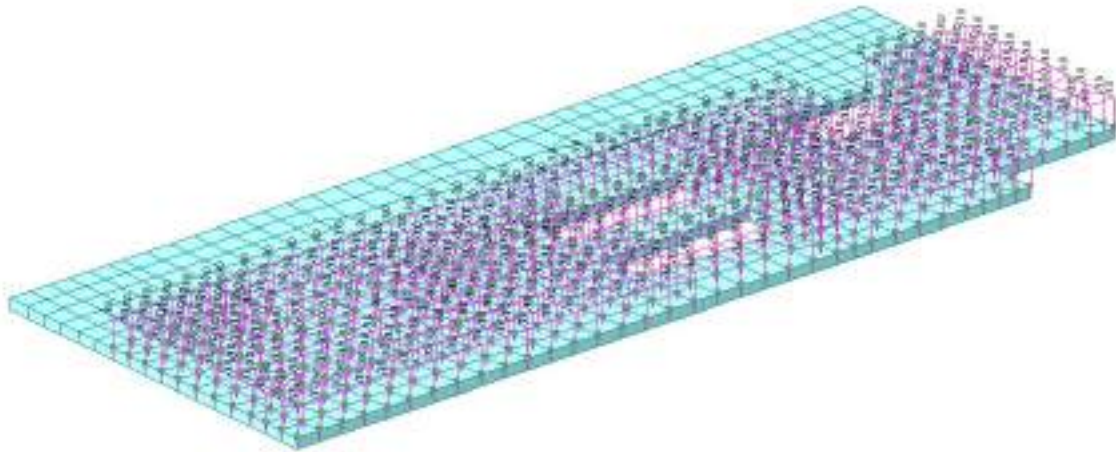
**Figura 6-15 – Caso di carico “Neve”**

#### **6.6.4 Azioni solaio a quota piano campagna (interno)**

Per la zona interna al manufatto del solaio a quota piano campagna, è stata considerata un’area possibilmente sottoposta a carichi dovuti a mezzi di manutenzione ed al carico da folla:

##### Permanente portato

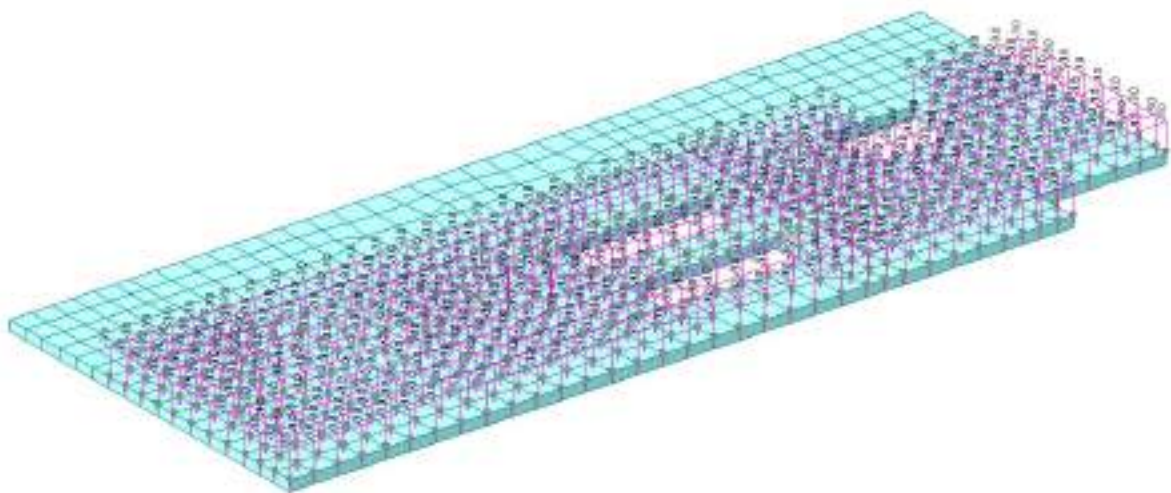
- $G_{2k}$ : 3.00 kN/m<sup>2</sup>



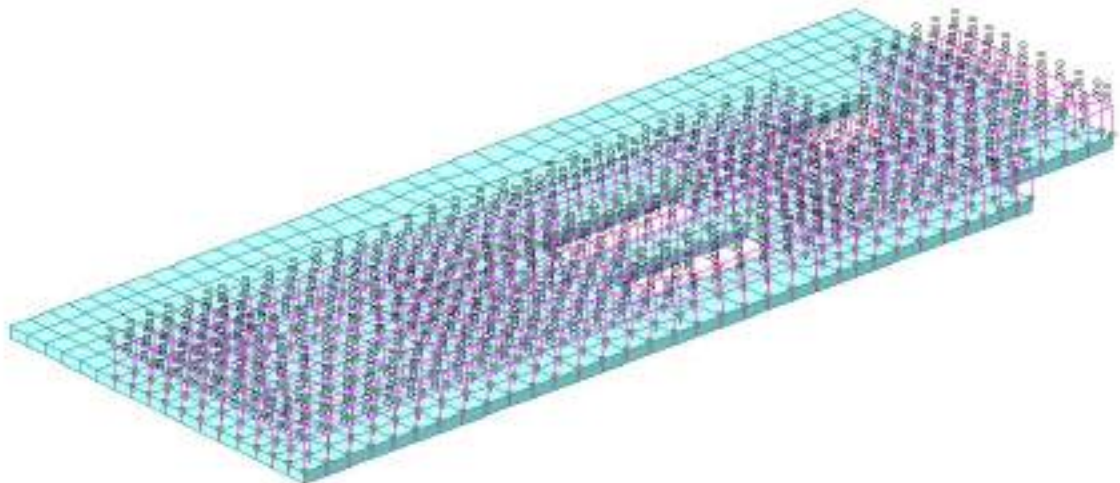
**Figura 6-16 – Caso di carico "Permanente portato"**

Variabili

- Sovraccarico accidentale di categoria E:  $Q_{k,3} = 3.00$  kPa
- Sovraccarico accidentale mezzi di manutenzione:  $Q_{k,4} = 20$  kPa



**Figura 6-17 – Caso di carico "Qk Folla cat. E"**



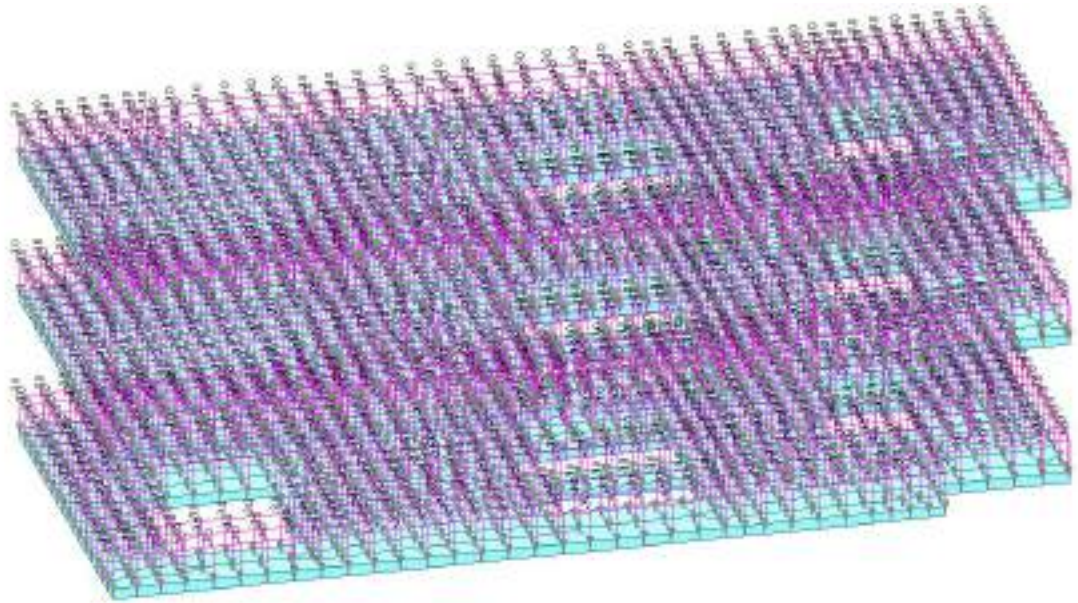
**Figura 6-18 – Caso di carico “Mezzi di manutenzione  $Q_k=20kPa$ ”**

### **6.6.5 Azioni solai intermedi (quota 261,7 – 256,3 – 250,9 m)**

Per i solai intermedi, nelle zone accessibili è stato considerato un carico da folla (categoria E), mentre per le zone inaccessibili non sono stati previsti carichi variabili:

#### Permanente portato

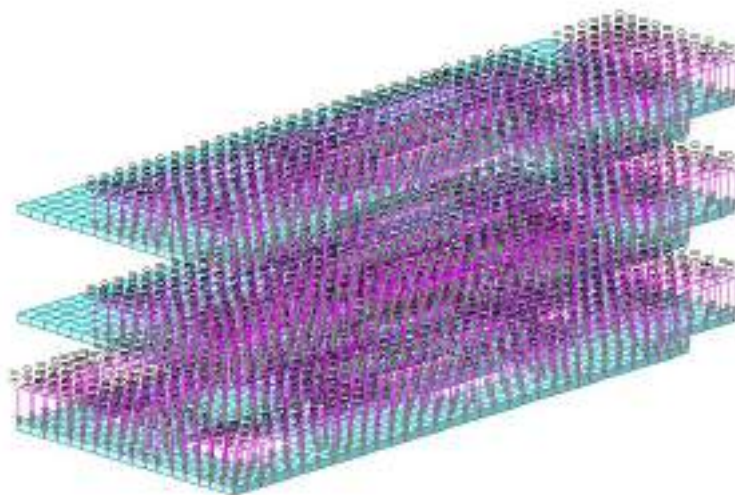
- $G_{2k}$ : 3.00 kN/m<sup>2</sup>



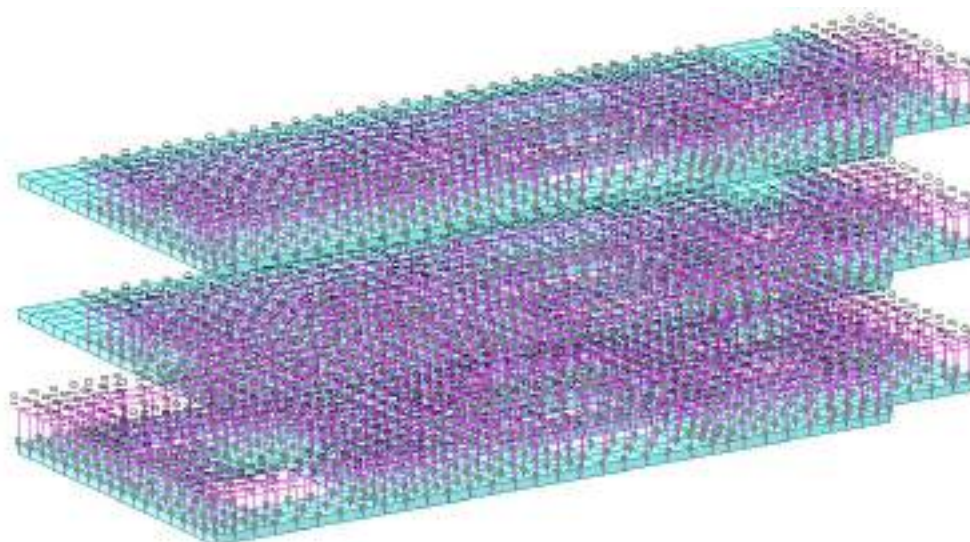
**Figura 6-19 – Caso di carico "Permanente portato"**

Variabili

- Sovraccarico accidentale di categoria E:  $Q_{k,3} = 3.00 \text{ kPa}$
- Impianti:  $Q_{k,5} = 1 \text{ kPa}$



**Figura 6-20 – Caso di carico "Qk Folla cat. E"**



**Figura 6-21 – Caso di carico "Impianti"**

### **6.6.6 Azioni platea di fondazione**

Su tutta la superficie di fondazione si considera un peso permanente portato uniformemente distribuito  $G2k$ , differente in base alla zona del manufatto in cui ci si trova. Nello specifico, nel canale e nella zona di invaso si ha:

- Permanente portato =  $25 \cdot 3 = 75$  kPa

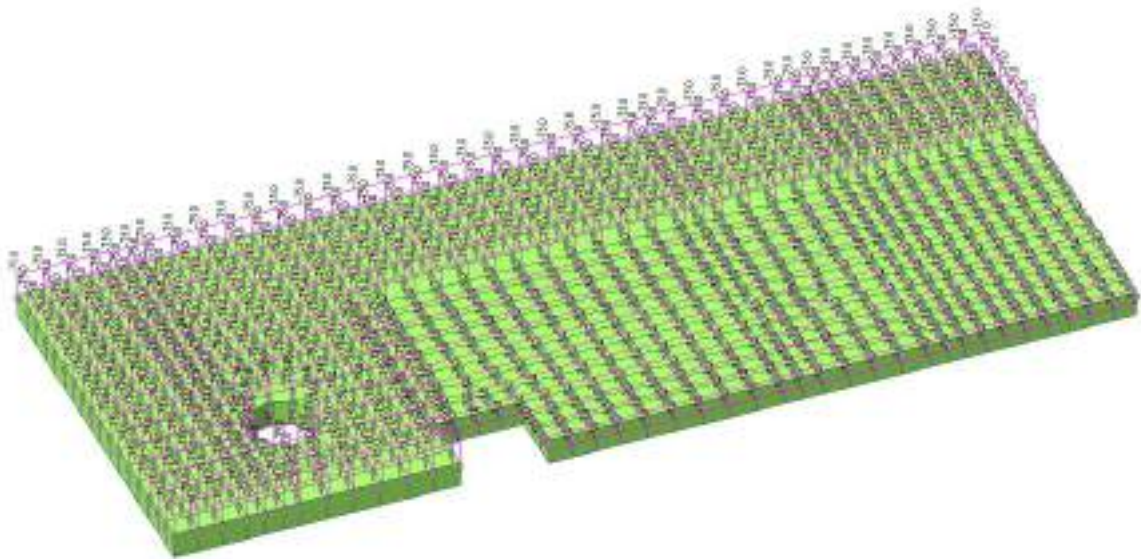
In tutte le altre aree si considera invece:

- Permanente portato = 3 kPa

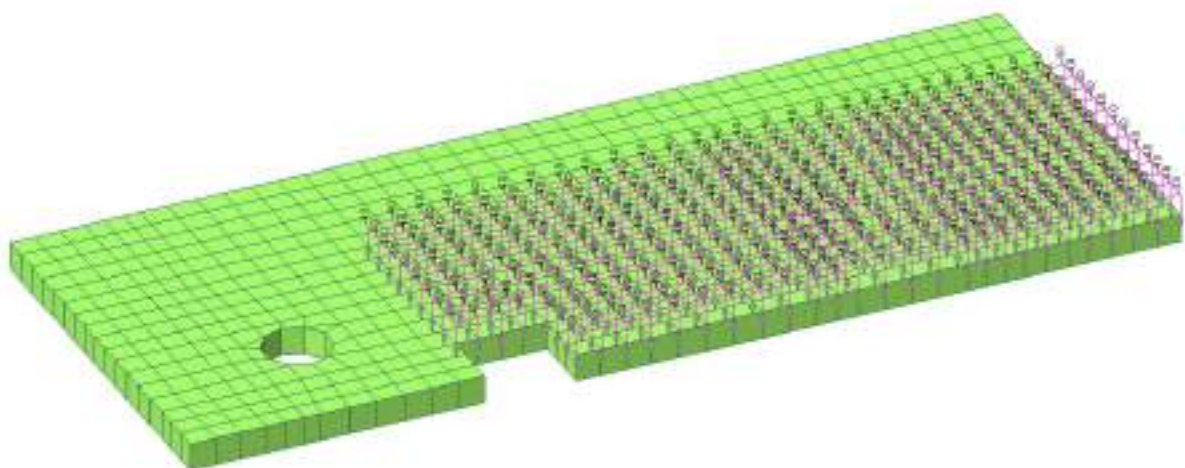
Nelle zone dove non c'è invaso di acqua si considera un peso relativo agli impianti e un variabile pari a:

- Impianti = 4.00 kPa
- Sovraccarico accidentale di categoria E:  $Qk,3 = 3.00$  kPa

Per le aree della platea di fondazione ove agisce anche il peso dell’acqua di invaso invece si rimanda ai paragrafi successivi.

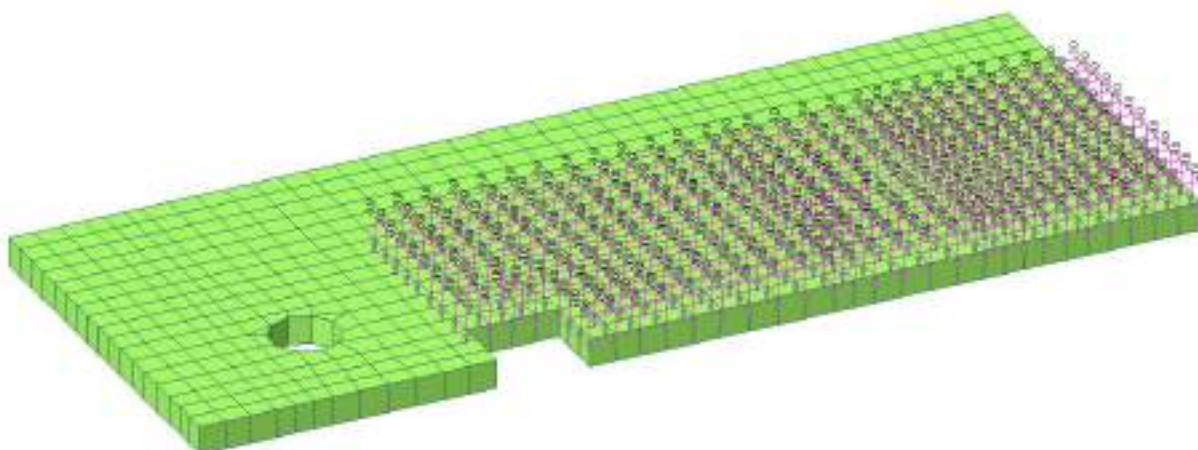


***Figura 6-22 – Caso di carico "permanente portato"***



***Figura 6-23 – Caso di carico "impianti"***





**Figura 6-24 – Caso di carico "Qk Folla cat. E"**

### 6.6.7 Spinta statica del terreno

La spinta statica del terreno sulle pareti al di sotto del piano campagna è stata valutata in condizioni di spinta a riposo.

La spinta del terreno è definita dall'integrale della seguente distribuzione di pressione sulla parete, in assenza di falda:

$$\sigma_k(z) = K_0 \cdot \gamma_{nat} \cdot z$$

Dove:

- $z$ , profondità dal p.c.;
- $\gamma_{nat}$ , peso dell'unità di volume del terreno;
- $k_0$ , coeff. di spinta a riposo =  $1 - \sin\phi$ .

Si ottiene:

- $\phi = 30^\circ \rightarrow k_0 = 0.5, k_p = 3$

- $\gamma_{\text{nat}} = 18 \text{ kN/m}^3$
- $\sigma'_{h,0}(0\text{m}) \approx 0 \text{ kPa}$
- $\sigma'_{h,0}(25.35\text{m}) \approx 228 \text{ kPa}$

Si riporta la distribuzione di pressione agente in corrispondenza dei setti perimetrali interrati inserita nel modello di calcolo.

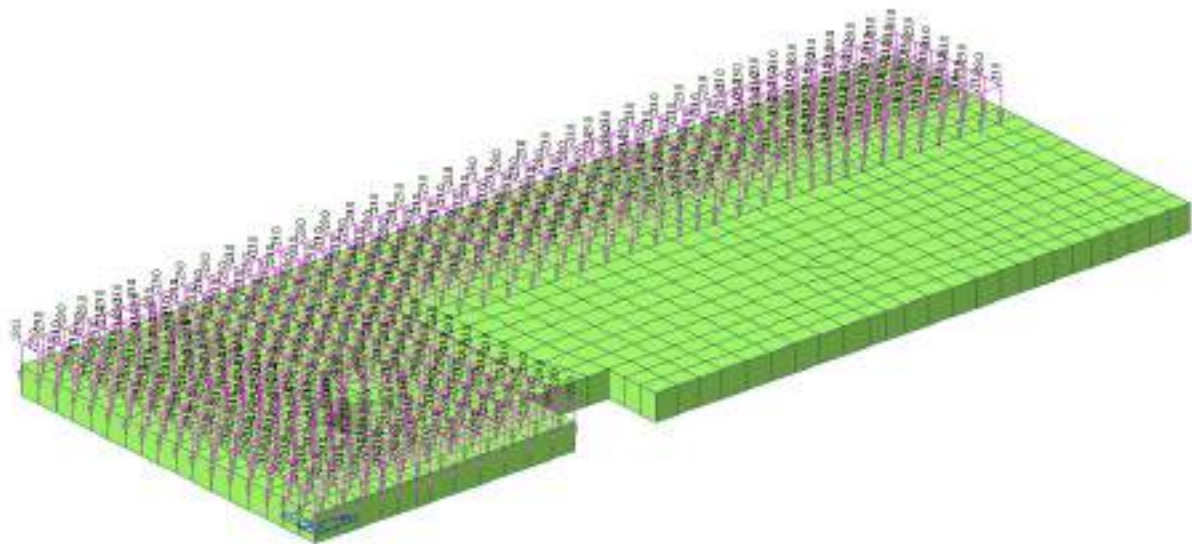


**Figura 6-25 – Spinta orizzontale del terreno (caso di carico terreno statico a riposo)**

### 6.6.8 Peso e spinta statica dell’acqua di invaso

Su una parte della fondazione, in condizioni di esercizio, insiste una pressione verticale dovuta alla presenza dell’acqua di invaso. Tale invaso ha un’altezza di circa 2.3 m.

- acqua verticale cond. permanente:  
 $\gamma_w x h = 10 \times 2.30 = 23 \text{ kN/m}^2$ ;



**Figura 6-26 – Caso di carico “peso acqua cond. permanente”**

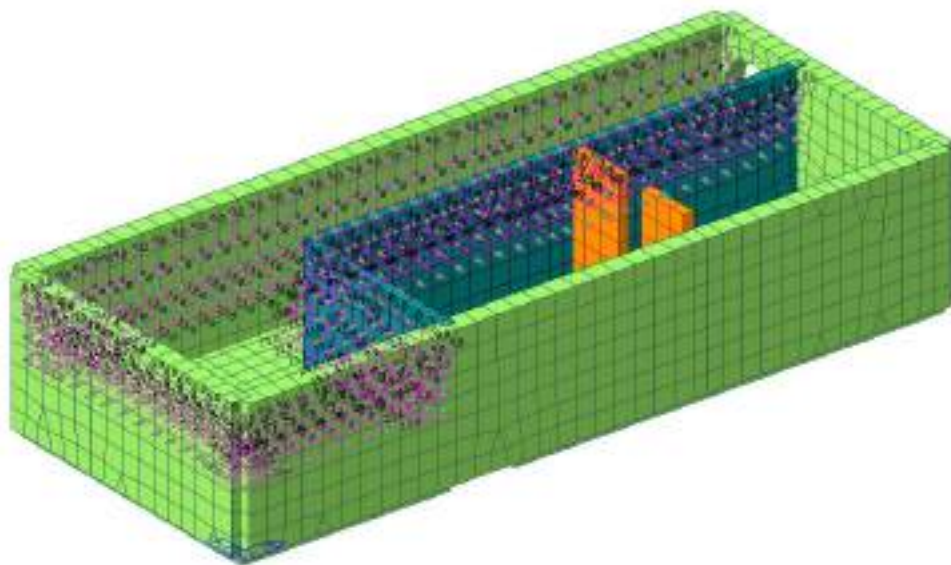
La spinta statica dell’acqua d’invaso nella vasca è espressa con l’integrale della seguente distribuzione di pressione sulla parete:

$$p_w(z') = \gamma_w \cdot z'$$

dove:

- $\gamma_w$ , peso specifico dell’acqua;
- $z'$ , profondità dal livello d’invaso.

Si ha quindi l’applicazione sulle pareti interessate di una pressione lineare come illustrato di seguito.



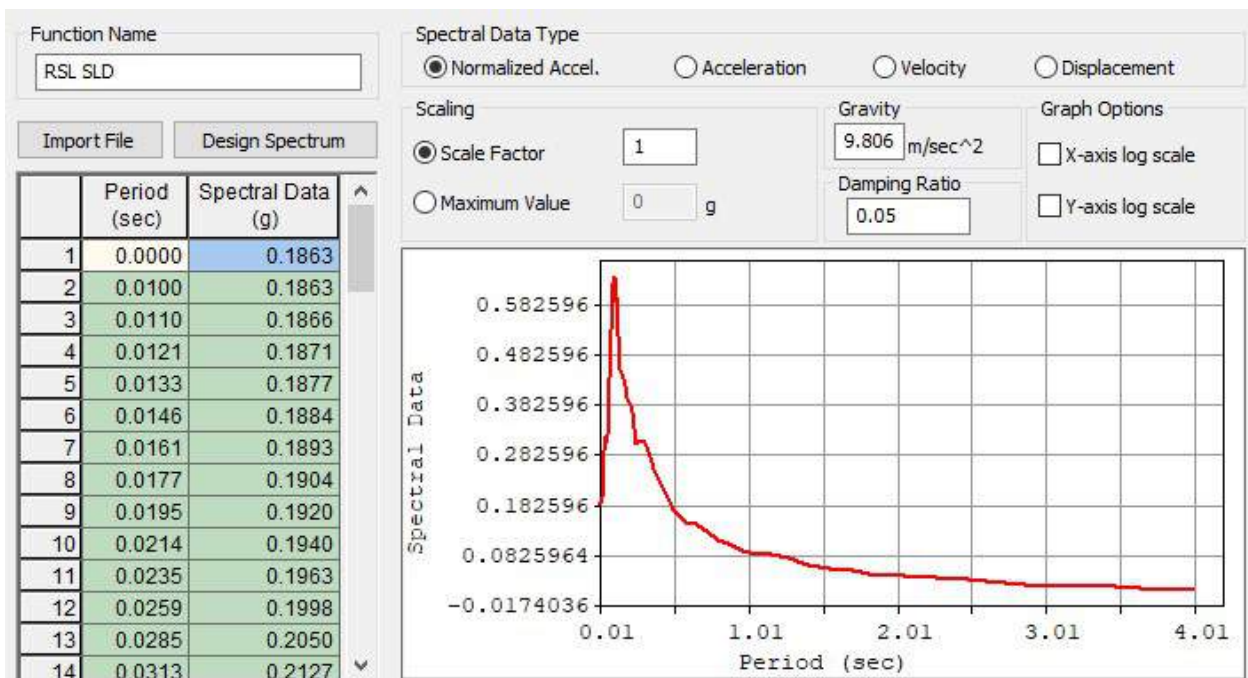
***Figura 6-27 – Caso di carico "spinta acqua cond. permanente"***

### 6.6.9 Spettri di progetto

Lo spettro di progetto è stato implementato sul modello di calcolo utilizzando lo spettro proveniente dall’analisi di Risposta Sismica Locale (RSL) sul piano di coordinate  $S_e(g)$  e  $T$ , per gli stati limite di riferimento SLD ed SLV.

- **Spettro di Risposta SLD**

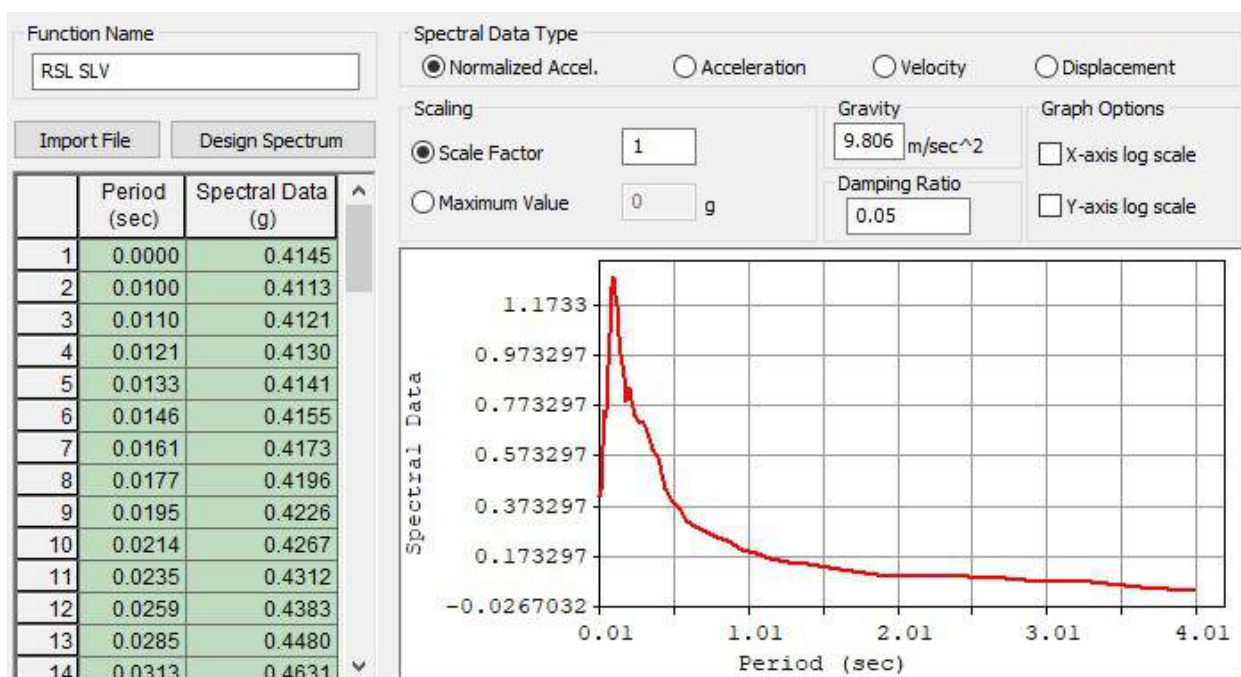
Di seguito si riportano gli spettri elastici di RSL così come implementati per punti sul software di calcolo.



**Figura 6-28 – Spettro di risposta RSL allo SLD**

▪ **Spettro di Risposta SLV**

Di seguito si riportano i valori dello spettro elastico SLV in X e in Y, implementato nel modello FEM per la analisi lineare pseudostatica:



**Figura 6-29 – Spettro di risposta RSL allo SLV**

La struttura è stata considerata non dissipativa, in accordo con il par.7.3.1 delle NTC2018 lo spettro di progetto allo SLV, derivante dalle analisi di RSL, è stato abbattuto utilizzando un fattore di struttura  $q=1.5$ .

**6.6.10 Analisi strutturale sismica**

L'azione sismica è stata valutata prendendo in considerazione le analisi di risposta sismica locale (RSL). In particolare, le analisi utilizzate per il calcolo delle azioni in fase sismica nel modello FEM è di tipo statico lineare e prevedono:

- per la porzione del manufatto fuori terra l’applicazione dello spettro di risposta al p.c. (individuato come zero sismico), a seconda dello stato limite e derivante dall’analisi RSL;
- nel verso di applicazione dell’azione sismica per la porzione interrata l’interazione struttura-paratia-terreno è stata tenuta in conto considerando un incremento alla Wood proporzionale all’accelerazione in corrispondenza di  $T=0$  nello spettro di risposta derivante da RSL posto al baricentro della paratia. Tali azioni sono state applicate direttamente al modello FEM a seconda del verso imposto da ciascuna combinazione sismica;
- nella parte opposta rispetto al verso di applicazione dell’azione sismica si è tenuto conto della reazione offerta dal terreno modellando delle molle del tipo “compression only”, opportunamente orientate (si veda paragrafo dedicato);
- analogamente a quanto ipotizzato per l’incremento di spinta dinamica del terreno, le azioni inerziali interne alla struttura sono state tenute in conto avvalendosi dell’accelerazione corrispondente a periodo nullo nello spettro di risposta derivante da RSL in corrispondenza del baricentro della paratia. (ad esempio per l’incremento dinamico della pressione idraulica si è utilizzata la formula di Westergaard con  $kh$  pari ad  $ag$ ).

Di seguito si riporta il calcolo e l’applicazione al modello dei vari contributi di incremento dinamico.

▪ **Incremento dinamico della spinta del terreno per presenza di sisma**

Per quanto riguarda l’incremento della spinta del terreno in fase dinamica, il valore dell’accelerazione da tenere in conto per l’applicazione della formula di WOOD risulta pari a:

- $ag/g=0.414$ , valore dell’accelerazione per periodo nullo (a vantaggio di sicurezza si è considerata la RSL alla quota del p.c.).

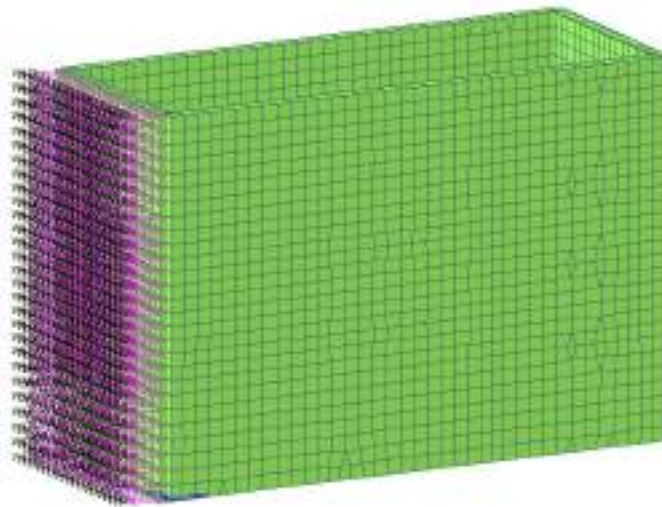
Per cui si ha per la spinta di Wood:

$$k_h = 0.414$$

$$\gamma = 18 \text{ kN/m}^2$$

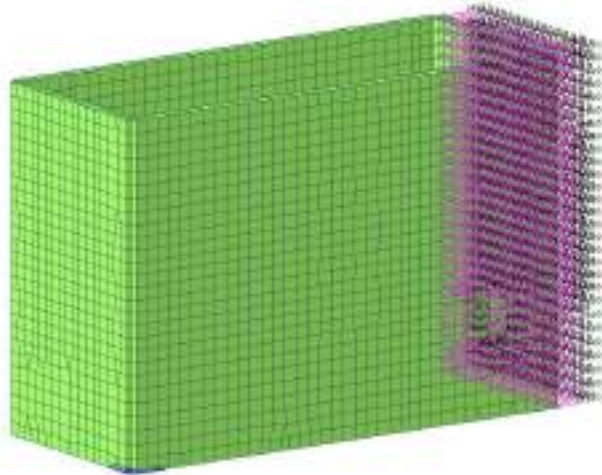
$$H = 26 \text{ m}$$

$$\Delta P_w \cong 194 \text{ kN/m}^2$$

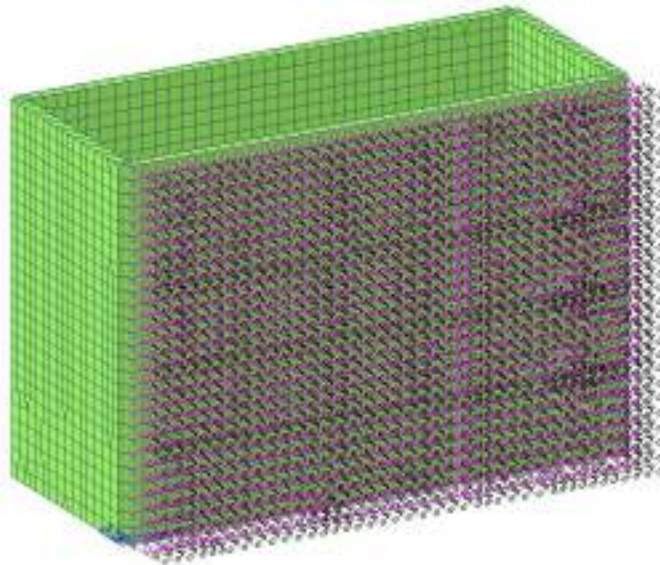


**Figura 6-30 – Spinta del terreno per sisma X+**

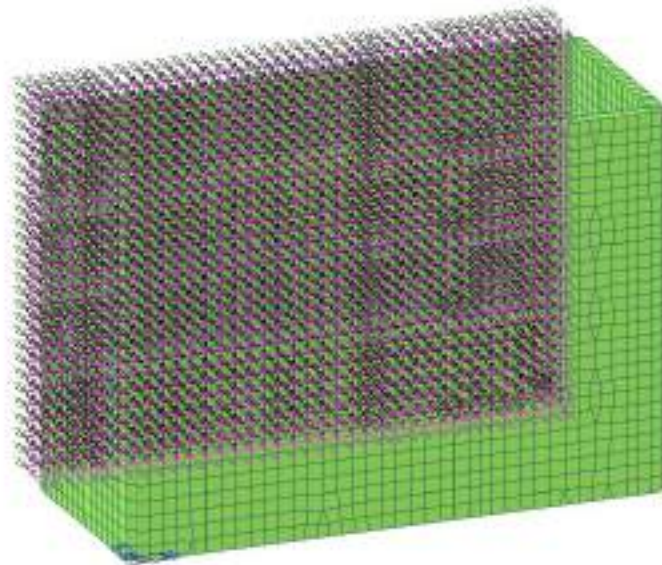




**Figura 6-31 – Spinta del terreno per sisma X-**



**Figura 6-32 – Spinta del terreno per sisma Y+**



**Figura 6-33 – Spinta del terreno per sisma Y-**

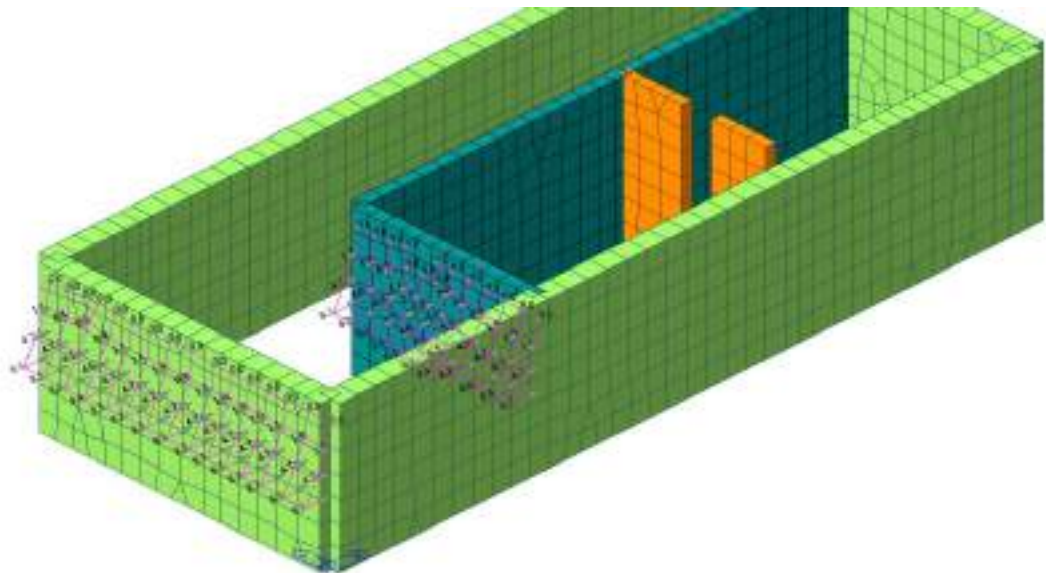
- **Incremento spinta idrostatica in fase dinamica**

L’incremento dinamico di spinta dell’acqua d’invaso presente all’interno della vasca è valutato integrando la seguente distribuzione di pressione:

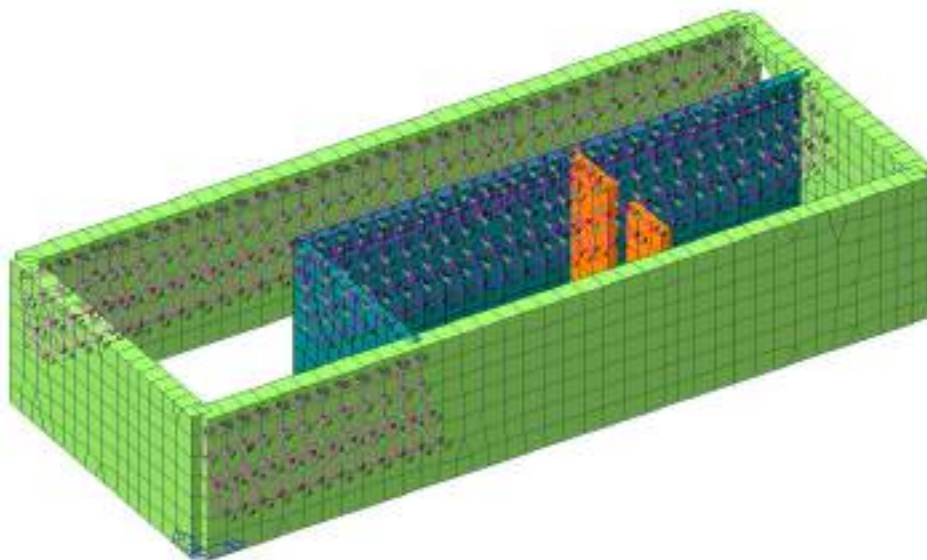
$$q(z') = \frac{7}{8} \cdot k_h \cdot \gamma_w \cdot \sqrt{H_w \cdot z'} \quad (\text{Westergard 1933})$$

Approssimando linearmente, si pone un valore nullo in sommità e un valore alla base pari a:

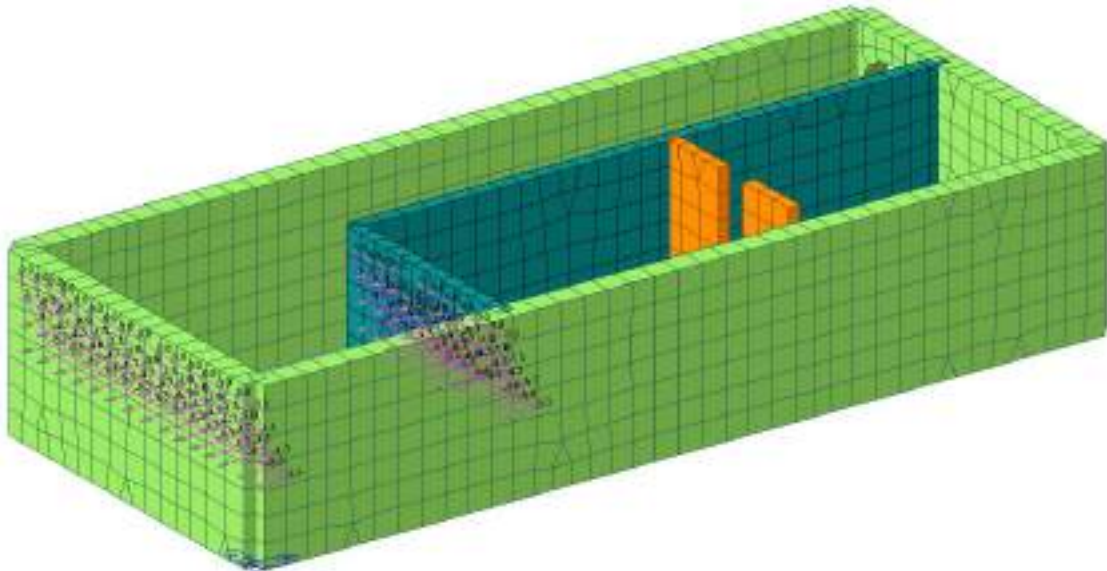
$$P_{max} (z = 2.30m) = \frac{7}{8} \cdot 0.414 \cdot 10 \cdot (2.30 \cdot 2.30)^{0.5} = 8.33 \text{ kPa}$$



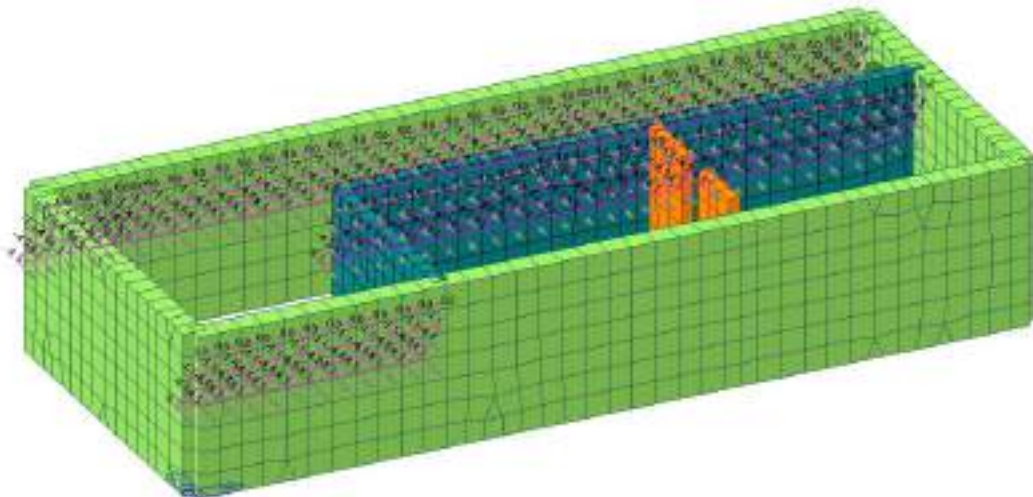
**Figura 6-34 – Incremento pressione idrodinamica acqua di invaso in direzione +x**



**Figura 6-35 – Incremento pressione idrodinamica acqua di invaso in direzione +y**



**Figura 6-36 – Incremento pressione idrodinamica acqua di invaso in direzione -x**



**Figura 6-37 – Incremento pressione idrodinamica acqua di invaso in direzione -y**

## 6.7 Combinazioni di carico

Le combinazioni di carico prese in considerazione nelle verifiche sono state definite in base a quanto prescritto dalle NTC2018 al par.2.5.3.

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

$$Y_{G1} \cdot G_1 + Y_{G2} \cdot G_2 + Y_P \cdot P + Y_{Q1} \cdot Q_{k1} + Y_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + Y_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

Combinazione **rara**, impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili, da utilizzarsi nelle verifiche delle tensioni d’esercizio:

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

Combinazione **frequente**, impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili, da utilizzarsi nelle verifiche a fessurazione:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

Combinazione **quasi permanente**, generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

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

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$$

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

$$G_1 + G_2 + P + A_d + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$$

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

$$G_1 + G_2 + \sum_j \psi_{2j} Q_{kj}$$

Gli stati limiti di esercizio di cui si prevede in seguito la verifica sono i seguenti:

stato limite di fessurazione;

stato limite delle tensioni di esercizio;

stato limite di deformazione.

### **Stato limite di fessurazione**

Le fessure possono essere indotte da deformazioni imposte e dall’azioni dei carichi. Le norme tecniche definiscono tre diversi stati limite di fessurazione che, in ordine decrescente di severità, sono lo stato limite di decompressione, lo stato limite di formazione delle fessure e lo stato limite di apertura delle fessure e vanno scelti a seconda delle condizioni ambientali e della sensibilità delle armature.

#### **Stato limite di decompressione**

Lo stato limite di decompressione consiste nel controllare che la tensione nel calcestruzzo, a causa delle sollecitazioni di progetto, sia al più nulla in tutti i punti della sezione cioè che la sezione deve essere soggetta esclusivamente a tensioni di compressione.

#### **Stato limite di formazione delle fessure**

Lo stato limite di formazione delle fessure consiste nel controllare che la massima tensione normale di trazione nel calcestruzzo risulti inferiore  $f_{ctm} / 1.2$ , considerando le caratteristiche geometriche della sezione omogeneizzata non fessurata.

#### **Stato limite di apertura delle fessure**

Lo stato limite di apertura delle fessure consiste nel verificare che l’ampiezza caratteristica delle fessure che si formano nell’elemento in calcestruzzo armato si

mantengono al di sotto dei limiti previsti dalla normativa. Il valore caratteristico di calcolo ( $w_d$ ) è espresso dalla relazione seguente:

$$w_d = 1.7 \cdot w_m$$

dove  $w_m$  rappresenta l’ampiezza media delle fessure, calcolata come prodotto della deformazione media delle barre d’armatura  $\epsilon_{sm}$  per la distanza media tra le fessure  $\Delta s_m$ .

Per le strutture contenenti liquidi si esegue una verifica a fessurazione che prevede, per le combinazioni di carico quasi permanenti, uno stato limite di formazione delle fessure, mentre, per le combinazioni di carico frequenti, uno stato limite di apertura delle fessure con valore nominale delle aperture inferiore o uguale a  $w_1 = 0.2$  mm.

Per le altre tipologie di strutture si esegue una verifica a fessurazione che prevede, per le combinazioni di carico quasi permanenti e frequenti, uno stato limite di apertura delle fessure con valore nominale delle aperture inferiore o uguale rispettivamente a  $w_1 = 0.2$  mm e  $w_2 = 0.3$  mm.

### **Stato limite delle tensioni in esercizio**

La normativa impone di limitare le tensioni agenti (di lavoro) nei materiali in fase di esercizio. Questa verifica deve essere effettuata per le combinazioni di azioni rare e quasi permanenti.

La massima tensione di compressione  $\sigma_c$  del conglomerato cementizio deve rispettare la limitazione seguente:

$$\sigma_c \leq 0.60 \cdot f_{cd} \quad \text{per combinazione rara;}$$

$$\sigma_c \leq 0.45 \cdot f_{cd} \quad \text{per combinazione quasi permanenti;}$$

La tensione massima  $\sigma_s$  nell’acciaio, indotta dalle azioni dovute alle combinazioni rare, deve rispettare la limitazione seguente:

$$\sigma_s \leq 0.8 \cdot f_{tk}$$

### **Stato limite di deformazione**

Le deformazioni di un elemento o di una struttura devono essere congruenti con le prestazioni richieste alla struttura con riferimento alle esigenze statiche, funzionali ed estetiche. I limiti di deformazione da imporre alla struttura, in linea di principio, non dovranno superare i valori per i quali si possono verificare inconvenienti agli elementi collegati alla struttura aventi comportamento fragile (vetrate, tramezzature, pavimentazioni, etc.). In altri casi i limiti possono essere imposti per assicurare il corretto funzionamento di macchinari o impianti. Seppur in via indiretta, il controllo delle deformazioni permette anche di limitare vibrazioni fastidiose.

Orientativamente, la norma ISO 4356 indica i valori massimi di deformazione validi per edifici di uso comune (abitazione, uffici, etc.) per i quali si ritiene che frecce inferiori a 1/250 della luce, indotte da carichi quasi permanenti, non compromettano l’aspetto e la funzionalità della struttura. Inoltre, inflessioni non maggiori di 1/500 della luce, dovute al peso degli elementi non strutturali, sono in genere tollerabili senza che gli stessi si danneggino.

Nelle strutture in cemento armato devono considerarsi anche le componenti di deformazione differita del calcestruzzo quali il ritiro e la viscosità.

Per travi con sezione rettangolare o ad esse assimilabili aventi luce non superiore a 10 m e per piastre rettangolari, si può omettere la verifica di deformabilità purché i rapporti luce/altezza risultino inferiori a quelli riportati nella tabella seguente (nel caso delle piastre rettangolari la luce è la minore dimensione in pianta).

Condizioni di vincolo	l/h
Travi a sbalzo	7
Travi e piastre semplicemente appoggiate	20
Travi continue, piastre incastrate	26



**Tabella 6.1 – Snellezza limite**

Di seguito si riportano le combinazioni di carico considerate.

tipo	Name	Active	Type	GI p.p.	G2 perm. non strutturale	neve	manutenzione	Qk folla cat. E	mezzi di manutenzione 20 kPa	impianti	terreno statico a riposo	peso acqua cond permanente	spinta acqua cond permanente
SLU	1	Strenght/Stress	Add	1.30	1.50	1.50		1.5	1.05	1.5	1.30	1.3	1.3
SLU	2	Strenght/Stress	Add	1.30	1.50	1.50		1.5	1.05	1.5	1.30		
SLU	3	Strenght/Stress	Add	1.30	1.50	0.75	1.50	1.5	1.05	1.5	1.30	1.3	1.3
SLU	4	Strenght/Stress	Add	1.30	1.50	0.75	1.50	1.5	1.05	1.5	1.30		
SLU	5	Strenght/Stress	Add	1.30	1.50	0.75		1.5	1.5	1.5	1.30	1.3	1.3
SLU	6	Strenght/Stress	Add	1.30	1.50	0.75		1.5	1.5	1.5	1.30		
SLU	7	Strenght/Stress	Add	1.30	1.50	0.75		1.5	1.05	1.5	1.30	1.3	1.3
SLU	8	Strenght/Stress	Add	1.30	1.50	0.75		1.5	1.05	1.5	1.30		

**Tabella 6.2 – Combinazioni di carico in SLU**

tipo	Name	Active	Type	GI p.p.	G2 perm. non strutturale	neve	manutenzione	Qk folla cat. E	mezzi di manutenzione 20 kPa	impianti	terreno statico a riposo	peso acqua cond permanente	spinta acqua cond permanente	sisma terreno x+	sisma terreno x-	sisma terreno y+	sisma terreno y-	sisma acqua x+	sisma acqua x-	sisma acqua y+	sisma acqua y-	Sisma SLV X	Sisma SLV Y	
SLV	9	Strenght/Stress	Add	1.00	1.00			0.80		1.00	1.00	I	I	I		0.3				0.3			I	0.3
SLV	10	Strenght/Stress	Add	1.00	1.00			0.80		1.00	1.00	I	I	I			0.3	I			0.3		I	-0.3
SLV	11	Strenght/Stress	Add	1.00	1.00			0.80		1.00	1.00	I	I	I		0.3				0.3			I	0.3
SLV	12	Strenght/Stress	Add	1.00	1.00			0.80		1.00	1.00	I	I		I		0.3		I		0.3		I	-0.3
SLV	13	Strenght/Stress	Add	1.00	1.00			0.80		1.00	1.00	I	I	0.3		I		0.3		I			I	0.3
SLV	14	Strenght/Stress	Add	1.00	1.00			0.80		1.00	1.00	I	I		0.3				0.3		I		I	-0.3
SLV	15	Strenght/Stress	Add	1.00	1.00			0.80		1.00	1.00	I	I	0.3			I	0.3				I	I	0.3
SLV	16	Strenght/Stress	Add	1.00	1.00			0.80		1.00	1.00	I	I		0.3				0.3			I	I	-0.3

**Tabella 6.3 – Combinazioni di carico sismiche**

tipo	Name	Active	Type	GI p.p.	G2 perm. non strutturale	neve	manutenzione	Qk folla cat. E	mezzi di manutenzione 20 kPa	impianti	terreno statico a riposo	peso acqua cond permanente	spinta acqua cond permanente
SLE rara	17	Serviceability	Add	1.00	1.00	1.00		1.00	0.70	1.00	1.00	I	I
SLE rara	18	Serviceability	Add	1.00	1.00	0.50	1.00	1.00	0.70	1.00	1.00	I	I
SLE rara	19	Serviceability	Add	1.00	1.00	0.50		1.00	0.70	1.00	1.00	I	I
SLE rara	20	Serviceability	Add	1.00	1.00	0.50		1.00	1.00	1.00	1.00	I	I
SLE rara	21	Serviceability	Add	1.00	1.00	0.50		1.00	0.70	1.00	1.00	I	I
SLE freq	22	Serviceability	Add	1.00	1.00	0.20		0.80	0.60	1.00	1.00	I	I
SLE freq	23	Serviceability	Add	1.00	1.00			0.90	0.60	1.00	1.00	I	I
SLE freq	24	Serviceability	Add	1.00	1.00			0.80	0.70	1.00	1.00	I	I
SLE freq	25	Serviceability	Add	1.00	1.00			0.80	0.60	1.00	1.00	I	I
SLE qp	26	Serviceability	Add	1.00	1.00			0.80	0.60	1.00	1.00	I	I

**Tabella 6.4 – Combinazioni di carico in esercizio**

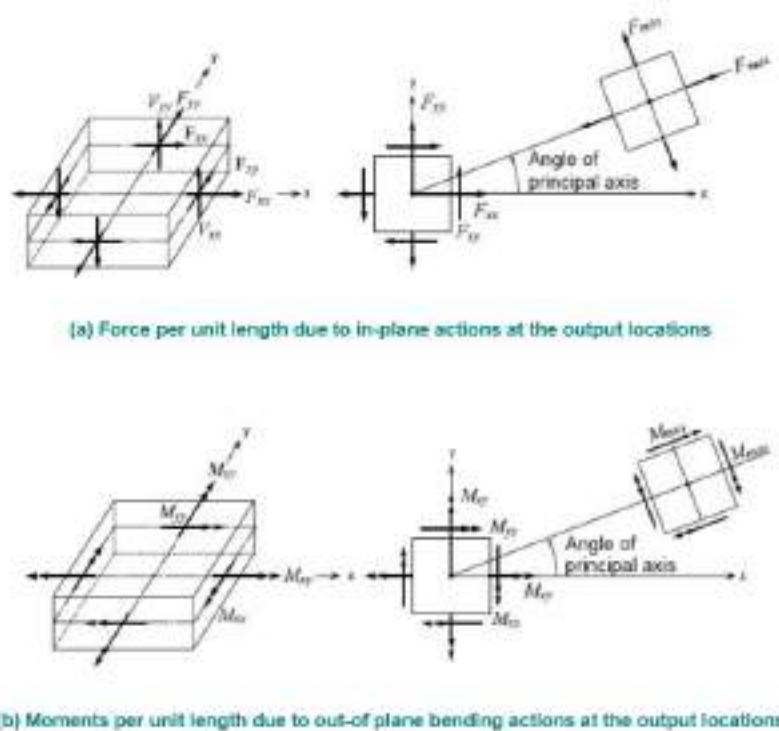
## 6.8 Criteri di verifica

I risultati delle simulazioni numeriche in termini di sollecitazioni negli elementi strutturali sono riportati in allegato alla presente relazione, per le combinazioni di carico relative sia allo stato limite ultimo sia allo stato limite di esercizio. Nei capitoli che seguono vengono forniti i risultati di involuppo di tutte le combinazioni di carico.

### 6.8.1 Orientamento degli assi locali per gli elementi shell

L'orientamento degli assi locali **x** e **y** è determinato dalla relazione tra l'asse locale **z** e l'asse globale **Z**:

- il piano locale **z-y** viene preso verticale, cioè parallelo all'asse **Z**;
- l'asse locale **y** viene preso in direzione positiva verso l'alto (**+Z**) a meno che la shell non sia orizzontale nel qual caso l'asse locale **y** è preso orizzontale diretto lungo la direzione globale **+Y**;
- l'asse locale **x** è sempre orizzontale cioè giace in un piano parallelo al piano **XY**.



**Figura 6-38 – Orientamento assi locali per gli elementi shell**

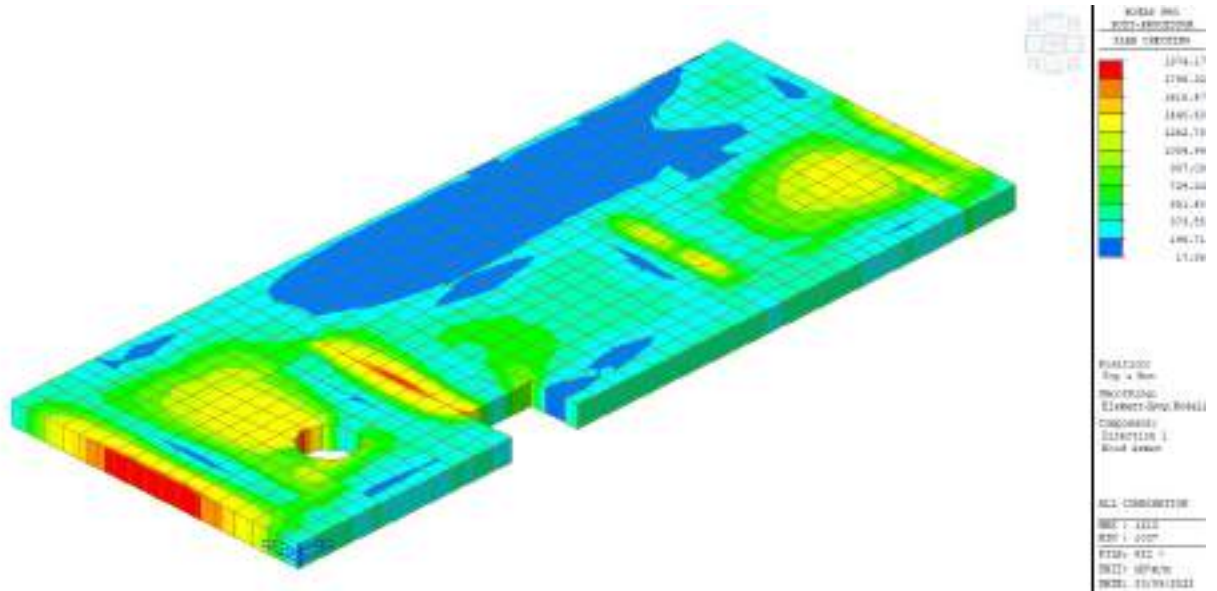
## 6.8.2 Diagrammi delle sollecitazioni e verifiche

### Fondazione

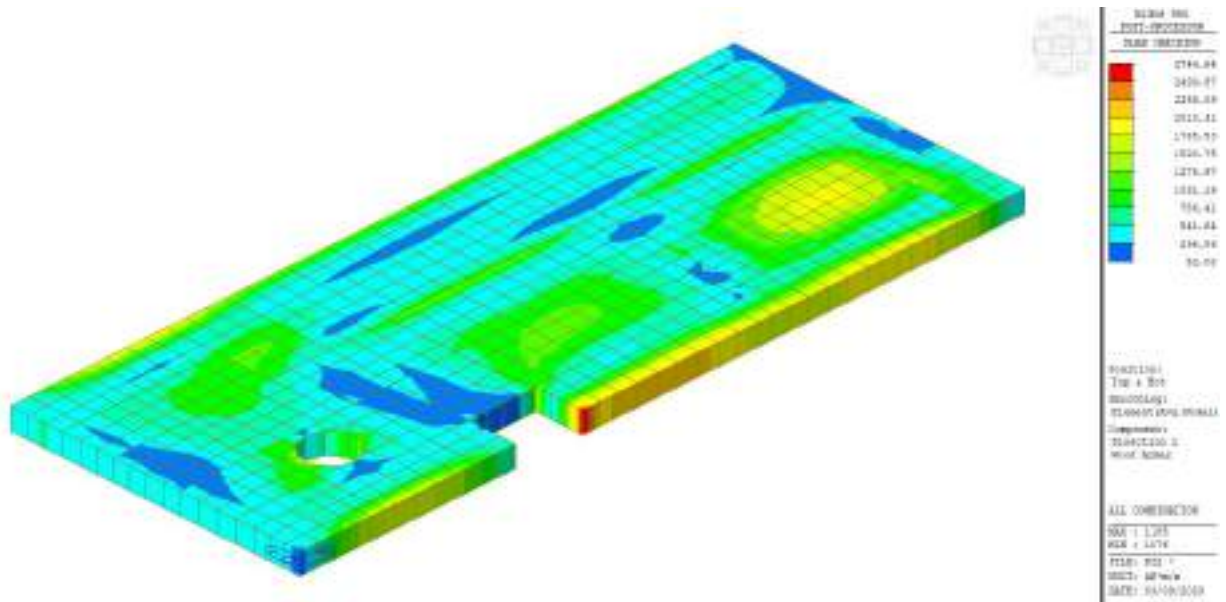
#### Diagrammi delle sollecitazioni

Si riportano di seguito le mappe delle sollecitazioni per il piano di fondazione.

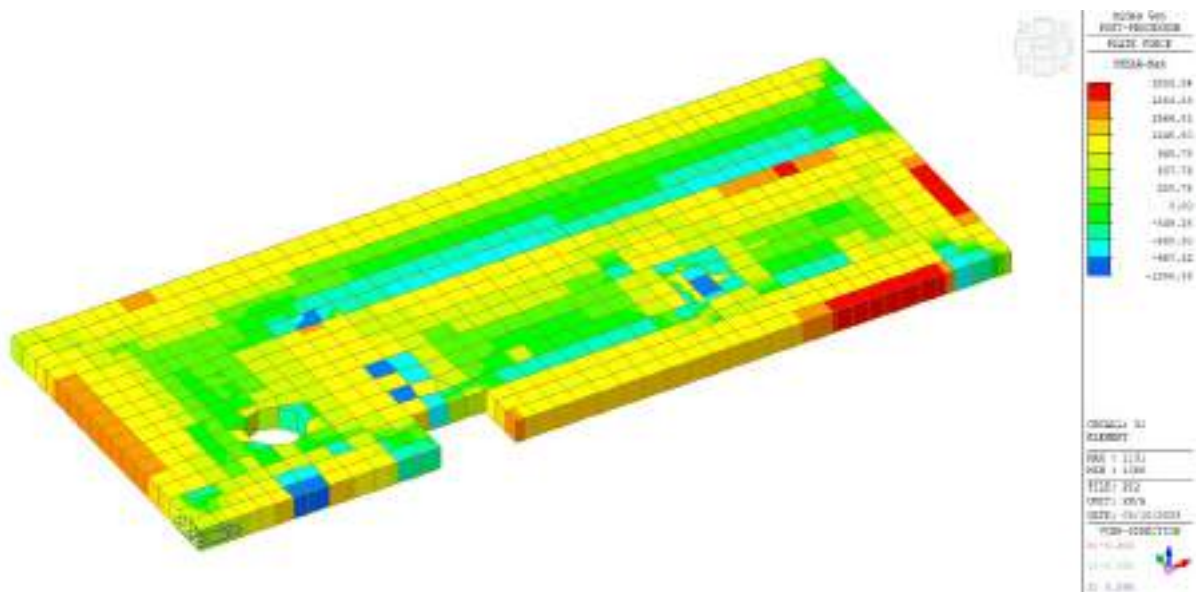
Inviluppo momento flettente SLU-SLV orizzontale Mxx



Inviluppo momento flettente SLU-SLV verticale Myy



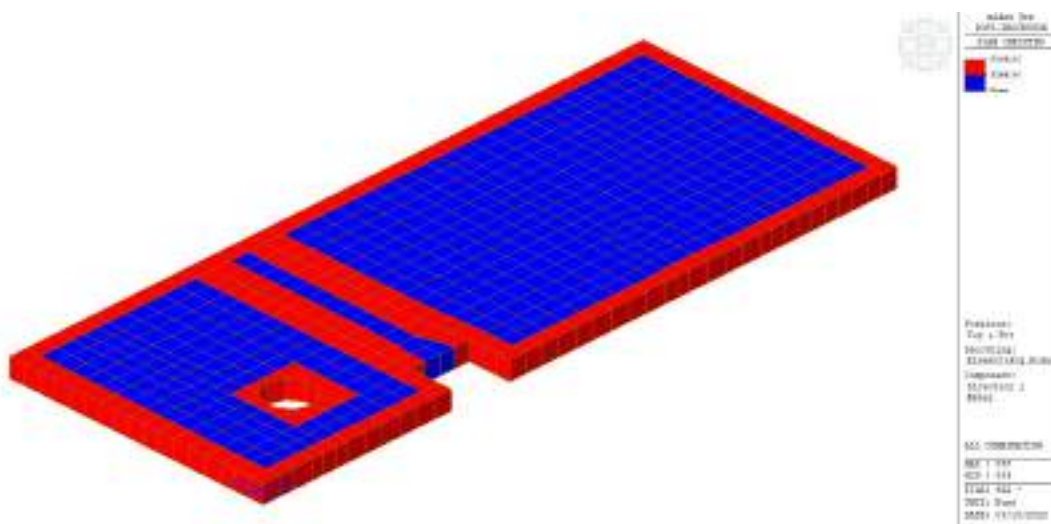
Involuppo taglio SLU-SLV  $V_{MAX}$



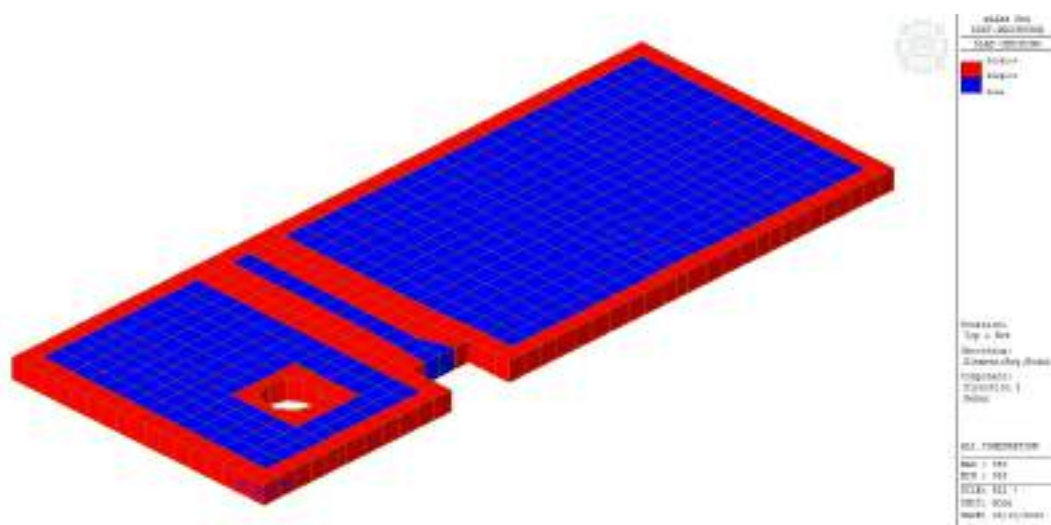
**Verifiche**

Si riportano di seguito le armature nelle due direzioni derivanti dal dimensionamento strutturale ed i relativi coefficienti di sicurezza (nelle aree blu  $\phi 26/10 + \phi 26/10$  Sopra/Sotto Dir.X  $\phi 26/10 + \phi 26/10$  Sopra/Sotto Dir.Y, nelle aree rosse  $\phi 30/10 + \phi 30/10$  Sopra/Sotto Dir.X  $\phi 30/10 + \phi 30/10$  Sopra/Sotto Dir.Y).

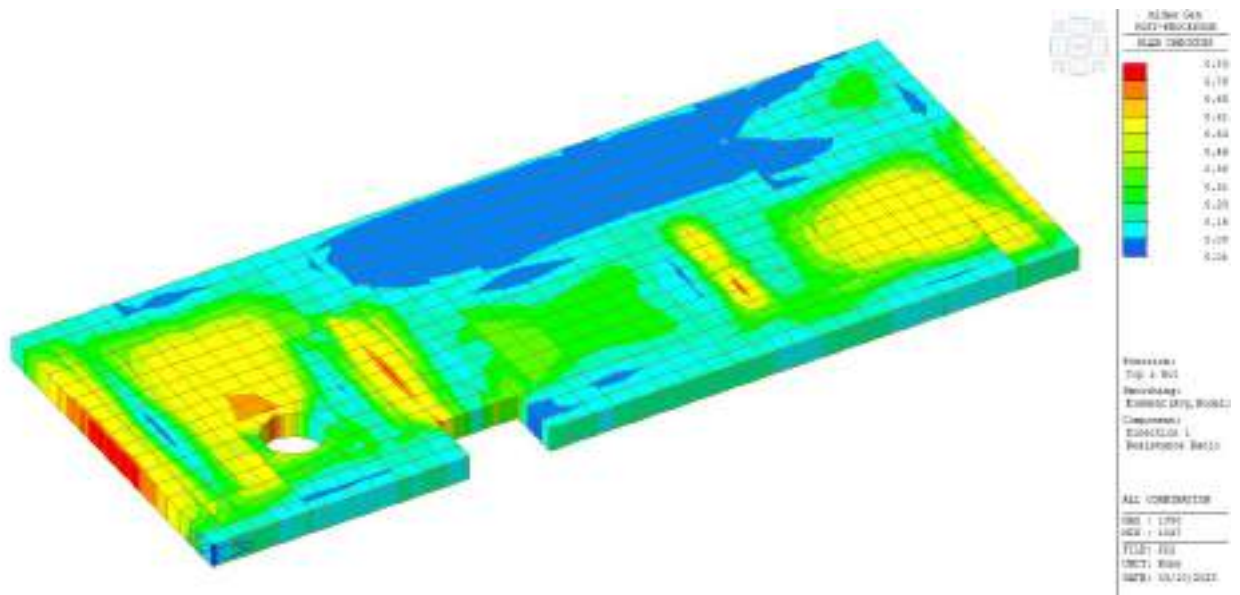
Armatura Dir. X



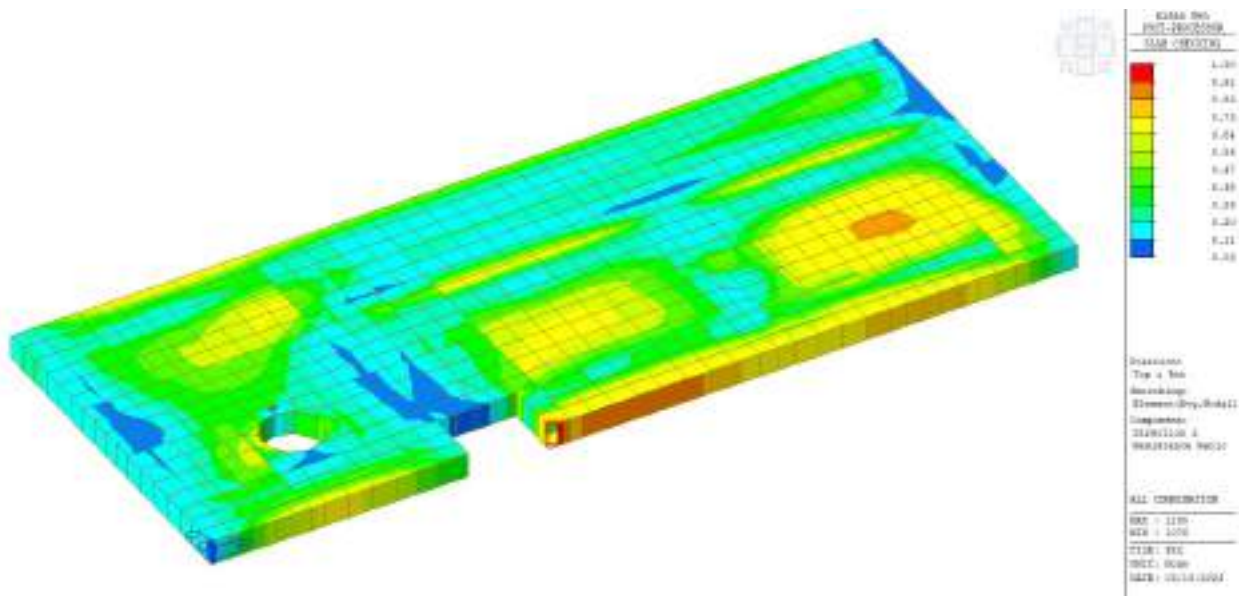
Armatura Dir. Y



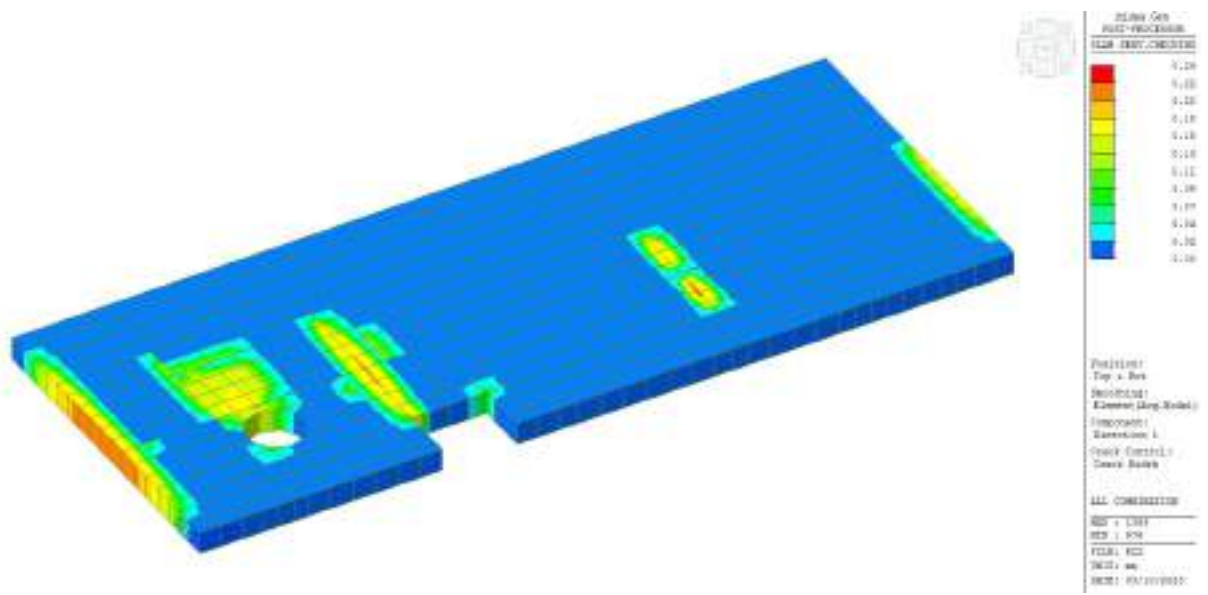
Involuppo coefficiente di sicurezza a flessione SLU-SLV Dir. X



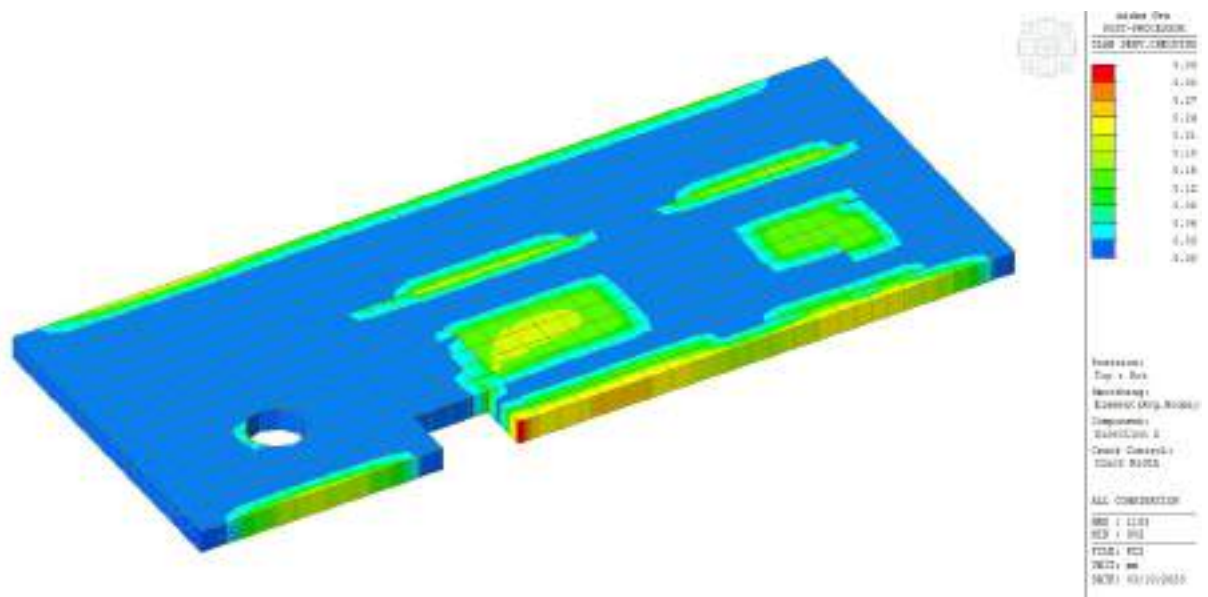
Inviluppo coefficiente di sicurezza a flessione SLU-SLV Dir. Y



Valori apertura fessure SLE Dir. X



Valori apertura fessure SLE Dir. Y



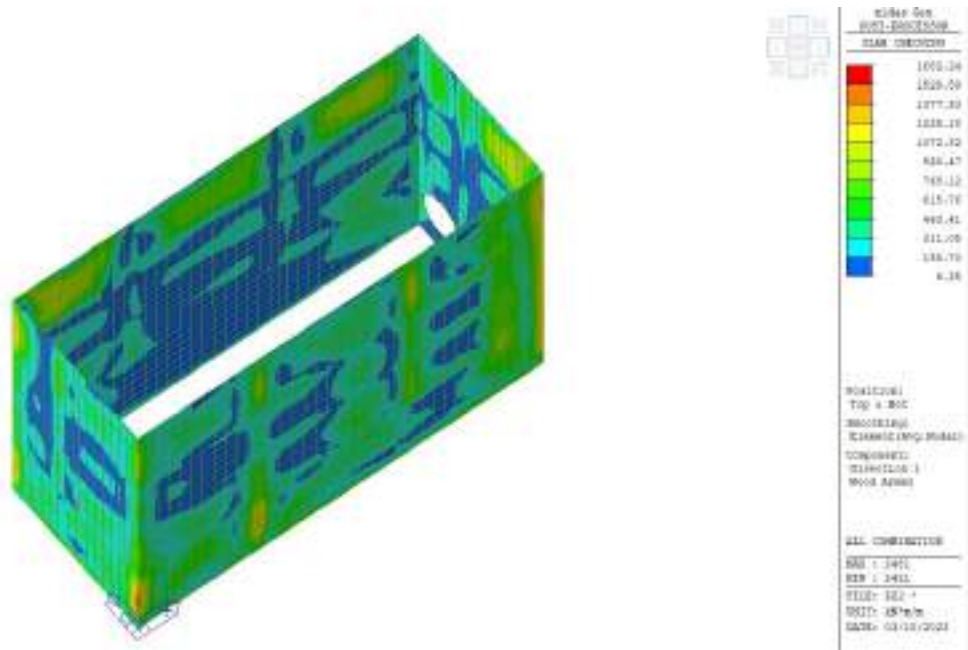
**Setti perimetrali interrati**

**Diagrammi delle sollecitazioni**

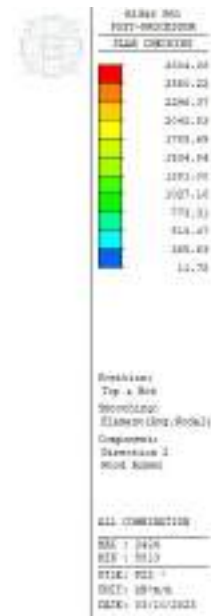
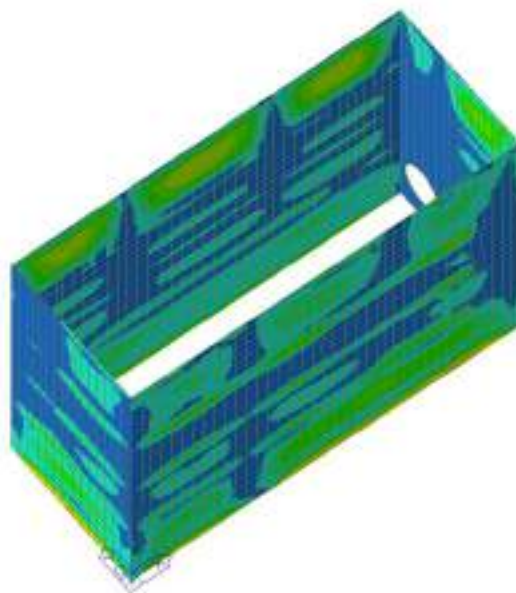


Si riportano di seguito le mappe delle sollecitazioni per i setti perimetrali posti ai piani interrati.

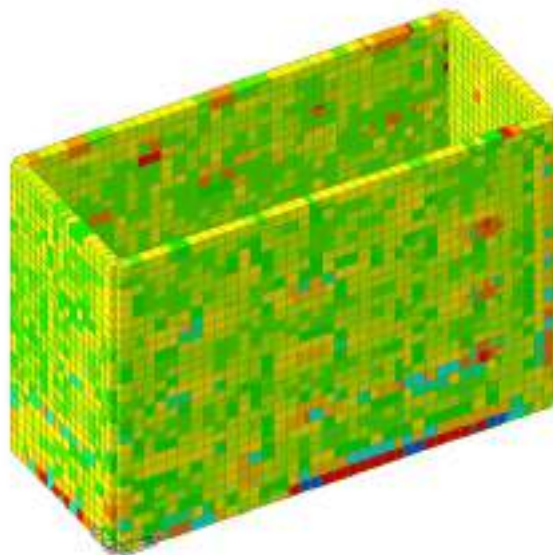
Inviluppo momento flettente SLU-SLV orizzontale Mxx



Inviluppo momento flettente SLU-SLV verticale Myy



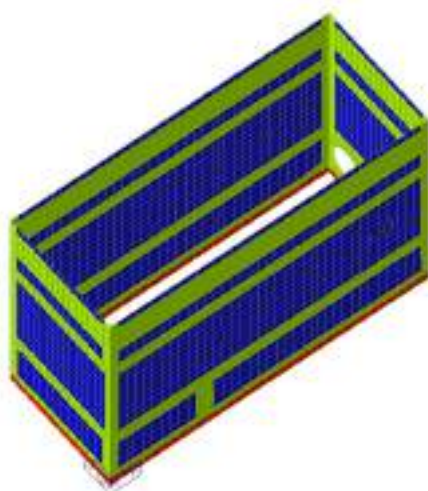
Involuppo taglio SLU-SLV  $V_{MAX}$



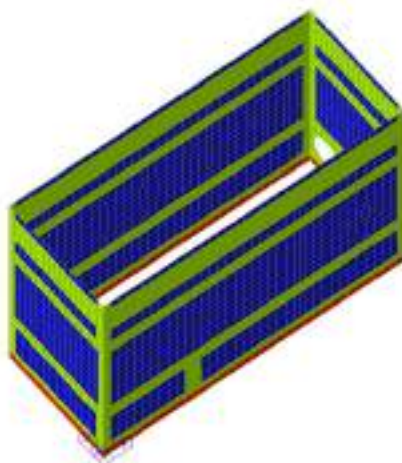
## Verifiche

Si riportano di seguito le armature nelle due direzioni derivanti dal dimensionamento strutturale ed i relativi coefficienti di sicurezza (nelle aree blu  $\phi 26/15 + \phi 26/15$  Sopra/Sotto Dir.X  $\phi 26/15 + \phi 26/15$  Sopra/Sotto Dir.Y, nelle aree verdi  $\phi 26/10 + \phi 26/10$  Sopra/Sotto Dir.X  $\phi 26/10 + \phi 26/10$  Sopra/Sotto Dir.Y, nelle aree rosse  $\phi 30/10 + \phi 30/10$  Sopra/Sotto Dir.X  $\phi 30/10 + \phi 30/10$  Sopra/Sotto Dir.Y).

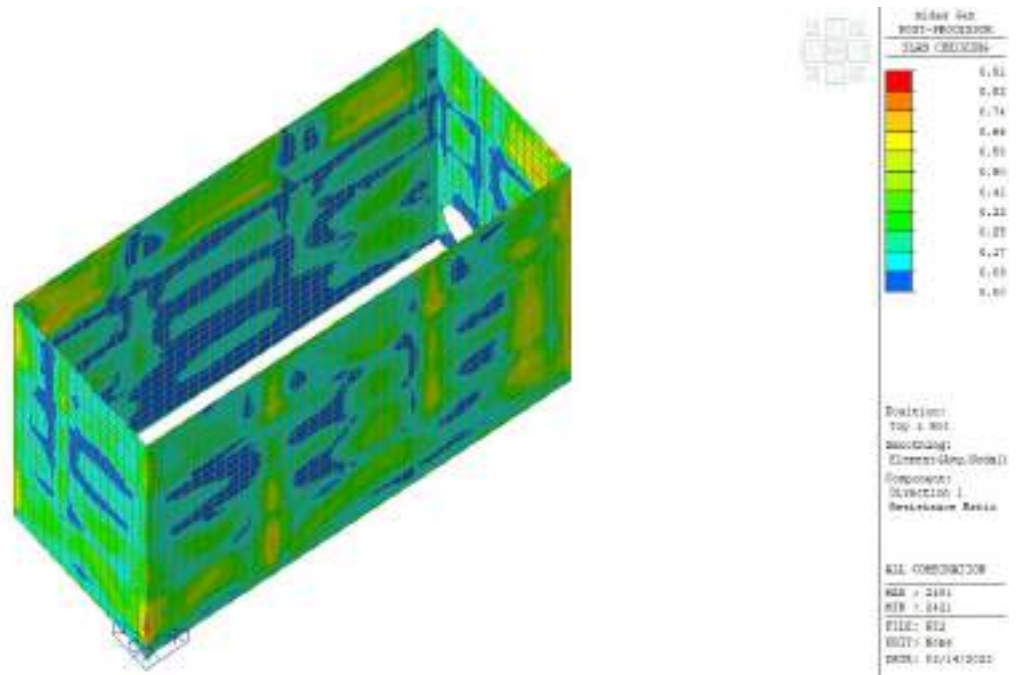
Armatura Dir. X



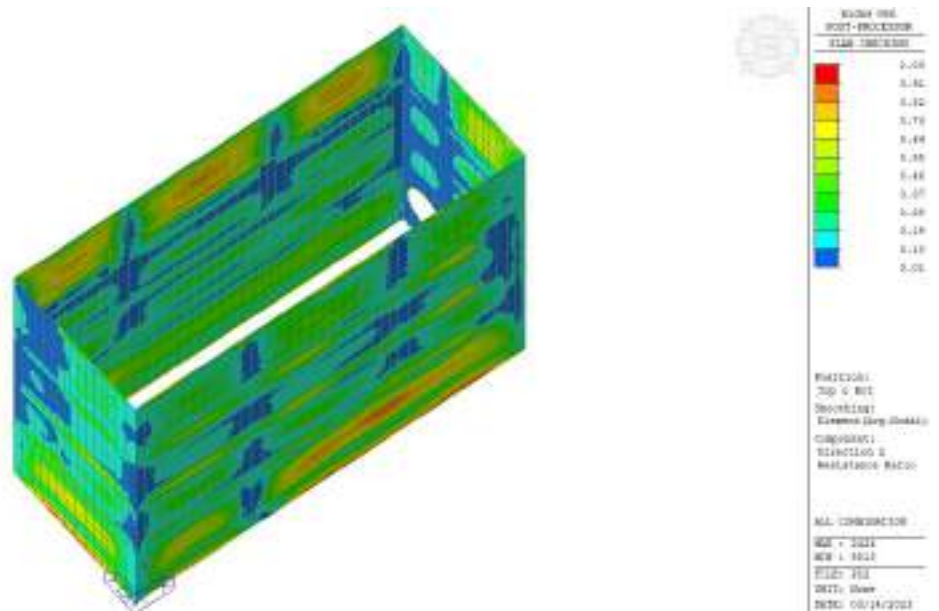
Armatura Dir. Y



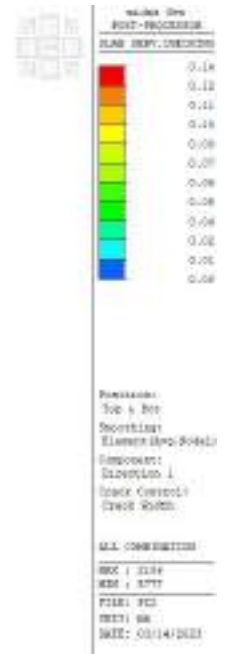
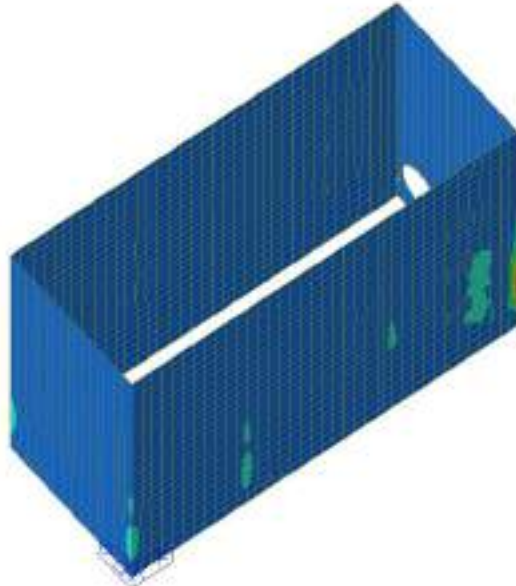
Involuppo coefficiente di sicurezza a flessione SLU-SLV Dir. X



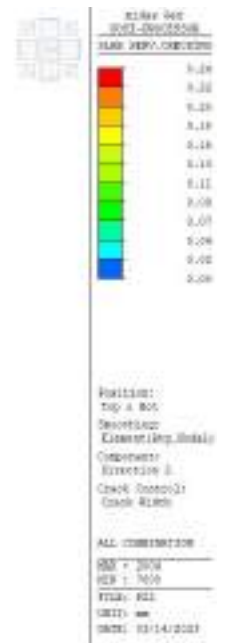
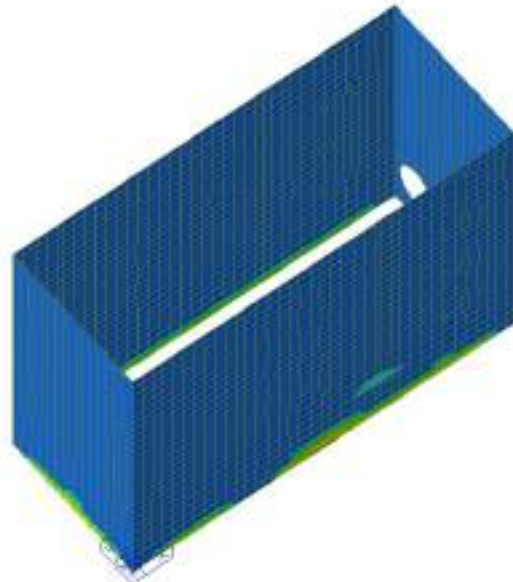
Inviluppo coefficiente di sicurezza a flessione SLU-SLV Dir. Y



Valori apertura fessure SLE Dir. X



Valori apertura fessure SLE Dir. Y

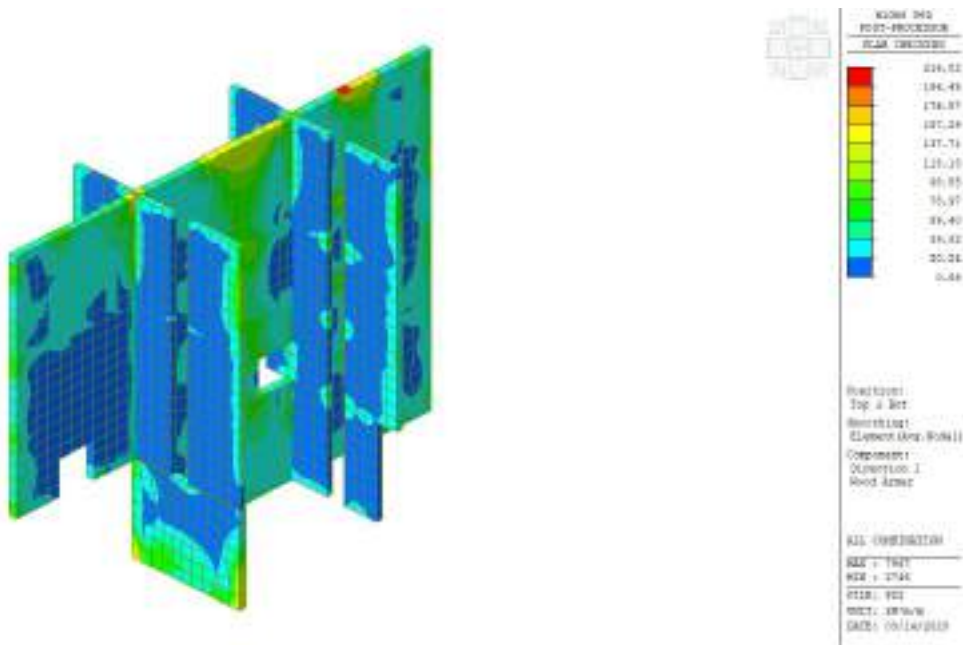


**Setti interni interrati**

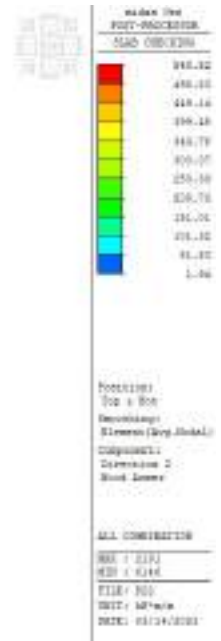
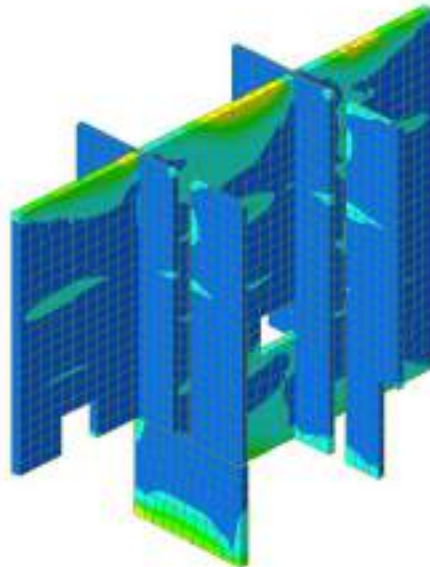
**Diagrammi delle sollecitazioni**

Si riportano di seguito le mappe delle sollecitazioni per i setti interni posti ai piani interrati.

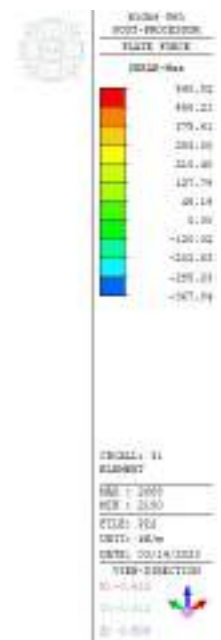
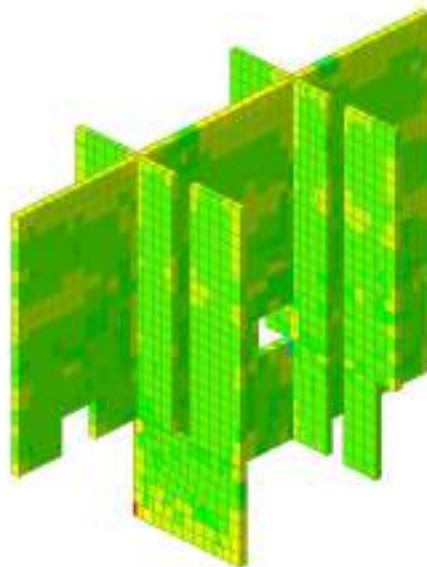
Inviluppo momento flettente SLU-SLV orizzontale Mxx



Inviluppo momento flettente SLU-SLV verticale Myy



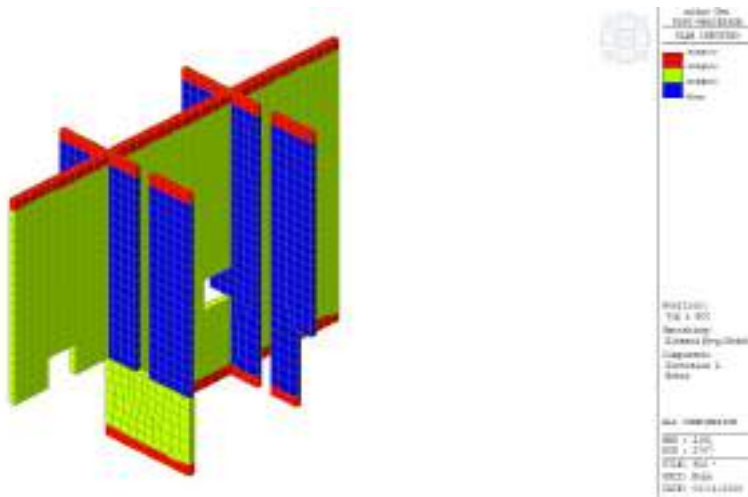
Inviluppo taglio SLU-SLV V<sub>MAX</sub>



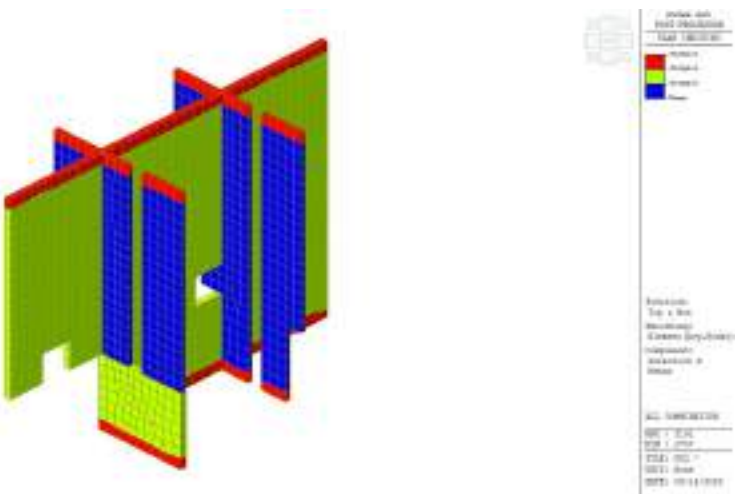
## Verifiche

Si riportano di seguito le armature nelle due direzioni derivanti dal dimensionamento strutturale ed i relativi coefficienti di sicurezza (nelle aree blu  $\phi 18/20 + \phi 18/20$  Sopra/Sotto Dir.X  $\phi 18/20 + \phi 18/20$  Sopra/Sotto Dir.Y, nelle aree verdi  $\phi 22/20 + \phi 22/20$  Sopra/Sotto Dir.X  $\phi 22/20 + \phi 22/20$  Sopra/Sotto Dir.Y, nelle aree rosse  $\phi 22/10 + \phi 22/10$  Sopra/Sotto Dir.X  $\phi 22/10 + \phi 22/10$  Sopra/Sotto Dir.Y).

### Armatura Dir. X

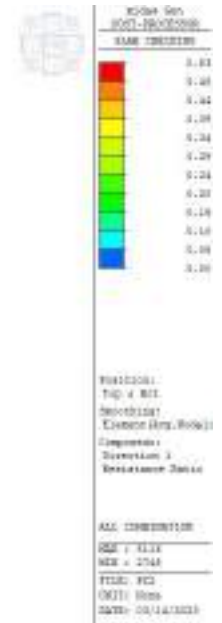
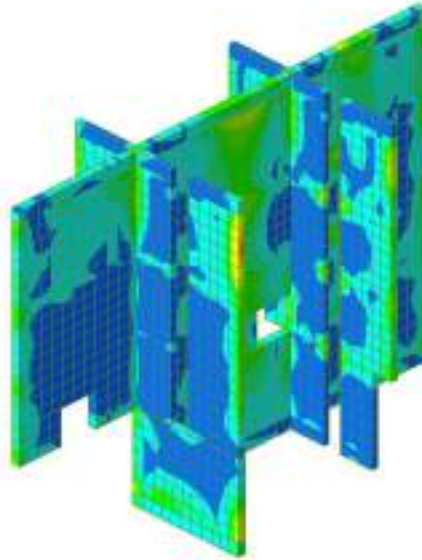


### Armatura Dir. Y

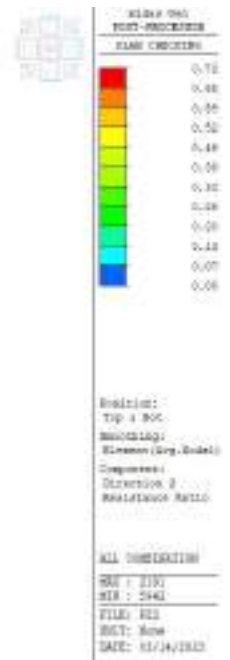
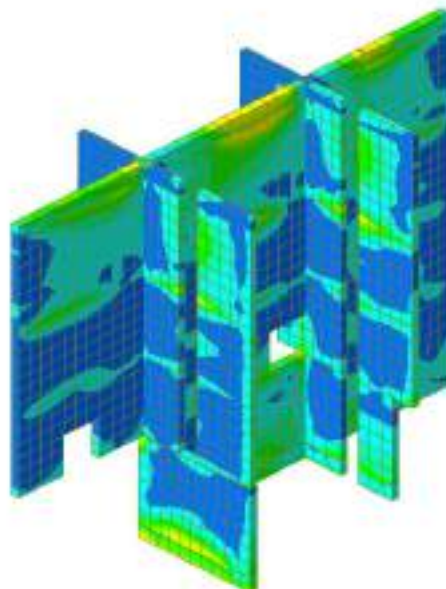




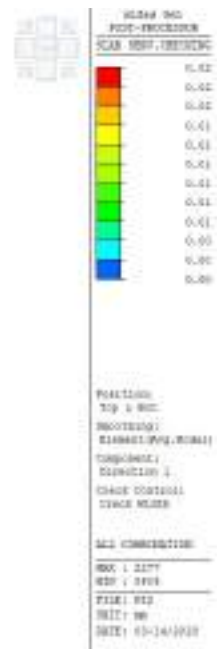
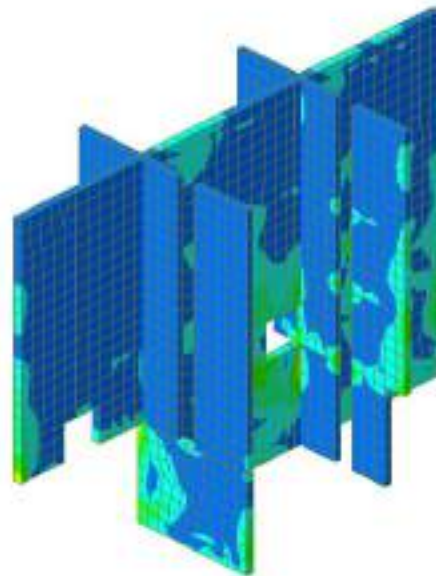
Inviluppo coefficiente di sicurezza a flessione SLU-SLV Dir. X



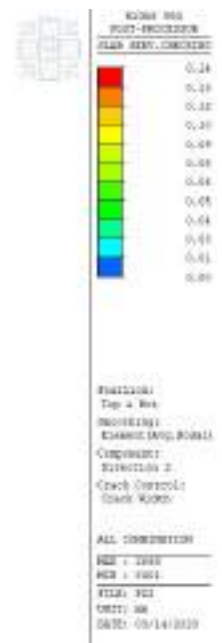
Inviluppo coefficiente di sicurezza a flessione SLU-SLV Dir. Y



Valori apertura fessure SLE Dir. X



Valori apertura fessure SLE Dir. Y

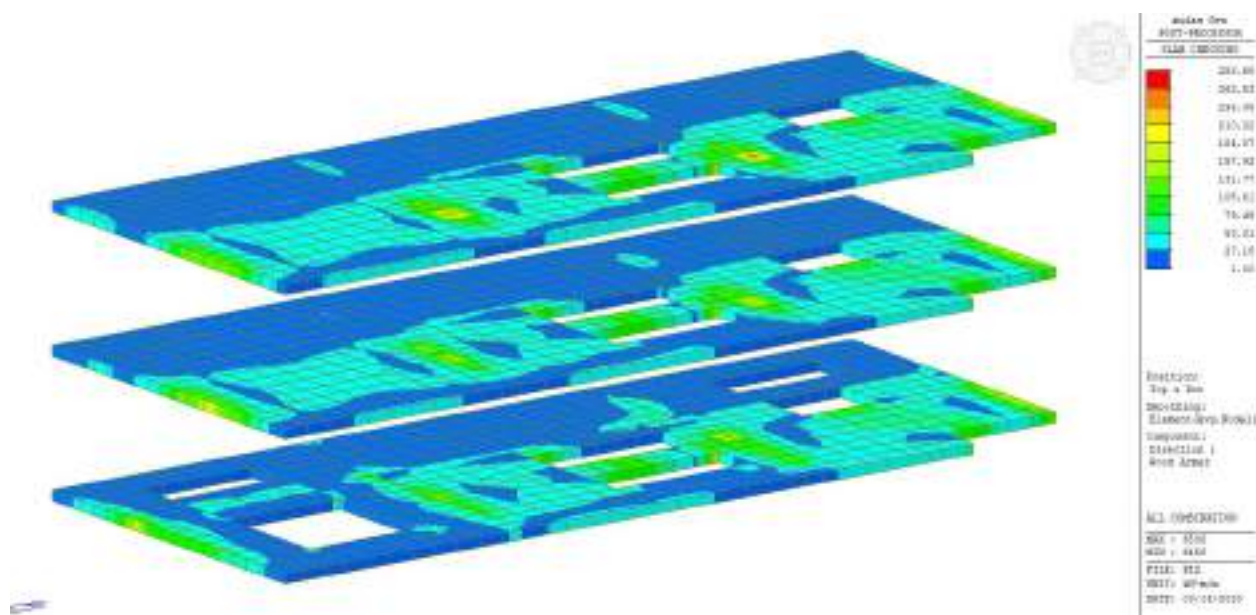


## Solai interrati

### Diagrammi delle sollecitazioni

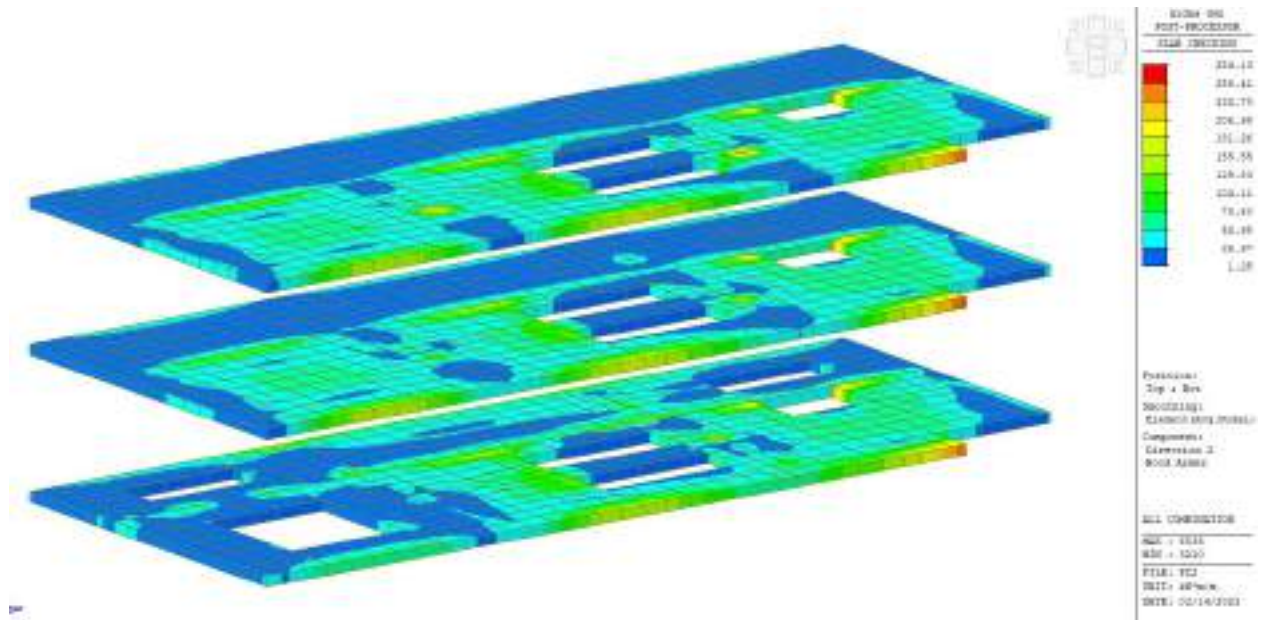
Si riportano di seguito le mappe delle sollecitazioni per i solai posti ai piani interrati.

Inviluppo momento flettente SLU-SLV orizzontale Mxx

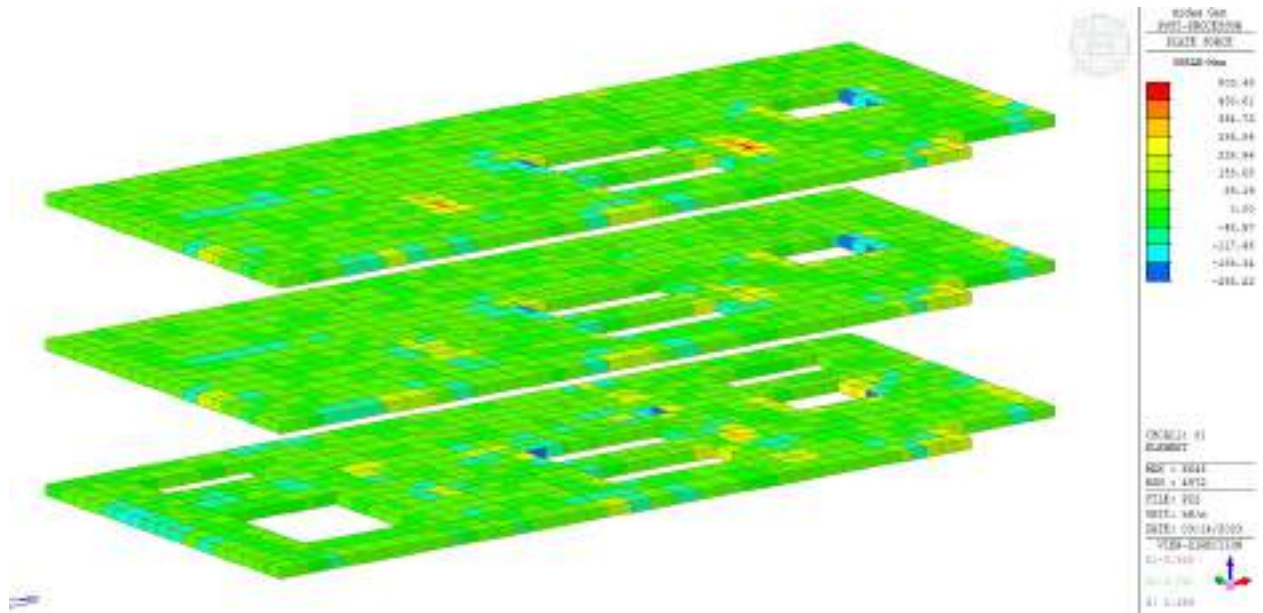


Inviluppo momento flettente SLU-SLV verticale Myy

---



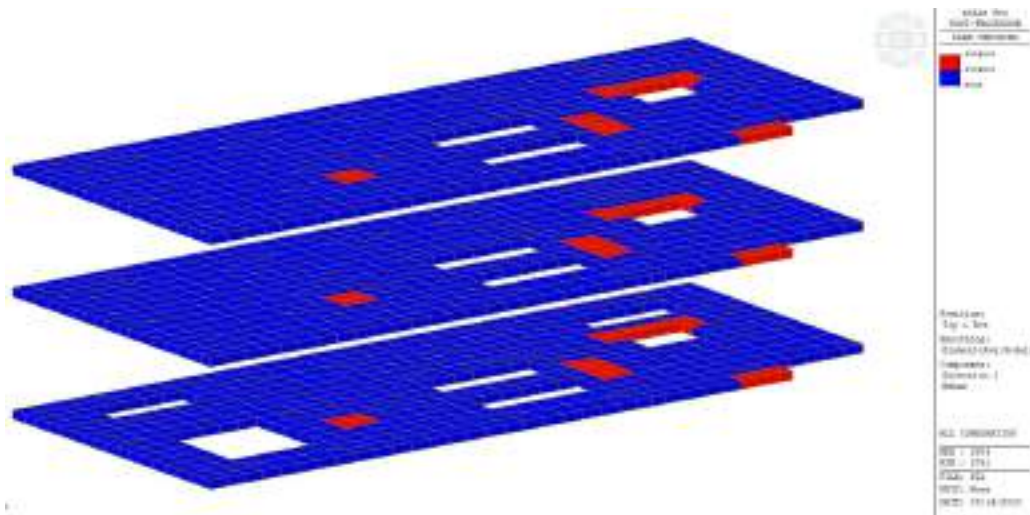
Involuppo taglio SLU-SLV  $V_{MAX}$



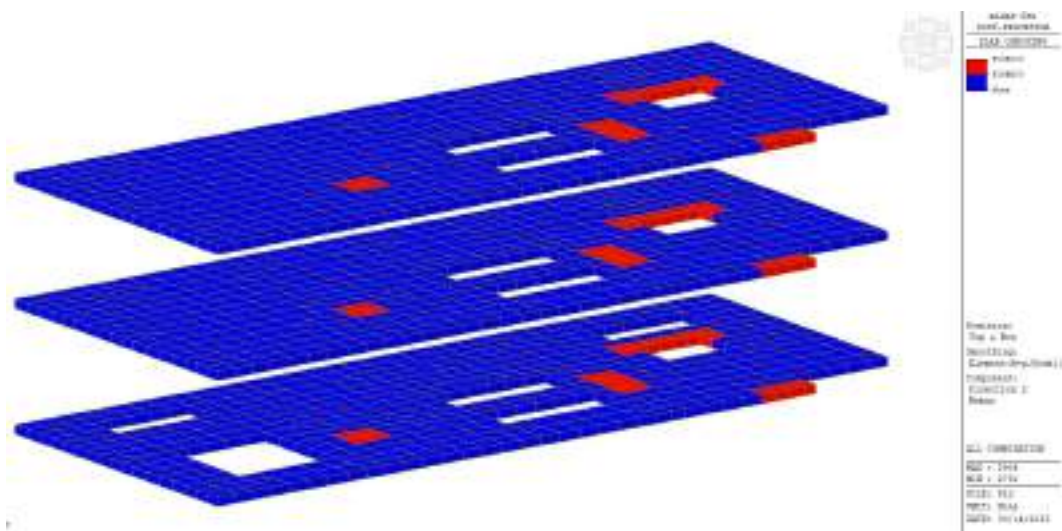
**Verifiche**

Si riportano di seguito le armature nelle due direzioni derivanti dal dimensionamento strutturale ed i relativi coefficienti di sicurezza (nelle aree blu  $\phi 18/20 + \phi 18/20$  Sopra/Sotto Dir.X  $\phi 18/20 + \phi 18/20$  Sopra/Sotto Dir.Y, nelle aree rosse  $\phi 18/10 + \phi 18/10$  Sopra/Sotto Dir.X  $\phi 18/10 + \phi 18/10$  Sopra/Sotto Dir.Y).

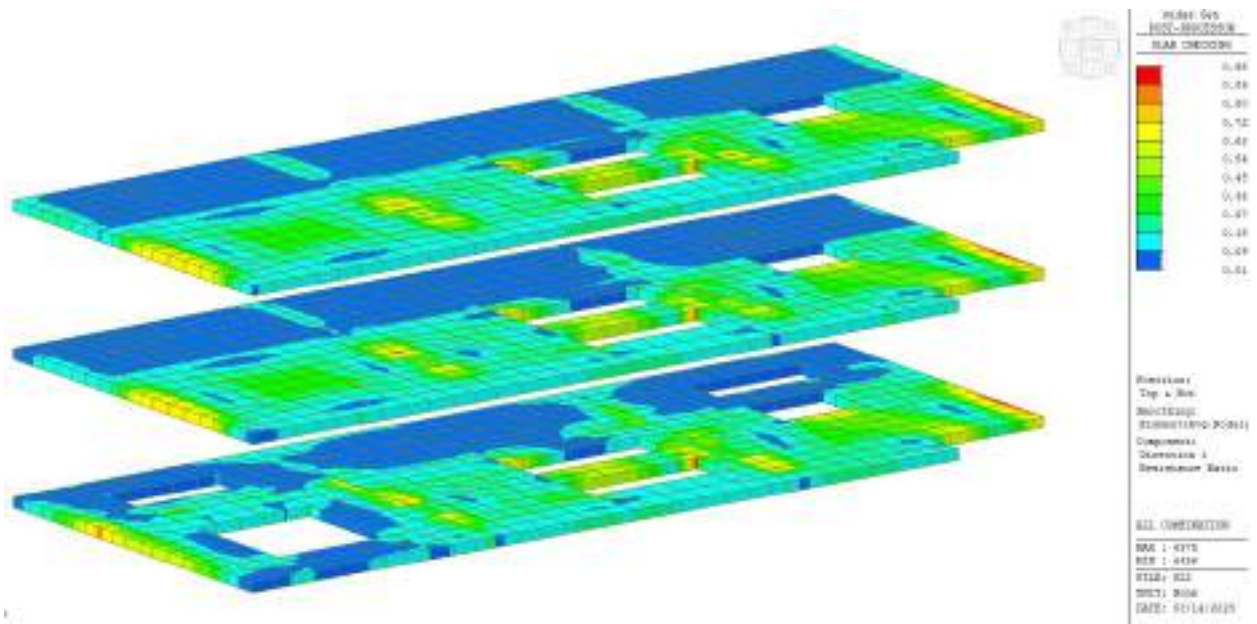
Armatura Dir. X



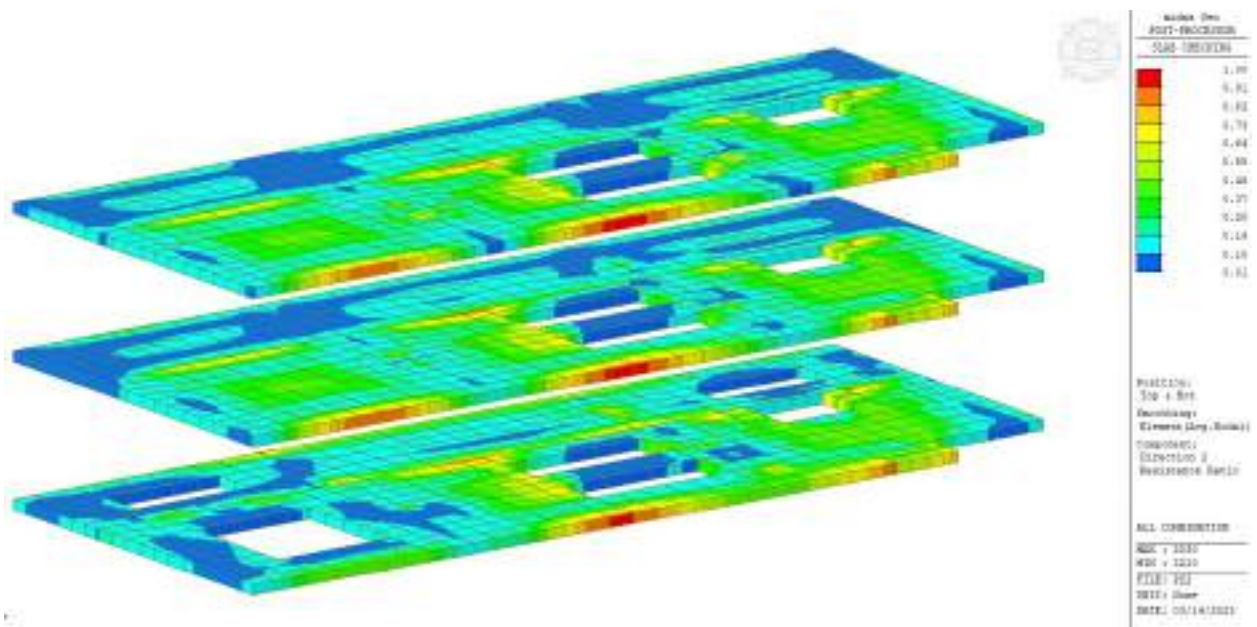
Armatura Dir. Y



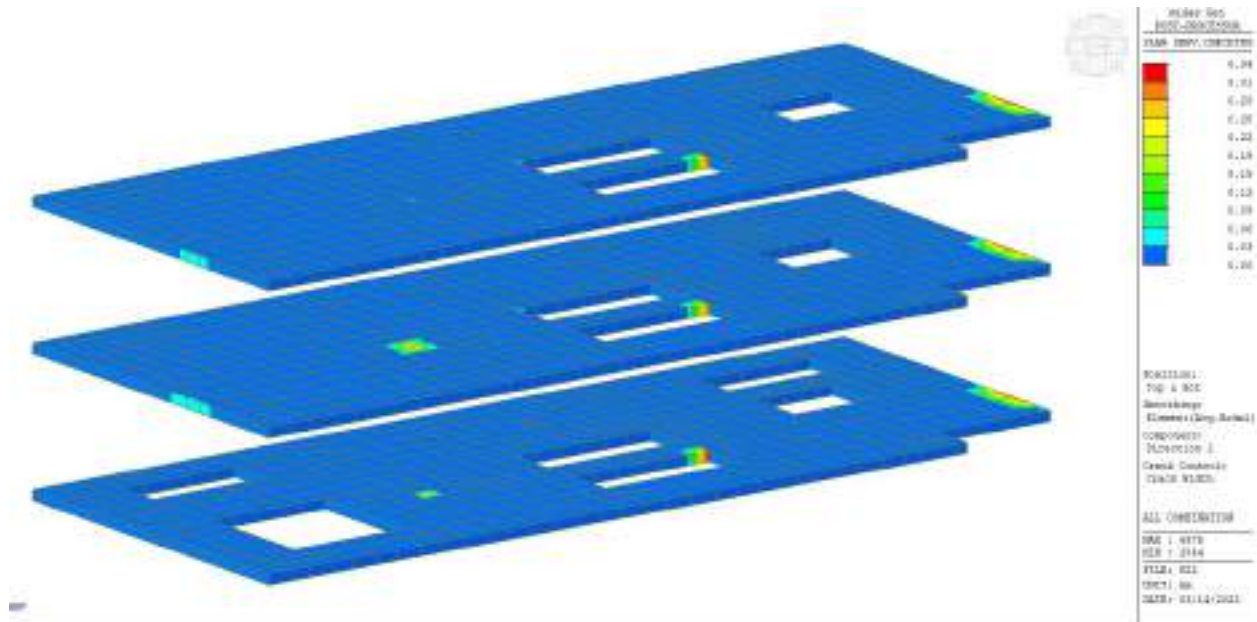
Involuppo coefficiente di sicurezza a flessione SLU-SLV Dir. X



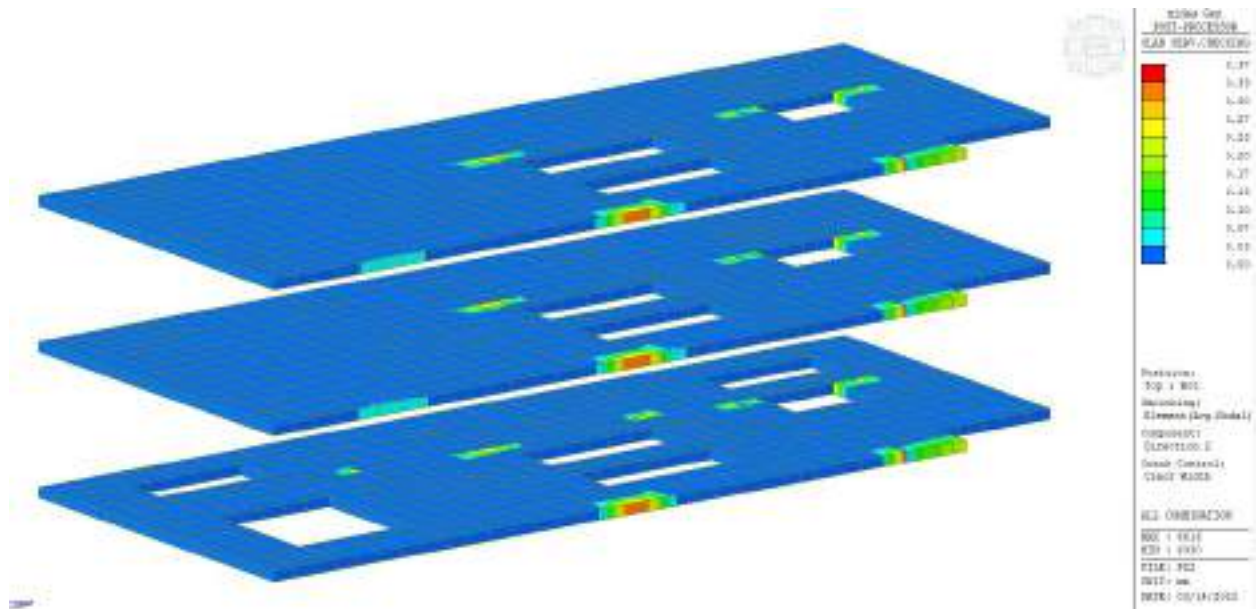
Inviluppo coefficiente di sicurezza a flessione SLU-SLV Dir. Y



Valori apertura fessure SLE Dir. X



Valori apertura fessure SLE Dir. Y

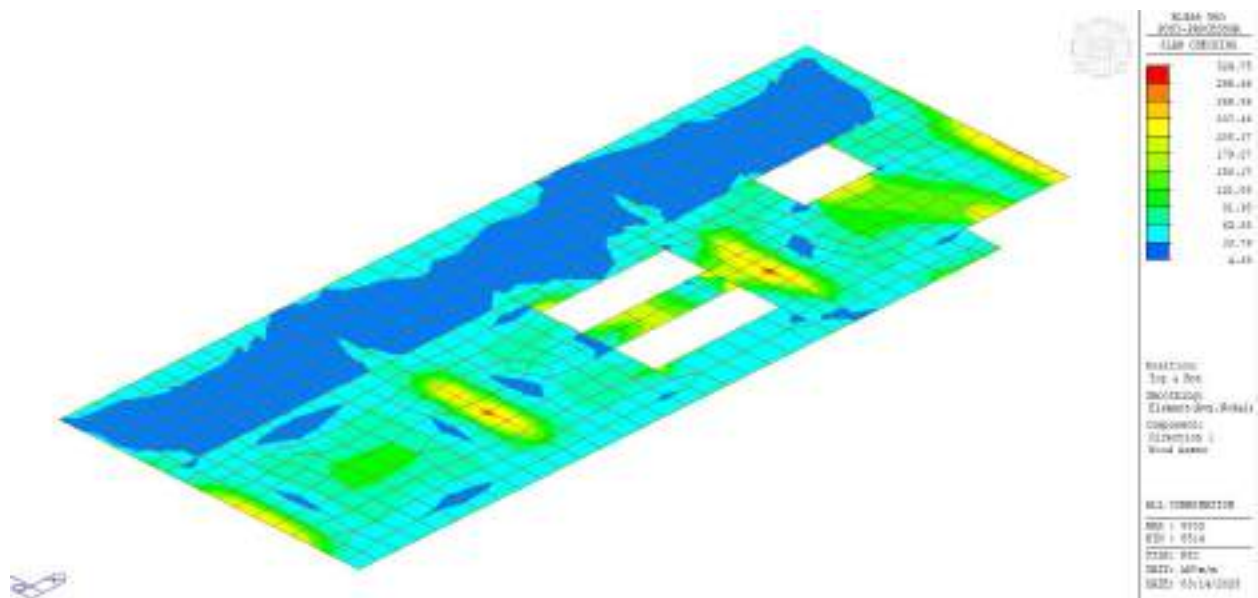


## Solaio quota piano campagna

### Diagrammi delle sollecitazioni

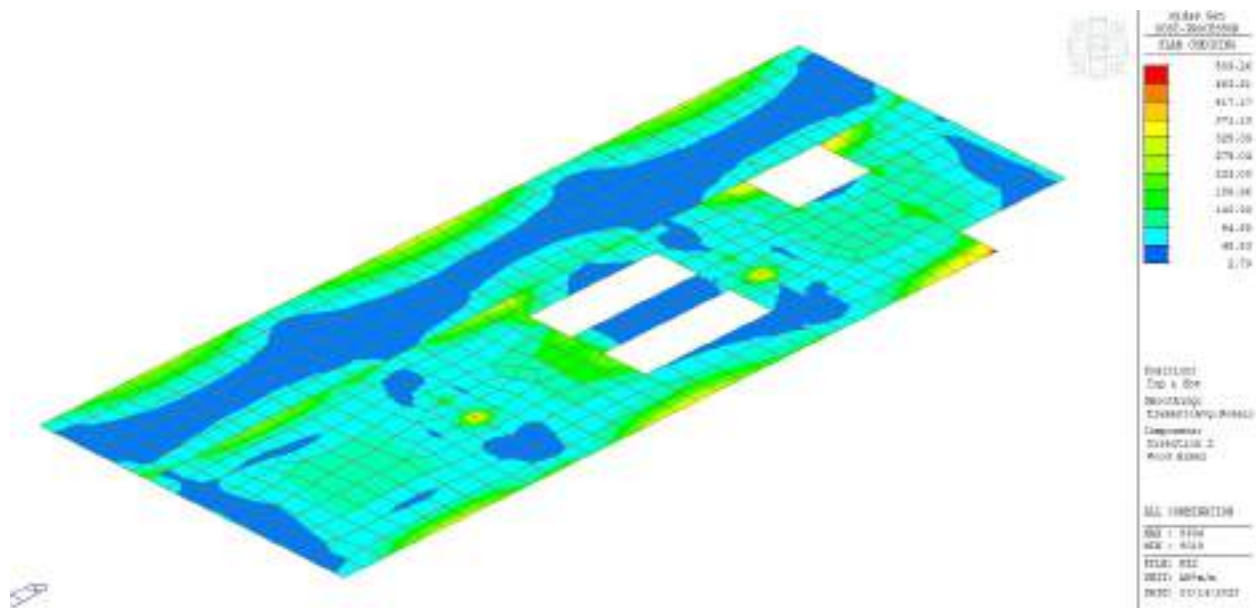
Si riportano di seguito le mappe delle sollecitazioni per il solaio posto a quota piano campagna.

#### Inviluppo momento flettente SLU-SLV orizzontale Mxx

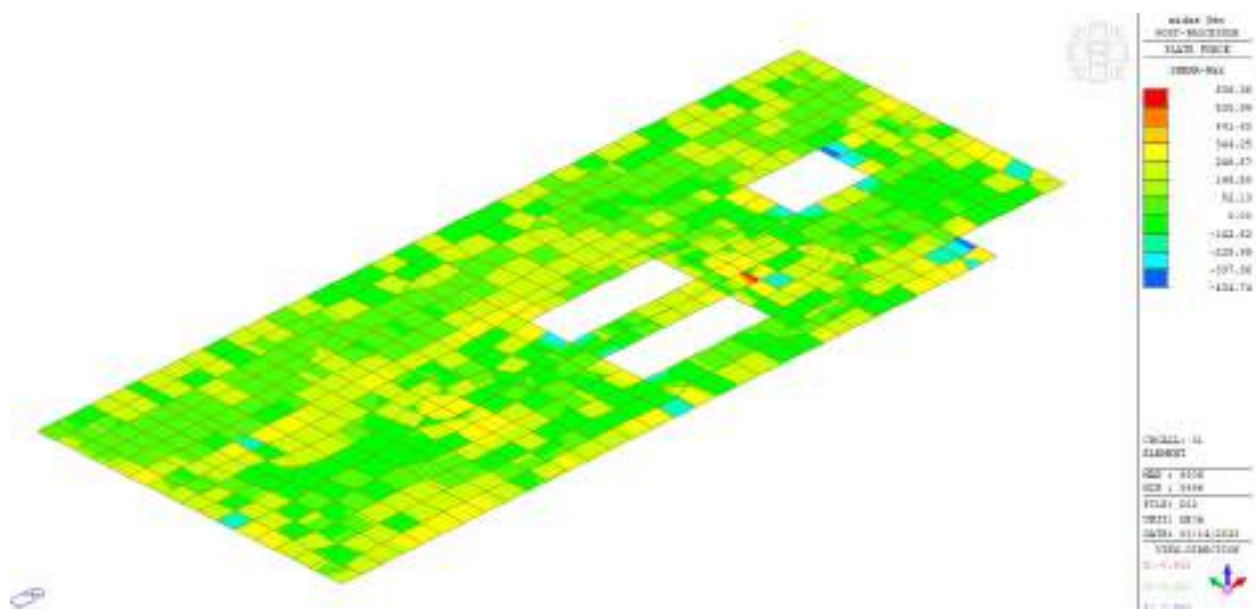




Inviluppo momento flettente SLU-SLV verticale Myy



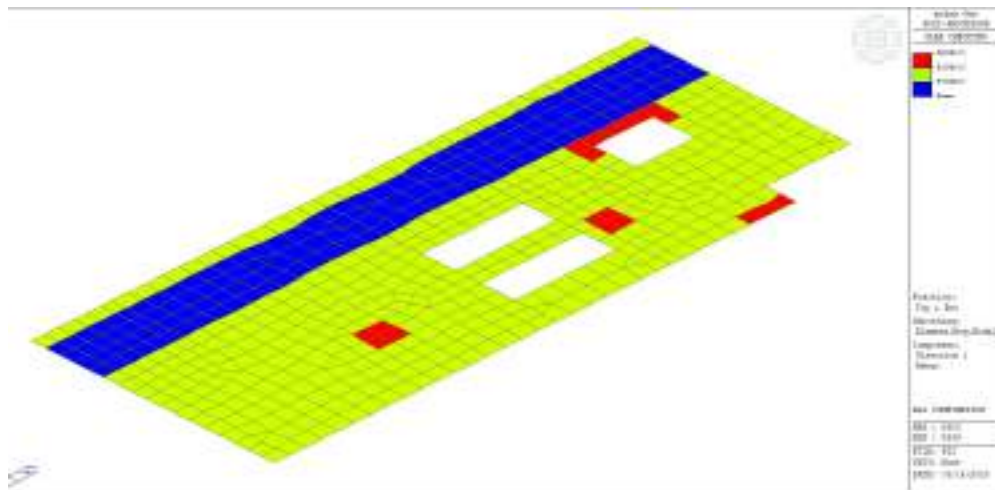
Inviluppo taglio SLU-SLV V<sub>MAX</sub>



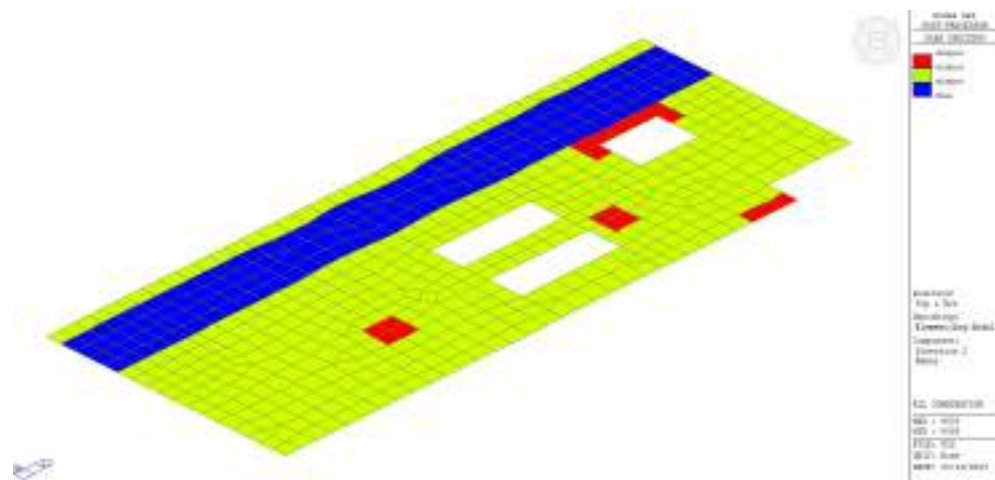
**Verifiche**

Si riportano di seguito le armature nelle due direzioni derivanti dal dimensionamento strutturale ed i relativi coefficienti di sicurezza (nelle aree blu  $\phi 18/20 + \phi 18/20$  Sopra/Sotto Dir.X  $\phi 18/20 + \phi 18/20$  Sopra/Sotto Dir.Y, nelle aree verdi  $\phi 18/10 + \phi 18/10$  Sopra/Sotto Dir.X  $\phi 18/10 + \phi 18/10$  Sopra/Sotto Dir.Y, nelle aree rosse  $\phi 22/10 + \phi 22/10$  Sopra/Sotto Dir.X  $\phi 22/10 + \phi 22/10$  Sopra/Sotto Dir.Y).

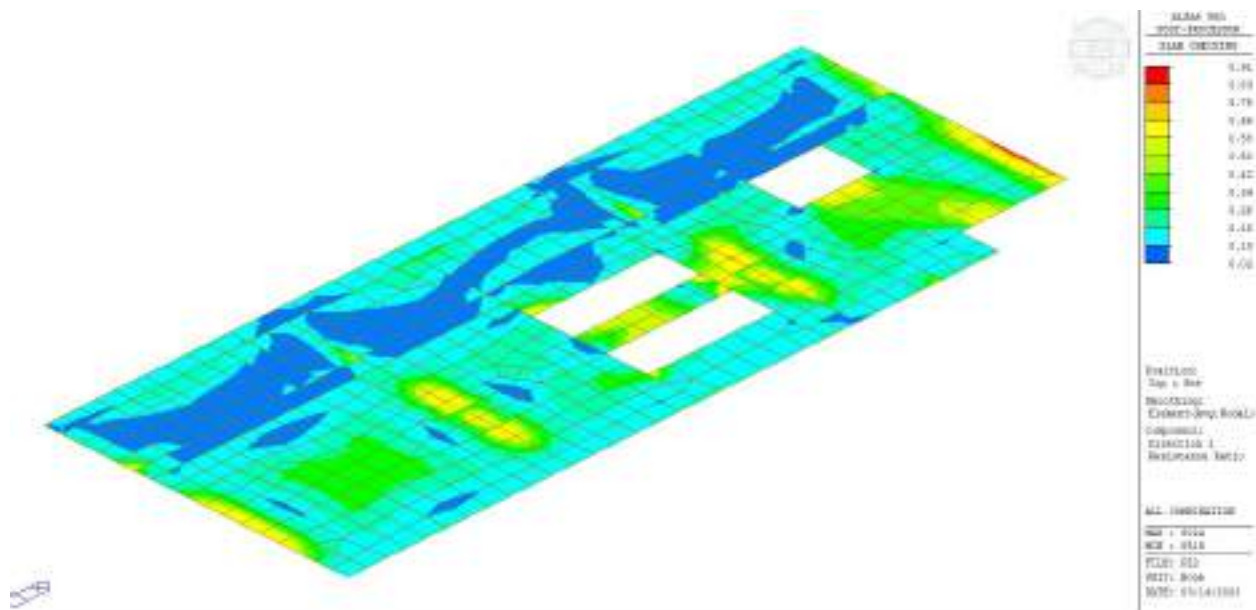
Armatura Dir. X



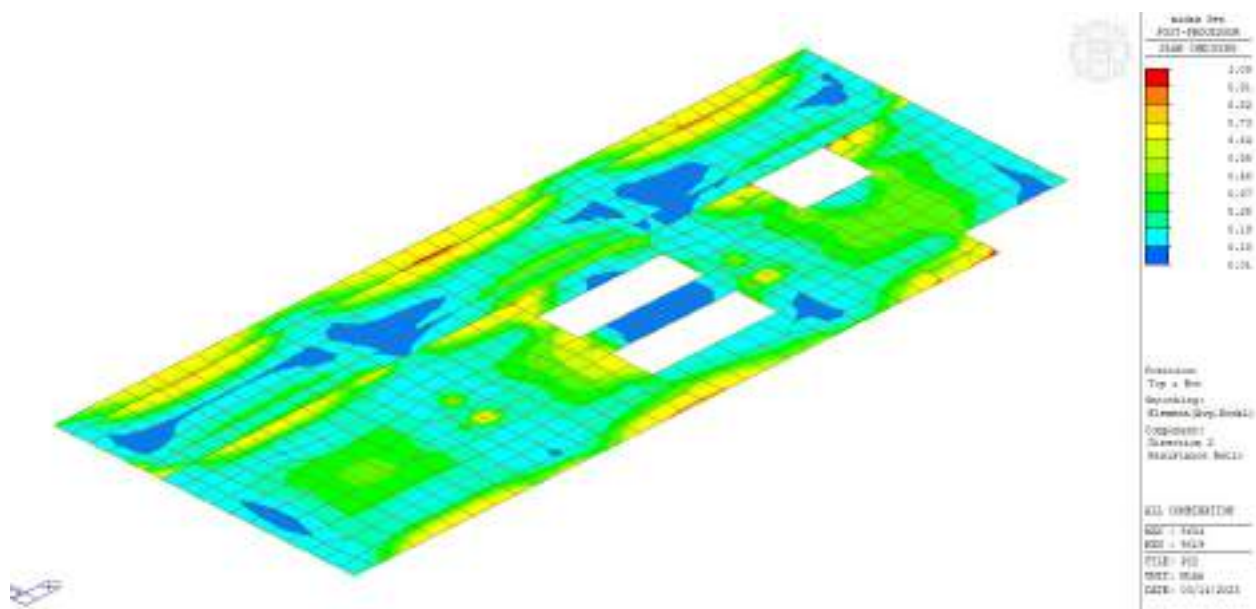
Armatura Dir. Y



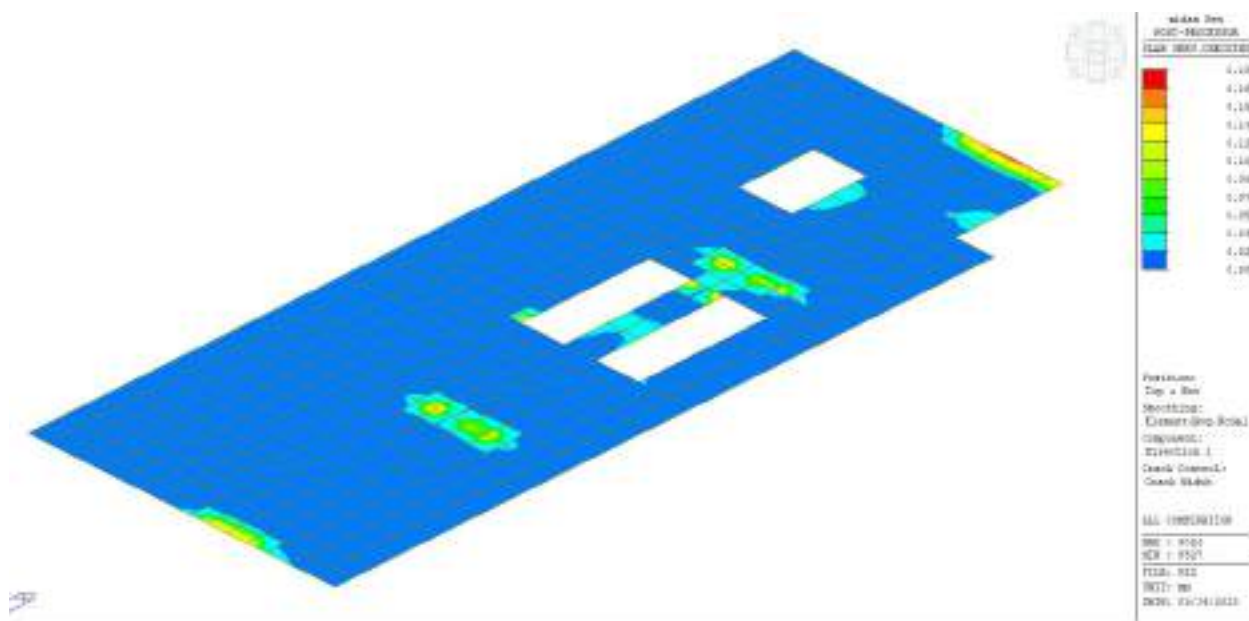
Inviluppo coefficiente di sicurezza a flessione SLU-SLV Dir. X



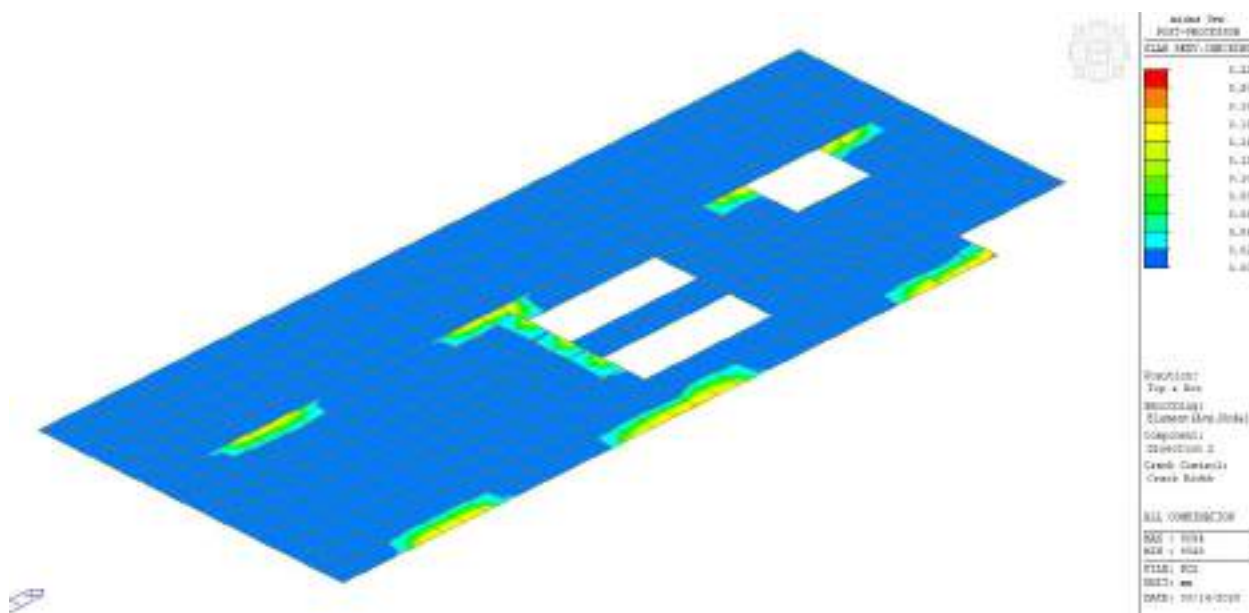
Inviluppo coefficiente di sicurezza a flessione SLU-SLV Dir. Y



Valori apertura fessure SLE Dir. X



Valori apertura fessure SLE Dir. Y

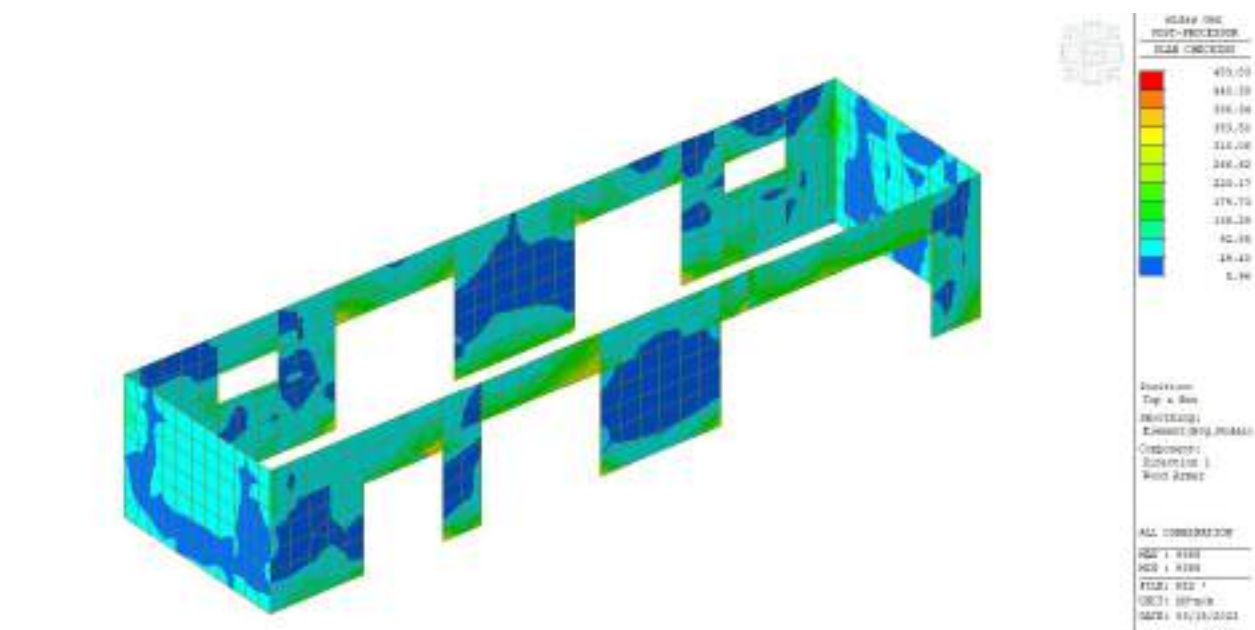


## Setti perimetrali fuori terra

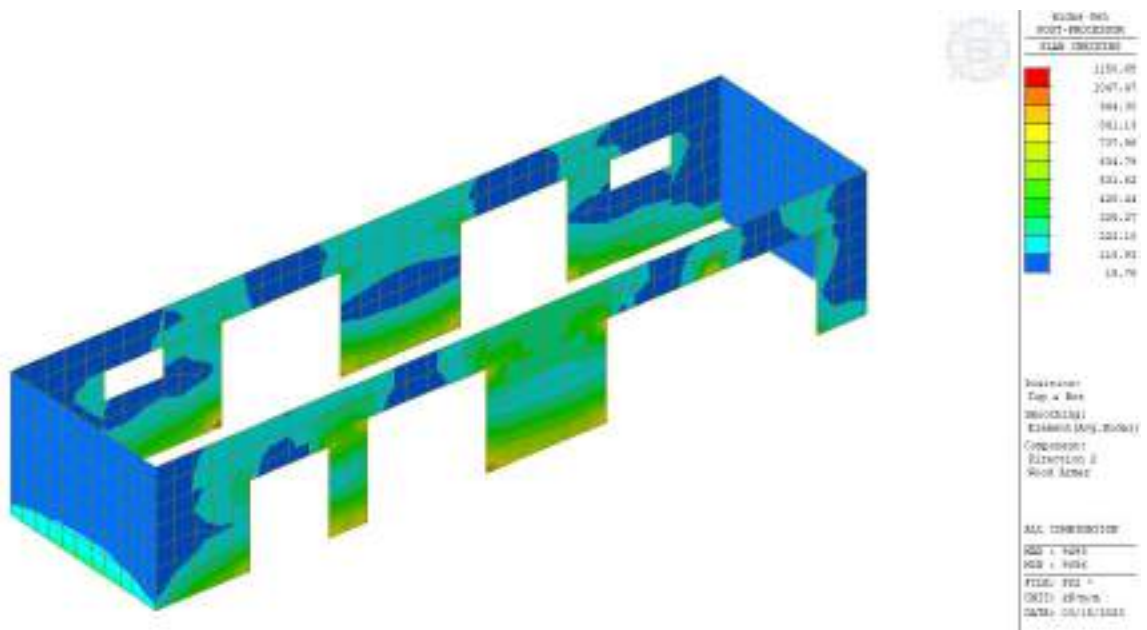
### Diagrammi delle sollecitazioni

Si riportano di seguito le mappe delle sollecitazioni per i setti perimetrali fuori terra.

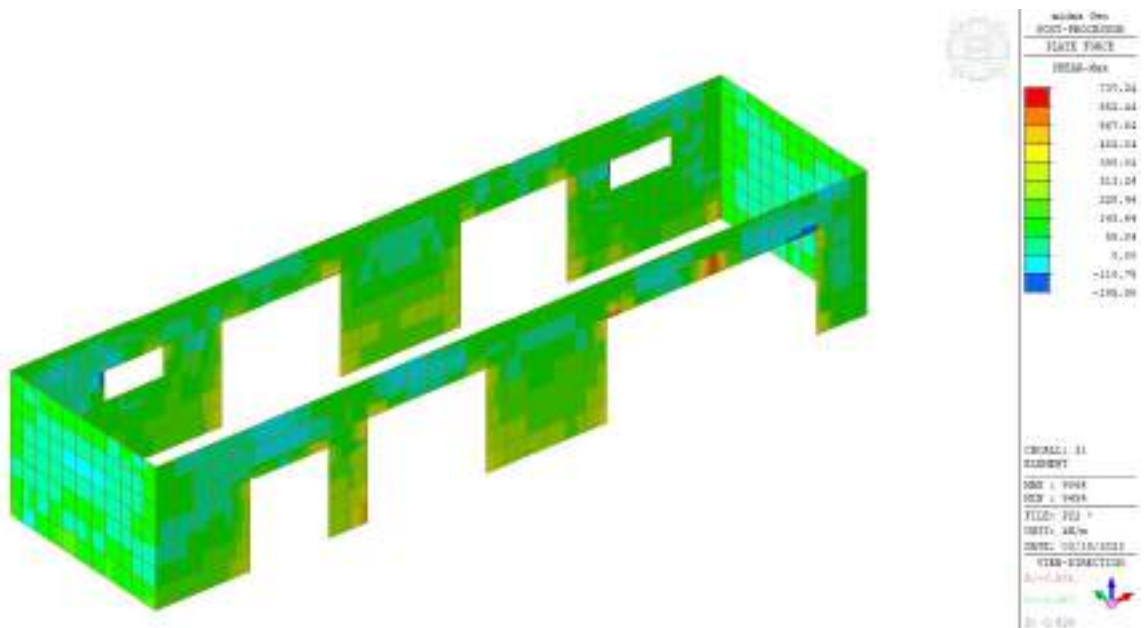
Inviluppo momento flettente SLU-SLV orizzontale Mxx



Inviluppo momento flettente SLU-SLV verticale Myy



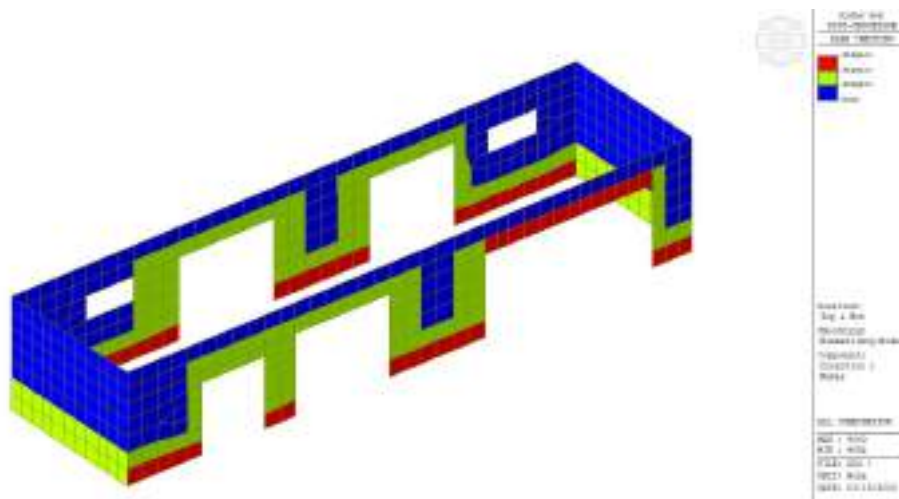
Inviluppo taglio SLU-SLV V<sub>MAX</sub>



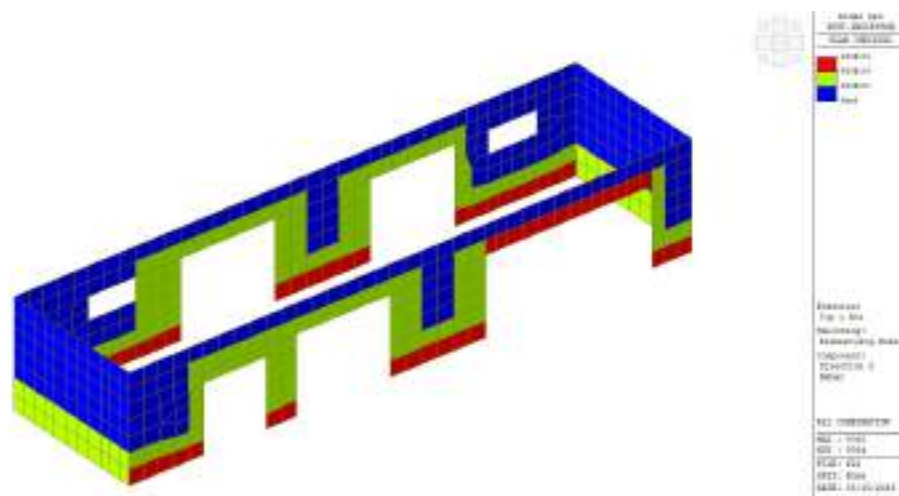
### Verifiche

Si riportano di seguito le armature nelle due direzioni derivanti dal dimensionamento strutturale ed i relativi coefficienti di sicurezza (nelle aree blu  $\phi 22/20 + \phi 22/20$  Sopra/Sotto Dir.X  $\phi 22/20 + \phi 22/20$  Sopra/Sotto Dir.Y, nelle aree verdi  $\phi 22/10 + \phi 22/10$  Sopra/Sotto Dir.X  $\phi 22/10 + \phi 22/10$  Sopra/Sotto Dir.Y, nelle aree rosse  $\phi 26/10 + \phi 26/10$  Sopra/Sotto Dir.X  $\phi 26/10 + \phi 26/10$  Sopra/Sotto Dir.Y).

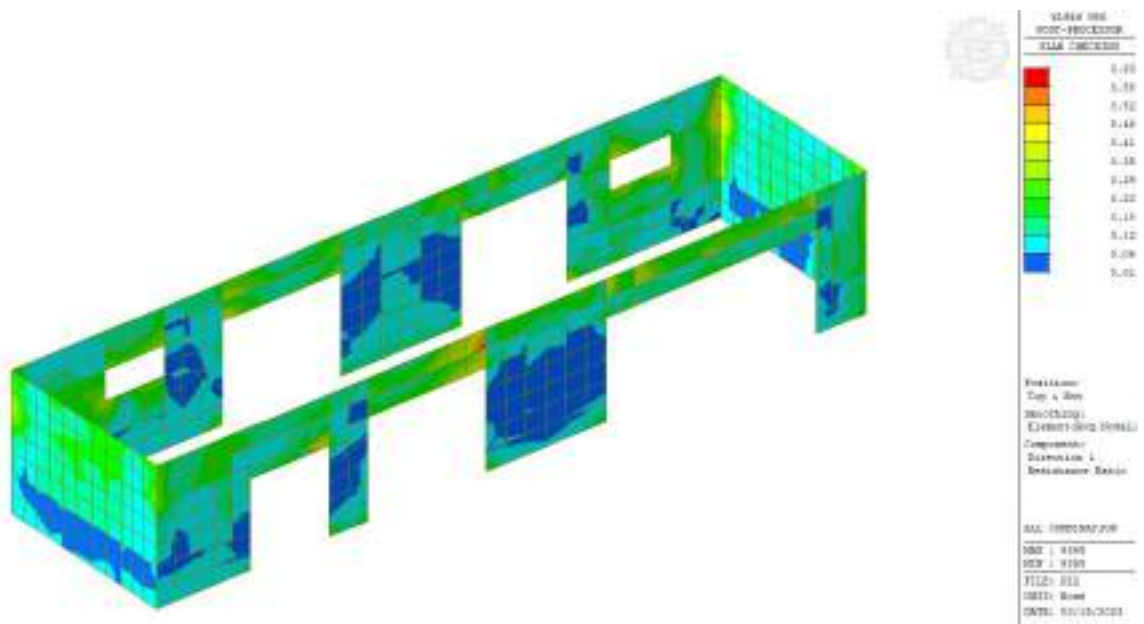
#### Armatura Dir. X



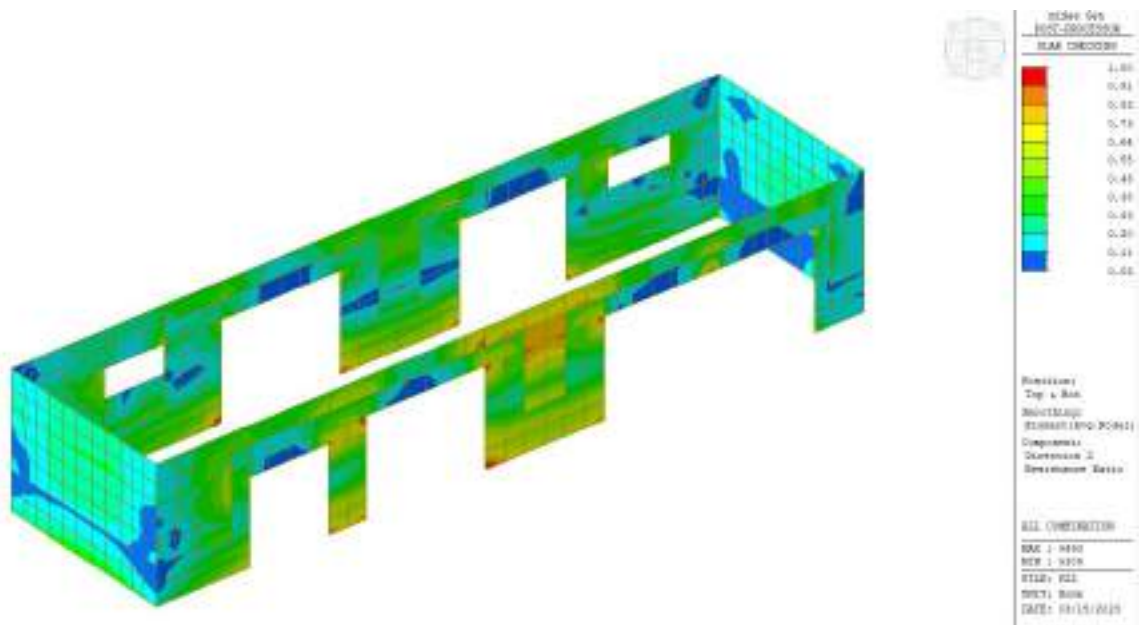
#### Armatura Dir. Y



Inviluppo coefficiente di sicurezza a flessione SLU-SLV Dir. X

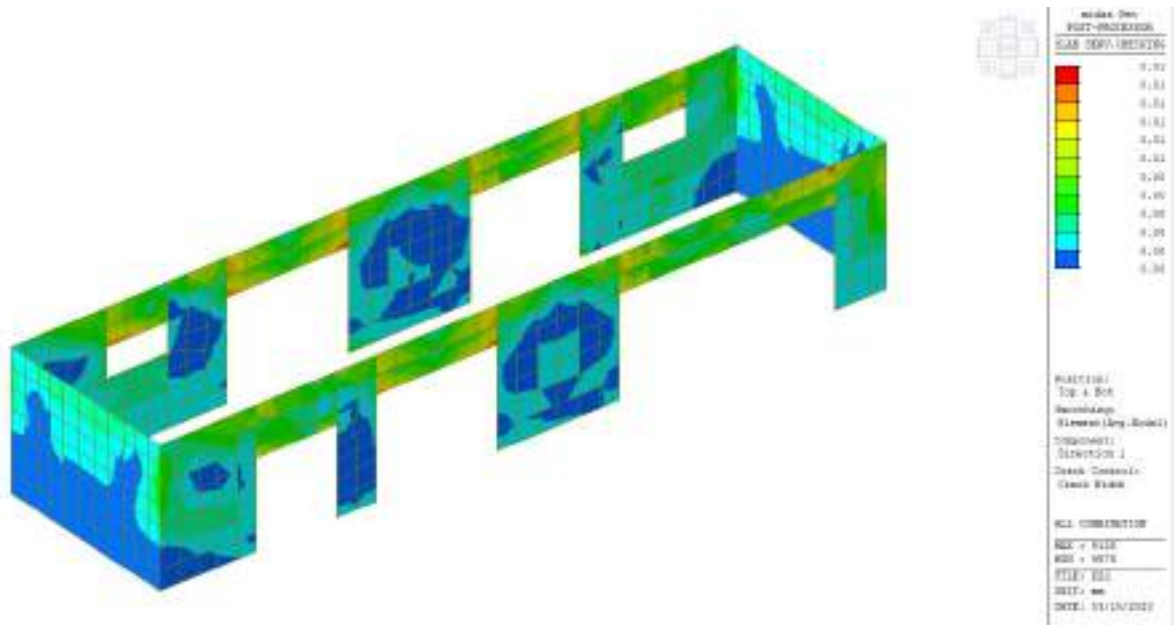


Inviluppo coefficiente di sicurezza a flessione SLU-SLV Dir. Y

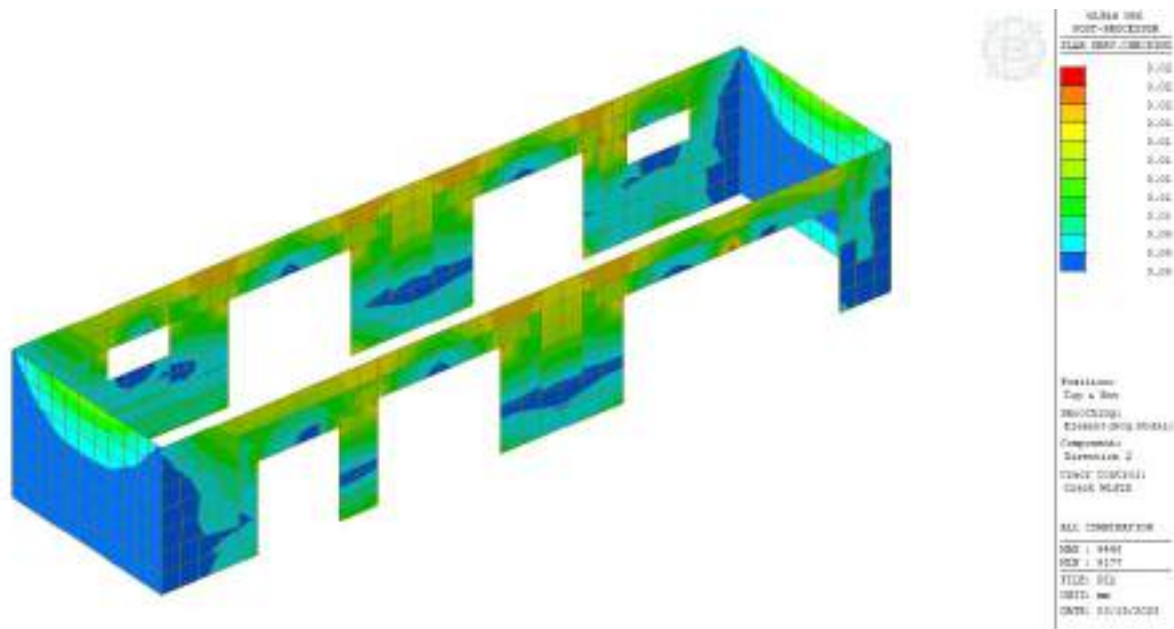


Valori apertura fessure SLE Dir. X





Valori apertura fessure SLE Dir. Y

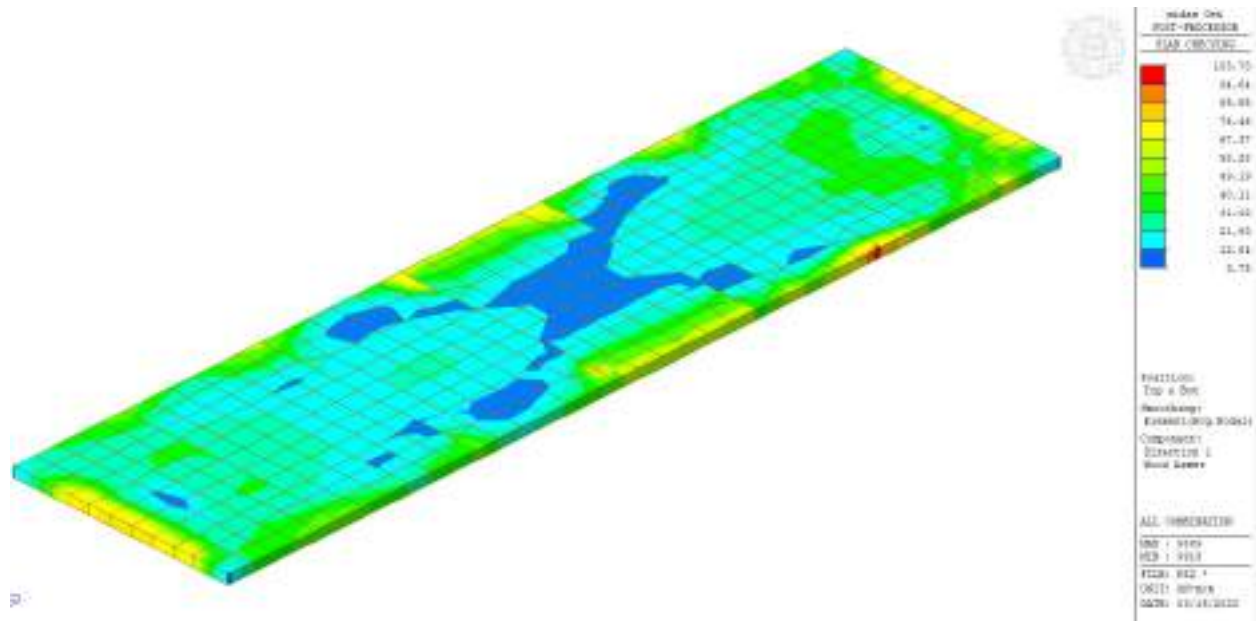


**Solaio di copertura**

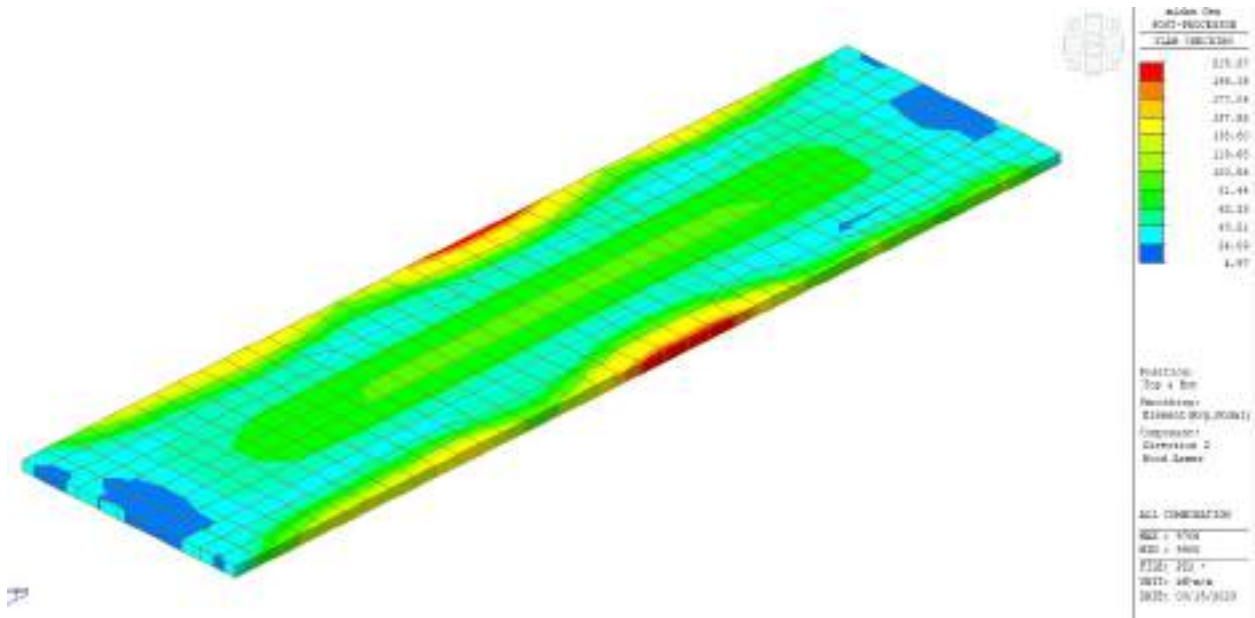
**Diagrammi delle sollecitazioni**

Si riportano di seguito le mappe delle sollecitazioni per il solaio di copertura.

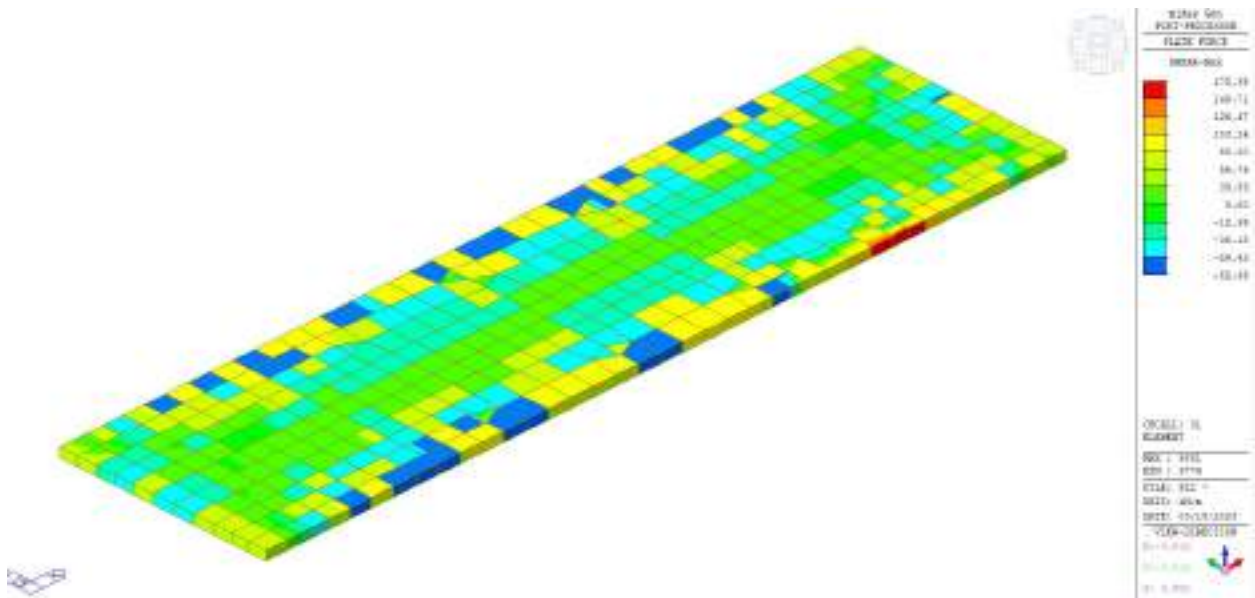
Inviluppo momento flettente SLU-SLV orizzontale Mxx



Inviluppo momento flettente SLU-SLV verticale Myy



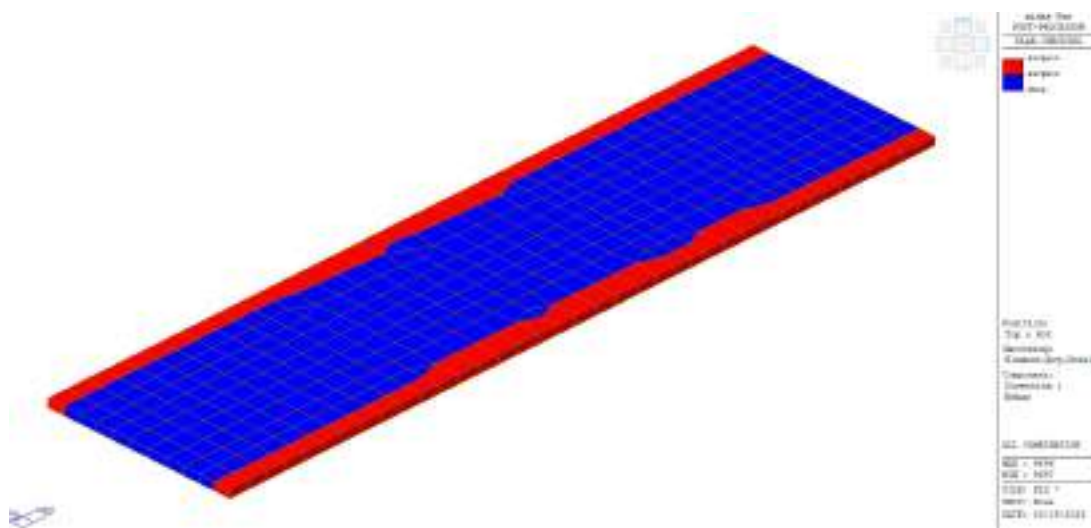
Inviluppo taglio SLU-SLV  $V_{MAX}$



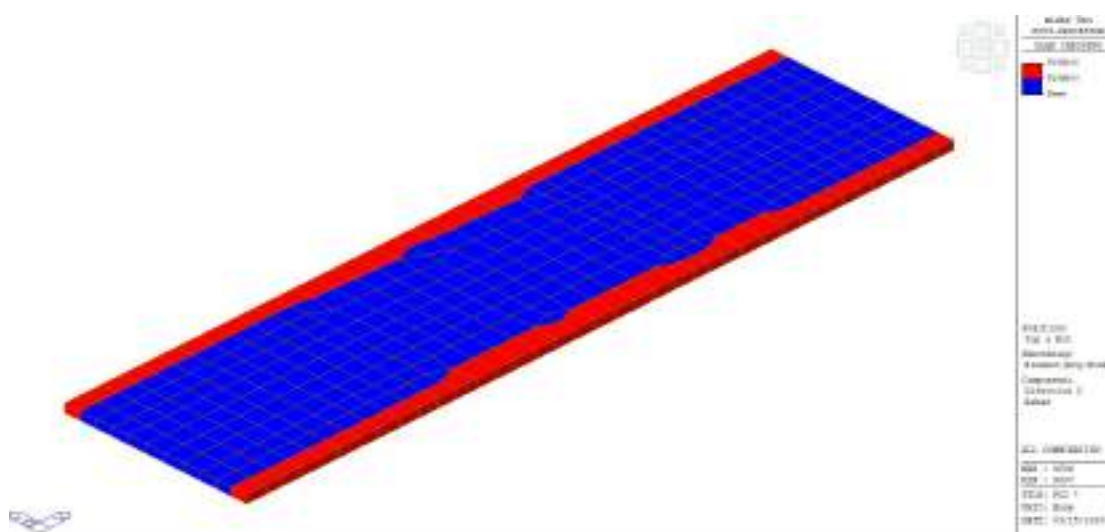
**Verifiche**

Si riportano di seguito le armature nelle due direzioni derivanti dal dimensionamento strutturale ed i relativi coefficienti di sicurezza (nelle aree blu  $\phi 18/20 + \phi 18/20$  Sopra/Sotto Dir.X  $\phi 18/20 + \phi 18/20$  Sopra/Sotto Dir.Y, nelle aree rosse  $\phi 18/10 + \phi 18/10$  Sopra/Sotto Dir.X  $\phi 18/10 + \phi 18/10$  Sopra/Sotto Dir.Y).

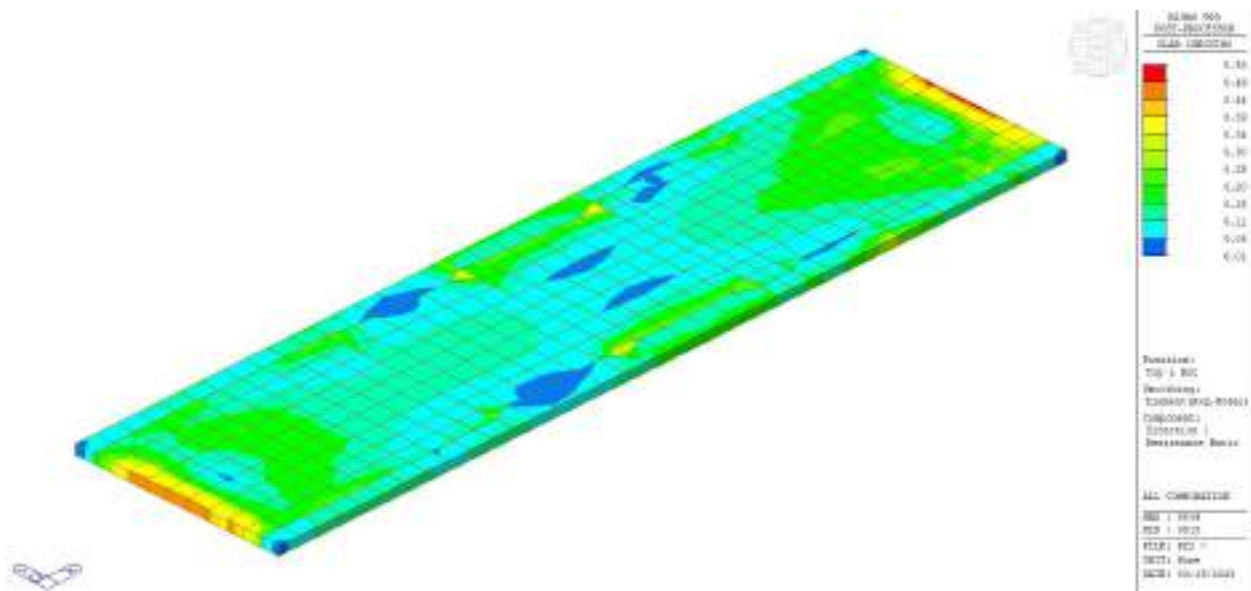
Armatura Dir. X



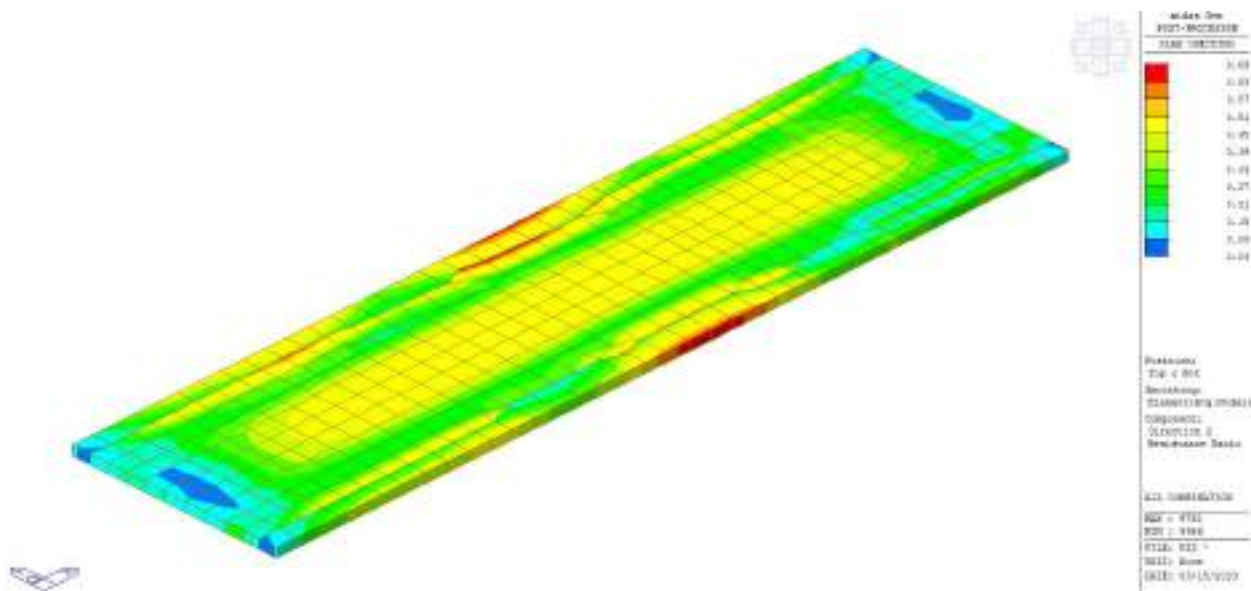
Armatura Dir. Y



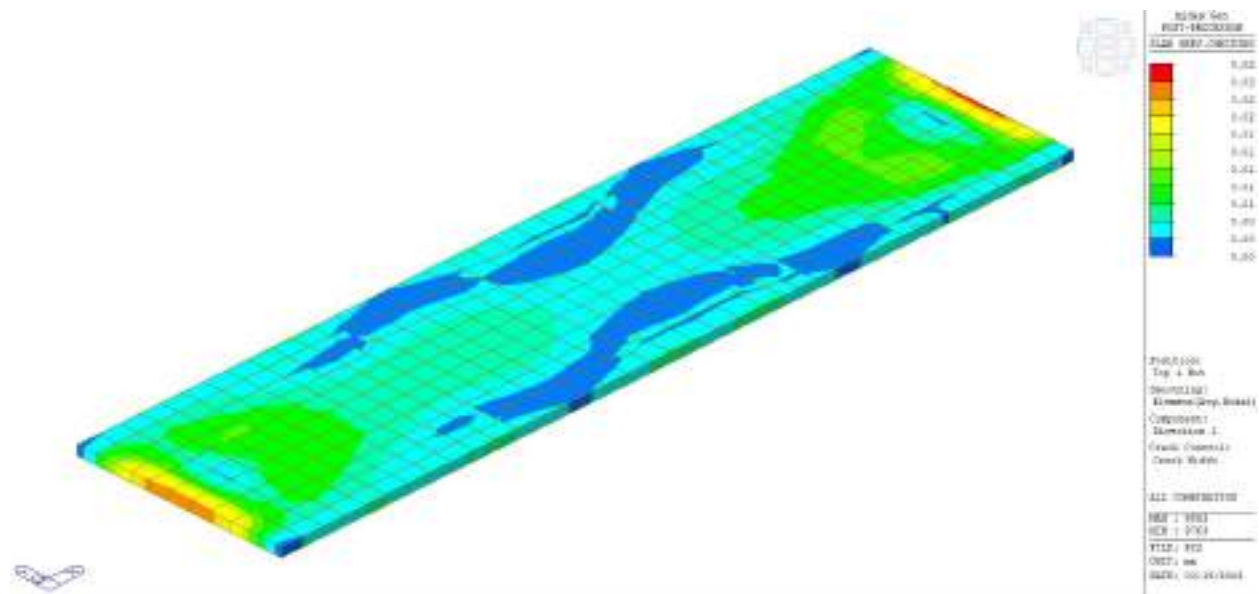
Inviluppo coefficiente di sicurezza a flessione SLU-SLV Dir. X



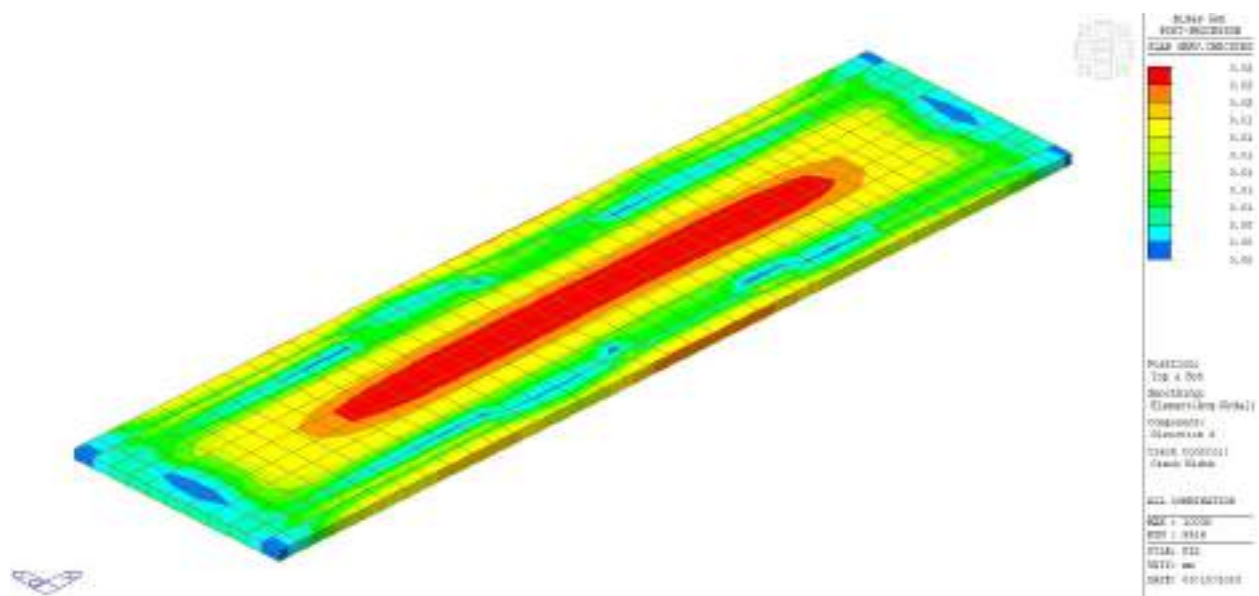
Inviluppo coefficiente di sicurezza a flessione SLU-SLV Dir. Y



Valori apertura fessure SLE Dir. X



Valori apertura fessure SLE Dir. Y



## 6.9 Riepilogo incidenze

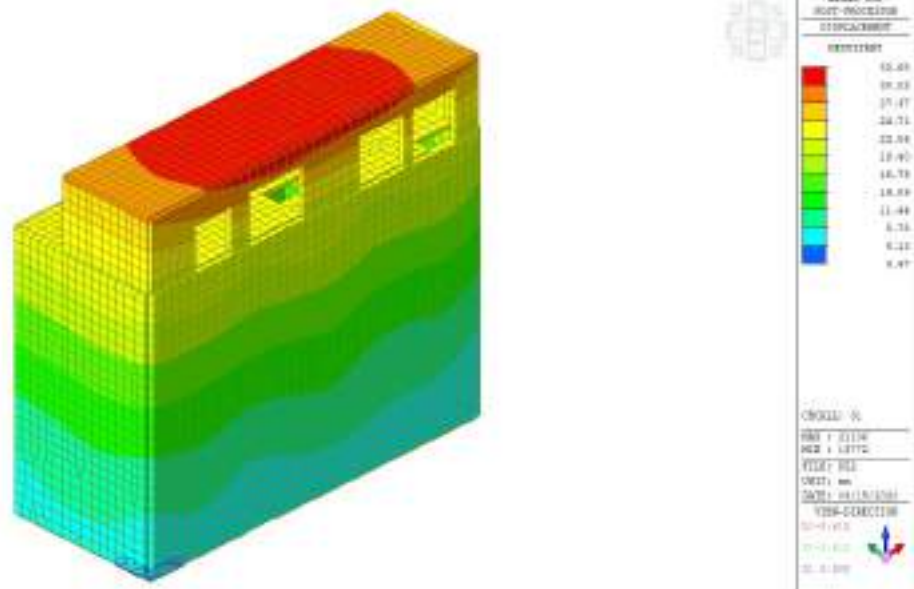
Si riporta di seguito un riepilogo delle incidenze per i vari elementi strutturali:

<b>MANUFATTO PZ2</b>		
<b>ELEMENTO</b>	<b>spessore (m)</b>	<b>incidenza (kg/m<sup>3</sup>)</b>
PLATEA	1	200
SETTI PERIMETRALI INTERRATI	1	150
SETTI INTERNI INTERRATI	0.6	120
SETTI INTERNI INTERRATI	0.5	110
SOLAI INTERRATI	0.4	120
SETTI PERIMETRALI FUORI TERRA	0.6	170
SOLAIO QUOTA P.C.	0.4	200
COPERTURA	0.4	130

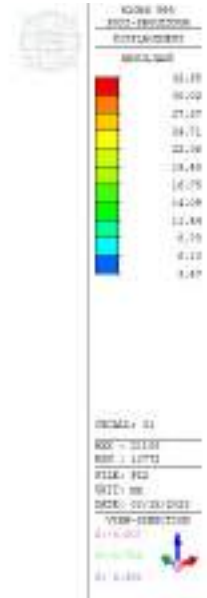
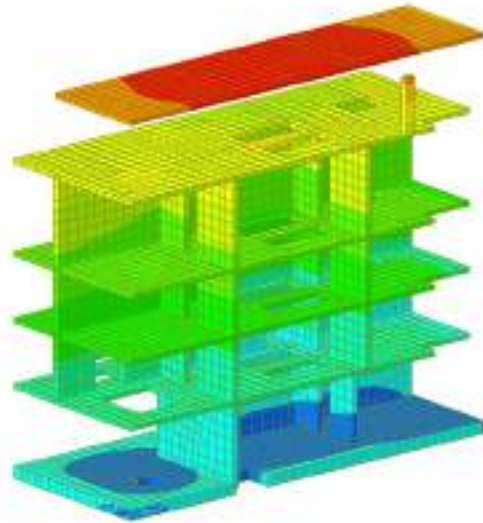
## 6.10 Deformate

Si riportano di seguito alcune rappresentazioni delle configurazioni deformate nelle condizioni più significative.

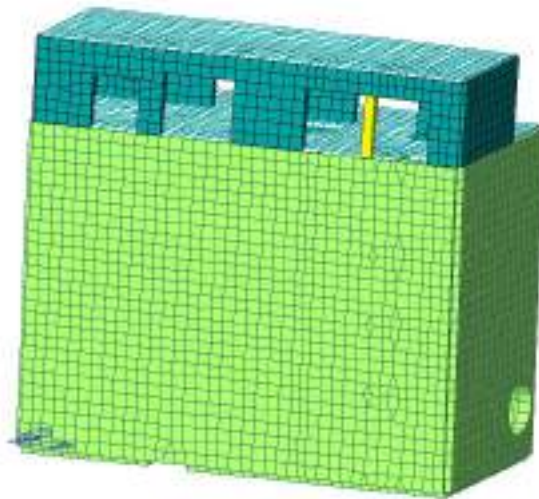
Spostamenti DXYZ per inviluppo SLU-SLV

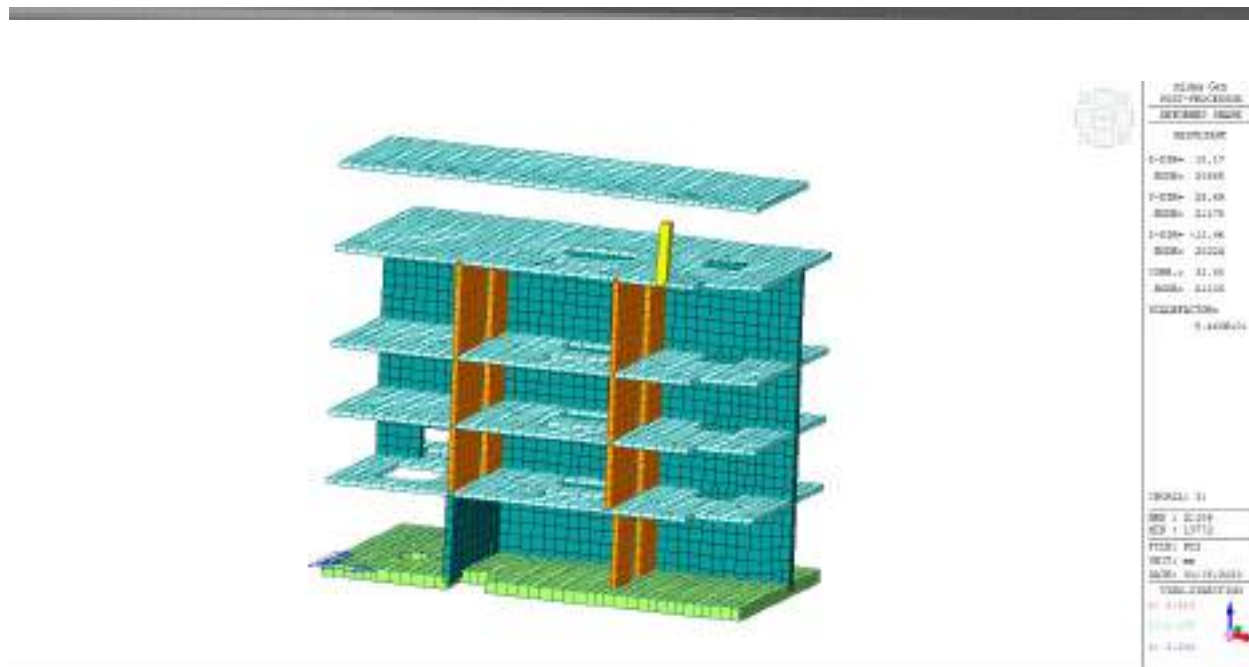






Deformata per inviluppo SLU-SLV





A favore di sicurezza sono stati considerati gli spostamenti ottenuti allo SLV e non allo SLO. Si rileva comunque che nelle porzioni del manufatto interessate dalla presenza di condotte e impianti, il massimo spostamento è inferiore a 3 cm, compatibile con la funzionalità dell’opera.

### **6.11 Verifica della fondazione**

Si riporta di seguito un rapido confronto tra l’incremento di carico dato dall’edificio e il peso del terreno asportato.

La risultante del peso proprio e dei carichi verticali è stata estratta dal modello di calcolo:

SUMMATION OF REACTION FORCES PRINTOUT						
Load	FX (kN)	FY (kN)	FZ (kN)			
G1 p.p.	-0.000000	0.000000	123177.851447			
G2 perm	0.000000	0.000000	31247.502579			
neve	0.000000	0.000000	275.675400			
manutenz	0.000000	0.000000	510.510000			
Qk folla c	0.000000	0.000000	4524.480000			
mezzi di	0.000000	0.000000	5733.800000			
impianti	0.000000	0.000000	1891.460000			
peso acq	0.000000	0.000000	6324.952337			

L’incremento di carico dato dal manufatto è quindi pari a circa 173690 kN.

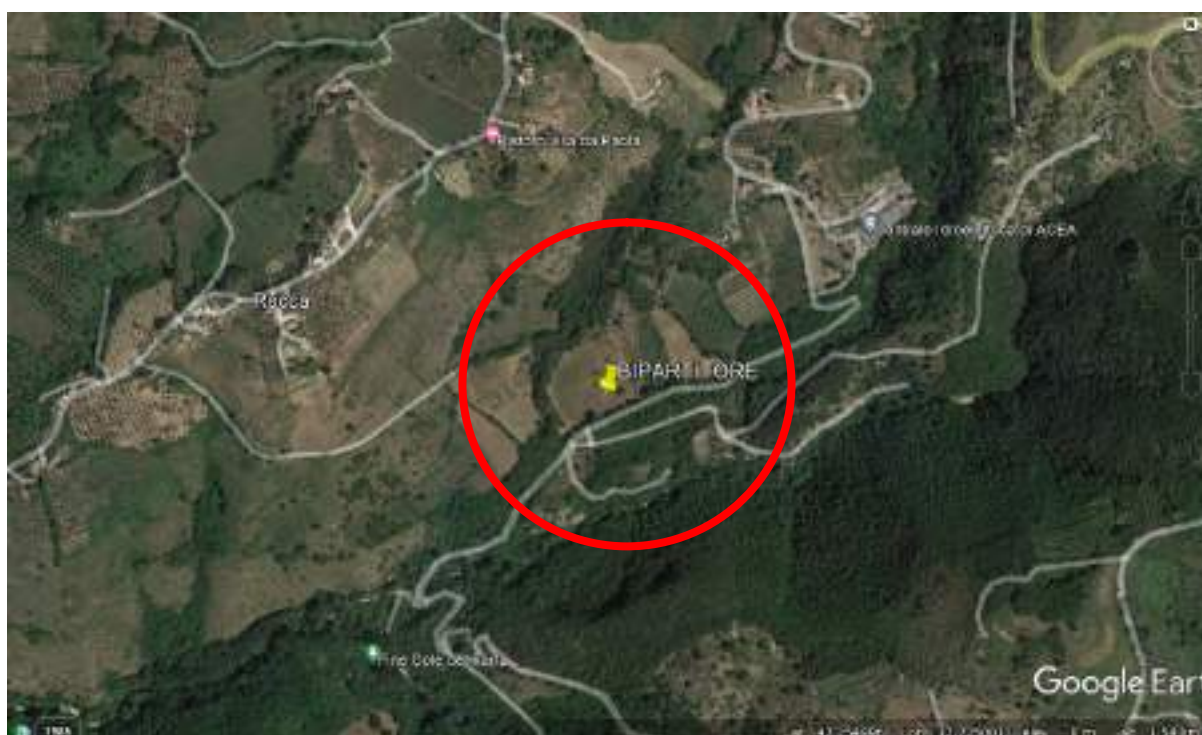
Il peso del terreno rimosso è invece circa pari a:

$$(36.7 \cdot 15.3 \cdot 26.05) \cdot 18 \approx 14627 \cdot 18 \approx 263286 \text{ kN}$$

Si parla in questo caso di fondazione compensata poiché si compensa l’incremento di carico dato dall’edificio con il peso del terreno rimosso. Si omettono pertanto le verifiche geotecniche, sia a carico limite che dei cedimenti.

## **7 MANUFATTO BIPARTITORE**

Il seguente capitolo, facente parte del Progetto Definitivo (PD) relativo al Nuovo Tronco Superiore dell’Acquedotto del Peschiera (dalle Sorgenti alla centrale di Salisano), ha come oggetto la progettazione strutturale del Nuovo Manufatto BIPARTITORE. L’area di studio della nuova opera ricade nel territorio della Provincia di Rieti interessando il comune di Salisano.



**Figura 7-1 – Ubicazione del Manufatto BIPARTITORE**

### **7.1 Software di calcolo**

Per la modellazione, le analisi e le verifiche svolte sul manufatto in oggetto, sono stati utilizzati, oltre a fogli di calcolo excel, i seguenti software di calcolo:

- 3- Midas Gen 2021 versione 3.1 della MIDAS Information Technology Co.,Ltd.  
per l’analisi di strutture complesse in qualsiasi materiale:



**Figura 7-2 – Licenza Midas Gen 2021**

## **7.2 Inquadramento geotecnico**

I risultati delle indagini geognostiche e geofisiche, unitamente ai rilievi geomeccanici e geostrutturali di campo, alle prove di laboratorio ed ai dati geologici pregressi e disponibili circa l’assetto litostratigrafico delle aree di indagine, hanno consentito la definizione dei parametri geotecnici delle unità litotecniche incontrate, ciascuna delle quali è costituita da terreni con un simile comportamento geotecnico, geomeccanico e sismico.

Ciascuna unità litotecnica è stata definita analizzando in maniera congiunta inoltre i risultati delle prove geofisiche effettuate, definendo differenti range di valori di velocità delle onde S (derivate da prospezioni MASW e Down-Hole), ciascuna associata ad un’unità litotecnica.

Infine, per tutta la lunghezza del tracciato di progetto è stato definito il modello geologico-tecnico e sismo-stratigrafico di riferimento, attribuendo ad ogni unità litotecnica i parametri medi. Nel caso in cui alle profondità di interesse fossero

**ACEA ENGINEERING LABORATORIES RESEARCH INNOVATION SPA**

disponibili risultati ottenuti da prove di laboratorio geotecnico o in situ e dalle prospezioni sismiche (MASW, HVSR e Down-Hole), si sono utilizzati tali valori puntuali per la parametrizzazione geotecnica e sismo-stratigrafica dell'unità litotecnica.

Di seguito la parametrizzazione fisico-meccanica e sismica caratteristica delle unità litotecniche riconosciute:

UNITÀ MESOZOICHE		Quadro di sintesi del rilevamento geomeccanico effettuato. I valori sono la media dei singoli valori ottenuti dalle stazioni geomeccaniche								
Unità litotecnica	Descrizione	n° stazioni	$\gamma_s$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\sigma'_v$ (MPa)	$f_c$ (MPa)	RMR	GSI	$c'$ (MPa)	$\phi'$ (°)	$E_m$ (MPa)
SEZ	Calcari marini e marne calcaree di colore grigio e marrone	6	26,0	82,90	4,61	H (51,16)	45	3,67	27	9421
SAH (+POD)	Calcari calcareo-arenacei	7	26,0	74,02	4,14	H (51,83)	49	3,59	28	10363
SBH	Calcari e calcari marini di colore bianco	7	25,8	85,10	4,73	H (51,42)	51	3,91	28	9836
SAA	Calcari calcareo, calcari marini e marne di colore rosa, arancione e nocciola	3	25,9	75,21	4,18	H (53,33)	48	3,14	27	6015
SBH	Calcari calcareo, calcari marini e marne di colore grigio	2	26,3	105,85 *	5,86 *	H (51,00)	28	3,07	24	1348
SAH	Calcari calcareo, calcari marini e marne di colore grigio	1	25,7	101,40 *	5,63 *	H (48,00)	25	2,78	20	1050

\* Parametri geomeccanici ottenuti dalle prove in laboratorio condotte sulla formazione che precede ultimamente, in questo riferiti alla sua composizione attuale

<b>K<sub>11</sub></b> Litologia: MHI GSI: 55 RMR: 50 (H) nr: 12	<b>K<sub>20</sub></b> Litologia: MHI GSI: 50 RMR: 51 (H) nr: 11	<b>K<sub>18</sub></b> Litologia: MHI GSI: 48 RMR: 53 (H) nr: 7,2	<b>K<sub>27</sub></b> Litologia: MHI GSI: 60 RMR: 60 (H) nr: 6,8	<b>K<sub>31</sub></b> Litologia: FHC GSI: 50 RMR: 48 (H) nr: 15	<b>K<sub>17</sub></b> Litologia: MHI GSI: 55 RMR: 49 (H) nr: 10,4	<b>K<sub>23</sub></b> Litologia: MHI GSI: 25 RMR: 41 (H) nr: 22,5	<b>K<sub>28</sub></b> Litologia: MHI GSI: 25 RMR: 43 (H) nr: 14	<b>K<sub>29</sub></b> Litologia: MHI GSI: 45 RMR: 51 (H) nr: 14,5	<b>K<sub>15</sub></b> Litologia: MHI GSI: 55 RMR: 50 (H) nr: 12,8	<b>K<sub>27</sub></b> Litologia: MHI GSI: 50 RMR: 50 (H) nr: 13,0
---	---	--	--	---	---	---	---	---	---	---

DEPOSITI E COPERTURE QUATERNARI		dati in situ da prove SPT				dati in situ da prove geotecniche			dati in situ da prove di laboratorio						
Unità litotecnica	Descrizione	n° prove	$\gamma_s$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\phi'$ (°)	$E_{sp}$ (kPa)	n° prove	$E_{sp}$ (kPa)	$\phi'$ (°)	$E_{sp}$ (kPa)	n° prove	$\gamma_s$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\phi'$ (°)	$\sigma'_v$ (MPa)	$f_c$ (MPa)	$E_m$ (MPa)
M1 (Sabbie e ghiaie)	Sabbie e ghiaie con ciottoli fino a 20 mm	9	21	—	4	—	—	—	—	9	20-26	1-10	0,1	0,1	11
M2 (Sabbie e ghiaie)	Sabbie e ghiaie con ciottoli fino a 20 mm	20	—	—	11	—	—	—	—	9	20-23	7-11	0,1	0,1	10,4
M3 (Sabbie e ghiaie)	Sabbie e ghiaie con ciottoli fino a 20 mm	12	—	—	11	—	—	—	—	12	17-21	1-6	0,1	0,1	8,3
M4 (Sabbie e ghiaie)	Sabbie e ghiaie con ciottoli fino a 20 mm	8	—	—	10	—	—	—	—	8	16-21	1-4	0,1	0,1	10
M5 (Sabbie e ghiaie)	Sabbie e ghiaie con ciottoli fino a 20 mm	17	—	—	11	—	—	—	—	5	17-21	1-10	0,1	0,1	4,5
M6 (Sabbie e ghiaie)	Sabbie e ghiaie con ciottoli fino a 20 mm	12	—	—	11	—	—	—	—	4	17-18	1-6	0,1	0,1	7,1
M7 (Sabbie e ghiaie)	Sabbie e ghiaie con ciottoli fino a 20 mm	7	—	—	8	—	—	—	—	7	—	—	—	—	—
M8 (Sabbie e ghiaie)	Sabbie e ghiaie con ciottoli fino a 20 mm	7	—	—	7	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—
M9 (Sabbie e ghiaie)	Sabbie e ghiaie con ciottoli fino a 20 mm	12	—	—	11	—	—	—	—	8	17-21	—	—	—	—

**NUOVO MANUFATTO BIPARTITORE (SALISANO)**

Profondità (m da p.c.)	Unità Litotecnica	$\gamma_n$ (kN/m <sup>3</sup> )	Vs (m/s)
0.0 – 3.0	Terreno di riporto antropico costituito da clasti calcarei eterodimensionali	17.5	150
3.0 – 8.0	Brecce calcaree eterodimensionali con spigoli vivi, con scarsa matrice limosa	20.0	323
8.0 – 17.5	Alternanza di calcari da compatti a fratturati con tracce di ossidazione e livelli travertinosi	24.0	602
17.5 – 25.0		26.0	713
> 25.0		26.0	800

**Figura 7-3 – Relazione geologica – caratteristiche sismostratigrafiche del sito**

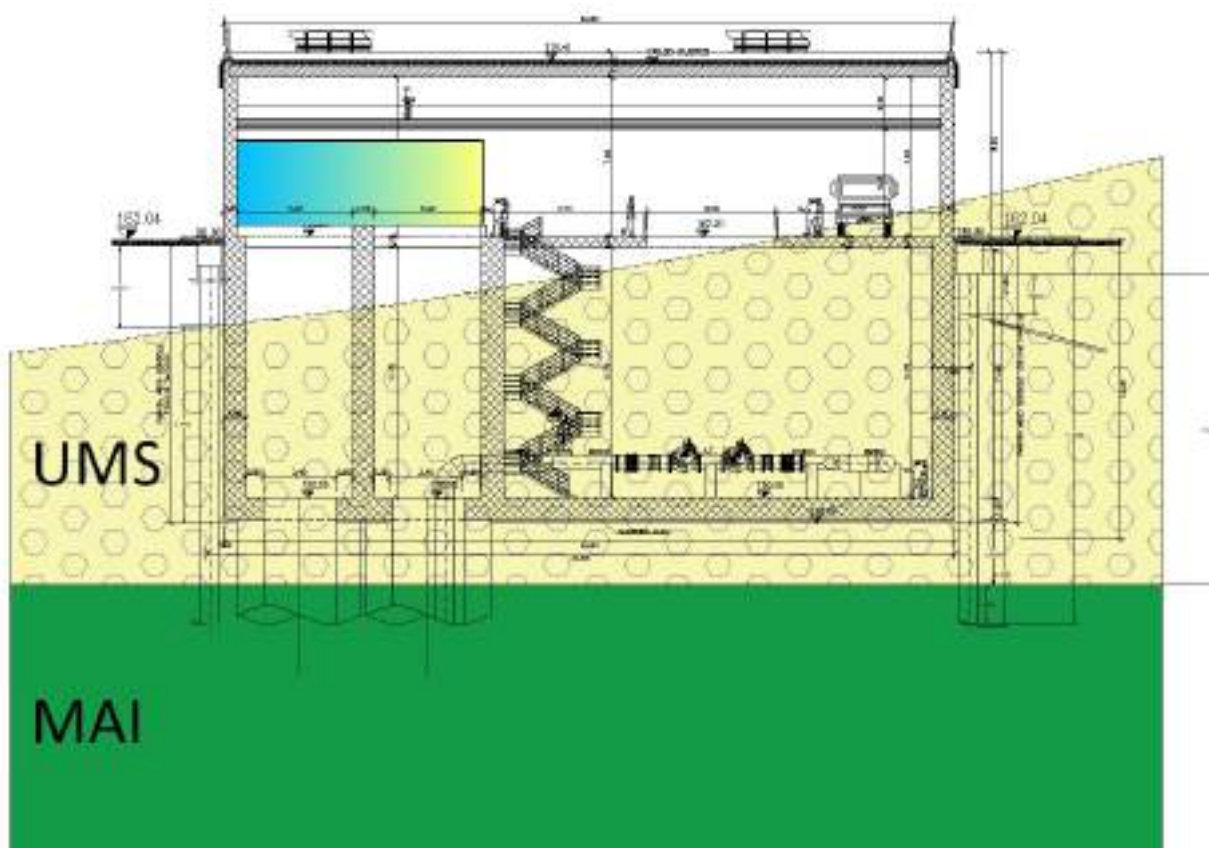
Si riporta di seguito la sezione stratigrafica utilizzata e successivamente i parametri geomeccanici di riferimento per il calcolo delle azioni del terreno sul manufatto e sulle paratie perimetrali.

### Unità UMS

DEPOSITI E COPERTURE QUATERNARIE		Valori medi da prove pressiometriche			Modulo $E_s$ statico da geosismica	
Unità litotecnica	Descrizione	n° prove	$E_p$ (MPa)	$\phi'_{crit}$ (°)	$E_s$ (MPa)	$\gamma_n$ (kN/m <sup>3</sup> )
UMS	Conglomerati clastosostenuti, con clasti arenacei, silicei e calcarei	1	113	41	102	20

### Unità MAI

UNITÀ MESOZOICHE		Quadro d' sintesi del rilevamento geomeccanico effettuato. I valori sono la media dei singoli valori ottenuti dalle stazioni geomeccaniche								
Unità litotecnica	Descrizione	n° stazioni	$\gamma_n$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\sigma_c$ (MPa)	$E_s$ (MPa)	RMR	GS	c (MPa)	$\phi'$ (°)	$E_m$ (MPa)
MAI (POB)	Calcari micitici ben stratificati	7	26.0	74.92	4.16	81 (51.82)	49	3.58	28	10361



**Figura 7-4 – Inserimento opera nella stratigrafia geologica di riferimento**

In merito alla falda, come evidenziato nella relazione geologica non è stata rilevata alle quote di interferenza con le opere.

### **7.3 Inquadramento sismico**

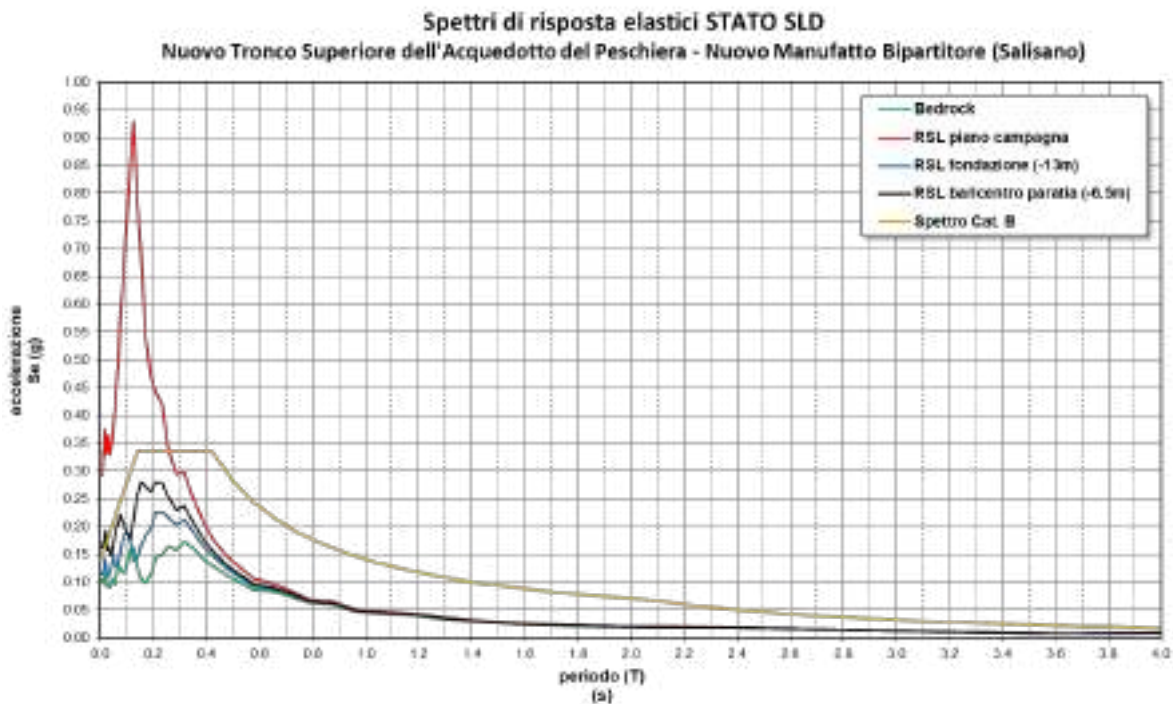
In riferimento al livello di prestazione rispetto alla durabilità si assume un valore di VN pari a 100 anni. Vista la rilevanza che l’opera assume e la sua strategicità, la stessa dovrà essere progettata in classe d’uso IV. Inoltre, è opportuno segnalare come l’assunto di opera strategica, e quindi aver assegnato una classe d’uso pari a IV, conferisce all’infrastruttura acquedottista una classe di affidabilità elevata.

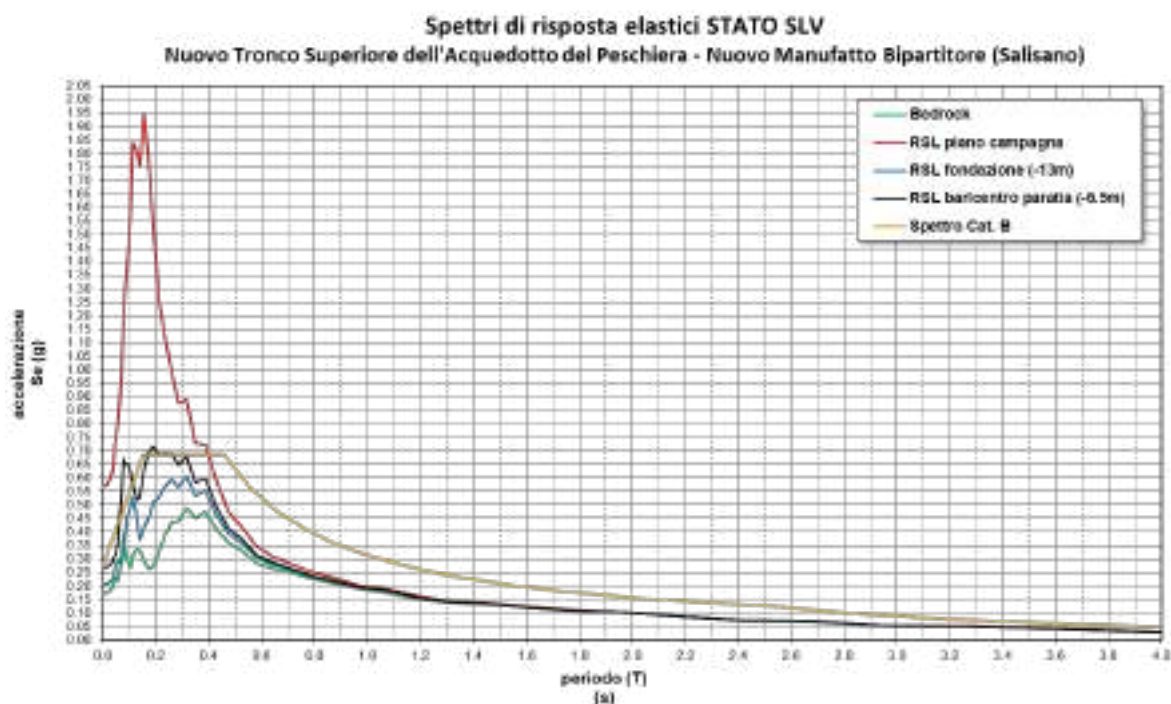


Per il manufatto Bipartitore sono stati considerati quindi i seguenti parametri sismici:

- Vita Nominale: 100 anni
- Classe d’uso: IV
- Zona Sismica Coordinate WGS84:  
 Long. Est – 12.73537 - Lat Est - 42.24989
- Categoria Suolo B
- Parametri indipendenti di pericolosità sismica
- Quota Zero sismico: 162.20m slm (Piano campagna)
- Spettri elastici

Per gli spettri elastici si è fatto riferimento a quanto riportato nella relazione geologica, in particolare agli studi specifici di risposta sismica locale, ed inseriti i valori degli spettri nel modello di calcolo:



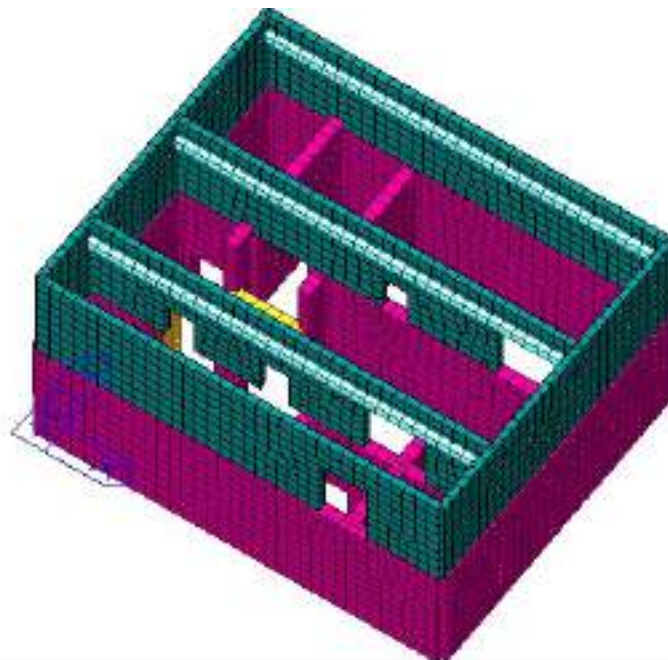


## 7.4 Schema di calcolo

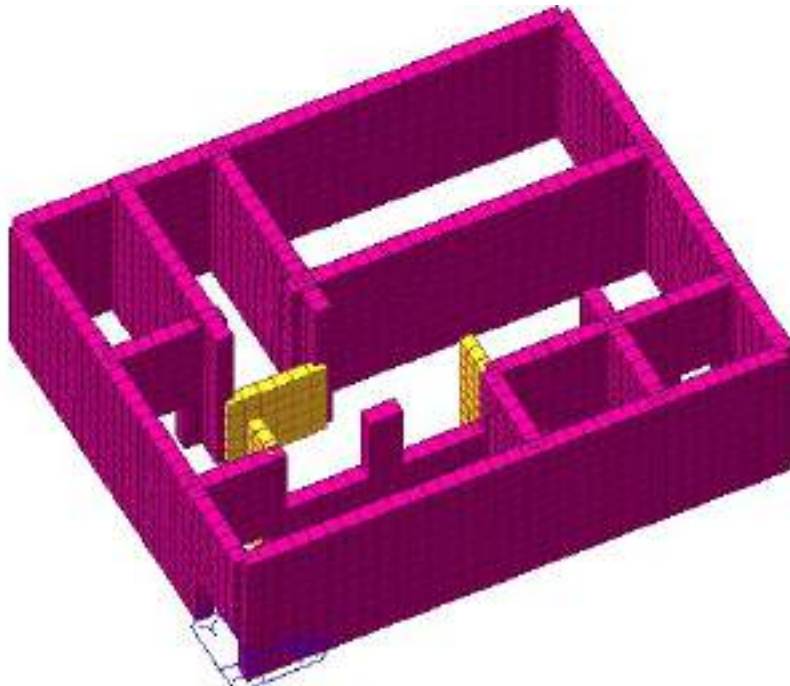
La struttura è stata modellata per mezzo del software ad elementi finiti Midas Gen mediante elementi di tipo shell. È stato realizzato un unico modello di calcolo, sia per la parte profonda che per quella fuori terra, modellando anche gli orizzontamenti con le relative aperture o fori. Di seguito il modello FEM della struttura:



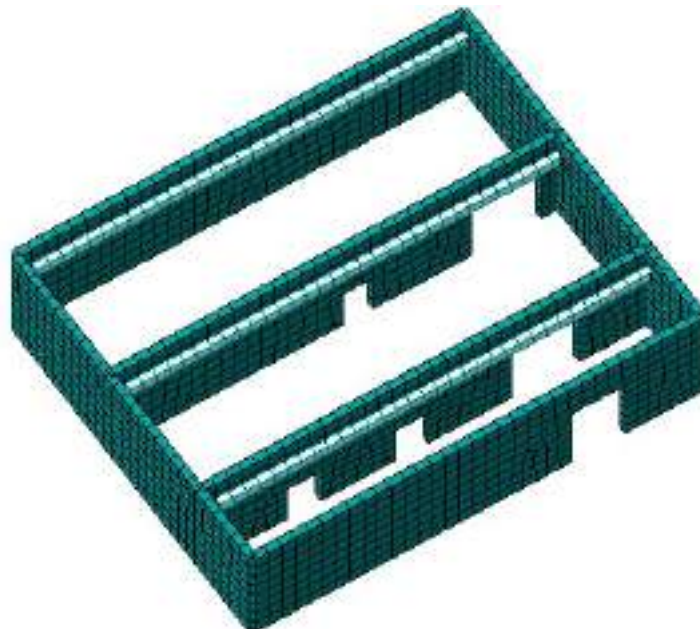
***Figura 7-5 – Bipartitore, lato di arrivo del microtunneling***



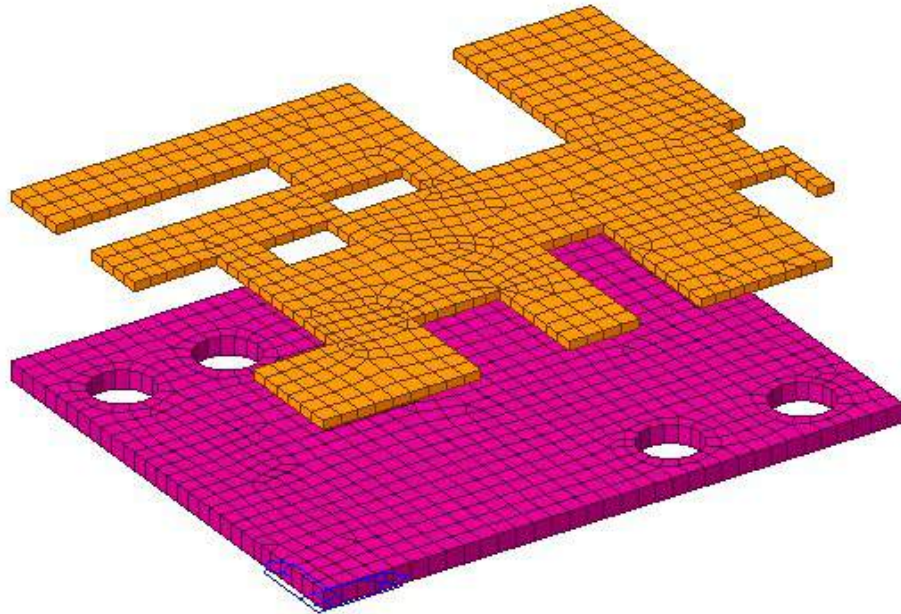
***Figura 7-6 – Bipartitore, lato apertura per accesso alla struttura***



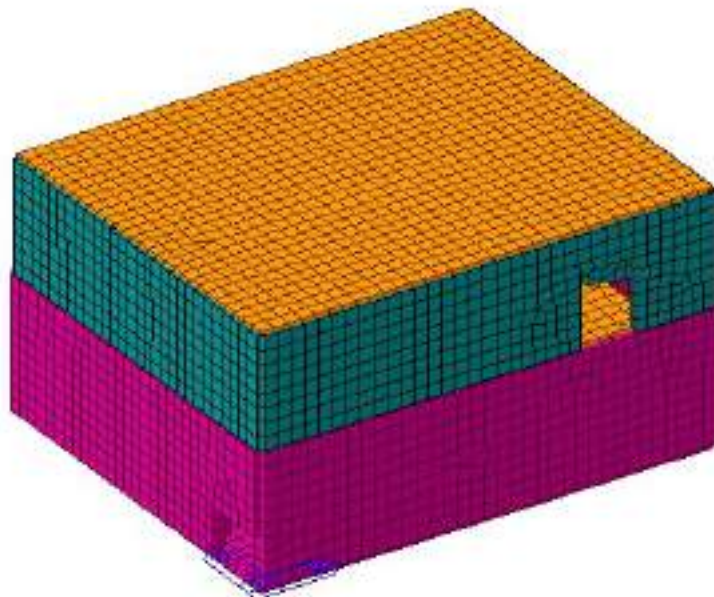
***Figura 7-7 – Bipartitore, vista delle camere di invaso e del locale pompe***



***Figura 7-8 – Bipartitore, vista setti fuori terra***



**Figura 7-9 – Bipartitore, platea e solaio intermedio**



**Figura 7-10 – Bipartitore, manufatto completo**

## 7.5 Valutazione della costante di sottofondo

Per l'analisi della costante di sottofondo si riporta di seguito il valore adottato avendo eseguito una preliminare valutazione con diverse formulazioni: Vesic (1961), Bowles, per quest'ultimo si considerino le formule:

$$k_s = A_s + B_s Z^n$$

$$A_s = C(cN_{c,s} + 0.5\gamma B N_{\gamma,s})$$

$$B_s Z^1 = C(\gamma N_{q,s,q}) Z^1$$

Per le molle da applicare in fondazione si avrà:

$\varphi'$ [°]	41	Angolo di resistenza a taglio
$c'$ [kPa]	0	Coesione
$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	20	Peso unità di volume terreno
C	40	Fattore di conversione
$N_c$	83.86	Fattore di capacità portante
$N_q$	73.90	Fattore di capacità portante
$N_\gamma$	95.05	Fattore di capacità portante
B [m]	28.3	Larghezza Fondazione
Z [m]	9.5	Profondità Fondazione
$A_s$ [kN/m <sup>3</sup> ]	1075994	Primo Contributo
$B_s \cdot Z$ [kN/m <sup>3</sup> ]	561616	Secondo Contributo
n	0.5	Fattore di profondità
$k_s$ [kN/m <sup>3</sup> ]	1076743	Rigidezza molla alla Winkler

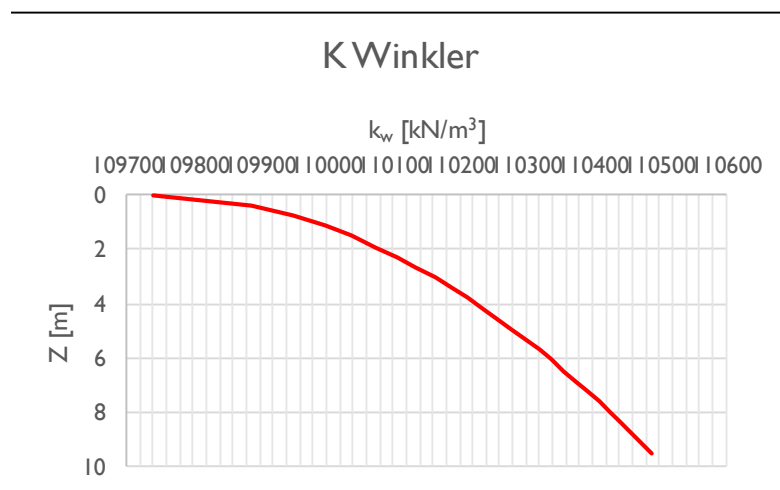
Nel software è stato considerato un valore di  $K_s = 1080000$  kN/m<sup>3</sup>.

Nella parte opposta rispetto al verso di applicazione dell'azione sismica si è tenuto conto della reazione offerta dal terreno mediante l'inserimento in corrispondenza delle pareti perimetrali interrato di molle del tipo "compression only"

opportunamente orientate in modo da produrre esclusivamente reazioni opposte al verso dello spostamento laterale della parete. Il valore della rigidezza a compressione dei tali molle è stato calcolato come sopra descritto.

Di seguito se ne riporta l’andamento con la profondità:

$\varphi'$ [°]	41	Angolo di resistenza a taglio
$c'$ [kPa]	0	Coesione
$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	20	Peso unità di volume terreno
C	40	Fattore di conversione
N <sub>c</sub>	83.86	Fattore di capacità portante
N <sub>q</sub>	73.90	Fattore di capacità portante
N <sub><math>\gamma</math></sub>	95.05	Fattore di capacità portante
H [m]	9.5	Altezza di scavo
L [m]	9.5	Lunghezza paratia



Nel software è stato considerato un valore costante medio di  $K_s = 110000 \text{ kN/m}^3$ .

## 7.6 Analisi dei carichi

Si riporta di seguito l'analisi dei carichi per la struttura.

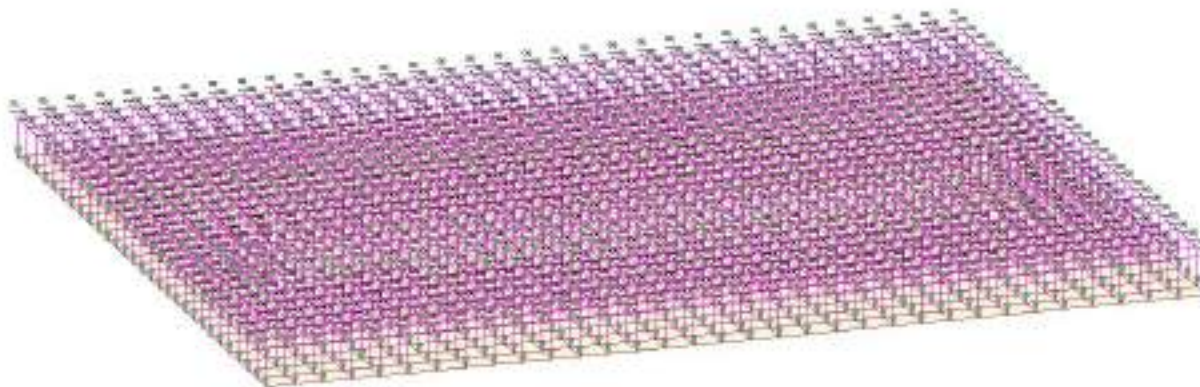
### 7.6.1 Peso proprio

Il peso proprio degli elementi principali della struttura, viene calcolato in automatico dal programma, una volta assegnata la geometria dei vari elementi strutturali con i relativi materiali costituenti ( $\gamma_{cls} = 25$  kN/m<sup>3</sup> peso specifico del c.a.).

### 7.6.2 Azioni solaio di copertura

#### Permanente portato

- Massetto pendenze:  $0.10 \times 14 = 1.40$  kN/m<sup>2</sup>
- Guaina: 0.40 kN/m<sup>2</sup>



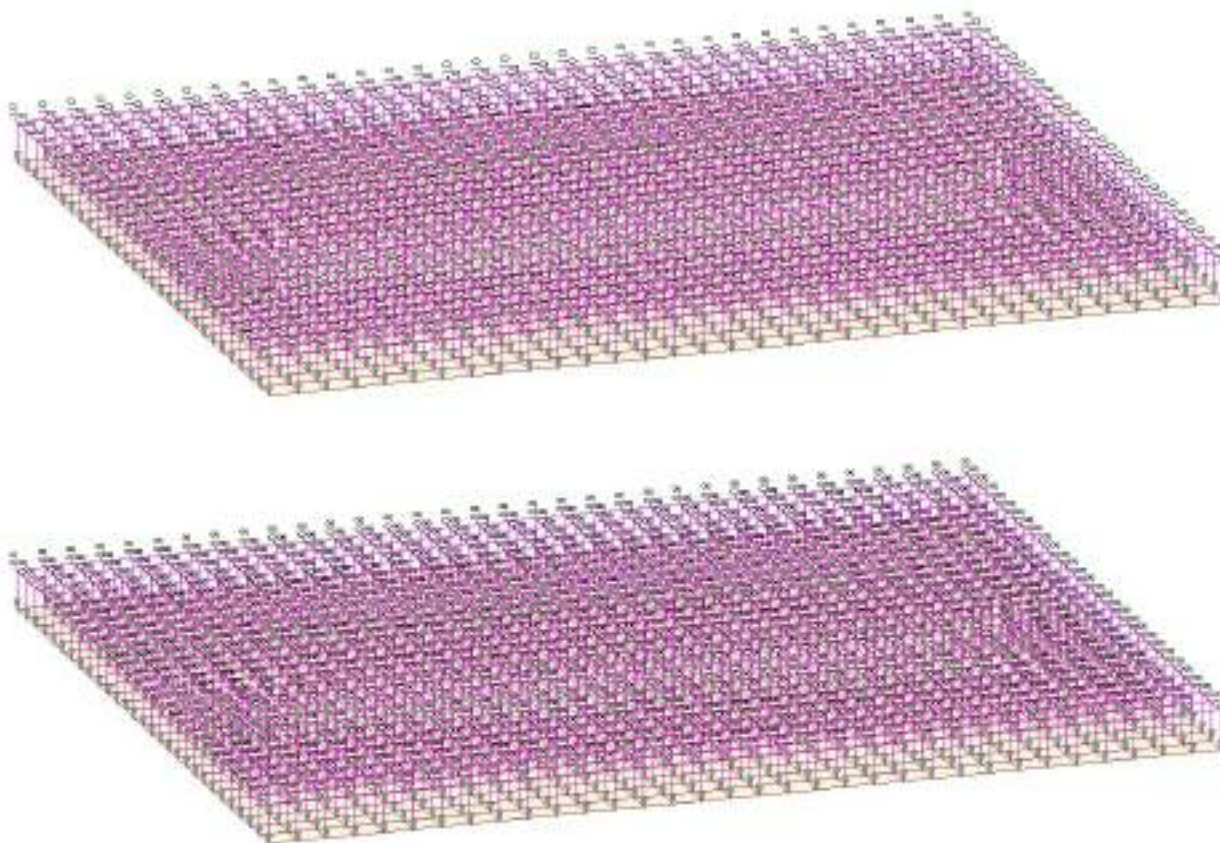
**Figura 7-11 – BIPARTITORE – Caso di carico "Permanente portato"**

#### Variabili

- Carico accidentale in copertura;  $Q_{k,1} = 1.00$  kN/m<sup>2</sup>
- Carico neve in copertura  $Q_{k,2} = 0.80$  kN/m<sup>2</sup>



DATI GENERALI DI STRUTTURA			
DATI DI CALCOLO PER AZIONE NEVE			
Zona Geografica	II	Coefficiente Termico	1.00
Altitudine sito s.l.m. (m)	180	Coefficiente di forma	0.80
Tipo di Esposizione	Normale	Coefficiente di esposizione	1.00
Carico di riferimento kN/m <sup>2</sup>	1.00	Carico neve di calcolo kN/m <sup>2</sup>	0.80
Il calcolo della neve e' effettuato in base al punto 3.4 del D.M. 2018 e relative modifiche e integrazioni riportate nella Circolare del 21/01/2019			



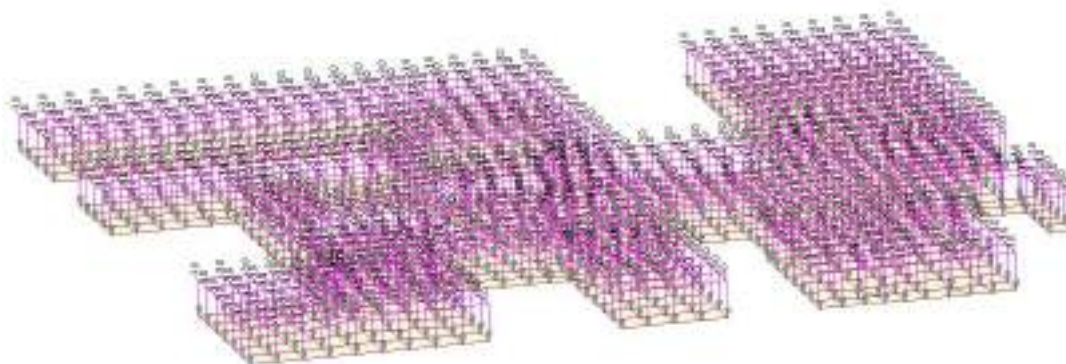
**Figura 7-12 – BIPARTITORE – Caso di carico “Manutenzione” e “Neve”**

### 7.6.3 Azioni solaio a quota piano campagna

Per il solaio a quota piano campagna è stata considerata un'area possibilmente sottoposta a carichi dovuti a mezzi di manutenzione ed al carico da folla:

#### Permanente portato

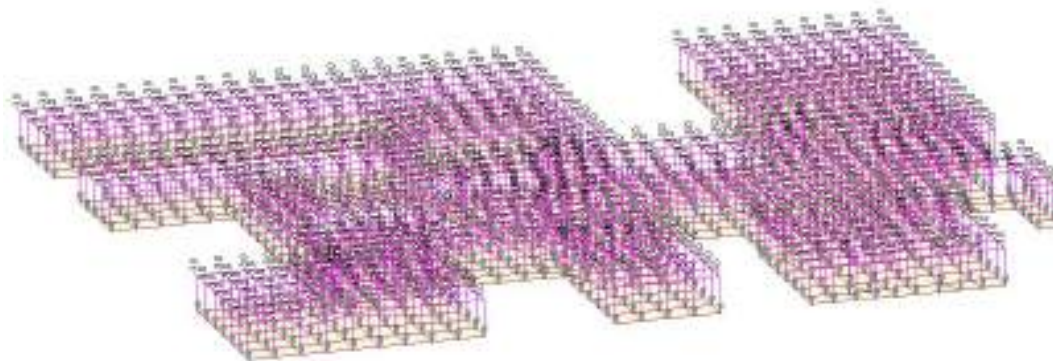
- G2k: 3.00 kN/m<sup>2</sup>



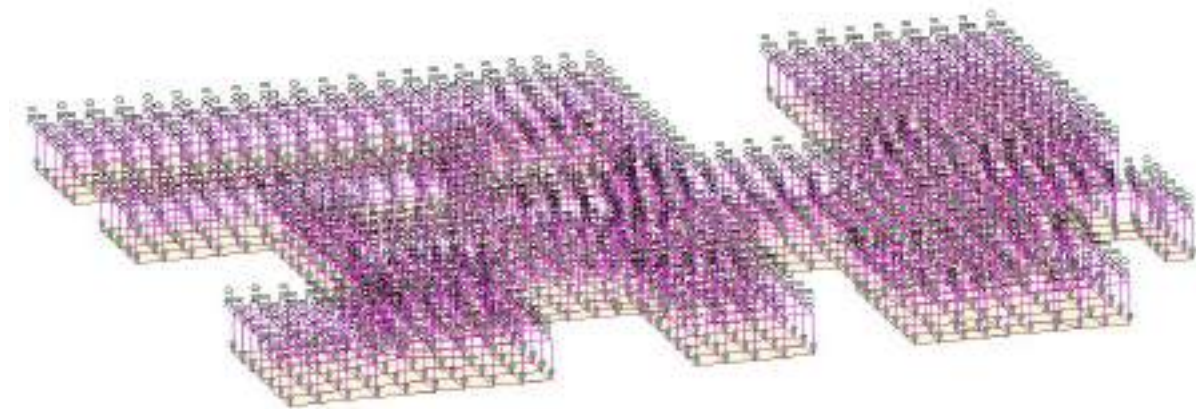
**Figura 7-13 – BIPARTITORE – Caso di carico "Permanente portato"**

#### Variabili

- Sovraccarico accidentale di categoria E:  $Q_{k,3} = 3.00$  kPa
- Sovraccarico accidentale mezzi di manutenzione  $Q_{k,4} = 20$  kPa



**Figura 7-14 – BIPARTITORE – Caso di carico "Qk Folla cat. E"**



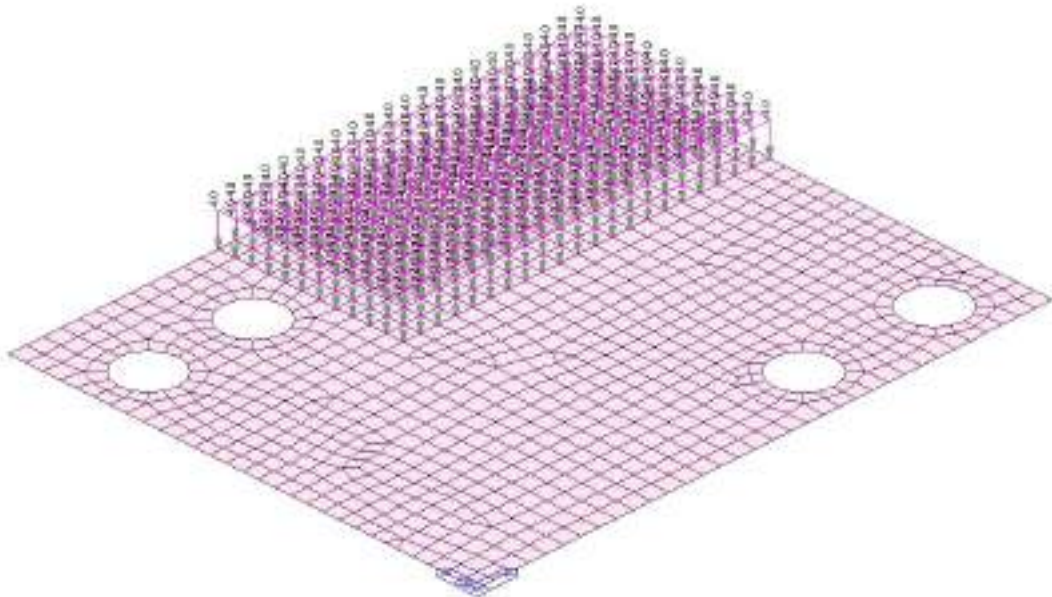
**Figura 7-15 – BIPARTITORE – Caso di carico “Mezzi di manutenzione  $Q_k=20kPa$ ”**

#### **7.6.4 Azioni platea di fondazione**

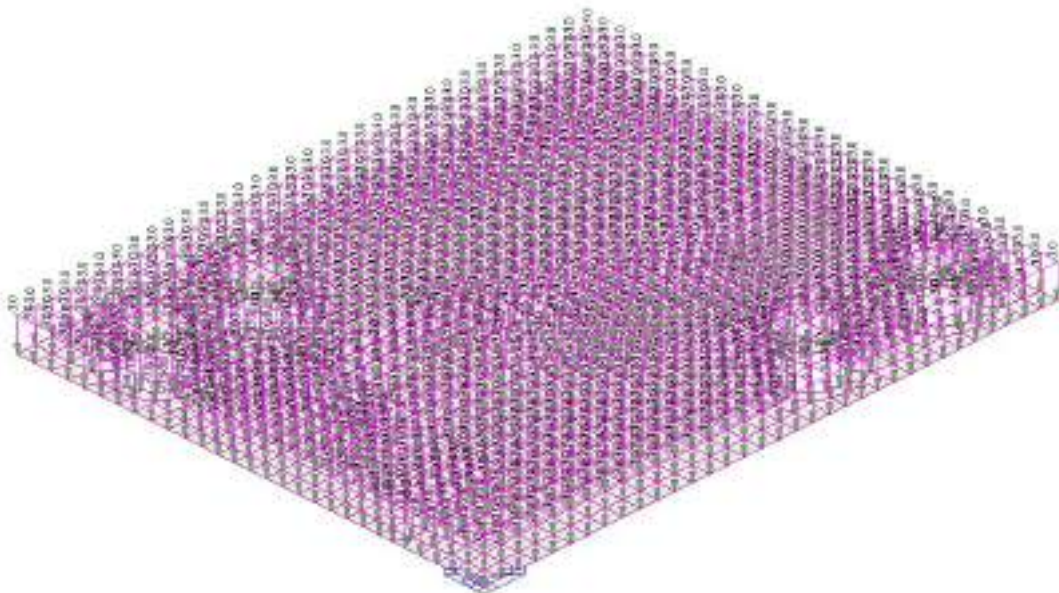
All’interno della camera di manovra si considera il peso degli impianti, mentre per tutta la superficie di fondazione si considera un peso permanente portato uniformemente distribuito  $G_2k$ :

- Impianti= 4.00 kPa
- Permanente portato=3.00 kPa

Sulla platea di fondazione agisce anche il peso dell’acqua di invaso, per la definizione del quale si rimanda ai paragrafi successivi.



**Figura 7-16 – BIPARTITORE – Caso di carico “impianti”**

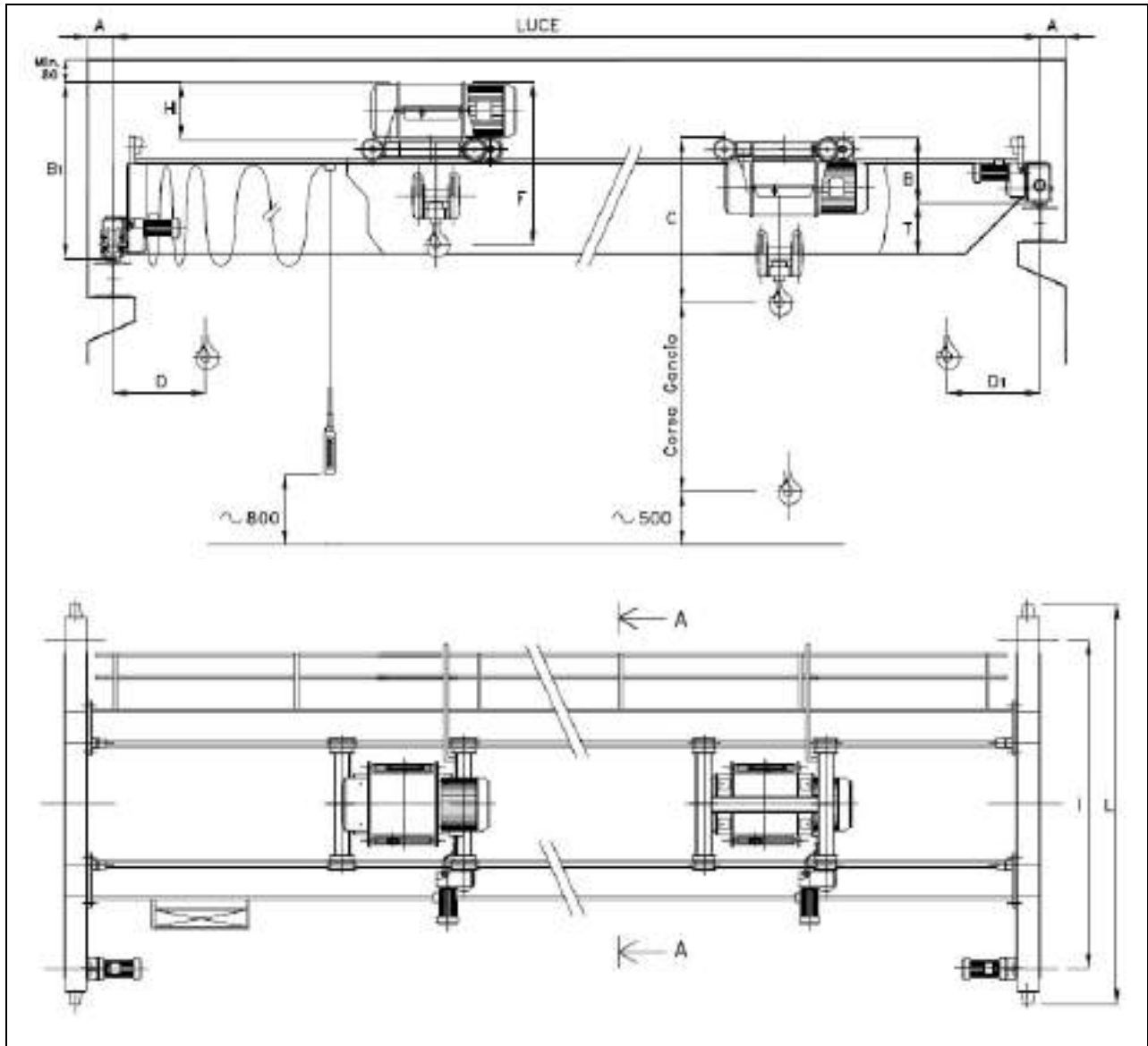


**Figura 7-17 – BIPARTITORE – Caso di carico “permanente portato”**

## 7.6.5 Carroponte

All’interno della frazione fuori terra, è prevista l’installazione di n°3 carroponti per la movimentazione degli organi di manovra. I carroponti considerati sono del tipo “INGOMBRI GRU A PONTE BITRAVE A CASSONE” con una portata massima di 6.3 t ed una luce di 10.00 e 5.00m. Si riporta di seguito una scheda tecnica dei carroponti considerati:

<b>INGOMBRI GRU A PONTE BITRAVE A CASSONE</b>															
<i>20-dic-07</i>															
<b>PORTATA GRU t 6.3</b>										Gruppo strutturale A4 FEM Vel. scorrimento 40/10 m/min Vel. traslazione 20/5 m/min					
<b>PARANCO OPE 316 4T 10 N - corsa gancio m 9.5 - vel. soll. m/min 4 / 1</b>															
LUCE	Peso	Pmax	Pmin	I	L	C	B	T	D	D1	A	B1	F	H	R
mm	(t) kg	daN	daN	mm	mm	mm	mm	mm	(") mm	(") mm	mm	mm	mm	mm	mm
5000	2080	3547	433	2500	3000	1200	560	80	1060	1180	140	970	1170	290	200
6000	2240	3591	466	2500	3000	1200	560	80	1060	1180	140	970	1170	290	200
7000	2400	3607	502	2500	3000	1200	560	80	1060	1180	140	970	1170	290	200
8000	2560	3904	540	2500	3000	1200	560	80	1060	1180	140	970	1170	290	200
9000	2720	3989	578	2500	3000	1200	560	80	1060	1180	140	970	1170	290	200
10000	3020	4104	656	2500	3000	1200	560	170	1060	1180	140	1060	1170	290	200
11000	3190	4178	700	2500	3000	1200	560	170	1060	1180	140	1060	1170	290	200
12000	3480	4280	777	2500	3000	1200	560	240	1060	1180	140	1130	1170	290	200
13000	3750	4370	846	2500	3000	1200	560	240	1060	1180	140	1130	1170	290	200
14000	4100	4484	941	2500	3000	1200	560	240	1060	1180	140	1130	1170	290	200
15000	4430	4585	1027	2500	3000	1200	560	300	1060	1180	140	1190	1170	290	200
16000	4700	4672	1099	2500	3000	1200	560	360	1060	1180	140	1250	1170	290	200



**Figura 7-18 – Estratto scheda tecnica carroponi**

Nel modello di calcolo il peso dei carroponi è stato applicato considerando le reazioni simmetriche che ciascun carropono fornisce nei due appoggi, mentre la presenza del carico da 6.3 t è stata simulata considerando le reazioni del carico stesso posizionato ove si è ritenuto che la sua presenza fosse maggiormente gravosa per la struttura. Sono stati quindi individuati e predisposti come casi di

ACEA ENGINEERING LABORATORIES RESEARCH INNOVATION SPA

---

carico gli scenari più significativi sia in termini di posizione dei carroponi che di posizione del carico portato dagli stessi.

Azioni per effetto del peso proprio del carroponi 6.3t L=10.00 m

$$V_A = V_B = 30.20 / 2 = 15.10 \text{ kN}$$

Azioni per effetto del peso proprio del carroponi 6.3t L=5.00 m

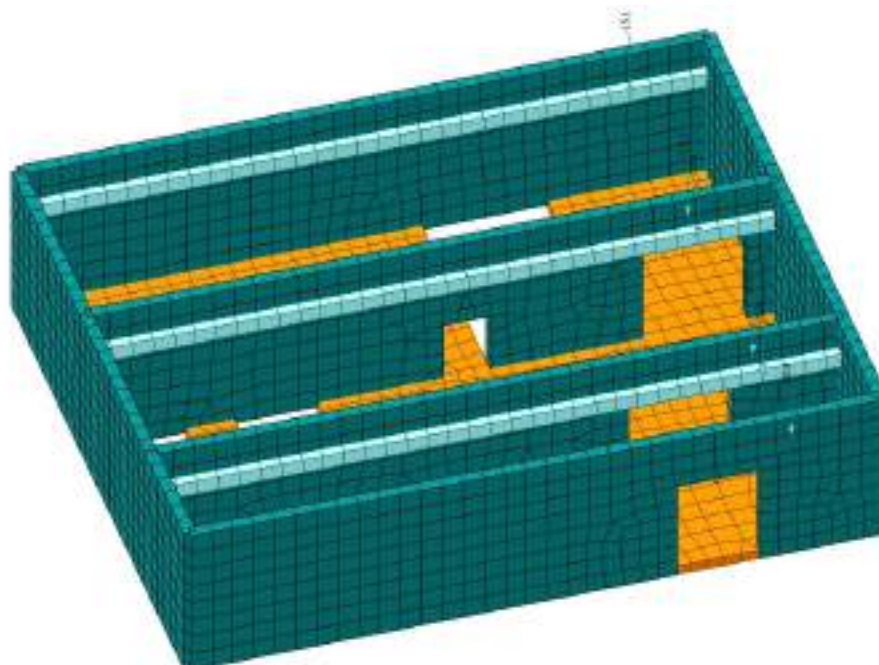
$$V_A = V_B = 20.8 / 2 = 10.4 \text{ kN}$$

Azioni per effetto del carico da 6.3t posizionato a un estremo del carroponi

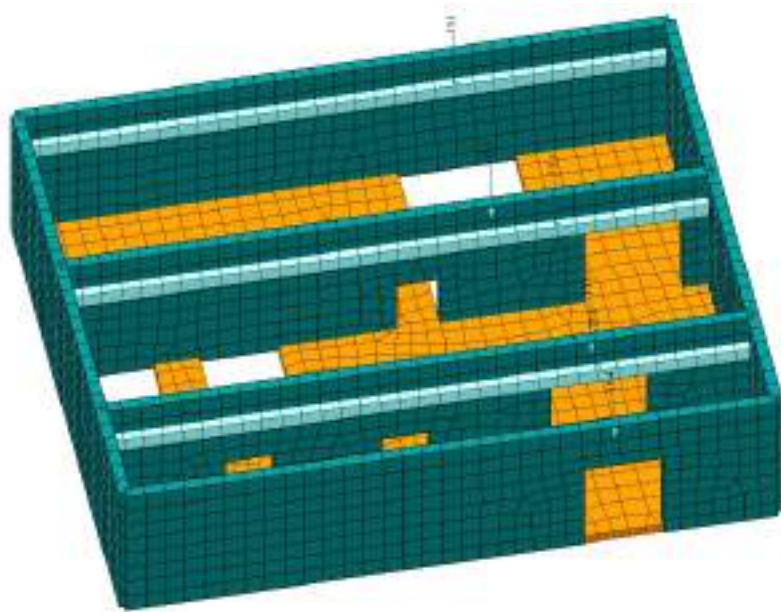
$$V_A = 63 \text{ kN}; V_B = 0 \text{ kN}$$

Azioni per effetto del carico da 6.3t posizionato nella mezzeria del carroponi

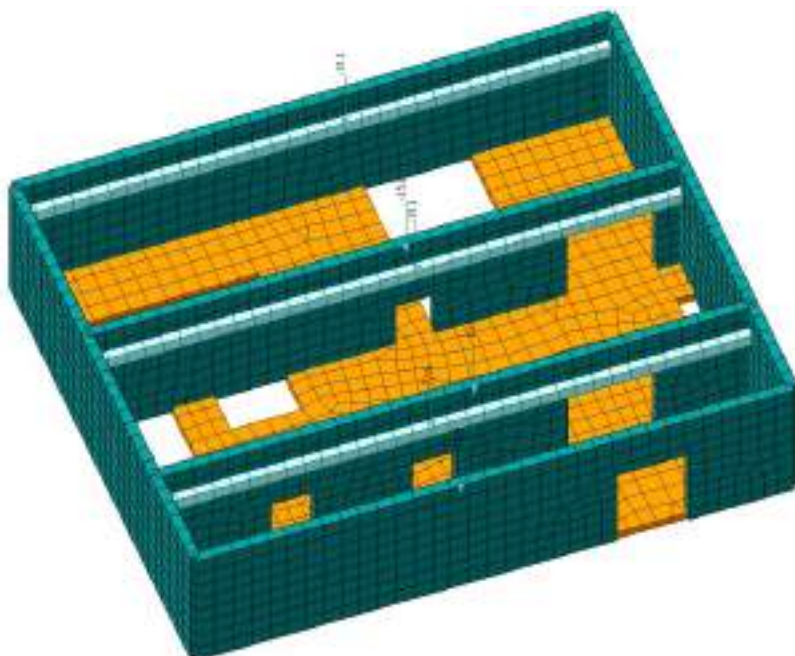
$$V_A = V_B = 63 / 2 = 31.50 \text{ kN}$$



**Figura 7-19 – BIPARTITORE – Caso di carico "p.p. carroponi scenario 1"**

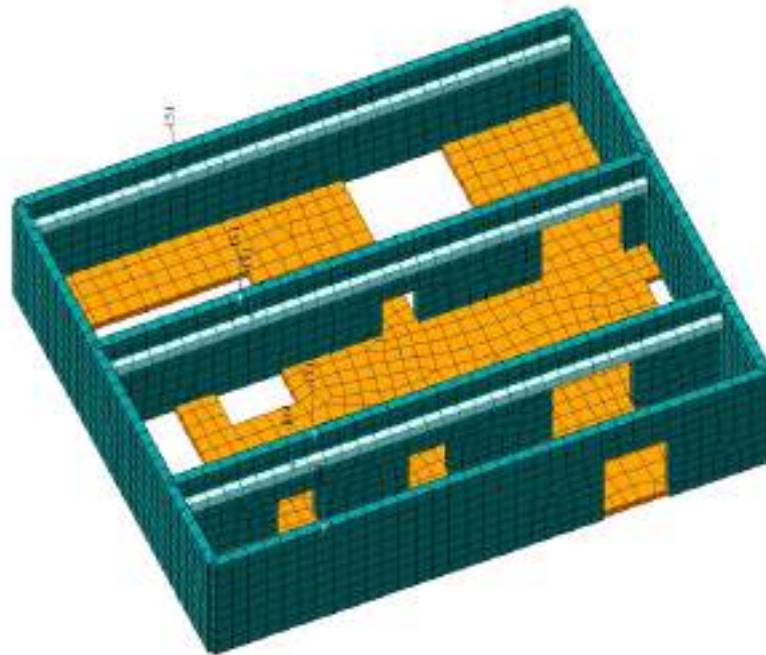


**Figura 7-20 – BIPARTITORE – Caso di carico "p.p. carroponi scenario 2"**

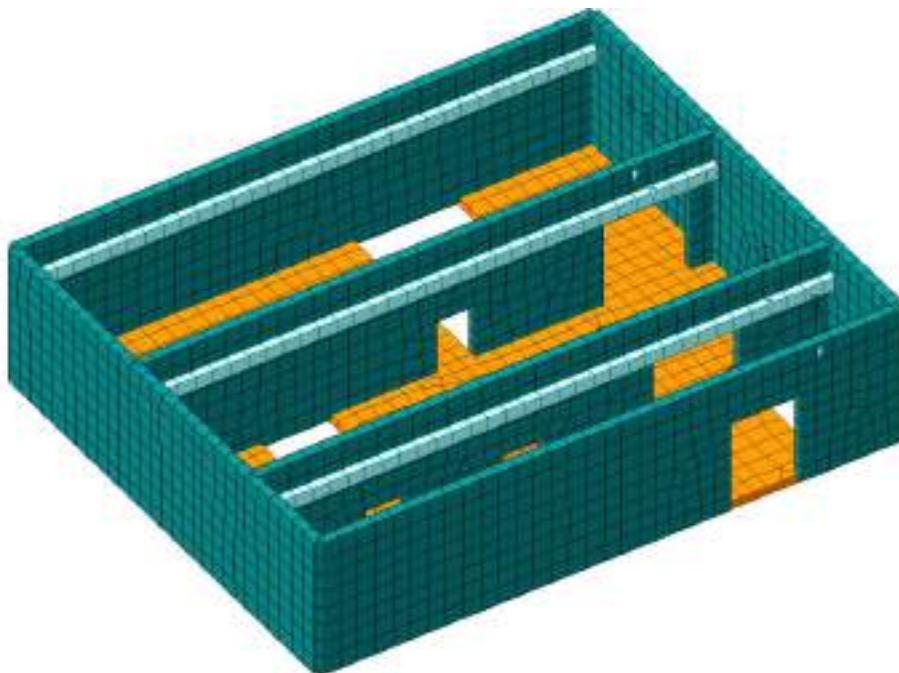


**Figura 7-21 – BIPARTITORE – Caso di carico "p.p. carroponi scenario 3"**

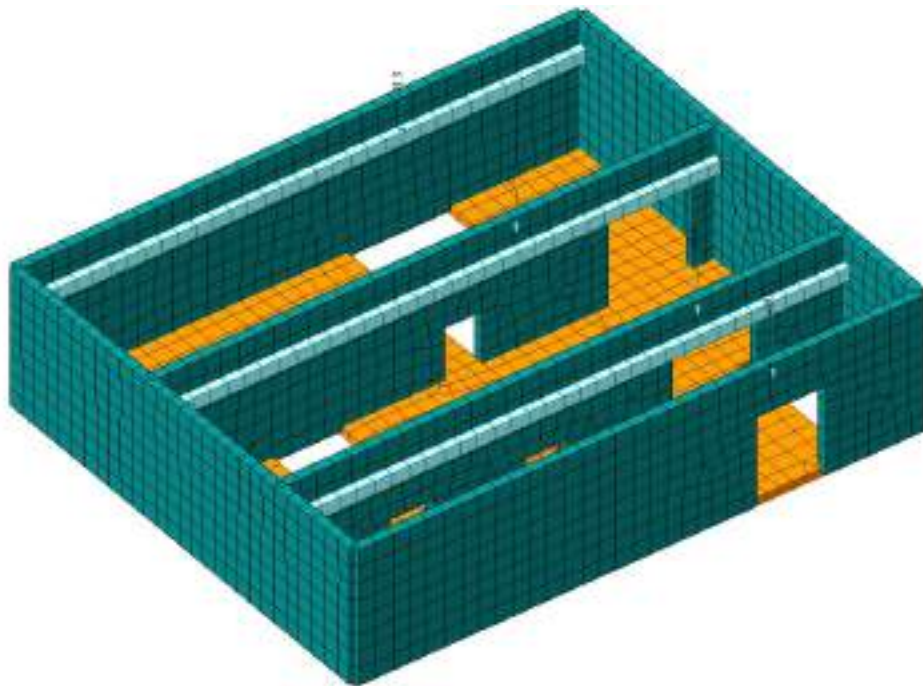




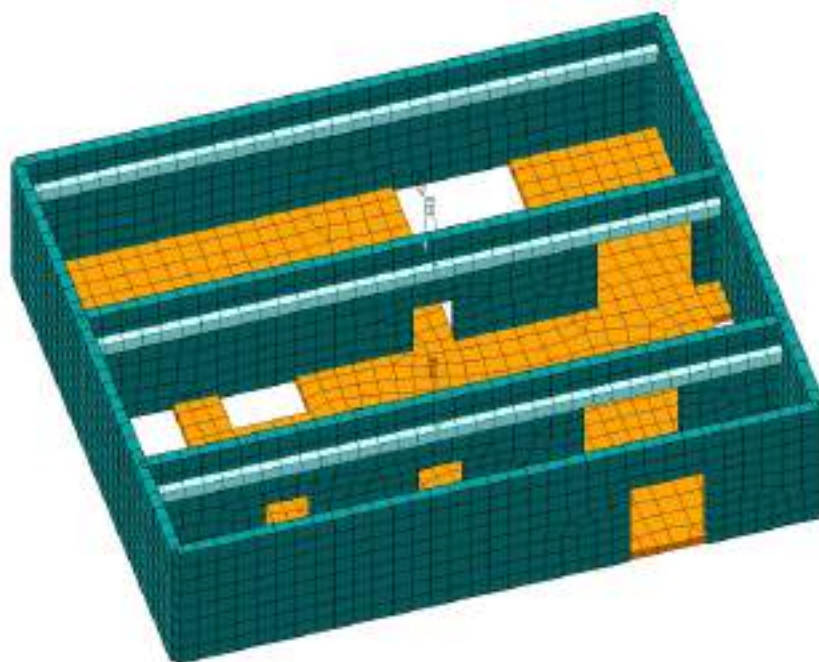
***Figura 7-22 – BIPARTITORE – Caso di carico "p.p. carroponi scenario 4"***



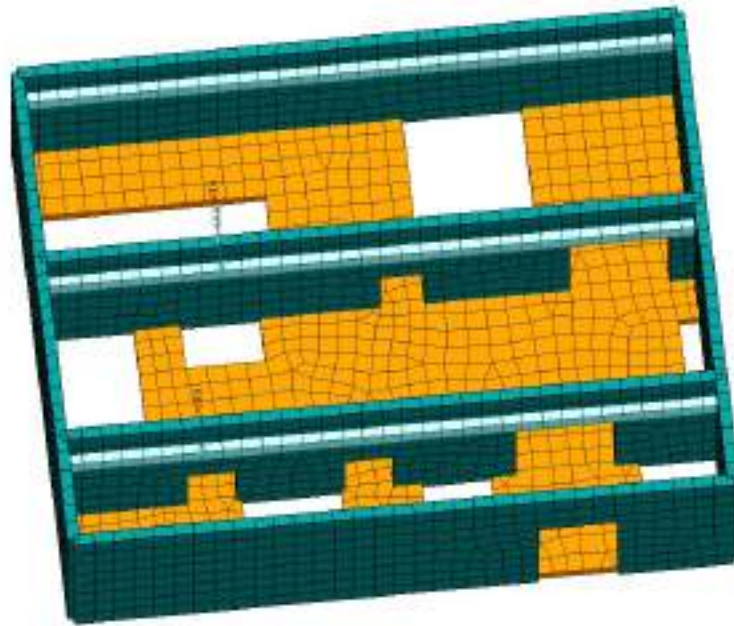
**Figura 7-23 – BIPARTITORE – Caso di carico "carico carroponi scenario 1"**



**Figura 7-24 – BIPARTITORE – Caso di carico "carico carroponi scenario 2"**



**Figura 7-25 – BIPARTITORE – Caso di carico "carico carroporti scenario 3"**



**Figura 7-26 – BIPARTITORE – Caso di carico "carico carroporti scenario 4"**

### 7.6.6 Spinta statica del terreno

La spinta statica del terreno sulle pareti al di sotto del piano campagna è stata valutata in condizioni di spinta a riposo.

La spinta del terreno è definita dall'integrale della seguente distribuzione di pressione sulla parete, in assenza di falda:

$$\sigma_k(z) = K_0 \cdot \gamma_{nat} \cdot z$$

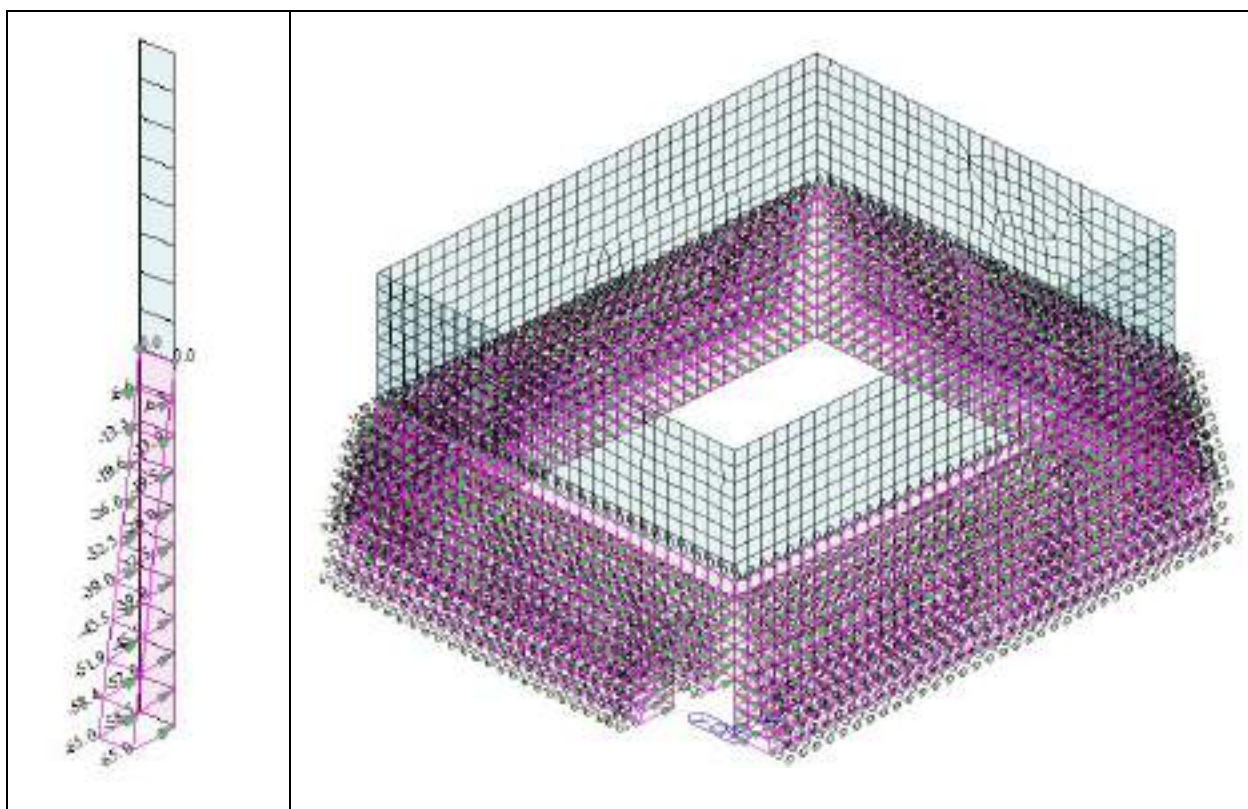
Dove:

- $z$ , profondità dal p.c.;
- $\gamma_{nat}$ , peso dell'unità di volume del terreno;
- $k_0$ , coeff. di spinta a riposo =  $1 - \sin\phi$ .

Si ottiene:

- $\phi = 41^\circ \rightarrow k_0 = 0.344, k_p = 4.81$
- $\gamma_{nat} = 20 \text{ kN/m}^3$
- $\sigma'_{h,0}(0\text{m}) \approx 0 \text{ kPa}$
- $\sigma'_{h,0}(9.45\text{m}) \approx 65 \text{ kPa}$

Si riporta la distribuzione di pressione agente in corrispondenza dei setti perimetrali interrati inserita nel modello di calcolo.



**Figura 7-27 – Spinta orizzontale del terreno (caso di carico terreno statico a riposo)**

### **7.6.7 Peso e spinta statica dell’acqua di invaso**

Sulla fondazione, in condizioni di esercizio (COND. PERMANENTE), insiste una pressione verticale dovuta alla presenza dell’acqua di invaso. Tale invaso ha un’altezza di 6.3 m all’interno della camera d’ingresso e di 4.5 m nel vano bipartitore. Sempre in condizioni di esercizio si considera inoltre un’altezza dell’acqua d’invaso di 4.5 m nelle zone di uscita dal manufatto. Si considera anche il caso di una condizione di scarico (COND. ECCEZIONALE) in cui viene applicata in corrispondenza della superficie definita dall’ingombro in pianta della camera d’ingresso una pressione definita da un’altezza del tirante d’acqua di 6.3 m, mentre nella zona del vano bipartitore si considera un’altezza del tirante d’acqua di 5 m. In corrispondenza della superficie definita dall’ingombro in pianta della camera di scarico si considera invece un’altezza del tirante d’acqua di 3.00m:

- acqua verticale cond. permanente:

$$\gamma_w \times h = 10 \times 6.30 = 63 \text{ kN/m}^2;$$

$$\gamma_w \times h = 10 \times 4.50 = 45 \text{ kN/m}^2;$$

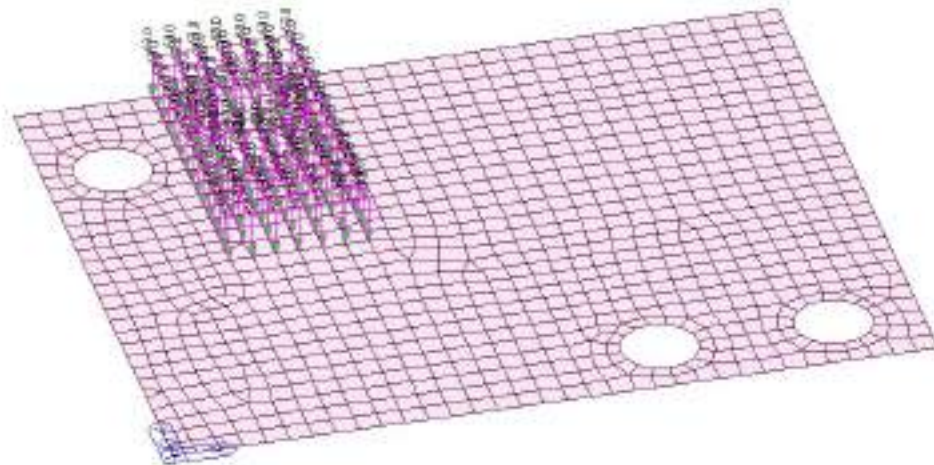
- acqua verticale cond. eccezionale:

$$\gamma_w \times h = 10 \times 6.3 = 63 \text{ kN/m}^2;$$

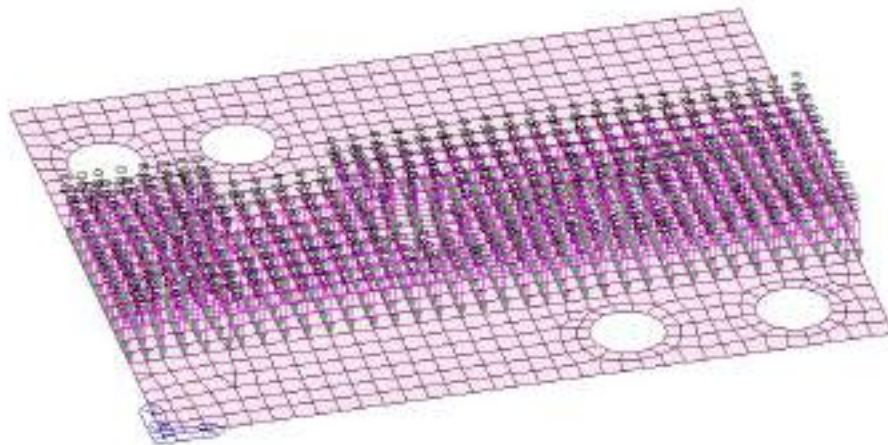
$$\gamma_w \times h = 10 \times 5 = 50 \text{ kN/m}^2;$$

$$\gamma_w \times h = 10 \times 3 = 30 \text{ kN/m}^2.$$

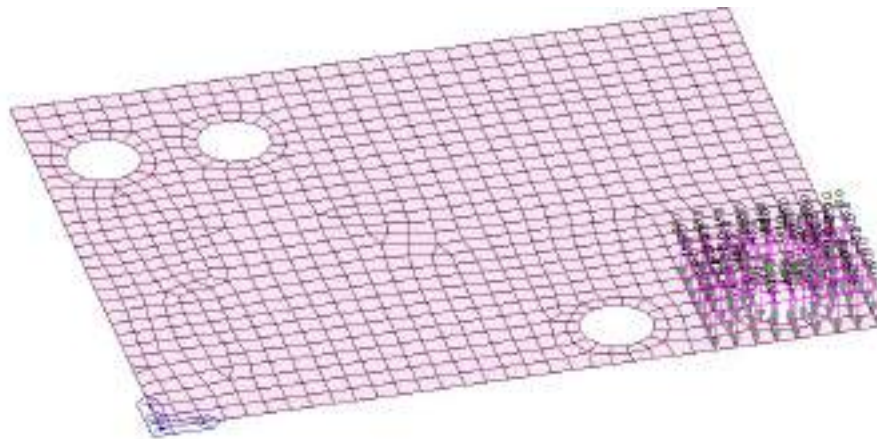
Per ciascun ambiente è stato definito uno specifico caso di carico, così da poter opportunamente combinare le differenti situazioni.



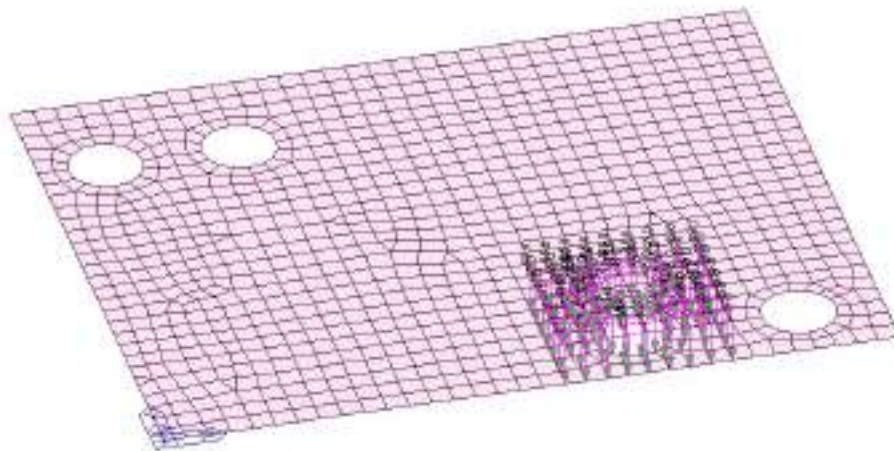
**Figura 7-28 – BIPARTITORE – Caso di carico “peso acqua ingresso cond. permanente”**



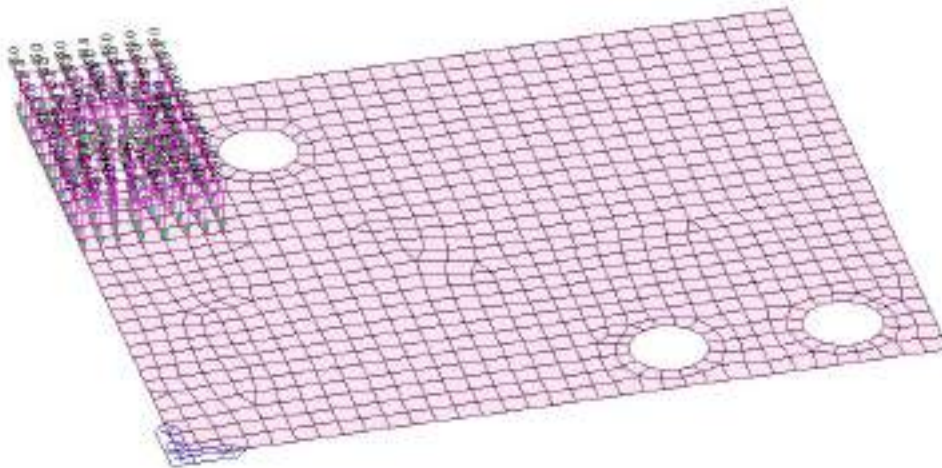
**Figura 7-29 – BIPARTITORE – Caso di carico “peso acqua bipartitore cond. permanente”**



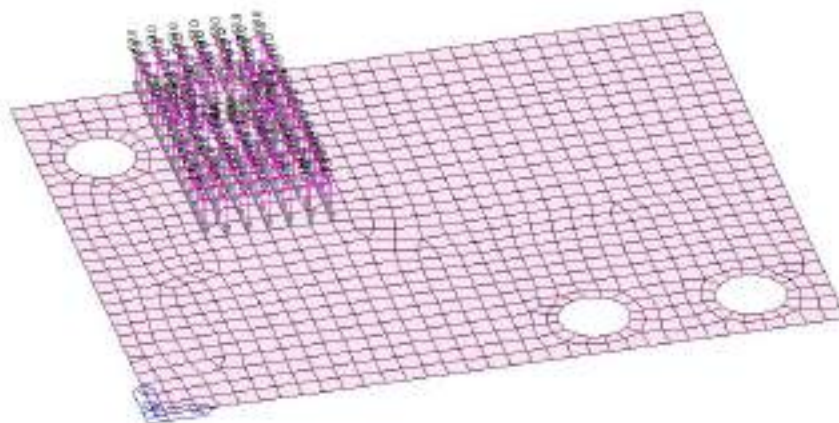
***Figura 7-30 – BIPARTITORE – Caso di carico "peso acqua uscita 1 cond. permanente"***



***Figura 7-31 – BIPARTITORE – Caso di carico "peso acqua uscita 2 cond. permanente"***

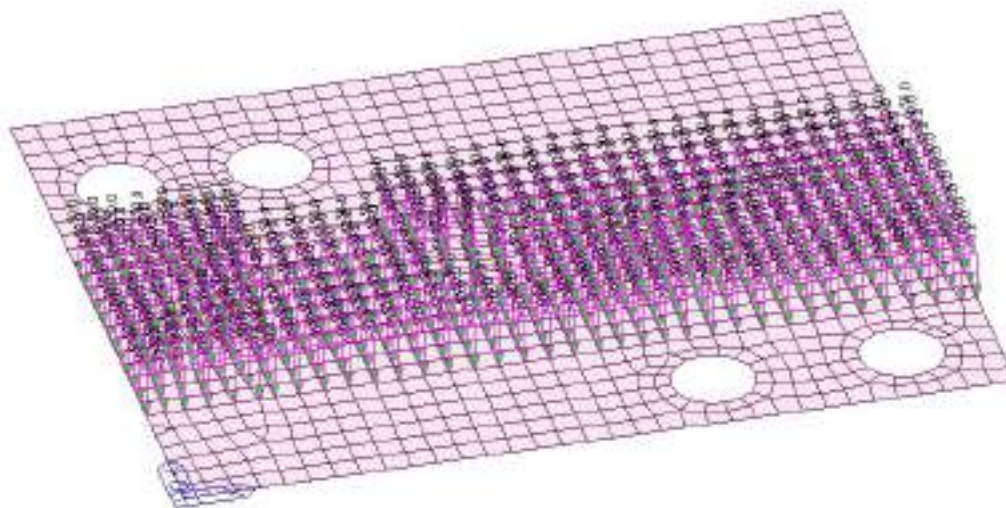


**Figura 7-32 – BIPARTITORE – Caso di carico "peso acqua uscita 3 cond. permanente"**

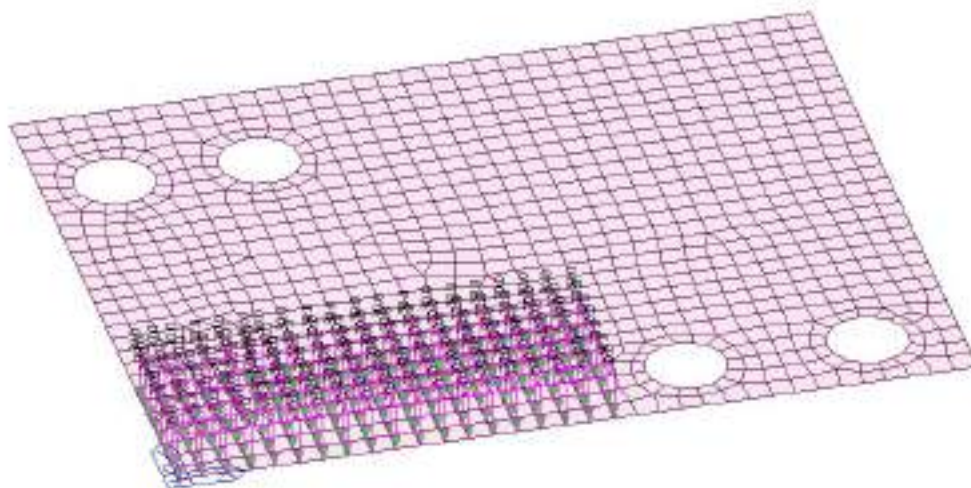


**Figura 7-33 – BIPARTITORE – Caso di carico "peso acqua ingresso cond. eccezionale"**





**Figura 7-34 – BIPARTITORE – Caso di carico "peso acqua bipartitore cond. eccezionale"**



**Figura 7-35 – BIPARTITORE – Caso di carico "peso acqua scarico cond. eccezionale"**

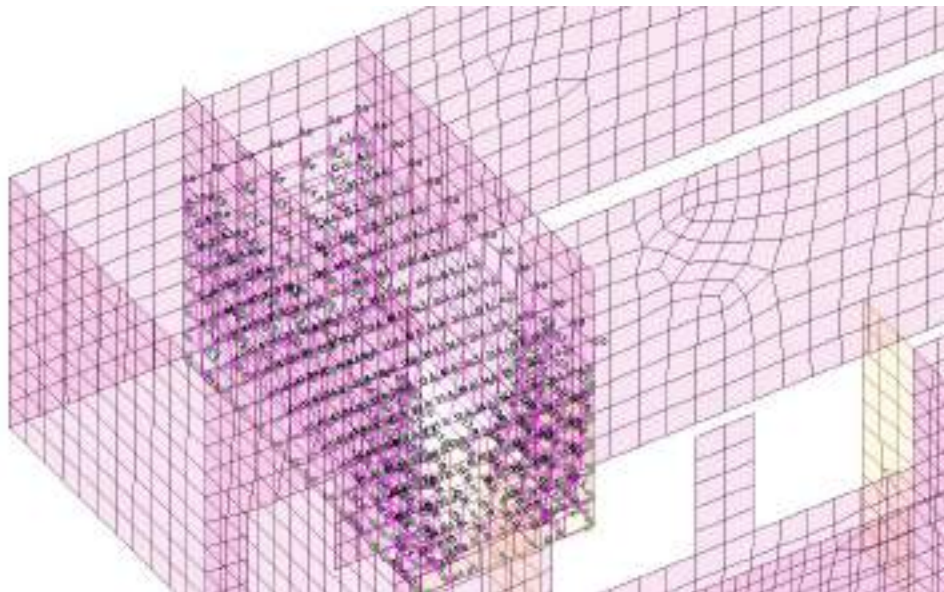
La spinta statica dell'acqua d'invaso nella vasca è espressa con l'integrale della seguente distribuzione di pressione sulla parete:

$$p_w(z') = \gamma_w \cdot z'$$

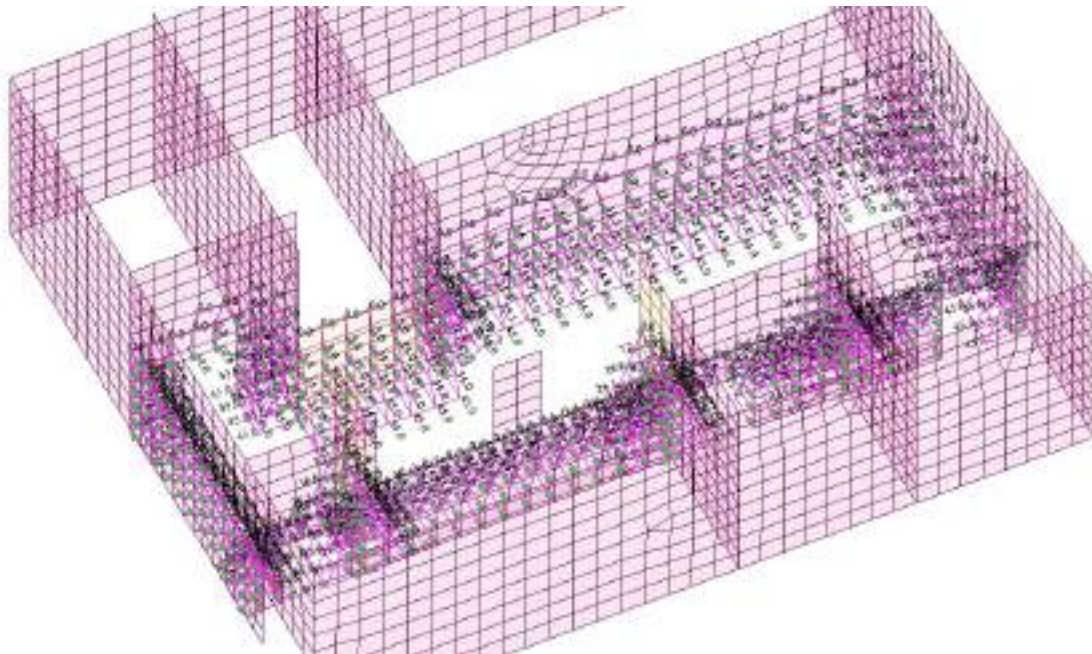
dove:

- $\gamma_w$ , peso specifico dell’acqua;
- $z'$ , profondità dal livello d’invaso.

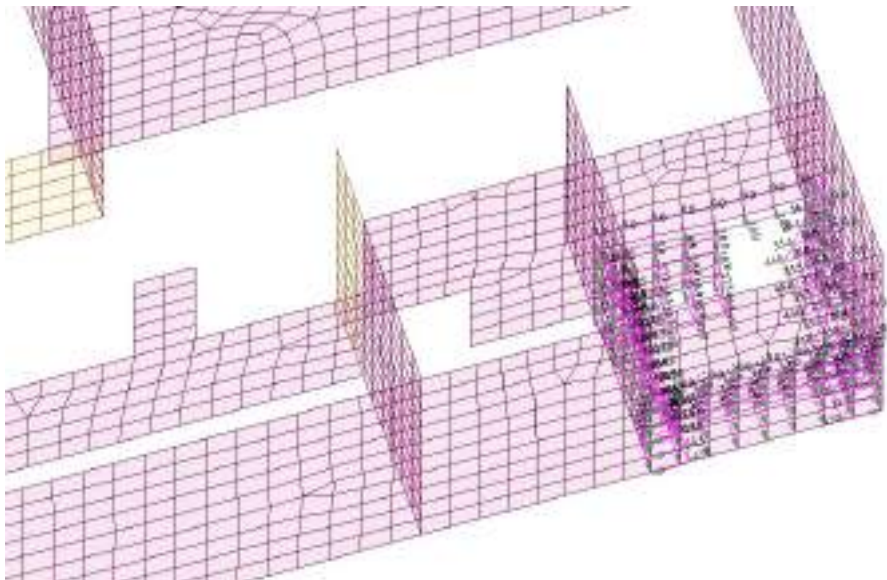
Si ha quindi l’applicazione sulle pareti interessate di una pressione lineare come illustrato di seguito. Anche in questo caso, per ciascun ambiente è stato definito uno specifico caso di carico, così da poter opportunamente combinare le differenti situazioni.



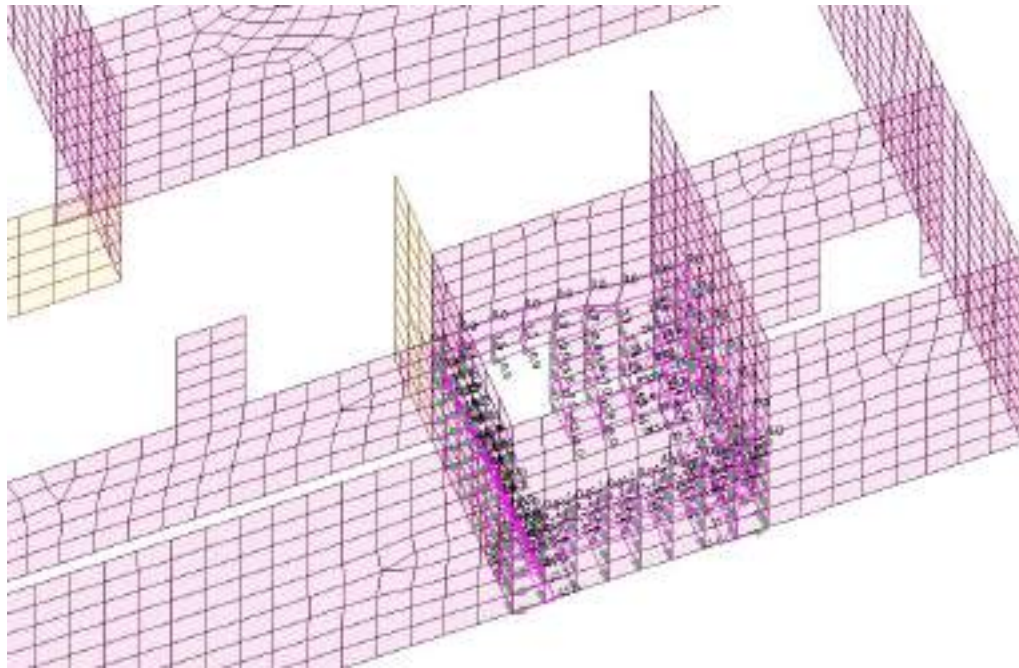
***Figura 7-36 – BIPARTITORE – Caso di carico “spinta acqua ingresso cond.  
permanente”***



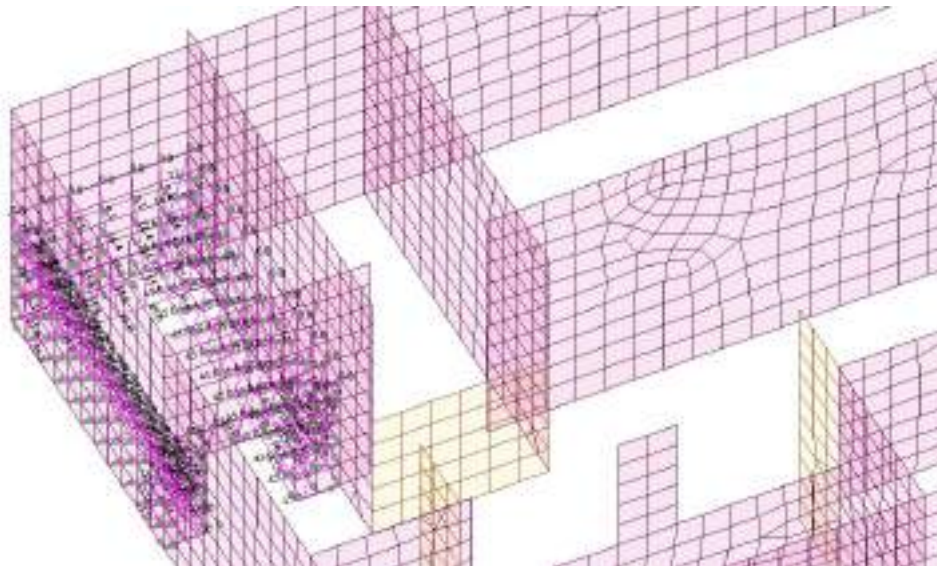
**Figura 7-37 – BIPARTITORE – Caso di carico "spinta acqua bipartitore cond. permanente"**



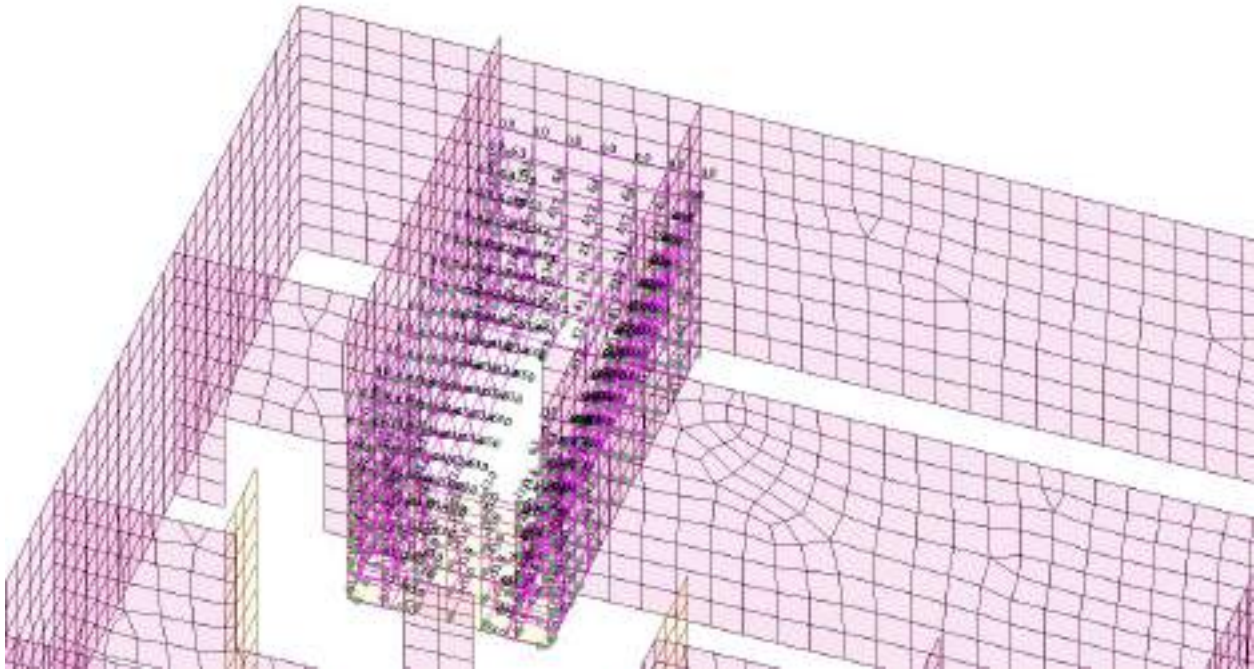
**Figura 7-38 – BIPARTITORE – Caso di carico "spinta acqua uscita 1 cond. permanente"**



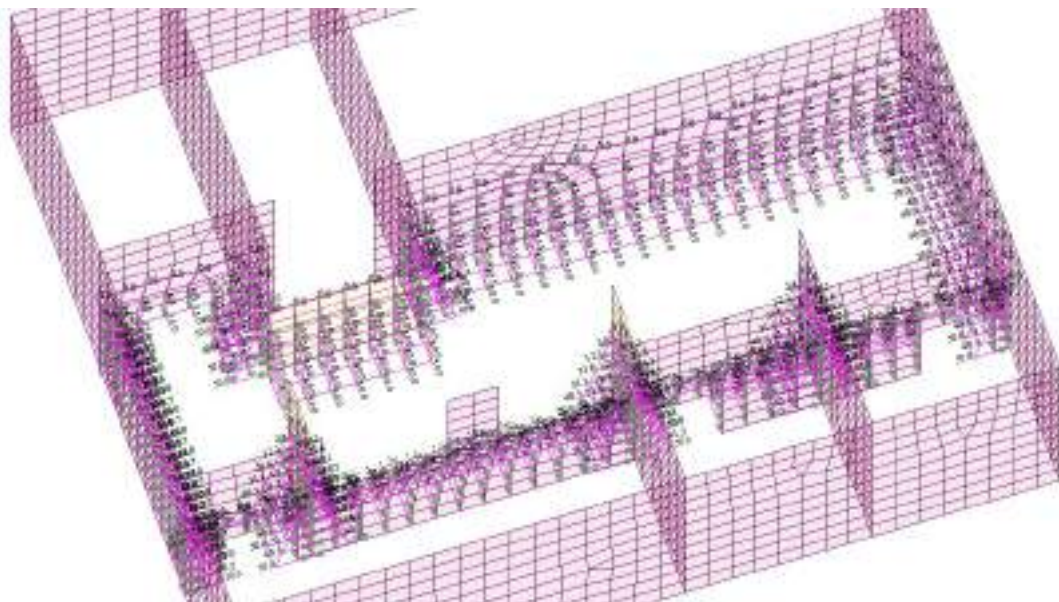
**Figura 7-39 – BIPARTITORE – Caso di carico "spinta acqua uscita 2 cond. permanente"**



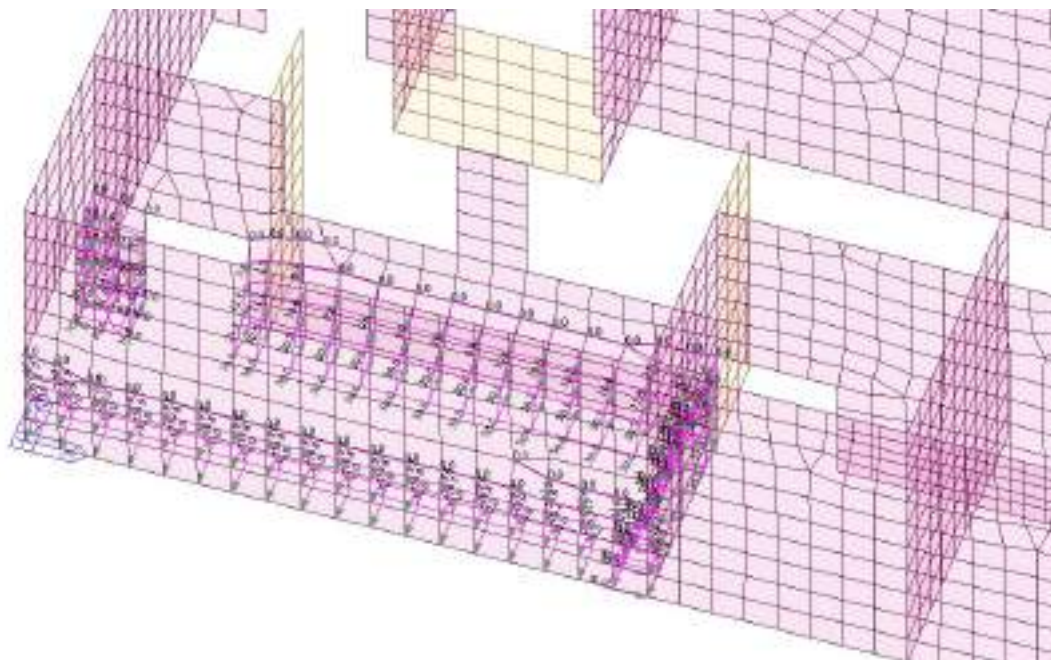
**Figura 7-40 – BIPARTITORE – Caso di carico "spinta acqua uscita 3 cond. permanente"**



**Figura 7-41 – BIPARTITORE – Caso di carico "spinta acqua ingresso cond. eccezionale"**



**Figura 7-42 – BIPARTITORE – Caso di carico "spinta acqua bipartitore cond. eccezionale"**



**Figura 7-43 – BIPARTITORE – Caso di carico "spinta acqua scarico cond. eccezionale"**

### 7.6.8 Spinta statica dovuta al sovraccarico

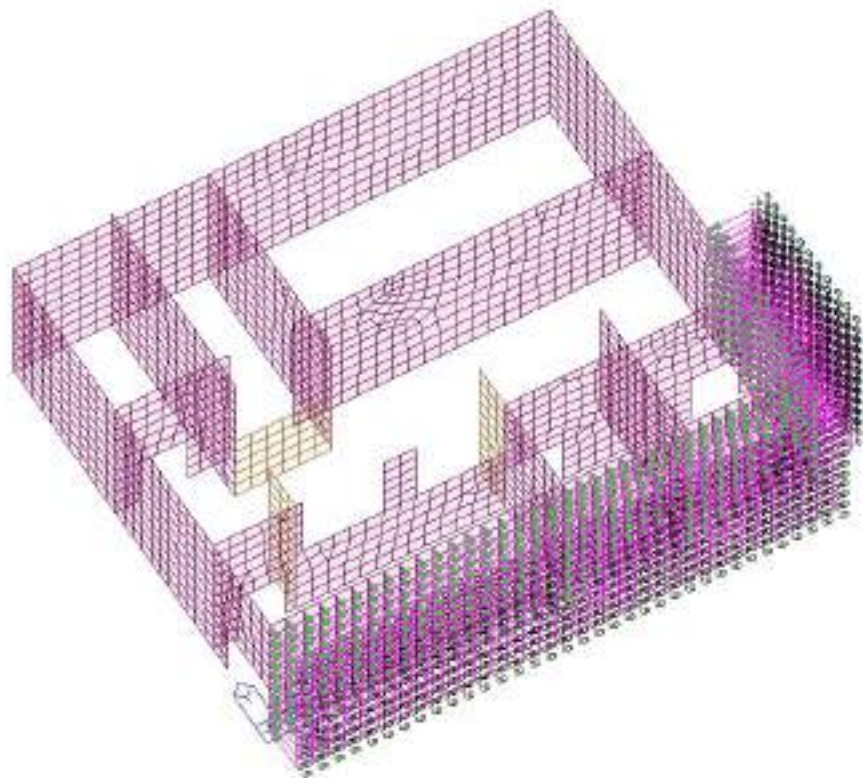
Si considera la presenza di un sovraccarico accidentale  $Q_k=20\text{kPa}$  posizionato a ridosso del manufatto. Per effetto del sovraccarico nascerà quindi una spinta orizzontale sulle pareti esterne del manufatto di entità pari a:

- $q_{k,5}=Q_{k,5} \times K_0=20 \times 0.344=6.90 \text{ kPa}$

con:

$$K_0=1-\text{sen}\phi=1-\text{sen}(41)=0.344$$

Si riporta la distribuzione di pressione agente in corrispondenza dei setti perimetrali interrati inserita nel modello di calcolo.



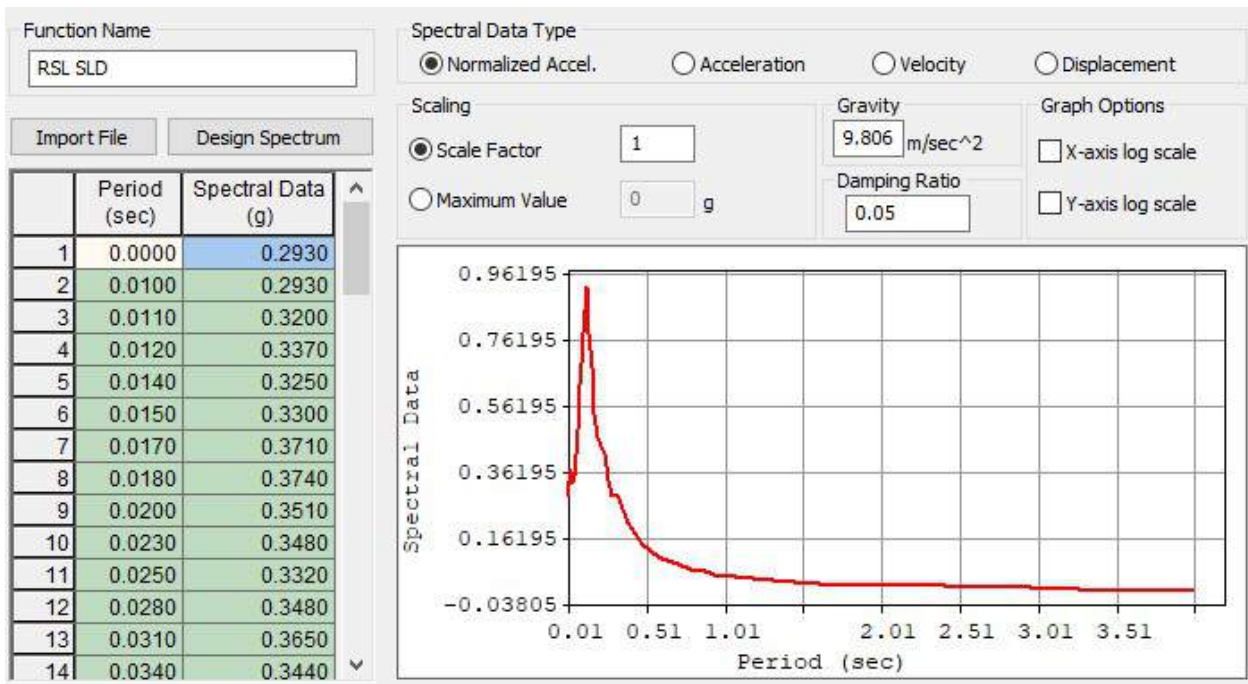
**Figura 7-44 – BIPARTITORE – Caso di carico "spinta orizzontale sovraccarico  $Q_k$ "**

### **7.6.9 Spettri di progetto**

Lo spettro di progetto è stato implementato sul modello di calcolo utilizzando lo spettro proveniente dall'analisi di Risposta Sismica Locale (RSL) sul piano di coordinate  $S_e(g)$  e  $T$ , per gli stati limite di riferimento SLD ed SLV.

▪ **Spettro di Risposta SLD**

Di seguito si riportano gli spettri elastici di RSL così come implementati per punti sul software di calcolo.

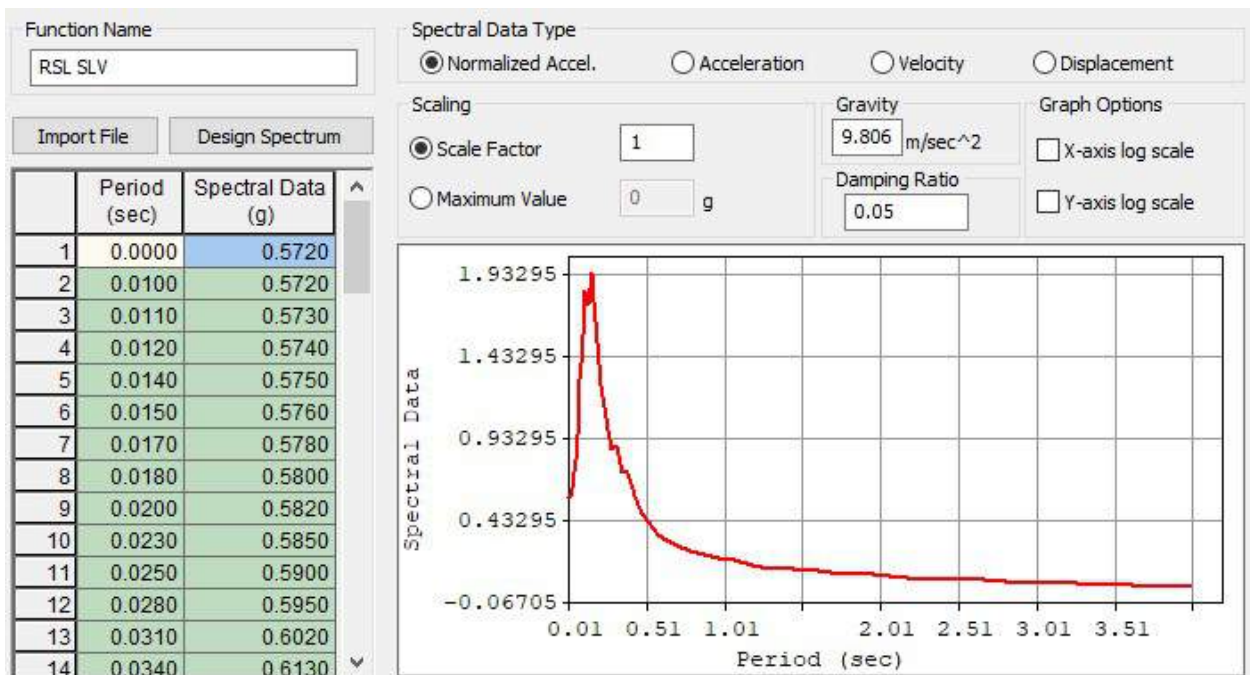


**Figura 7-45 – Spettro di risposta RSL allo SLD**



▪ **Spettro di Risposta SLV**

Di seguito si riportano i valori dello spettro elastico SLV in X e in Y, implementato nel modello FEM per la analisi lineare pseudostatica:



**Figura 7-46 – Spettro di risposta RSL allo SLV**

La struttura è stata considerata non dissipativa, in accordo con il par.7.3.1 delle NTC2018 lo spettro di progetto allo SLV, derivante dalle analisi di RSL, è stato abbattuto utilizzando un fattore di struttura  $q=1.5$ .

**7.6.10 Analisi strutturale sismica**

L’azione sismica è stata valutata prendendo in considerazione le analisi di risposta sismica locale (RSL). In particolare, le analisi utilizzate per il calcolo delle azioni in fase sismica nel modello FEM è di tipo statico lineare e prevedono:

- per la porzione del manufatto fuori terra l’applicazione dello spettro di risposta al p.c. (individuato come zero sismico), a seconda dello stato limite e derivante dall’analisi RSL;
- nel verso di applicazione dell’azione sismica per la porzione interrata l’interazione struttura-paratia-terreno è stata tenuta in conto considerando un incremento alla Wood proporzionale all’accelerazione in corrispondenza di  $T=0$  nello spettro di risposta derivante da RSL posto al baricentro della paratia. Tali azioni sono state applicate direttamente al modello FEM a seconda del verso imposto da ciascuna combinazione sismica;
- nella parte opposta rispetto al verso di applicazione dell’azione sismica si è tenuto conto della reazione offerta dal terreno modellando delle molle del tipo “compression only”, opportunamente orientate (si veda paragrafo dedicato);
- analogamente a quanto ipotizzato per l’incremento di spinta dinamica del terreno, le azioni inerziali interne alla struttura sono state tenute in conto avvalendosi dell’accelerazione corrispondente a periodo nullo nello spettro di risposta derivante da RSL in corrispondenza del baricentro della paratia. (ad esempio per l’incremento dinamico della pressione idraulica si è utilizzata la formula di Westergaard con  $kh$  pari ad  $ag$ ).

Di seguito si riporta il calcolo e l’applicazione al modello dei vari contributi di incremento dinamico.

▪ **Incremento dinamico della spinta del terreno per presenza di sisma**

Per quanto riguarda l’incremento della spinta del terreno in fase dinamica, il valore dell’accelerazione da tenere in conto per l’applicazione della formula di WOOD risulta pari a:

- $ag/g=0.284$ , valore dell’accelerazione per periodo nullo alla quota del baricentro della paratia.

Per cui si ha per la spinta di Wood:

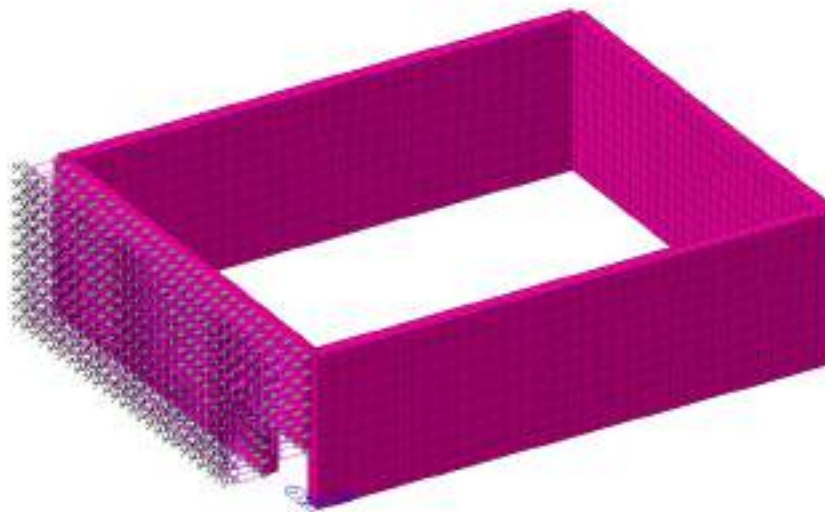
$$k_h = 0.284$$

$$\gamma = 20 \text{ kN/m}^2$$

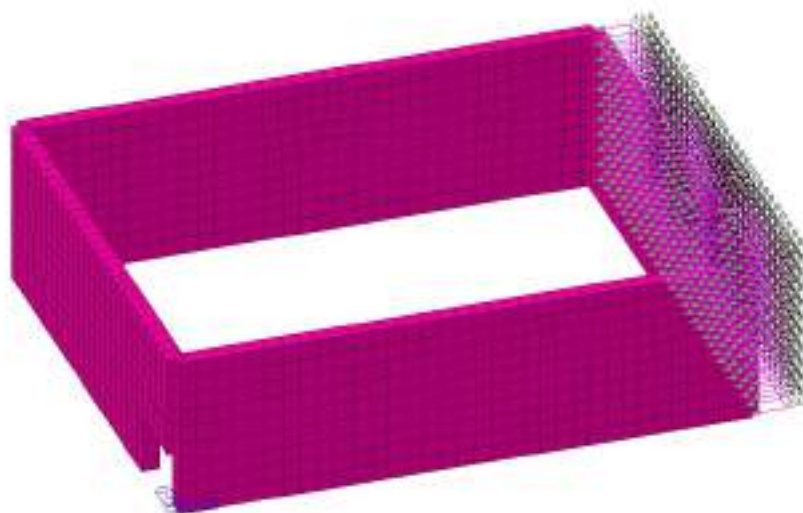
$$H = 9.45 \text{ m}$$

$$\Delta P_w \cong 54 \text{ kN/m}^2$$

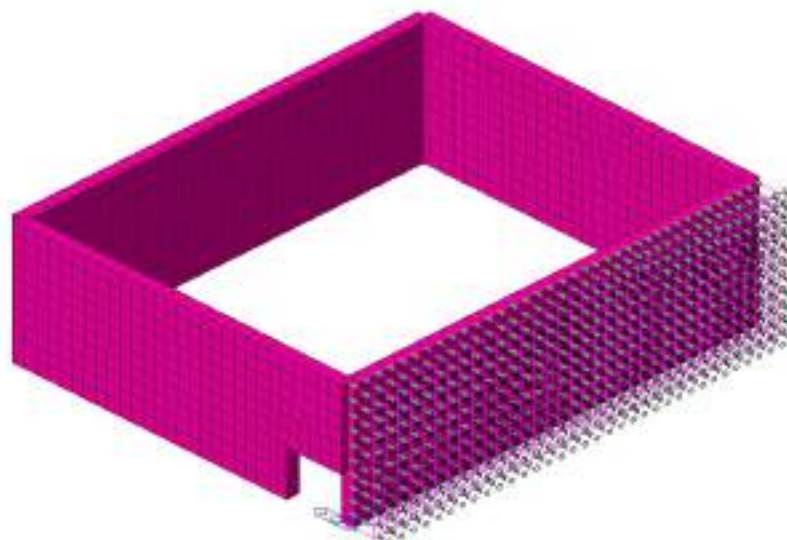
**Tabella 7.1 – Incremento di spinta delle terre per effetto del sisma**



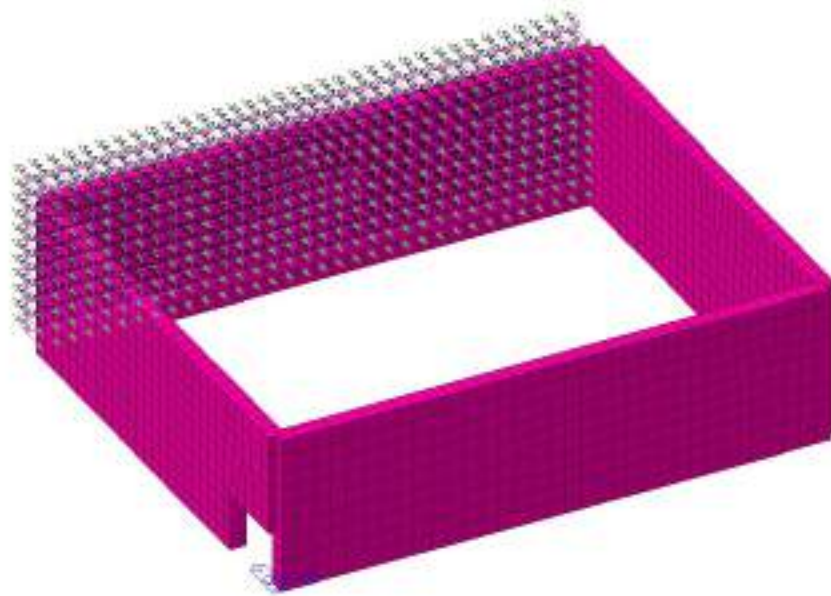
**Figura 7-47 – Spinta del terreno per sisma X+**



***Figura 7-48 – Spinta del terreno per sisma X-***



***Figura 7-49 – Spinta del terreno per sisma Y+***



**Figura 7-50 – Spinta del terreno per sisma Y-**

▪ **Incremento spinta idrostatica in fase dinamica**

L’incremento dinamico di spinta dell’acqua d’invaso presente all’interno della vasca è valutato integrando la seguente distribuzione di pressione:

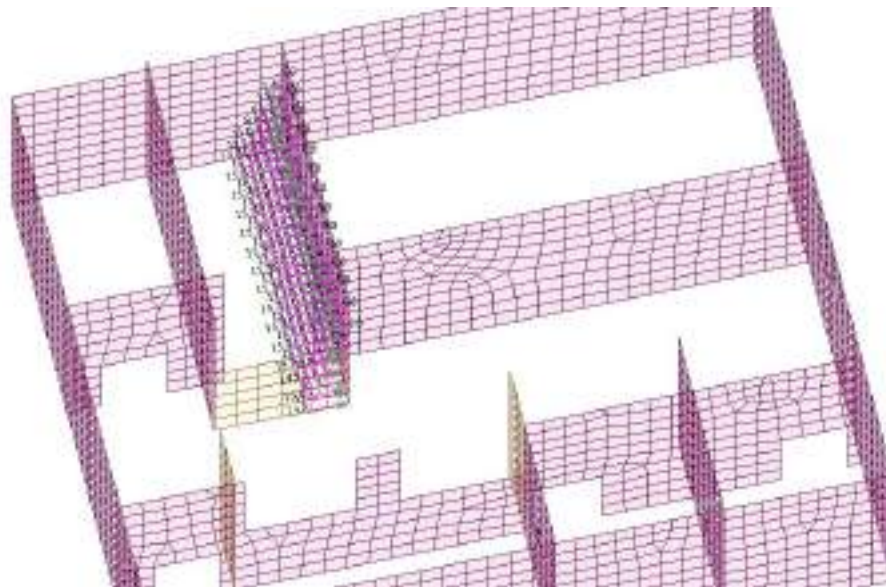
$$q(z') = \frac{7}{8} \cdot k_h \cdot \gamma_w \cdot \sqrt{H_w \cdot z'} \quad (\text{Westergard 1933})$$

Si considera la contemporanea presenza di acqua e sisma solo in condizioni ordinarie (condizione permanente) e, approssimando linearmente, si pone un valore nullo in sommità e un valore alla base pari a:

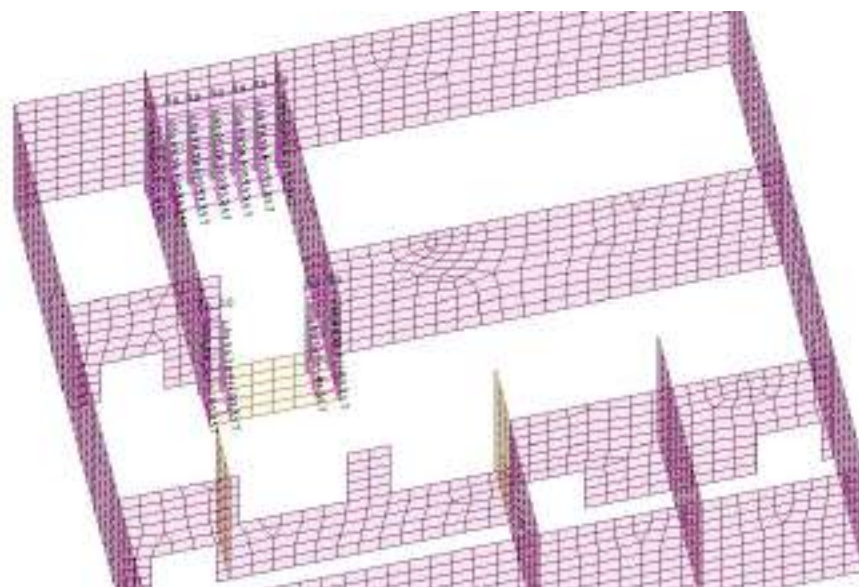
Ingresso  $P_{max}(z = 6.30m) = \frac{7}{8} \cdot 0.284 \cdot 10 \cdot (6.30 \cdot 6.30)^{0.5} = 15.7 \text{ kPa}$

Bipartitore e uscite  $P_{max}(z = 4.50m) = \frac{7}{8} \cdot 0.284 \cdot 10 \cdot (4.50 \cdot 4.50)^{0.5} = 11.2 \text{ kPa}$

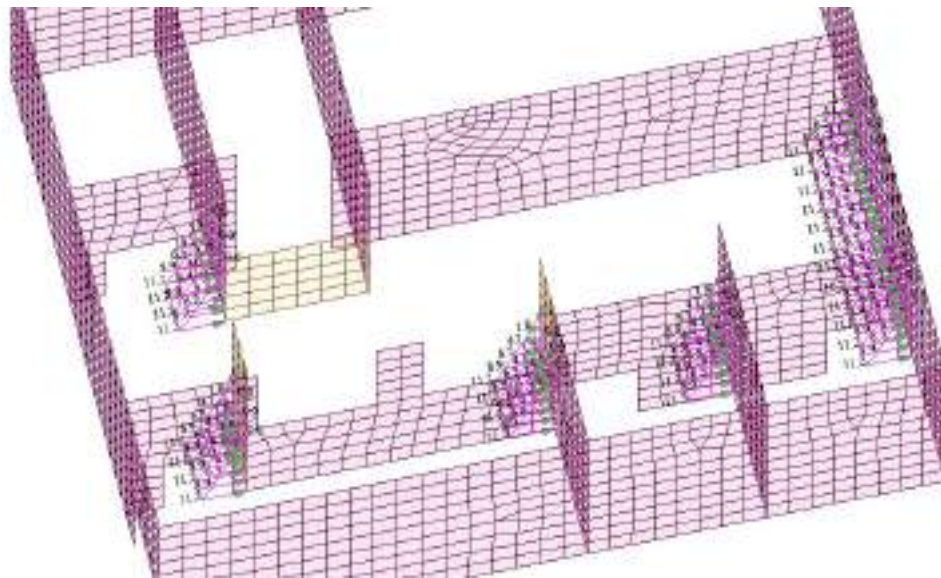
Si riportano di seguito solo alcuni esempi di applicazione:



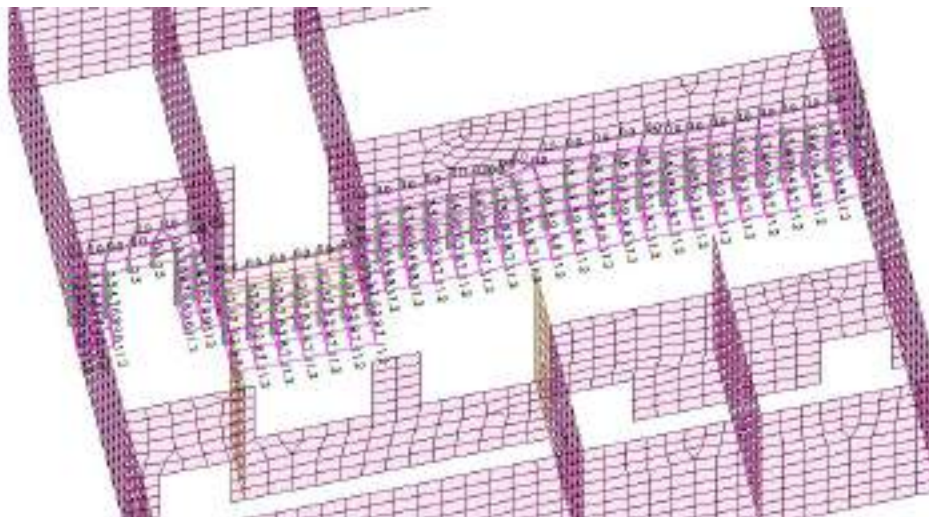
**Figura 7-51 – Incremento pressione idrodinamica acqua di invaso in direzione +x  
all'interno del locale di ingresso**



**Figura 7-52 – Incremento pressione idrodinamica acqua di invaso in direzione +y  
all'interno del locale di ingresso**



**Figura 7-53 – Incremento pressione idrodinamica acqua di invaso in direzione +x all'interno del locale bipartitore**



**Figura 7-54 – Incremento pressione idrodinamica acqua di invaso in direzione +y all'interno del locale bipartitore**

## 7.7 Combinazioni di carico

Le combinazioni di carico prese in considerazione nelle verifiche sono state definite in base a quanto prescritto dalle NTC2018 al par.2.5.3.

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

$$Y_{G1} \cdot G_1 + Y_{G2} \cdot G_2 + Y_P \cdot P + Y_{Q1} \cdot Q_{k1} + Y_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + Y_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

Combinazione **rara**, impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili, da utilizzarsi nelle verifiche delle tensioni d’esercizio:

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

Combinazione **frequente**, impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili, da utilizzarsi nelle verifiche a fessurazione:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

Combinazione **quasi permanente**, generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

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

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$$

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

$$G_1 + G_2 + P + A_d + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$$

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



$$G_1 + G_2 + \sum_j \psi_{2j} Q_{kj}$$

Gli stati limiti di esercizio di cui si prevede in seguito la verifica sono i seguenti:

stato limite di fessurazione;

stato limite delle tensioni di esercizio;

stato limite di deformazione.

### **Stato limite di fessurazione**

Le fessure possono essere indotte da deformazioni imposte e dall’azioni dei carichi. Le norme tecniche definiscono tre diversi stati limite di fessurazione che, in ordine decrescente di severità, sono lo stato limite di decompressione, lo stato limite di formazione delle fessure e lo stato limite di apertura delle fessure e vanno scelti a seconda delle condizioni ambientali e della sensibilità delle armature.

#### **Stato limite di decompressione**

Lo stato limite di decompressione consiste nel controllare che la tensione nel calcestruzzo, a causa delle sollecitazioni di progetto, sia al più nulla in tutti i punti della sezione cioè che la sezione deve essere soggetta esclusivamente a tensioni di compressione.

#### **Stato limite di formazione delle fessure**

Lo stato limite di formazione delle fessure consiste nel controllare che la massima tensione normale di trazione nel calcestruzzo risulti inferiore  $f_{ctm} / 1.2$ , considerando le caratteristiche geometriche della sezione omogeneizzata non fessurata.

#### **Stato limite di apertura delle fessure**

Lo stato limite di apertura delle fessure consiste nel verificare che l’ampiezza caratteristica delle fessure che si formano nell’elemento in calcestruzzo armato si

mantengono al di sotto dei limiti previsti dalla normativa. Il valore caratteristico di calcolo ( $w_d$ ) è espresso dalla relazione seguente:

$$w_d = 1.7 \cdot w_m$$

dove  $w_m$  rappresenta l’ampiezza media delle fessure, calcolata come prodotto della deformazione media delle barre d’armatura  $\epsilon_{sm}$  per la distanza media tra le fessure  $\Delta s_m$ .

Per le strutture contenenti liquidi si esegue una verifica a fessurazione che prevede, per le combinazioni di carico quasi permanenti, uno stato limite di formazione delle fessure, mentre, per le combinazioni di carico frequenti, uno stato limite di apertura delle fessure con valore nominale delle aperture inferiore o uguale a  $w_1 = 0.2$  mm.

Per le altre tipologie di strutture si esegue una verifica a fessurazione che prevede, per le combinazioni di carico quasi permanenti e frequenti, uno stato limite di apertura delle fessure con valore nominale delle aperture inferiore o uguale rispettivamente a  $w_1 = 0.2$  mm e  $w_2 = 0.3$  mm.

### **Stato limite delle tensioni in esercizio**

La normativa impone di limitare le tensioni agenti (di lavoro) nei materiali in fase di esercizio. Questa verifica deve essere effettuata per le combinazioni di azioni rare e quasi permanenti.

La massima tensione di compressione  $\sigma_c$  del conglomerato cementizio deve rispettare la limitazione seguente:

$$\sigma_c \leq 0.60 \cdot f_{cd} \quad \text{per combinazione rara;}$$

$$\sigma_c \leq 0.45 \cdot f_{cd} \quad \text{per combinazione quasi permanenti;}$$

La tensione massima  $\sigma_s$  nell’acciaio, indotta dalle azioni dovute alle combinazioni rare, deve rispettare la limitazione seguente:

$$\sigma_s \leq 0.8 \cdot f_{tk}$$

### **Stato limite di deformazione**

Le deformazioni di un elemento o di una struttura devono essere congruenti con le prestazioni richieste alla struttura con riferimento alle esigenze statiche, funzionali ed estetiche. I limiti di deformazione da imporre alla struttura, in linea di principio, non dovranno superare i valori per i quali si possono verificare inconvenienti agli elementi collegati alla struttura aventi comportamento fragile (vetrate, tramezzature, pavimentazioni, etc.). In altri casi i limiti possono essere imposti per assicurare il corretto funzionamento di macchinari o impianti. Seppur in via indiretta, il controllo delle deformazioni permette anche di limitare vibrazioni fastidiose.

Orientativamente, la norma ISO 4356 indica i valori massimi di deformazione validi per edifici di uso comune (abitazione, uffici, etc.) per i quali si ritiene che frecce inferiori a 1/250 della luce, indotte da carichi quasi permanenti, non compromettano l’aspetto e la funzionalità della struttura. Inoltre, inflessioni non maggiori di 1/500 della luce, dovute al peso degli elementi non strutturali, sono in genere tollerabili senza che gli stessi si danneggino.

Nelle strutture in cemento armato devono considerarsi anche le componenti di deformazione differita del calcestruzzo quali il ritiro e la viscosità.

Per travi con sezione rettangolare o ad esse assimilabili aventi luce non superiore a 10 m e per piastre rettangolari, si può omettere la verifica di deformabilità purché i rapporti luce/altezza risultino inferiori a quelli riportati nella tabella seguente (nel caso delle piastre rettangolari la luce è la minore dimensione in pianta).

Condizioni di vincolo	1/h
Travi a sbalzo	7
Travi e piastre semplicemente appoggiate	20
Travi continue, piastre incastrate	16

**Tabella 7.2 – Snellezza limite**

Di seguito si riportano le combinazioni di carico considerate.

tipo	Name	G1 p.p.	G2 perm. non strutturale	neve	manutenzione	Ok folia cat. E	mezza di manutenzione 20 kPa	impianti	terreno statico a riposo	spinta orizzontale sovraccarico Qk	peso acqua ingresso cond permanente	peso acqua bipartitore cond permanente	peso acqua uscita 1 cond permanente	peso acqua uscita 2 cond permanente	peso acqua uscita 3 cond permanente	peso acqua ingresso cond eccezionale	peso acqua bipartitore cond eccezionale	peso acqua scarico cond eccezionale
SLU	1	1.30	1.50	1.50		1.5	1.05	1.5	1.30	1.05	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3			
SLU	2	1.30	1.50	1.50		1.5	1.05	1.5	1.30	1.05	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3			
SLU	3	1.30	1.50	1.50		1.5	1.05	1.5	1.30	1.05	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3			
SLU	4	1.30	1.50	1.50		1.5	1.05	1.5	1.30	1.05	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3			
SLU	5	1.30	1.50	1.50		1.5	1.05	1.5	1.30	1.05	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3			
SLU	6	1.30	1.50	1.50		1.5	1.05	1.5	1.30	1.05	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3			
SLU	7	1.30	1.50	1.50		1.5	1.05	1.5	1.30	1.05	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3			
SLU	8	1.30	1.50	1.50		1.5	1.05	1.5	1.30	1.05	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3			
SLU	9	1.30	1.50	1.50		1.5	1.05	1.5	1.30	1.05						1.3	1.3	1.3
SLU	10	1.30	1.50	1.50		1.5	1.05	1.5	1.30	1.05						1.3	1.3	1.3
SLU	11	1.30	1.50	1.50		1.5	1.05	1.5	1.30	1.05						1.3	1.3	1.3
SLU	12	1.30	1.50	1.50		1.5	1.05	1.5	1.30	1.05						1.3	1.3	1.3
SLU	13	1.30	1.50	1.50		1.5	1.05	1.5	1.30	1.05						1.3	1.3	1.3
SLU	14	1.30	1.50	1.50		1.5	1.05	1.5	1.30	1.05						1.3	1.3	1.3
SLU	15	1.30	1.50	1.50		1.5	1.05	1.5	1.30	1.05						1.3	1.3	1.3
SLU	16	1.30	1.50	1.50		1.5	1.05	1.5	1.30	1.05						1.3	1.3	1.3
SLU	17	1.30	1.50	1.50		1.5	1.05	1.5	1.30	1.05								
SLU	18	1.30	1.50	1.50		1.5	1.05	1.5	1.30	1.05								
SLU	19	1.30	1.50	1.50		1.5	1.05	1.5	1.30	1.05								
SLU	20	1.30	1.50	1.50		1.5	1.05	1.5	1.30	1.05								
SLU	21	1.30	1.50	1.50		1.5	1.05	1.5	1.30	1.05								
SLU	22	1.30	1.50	1.50		1.5	1.05	1.5	1.30	1.05								
SLU	23	1.30	1.50	1.50		1.5	1.05	1.5	1.30	1.05								
SLU	24	1.30	1.50	1.50		1.5	1.05	1.5	1.30	1.05								

tipo	Name	spinta acqua ingresso cond permanente	spinta acqua bipartitore cond permanente	spinta acqua uscita 1 cond permanente	spinta acqua uscita 2 cond permanente	spinta acqua uscita 3 cond permanente	spinta acqua ingresso cond eccezionale	spinta acqua bipartitore con eccezionale	spinta acqua scarico cond eccezionale	p.p. carroponti scenario 1	p.p. carroponti scenario 2	p.p. carroponti scenario 3	p.p. carroponti scenario 4	carico carroponti scenario 1	carico carroponti scenario 2	carico carroponti scenario 3	carico carroponti scenario 4
SLU	1	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3				1.3				1.5			
SLU	2	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3					1.3				1.5		
SLU	3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3						1.3				1.5	
SLU	4	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3							1.3				1.5
SLU	5	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3				1.3							
SLU	6	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3					1.3						
SLU	7	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3						1.3					
SLU	8	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3							1.3				
SLU	9						1.3	1.3	1.3	1.3				1.5			
SLU	10						1.3	1.3	1.3		1.3				1.5		
SLU	11						1.3	1.3	1.3			1.3				1.5	
SLU	12						1.3	1.3	1.3				1.3				1.5
SLU	13						1.3	1.3	1.3	1.3							
SLU	14						1.3	1.3	1.3		1.3						
SLU	15						1.3	1.3	1.3			1.3					
SLU	16						1.3	1.3	1.3				1.3				
SLU	17									1.3				1.5			
SLU	18										1.3				1.5		
SLU	19											1.3				1.5	
SLU	20												1.3				1.5
SLU	21									1.3							
SLU	22										1.3						
SLU	23											1.3					
SLU	24												1.3				

tipo	Name	GI P.p.	G2 perm. non strutturale	neve	manutenzione	Qk folla cat. E	mezzi di manutenzione 20 kPa	impianti	terreno statico a riposo	spinta orizzontale sovraccarico Qk	peso acqua ingresso cond permanente	peso acqua bipartitore cond permanente	peso acqua uscita 1 cond permanente	peso acqua uscita 2 cond permanente	peso acqua uscita 3 cond permanente	peso acqua ingresso cond eccezionale	peso acqua bipartitore cond eccezionale	peso acqua scarico cond eccezionale
SLU	25	1.30	1.50	1.50		1.5	1.05	1.5	1.30	1.05	1.3	1.3						
SLU	26	1.30	1.50	1.50		1.5	1.05	1.5	1.30	1.05	1.3	1.3						
SLU	27	1.30	1.50	1.50		1.5	1.05	1.5	1.30	1.05	1.3	1.3						
SLU	28	1.30	1.50	1.50		1.5	1.05	1.5	1.30	1.05	1.3	1.3						
SLU	29	1.30	1.50	1.50		1.5	1.05	1.5	1.30	1.05	1.3	1.3						
SLU	30	1.30	1.50	1.50		1.5	1.05	1.5	1.30	1.05	1.3	1.3						
SLU	31	1.30	1.50	1.50		1.5	1.05	1.5	1.30	1.05	1.3	1.3						
SLU	32	1.30	1.50	1.50		1.5	1.05	1.5	1.30	1.05	1.3	1.3						
SLU	33	1.30	1.50	1.50		1.5	1.05	1.5	1.30	1.05	1.3	1.3		1.3				
SLU	34	1.30	1.50	1.50		1.5	1.05	1.5	1.30	1.05	1.3	1.3		1.3				
SLU	35	1.30	1.50	1.50		1.5	1.05	1.5	1.30	1.05	1.3	1.3		1.3				
SLU	36	1.30	1.50	1.50		1.5	1.05	1.5	1.30	1.05	1.3	1.3		1.3				
SLU	37	1.30	1.50	1.50		1.5	1.05	1.5	1.30	1.05	1.3	1.3		1.3				
SLU	38	1.30	1.50	1.50		1.5	1.05	1.5	1.30	1.05	1.3	1.3		1.3				
SLU	39	1.30	1.50	1.50		1.5	1.05	1.5	1.30	1.05	1.3	1.3		1.3				
SLU	40	1.30	1.50	1.50		1.5	1.05	1.5	1.30	1.05	1.3	1.3		1.3				
SLU	41	1.30	1.50	1.50		1.5	1.05	1.5	1.30	1.05	1.3							
SLU	42	1.30	1.50	1.50		1.5	1.05	1.5	1.30	1.05	1.3							
SLU	43	1.30	1.50	1.50		1.5	1.05	1.5	1.30	1.05	1.3							
SLU	44	1.30	1.50	1.50		1.5	1.05	1.5	1.30	1.05	1.3							
SLU	45	1.30	1.50	1.50		1.5	1.05	1.5	1.30	1.05	1.3							
SLU	46	1.30	1.50	1.50		1.5	1.05	1.5	1.30	1.05	1.3							
SLU	47	1.30	1.50	1.50		1.5	1.05	1.5	1.30	1.05	1.3							
SLU	48	1.30	1.50	1.50		1.5	1.05	1.5	1.30	1.05	1.3							

tipo	Name	spinta acqua ingresso cond permanente	spinta acqua bipartitore cond permanente	spinta acqua uscita 1 cond permanente	spinta acqua uscita 2 cond permanente	spinta acqua uscita 3 cond permanente	spinta acqua ingresso cond eccezionale	spinta acqua bipartitore cond eccezionale	spinta acqua scarico cond eccezionale	p.p. carroponti scenario 1	p.p. carroponti scenario 2	p.p. carroponti scenario 3	p.p. carroponti scenario 4	carico carroponti scenario 1	carico carroponti scenario 2	carico carroponti scenario 3	carico carroponti scenario 4
SLU	25	1.3	1.3							1.3				1.5			
SLU	26	1.3	1.3								1.3				1.5		
SLU	27	1.3	1.3									1.3				1.5	
SLU	28	1.3	1.3										1.3				1.5
SLU	29	1.3	1.3							1.3							
SLU	30	1.3	1.3								1.3						
SLU	31	1.3	1.3									1.3					
SLU	32	1.3	1.3										1.3				
SLU	33	1.3	1.3		1.3					1.3				1.5			
SLU	34	1.3	1.3		1.3						1.3				1.5		
SLU	35	1.3	1.3		1.3							1.3				1.5	
SLU	36	1.3	1.3		1.3								1.3				1.5
SLU	37	1.3	1.3		1.3					1.3							
SLU	38	1.3	1.3		1.3						1.3						
SLU	39	1.3	1.3		1.3							1.3					
SLU	40	1.3	1.3		1.3								1.3				
SLU	41	1.3								1.3				1.5			
SLU	42	1.3									1.3				1.5		
SLU	43	1.3										1.3				1.5	
SLU	44	1.3											1.3				1.5
SLU	45	1.3								1.3							
SLU	46	1.3									1.3						
SLU	47	1.3										1.3					
SLU	48	1.3											1.3				

tipo	Name	GI P.p.	G2 perm. non strutturale	neve	manutenzione	Qk folla cat. E	mezzi di manutenzione 20 kPa	impianti	terreno statico a riposo	spinta orizzontale sovraccarico Qk	peso acqua ingresso cond permanente	peso acqua bipartitore cond permanente	peso acqua uscita 1 cond permanente	peso acqua uscita 2 cond permanente	peso acqua uscita 3 cond permanente	peso acqua ingresso cond eccezionale	peso acqua bipartitore cond eccezionale	peso acqua scarico cond eccezionale
SLU	49	1.30	1.50	1.50		1.5	1.05	1.5	1.30	1.05							1.3	1.3
SLU	50	1.30	1.50	1.50		1.5	1.05	1.5	1.30	1.05							1.3	1.3
SLU	51	1.30	1.50	1.50		1.5	1.05	1.5	1.30	1.05							1.3	1.3
SLU	52	1.30	1.50	1.50		1.5	1.05	1.5	1.30	1.05							1.3	1.3
SLU	53	1.30	1.50	1.50		1.5	1.05	1.5	1.30	1.05							1.3	1.3
SLU	54	1.30	1.50	1.50		1.5	1.05	1.5	1.30	1.05							1.3	1.3
SLU	55	1.30	1.50	1.50		1.5	1.05	1.5	1.30	1.05							1.3	1.3
SLU	56	1.30	1.50	1.50		1.5	1.05	1.5	1.30	1.05							1.3	1.3
SLU	57	1.30	1.50	1.50		1.5	1.05	1.5	1.30	1.05								1.3
SLU	58	1.30	1.50	1.50		1.5	1.05	1.5	1.30	1.05								1.3
SLU	59	1.30	1.50	1.50		1.5	1.05	1.5	1.30	1.05								1.3
SLU	60	1.30	1.50	1.50		1.5	1.05	1.5	1.30	1.05								1.3
SLU	61	1.30	1.50	1.50		1.5	1.05	1.5	1.30	1.05								1.3
SLU	62	1.30	1.50	1.50		1.5	1.05	1.5	1.30	1.05								1.3
SLU	63	1.30	1.50	1.50		1.5	1.05	1.5	1.30	1.05								1.3
SLU	64	1.30	1.50	1.50		1.5	1.05	1.5	1.30	1.05								1.3
SLU	65	1.30	1.50	0.75	1.50	1.5	1.05	1.5	1.30	1.05	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3			
SLU	66	1.30	1.50	0.75	1.50	1.5	1.05	1.5	1.30	1.05	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3			
SLU	67	1.30	1.50	0.75	1.50	1.5	1.05	1.5	1.30	1.05	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3			
SLU	68	1.30	1.50	0.75	1.50	1.5	1.05	1.5	1.30	1.05	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3			
SLU	69	1.30	1.50	0.75	1.50	1.5	1.05	1.5	1.30	1.05	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3			
SLU	70	1.30	1.50	0.75	1.50	1.5	1.05	1.5	1.30	1.05	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3			
SLU	71	1.30	1.50	0.75	1.50	1.5	1.05	1.5	1.30	1.05	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3			
SLU	72	1.30	1.50	0.75	1.50	1.5	1.05	1.5	1.30	1.05	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3			



tipo	Name	spinta acqua ingresso cond permanente	spinta acqua bipartitore cond permanente	spinta acqua uscita 1 cond permanente	spinta acqua uscita 2 cond permanente	spinta acqua uscita 3 cond permanente	spinta acqua ingresso cond eccezionale	spinta acqua bipartitore con eccezionale	spinta acqua scarico cond eccezionale	p.p. carroponti scenario 1	p.p. carroponti scenario 2	p.p. carroponti scenario 3	p.p. carroponti scenario 4	carico carroponti scenario 1	carico carroponti scenario 2	carico carroponti scenario 3	carico carroponti scenario 4
SLU	49							1.3	1.3	1.3				1.5			
SLU	50							1.3	1.3		1.3				1.5		
SLU	51							1.3	1.3			1.3				1.5	
SLU	52							1.3	1.3				1.3				1.5
SLU	53							1.3	1.3	1.3							
SLU	54							1.3	1.3		1.3						
SLU	55							1.3	1.3			1.3					
SLU	56							1.3	1.3				1.3				
SLU	57								1.3	1.3				1.5			
SLU	58								1.3		1.3				1.5		
SLU	59								1.3			1.3				1.5	
SLU	60								1.3				1.3				1.5
SLU	61								1.3	1.3							
SLU	62								1.3		1.3						
SLU	63								1.3			1.3					
SLU	64								1.3				1.3				
SLU	65	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3				1.3				1.5			
SLU	66	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3					1.3				1.5		
SLU	67	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3						1.3				1.5	
SLU	68	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3							1.3				1.5
SLU	69	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3				1.3							
SLU	70	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3					1.3						
SLU	71	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3						1.3					
SLU	72	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3							1.3				

tipo	Name	GI P.p.	G2 perm. non strutturale	neve	manutenzione	Qk folla cat. E	mezzi di manutenzione 20 kPa	impianti	terreno statico a riposo	spinta orizzontale sovraccarico Qk	peso acqua ingresso cond permanente	peso acqua bipartitore cond permanente	peso acqua uscita 1 cond permanente	peso acqua uscita 2 cond permanente	peso acqua uscita 3 cond permanente	peso acqua ingresso cond eccezionale	peso acqua bipartitore cond eccezionale	peso acqua scarico cond eccezionale
SLU	73	1.30	1.50	0.75	1.50	1.5	1.05	1.5	1.30	1.05						1.3	1.3	1.3
SLU	74	1.30	1.50	0.75	1.50	1.5	1.05	1.5	1.30	1.05						1.3	1.3	1.3
SLU	75	1.30	1.50	0.75	1.50	1.5	1.05	1.5	1.30	1.05						1.3	1.3	1.3
SLU	76	1.30	1.50	0.75	1.50	1.5	1.05	1.5	1.30	1.05						1.3	1.3	1.3
SLU	77	1.30	1.50	0.75	1.50	1.5	1.05	1.5	1.30	1.05						1.3	1.3	1.3
SLU	78	1.30	1.50	0.75	1.50	1.5	1.05	1.5	1.30	1.05						1.3	1.3	1.3
SLU	79	1.30	1.50	0.75	1.50	1.5	1.05	1.5	1.30	1.05						1.3	1.3	1.3
SLU	80	1.30	1.50	0.75	1.50	1.5	1.05	1.5	1.30	1.05						1.3	1.3	1.3
SLU	81	1.30	1.50	0.75	1.50	1.5	1.05	1.5	1.30	1.05								
SLU	82	1.30	1.50	0.75	1.50	1.5	1.05	1.5	1.30	1.05								
SLU	83	1.30	1.50	0.75	1.50	1.5	1.05	1.5	1.30	1.05								
SLU	84	1.30	1.50	0.75	1.50	1.5	1.05	1.5	1.30	1.05								
SLU	85	1.30	1.50	0.75	1.50	1.5	1.05	1.5	1.30	1.05								
SLU	86	1.30	1.50	0.75	1.50	1.5	1.05	1.5	1.30	1.05								
SLU	87	1.30	1.50	0.75	1.50	1.5	1.05	1.5	1.30	1.05								
SLU	88	1.30	1.50	0.75	1.50	1.5	1.05	1.5	1.30	1.05								
SLU	89	1.30	1.50	0.75	1.50	1.5	1.05	1.5	1.30	1.05	1.3	1.3						
SLU	90	1.30	1.50	0.75	1.50	1.5	1.05	1.5	1.30	1.05	1.3	1.3						
SLU	91	1.30	1.50	0.75	1.50	1.5	1.05	1.5	1.30	1.05	1.3	1.3						
SLU	92	1.30	1.50	0.75	1.50	1.5	1.05	1.5	1.30	1.05	1.3	1.3						
SLU	93	1.30	1.50	0.75	1.50	1.5	1.05	1.5	1.30	1.05	1.3	1.3						
SLU	94	1.30	1.50	0.75	1.50	1.5	1.05	1.5	1.30	1.05	1.3	1.3						
SLU	95	1.30	1.50	0.75	1.50	1.5	1.05	1.5	1.30	1.05	1.3	1.3						
SLU	96	1.30	1.50	0.75	1.50	1.5	1.05	1.5	1.30	1.05	1.3	1.3						

tipo	Name	spinta acqua ingresso cond permanente	spinta acqua bipartitore cond permanente	spinta acqua uscita 1 cond permanente	spinta acqua uscita 2 cond permanente	spinta acqua uscita 3 cond permanente	spinta acqua ingresso cond eccezionale	spinta acqua bipartitore con eccezionale	spinta acqua scarico cond eccezionale	p.p. carroponti scenario 1	p.p. carroponti scenario 2	p.p. carroponti scenario 3	p.p. carroponti scenario 4	carico carroponti scenario 1	carico carroponti scenario 2	carico carroponti scenario 3	carico carroponti scenario 4
SLU	73						1.3	1.3	1.3	1.3				1.5			
SLU	74						1.3	1.3	1.3		1.3				1.5		
SLU	75						1.3	1.3	1.3			1.3				1.5	
SLU	76						1.3	1.3	1.3				1.3				1.5
SLU	77						1.3	1.3	1.3	1.3							
SLU	78						1.3	1.3	1.3		1.3						
SLU	79						1.3	1.3	1.3			1.3					
SLU	80						1.3	1.3	1.3				1.3				
SLU	81									1.3				1.5			
SLU	82										1.3				1.5		
SLU	83											1.3				1.5	
SLU	84												1.3				1.5
SLU	85									1.3							
SLU	86										1.3						
SLU	87											1.3					
SLU	88												1.3				
SLU	89	1.3	1.3							1.3				1.5			
SLU	90	1.3	1.3								1.3				1.5		
SLU	91	1.3	1.3									1.3				1.5	
SLU	92	1.3	1.3										1.3				1.5
SLU	93	1.3	1.3							1.3							
SLU	94	1.3	1.3								1.3						
SLU	95	1.3	1.3									1.3					
SLU	96	1.3	1.3										1.3				

tipo	Name	GI P.p.	G2 perm. non strutturale	neve	manutenzione	Qk folla cat. E	mezzi di manutenzione 20 kPa	impianti	terreno statico a riposo	spinta orizzontale sovraccarico Qk	peso acqua ingresso cond permanente	peso acqua bipartitore cond permanente	peso acqua uscita 1 cond permanente	peso acqua uscita 2 cond permanente	peso acqua uscita 3 cond permanente	peso acqua ingresso cond eccezionale	peso acqua bipartitore cond eccezionale	peso acqua scarico cond eccezionale
SLU	97	1.30	1.50	0.75	1.50	1.5	1.05	1.5	1.30	1.05	1.3	1.3		1.3				
SLU	98	1.30	1.50	0.75	1.50	1.5	1.05	1.5	1.30	1.05	1.3	1.3		1.3				
SLU	99	1.30	1.50	0.75	1.50	1.5	1.05	1.5	1.30	1.05	1.3	1.3		1.3				
SLU	100	1.30	1.50	0.75	1.50	1.5	1.05	1.5	1.30	1.05	1.3	1.3		1.3				
SLU	101	1.30	1.50	0.75	1.50	1.5	1.05	1.5	1.30	1.05	1.3	1.3		1.3				
SLU	102	1.30	1.50	0.75	1.50	1.5	1.05	1.5	1.30	1.05	1.3	1.3		1.3				
SLU	103	1.30	1.50	0.75	1.50	1.5	1.05	1.5	1.30	1.05	1.3	1.3		1.3				
SLU	104	1.30	1.50	0.75	1.50	1.5	1.05	1.5	1.30	1.05	1.3	1.3		1.3				
SLU	105	1.30	1.50	0.75	1.50	1.5	1.05	1.5	1.30	1.05	1.3							
SLU	106	1.30	1.50	0.75	1.50	1.5	1.05	1.5	1.30	1.05	1.3							
SLU	107	1.30	1.50	0.75	1.50	1.5	1.05	1.5	1.30	1.05	1.3							
SLU	108	1.30	1.50	0.75	1.50	1.5	1.05	1.5	1.30	1.05	1.3							
SLU	109	1.30	1.50	0.75	1.50	1.5	1.05	1.5	1.30	1.05	1.3							
SLU	110	1.30	1.50	0.75	1.50	1.5	1.05	1.5	1.30	1.05	1.3							
SLU	111	1.30	1.50	0.75	1.50	1.5	1.05	1.5	1.30	1.05	1.3							
SLU	112	1.30	1.50	0.75	1.50	1.5	1.05	1.5	1.30	1.05	1.3							
SLU	113	1.30	1.50	0.75	1.50	1.5	1.05	1.5	1.30	1.05							1.3	1.3
SLU	114	1.30	1.50	0.75	1.50	1.5	1.05	1.5	1.30	1.05							1.3	1.3
SLU	115	1.30	1.50	0.75	1.50	1.5	1.05	1.5	1.30	1.05							1.3	1.3
SLU	116	1.30	1.50	0.75	1.50	1.5	1.05	1.5	1.30	1.05							1.3	1.3
SLU	117	1.30	1.50	0.75	1.50	1.5	1.05	1.5	1.30	1.05							1.3	1.3
SLU	118	1.30	1.50	0.75	1.50	1.5	1.05	1.5	1.30	1.05							1.3	1.3
SLU	119	1.30	1.50	0.75	1.50	1.5	1.05	1.5	1.30	1.05							1.3	1.3
SLU	120	1.30	1.50	0.75	1.50	1.5	1.05	1.5	1.30	1.05							1.3	1.3

tipo	Name	spinta acqua ingresso cond permanente	spinta acqua bipartitore cond permanente	spinta acqua uscita 1 cond permanente	spinta acqua uscita 2 cond permanente	spinta acqua uscita 3 cond permanente	spinta acqua ingresso cond eccezionale	spinta acqua bipartitore cond eccezionale	spinta acqua scarico cond eccezionale	p.p. carroponti scenario 1	p.p. carroponti scenario 2	p.p. carroponti scenario 3	p.p. carroponti scenario 4	carico carroponti scenario 1	carico carroponti scenario 2	carico carroponti scenario 3	carico carroponti scenario 4
SLU	97	1.3	1.3		1.3					1.3				1.5			
SLU	98	1.3	1.3		1.3						1.3				1.5		
SLU	99	1.3	1.3		1.3							1.3				1.5	
SLU	100	1.3	1.3		1.3								1.3				1.5
SLU	101	1.3	1.3		1.3					1.3							
SLU	102	1.3	1.3		1.3						1.3						
SLU	103	1.3	1.3		1.3							1.3					
SLU	104	1.3	1.3		1.3								1.3				
SLU	105	1.3								1.3				1.5			
SLU	106	1.3									1.3				1.5		
SLU	107	1.3										1.3				1.5	
SLU	108	1.3											1.3				1.5
SLU	109	1.3								1.3							
SLU	110	1.3									1.3						
SLU	111	1.3										1.3					
SLU	112	1.3											1.3				
SLU	113							1.3	1.3	1.3				1.5			
SLU	114							1.3	1.3		1.3				1.5		
SLU	115							1.3	1.3			1.3				1.5	
SLU	116							1.3	1.3				1.3				1.5
SLU	117							1.3	1.3	1.3							
SLU	118							1.3	1.3		1.3						
SLU	119							1.3	1.3			1.3					
SLU	120							1.3	1.3				1.3				

tipo	Name	GI P.p.	G2 perm. non strutturale	neve	manutenzione	Qk folla cat. E	mezzi di manutenzione 20 kPa	impianti	terreno statico a riposo	spinta orizzontale sovraccarico Qk	peso acqua ingresso cond permanente	peso acqua bipartitore cond permanente	peso acqua uscita 1 cond permanente	peso acqua uscita 2 cond permanente	peso acqua uscita 3 cond permanente	peso acqua ingresso cond eccezionale	peso acqua bipartitore cond eccezionale	peso acqua scarico cond eccezionale
SLU	121	1.30	1.50	0.75	1.50	1.5	1.05	1.5	1.30	1.05								1.3
SLU	122	1.30	1.50	0.75	1.50	1.5	1.05	1.5	1.30	1.05								1.3
SLU	123	1.30	1.50	0.75	1.50	1.5	1.05	1.5	1.30	1.05								1.3
SLU	124	1.30	1.50	0.75	1.50	1.5	1.05	1.5	1.30	1.05								1.3
SLU	125	1.30	1.50	0.75	1.50	1.5	1.05	1.5	1.30	1.05								1.3
SLU	126	1.30	1.50	0.75	1.50	1.5	1.05	1.5	1.30	1.05								1.3
SLU	127	1.30	1.50	0.75	1.50	1.5	1.05	1.5	1.30	1.05								1.3
SLU	128	1.30	1.50	0.75	1.50	1.5	1.05	1.5	1.30	1.05								1.3
SLU	129	1.30	1.50	0.75		1.5	1.5	1.5	1.30	1.05	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3			
SLU	130	1.30	1.50	0.75		1.5	1.5	1.5	1.30	1.05	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3			
SLU	131	1.30	1.50	0.75		1.5	1.5	1.5	1.30	1.05	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3			
SLU	132	1.30	1.50	0.75		1.5	1.5	1.5	1.30	1.05	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3			
SLU	133	1.30	1.50	0.75		1.5	1.5	1.5	1.30	1.05	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3			
SLU	134	1.30	1.50	0.75		1.5	1.5	1.5	1.30	1.05	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3			
SLU	135	1.30	1.50	0.75		1.5	1.5	1.5	1.30	1.05	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3			
SLU	136	1.30	1.50	0.75		1.5	1.5	1.5	1.30	1.05	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3			
SLU	137	1.30	1.50	0.75		1.5	1.5	1.5	1.30	1.05						1.3	1.3	1.3
SLU	138	1.30	1.50	0.75		1.5	1.5	1.5	1.30	1.05						1.3	1.3	1.3
SLU	139	1.30	1.50	0.75		1.5	1.5	1.5	1.30	1.05						1.3	1.3	1.3
SLU	140	1.30	1.50	0.75		1.5	1.5	1.5	1.30	1.05						1.3	1.3	1.3
SLU	141	1.30	1.50	0.75		1.5	1.5	1.5	1.30	1.05						1.3	1.3	1.3
SLU	142	1.30	1.50	0.75		1.5	1.5	1.5	1.30	1.05						1.3	1.3	1.3
SLU	143	1.30	1.50	0.75		1.5	1.5	1.5	1.30	1.05						1.3	1.3	1.3
SLU	144	1.30	1.50	0.75		1.5	1.5	1.5	1.30	1.05						1.3	1.3	1.3

tipo	Name	spinta acqua ingresso cond permanente	spinta acqua bipartitore cond permanente	spinta acqua uscita 1 cond permanente	spinta acqua uscita 2 cond permanente	spinta acqua uscita 3 cond permanente	spinta acqua ingresso cond eccezionale	spinta acqua bipartitore cond eccezionale	spinta acqua scarico cond eccezionale	p.p. carroponti scenario 1	p.p. carroponti scenario 2	p.p. carroponti scenario 3	p.p. carroponti scenario 4	carico carroponti scenario 1	carico carroponti scenario 2	carico carroponti scenario 3	carico carroponti scenario 4
SLU	121								1.3	1.3				1.5			
SLU	122								1.3		1.3				1.5		
SLU	123								1.3			1.3				1.5	
SLU	124								1.3				1.3				1.5
SLU	125								1.3	1.3							
SLU	126								1.3		1.3						
SLU	127								1.3			1.3					
SLU	128								1.3				1.3				
SLU	129	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3				1.3				1.5			
SLU	130	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3					1.3				1.5		
SLU	131	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3						1.3				1.5	
SLU	132	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3							1.3				1.5
SLU	133	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3				1.3							
SLU	134	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3					1.3						
SLU	135	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3						1.3					
SLU	136	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3							1.3				
SLU	137						1.3	1.3	1.3	1.3				1.5			
SLU	138						1.3	1.3	1.3		1.3				1.5		
SLU	139						1.3	1.3	1.3			1.3				1.5	
SLU	140						1.3	1.3	1.3				1.3				1.5
SLU	141						1.3	1.3	1.3	1.3							
SLU	142						1.3	1.3	1.3		1.3						
SLU	143						1.3	1.3	1.3			1.3					
SLU	144						1.3	1.3	1.3				1.3				

tipo	Name	GI P.p.	G2 perm. non strutturale	neve	manutenzione	Qk folla cat. E	mezzi di manutenzione 20 kPa	impianti	terreno statico a riposo	spinta orizzontale sovraccarico Qk	peso acqua ingresso cond permanente	peso acqua bipartitore cond permanente	peso acqua uscita 1 cond permanente	peso acqua uscita 2 cond permanente	peso acqua uscita 3 cond permanente	peso acqua ingresso cond eccezionale	peso acqua bipartitore cond eccezionale	peso acqua scarico cond eccezionale
SLU	145	1.30	1.50	0.75		1.5	1.5	1.5	1.30	1.05								
SLU	146	1.30	1.50	0.75		1.5	1.5	1.5	1.30	1.05								
SLU	147	1.30	1.50	0.75		1.5	1.5	1.5	1.30	1.05								
SLU	148	1.30	1.50	0.75		1.5	1.5	1.5	1.30	1.05								
SLU	149	1.30	1.50	0.75		1.5	1.5	1.5	1.30	1.05								
SLU	150	1.30	1.50	0.75		1.5	1.5	1.5	1.30	1.05								
SLU	151	1.30	1.50	0.75		1.5	1.5	1.5	1.30	1.05								
SLU	152	1.30	1.50	0.75		1.5	1.5	1.5	1.30	1.05								
SLU	153	1.30	1.50	0.75		1.5	1.5	1.5	1.30	1.05	1.3	1.3						
SLU	154	1.30	1.50	0.75		1.5	1.5	1.5	1.30	1.05	1.3	1.3						
SLU	155	1.30	1.50	0.75		1.5	1.5	1.5	1.30	1.05	1.3	1.3						
SLU	156	1.30	1.50	0.75		1.5	1.5	1.5	1.30	1.05	1.3	1.3						
SLU	157	1.30	1.50	0.75		1.5	1.5	1.5	1.30	1.05	1.3	1.3						
SLU	158	1.30	1.50	0.75		1.5	1.5	1.5	1.30	1.05	1.3	1.3						
SLU	159	1.30	1.50	0.75		1.5	1.5	1.5	1.30	1.05	1.3	1.3						
SLU	160	1.30	1.50	0.75		1.5	1.5	1.5	1.30	1.05	1.3	1.3						
SLU	161	1.30	1.50	0.75		1.5	1.5	1.5	1.30	1.05	1.3	1.3		1.3				
SLU	162	1.30	1.50	0.75		1.5	1.5	1.5	1.30	1.05	1.3	1.3		1.3				
SLU	163	1.30	1.50	0.75		1.5	1.5	1.5	1.30	1.05	1.3	1.3		1.3				
SLU	164	1.30	1.50	0.75		1.5	1.5	1.5	1.30	1.05	1.3	1.3		1.3				
SLU	165	1.30	1.50	0.75		1.5	1.5	1.5	1.30	1.05	1.3	1.3		1.3				
SLU	166	1.30	1.50	0.75		1.5	1.5	1.5	1.30	1.05	1.3	1.3		1.3				
SLU	167	1.30	1.50	0.75		1.5	1.5	1.5	1.30	1.05	1.3	1.3		1.3				
SLU	168	1.30	1.50	0.75		1.5	1.5	1.5	1.30	1.05	1.3	1.3		1.3				



tipo	Name	spinta acqua ingresso cond permanente	spinta acqua bipartitore cond permanente	spinta acqua uscita 1 cond permanente	spinta acqua uscita 2 cond permanente	spinta acqua uscita 3 cond permanente	spinta acqua ingresso cond eccezionale	spinta acqua bipartitore cond eccezionale	spinta acqua scarico cond eccezionale	p.p. carroponti scenario 1	p.p. carroponti scenario 2	p.p. carroponti scenario 3	p.p. carroponti scenario 4	carico carroponti scenario 1	carico carroponti scenario 2	carico carroponti scenario 3	carico carroponti scenario 4
SLU	145									1.3				1.5			
SLU	146										1.3				1.5		
SLU	147											1.3				1.5	
SLU	148												1.3				1.5
SLU	149									1.3							
SLU	150										1.3						
SLU	151											1.3					
SLU	152												1.3				
SLU	153	1.3	1.3							1.3				1.5			
SLU	154	1.3	1.3								1.3				1.5		
SLU	155	1.3	1.3									1.3				1.5	
SLU	156	1.3	1.3										1.3				1.5
SLU	157	1.3	1.3							1.3							
SLU	158	1.3	1.3								1.3						
SLU	159	1.3	1.3									1.3					
SLU	160	1.3	1.3										1.3				
SLU	161	1.3	1.3		1.3					1.3				1.5			
SLU	162	1.3	1.3		1.3						1.3				1.5		
SLU	163	1.3	1.3		1.3							1.3				1.5	
SLU	164	1.3	1.3		1.3								1.3				1.5
SLU	165	1.3	1.3		1.3					1.3							
SLU	166	1.3	1.3		1.3						1.3						
SLU	167	1.3	1.3		1.3							1.3					
SLU	168	1.3	1.3		1.3								1.3				

tipo	Name	GI P.p.	G2 perm. non strutturale	neve	manutenzione	Qk folla cat. E	mezzi di manutenzione 20 kPa	impianti	terreno statico a riposo	spinta orizzontale sovraccarico Qk	peso acqua ingresso cond permanente	peso acqua bipartitore cond permanente	peso acqua uscita 1 cond permanente	peso acqua uscita 2 cond permanente	peso acqua uscita 3 cond permanente	peso acqua ingresso cond eccezionale	peso acqua bipartitore cond eccezionale	peso acqua scarico cond eccezionale
SLU	169	1.30	1.50	0.75		1.5	1.5	1.5	1.30	1.05	1.3							
SLU	170	1.30	1.50	0.75		1.5	1.5	1.5	1.30	1.05	1.3							
SLU	171	1.30	1.50	0.75		1.5	1.5	1.5	1.30	1.05	1.3							
SLU	172	1.30	1.50	0.75		1.5	1.5	1.5	1.30	1.05	1.3							
SLU	173	1.30	1.50	0.75		1.5	1.5	1.5	1.30	1.05	1.3							
SLU	174	1.30	1.50	0.75		1.5	1.5	1.5	1.30	1.05	1.3							
SLU	175	1.30	1.50	0.75		1.5	1.5	1.5	1.30	1.05	1.3							
SLU	176	1.30	1.50	0.75		1.5	1.5	1.5	1.30	1.05	1.3							
SLU	177	1.30	1.50	0.75		1.5	1.5	1.5	1.30	1.05							1.3	1.3
SLU	178	1.30	1.50	0.75		1.5	1.5	1.5	1.30	1.05							1.3	1.3
SLU	179	1.30	1.50	0.75		1.5	1.5	1.5	1.30	1.05							1.3	1.3
SLU	180	1.30	1.50	0.75		1.5	1.5	1.5	1.30	1.05							1.3	1.3
SLU	181	1.30	1.50	0.75		1.5	1.5	1.5	1.30	1.05							1.3	1.3
SLU	182	1.30	1.50	0.75		1.5	1.5	1.5	1.30	1.05							1.3	1.3
SLU	183	1.30	1.50	0.75		1.5	1.5	1.5	1.30	1.05							1.3	1.3
SLU	184	1.30	1.50	0.75		1.5	1.5	1.5	1.30	1.05							1.3	1.3
SLU	185	1.30	1.50	0.75		1.5	1.5	1.5	1.30	1.05								1.3
SLU	186	1.30	1.50	0.75		1.5	1.5	1.5	1.30	1.05								1.3
SLU	187	1.30	1.50	0.75		1.5	1.5	1.5	1.30	1.05								1.3
SLU	188	1.30	1.50	0.75		1.5	1.5	1.5	1.30	1.05								1.3
SLU	189	1.30	1.50	0.75		1.5	1.5	1.5	1.30	1.05								1.3
SLU	190	1.30	1.50	0.75		1.5	1.5	1.5	1.30	1.05								1.3
SLU	191	1.30	1.50	0.75		1.5	1.5	1.5	1.30	1.05								1.3
SLU	192	1.30	1.50	0.75		1.5	1.5	1.5	1.30	1.05								1.3

tipo	Name	spinta acqua ingresso cond permanente	spinta acqua bipartitore cond permanente	spinta acqua uscita 1 cond permanente	spinta acqua uscita 2 cond permanente	spinta acqua uscita 3 cond permanente	spinta acqua ingresso cond eccezionale	spinta acqua bipartitore cond eccezionale	spinta acqua scarico cond eccezionale	p.p. carroponti scenario 1	p.p. carroponti scenario 2	p.p. carroponti scenario 3	p.p. carroponti scenario 4	carico carroponti scenario 1	carico carroponti scenario 2	carico carroponti scenario 3	carico carroponti scenario 4
SLU	169	1.3								1.3				1.5			
SLU	170	1.3									1.3				1.5		
SLU	171	1.3										1.3				1.5	
SLU	172	1.3											1.3				1.5
SLU	173	1.3								1.3							
SLU	174	1.3									1.3						
SLU	175	1.3										1.3					
SLU	176	1.3											1.3				
SLU	177							1.3	1.3	1.3				1.5			
SLU	178							1.3	1.3		1.3				1.5		
SLU	179							1.3	1.3			1.3				1.5	
SLU	180							1.3	1.3				1.3				1.5
SLU	181							1.3	1.3	1.3							
SLU	182							1.3	1.3		1.3						
SLU	183							1.3	1.3			1.3					
SLU	184							1.3	1.3				1.3				
SLU	185								1.3	1.3				1.5			
SLU	186								1.3		1.3				1.5		
SLU	187								1.3			1.3				1.5	
SLU	188								1.3				1.3				1.5
SLU	189								1.3	1.3							
SLU	190								1.3		1.3						
SLU	191								1.3			1.3					
SLU	192								1.3				1.3				

tipo	Name	GI P.p.	G2 perm. non strutturale	neve	manutenzione	Qk folla cat. E	mezzi di manutenzione 20 kPa	impianti	terreno statico a riposo	spinta orizzontale sovraccarico Qk	peso acqua ingresso cond permanente	peso acqua bipartitore cond permanente	peso acqua uscita 1 cond permanente	peso acqua uscita 2 cond permanente	peso acqua uscita 3 cond permanente	peso acqua ingresso cond eccezionale	peso acqua bipartitore cond eccezionale	peso acqua scarico cond eccezionale
SLU	193	1.30	1.50	0.75		1.5	1.05	1.5	1.30	1.5	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3			
SLU	194	1.30	1.50	0.75		1.5	1.05	1.5	1.30	1.5	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3			
SLU	195	1.30	1.50	0.75		1.5	1.05	1.5	1.30	1.5	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3			
SLU	196	1.30	1.50	0.75		1.5	1.05	1.5	1.30	1.5	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3			
SLU	197	1.30	1.50	0.75		1.5	1.05	1.5	1.30	1.5	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3			
SLU	198	1.30	1.50	0.75		1.5	1.05	1.5	1.30	1.5	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3			
SLU	199	1.30	1.50	0.75		1.5	1.05	1.5	1.30	1.5	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3			
SLU	200	1.30	1.50	0.75		1.5	1.05	1.5	1.30	1.5	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3			
SLU	201	1.30	1.50	0.75		1.5	1.05	1.5	1.30	1.5						1.3	1.3	1.3
SLU	202	1.30	1.50	0.75		1.5	1.05	1.5	1.30	1.5						1.3	1.3	1.3
SLU	203	1.30	1.50	0.75		1.5	1.05	1.5	1.30	1.5						1.3	1.3	1.3
SLU	204	1.30	1.50	0.75		1.5	1.05	1.5	1.30	1.5						1.3	1.3	1.3
SLU	205	1.30	1.50	0.75		1.5	1.05	1.5	1.30	1.5						1.3	1.3	1.3
SLU	206	1.30	1.50	0.75		1.5	1.05	1.5	1.30	1.5						1.3	1.3	1.3
SLU	207	1.30	1.50	0.75		1.5	1.05	1.5	1.30	1.5						1.3	1.3	1.3
SLU	208	1.30	1.50	0.75		1.5	1.05	1.5	1.30	1.5						1.3	1.3	1.3
SLU	209	1.30	1.50	0.75		1.5	1.05	1.5	1.30	1.5								
SLU	210	1.30	1.50	0.75		1.5	1.05	1.5	1.30	1.5								
SLU	211	1.30	1.50	0.75		1.5	1.05	1.5	1.30	1.5								
SLU	212	1.30	1.50	0.75		1.5	1.05	1.5	1.30	1.5								
SLU	213	1.30	1.50	0.75		1.5	1.05	1.5	1.30	1.5								
SLU	214	1.30	1.50	0.75		1.5	1.05	1.5	1.30	1.5								
SLU	215	1.30	1.50	0.75		1.5	1.05	1.5	1.30	1.5								
SLU	216	1.30	1.50	0.75		1.5	1.05	1.5	1.30	1.5								

tipo	Name	spinta acqua ingresso cond permanente	spinta acqua bipartitore cond permanente	spinta acqua uscita 1 cond permanente	spinta acqua uscita 2 cond permanente	spinta acqua uscita 3 cond permanente	spinta acqua ingresso cond eccezionale	spinta acqua bipartitore con eccezionale	spinta acqua scarico cond eccezionale	p.p. carroponti scenario 1	p.p. carroponti scenario 2	p.p. carroponti scenario 3	p.p. carroponti scenario 4	carico carroponti scenario 1	carico carroponti scenario 2	carico carroponti scenario 3	carico carroponti scenario 4
SLU	193	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3				1.3				1.5			
SLU	194	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3					1.3				1.5		
SLU	195	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3						1.3				1.5	
SLU	196	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3							1.3				1.5
SLU	197	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3				1.3							
SLU	198	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3					1.3						
SLU	199	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3						1.3					
SLU	200	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3							1.3				
SLU	201						1.3	1.3	1.3	1.3				1.5			
SLU	202						1.3	1.3	1.3		1.3				1.5		
SLU	203						1.3	1.3	1.3			1.3				1.5	
SLU	204						1.3	1.3	1.3				1.3				1.5
SLU	205						1.3	1.3	1.3	1.3							
SLU	206						1.3	1.3	1.3		1.3						
SLU	207						1.3	1.3	1.3			1.3					
SLU	208						1.3	1.3	1.3				1.3				
SLU	209									1.3				1.5			
SLU	210										1.3				1.5		
SLU	211											1.3				1.5	
SLU	212												1.3				1.5
SLU	213									1.3							
SLU	214										1.3						
SLU	215											1.3					
SLU	216												1.3				

tipo	Name	GI P.p.	G2 perm. non strutturale	neve	manutenzione	Qk folla cat. E	mezzi di manutenzione 20 kPa	impianti	terreno statico a riposo	spinta orizzontale sovraccarico Qk	peso acqua ingresso cond permanente	peso acqua bipartitore cond permanente	peso acqua uscita 1 cond permanente	peso acqua uscita 2 cond permanente	peso acqua uscita 3 cond permanente	peso acqua ingresso cond eccezionale	peso acqua bipartitore cond eccezionale	peso acqua scarico cond eccezionale
SLU	217	1.30	1.50	0.75		1.5	1.05	1.5	1.30	1.5	1.3	1.3						
SLU	218	1.30	1.50	0.75		1.5	1.05	1.5	1.30	1.5	1.3	1.3						
SLU	219	1.30	1.50	0.75		1.5	1.05	1.5	1.30	1.5	1.3	1.3						
SLU	220	1.30	1.50	0.75		1.5	1.05	1.5	1.30	1.5	1.3	1.3						
SLU	221	1.30	1.50	0.75		1.5	1.05	1.5	1.30	1.5	1.3	1.3						
SLU	222	1.30	1.50	0.75		1.5	1.05	1.5	1.30	1.5	1.3	1.3						
SLU	223	1.30	1.50	0.75		1.5	1.05	1.5	1.30	1.5	1.3	1.3						
SLU	224	1.30	1.50	0.75		1.5	1.05	1.5	1.30	1.5	1.3	1.3						
SLU	225	1.30	1.50	0.75		1.5	1.05	1.5	1.30	1.5	1.3	1.3		1.3				
SLU	226	1.30	1.50	0.75		1.5	1.05	1.5	1.30	1.5	1.3	1.3		1.3				
SLU	227	1.30	1.50	0.75		1.5	1.05	1.5	1.30	1.5	1.3	1.3		1.3				
SLU	228	1.30	1.50	0.75		1.5	1.05	1.5	1.30	1.5	1.3	1.3		1.3				
SLU	229	1.30	1.50	0.75		1.5	1.05	1.5	1.30	1.5	1.3	1.3		1.3				
SLU	230	1.30	1.50	0.75		1.5	1.05	1.5	1.30	1.5	1.3	1.3		1.3				
SLU	231	1.30	1.50	0.75		1.5	1.05	1.5	1.30	1.5	1.3	1.3		1.3				
SLU	232	1.30	1.50	0.75		1.5	1.05	1.5	1.30	1.5	1.3	1.3		1.3				
SLU	233	1.30	1.50	0.75		1.5	1.05	1.5	1.30	1.5	1.3							
SLU	234	1.30	1.50	0.75		1.5	1.05	1.5	1.30	1.5	1.3							
SLU	235	1.30	1.50	0.75		1.5	1.05	1.5	1.30	1.5	1.3							
SLU	236	1.30	1.50	0.75		1.5	1.05	1.5	1.30	1.5	1.3							
SLU	237	1.30	1.50	0.75		1.5	1.05	1.5	1.30	1.5	1.3							
SLU	238	1.30	1.50	0.75		1.5	1.05	1.5	1.30	1.5	1.3							
SLU	239	1.30	1.50	0.75		1.5	1.05	1.5	1.30	1.5	1.3							
SLU	240	1.30	1.50	0.75		1.5	1.05	1.5	1.30	1.5	1.3							

tipo	Name	spinta acqua ingresso cond permanente	spinta acqua bipartitore cond permanente	spinta acqua uscita 1 cond permanente	spinta acqua uscita 2 cond permanente	spinta acqua uscita 3 cond permanente	spinta acqua ingresso cond eccezionale	spinta acqua bipartitore cond eccezionale	spinta acqua scarico cond eccezionale	p.p. carroponti scenario 1	p.p. carroponti scenario 2	p.p. carroponti scenario 3	p.p. carroponti scenario 4	carico carroponti scenario 1	carico carroponti scenario 2	carico carroponti scenario 3	carico carroponti scenario 4
SLU	217	1.3	1.3							1.3				1.5			
SLU	218	1.3	1.3								1.3				1.5		
SLU	219	1.3	1.3									1.3				1.5	
SLU	220	1.3	1.3										1.3				1.5
SLU	221	1.3	1.3							1.3							
SLU	222	1.3	1.3								1.3						
SLU	223	1.3	1.3									1.3					
SLU	224	1.3	1.3										1.3				
SLU	225	1.3	1.3		1.3					1.3				1.5			
SLU	226	1.3	1.3		1.3						1.3				1.5		
SLU	227	1.3	1.3		1.3							1.3				1.5	
SLU	228	1.3	1.3		1.3								1.3				1.5
SLU	229	1.3	1.3		1.3					1.3							
SLU	230	1.3	1.3		1.3						1.3						
SLU	231	1.3	1.3		1.3							1.3					
SLU	232	1.3	1.3		1.3								1.3				
SLU	233	1.3								1.3				1.5			
SLU	234	1.3									1.3				1.5		
SLU	235	1.3										1.3				1.5	
SLU	236	1.3											1.3				1.5
SLU	237	1.3								1.3							
SLU	238	1.3									1.3						
SLU	239	1.3										1.3					
SLU	240	1.3											1.3				

tipo	Name	G1 p.p.	G2 perm. non strutturale	neve	manutenzione	Ok folla cat. E	mezzi di manutenzione 20 kPa	impianti	terreno statico a riposo	spinta orizzontale sovraccarico Ok	peso acqua ingresso cond permanente	peso acqua bipartitore cond permanente	peso acqua uscita 1 cond permanente	peso acqua uscita 2 cond permanente	peso acqua uscita 3 cond permanente	peso acqua ingresso cond eccezionale	peso acqua bipartitore cond eccezionale	peso acqua scarico cond eccezionale	
SLU	241	1.30	1.50	0.75		1.5	1.05	1.5	1.30	1.5								1.3	1.3
SLU	242	1.30	1.50	0.75		1.5	1.05	1.5	1.30	1.5								1.3	1.3
SLU	243	1.30	1.50	0.75		1.5	1.05	1.5	1.30	1.5								1.3	1.3
SLU	244	1.30	1.50	0.75		1.5	1.05	1.5	1.30	1.5								1.3	1.3
SLU	245	1.30	1.50	0.75		1.5	1.05	1.5	1.30	1.5								1.3	1.3
SLU	246	1.30	1.50	0.75		1.5	1.05	1.5	1.30	1.5								1.3	1.3
SLU	247	1.30	1.50	0.75		1.5	1.05	1.5	1.30	1.5								1.3	1.3
SLU	248	1.30	1.50	0.75		1.5	1.05	1.5	1.30	1.5								1.3	1.3
SLU	249	1.30	1.50	0.75		1.5	1.05	1.5	1.30	1.5								1.3	1.3
SLU	250	1.30	1.50	0.75		1.5	1.05	1.5	1.30	1.5								1.3	1.3
SLU	251	1.30	1.50	0.75		1.5	1.05	1.5	1.30	1.5								1.3	1.3
SLU	252	1.30	1.50	0.75		1.5	1.05	1.5	1.30	1.5								1.3	1.3
SLU	253	1.30	1.50	0.75		1.5	1.05	1.5	1.30	1.5								1.3	1.3
SLU	254	1.30	1.50	0.75		1.5	1.05	1.5	1.30	1.5								1.3	1.3
SLU	255	1.30	1.50	0.75		1.5	1.05	1.5	1.30	1.5								1.3	1.3
SLU	256	1.30	1.50	0.75		1.5	1.05	1.5	1.30	1.5								1.3	1.3

tipo	Name	spinta acqua ingresso cond permanente	spinta acqua bipartitore cond permanente	spinta acqua uscita 1 cond permanente	spinta acqua uscita 2 cond permanente	spinta acqua uscita 3 cond permanente	spinta acqua ingresso cond eccezionale	spinta acqua bipartitore con eccezionale	spinta acqua scarico cond eccezionale	p.p. carroponti scenario 1	p.p. carroponti scenario 2	p.p. carroponti scenario 3	p.p. carroponti scenario 4	carico carroponti scenario 1	carico carroponti scenario 2	carico carroponti scenario 3	carico carroponti scenario 4
SLU	241							1.3	1.3	1.3				1.5			
SLU	242							1.3	1.3		1.3				1.5		
SLU	243							1.3	1.3			1.3				1.5	
SLU	244							1.3	1.3				1.3				1.5
SLU	245							1.3	1.3	1.3							
SLU	246							1.3	1.3		1.3						
SLU	247							1.3	1.3			1.3					
SLU	248							1.3	1.3				1.3				
SLU	249								1.3	1.3				1.5			
SLU	250								1.3		1.3				1.5		
SLU	251								1.3			1.3				1.5	
SLU	252								1.3				1.3				1.5
SLU	253								1.3	1.3							
SLU	254								1.3		1.3						
SLU	255								1.3			1.3					
SLU	256								1.3				1.3				

**Tabella 7.3 – Combinazioni di carico in SLU**



tipo	Name	GI P.p.	G2 perm. non strutturale	neve	manutenzione	Qk folla cat. E	mezzi di manutenzione 20 kPa	impianti	terreno statico a riposo	spinta orizzontale sovraccarico Qk	peso acqua ingresso cond permanente	peso acqua bipartitore cond permanente	peso acqua uscita 1 cond permanente	peso acqua uscita 2 cond permanente	peso acqua uscita 3 cond permanente	peso acqua ingresso cond eccezionale	peso acqua bipartitore cond eccezionale	peso acqua scarico cond eccezionale
SLV	257	1.00	1.00			0.80		1.00	1.00									
SLV	258	1.00	1.00			0.80		1.00	1.00									
SLV	259	1.00	1.00			0.80		1.00	1.00									
SLV	260	1.00	1.00			0.80		1.00	1.00									
SLV	261	1.00	1.00			0.80		1.00	1.00									
SLV	262	1.00	1.00			0.80		1.00	1.00									
SLV	263	1.00	1.00			0.80		1.00	1.00									
SLV	264	1.00	1.00			0.80		1.00	1.00									
SLV	265	1.00	1.00			0.80		1.00	1.00									
SLV	266	1.00	1.00			0.80		1.00	1.00									
SLV	267	1.00	1.00			0.80		1.00	1.00									
SLV	268	1.00	1.00			0.80		1.00	1.00									
SLV	269	1.00	1.00			0.80		1.00	1.00									
SLV	270	1.00	1.00			0.80		1.00	1.00									
SLV	271	1.00	1.00			0.80		1.00	1.00									
SLV	272	1.00	1.00			0.80		1.00	1.00									
SLV	273	1.00	1.00			0.80		1.00	1.00									
SLV	274	1.00	1.00			0.80		1.00	1.00									
SLV	275	1.00	1.00			0.80		1.00	1.00									
SLV	276	1.00	1.00			0.80		1.00	1.00									
SLV	277	1.00	1.00			0.80		1.00	1.00									
SLV	278	1.00	1.00			0.80		1.00	1.00									
SLV	279	1.00	1.00			0.80		1.00	1.00									
SLV	280	1.00	1.00			0.80		1.00	1.00									
SLV	281	1.00	1.00			0.80		1.00	1.00									
SLV	282	1.00	1.00			0.80		1.00	1.00									
SLV	283	1.00	1.00			0.80		1.00	1.00									
SLV	284	1.00	1.00			0.80		1.00	1.00									
SLV	285	1.00	1.00			0.80		1.00	1.00									
SLV	286	1.00	1.00			0.80		1.00	1.00									
SLV	287	1.00	1.00			0.80		1.00	1.00									
SLV	288	1.00	1.00			0.80		1.00	1.00									

tipo	Name	spinta acqua ingresso cond permanente	spinta acqua bipartitore cond permanente	spinta acqua uscita 1 cond permanente	spinta acqua uscita 2 cond permanente	spinta acqua uscita 3 cond permanente	spinta acqua ingresso cond eccezionale	spinta acqua bipartitore con eccezionale	spinta acqua scarico cond eccezionale	p.p. carroponi scenario 1	p.p. carroponi scenario 2	p.p. carroponi scenario 3	p.p. carroponi scenario 4	carico carroponi scenario 1	carico carroponi scenario 2	carico carroponi scenario 3	carico carroponi scenario 4
SLV	257																
SLV	258																
SLV	259																
SLV	260																
SLV	261																
SLV	262																
SLV	263																
SLV	264																
SLV	265																
SLV	266																
SLV	267																
SLV	268																
SLV	269																
SLV	270																
SLV	271																
SLV	272																
SLV	273																
SLV	274																
SLV	275																
SLV	276																
SLV	277																
SLV	278																
SLV	279																
SLV	280																
SLV	281																
SLV	282																
SLV	283																
SLV	284																
SLV	285																
SLV	286																
SLV	287																
SLV	288																

tipo	Name	siema terreno x*	siema terreno x-	siema terreno y*	siema terreno y-	siema acqua ingresso x*	siema acqua ingresso x-	siema acqua ingresso y*	siema acqua ingresso y-	siema acqua bipartite x*	siema acqua bipartite x-	siema acqua bipartite y*	siema acqua bipartite y-	siema acqua uscita 1 x*	siema acqua uscita 1 x-	siema acqua uscita 1 y*	siema acqua uscita 1 y-	siema acqua uscita 2 x*	siema acqua uscita 2 x-	siema acqua uscita 2 y*	siema acqua uscita 2 y-	siema acqua uscita 3 x*	siema acqua uscita 3 x-	siema acqua uscita 3 y*	siema acqua uscita 3 y-	Siema SLV X	Siema SLV Y		
SLV	257	1		0.3				0.3				0.3																	
SLV	258	1		0.3				0.3				0.3																	
SLV	259	1			0.3				0.3				0.3													0.3		-0.3	
SLV	260	1			0.3				0.3				0.3															-0.3	
SLV	261		1	0.3					0.3				0.3													0.3		-1	0.3
SLV	262		1	0.3					0.3				0.3													0.3		-1	0.3
SLV	263		1		0.3				0.3				0.3													0.3		-1	-0.3
SLV	264		1		0.3				0.3				0.3													0.3		-1	-0.3
SLV	265	0.3					0.3				0.3								0.3									0.3	
SLV	266	0.3					0.3				0.3								0.3									0.3	
SLV	267		0.3					0.3					0.3							0.3								0.3	
SLV	268		0.3					0.3					0.3							0.3								0.3	
SLV	269	0.3					0.3				0.3									0.3								0.3	
SLV	270	0.3					0.3				0.3									0.3								0.3	
SLV	271		0.3					0.3					0.3							0.3								0.3	
SLV	272		0.3					0.3					0.3							0.3								0.3	
SLV	273	1		0.3				0.3					0.3							0.3								0.3	
SLV	274	1		0.3				0.3					0.3							0.3								0.3	
SLV	275	1			0.3				0.3				0.3							0.3								0.3	
SLV	276	1			0.3				0.3				0.3							0.3								0.3	
SLV	277		1	0.3					0.3				0.3							0.3								0.3	
SLV	278		1	0.3					0.3				0.3							0.3								0.3	
SLV	279		1		0.3				0.3				0.3							0.3								0.3	
SLV	280		1		0.3				0.3				0.3							0.3								0.3	
SLV	281	0.3					0.3				0.3									0.3								0.3	
SLV	282	0.3					0.3				0.3									0.3								0.3	
SLV	283		0.3					0.3					0.3							0.3								0.3	
SLV	284		0.3					0.3					0.3							0.3								0.3	
SLV	285	0.3					0.3				0.3									0.3								0.3	
SLV	286	0.3					0.3				0.3									0.3								0.3	
SLV	287		0.3					0.3					0.3							0.3								0.3	
SLV	288		0.3					0.3					0.3							0.3								0.3	

tipo	Name	GI P.p.	G2 perm. non strutturale	neve	manutenzione	Qk folla cat. E	mezzi di manutenzione 20 kPa	impianti	terreno statico a riposo	spinta orizzontale sovraccarico Qk	peso acqua ingresso cond permanente	peso acqua bipartitore cond permanente	peso acqua uscita 1 cond permanente	peso acqua uscita 2 cond permanente	peso acqua uscita 3 cond permanente	peso acqua ingresso cond eccezionale	peso acqua bipartitore cond eccezionale	peso acqua scarico cond eccezionale
SLV	289	1.00	1.00			0.80		1.00	1.00									
SLV	290	1.00	1.00			0.80		1.00	1.00									
SLV	291	1.00	1.00			0.80		1.00	1.00									
SLV	292	1.00	1.00			0.80		1.00	1.00									
SLV	293	1.00	1.00			0.80		1.00	1.00									
SLV	294	1.00	1.00			0.80		1.00	1.00									
SLV	295	1.00	1.00			0.80		1.00	1.00									
SLV	296	1.00	1.00			0.80		1.00	1.00									
SLV	297	1.00	1.00			0.80		1.00	1.00									
SLV	298	1.00	1.00			0.80		1.00	1.00									
SLV	299	1.00	1.00			0.80		1.00	1.00									
SLV	300	1.00	1.00			0.80		1.00	1.00									
SLV	301	1.00	1.00			0.80		1.00	1.00									
SLV	302	1.00	1.00			0.80		1.00	1.00									
SLV	303	1.00	1.00			0.80		1.00	1.00									
SLV	304	1.00	1.00			0.80		1.00	1.00									
SLV	305	1.00	1.00			0.80		1.00	1.00									
SLV	306	1.00	1.00			0.80		1.00	1.00									
SLV	307	1.00	1.00			0.80		1.00	1.00									
SLV	308	1.00	1.00			0.80		1.00	1.00									
SLV	309	1.00	1.00			0.80		1.00	1.00									
SLV	310	1.00	1.00			0.80		1.00	1.00									
SLV	311	1.00	1.00			0.80		1.00	1.00									
SLV	312	1.00	1.00			0.80		1.00	1.00									
SLV	313	1.00	1.00			0.80		1.00	1.00									
SLV	314	1.00	1.00			0.80		1.00	1.00									
SLV	315	1.00	1.00			0.80		1.00	1.00									
SLV	316	1.00	1.00			0.80		1.00	1.00									
SLV	317	1.00	1.00			0.80		1.00	1.00									
SLV	318	1.00	1.00			0.80		1.00	1.00									
SLV	319	1.00	1.00			0.80		1.00	1.00									
SLV	320	1.00	1.00			0.80		1.00	1.00									

tipo	Name	spinta acqua ingresso cond permanente	spinta acqua bipartitore cond permanente	spinta acqua uscita 1 cond permanente	spinta acqua uscita 2 cond permanente	spinta acqua uscita 3 cond permanente	spinta acqua ingresso cond eccezionale	spinta acqua bipartitore cond eccezionale	spinta acqua scarico cond eccezionale	p.p. carroponi scenario 1	p.p. carroponi scenario 2	p.p. carroponi scenario 3	p.p. carroponi scenario 4	carico carroponi scenario 1	carico carroponi scenario 2	carico carroponi scenario 3	carico carroponi scenario 4
SLV	289																
SLV	290																
SLV	291																
SLV	292																
SLV	293																
SLV	294																
SLV	295																
SLV	296																
SLV	297																
SLV	298																
SLV	299																
SLV	300																
SLV	301																
SLV	302																
SLV	303																
SLV	304																
SLV	305																
SLV	306																
SLV	307																
SLV	308																
SLV	309																
SLV	310																
SLV	311																
SLV	312																
SLV	313																
SLV	314																
SLV	315																
SLV	316																
SLV	317																
SLV	318																
SLV	319																
SLV	320																



**Tabella 7.5 – Combinazioni di carico in esercizio – Combinazione Rara**

tipo	Name	G1 p.p.	G2 perm. non strutturale	neve	manutenzione	Qk folla cat. E	mezzi di manutenzione 20 kPa	impianti	terreno statico a riposo	spinta orizzontale sovraccarico Qk	peso acqua ingresso cond permanente	peso acqua bipartitore cond permanente	peso acqua uscita 1 cond permanente	peso acqua uscita 2 cond permanente	peso acqua uscita 3 cond permanente	peso acqua ingresso cond eccezionale	peso acqua bipartitore cond eccezionale	peso acqua scarico cond eccezionale
SLE freq	329	1.00	1.00	0.20		0.90	0.70	1.00	1.00	0.7								
SLE freq	330	1.00	1.00	0.20		0.90	0.70	1.00	1.00	0.7								
SLE freq	331	1.00	1.00	0.20		0.90	0.70	1.00	1.00	0.7								
SLE freq	332	1.00	1.00	0.20		0.90	0.70	1.00	1.00	0.7								
SLE freq	333	1.00	1.00	0.20		0.90	0.70	1.00	1.00	0.7								
SLE freq	334	1.00	1.00	0.20		0.90	0.70	1.00	1.00	0.7								
SLE freq	335	1.00	1.00	0.20		0.90	0.70	1.00	1.00	0.7								
SLE freq	336	1.00	1.00	0.20		0.90	0.70	1.00	1.00	0.7								

tipo	Name	spinta acqua ingresso cond permanente	spinta acqua bipartitore cond permanente	spinta acqua uscita 1 cond permanente	spinta acqua uscita 2 cond permanente	spinta acqua uscita 3 cond permanente	spinta acqua ingresso cond eccezionale	spinta acqua bipartitore cond eccezionale	spinta acqua scarico cond eccezionale	p.p. carroponti scenario 1	p.p. carroponti scenario 2	p.p. carroponti scenario 3	p.p. carroponti scenario 4	carico carroponti scenario 1	carico carroponti scenario 2	carico carroponti scenario 3	carico carroponti scenario 4
SLE freq	329													0.9			
SLE freq	330														0.9		
SLE freq	331															0.9	
SLE freq	332																0.9
SLE freq	333													0.9			
SLE freq	334														0.9		
SLE freq	335															0.9	
SLE freq	336																0.9

**Tabella 7.6 – Combinazioni di carico in esercizio – Combinazione Frequente**

tipo	Name	G1 p.p.	G2 perm. non strutturale	neve	manutenzione	Qk folla cat. E	mezzi di manutenzione 20 kPa	impianti	terreno statico a riposo	spinta orizzontale sovraccarico Qk	peso acqua ingresso cond permanente	peso acqua bipartitore cond permanente	peso acqua uscita 1 cond permanente	peso acqua uscita 2 cond permanente	peso acqua uscita 3 cond permanente	peso acqua ingresso cond eccezionale	peso acqua bipartitore cond eccezionale	peso acqua scarico cond eccezionale
SLE qp	337	1.00	1.00			0.80	0.60	1.00	1.00	0.6								
SLE qp	338	1.00	1.00			0.80	0.60	1.00	1.00	0.6								
SLE qp	339	1.00	1.00			0.80	0.60	1.00	1.00	0.6								
SLE qp	340	1.00	1.00			0.80	0.60	1.00	1.00	0.6								
SLE qp	341	1.00	1.00			0.80	0.60	1.00	1.00	0.6								
SLE qp	342	1.00	1.00			0.80	0.60	1.00	1.00	0.6								
SLE qp	343	1.00	1.00			0.80	0.60	1.00	1.00	0.6								
SLE qp	344	1.00	1.00			0.80	0.60	1.00	1.00	0.6								

tipo	Name	spinta acqua ingresso cond permanente	spinta acqua bipartitore cond permanente	spinta acqua uscita 1 cond permanente	spinta acqua uscita 2 cond permanente	spinta acqua uscita 3 cond permanente	spinta acqua ingresso cond eccezionale	spinta acqua bipartitore cond eccezionale	spinta acqua scarico cond eccezionale	p.p. carroponi scenario 1	p.p. carroponi scenario 2	p.p. carroponi scenario 3	p.p. carroponi scenario 4	carico carroponi scenario 1	carico carroponi scenario 2	carico carroponi scenario 3	carico carroponi scenario 4
SLE qp	337													0.8			
SLE qp	338														0.8		
SLE qp	339															0.8	
SLE qp	340																0.8
SLE qp	341													0.8			
SLE qp	342														0.8		
SLE qp	343															0.8	
SLE qp	344																0.8

**Tabella 7.7 – Combinazioni di carico in esercizio – Combinazione Quasi Permanente**

## 7.8 Criteri di verifica

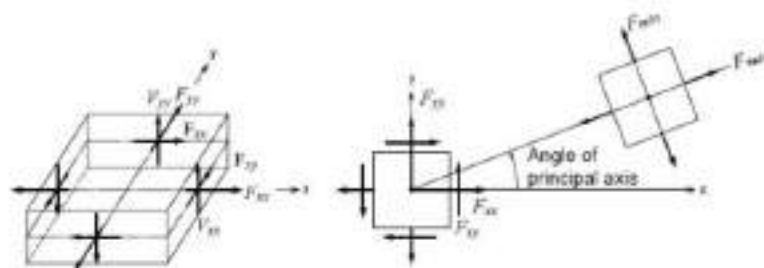
I risultati delle simulazioni numeriche in termini di sollecitazioni negli elementi strutturali sono riportati in allegato alla presente relazione, per le combinazioni di carico relative sia allo stato limite ultimo sia allo stato limite di esercizio. Nei capitoli che seguono vengono forniti i risultati di involuppo di tutte le combinazioni di carico.

### 7.8.1 Orientamento degli assi locali per gli elementi shell

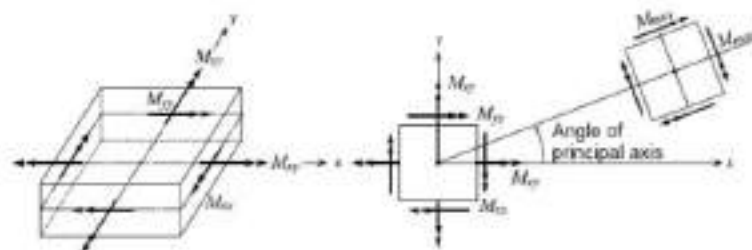
L'orientamento degli assi locali **x** e **y** è determinato dalla relazione tra l'asse locale **z** e l'asse globale **Z**:

- il piano locale **z-y** viene preso verticale, cioè parallelo all'asse **Z**;
- l'asse locale **y** viene preso in direzione positiva verso l'alto (**+Z**) a meno che la shell non sia orizzontale nel qual caso l'asse locale **y** è preso orizzontale diretto lungo la direzione globale **+Y**;
- l'asse locale **x** è sempre orizzontale cioè giace in un piano parallelo al piano **XY**.





(a) Force per unit length due to in-plane actions at the output locations



(b) Moments per unit lengths due to out-of plane bending actions at the output locations

**Figura 7-55 – Orientamento assi locali per gli elementi shell**

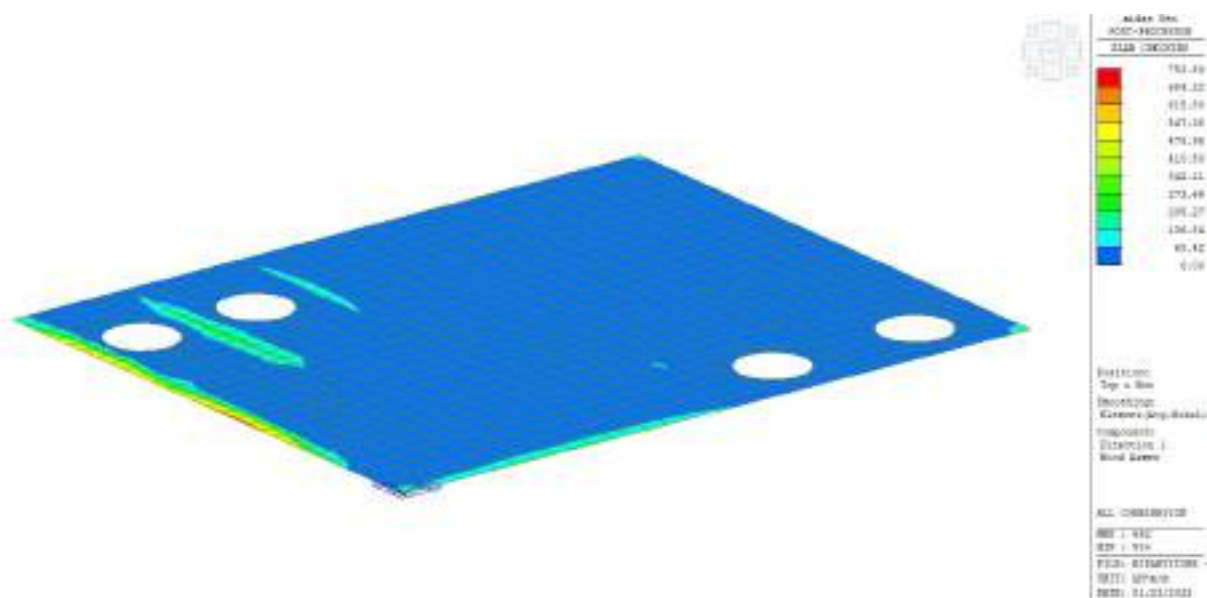
## 7.8.2 Diagrammi delle sollecitazioni e verifiche

### Fondazione

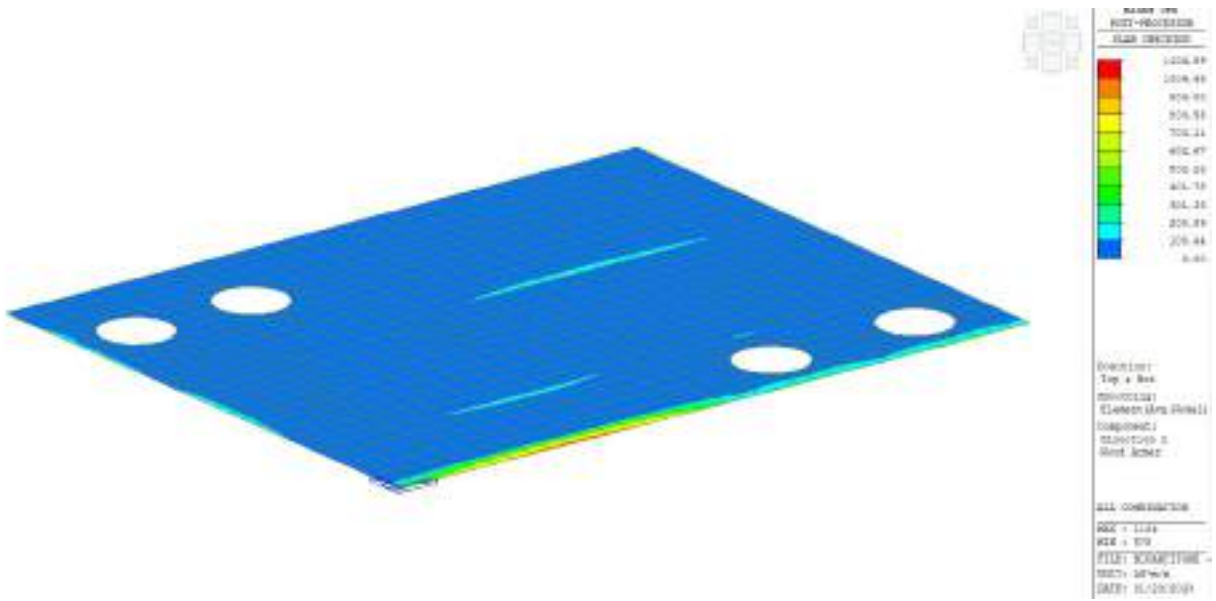
#### Diagrammi delle sollecitazioni

Si riportano di seguito le mappe delle sollecitazioni per il piano di fondazione.

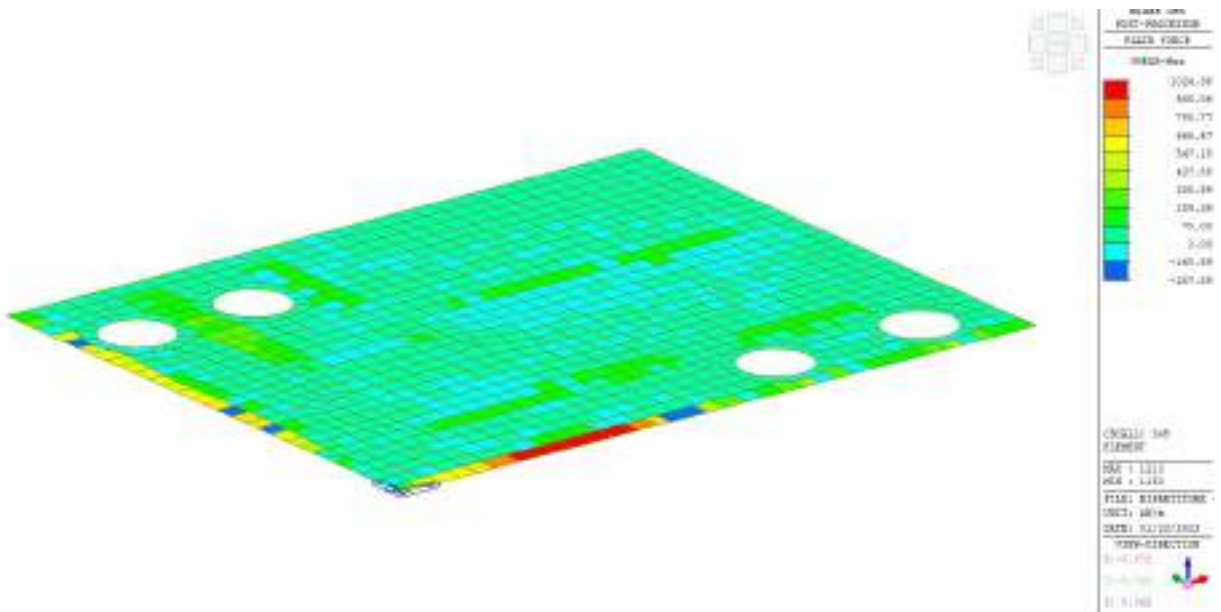
Inviluppo momento flettente SLU-SLV orizzontale Mxx



Inviluppo momento flettente SLU-SLV verticale Myy



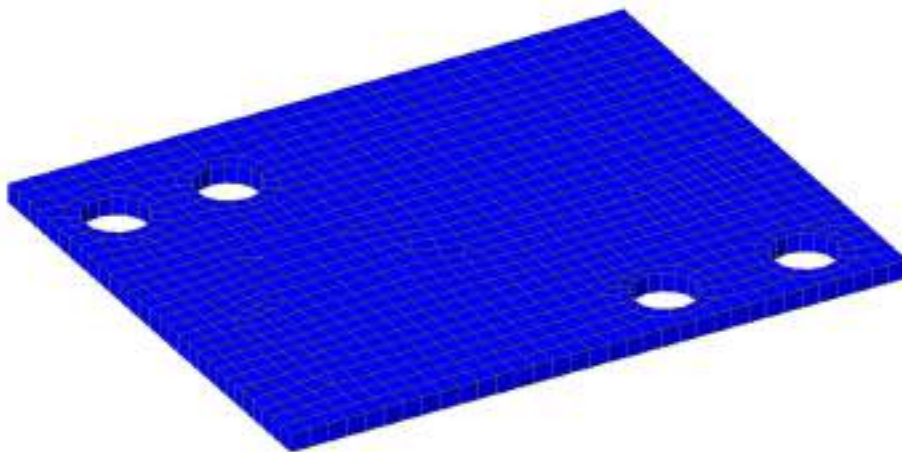
Inviluppo taglio SLU-SLV V<sub>MAX</sub>



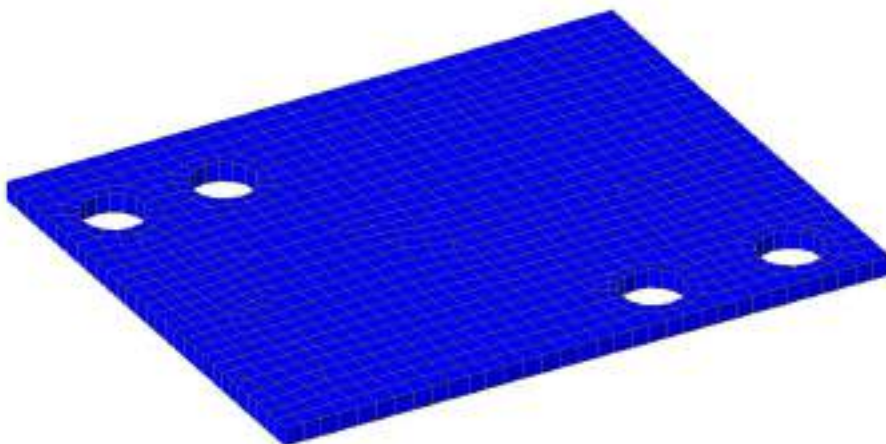
**Verifiche**

Si riportano di seguito le armature nelle due direzioni derivanti dal dimensionamento strutturale ed i relativi coefficienti di sicurezza ( $\phi 26/15 + \phi 26/15$  Sopra/Sotto Dir.X  $\phi 26/15 + \phi 26/15$  Sopra/Sotto Dir.Y).

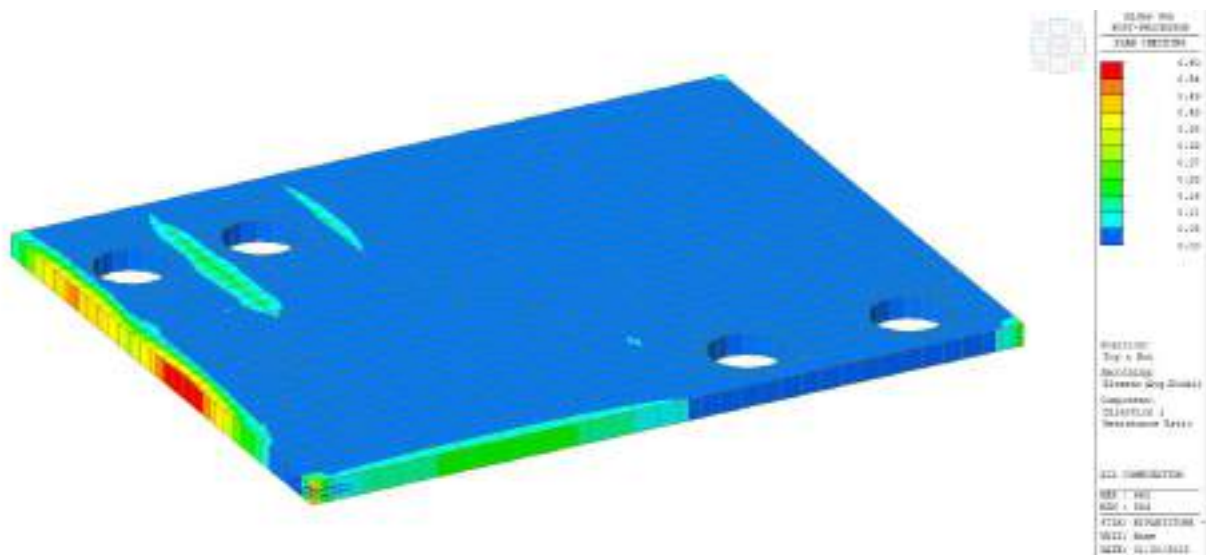
Armatura Dir. X



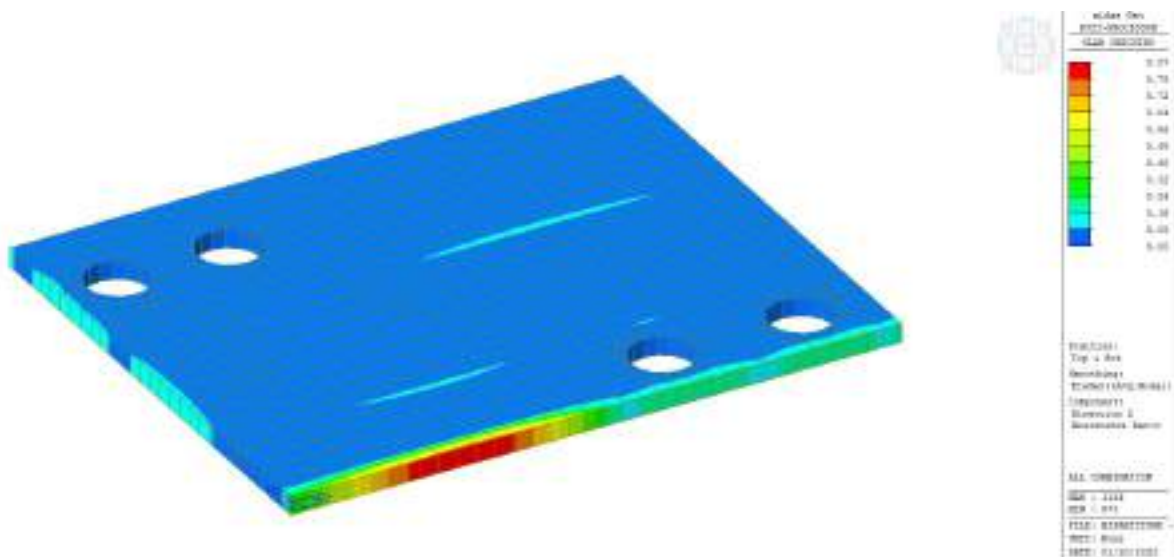
Armatura Dir. Y



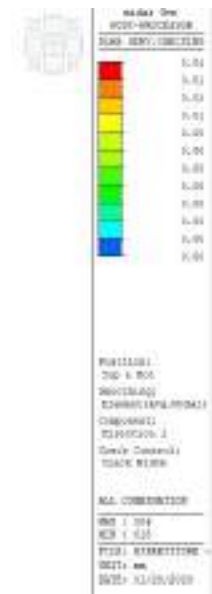
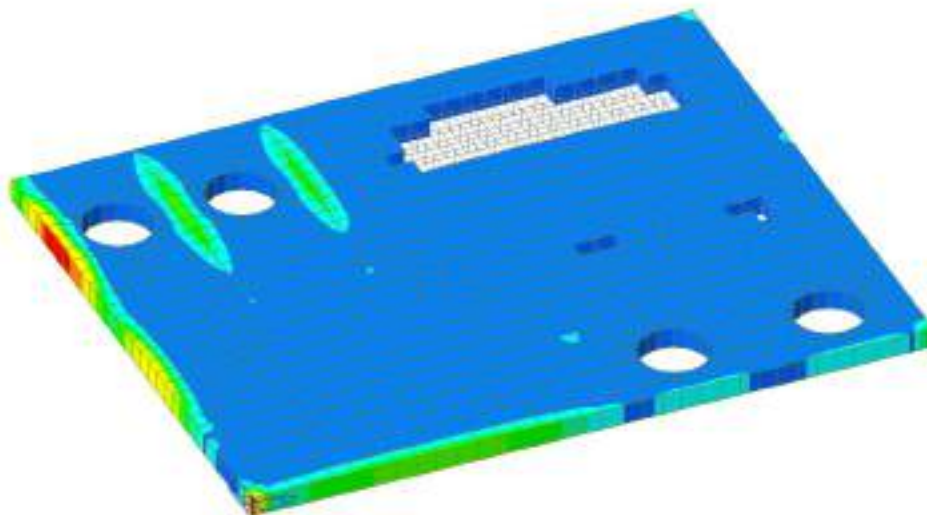
Inviluppo coefficiente di sicurezza a flessione SLU-SLV Dir. X



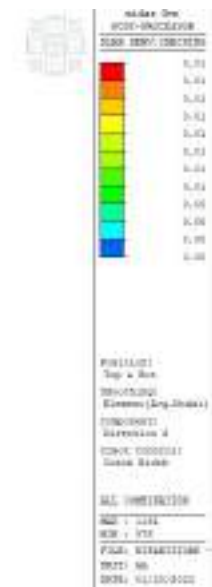
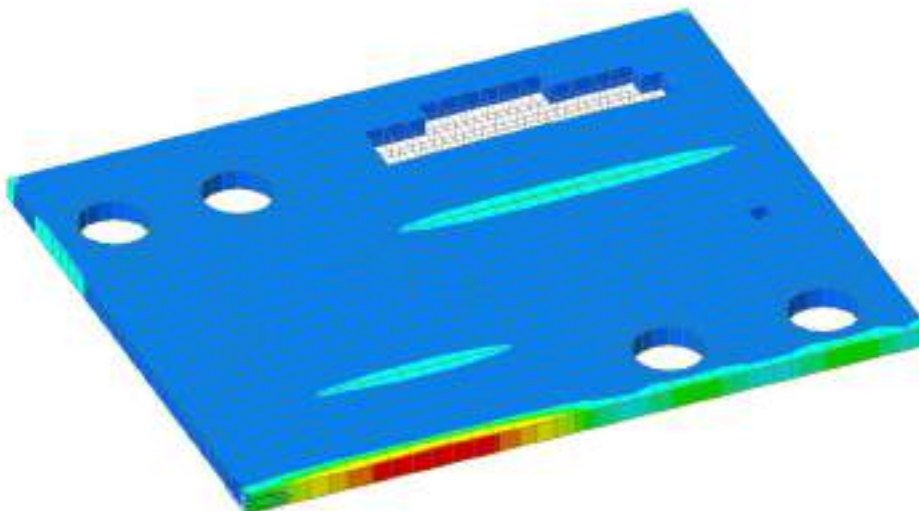
Inviluppo coefficiente di sicurezza a flessione SLU-SLV Dir. Y



Valori apertura fessure SLE Dir. X



Valori apertura fessure SLE Dir. Y

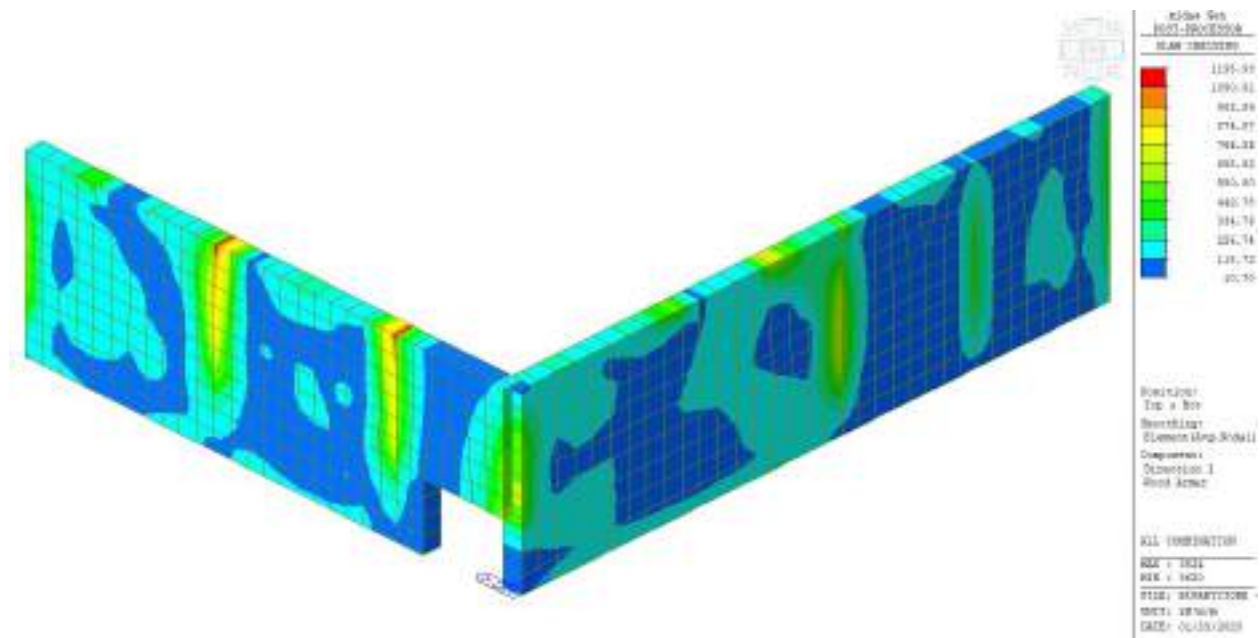


**Setti perimetrali interrati**

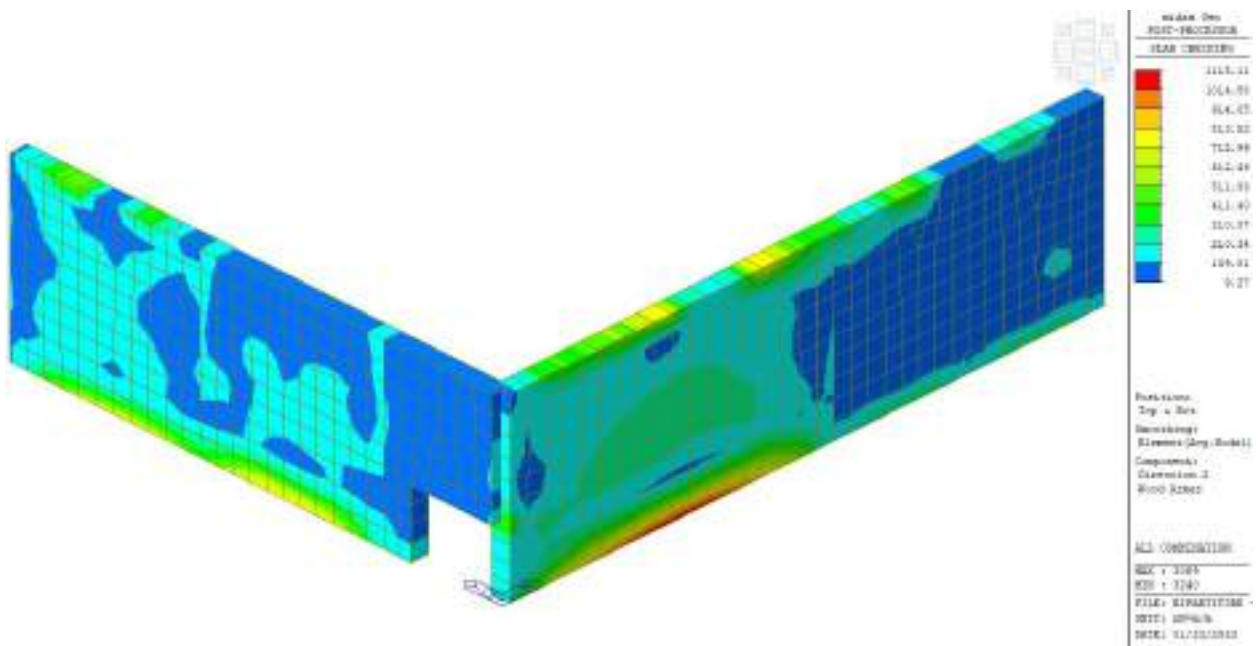
**Diagrammi delle sollecitazioni**

Si riportano di seguito le mappe delle sollecitazioni per i setti perimetrali posti al piano interrato, limitatamente ai setti più sollecitati.

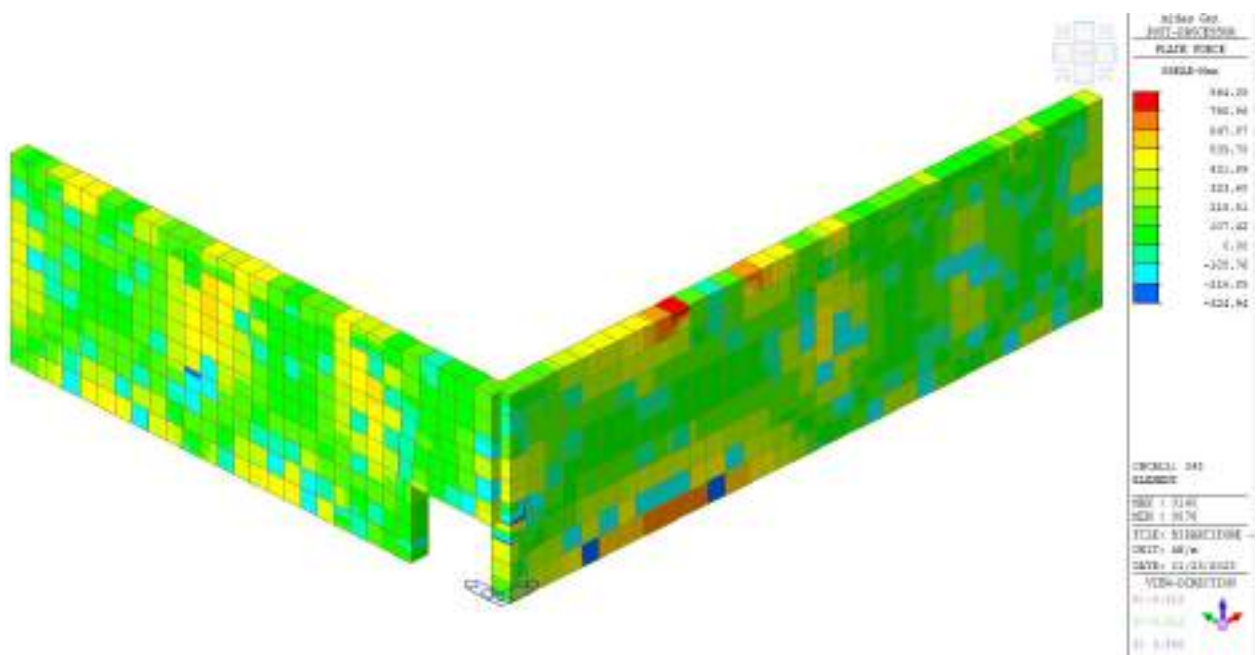
Inviluppo momento flettente SLU-SLV orizzontale Mxx



Inviluppo momento flettente SLU-SLV verticale Myy



Inviluppo taglio SLU-SLV V<sub>MAX</sub>

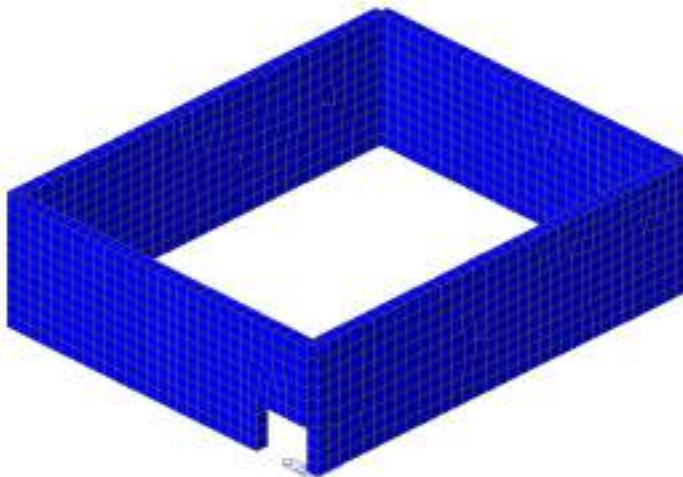




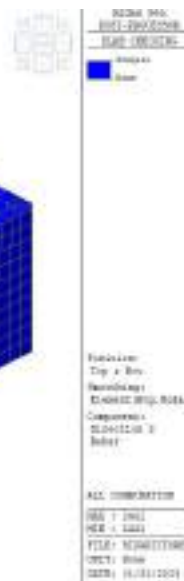
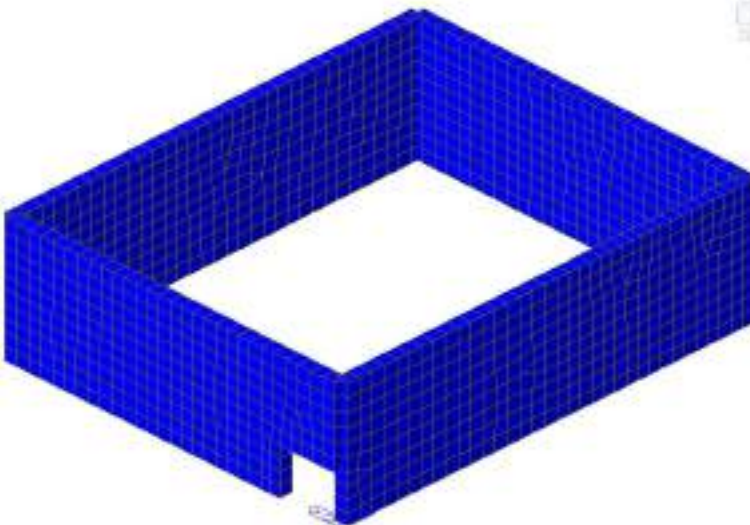
**Verifiche**

Si riportano di seguito le armature nelle due direzioni derivanti dal dimensionamento strutturale ed i relativi coefficienti di sicurezza ( $\phi 26/15 + \phi 26/15$  Sopra/Sotto Dir.X  $\phi 26/15 + \phi 26/15$  Sopra/Sotto Dir.Y).

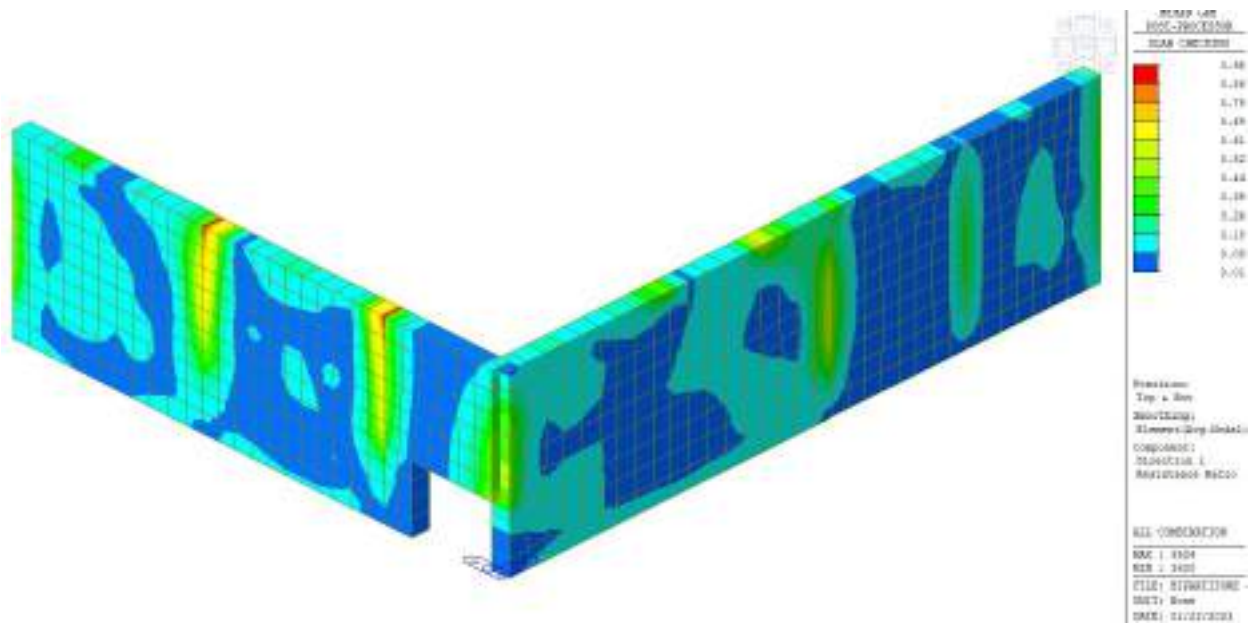
Armatura Dir. X



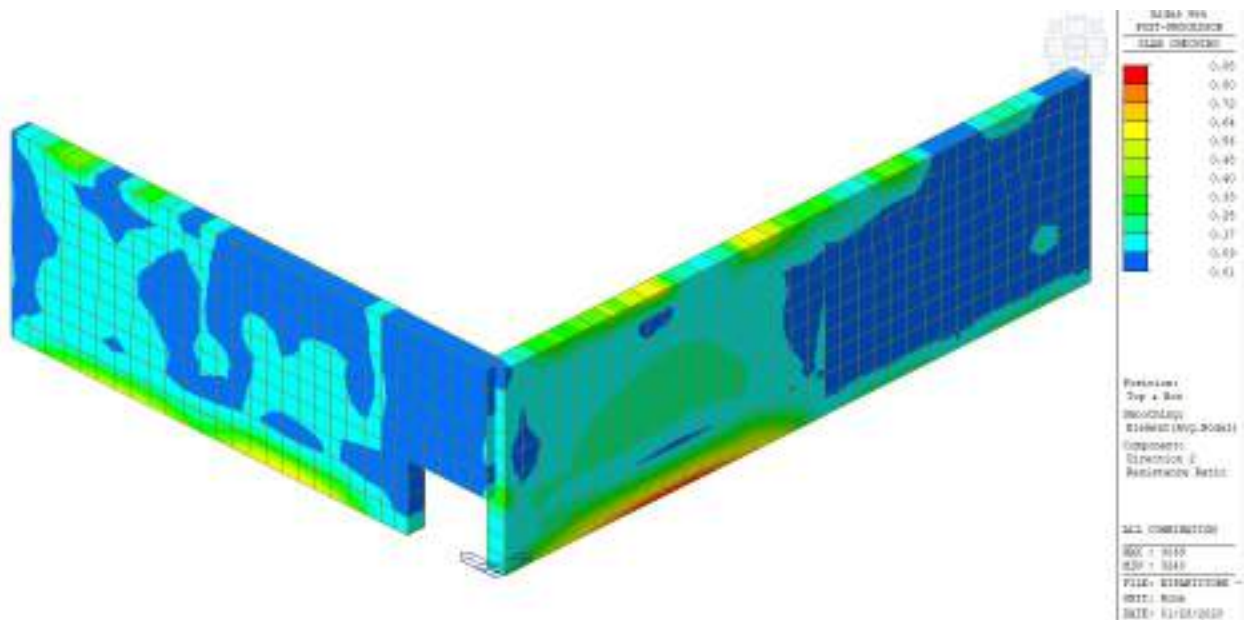
Armatura Dir. Y



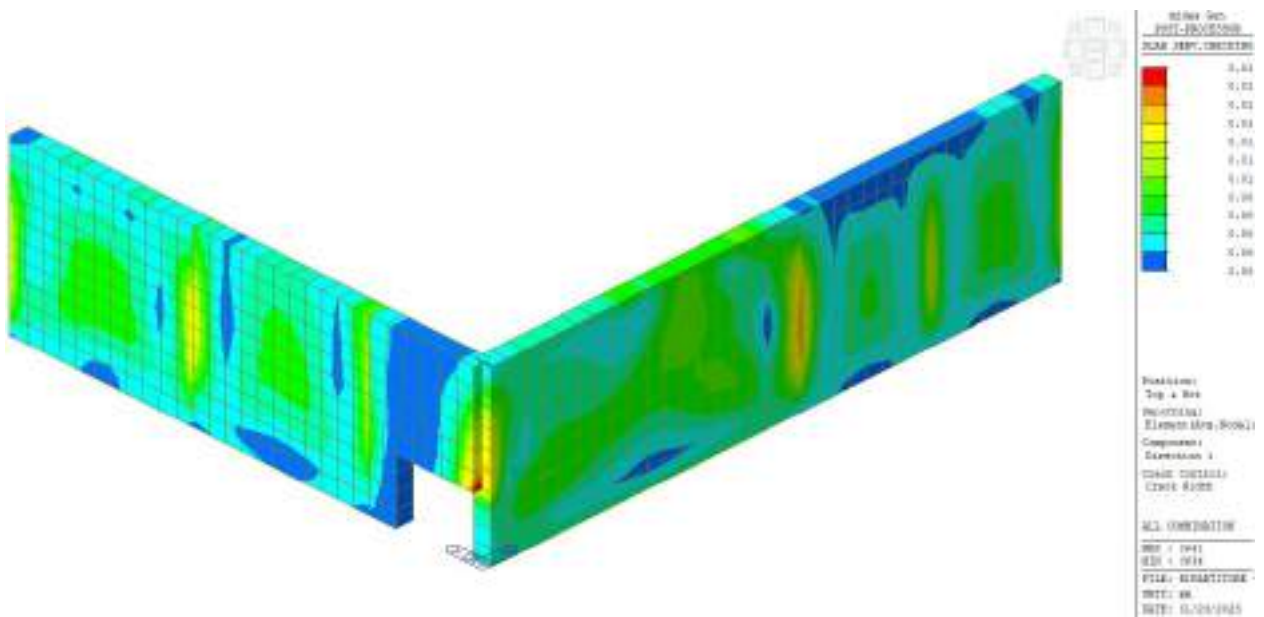
Inviluppo coefficiente di sicurezza a flessione SLU-SLV Dir. X



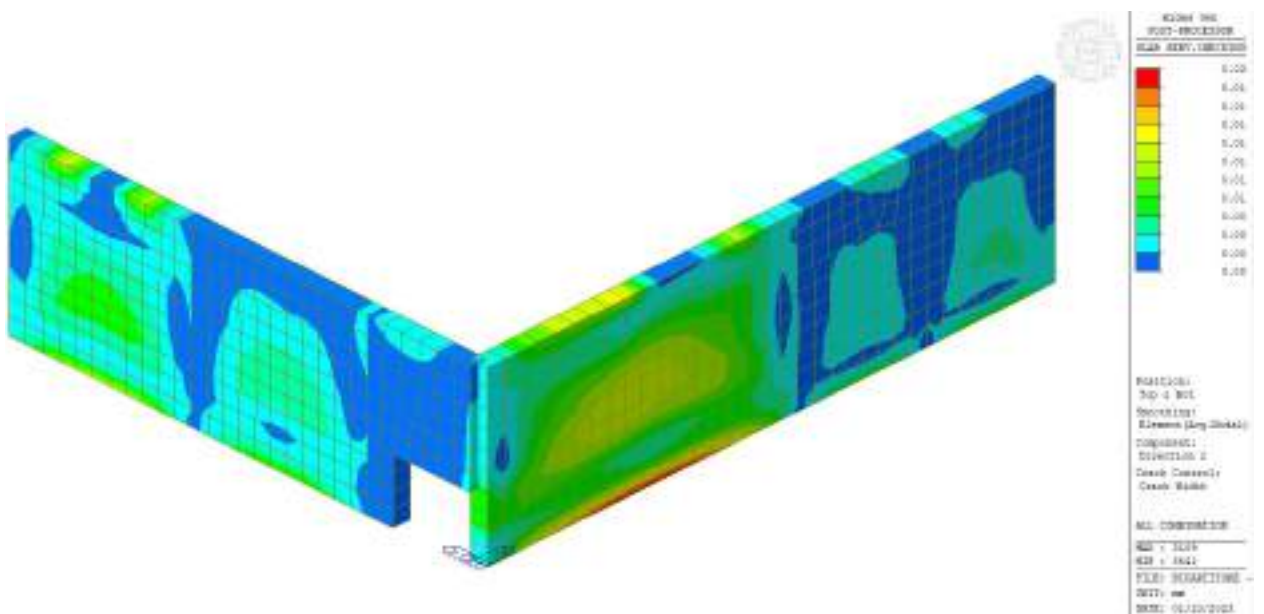
Inviluppo coefficiente di sicurezza a flessione SLU-SLV Dir. Y



Valori apertura fessure SLE Dir. X



Valori apertura fessure SLE Dir. Y

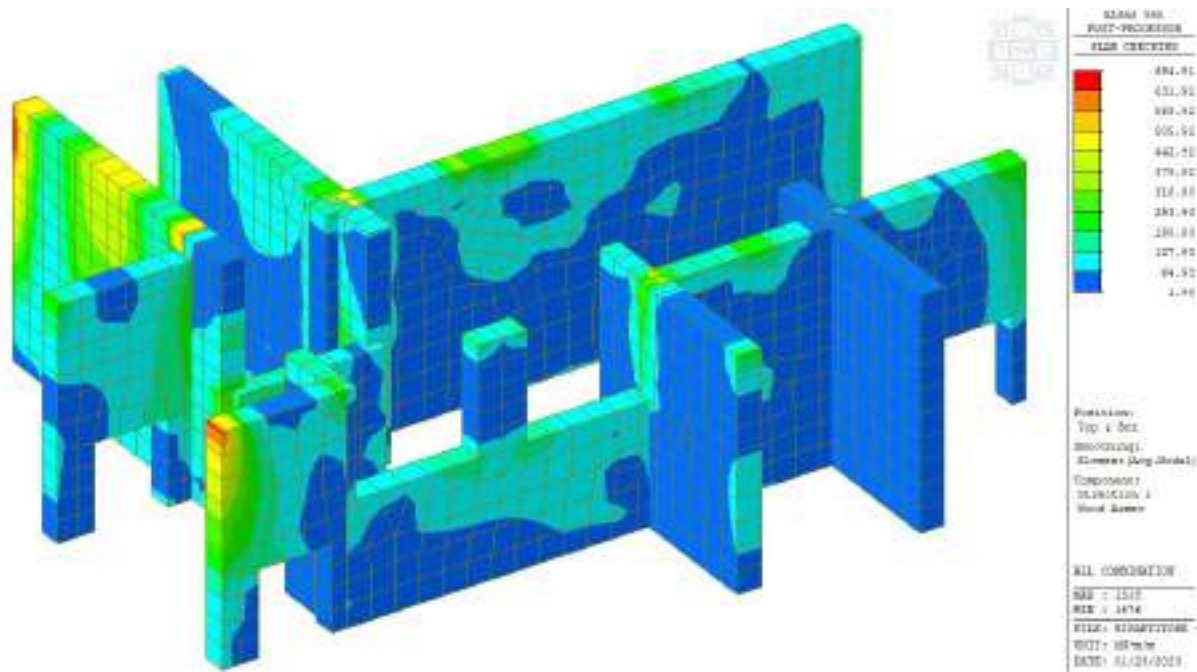


**Setti interni interrati**

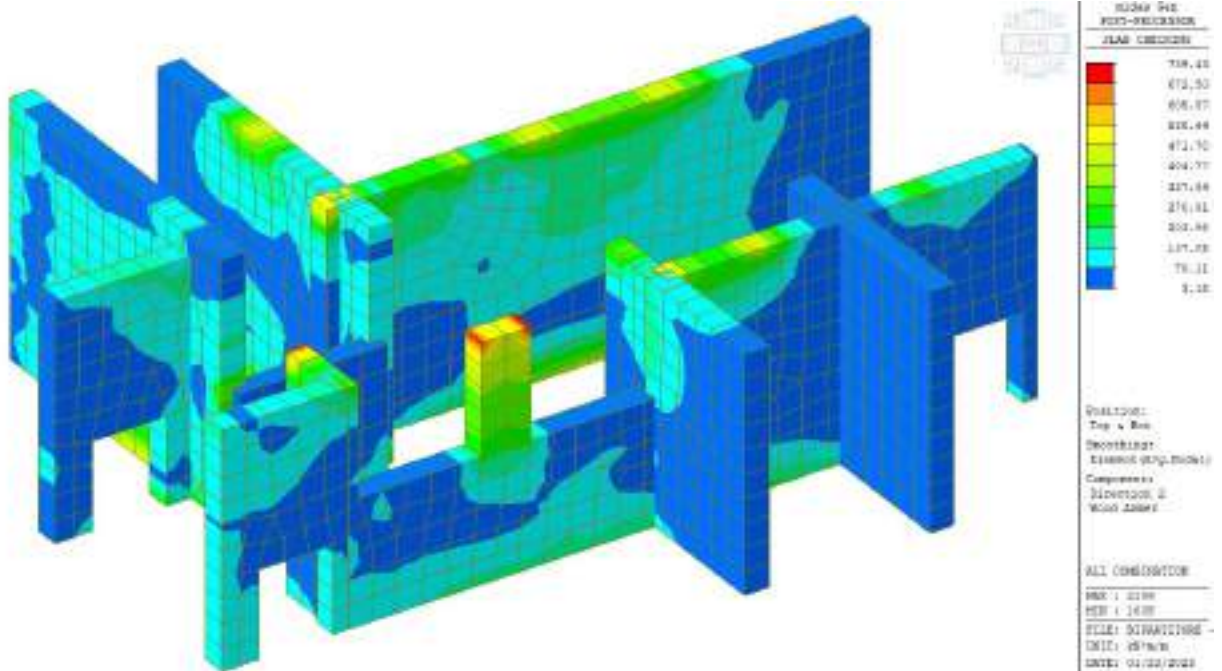
**Diagrammi delle sollecitazioni**

Si riportano di seguito le mappe delle sollecitazioni per i setti interni posti al piano interrato.

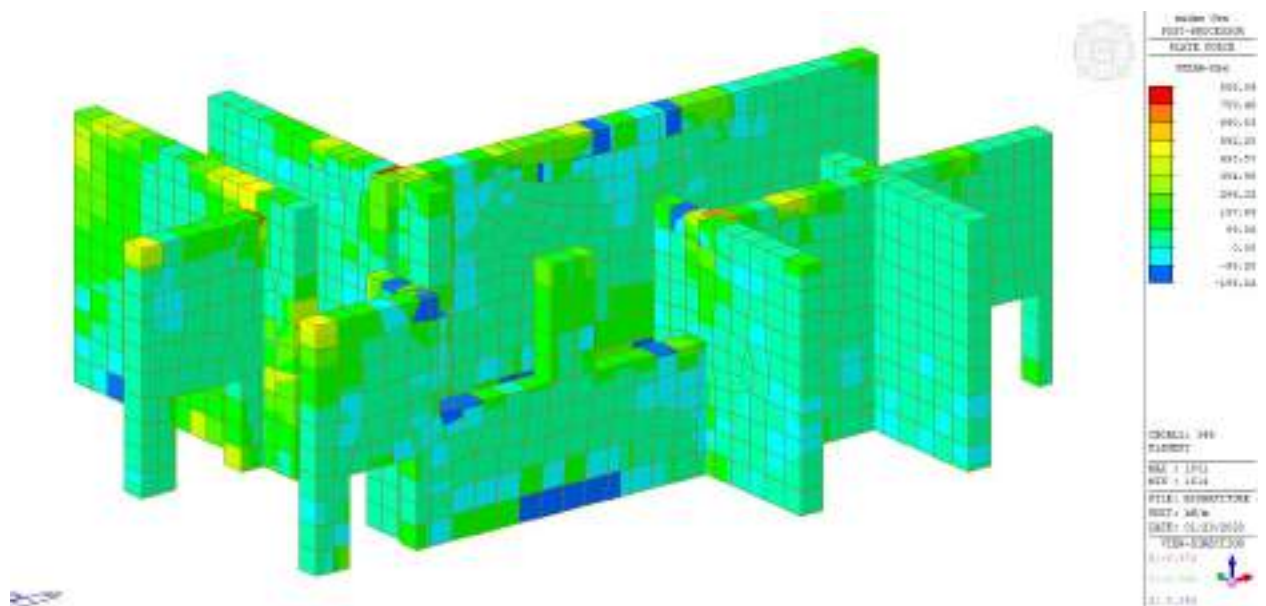
Inviluppo momento flettente SLU-SLV orizzontale Mxx



Inviluppo momento flettente SLU-SLV verticale Myy



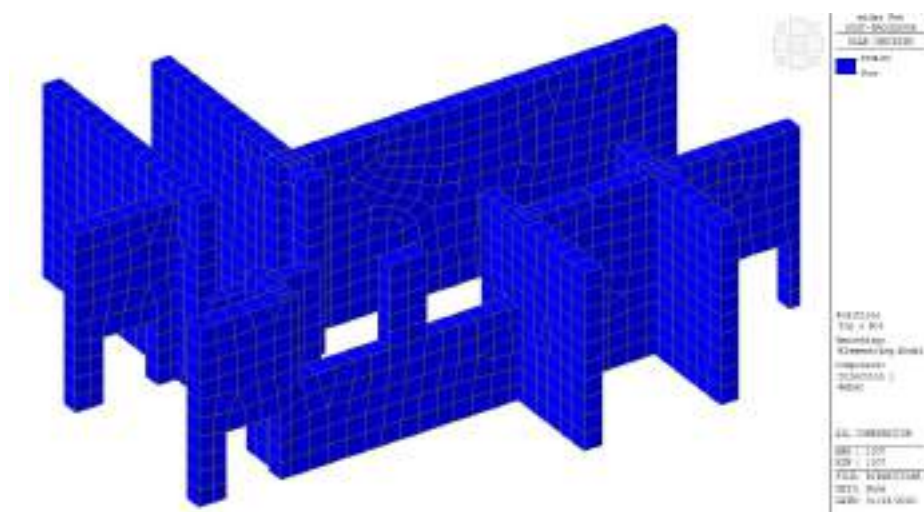
Inviluppo taglio SLU-SLV V<sub>MAX</sub>



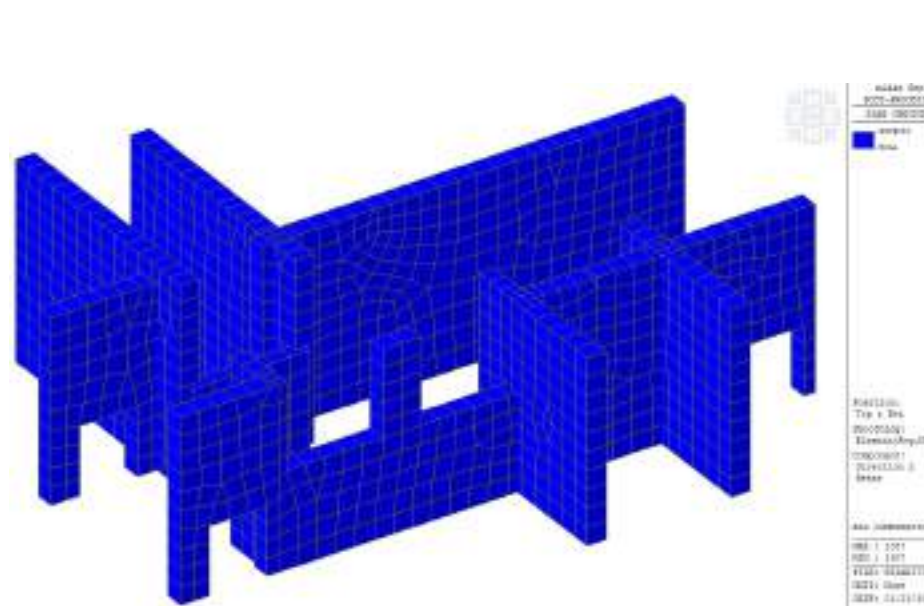
**Verifiche**

Si riportano di seguito le armature nelle due direzioni derivanti dal dimensionamento strutturale ed i relativi coefficienti di sicurezza ( $\phi 26/15 + \phi 26/15$  Sopra/Sotto Dir.X  $\phi 26/15 + \phi 26/15$  Sopra/Sotto Dir.Y).

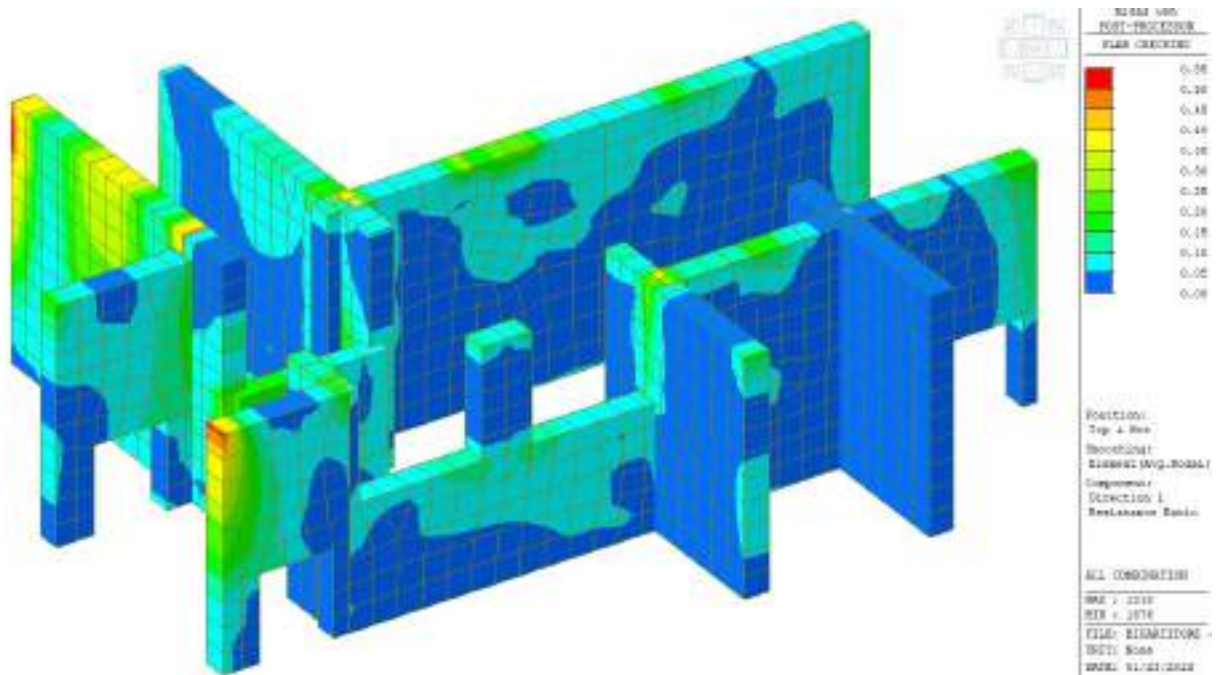
Armatura Dir. X



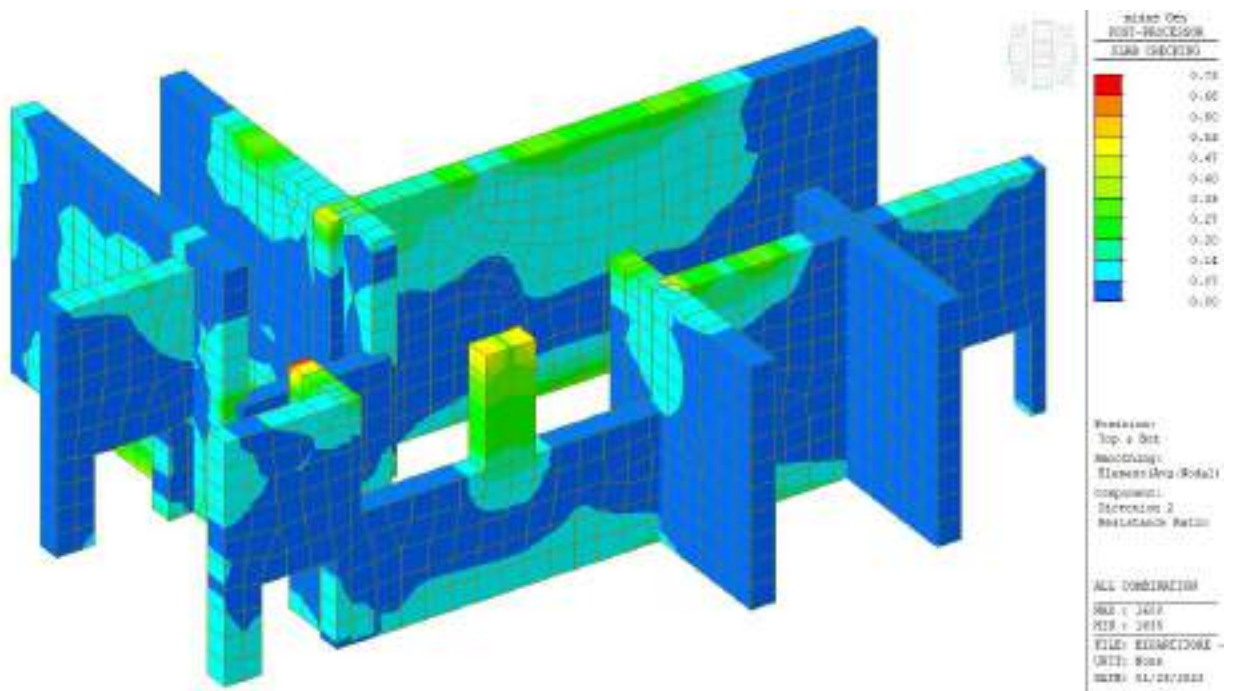
Armatura Dir. Y



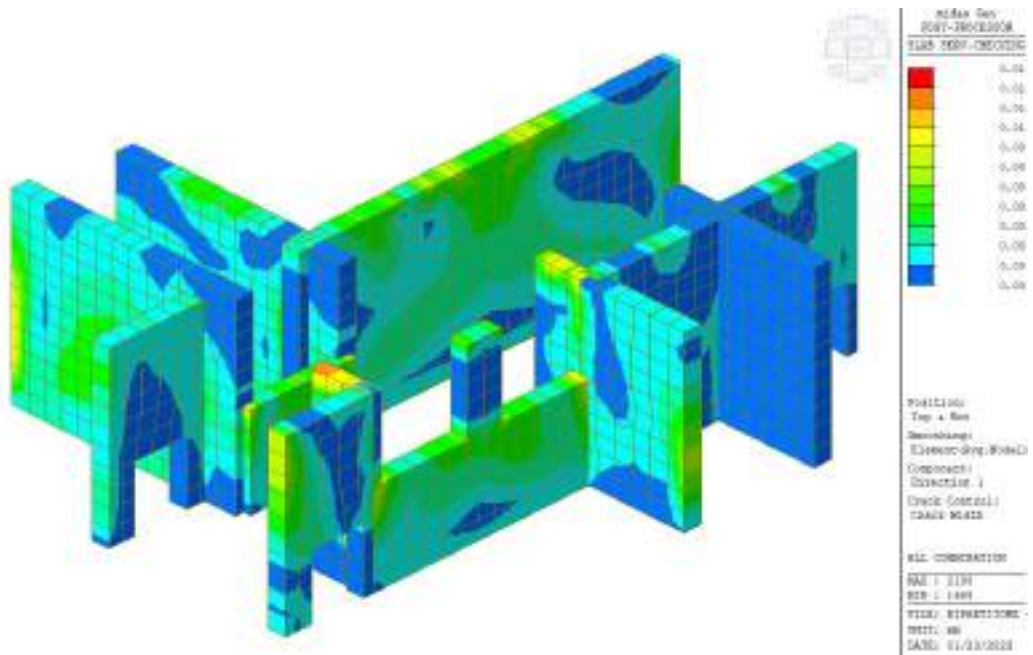
Inviluppo coefficiente di sicurezza a flessione SLU-SLV Dir. X



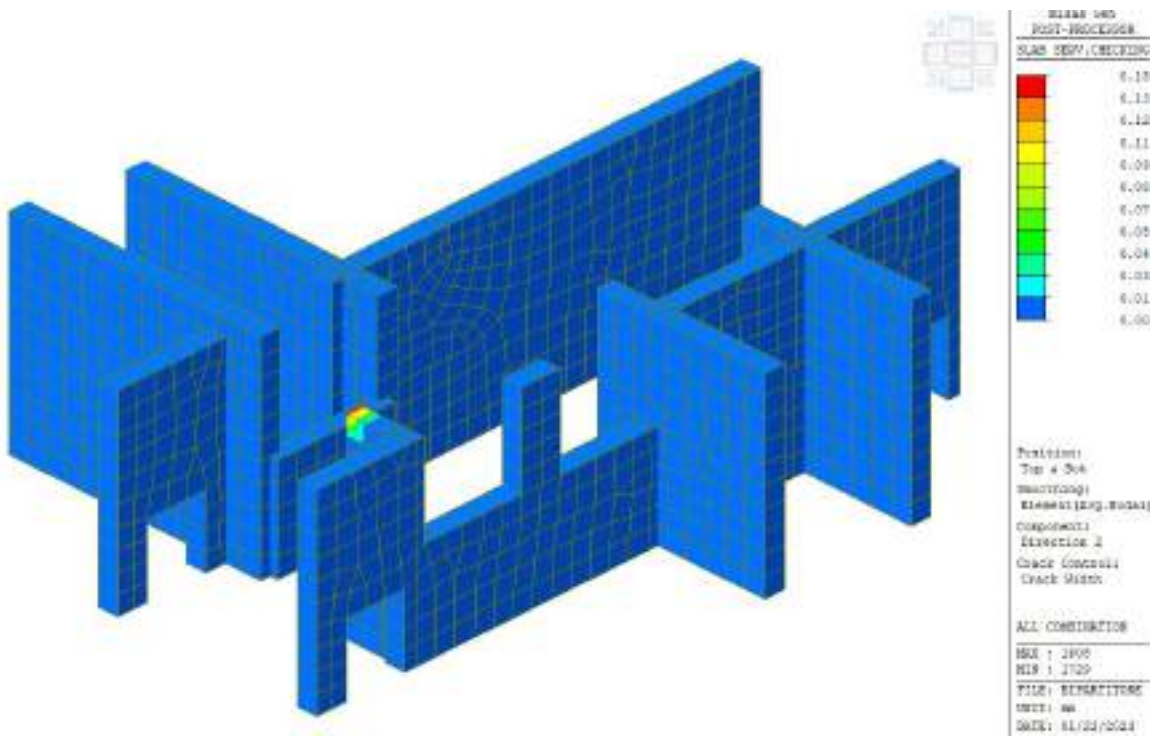
Inviluppo coefficiente di sicurezza a flessione SLU-SLV Dir. Y



Valori apertura fessure SLE Dir. X



Valori apertura fessure SLE Dir. Y



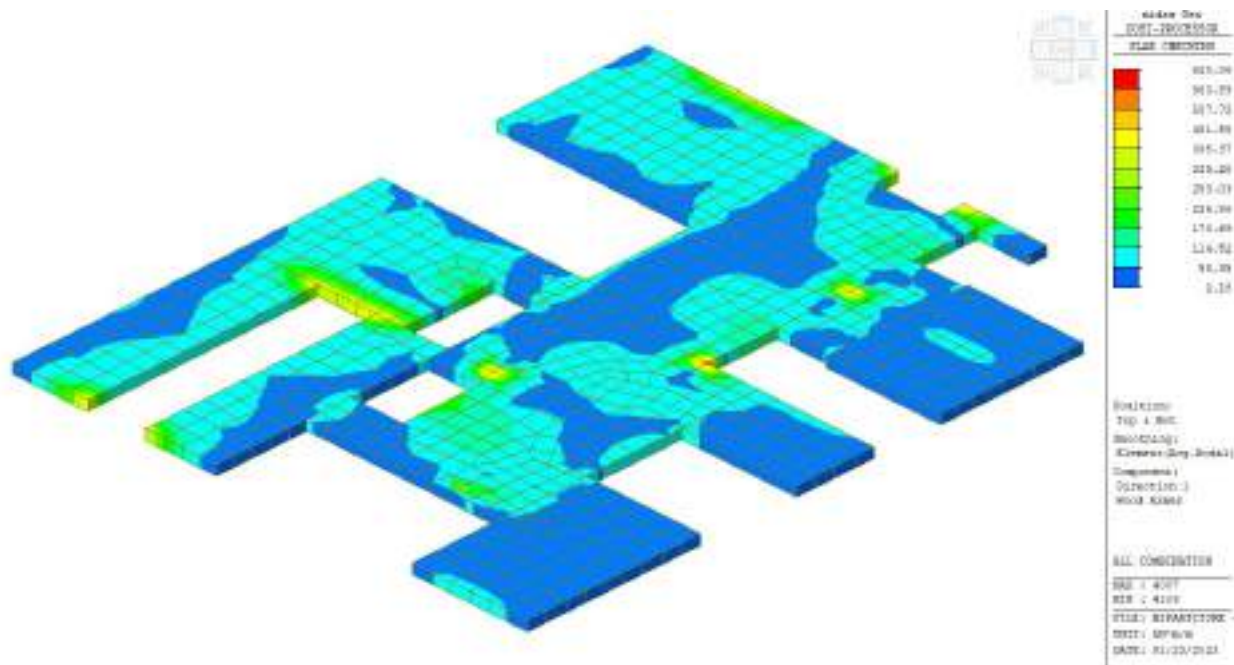


**Solaio quota piano campagna**

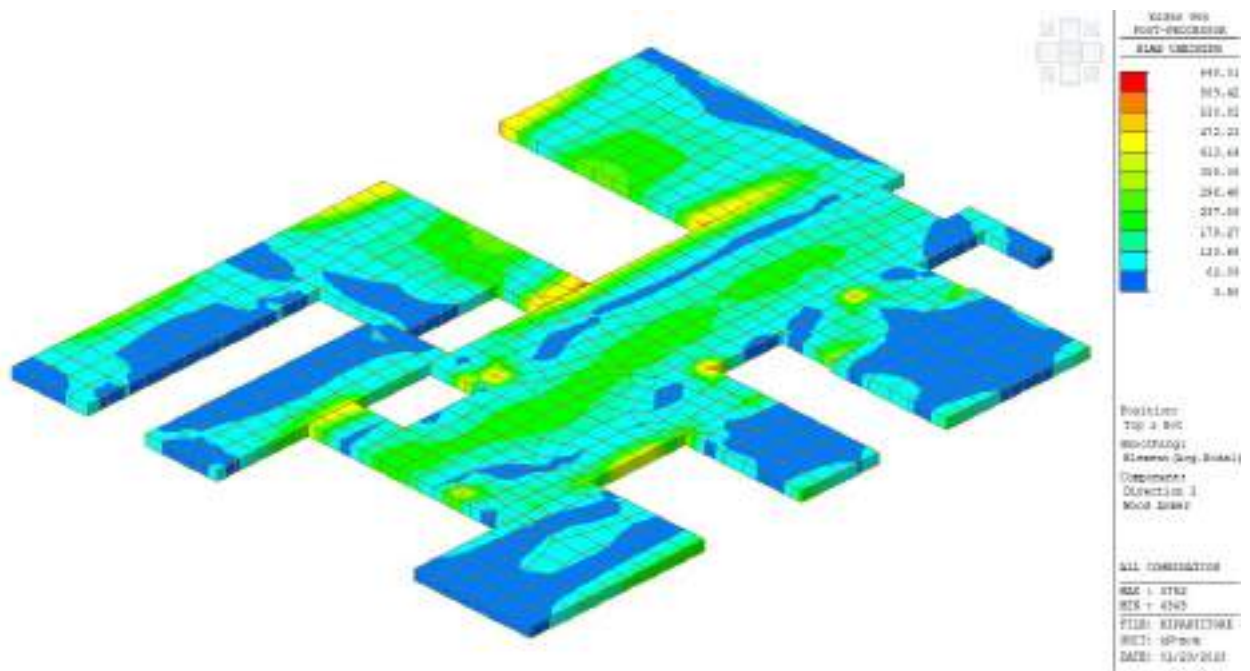
**Diagrammi delle sollecitazioni**

Si riportano di seguito le mappe delle sollecitazioni per il solaio posto a quota piano campagna.

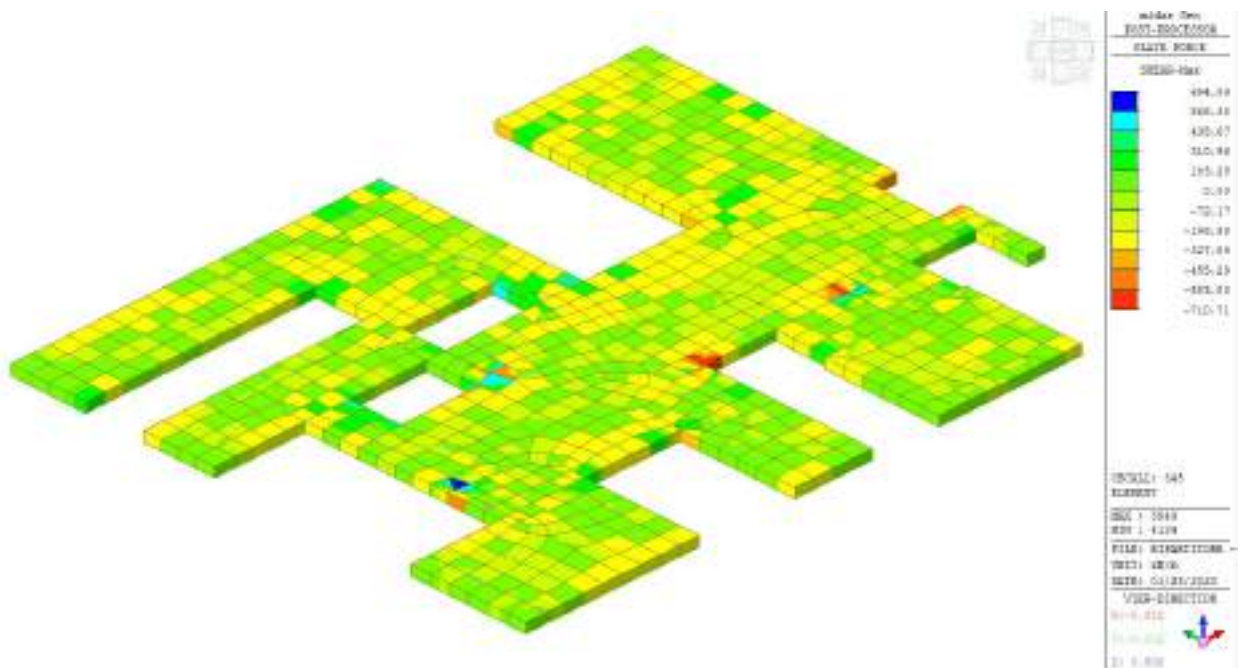
Inviluppo momento flettente SLU-SLV orizzontale Mxx



Inviluppo momento flettente SLU-SLV verticale Myy



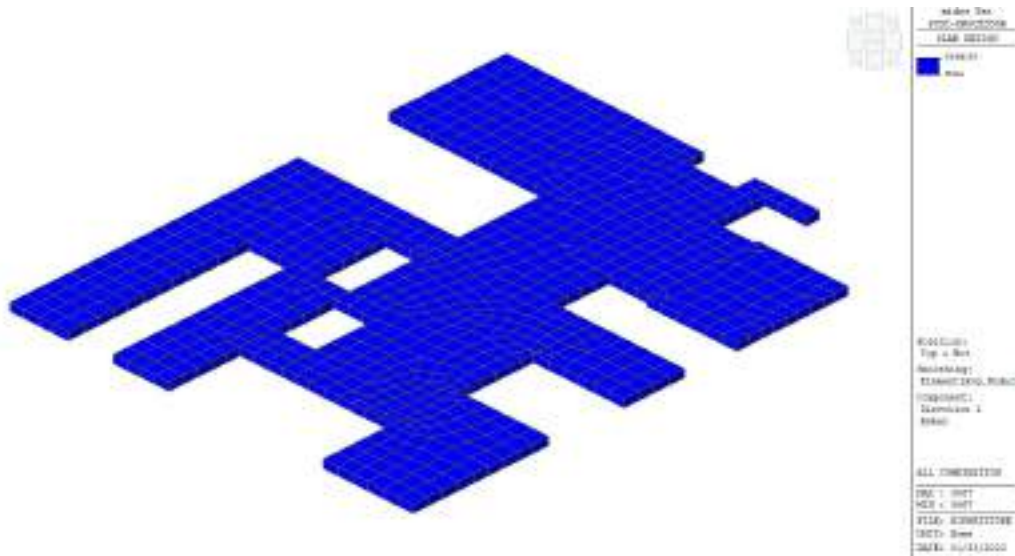
Inviluppo taglio SLU-SLV V<sub>MAX</sub>



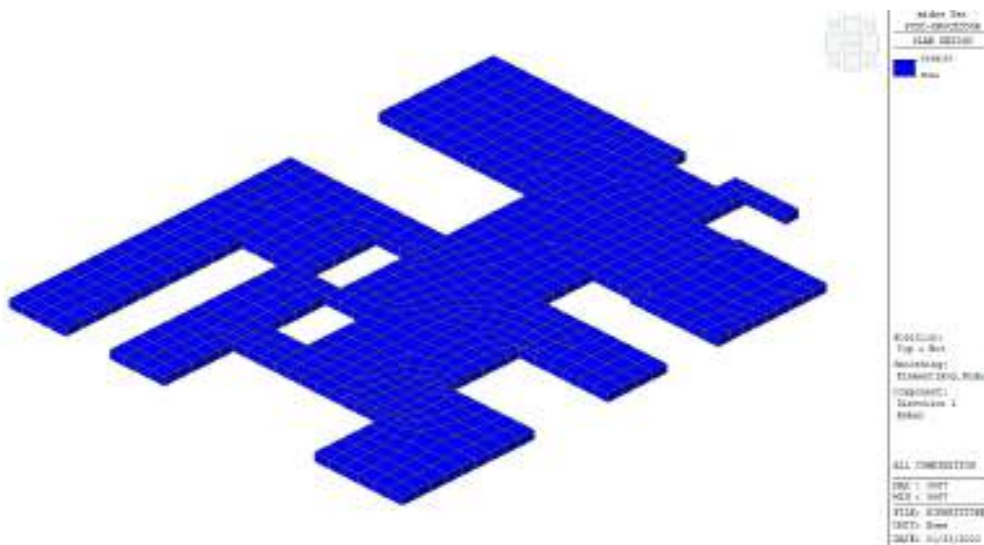
**Verifiche**

Si riportano di seguito le armature nelle due direzioni derivanti dal dimensionamento strutturale ed i relativi coefficienti di sicurezza ( $\phi 26/15+ \phi 26/15$  Sopra/Sotto Dir.X  $\phi 26/15+ \phi 26/15$  Sopra/Sotto Dir.Y).

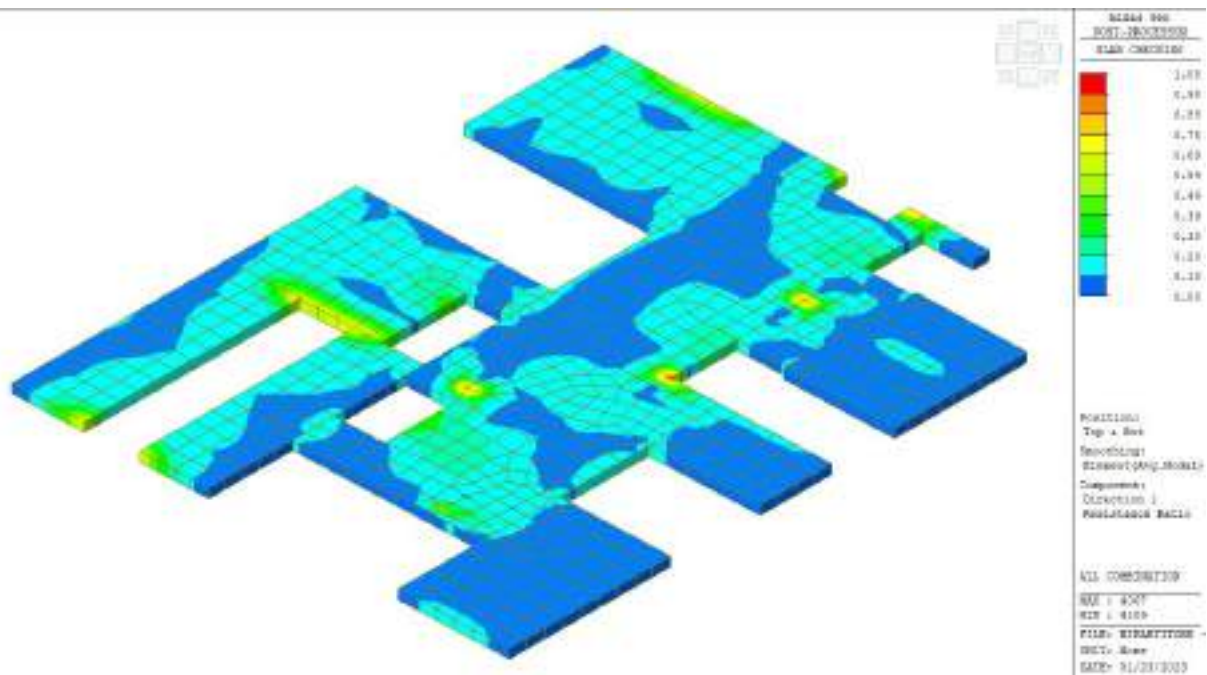
Armatura Dir. X



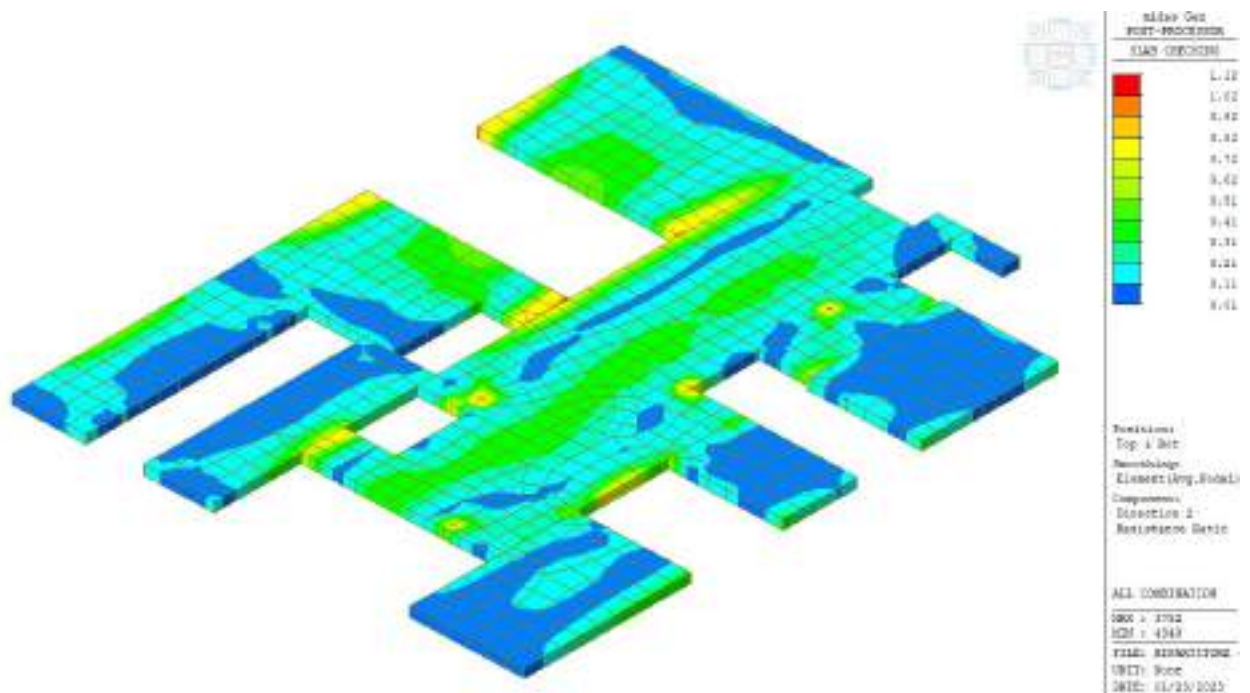
Armatura Dir. Y



Inviluppo coefficiente di sicurezza a flessione SLU-SLV Dir. X

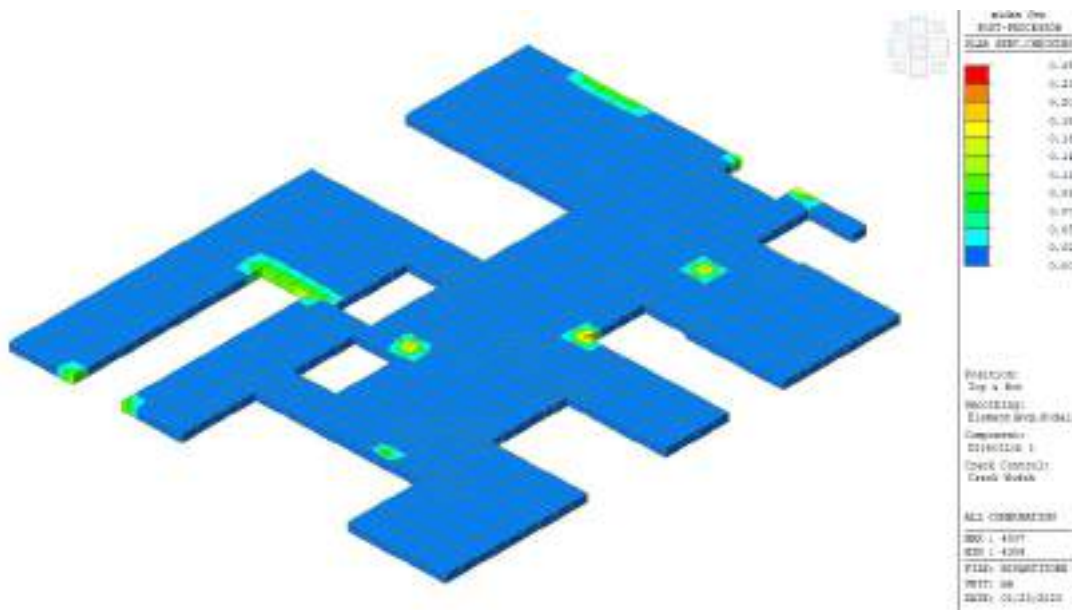


Inviluppo coefficiente di sicurezza a flessione SLU-SLV Dir. Y

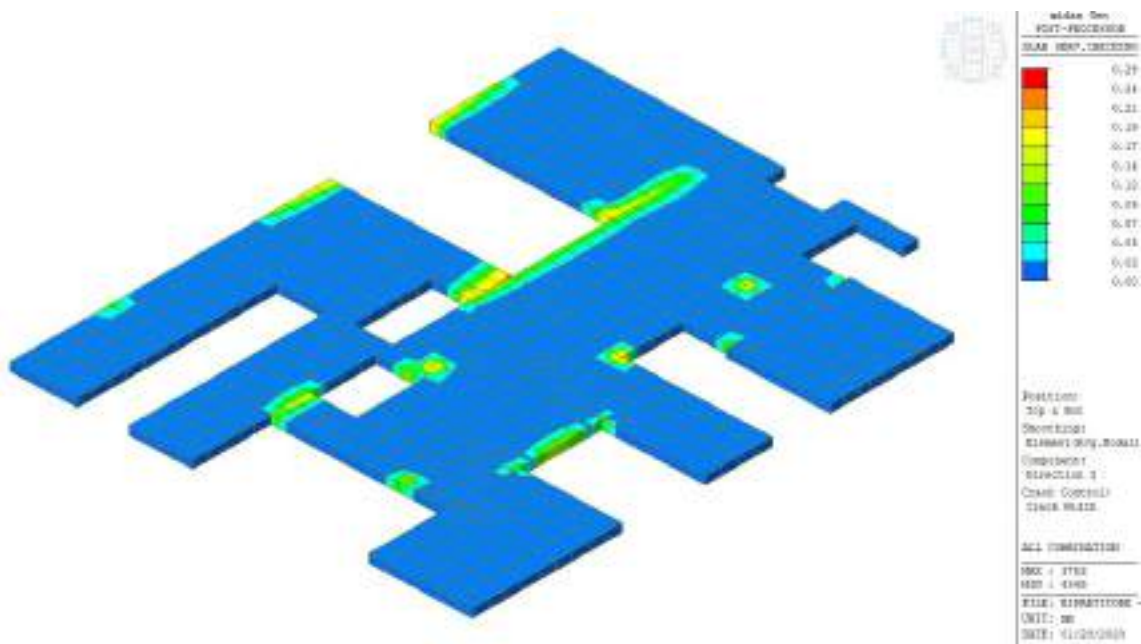


I punti in cui il coefficiente risulta superiore a 1 sono dovuti alla modellazione e sono contenuti nello spessore degli shell, risultano pertanto trascurabili.

Valori apertura fessure SLE Dir. X



Valori apertura fessure SLE Dir. Y

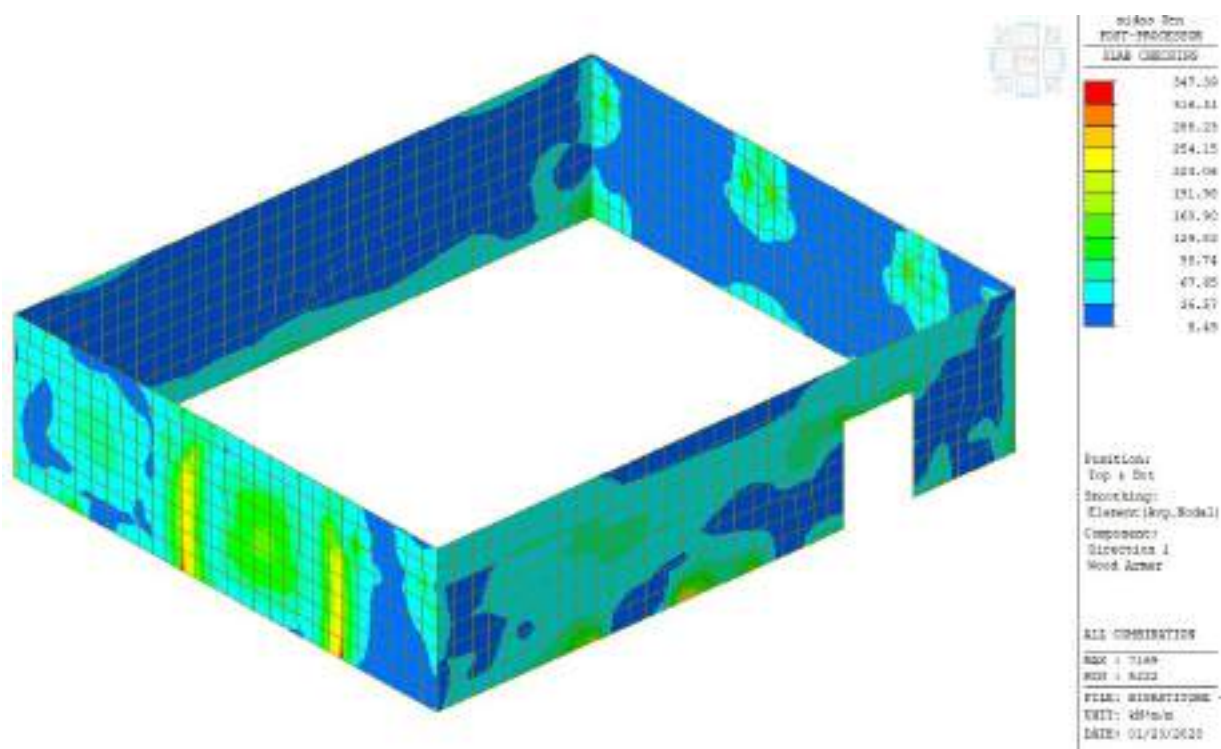


**Setti perimetrali fuori terra**

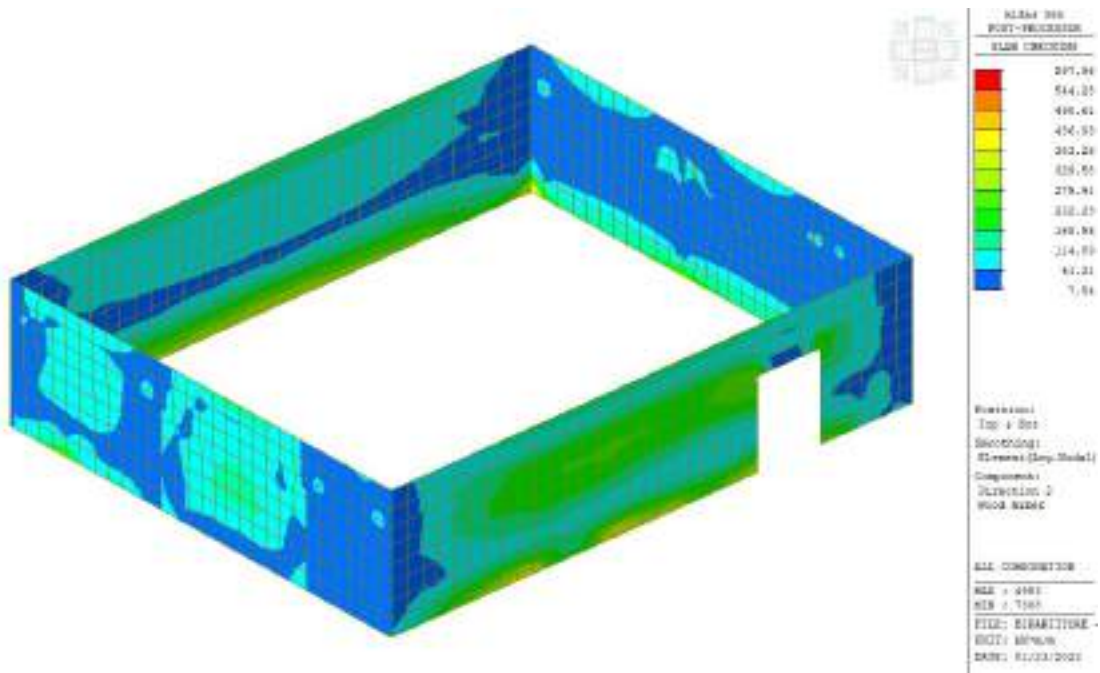
**Diagrammi delle sollecitazioni**

Si riportano di seguito le mappe delle sollecitazioni per i setti perimetrali fuori terra.

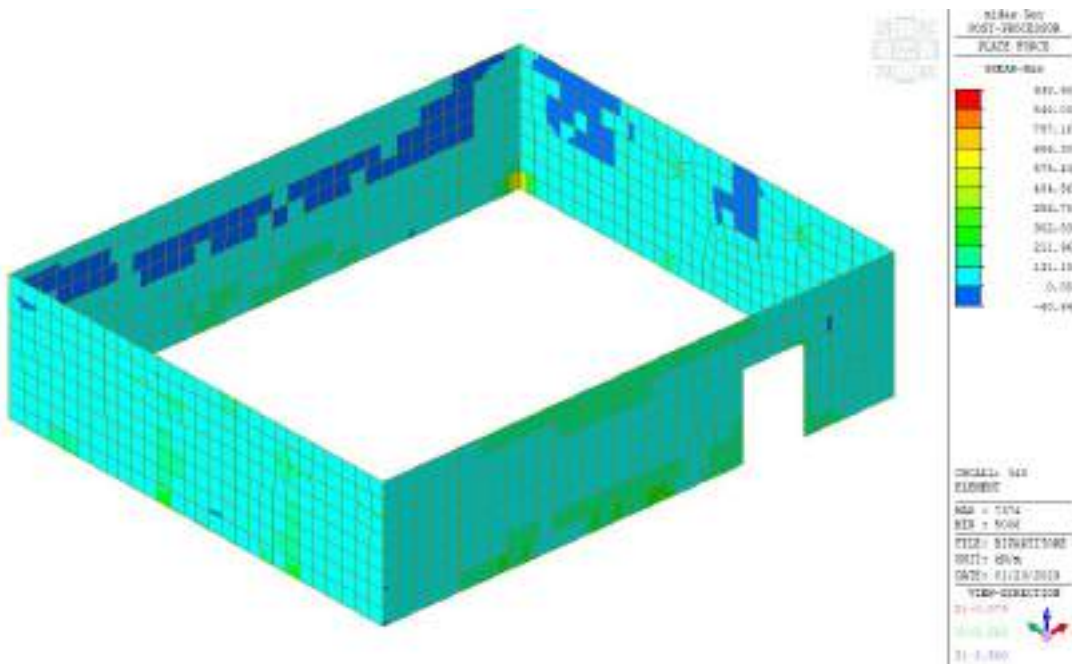
Inviluppo momento flettente SLU-SLV orizzontale Mxx



Inviluppo momento flettente SLU-SLV verticale Myy



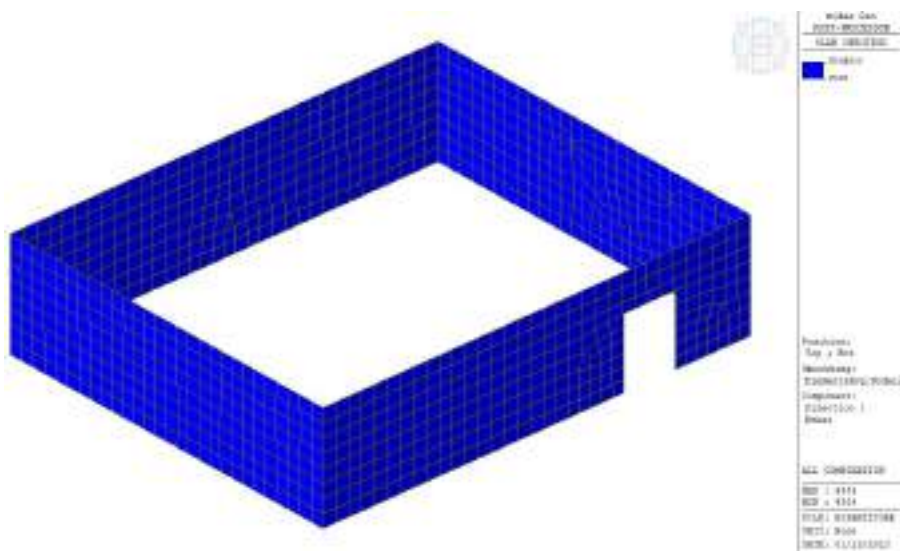
Inviluppo taglio SLU-SLV  $V_{MAX}$



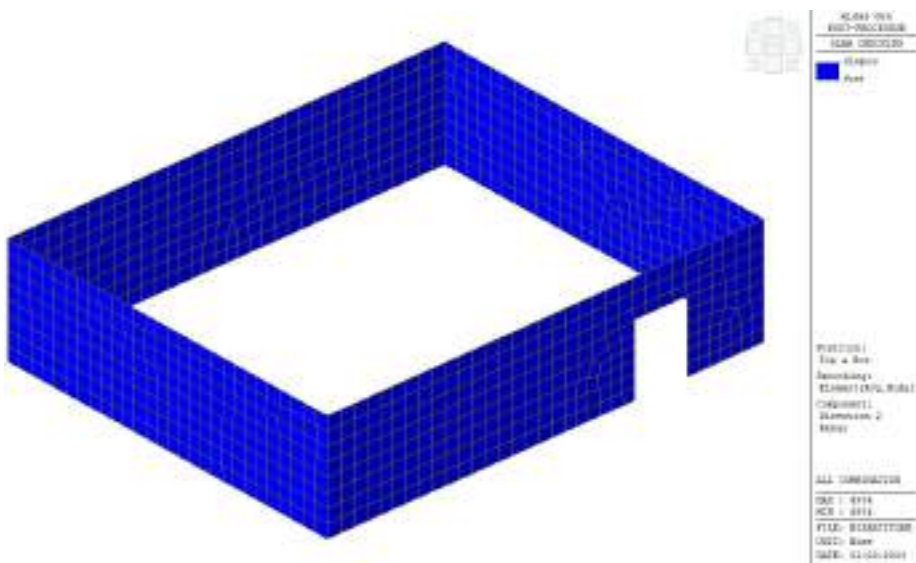
**Verifiche**

Si riportano di seguito le armature nelle due direzioni derivanti dal dimensionamento strutturale ed i relativi coefficienti di sicurezza ( $\phi 20/20 + \phi 20/20$  Sopra/Sotto Dir.X  $\phi 20/20 + \phi 20/20$  Sopra/Sotto Dir.Y).

Armatura Dir. X

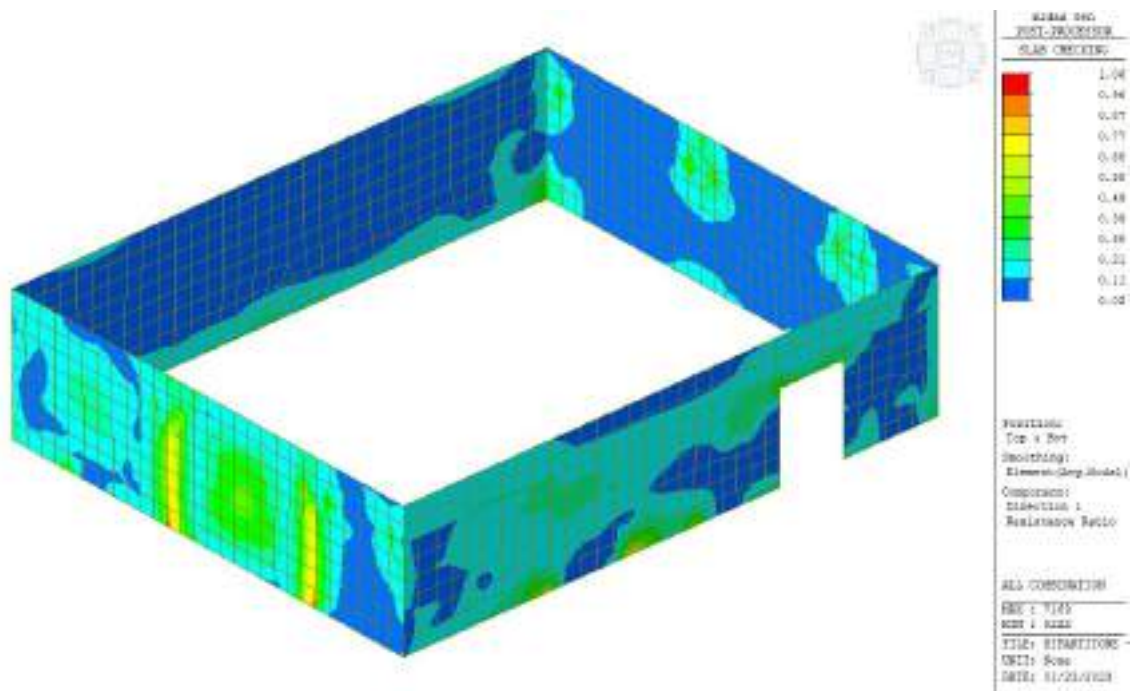


Armatura Dir. Y

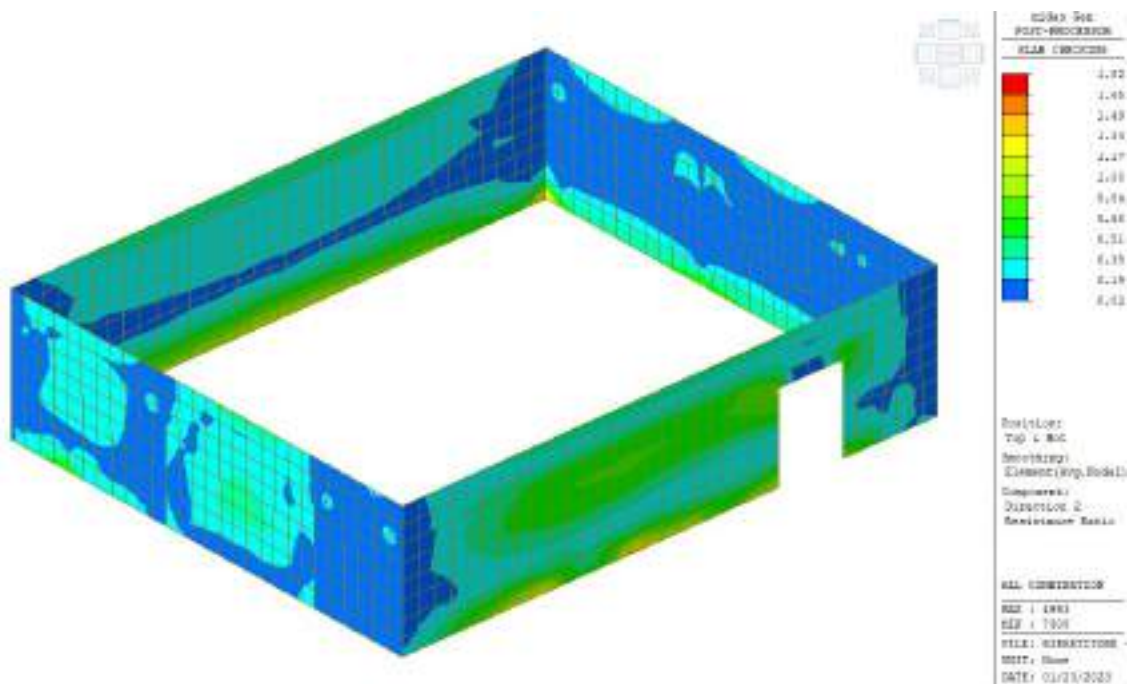




Inviluppo coefficiente di sicurezza a flessione SLU-SLV Dir. X

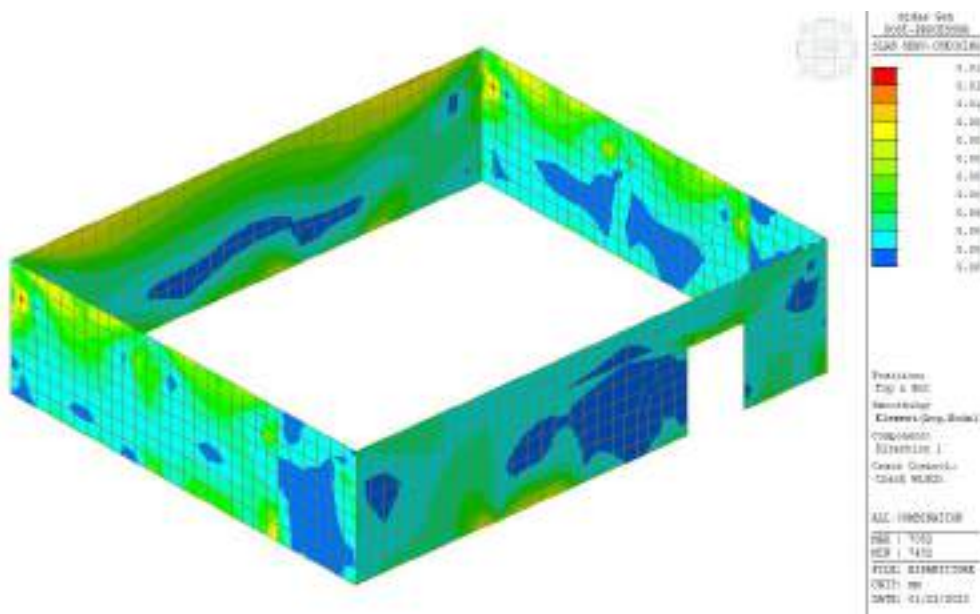


Inviluppo coefficiente di sicurezza a flessione SLU-SLV Dir. Y

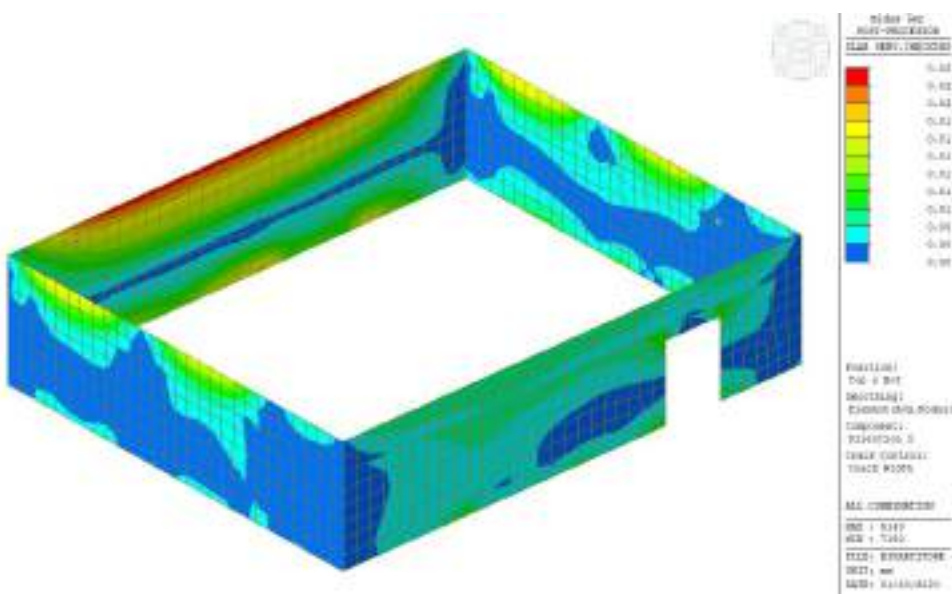


I punti in cui il coefficiente risulta superiore a 1 sono dovuti alla modellazione e sono contenuti nello spessore degli shell, risultano pertanto trascurabili.

Valori apertura fessure SLE Dir. X



Valori apertura fessure SLE Dir. Y

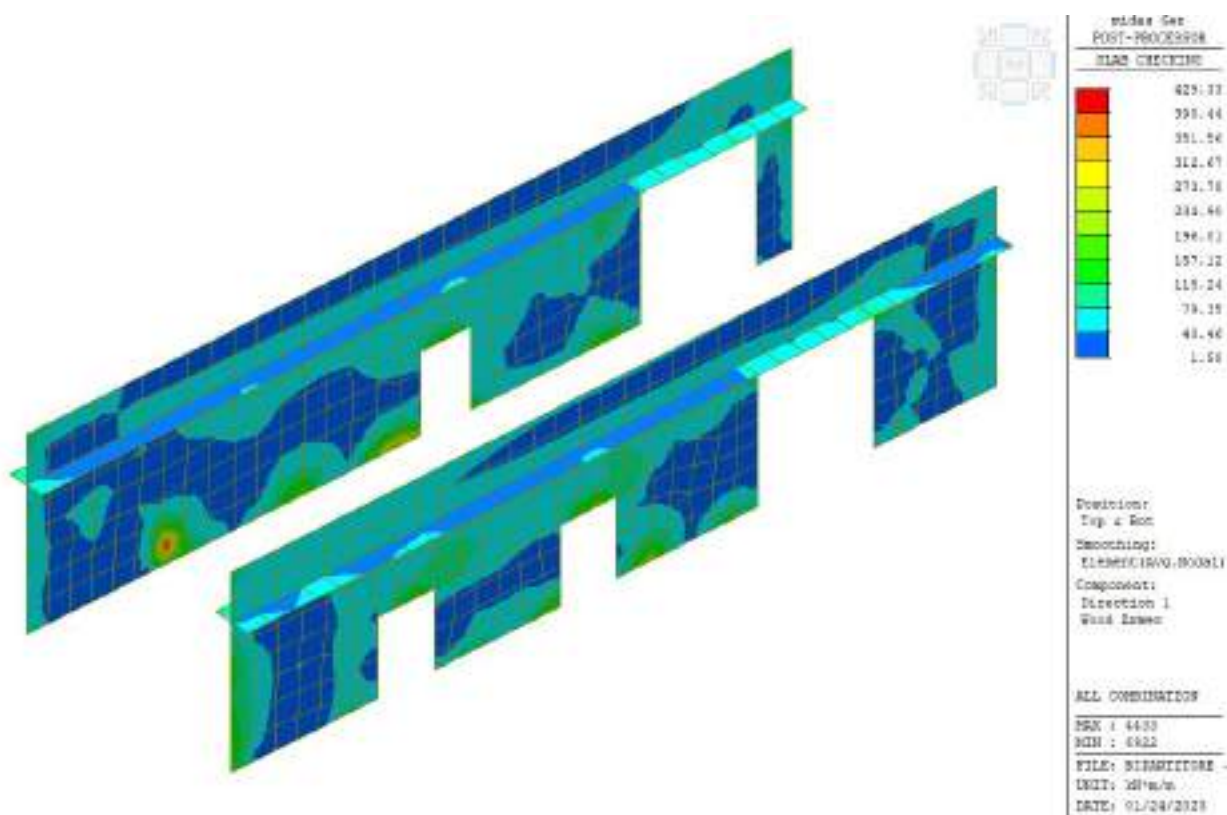


**Setti interni fuori terra**

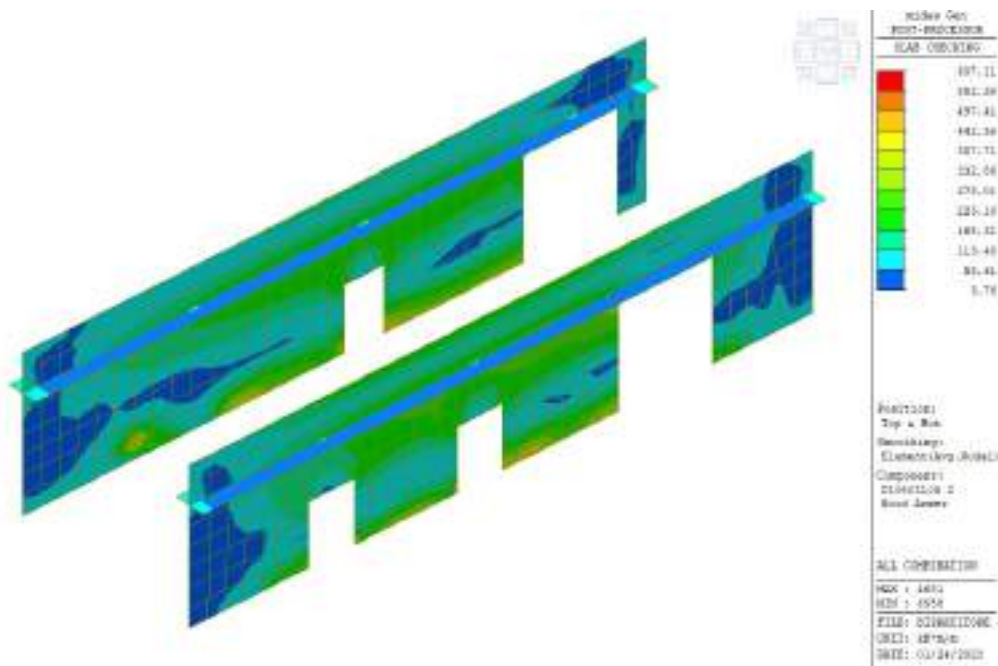
**Diagrammi delle sollecitazioni**

Si riportano di seguito le mappe delle sollecitazioni per i setti interni fuori terra.

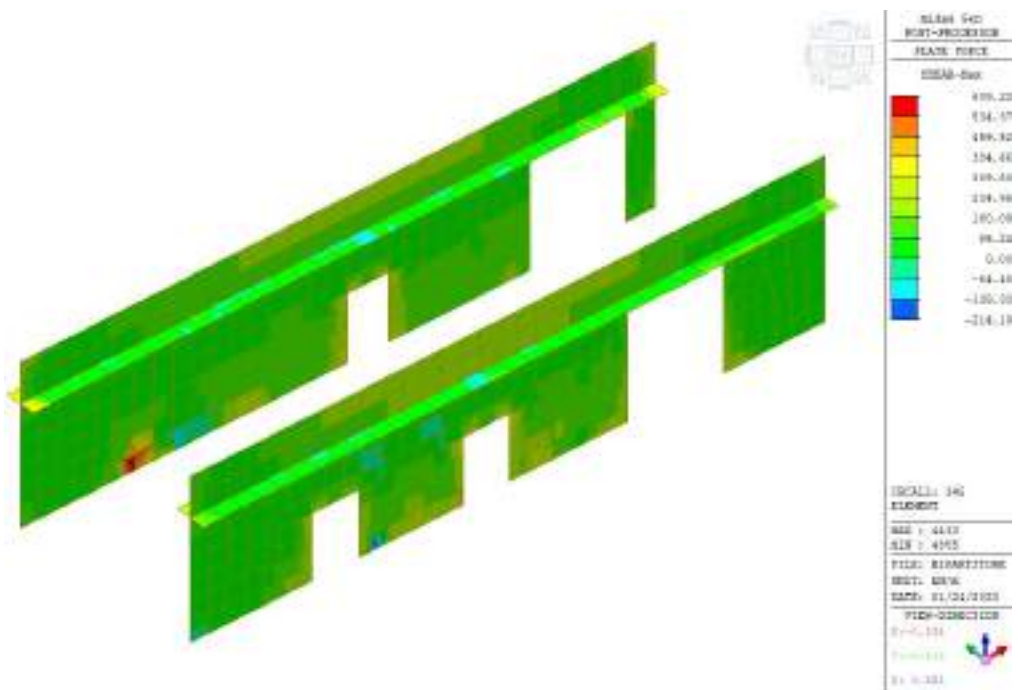
Inviluppo momento flettente SLU-SLV orizzontale Mxx



Inviluppo momento flettente SLU-SLV verticale Myy



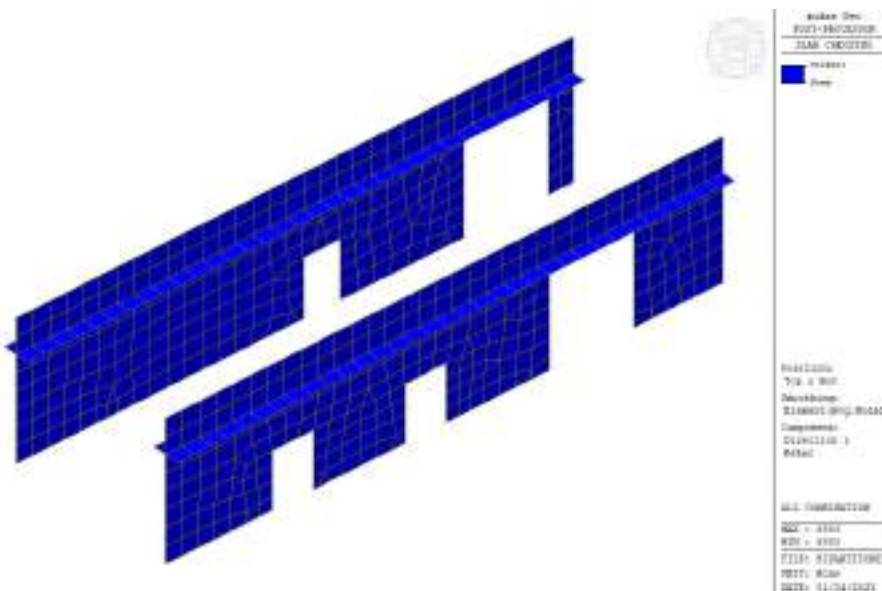
Inviluppo taglio SLU-SLV V<sub>MAX</sub>



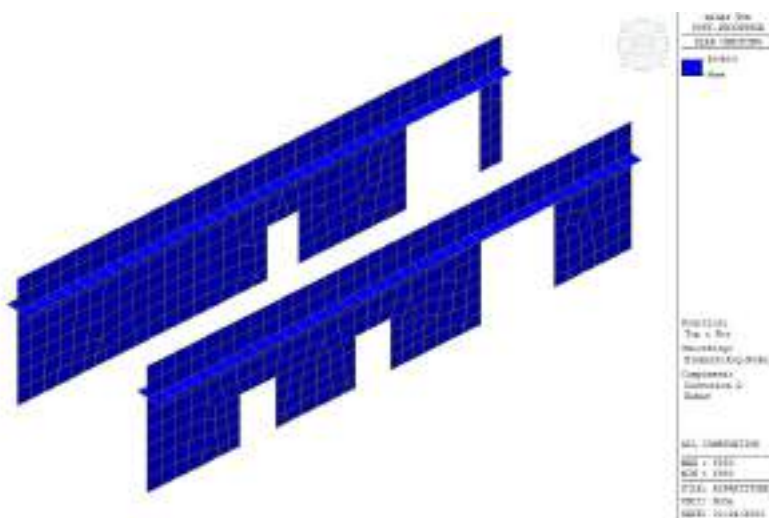
**Verifiche**

Si riportano di seguito le armature nelle due direzioni derivanti dal dimensionamento strutturale ed i relativi coefficienti di sicurezza ( $\phi 20/20 + \phi 20/20$  Sopra/Sotto Dir.X  $\phi 20/20 + \phi 20/20$  Sopra/Sotto Dir.Y).

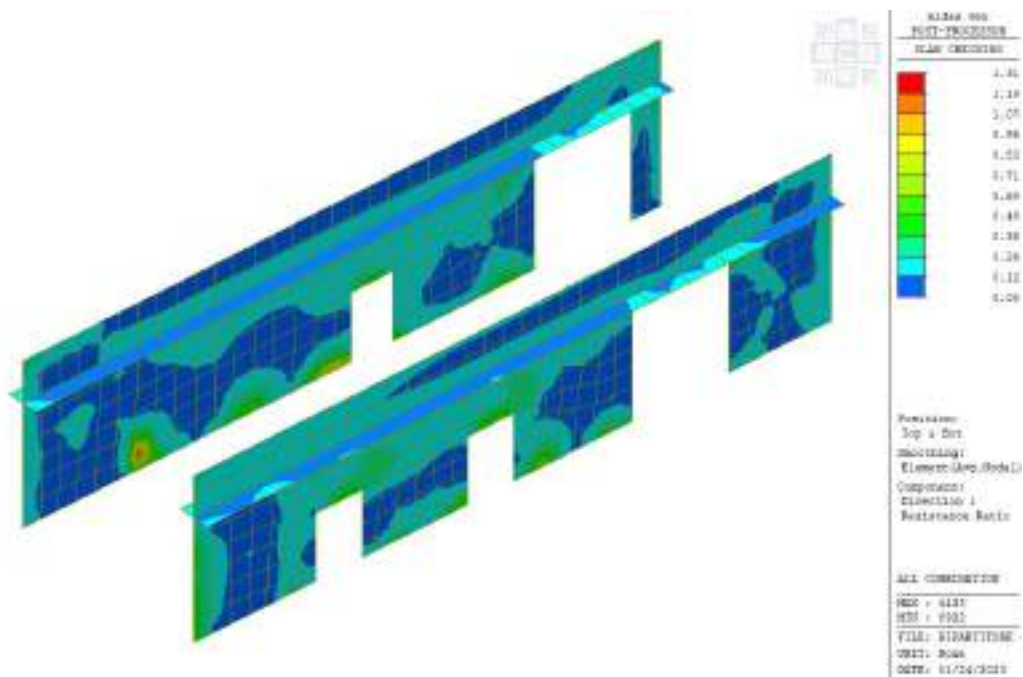
Armatura Dir. X



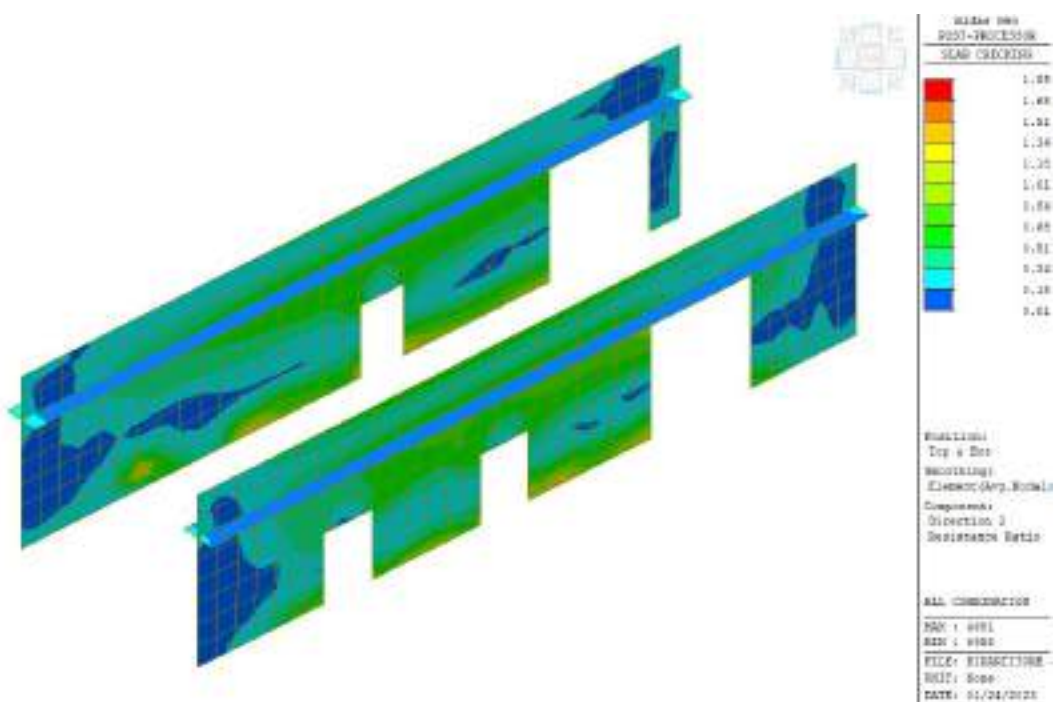
Armatura Dir. Y



Inviluppo coefficiente di sicurezza a flessione SLU-SLV Dir. X

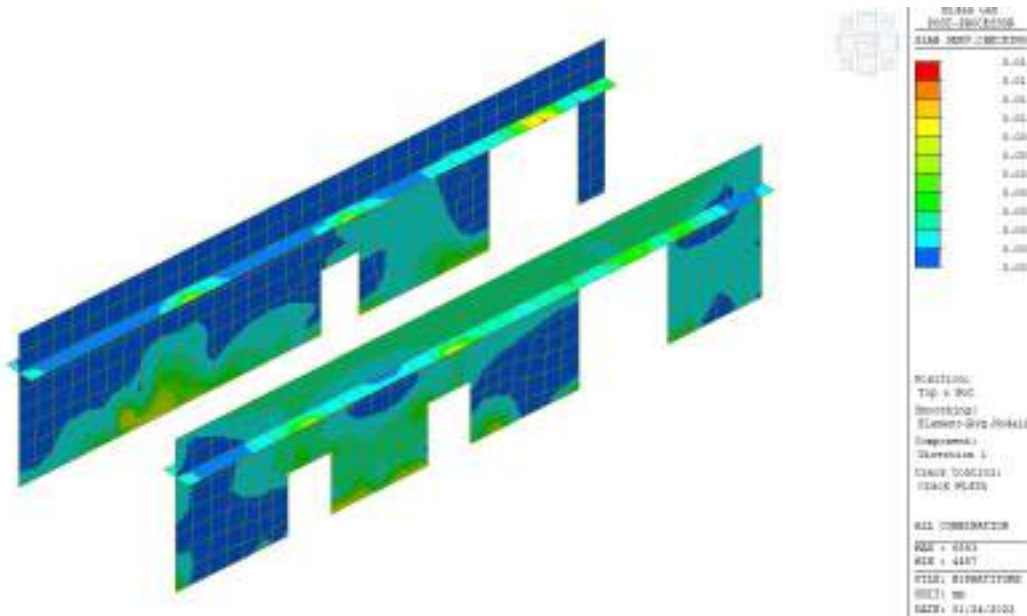


Inviluppo coefficiente di sicurezza a flessione SLU-SLV Dir. Y

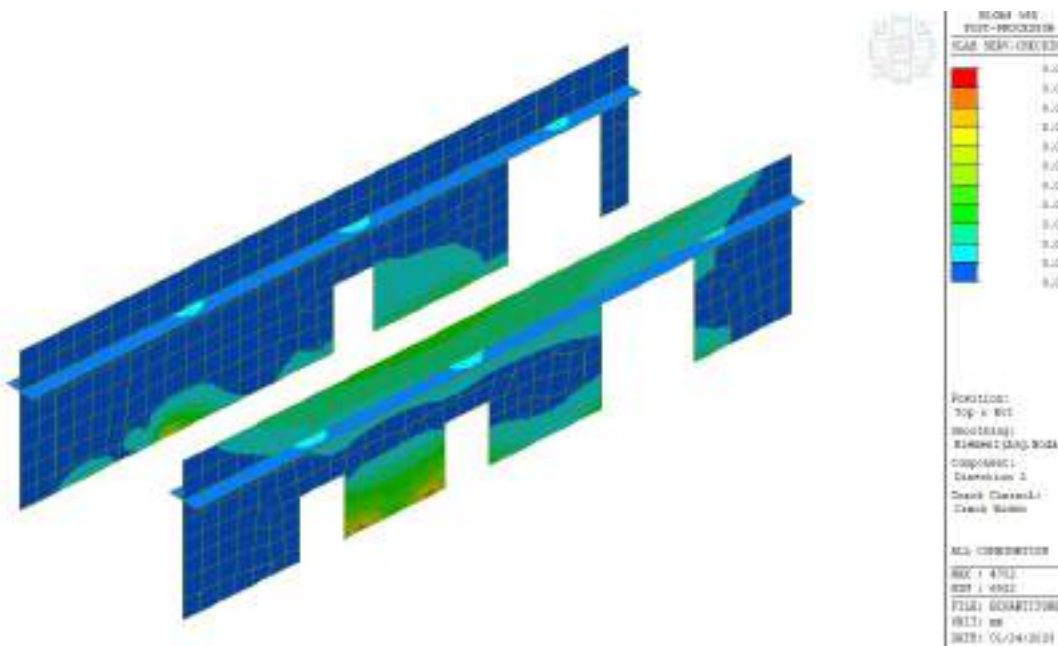


I punti in cui il coefficiente risulta superiore a 1 sono dovuti alla modellazione e sono contenuti nello spessore degli shell, risultano pertanto trascurabili.

Valori apertura fessure SLE Dir. X



Valori apertura fessure SLE Dir. Y

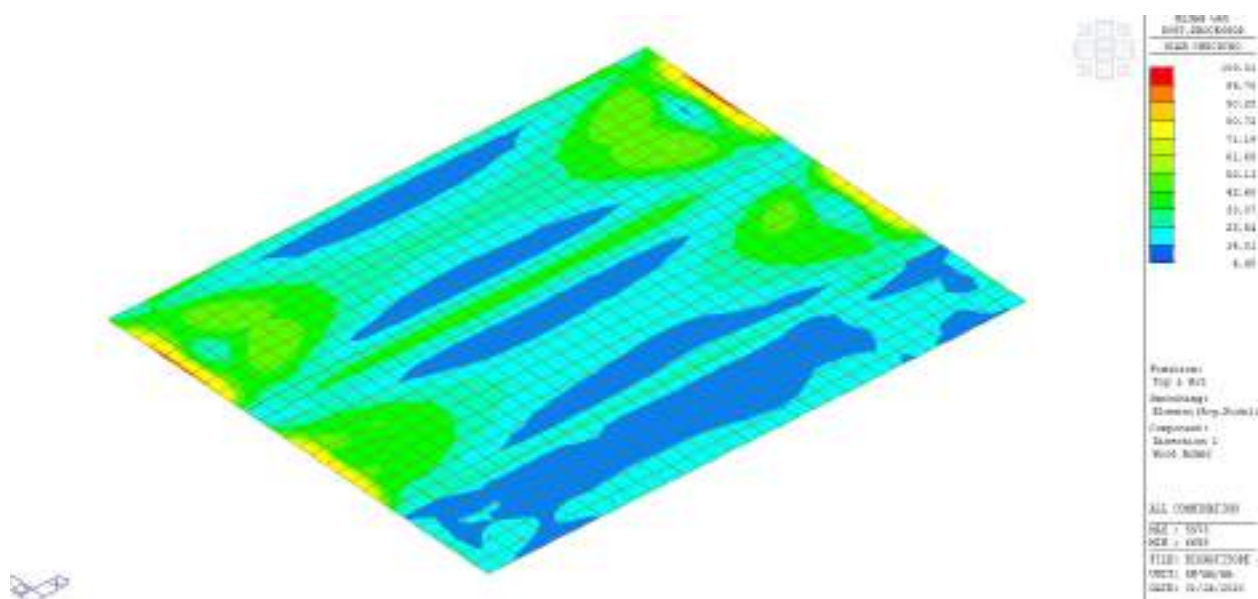


## Solaio copertura

### Diagrammi delle sollecitazioni

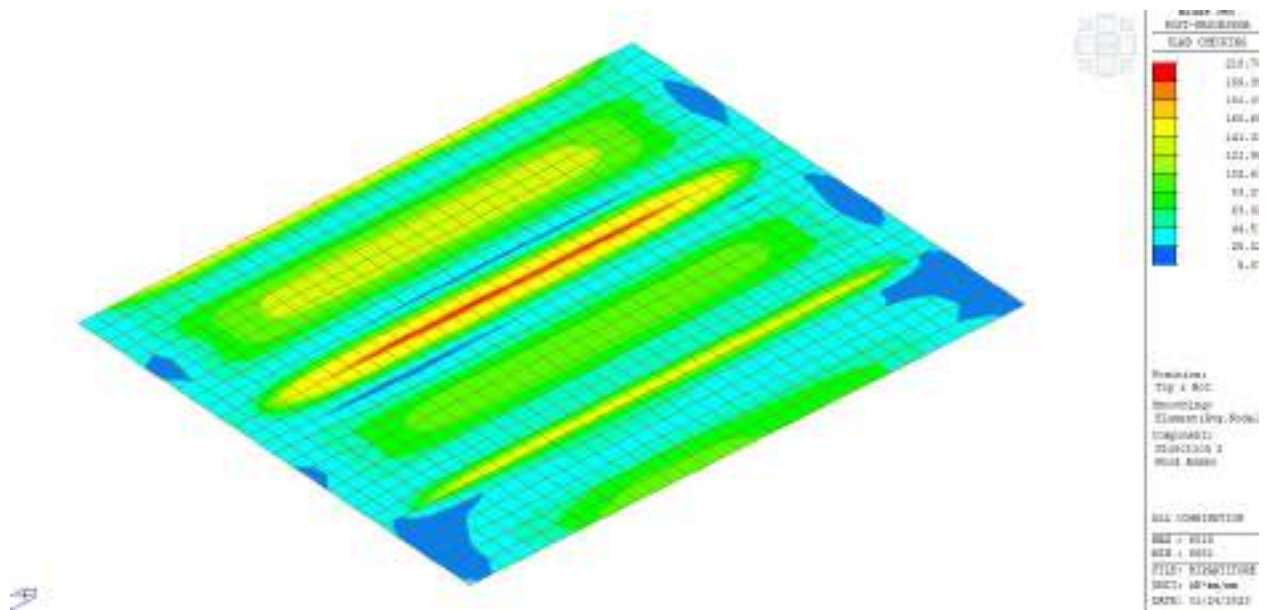
Si riportano di seguito le mappe delle sollecitazioni per il solaio di copertura.

Inviluppo momento flettente SLU-SLV orizzontale Mxx

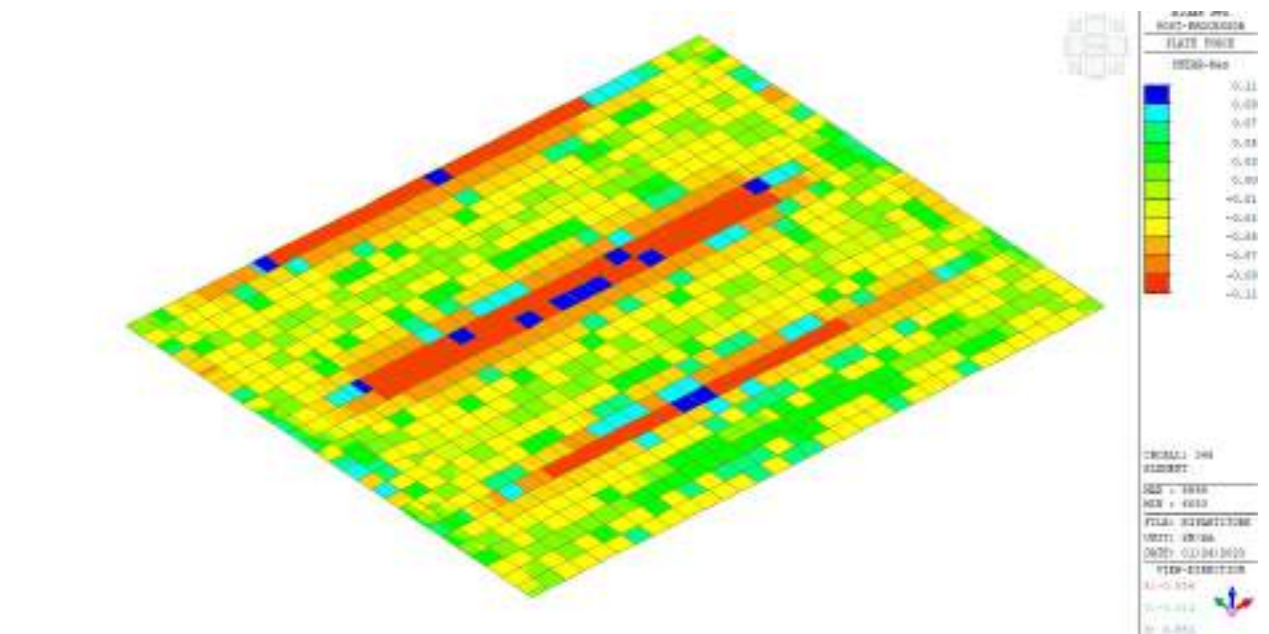




Inviluppo momento flettente SLU-SLV verticale Myy



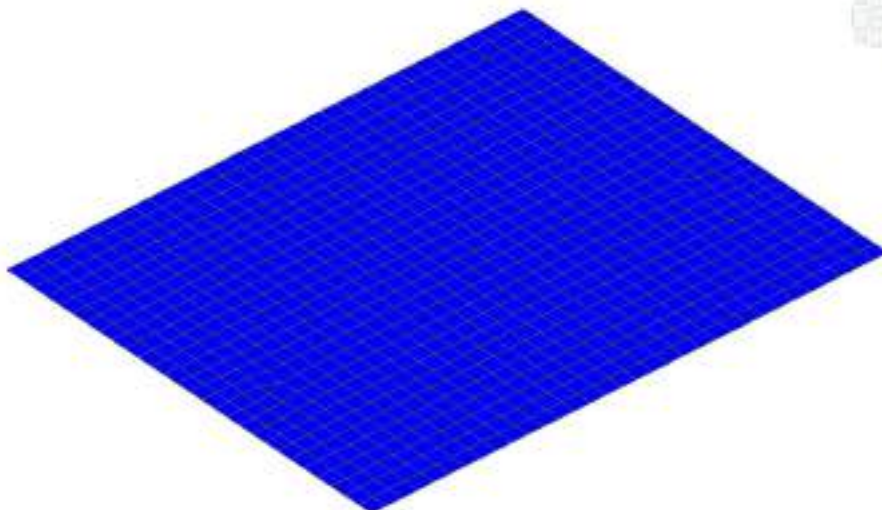
Inviluppo taglio SLU-SLV V<sub>MAX</sub>



## Verifiche

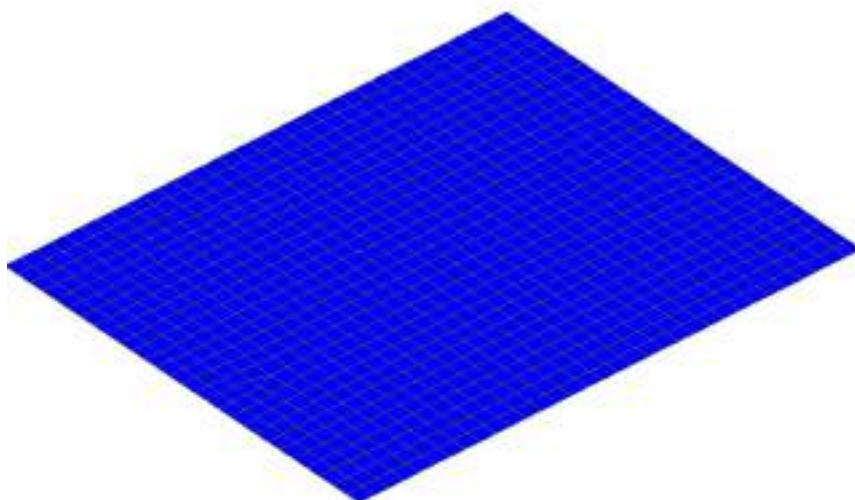
Si riportano di seguito le armature nelle due direzioni derivanti dal dimensionamento strutturale ed i relativi coefficienti di sicurezza ( $\phi 20/20 + \phi 20/20$  Sopra/Sotto Dir.X  $\phi 20/20 + \phi 20/20$  Sopra/Sotto Dir.Y).

### Armatura Dir. X



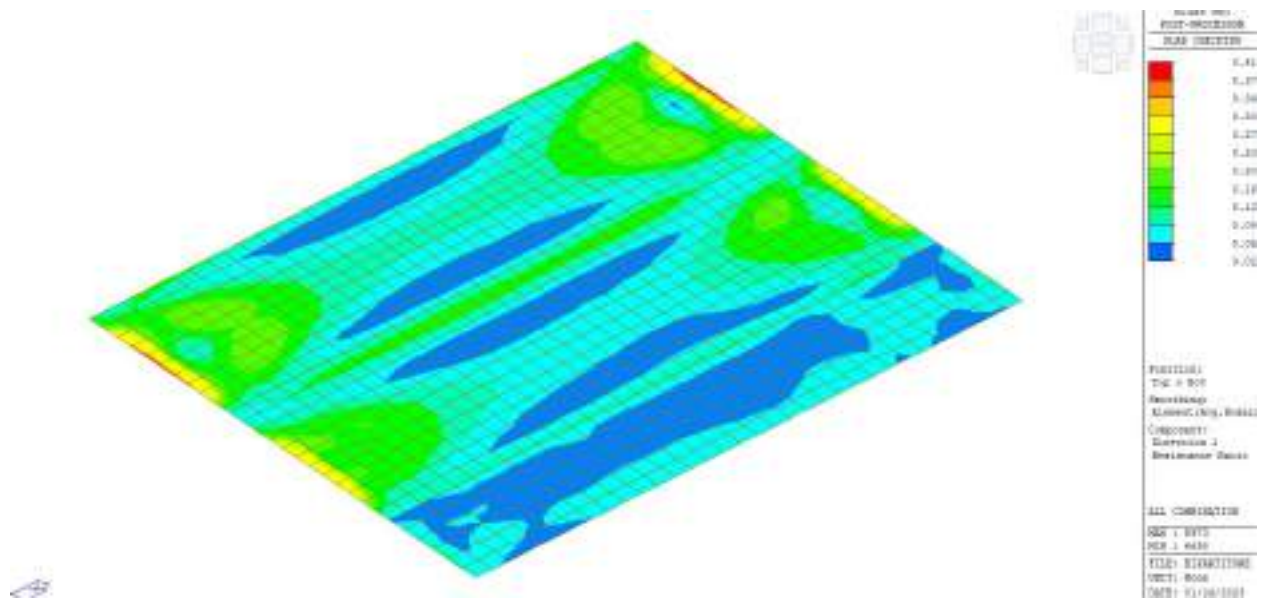
Dati del Progetto	
Nome Progetto	
Data	
<p>Progetto:            Tipo: R.C.            Descrizione:            Elemento (Arg. Solaio)            Componenti:            Direzione: X            Pannello:</p>	
<p>ALL. CARICAMENTO</p>	
<p>DIR. X (K):            DIR. Y (K):</p>	
<p>COEFF. DI SICUREZZA            METI: S.M.            DATA: 11/04/2022</p>	

### Armatura Dir. Y

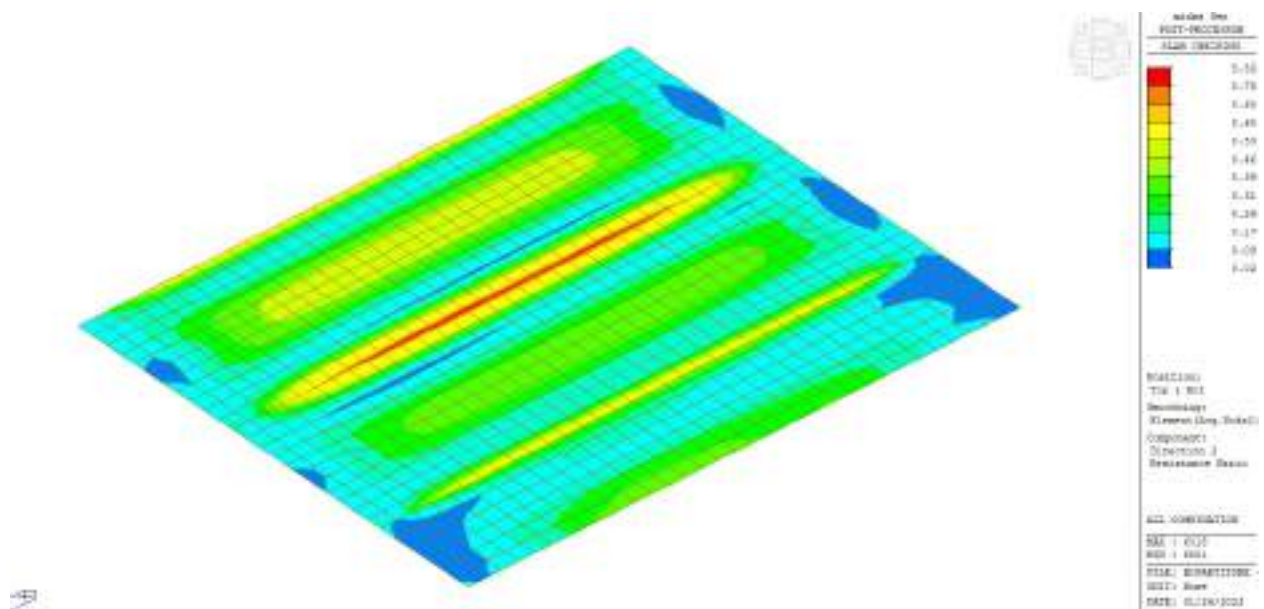


Dati del Progetto	
Nome Progetto	
Data	
<p>Progetto:            Tipo: R.C.            Descrizione:            Elemento (Arg. Solaio)            Componenti:            Direzione: Y            Pannello:</p>	
<p>ALL. CARICAMENTO</p>	
<p>DIR. X (K):            DIR. Y (K):</p>	
<p>COEFF. DI SICUREZZA            METI: S.M.            DATA: 11/04/2022</p>	

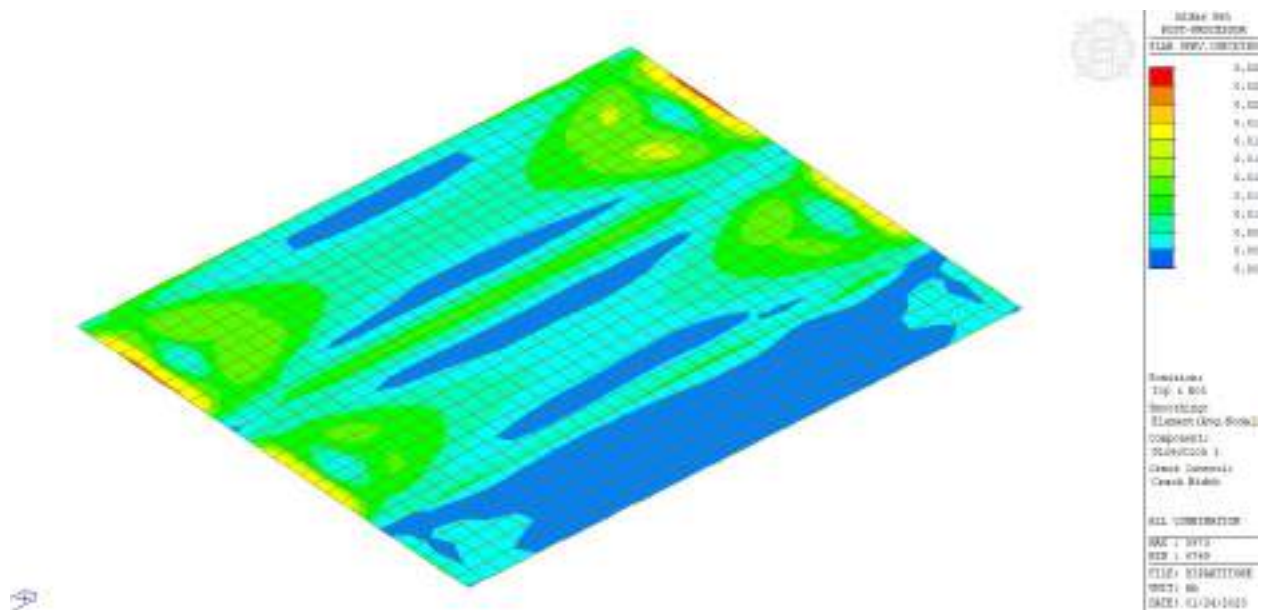
Inviluppo coefficiente di sicurezza a flessione SLU-SLV Dir. X



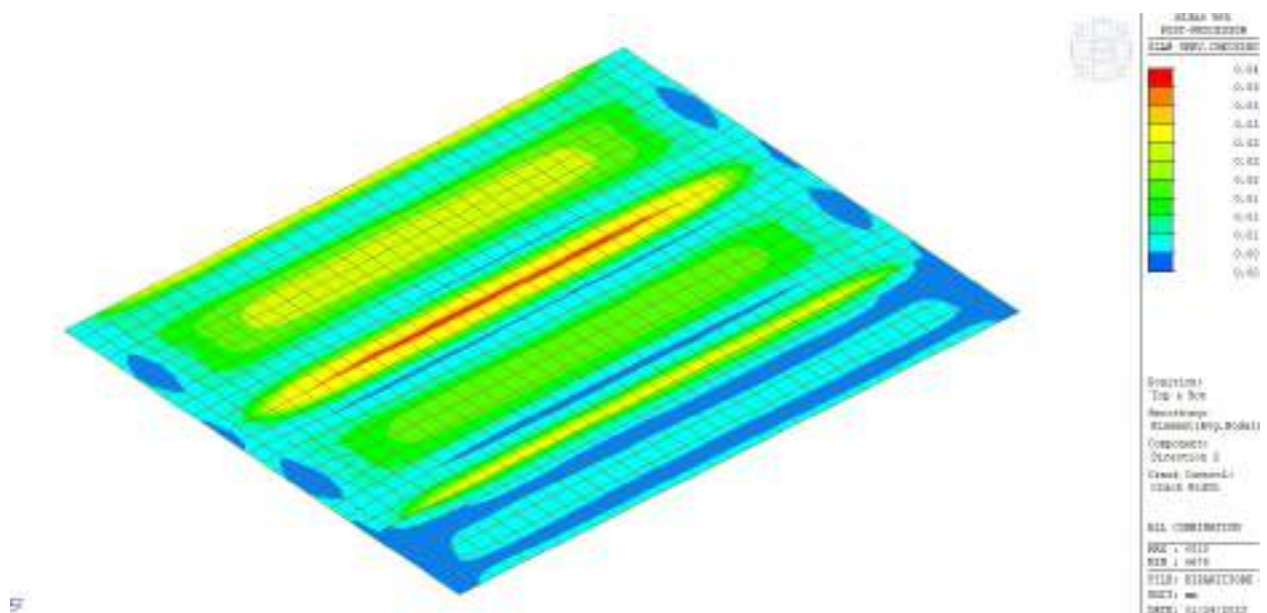
Inviluppo coefficiente di sicurezza a flessione SLU-SLV Dir. Y



Valori apertura fessure SLE Dir. X



Valori apertura fessure SLE Dir. Y



## 7.9 Riepilogo incidenze

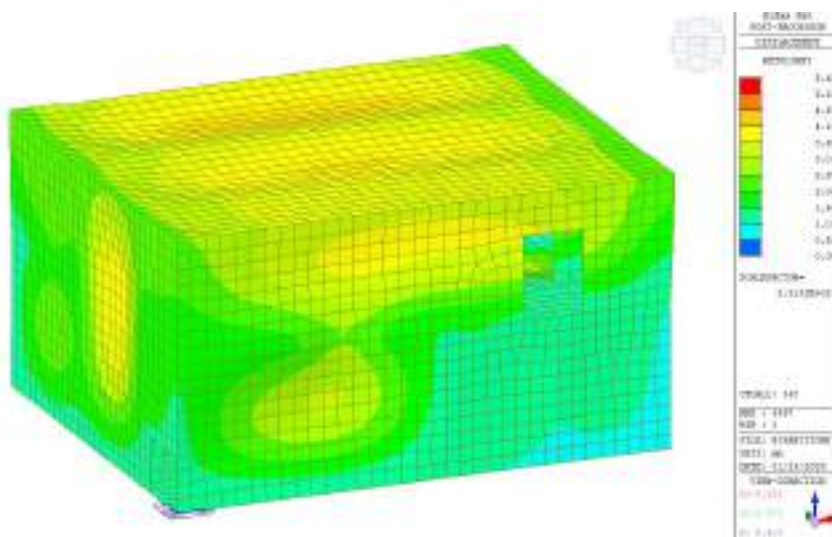
Si riporta di seguito un riepilogo delle incidenze per i vari elementi strutturali:

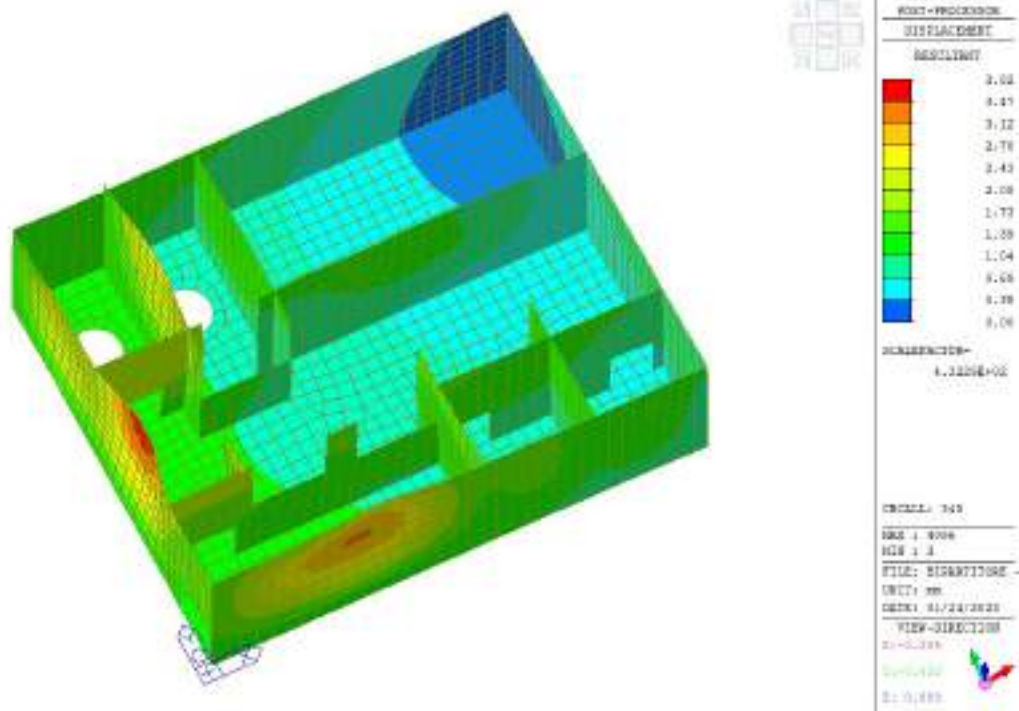
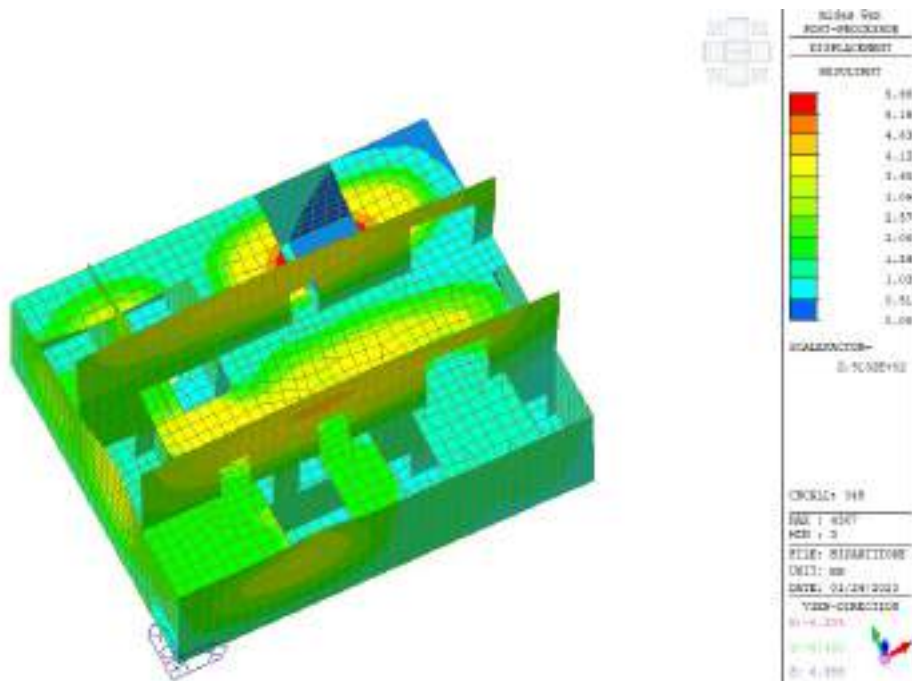
<b>BIPARTITORE</b>		
<b>ELEMENTO</b>	<b>spessore (m)</b>	<b>incidenza (kg/m3)</b>
PLATEA	1	130
SETTI PERIMETRALI INTERRATI	1	130
SETTI INTERNI INTERRATI	1	130
SOLAIO LIVELLO P.C.	0.5	240
SETTI PERIMETRALI FUORI TERRA	0.6	90
SETTI INTERNI FUORI TERRA	0.6	90
COPERTURA	0.5	110

## 7.10 Deformate

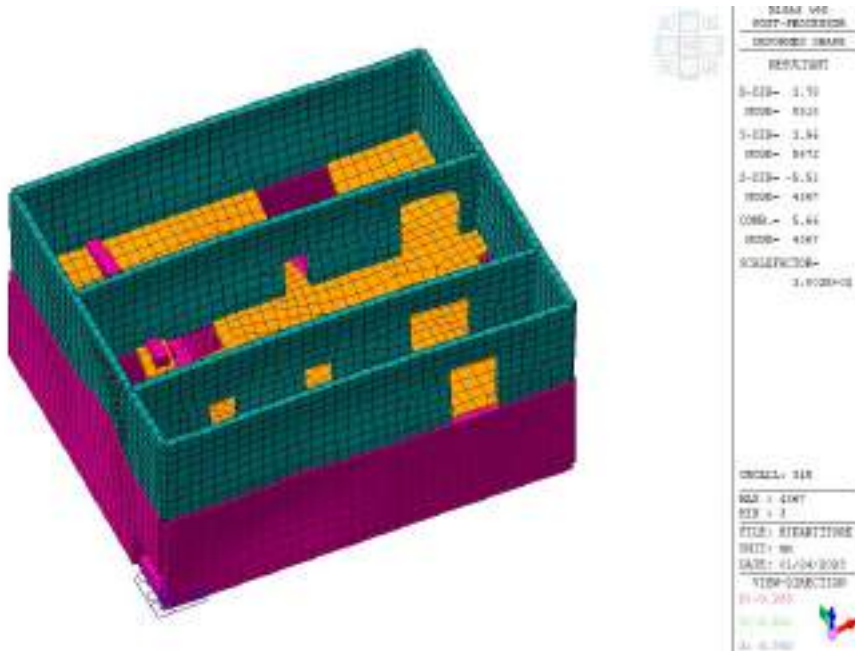
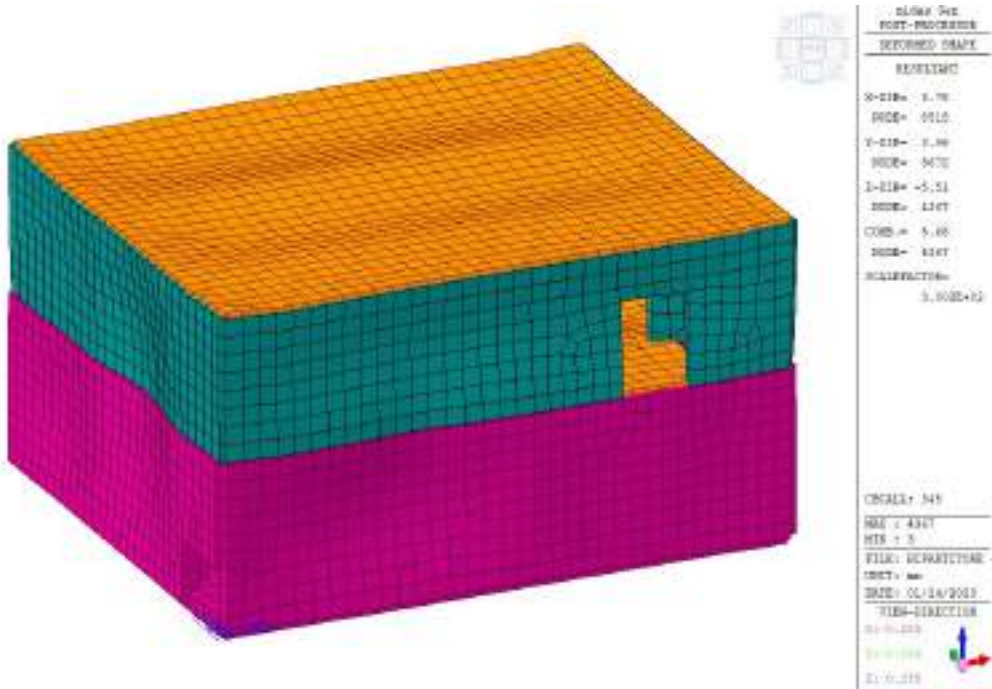
Si riportano di seguito alcune rappresentazioni delle configurazioni deformate nelle condizioni più significative.

Spostamenti DXYZ per inviluppo SLU-SLV

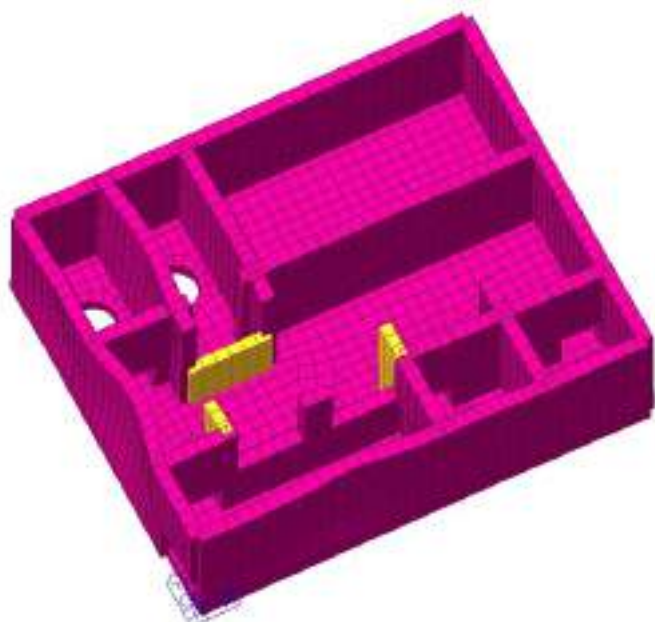




Deformata per involuppo SLU-SLV







A favore di sicurezza sono stati considerati gli spostamenti ottenuti allo SLV e non allo SLO. Si rileva comunque che il massimo spostamento è inferiore a 0,6 cm, risultando pertanto compatibile con la funzionalità dell’opera.

### 7.11 Verifica della fondazione

Si riporta di seguito un rapido confronto tra l’incremento di carico dato dall’edificio e il peso del terreno asportato.

La risultante del peso proprio è stata estratta dal modello di calcolo:

SUMMATION OF REACTION FORCES PRINTOUT						
Load	FX (kN)	FY (kN)	FZ (kN)			
G1 p.p.	0.000000	0.000000	115447.598404			

Si ha dunque:

PESO MANUFATTO (dal modello)	
p.p. $G_1$	115448 kN

TERRENO RIMOSSO	
h	10 m
b	28 m
l	35 m
$\gamma$	20 kN/mc
peso	196000 kN

PESO TOTALE $G_1+G_2+G_w$	
peso tot	144679.4 kN

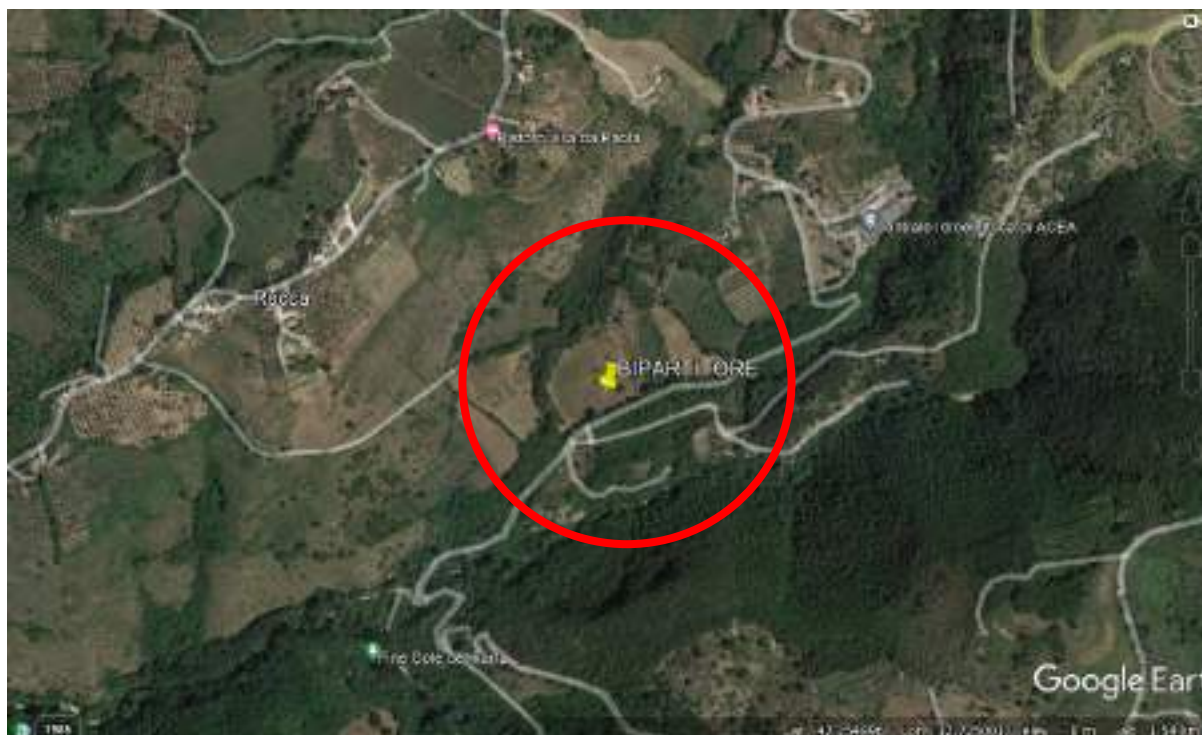
CARICHI PERMANENTI PORTATI					
	b	l	A	carico $G_2$	peso
	m	m	m <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>	kN
platea	26	33	858	3	2574
impianti	9.6	20	192	4	768
solaio intermedio	26	33	858	3	2574
copertura	26	33	858	1.8	1544.4

ACQUA DI INVASO $G_w$					
	b	l	$h_w$	$\gamma_w$	peso
	m	m	m	kN/mc	kN
ingresso	5	9.6	6.3	10	3024
bipartitore	9.2	33	4.5	10	13662
uscita 1	5	6.5	4.5	10	1462.5
uscita 2	5	6.5	4.5	10	1462.5
uscita 3	5	9.6	4.5	10	2160

Si parla in questo caso di fondazione compensata poiché si compensa l'incremento di carico dato dall'edificio con il peso del terreno rimosso. Si omettono pertanto le verifiche geotecniche, sia a carico limite che dei cedimenti.

## **8 CANALE DI SCARICO BIPARTITORE: OPERE MINORI**

Il presente documento, facente parte del Progetto Definitivo (PD) relativo al Nuovo Tronco Superiore dell'Acquedotto del Peschiera (dalle Sorgenti alla centrale di Salisano), ha come oggetto la progettazione strutturale del canale di scarico relativo al Nuovo Manufatto BIPARTITORE. L'area di studio della nuova opera ricade nel territorio della Provincia di Rieti interessando il comune di Salisano.



**Figura 8-1 – Ubicazione del Manufatto BIPARTITORE**

## 8.1 Software di calcolo

Per la modellazione, le analisi e le verifiche svolte sul manufatto in oggetto, sono stati utilizzati, oltre a fogli di calcolo excel, i seguenti software di calcolo:

- 4- Midas Civil 2021 versione 1.2 della MIDAS Information Technology Co.,Ltd. per l’analisi di strutture complesse in qualsiasi materiale:



**Figura 8-2 – Licenza Midas Civil 2021**

## 8.2 Inquadramento geotecnico

I risultati delle indagini geognostiche e geofisiche, unitamente ai rilievi geomeccanici e geostrutturali di campo, alle prove di laboratorio ed ai dati geologici progressi e disponibili circa l’assetto litostratigrafico delle aree di indagine, hanno consentito la definizione dei parametri geotecnici delle unità litotecniche incontrate, ciascuna delle quali è costituita da terreni con un simile comportamento geotecnico, geomeccanico e sismico.

Ciascuna unità litotecnica è stata definita analizzando in maniera congiunta inoltre i risultati delle prove geofisiche effettuate, definendo differenti range di valori di velocità delle onde S (derivate da prospezioni MASW e Down-Hole), ciascuna associata ad un’unità litotecnica.

Infine, per tutta la lunghezza del tracciato di progetto è stato definito il modello geologico-tecnico e sismo-stratigrafico di riferimento, attribuendo ad ogni unità litotecnica i parametri medi. Nel caso in cui alle profondità di interesse fossero disponibili risultati ottenuti da prove di laboratorio geotecnico o in situ e dalle prospezioni sismiche (MASW, HVSR e Down-Hole), si sono utilizzati tali valori puntuali per la parametrizzazione geotecnica e sismo-stratigrafica dell’unità litotecnica.

Di seguito la parametrizzazione fisico-meccanica e sismica caratteristica delle unità litotecniche riconosciute:

UNITÀ MESOZOICHE		Quadro di sintesi del rilevamento geomeccanico effettuato. I valori sono la media dei singoli valori ottenuti dalle stazioni geomeccaniche								
Unità litotecnica	Descrizione	n° stazioni	$\gamma_s$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\sigma'_v$ (MPa)	$f_t$ (MPa)	RMR	GSI	$c'$ (MPa)	$\phi'$ (°)	$E_{m}$ (MPa)
SEZ	Calcari marini e marne calcaree di colore grigio e marrone	6	26,0	82,90	4,61	H (51,16)	45	3,67	27	9421
SAH (+POI)	Calcari calcareo-arenacei	7	26,0	74,02	4,14	H (51,83)	49	3,59	28	10361
SBH	Calcari e calcari marinosi di colore bianco	7	25,8	85,10	4,73	H (51,42)	51	3,91	28	9936
SAA	Calcari calcareo, calcari marini e marne di colore rosa, arancione e rosso	3	25,9	75,21	4,18	H (53,35)	48	3,14	27	6015
SBH	Calcari calcareo, calcari marini e marne di colore grigio	2	26,1	105,85 *	5,86 *	H (51,00)	28	3,07	24	1348
SAH	Calcari calcareo, calcari marini e marne di colore grigio	1	25,7	101,40 *	5,63 *	H (48,00)	25	2,78	20	1050

\* Parametri geomeccanici ottenuti dalla prova in stato triassiale con confinamento di pressione ambiente, in questo effetto alla scala geotecnica applicata

<b>K<sub>11</sub></b> Litologia: MAF GSI: 55 RMR: 50 (H) nr: 12	<b>K<sub>20</sub></b> Litologia: MAF GSI: 50 RMR: 51 (H) nr: 21	<b>K<sub>18</sub></b> Litologia: MAF GSI: 48 RMR: 53 (H) nr: 7,2	<b>K<sub>27</sub></b> Litologia: MAF GSI: 60 RMR: 60 (H) nr: 6,8	<b>K<sub>31</sub></b> Litologia: POC GSI: 50 RMR: 48 (H) nr: 18	<b>K<sub>17</sub></b> Litologia: MAF GSI: 55 RMR: 49 (H) nr: 10,4	<b>K<sub>23</sub></b> Litologia: MAF GSI: 25 RMR: 41 (H) nr: 22,5	<b>K<sub>28</sub></b> Litologia: MAF GSI: 25 RMR: 41 (H) nr: 24	<b>K<sub>29</sub></b> Litologia: MAF GSI: 45 RMR: 51 (H) nr: 14,5	<b>K<sub>15</sub></b> Litologia: MAF GSI: 55 RMR: 50 (H) nr: 12,8	<b>K<sub>25</sub></b> Litologia: MAF GSI: 50 RMR: 50 (H) nr: 13,0
---	---	--	--	---	---	---	---	---	---	---

Codice litotecnica	Descrizione	Valori medi da prove in situ				Valori medi da prove geotecniche			Parametri medi da prove di laboratorio							
		n° prove	$\gamma_s$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\phi'$ (°)	$E_{d(90^\circ)}$ (MPa)	n° prove	$\gamma_s$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\phi'$ (°)	$E_{d(90^\circ)}$ (MPa)	n° prove	$\gamma_s$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\phi'$ (°)	$E_{d(90^\circ)}$ (MPa)	$\sigma'_v$ (MPa)	$\sigma'_v$ (MPa)	$\sigma'_v$ (MPa)
SA1 (Sabbie di Salisano)	Sabbie di Salisano (Sabbie di Salisano)	9	21	—	4	—	—	—	9	20-26	3-40	32-38	4,0	4,0	3,0	—
SA2 (Sabbie di Salisano)	Sabbie di Salisano (Sabbie di Salisano)	20	—	36	11	—	—	—	9	20-23	7-21	47-58	4,1	4,1	3,0	—
SA3 (Sabbie di Salisano)	Sabbie di Salisano (Sabbie di Salisano)	12	—	36	11	—	—	—	12	17-21	9-16	40-46	4,1	4,1	4,0	—
SA4 (Sabbie di Salisano)	Sabbie di Salisano (Sabbie di Salisano)	8	—	31	10	—	—	—	8	16-21	10-12	36-38	4,0	4,0	3,0	—
SA5 (Sabbie di Salisano)	Sabbie di Salisano (Sabbie di Salisano)	17	—	36	11	—	—	—	5	17-21	9-10	44-46	4,1	4,1	4,0	—
SA6 (Sabbie di Salisano)	Sabbie di Salisano (Sabbie di Salisano)	12	—	36	11	—	—	—	4	17-18	10-16	42-48	4,0	4,0	4,0	100-1000
SA7 (Sabbie di Salisano)	Sabbie di Salisano (Sabbie di Salisano)	7	2	7	0	8	308	42	287	—	—	—	—	—	—	—
SA8 (Sabbie di Salisano)	Sabbie di Salisano (Sabbie di Salisano)	7	2	7	0	5	311	41	180	—	—	—	—	—	—	—
SA9 (Sabbie di Salisano)	Sabbie di Salisano (Sabbie di Salisano)	12	—	31	11	7	303	41	107	—	—	—	—	—	—	—

**NUOVO MANUFATTO BIPARTITORE (SALISANO)**

Profondità (m da p.c.)	Unità Litotecnica	$\gamma_n$ (kN/m <sup>3</sup> )	Vs (m/s)
0.0 – 3.0	Terreno di riporto antropico costituito da clasti calcarei eterodimensionali	17.5	150
3.0 – 8.0	Brecce calcaree eterodimensionali con spigoli vivi, con scarsa matrice limosa	20.0	323
8.0 – 17.5	Alternanza di calcari da compatti a fratturati con tracce di ossidazione e livelli travertinosi	24.0	602
17.5 – 25.0		26.0	713
> 25.0		26.0	800

**Figura 8-3 – Relazione geologica – caratteristiche sismostratigrafiche del sito**

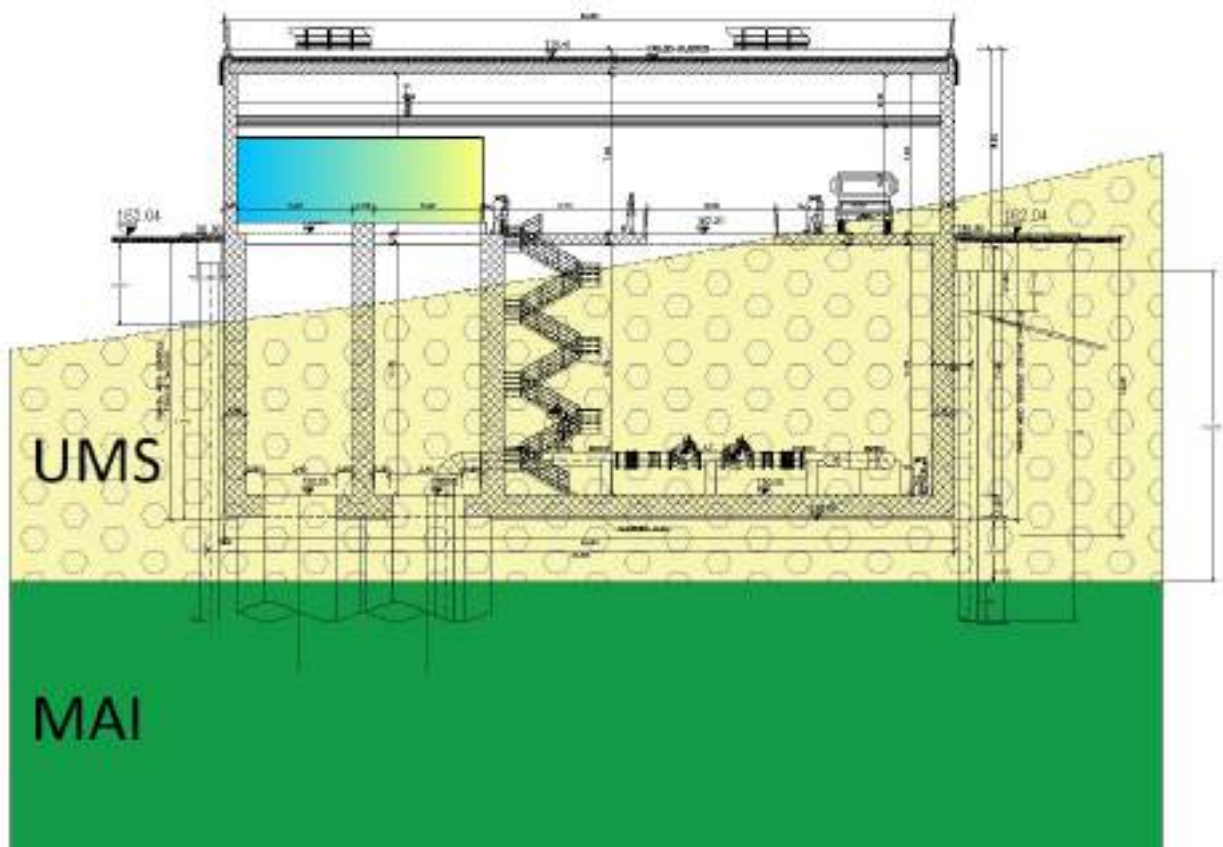
Si riporta di seguito la sezione stratigrafica utilizzata e successivamente i parametri geomeccanici di riferimento per il calcolo delle azioni del terreno sul manufatto e sulle paratie perimetrali.

### Unità UMS

DEPOSITI E COPERTURE QUATERNARIE		Valori medi da prove pressiometriche			Modulo $E_y$ statico da geosismica	
Unità litotecnica	Descrizione	n° prove	$E_p$ (MPa)	$\phi_{\text{statico}}$ (°)	$E_y$ (MPa)	$\gamma_n$ (kN/m <sup>3</sup> )
UMS	Conglomerati clastosostenuti, con clasti arenacei, silicei e calcarei	1	113	41	102	20

### Unità MAI

UNITÀ MESOZOICHE		Quadro di sintesi del rilevamento geomeccanico effettuato. I valori sono la media dei singoli valori ottenuti dalle stazioni geomeccaniche								
Unità litotecnica	Descrizione	n° stazioni	$\gamma_n$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\sigma'_c$ (MPa)	$f_t$ (MPa)	RMR	GS	c' (MPa)	$\phi'$ (°)	$E_m$ (MPa)
MAI (4POB)	Calcari micitici ben stratificati	7	25.0	74.92	4.16	81 (51.82)	49	3.58	28	10361



**Figura 8-4 – Inserimento opera nella stratigrafia geologica di riferimento**

In merito alla falda, come evidenziato nella relazione geologica non è stata rilevata alle quote di interferenza con le opere.

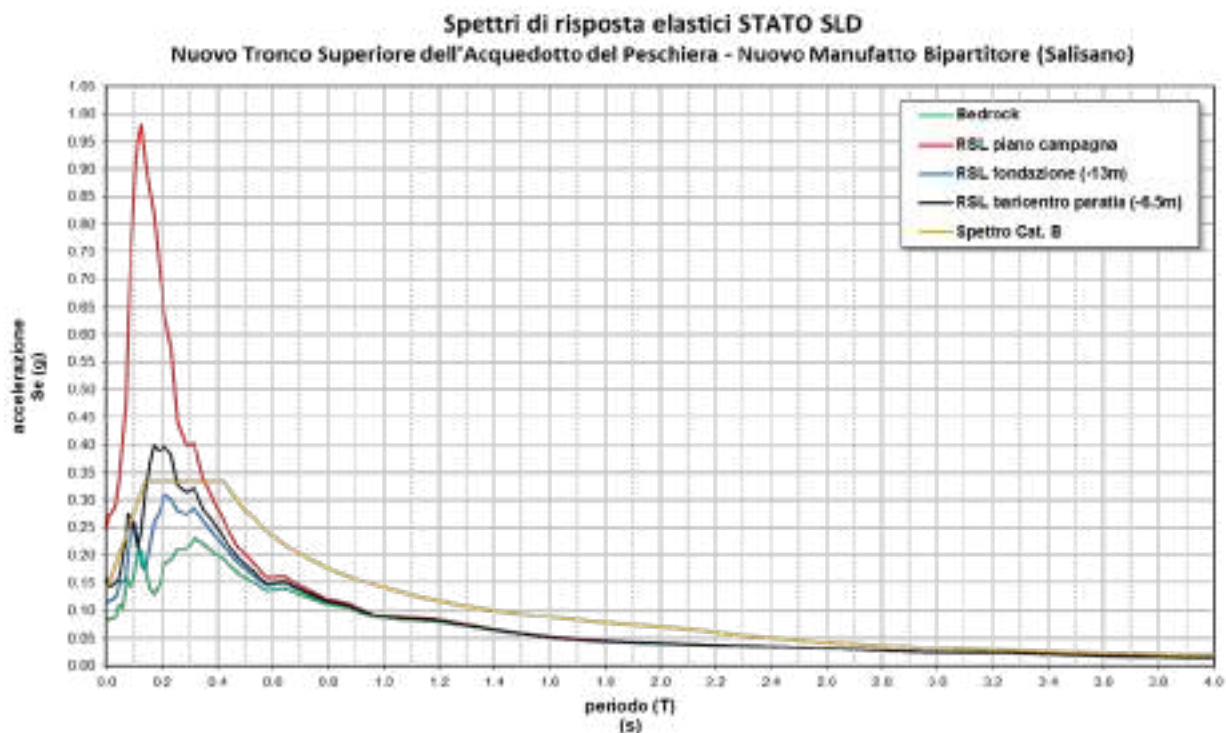
### **8.3 Inquadramento sismico**

In riferimento al livello di prestazione rispetto alla durabilità si assume un valore di VN pari a 100 anni. Vista la rilevanza che l’opera assume e la sua strategicità, la stessa dovrà essere progettata in classe d’uso IV. Inoltre, è opportuno segnalare come l’assunto di opera strategica, e quindi aver assegnato una classe d’uso pari a IV, conferisce all’infrastruttura acquedottista una classe di affidabilità elevata.

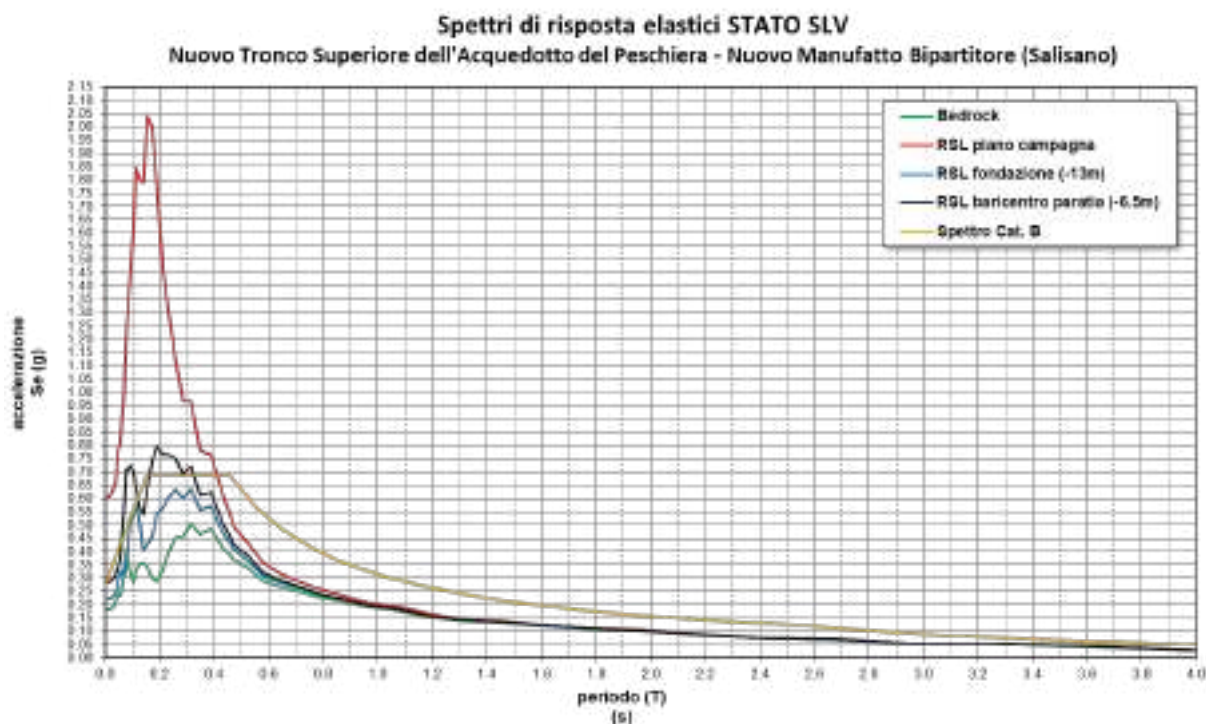
Per il manufatto Bipartitore sono stati considerati quindi i seguenti parametri sismici:

- Vita Nominale: 100 anni
- Classe d’uso: IV
- Zona Sismica Coordinate WGS84:  
 Long. Est 12.73537  
 Lat Est 42.24989
- Categoria Suolo B
- Parametri indipendenti di pericolosità sismica
- Spettri elastici

Per gli spettri elastici si è fatto riferimento a quanto riportato nella relazione geologica, in particolare agli studi specifici di risposta sismica locale, ed inseriti i valori degli spettri nel modello di calcolo:

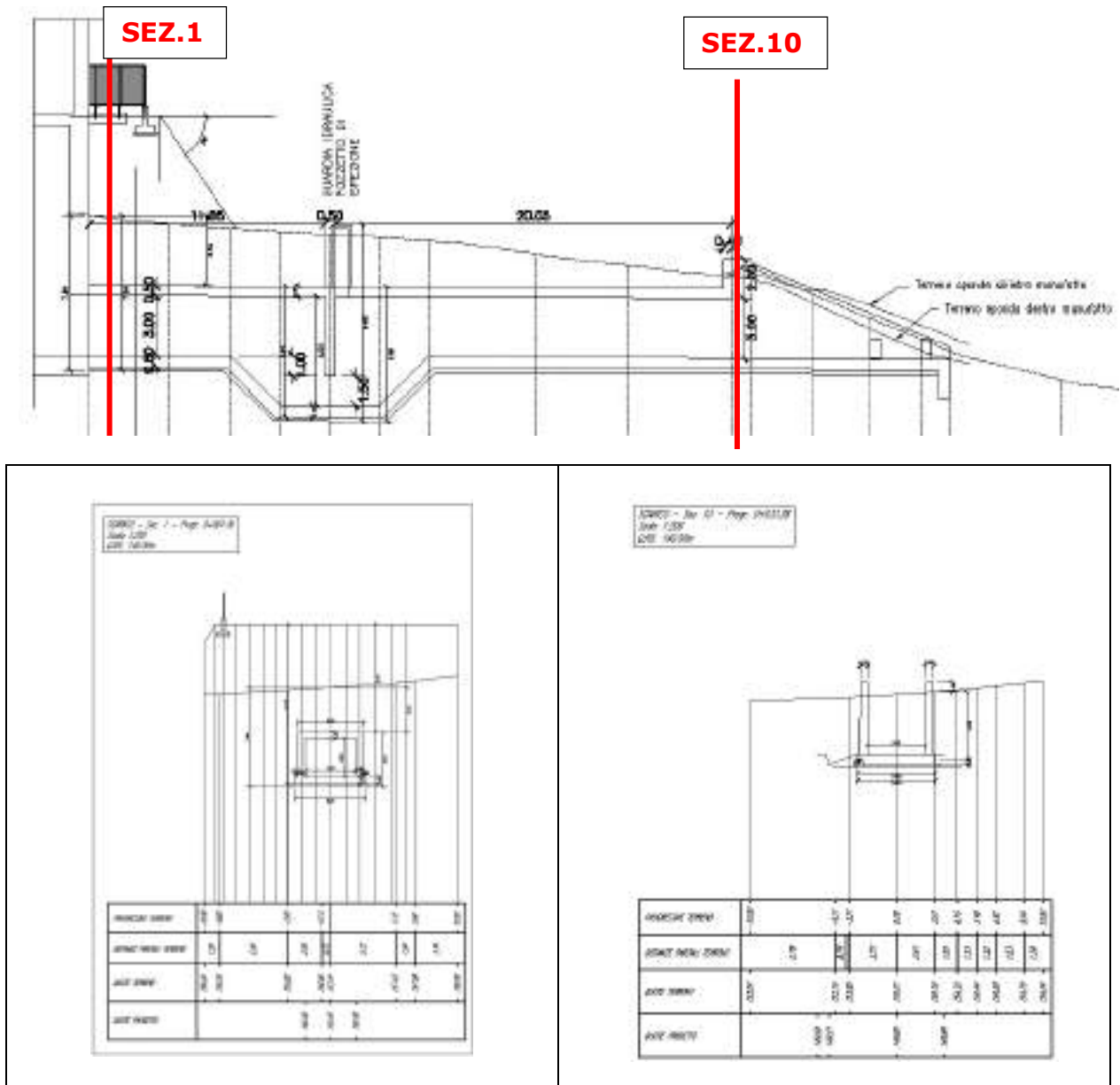






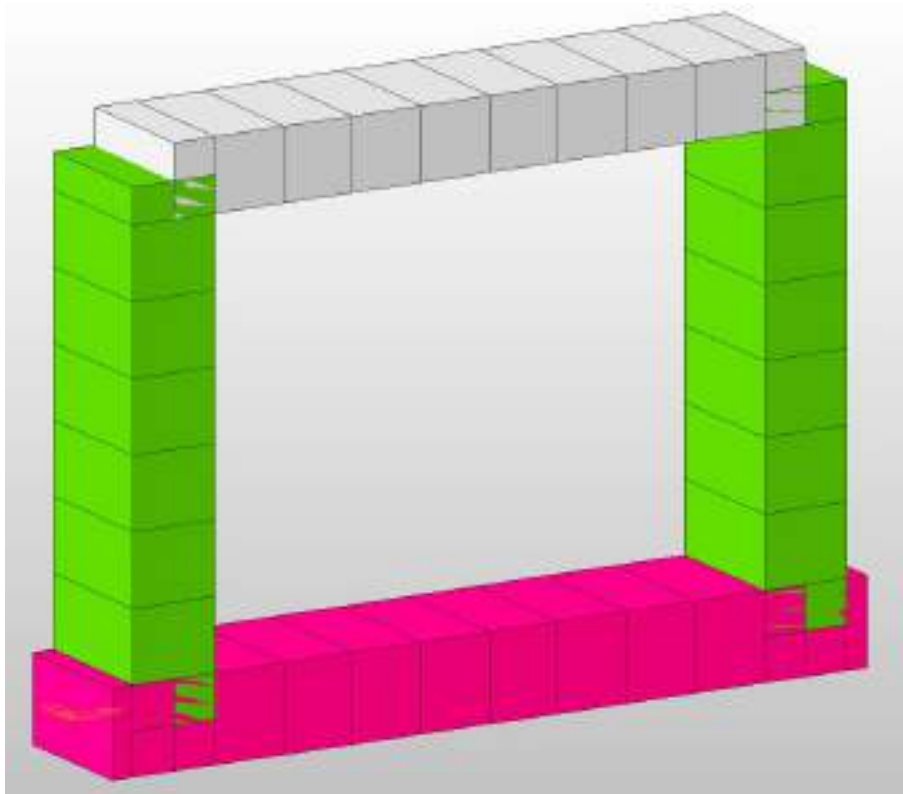
## 8.4 Schema di calcolo

La struttura è stata modellata per mezzo del software ad elementi finiti Midas Civil mediante elementi di tipo beam. Sono stati realizzati n° 2 modelli di calcolo, ognuno rappresentativo di una striscia unitaria in direzione di sviluppo longitudinale dell'opera. In particolare, le due sezioni prese a riferimento per le analisi strutturali sono le sezioni Sez. 1 e Sez.10, così come definite nella figura seguente.

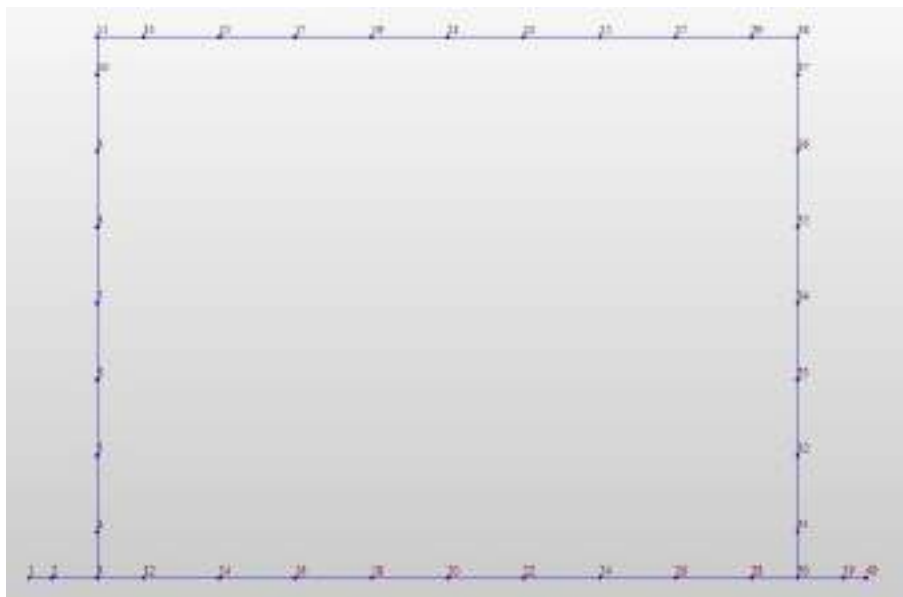


**Figura 8-5 – Sezioni S1 e S10 utilizzate nella definizione dei modelli di calcolo**

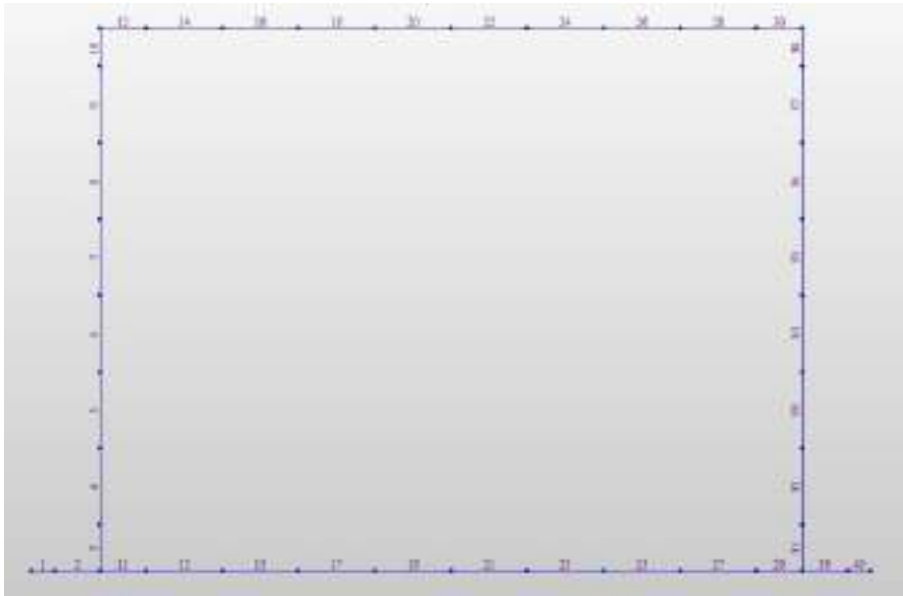
Di seguito i modelli FEM analizzati:



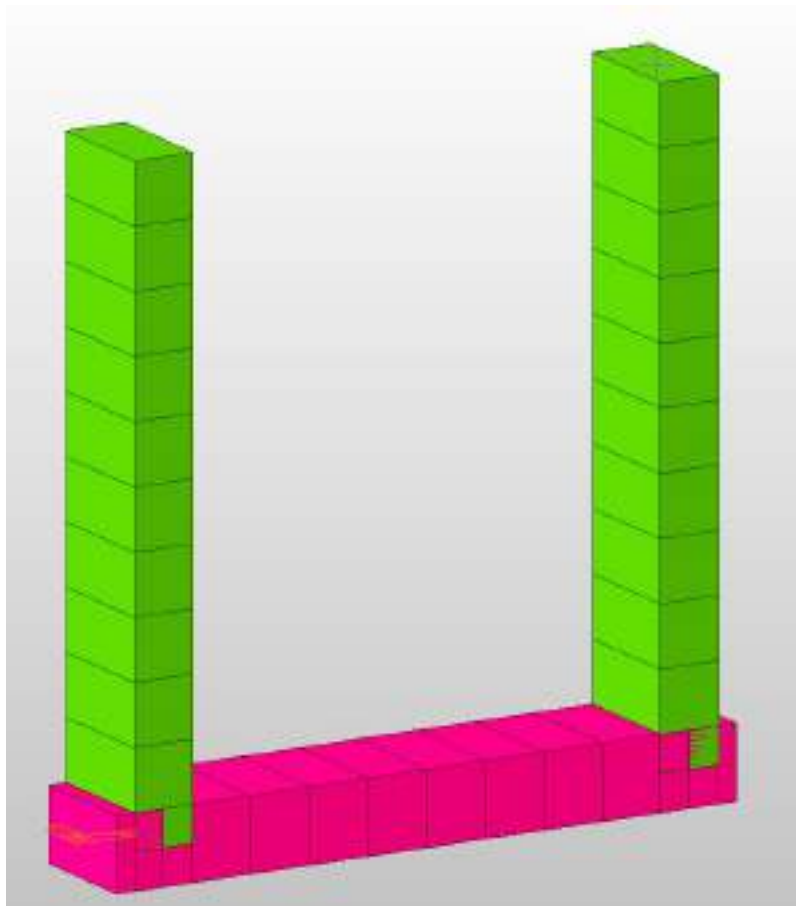
**Figura 8-6 – Canale di scarico, Sezione 1**



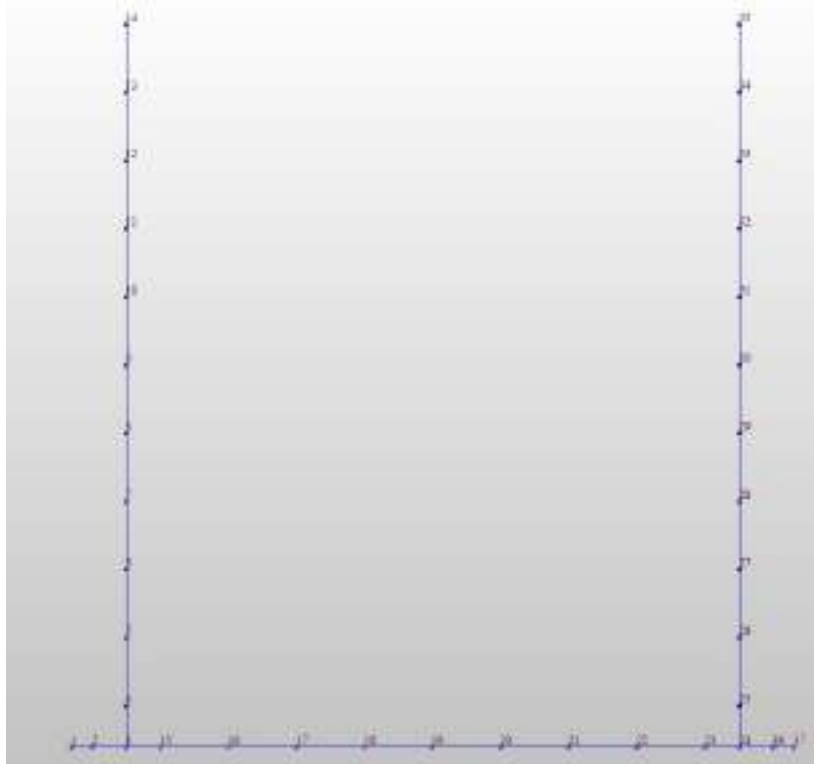
**Figura 8-7 – Canale di scarico, Sezione 1- Numerazione nodi**



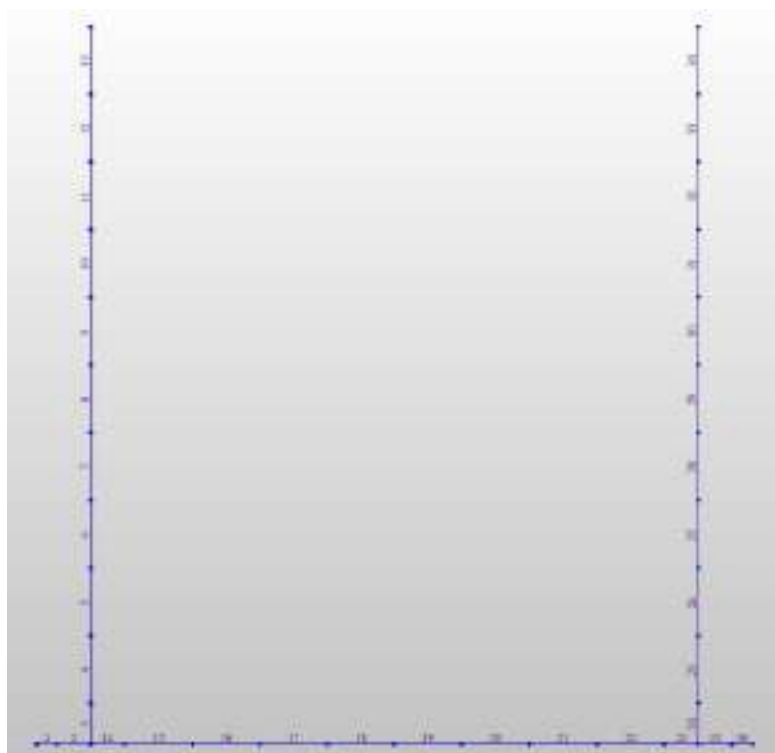
**Figura 8-8 – Canale di scarico, Sezione 1- Numerazione aste**



**Figura 8-9 – Canale di scarico, Sezione 10**



**Figura 8-10 – Canale di scarico, Sezione 10- Numerazione nodi**



**Figura 8-11 – Canale di scarico, Sezione 10- Numerazione aste**

Di seguito si riportano le principali caratteristiche geometriche della sezione trasversale **S1**:

- Larghezza interna: 4.00m;
- Altezza interna: 3.00m;
- Spessore della soletta di copertura: 0.50m;
- Spessore delle pareti laterali: 0.60m;
- Spessore della platea di fondazione: 0.60m;
- Dimensione di base della platea: 5.50m;
- Sviluppo dello scatolare: 30 m;
- Ricoprimento massimo (estradosso copertura-p.c.): di 8.50m.
- Sviluppo parte a cielo aperto: 10m;

Per la sezione trasversale **S10**, invece si ha:

- Larghezza interna: 4.00m;
- Altezza pareti: 5.00m;
- Spessore delle pareti laterali: 0.50m;
- Spessore della platea di fondazione: 0.60m;
- Dimensione di base della platea: 5.30m;
- Sviluppo parte a cielo aperto: 10m.

## **8.5 Analisi dei carichi - Sezione 1**

Si riporta di seguito l’analisi dei carichi per la struttura.

### **8.5.1 Peso proprio**

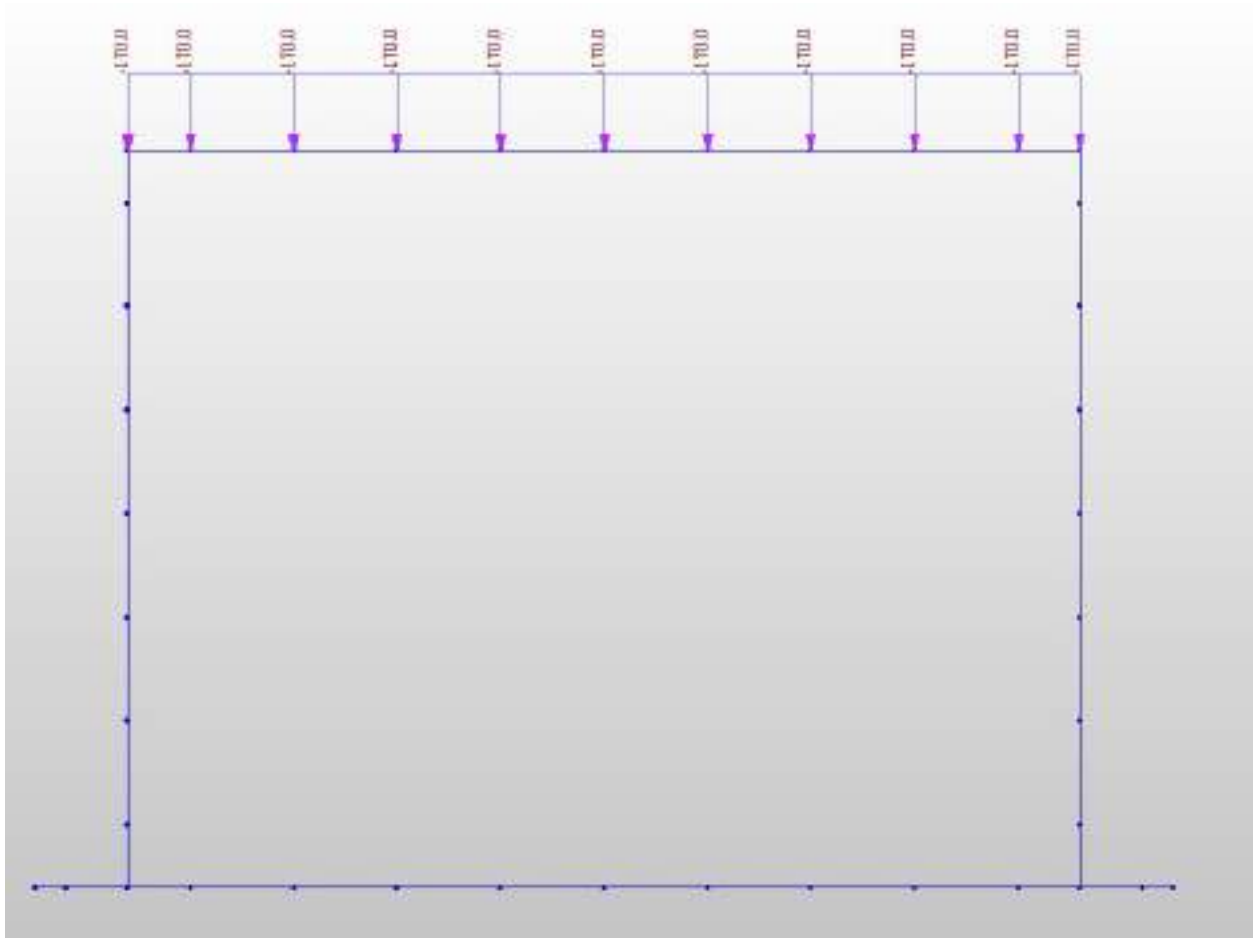
Il peso proprio degli elementi principali della struttura, viene calcolato in automatico dal programma, una volta assegnata la geometria dei vari elementi strutturali con i relativi materiali costituenti ( $\gamma_{cls} = 25 \text{ kN/m}^3$  peso specifico del c.a.).

### **8.5.2 Azioni copertura**

#### Permanente portato

- Terreno di riempimento:  $20 \times 8.5 = 170 \text{ kN/m}^2$



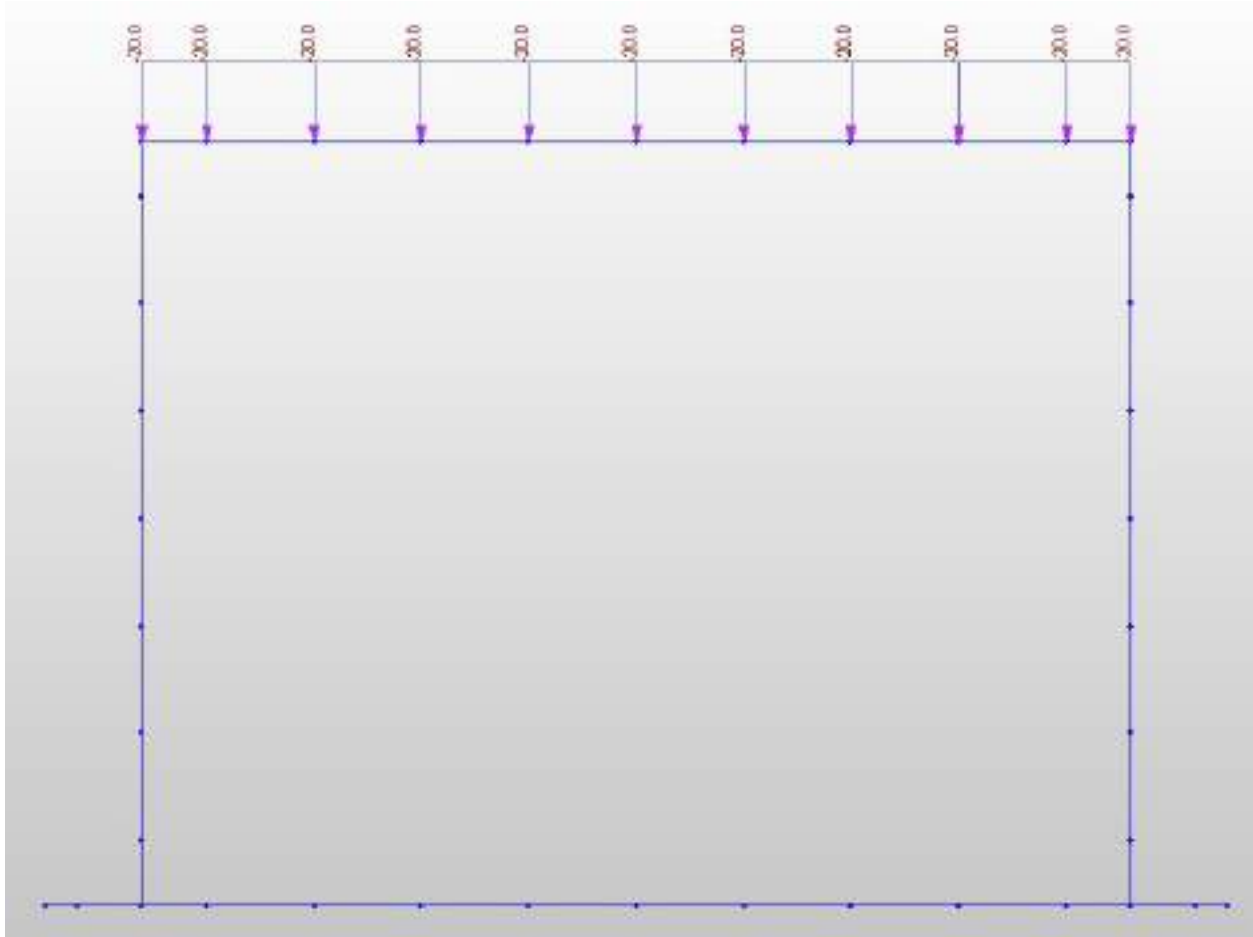


**Figura 8-12 – SCARICO – Caso di carico "G2k riempimento"**

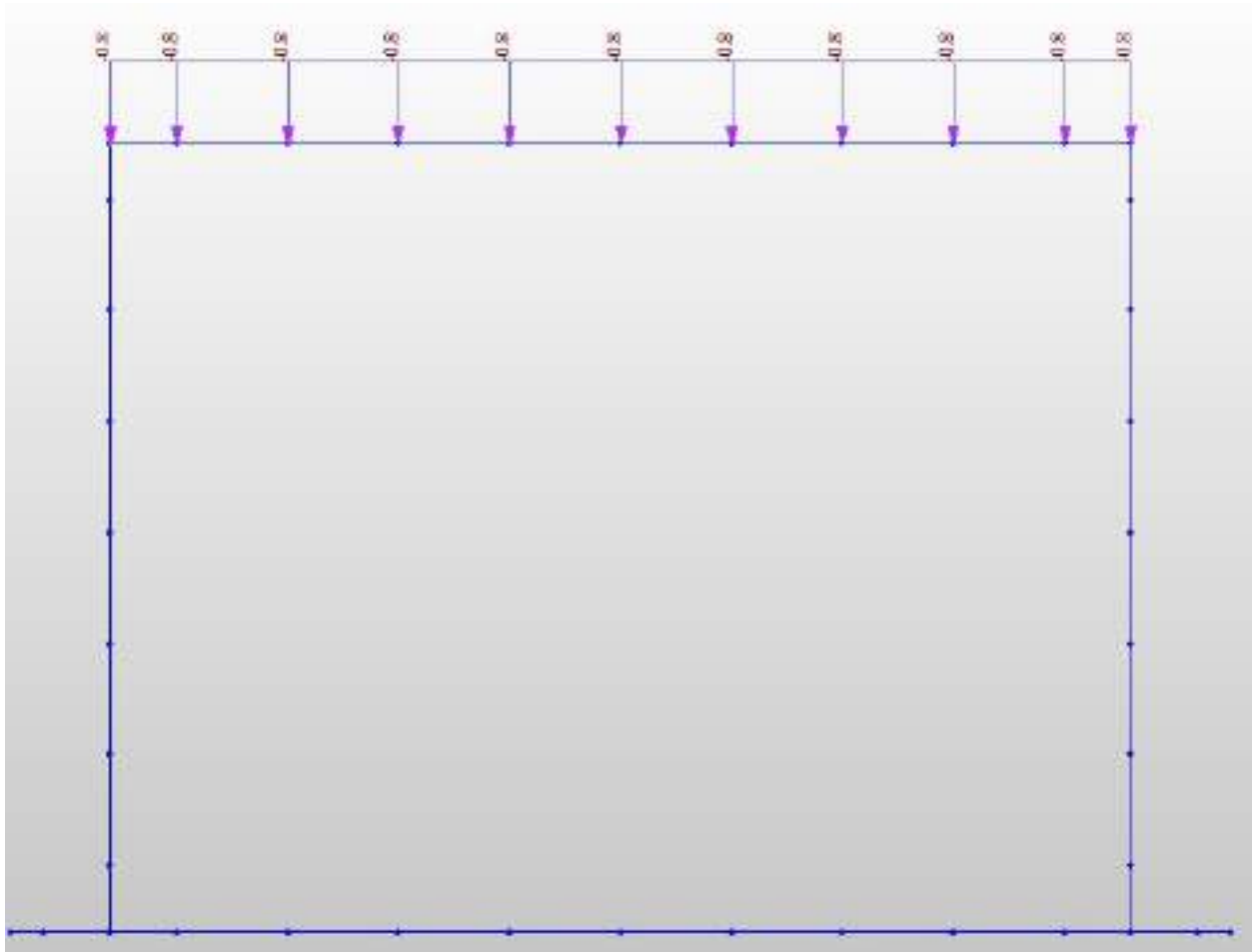
Variabili

- Carico accidentale in copertura mezzi 2;  $Q_{k,1}=20 \text{ kN/m}^2$
- Carico neve in copertura  $Q_{k,2}= 0.80 \text{ kN/m}^2$

DATI GENERALI DI STRUTTURA			
DATI DI CALCOLO PER AZIONE NEVE			
Zona Geografica	II	Coefficiente Termico	1.00
Altitudine sito s.l.m. (m)	180	Coefficiente di forma	0.80
Tipo di Esposizione	Normale	Coefficiente di esposizione	1.00
Carico di riferimento $\text{kN/m}^2$	1.00	Carico neve di calcolo $\text{kN/m}^2$	0.80
Il calcolo della neve e' effettuato in base al punto 3.4 del D.M. 2018 e relative modifiche e integrazioni riportate nella Circolare del 21/01/2019			



***Figura 8-13 – Scarico – Caso di carico " Q2k mezzi 20kPa"***



**Figura 8-14 – Scarico – Caso di carico "Q2k Neve"**

### 8.5.3 Azioni platea di fondazione

Sulla platea di fondazione a quota -12.6 m da piano campagna, in condizioni di massimo tirante idrico insiste una pressione verticale dovuta alla presenza dell'acqua di invaso per un'altezza di 3.00 m. Tale pressione viene applicata in corrispondenza della superficie definita dall'ingombro interno della platea di fondazione.

- Peso verticale acqua di invaso =

$$\gamma_w x h = 10 \times 3.00 = 30 \text{ kN/m}^2;$$



**Figura 8-15 – SCARICO – Caso di carico "Peso verticale G2k\_PESO ACQUA"**

### 8.5.4 Spinta statica del terreno

La spinta statica del terreno sulle pareti al di sotto del piano campagna è stata valutata in condizioni di spinta a riposo.

La spinta del terreno è definita dall'integrale della seguente distribuzione di pressione sulla parete, in assenza di falda:

$$\sigma_h(z) = K_o \cdot \gamma_{sat} \cdot z$$

Dove:

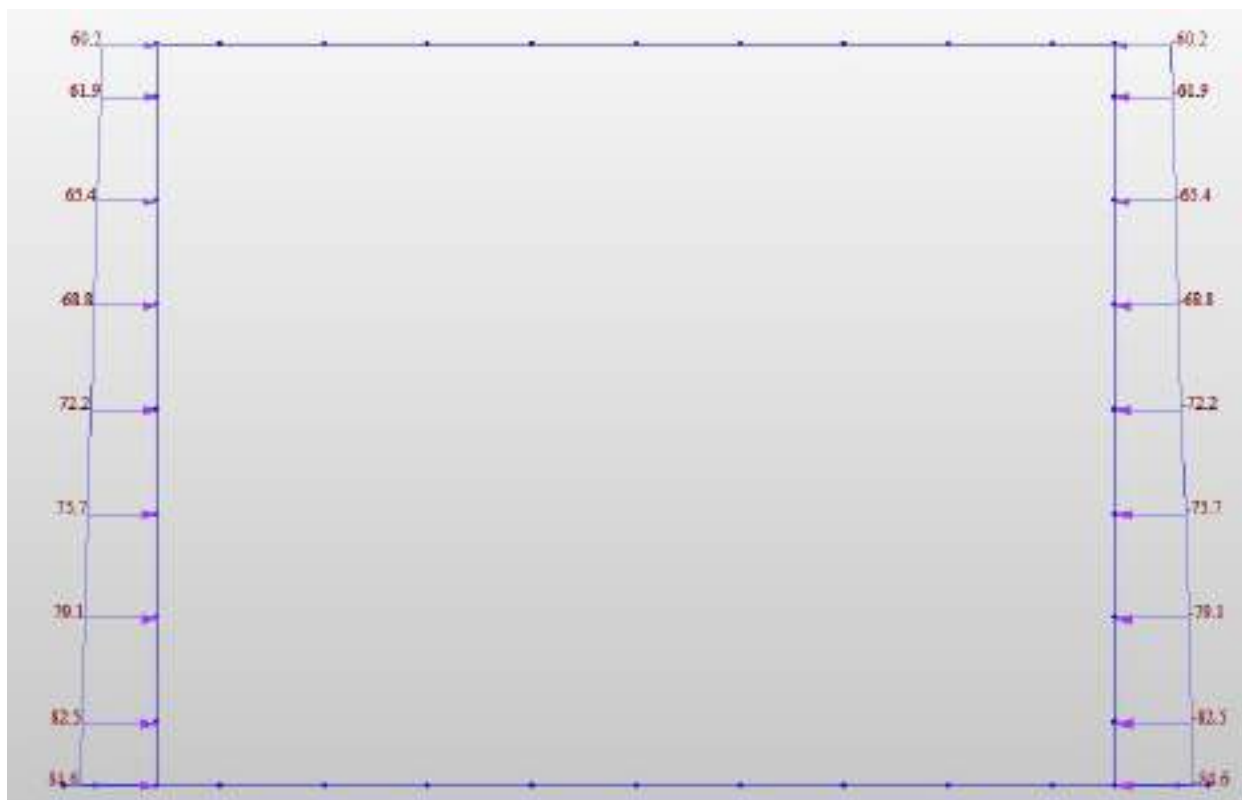
- $z$ , profondità dal p.c.;
- $\gamma_{nat}$ , peso dell'unità di volume del terreno;
- $k_0$ , coeff. di spinta a riposo =  $1 - \sin\phi$ .

Si ottiene:

Spinta statica terreno

$\phi =$	<b>41</b>	*
$K_0 =$	0.344	
$\gamma_{nat} =$	<b>20</b>	kN/m <sup>3</sup>
$z_{min} =$	<b>8.75</b>	m
$z_{max} =$	<b>12.3</b>	m
$\sigma_h(z_{min}) =$	60.2	kN/m <sup>2</sup>
$\sigma_h(z_{max}) =$	84.6	kN/m <sup>2</sup>

Si riporta la distribuzione di pressione agente in corrispondenza dei setti perimetrali interrati inserita nel modello di calcolo.



**Figura 8-16 – Andamento delle tensioni orizzontali totali – Applicazione pareti perimetrali interrato.**

### 8.5.5 Spinta statica dell'acqua di invaso

All'interno del manufatto, è presente un tirante d'acqua che in condizioni massime risulta pari ad 3.00 m.

La spinta statica dell'acqua d'invaso nella vasca è espressa con l'integrale della seguente distribuzione di pressione sulla parete:

$$p_w(z') = \gamma_w \cdot z'$$

dove:

- $\gamma_w$ , peso specifico dell’acqua;
- $z'$ , profondità dal livello d’invaso.

Sono state considerate le seguenti configurazioni di invaso:

- condizione di esercizio: battente idrico presente nello scarico con tirante 3.00 (per tale condizione sono stati calcolati i valori delle sovrappressioni in condizioni sismiche);
- condizione di scarico: manufatto tutto vuoto;

Si riporta di seguito l’applicazione delle pressioni al modello per la condizione di tirante idrico massimo che prevede l’applicazione di una pressione lineare con valore alla base pari a  $\gamma_w \times z = 10 \times 3.00 = 30$  kPa:



**Figura 8-17 – SCARICO – Caso di carico "G2k\_Spinta Acqua"**

### 8.5.6 Spinta statica dovuta al sovraccarico

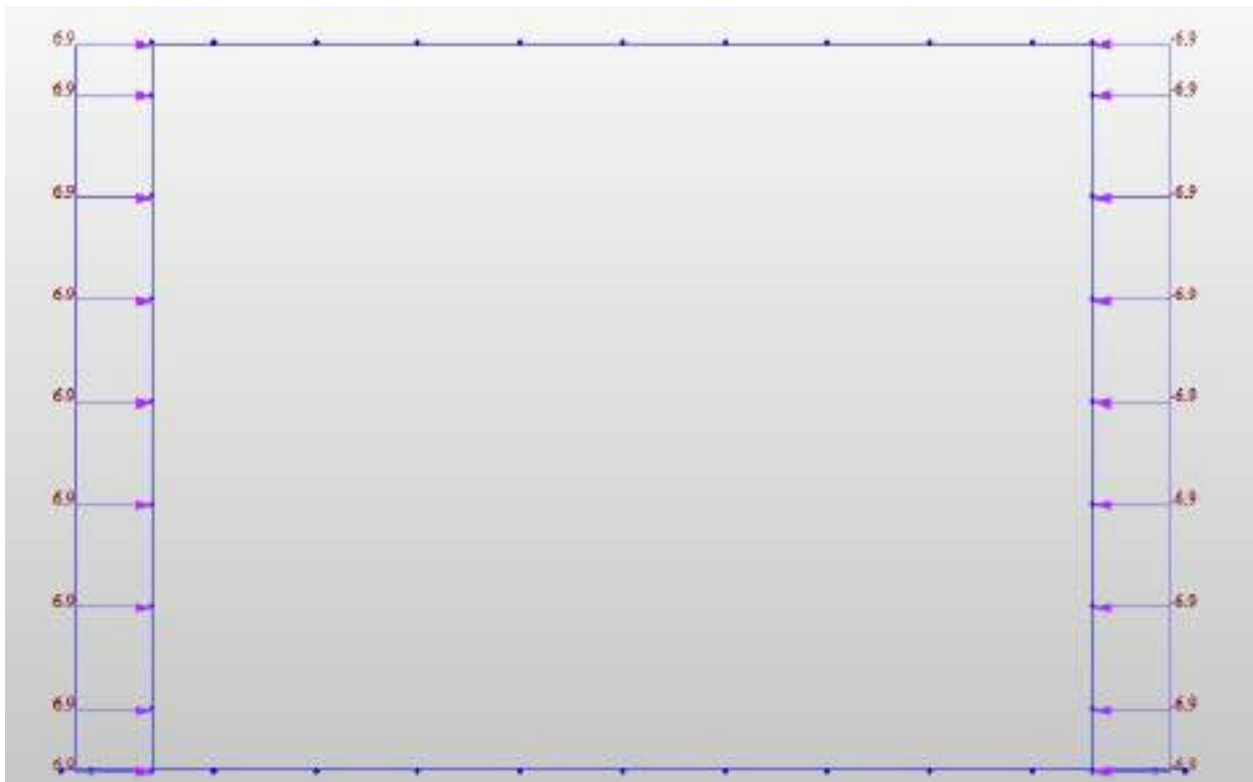
Si considera la presenza di un sovraccarico accidentale  $Q_k=20\text{kPa}$  posizionato a ridosso del manufatto a quota piano campagna. Per effetto del sovraccarico nascerà quindi una spinta orizzontale sulle pareti esterne del manufatto di entità pari a:

- $q_{k,5}=Q_{k,5} \times K_0=20 \times 0.344=6.90 \text{ kPa}$

con:

$$K_0=1-\text{sen}\phi=1-\text{sen}(41)=0.344$$

Di seguito l’applicazione al modello:





**Figura 8-18 – Scarico – Caso di carico "Qk spinta sovraccarico 20kPa"**

### **8.5.7 Analisi strutturale sismica**

L'azione sismica è stata valutata prendendo in considerazione le analisi di risposta sismica locale (RSL). In particolare, le analisi utilizzate per il calcolo delle azioni in fase sismica nel modello FEM è di tipo statico lineare e prevedono:

- nel verso di applicazione dell'azione sismica per la porzione interrata l'interazione struttura-paratia-terreno è stata tenuta in conto considerando un incremento alla Wood proporzionale all'accelerazione in corrispondenza di  $T=0$  nello spettro di risposta derivante da RSL posto a quota fondazione (-13m). Tali azioni sono state applicate direttamente al modello FEM a seconda del verso imposto da ciascuna combinazione sismica;
- nella parte opposta rispetto al verso di applicazione dell'azione sismica si è tenuto conto della reazione offerta dal terreno modellando delle molle del tipo "compression only", opportunamente orientate ( si veda paragrafo dedicato);
- analogamente a quanto ipotizzato per l'incremento di spinta dinamica del terreno, le azioni inerziali interne alla struttura sono state tenute in conto avvalendosi dell'accelerazione corrispondente a periodo nullo nello spettro di risposta derivante da RSL posto a quota fondazione (-13m), (ad esempio per l'incremento dinamico della pressione idraulica si è utilizzata la formula di Westergaard con  $k_h$  pari ad  $a_g$ ).

Di seguito si riporta il calcolo e l'applicazione al modello dei vari contributi di incremento dinamico.

▪ **Incremento dinamico della spinta del terreno per presenza di sisma**

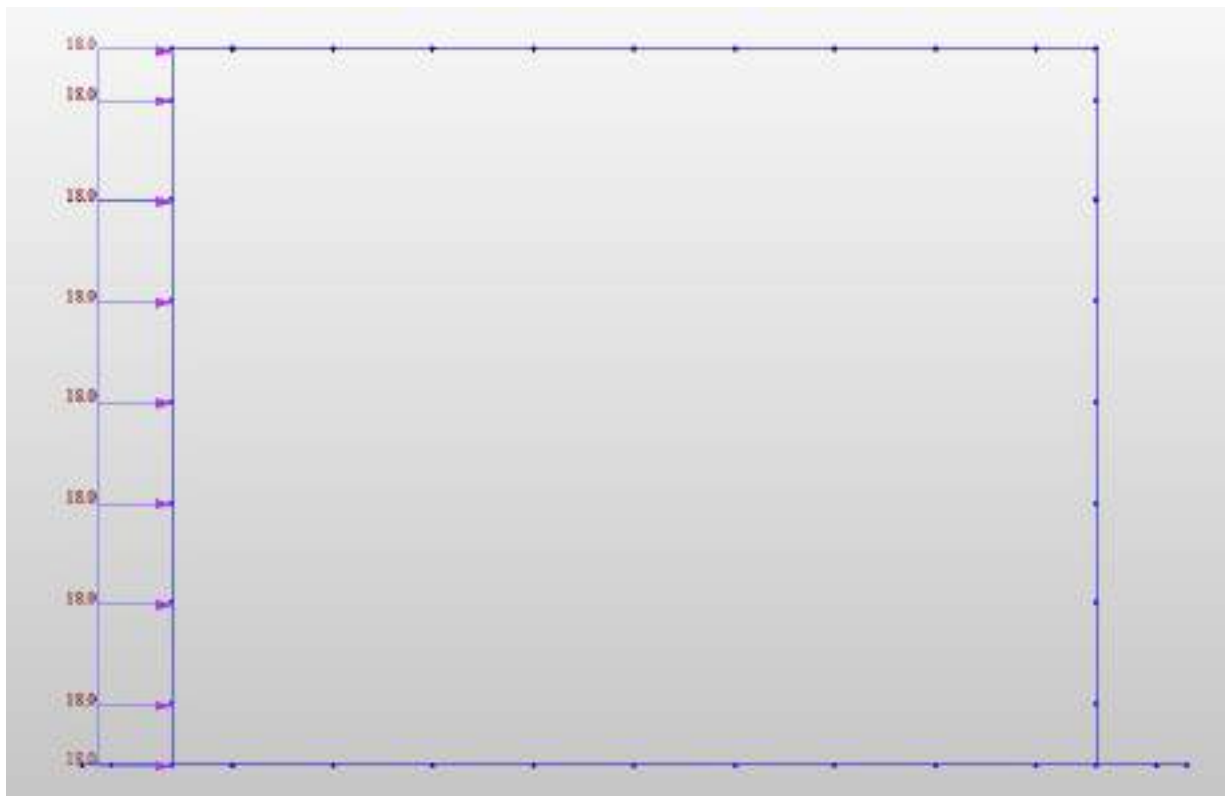
Per quanto riguarda l’incremento della spinta del terreno in fase dinamica, il valore dell’accelerazione da tenere in conto per l’applicazione della formula di WOOD risulta pari a:

- $a_g/g=0.221$ , valore dell’accelerazione per periodo nullo alla quota fondazione.

Per cui si ha:

Spinta di Wood		
kh=	<b>0.221</b>	-
$\gamma$ =	<b>20</b>	kN/m <sup>2</sup>
H=	<b>4.1</b>	m
$\Delta P_w$ =	18	kN/m <sup>2</sup>

**Tabella 8.1 – Incremento di spinta delle terre per effetto del sisma**



**Figura 8-19 – Assegnazione incremento dinamico spinta terre – wood in dir. +X**

▪ **Incremento spinta idrostatica in fase dinamica**

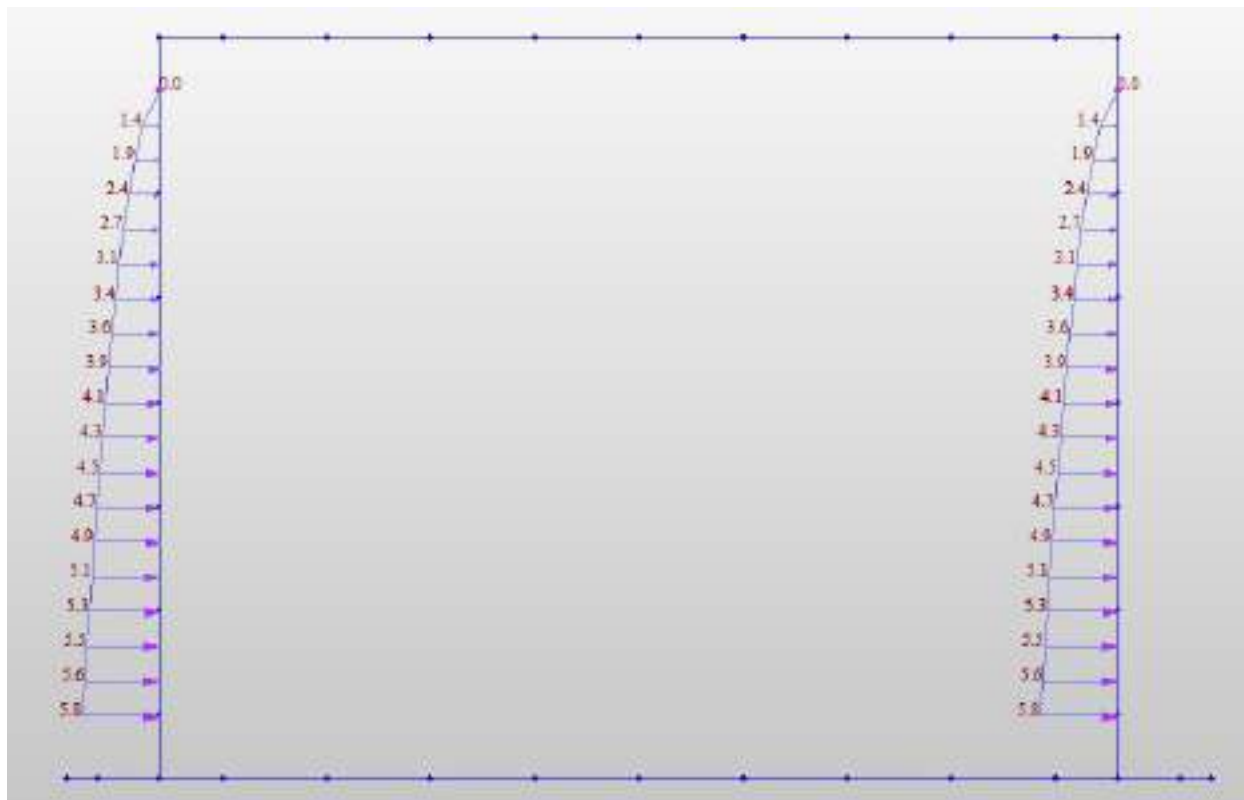
L'incremento dinamico di spinta dell'acqua d'invaso presente all'interno della vasca è valutato integrando la seguente distribuzione di pressione:

$$q(z') = \frac{7}{8} \cdot k_h \cdot \gamma_w \cdot \sqrt{H_w \cdot z'} \quad (\text{Westergard 1933})$$

Si ottiene:

Invaso

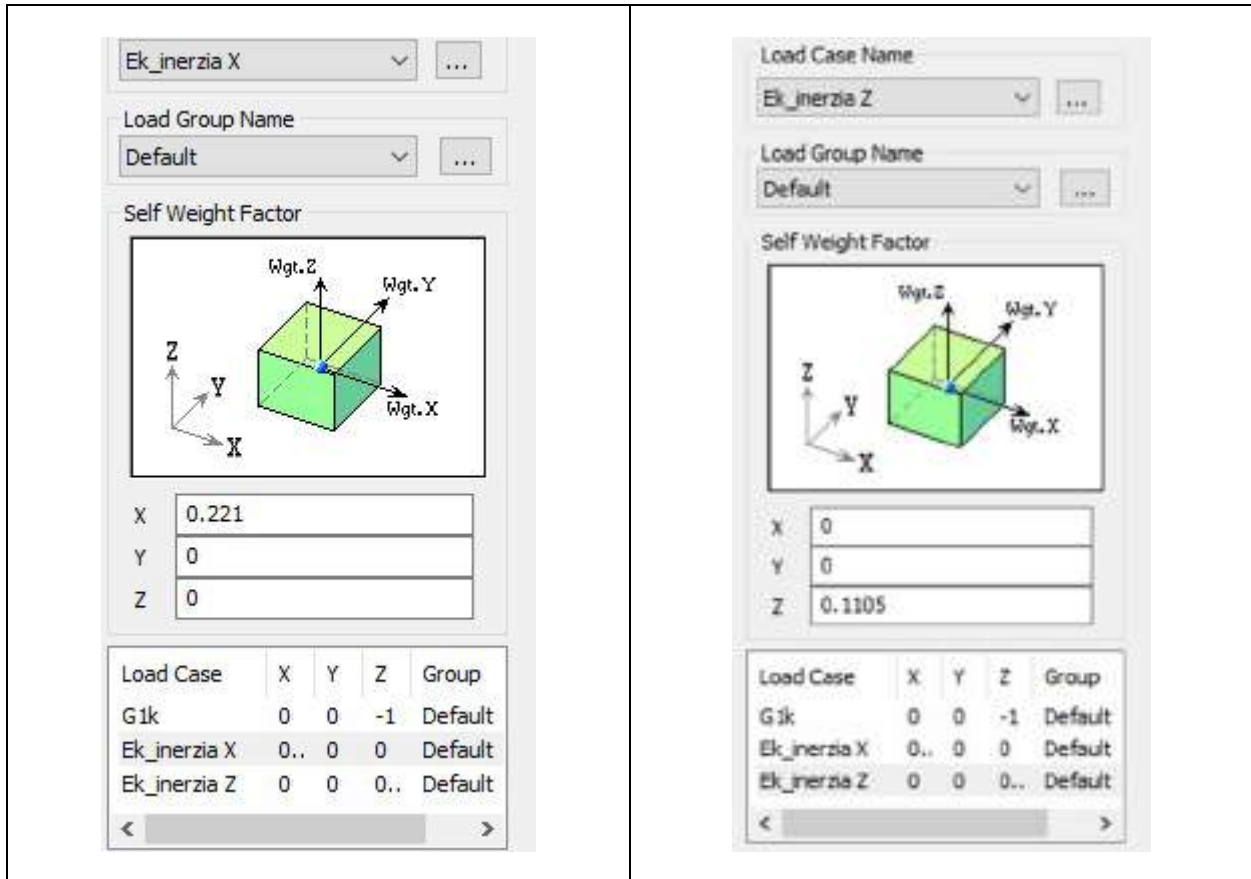
$$P_{\max} (z=3.00\text{m}) = \frac{7}{8} \times 0.221 \times 10 \times (3.00 \times 3.00)^{0.5} = 5.8 \text{ kPa}$$



**Figura 8-20 – Incremento pressione idrodinamica acqua di invaso in direzione +x**

▪ **Forze di inerzia della struttura in fase dinamica**

Le forze di inerzia nelle direzioni orizzontale e verticale indotte dal sisma sulla massa della struttura sono state tenute in conto adottando come fattori moltiplicativi del peso proprio i valori  $k_h$  nella direzione X e  $k_v$  nella direzione Z.



**Figura 8-21 – Forze di inerzia della struttura in direzione +X e +Z**

### 8.5.8 Valutazione della costante di sottofondo

Per l’analisi della costante di sottofondo si riporta di seguito il valore adottato avendo eseguito una preliminare valutazione con diverse formulazioni: Vesic (1961), Bowles, per quest’ultimo si considerino le formule:

$$k_s = A_s + B_s Z^n$$

$$A_s = C(cN_{cs} + 0.5\gamma B N_{\gamma Ts})$$

$$B_s Z^1 = C(\gamma N_{qsq}) Z^1$$

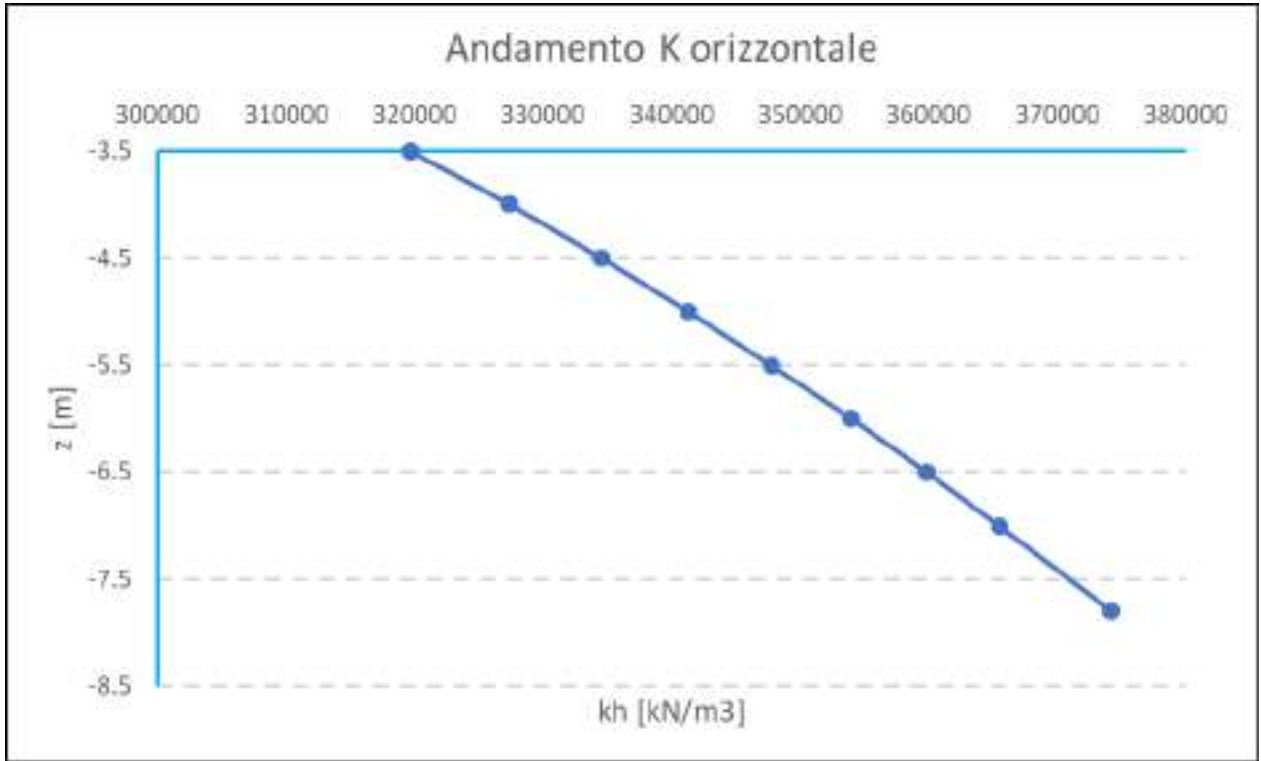
Molla verticale in fondazione a  $z=-7.8$  da pc

$k_s=A_s+B_s \times Z^n= 374222$  [kN/m<sup>3</sup>] valore della molla verticale da applicare al modello

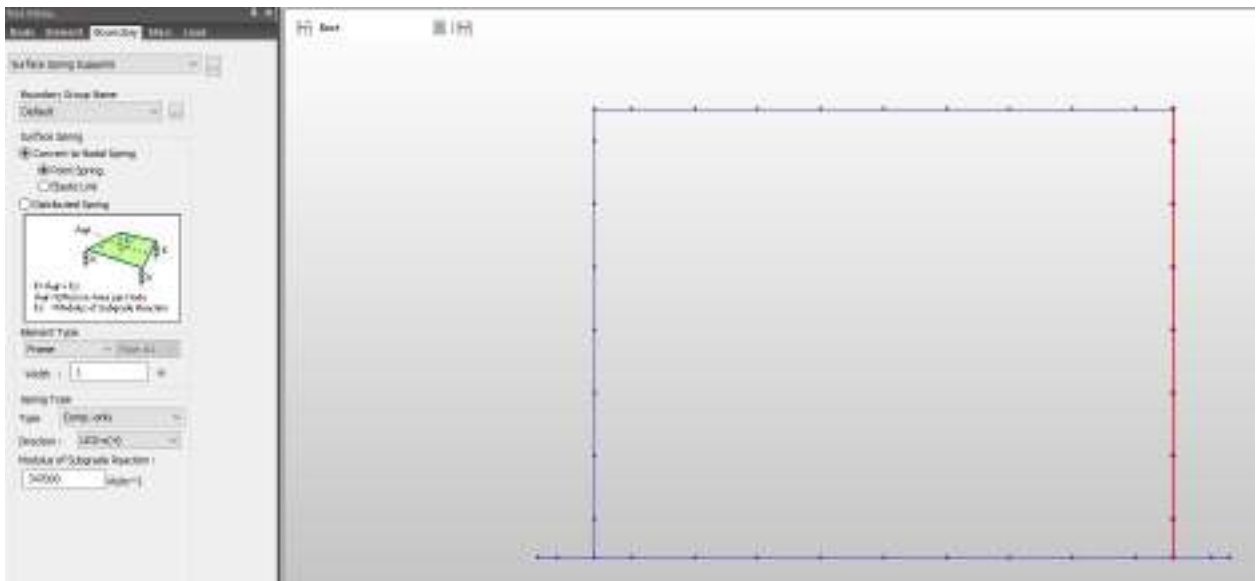
C	40	[kN/m <sup>2</sup> ]	fattore che dipende dal sistema di misura
c'	0	[kN/m <sup>2</sup> ]	coesione
Nc	93.98	[-]	
Sc	1	[-]	
$\varphi'$	41	[°]	angolo di resistenza a taglio
$\gamma$ =	20	[kN/m <sup>3</sup> ]	peso unità di volume
B=	8	[m]	larghezza fondazione
$N_\gamma$	95.05	[-]	
$S_\gamma$	1	[-]	
$N_q$	73.90	[-]	
$S_q$	1	[-]	
n	0.5	[-]	
Z	7.8	[m]	profondità del piano di posa della fondazione rispetto al p.c
B	8.5	[m]	
$c' \cdot N_c \cdot s_c =$	0		
$0.5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma =$	5227.885		
$A_s =$	209115		
$\gamma \cdot N_q \cdot s_q =$	1477.938		
$B_s =$	59118		

Nella parte opposta rispetto al verso di applicazione dell’azione sismica si è tenuto conto della reazione offerta dal terreno mediante l’inserimento in corrispondenza delle pareti perimetrali interrato di molle del tipo “compression only” opportunamente orientate in modo da produrre esclusivamente reazioni opposte al verso dello spostamento laterale della parete. Il valore della rigidità a compressione dei tali molle è stato calcolato come sopra descritto.

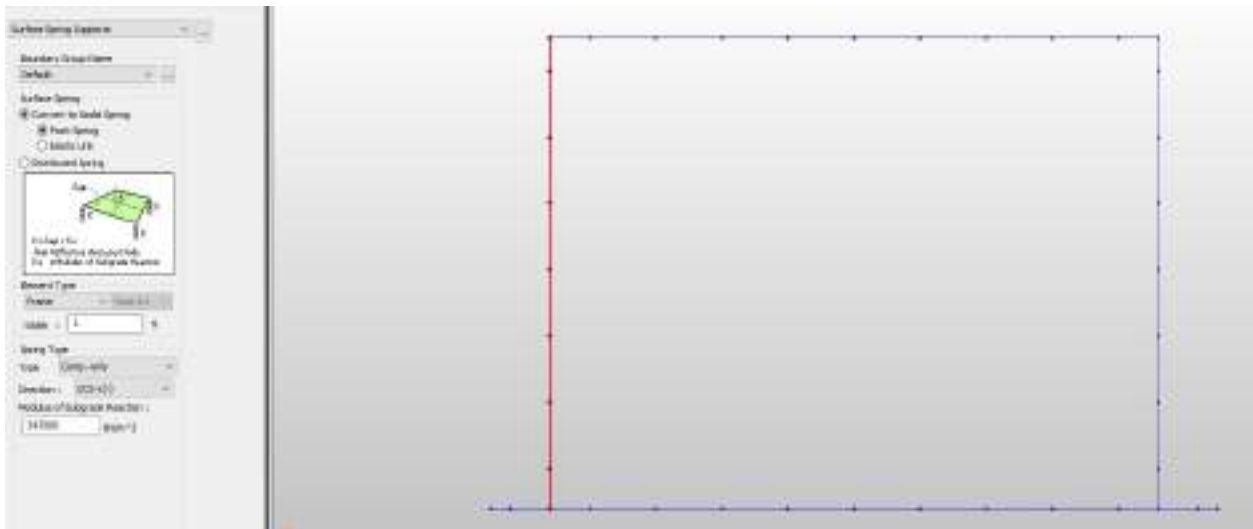
Di seguito se ne riporta l’andamento con la profondità:



Nel software è stato considerato un valore costante medio di  $K_s = 347000 \text{ kN/m}^3$ .



**Figura 8-22 – Modalità di assegnazione delle molle "compression only"- Parete perimetrale interrata EST**



**Figura 8-23 – Modalità di assegnazione delle molle "compression only"- Parete perimetrale interrata OVEST**

## 8.6 Analisi dei carichi - Sezione 10

Si riporta di seguito l'analisi dei carichi per la struttura.

### 8.6.1 Peso proprio

Il peso proprio degli elementi principali della struttura, viene calcolato in automatico dal programma, una volta assegnata la geometria dei vari elementi strutturali con i relativi materiali costituenti ( $\gamma_{cls} = 25 \text{ kN/m}^3$  peso specifico del c.a.).

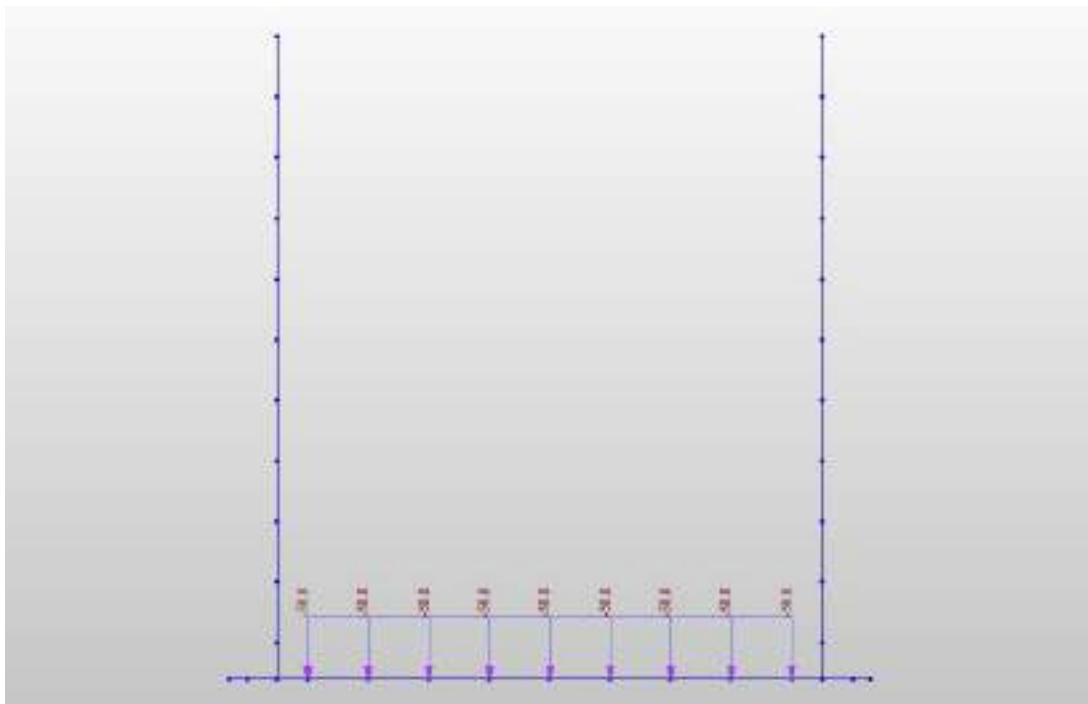
### 8.6.2 Azioni platea di fondazione

Sulla platea di fondazione a quota -5.5 m da piano campagna, in condizioni di massimo tirante idrico insiste una pressione verticale dovuta alla presenza



dell’acqua di invaso per un’altezza di 5.00 m. Tale pressione viene applicata in corrispondenza della superficie definita dall’ingombro interno della platea di fondazione.

- Peso verticale acqua di invaso =  
 $\gamma_w \times h = 10 \times 5.00 = 50 \text{ kN/m}^2$ ;

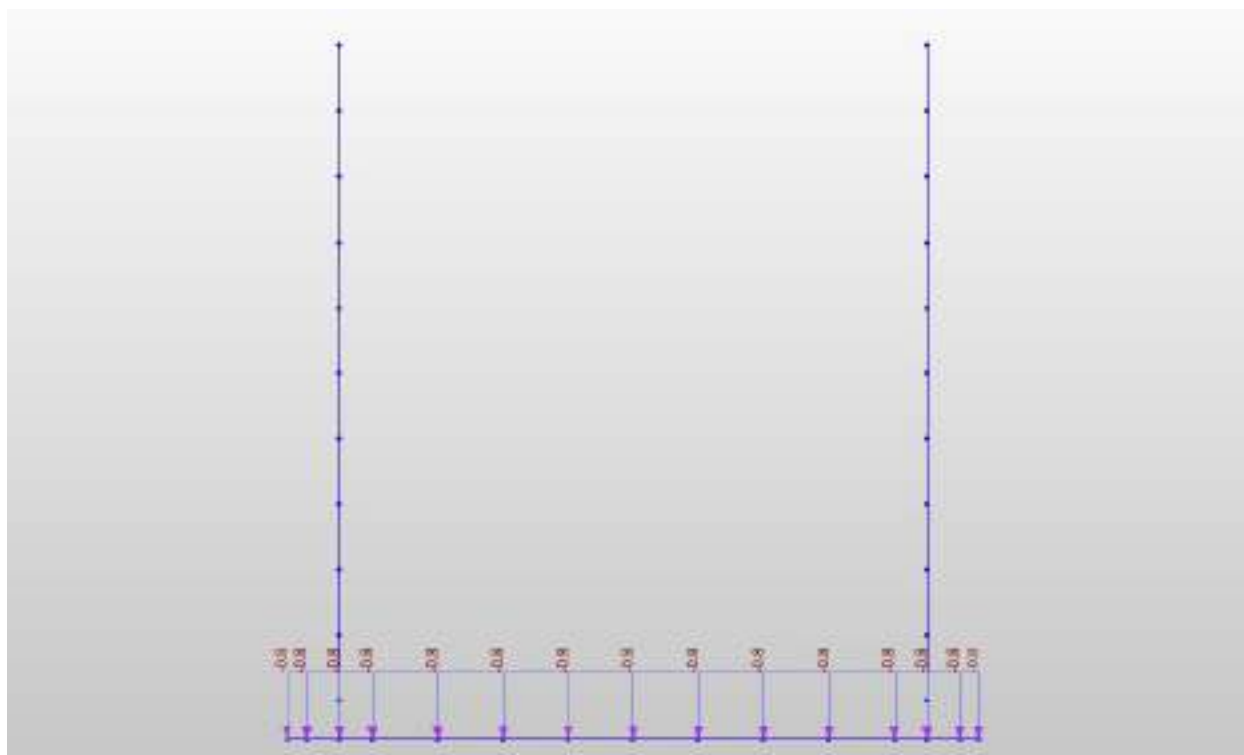


**Figura 8-24 – SCARICO – Caso di carico “Peso verticale G2k\_PESO ACQUA”**

Variabili

- Carico neve  $Q_{k,2} = 0.80 \text{ kN/m}^2$

DATI GENERALI DI STRUTTURA			
DATI DI CALCOLO PER AZIONE NEVE			
Zona Geografica	II	Coefficiente Termico	1.00
Altitudine sito s.l.m. (m)	180	Coefficiente di forma	0.80
Tipo di Esposizione	Normale	Coefficiente di esposizione	1.00
Carico di riferimento $\text{kN/m}^2$	1.00	Carico neve di calcolo $\text{kN/m}^2$	0.80
Il calcolo della neve e' effettuato in base al punto 3.4 del D.M. 2018 e relative modifiche e integrazioni riportate nella Circolare del 21/01/2019			



**Figura 8-25 – SCARICO – Caso di carico "Qk neve"**

### **8.6.3 Spinta statica del terreno**

La spinta statica del terreno sulle pareti al di sotto del piano campagna è stata valutata in condizioni di spinta a riposo.

La spinta del terreno è definita dall'integrale della seguente distribuzione di pressione sulla parete, in assenza di falda:

$$\sigma_h(z) = K_0 \cdot \gamma_{nat} \cdot z$$

Dove:

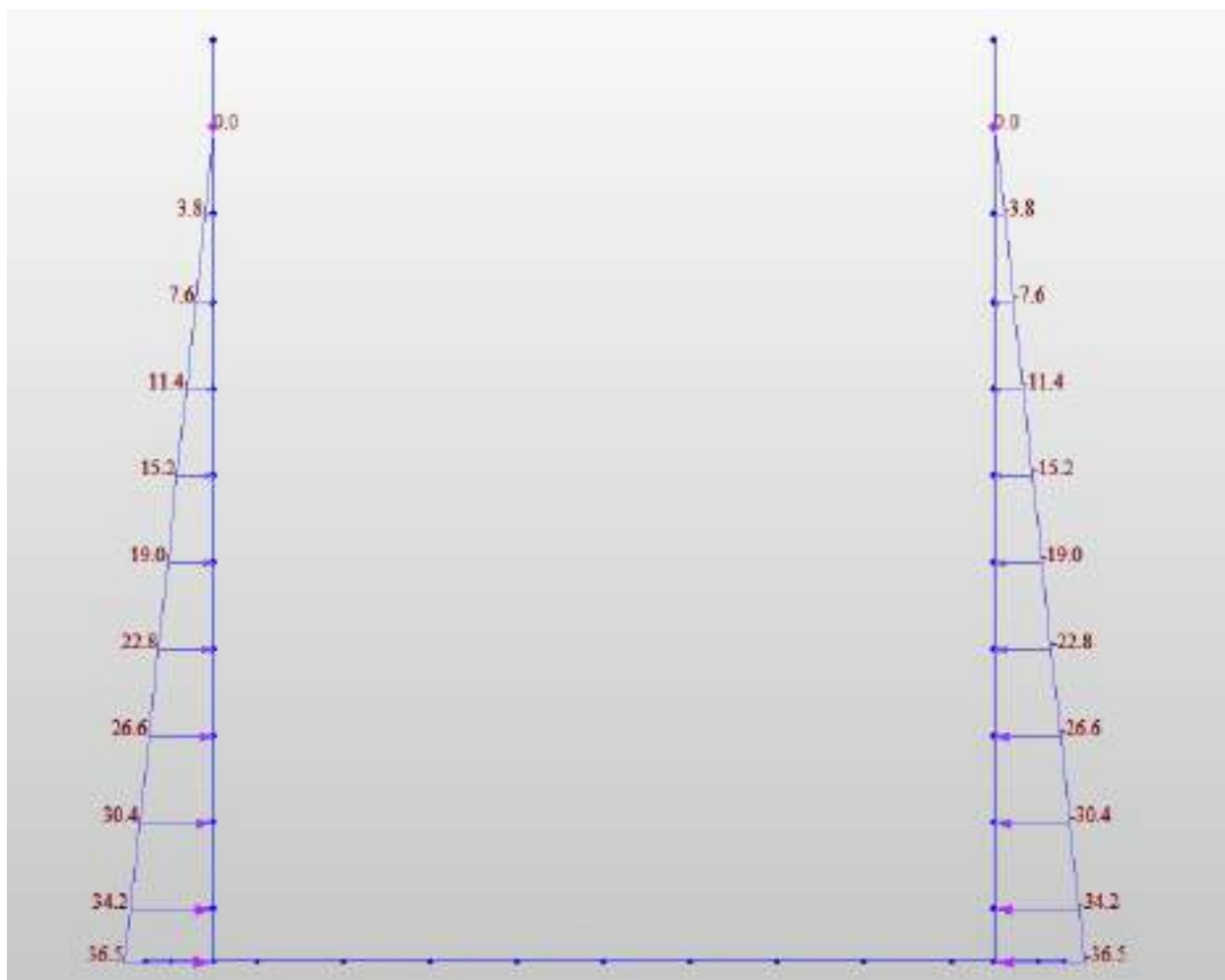
- z, profondità dal p.c.;
- $\gamma_{nat}$ , peso dell'unità di volume del terreno;
- $k_0$ , coeff. di spinta a riposo=  $1 - \tan^2 \phi$ .

Si ottiene:

Spinta statica terreno

$\phi =$	<b>41</b>	*
$K_0 =$	0.344	
$\gamma_{nat} =$	<b>20</b>	kN/m <sup>3</sup>
$z_{min} =$	<b>0</b>	m
$z_{max} =$	<b>5.3</b>	m
$\sigma_h(z_{min}) =$	0.0	kN/m <sup>2</sup>
$\sigma_h(z_{max}) =$	36.5	kN/m <sup>3</sup>

Si riporta la distribuzione di pressione agente in corrispondenza dei setti perimetrali interrati inserita nel modello di calcolo.



**Figura 8-26 – Andamento delle tensioni orizzontali totali – Applicazione pareti perimetrali interrato.**

### 8.6.4 Spinta statica dell'acqua di invaso

All'interno del manufatto, è presente un tirante d'acqua che in condizioni massime risulta pari ad 3.00 m.

La spinta statica dell'acqua d'invaso nella vasca è espressa con l'integrale della seguente distribuzione di pressione sulla parete:

$$p_w(z') = \gamma_w \cdot z'$$

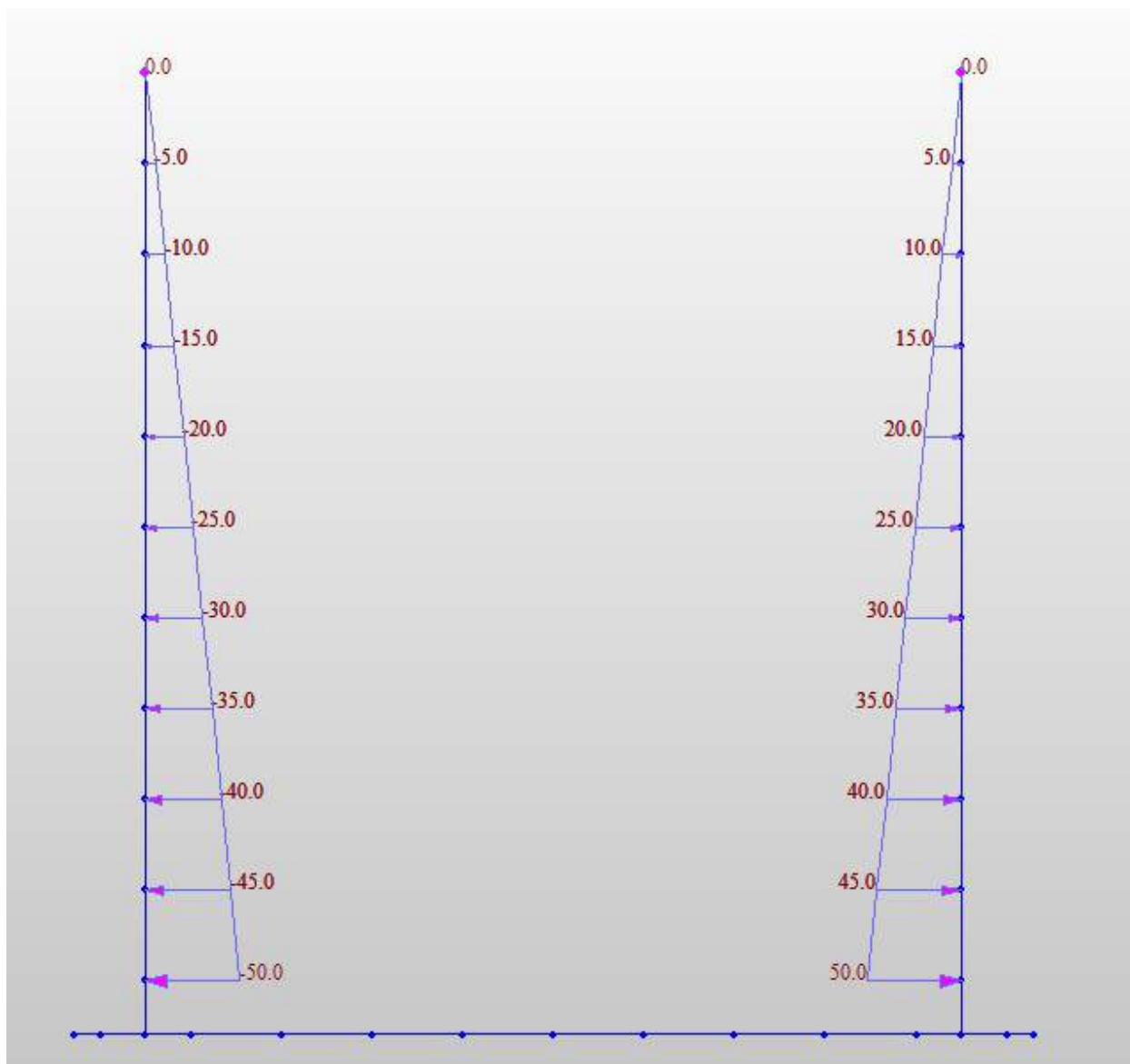
dove:

- $\gamma_w$ , peso specifico dell’acqua;
- $z'$ , profondità dal livello d’invaso.

Sono state considerate le seguenti configurazioni di invaso:

- condizione di esercizio: battente idrico presente nello scarico con tirante 5.00 (per tale condizione sono stati calcolati i valori delle sovrappressioni in condizioni sismiche);
- condizione di scarico: manufatto tutto vuoto;

Si riporta di seguito l’applicazione delle pressioni al modello per la condizione di tirante idrico massimo che prevede l’applicazione di una pressione lineare con valore alla base pari a  $\gamma_w \times z = 10 \times 5.00 = 50$  kPa:



**Figura 8-27 – SCARICO – Caso di carico "G2k\_Spinta Acqua"**

### 8.6.5 Spinta statica dovuta al sovraccarico

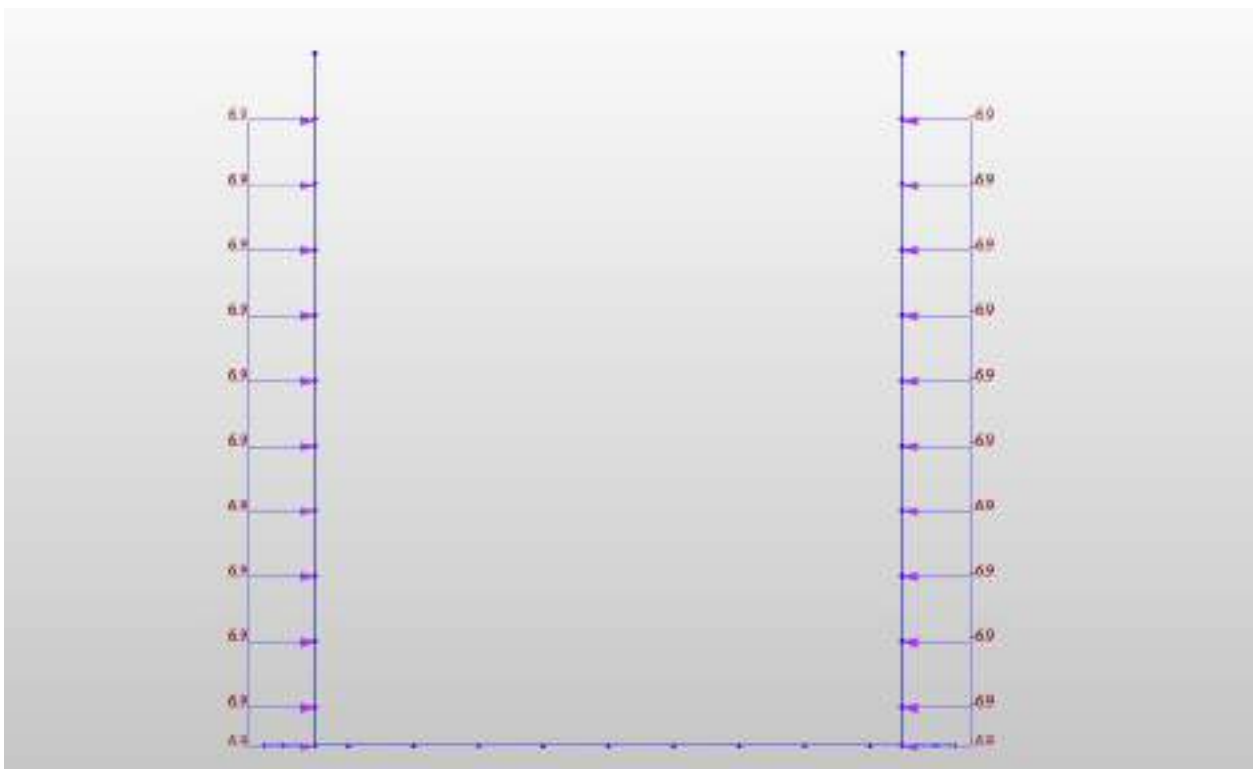
Si considera la presenza di un sovraccarico accidentale  $Q_k=20\text{kPa}$  posizionato a ridosso del manufatto a quota piano campagna. Per effetto del sovraccarico nascerà quindi una spinta orizzontale sulle pareti esterne del manufatto di entità pari a:

- $q_{k,5} = Q_{k,5} \times K_0 = 20 \times 0.344 = 6.90 \text{ kPa}$

con:

$$K_0 = 1 - \sin\phi = 1 - \sin(41) = 0.344$$

Di seguito l'applicazione al modello:



**Figura 8-28 – Scarico – Caso di carico "Qk spinta sovraccarico 20kPa"**

### 8.6.6 Analisi strutturale sismica

L'azione sismica è stata valutata prendendo in considerazione le analisi di risposta sismica locale (RSL). In particolare, le analisi utilizzate per il calcolo delle azioni in fase sismica nel modello FEM è di tipo statico lineare e prevedono:

- nel verso di applicazione dell'azione sismica per la porzione interrata l'interazione struttura-paratia-terreno è stata tenuta in conto considerando

un incremento alla Wood proporzionale all’accelerazione in corrispondenza di  $T=0$  nello spettro di risposta derivante da RSL posto a quota fondazione (-13m). Tali azioni sono state applicate direttamente al modello FEM a seconda del verso imposto da ciascuna combinazione sismica;

- nella parte opposta rispetto al verso di applicazione dell’azione sismica si è tenuto conto della reazione offerta dal terreno modellando delle molle del tipo “compression only”, opportunamente orientate ( si veda paragrafo dedicato);
- analogamente a quanto ipotizzato per l’incremento di spinta dinamica del terreno, le azioni inerziali interne alla struttura sono state tenute in conto avvalendosi dell’accelerazione corrispondente a periodo nullo nello spettro di risposta derivante da RSL posto a quota fondazione (-13m), (ad esempio per l’incremento dinamico della pressione idraulica si è utilizzata la formula di Westergaard con  $k_h$  pari ad  $a_g$ ).

Di seguito si riporta il calcolo e l’applicazione al modello dei vari contributi di incremento dinamico.

▪ **Incremento dinamico della spinta del terreno per presenza di sisma**

Per quanto riguarda l’incremento della spinta del terreno in fase dinamica, il valore dell’accelerazione da tenere in conto per l’applicazione della formula di WOOD risulta pari a:

- $a_g/g=0.221$ , valore dell’accelerazione per periodo nullo alla quota fondazione.

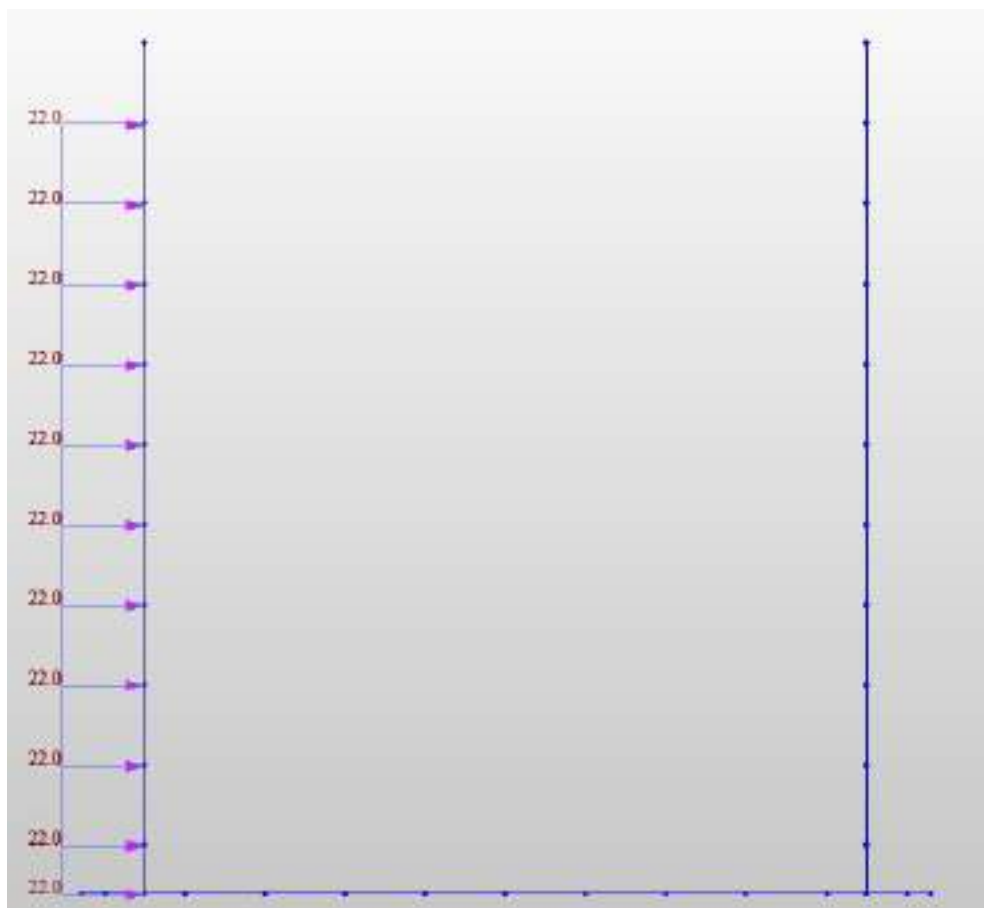
Per cui si ha:



Spinta di Wood

kh=	0.211	-
$\gamma$ =	20	kN/m <sup>2</sup>
H=	5	m
$\Delta P_w$ =	21	kN/m <sup>2</sup>

**Tabella 8.2 – Incremento di spinta delle terre per effetto del sisma**



**Figura 8-29 – Assegnazione incremento dinamico spinta terre – wood in dir. +X**

▪ **Incremento spinta idrostatica in fase dinamica**

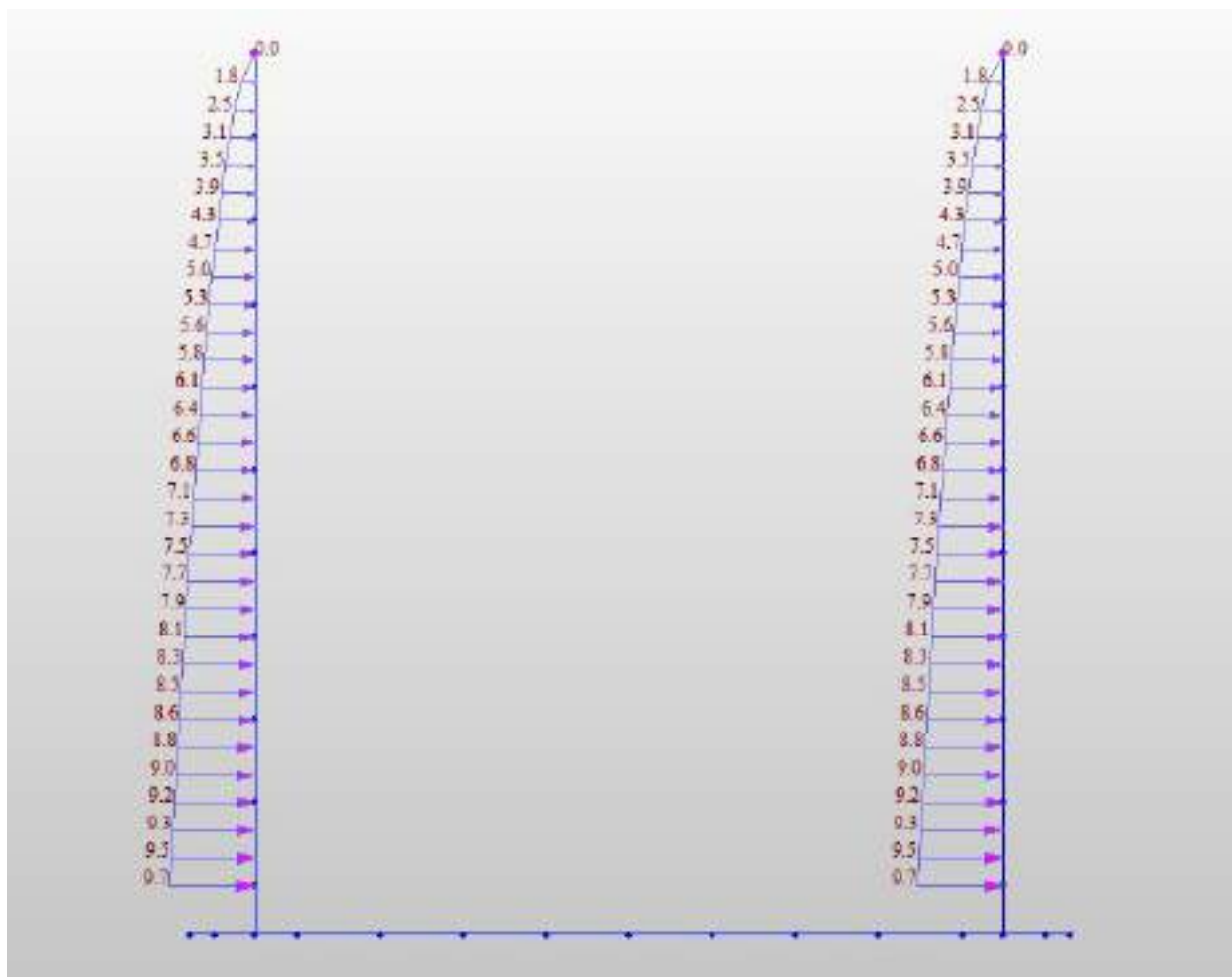
L'incremento dinamico di spinta dell'acqua d'invaso presente all'interno della vasca è valutato integrando la seguente distribuzione di pressione:

$$q(z') = \frac{7}{8} \cdot k_h \cdot \gamma_w \cdot \sqrt{H_w \cdot z'} \quad (\text{Westergard 1933})$$

Si ottiene:

Invaso

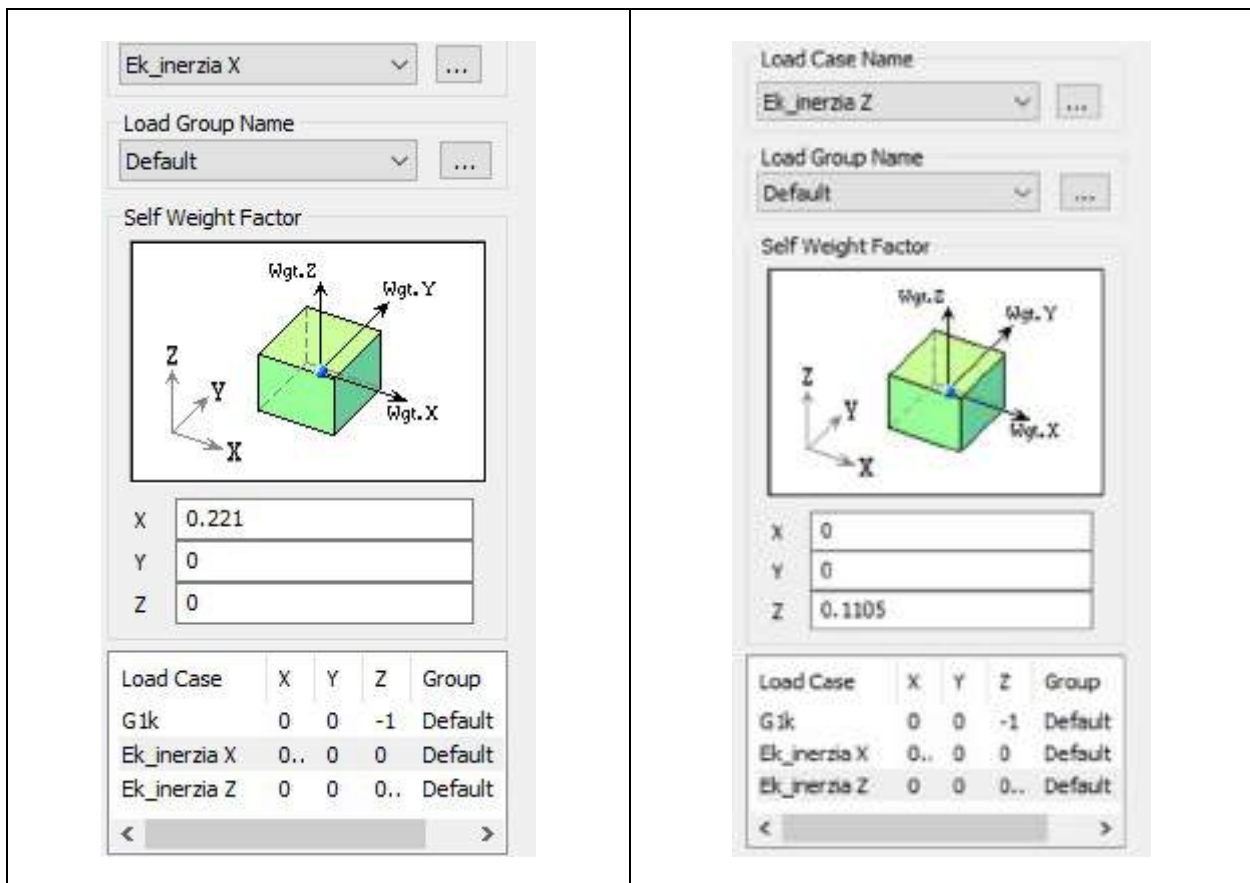
$$P_{\max}(z=5.00\text{m}) = \frac{7}{8} \times 0.221 \times 10 \times (5.00 \times 35.00)^{0.5} = 9.67 \text{ kPa}$$



**Figura 8-30 – Incremento pressione idrodinamica acqua di invaso in direzione +X**

▪ **Forze di inerzia della struttura in fase dinamica**

Le forze di inerzia nelle direzioni orizzontale e verticale indotte dal sisma sulla massa della struttura sono state tenute in conto adottando come fattori moltiplicativi del peso proprio i valori  $k_h$  nella direzione X e  $k_v$  nella direzione Z.



**Figura 8-31 – Forze di inerzia della struttura in direzione +X e +Z**

**8.6.7 Valutazione della costante di sottofondo**

Per l’analisi della costante di sottofondo si riporta di seguito il valore adottato avendo eseguito una preliminare valutazione con diverse formulazioni: Vesic (1961), Bowles, per quest’ultimo si considerino le formule:

$$k_s = A_s + B_s Z^n$$

$$A_s = C(cN_{c,s_c} + 0.5\gamma B N_{\gamma,s_y})$$

$$B_s Z^1 = C(\gamma N_q s_q) Z^1$$

Molla verticale in fondazione a z=5.5 da pc

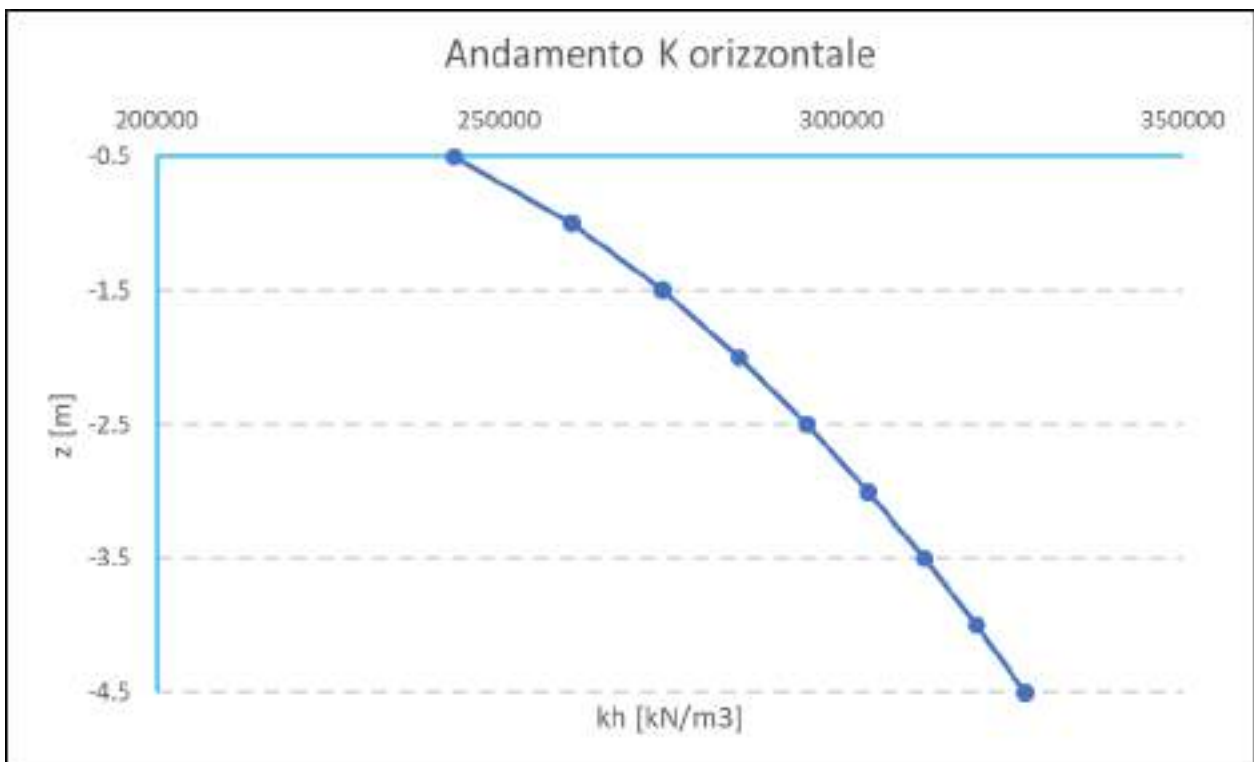
$k_s = A_s + B_s \times Z^n = 340154 \text{ [kN/m}^3\text{]}$  valore della molla verticale da applicare al modello

C	40	[kN/m <sup>2</sup> ]	fattore che dipende dal sistema di misura coesione
c'	0	[kN/m <sup>2</sup> ]	
Nc	83.86	[-]	
Sc	1	[-]	
ϕ'	41	[°]	angolo di resistenza a taglio
γ =	20	[kN/m <sup>3</sup> ]	
B =	5	[m]	peso unità di volume larghezza fondazione
N <sub>γ</sub>	95.05	[-]	
S <sub>γ</sub>	1	[-]	
N <sub>q</sub>	73.90	[-]	
S <sub>q</sub>	1	[-]	
n	0.5	[-]	
Z	5.5	[m]	profondità del piano di posa della fondazione rispetto al p.c.
B	5.3	[m]	
c'*Nc*s <sub>c</sub> =	0		
0.5*γ*B*N <sub>γ</sub> *s <sub>γ</sub> =	5037.78		
A <sub>s</sub> =	201511		
γ*N <sub>q</sub> *s <sub>q</sub> =	1477.938		
B <sub>s</sub> =	59118		

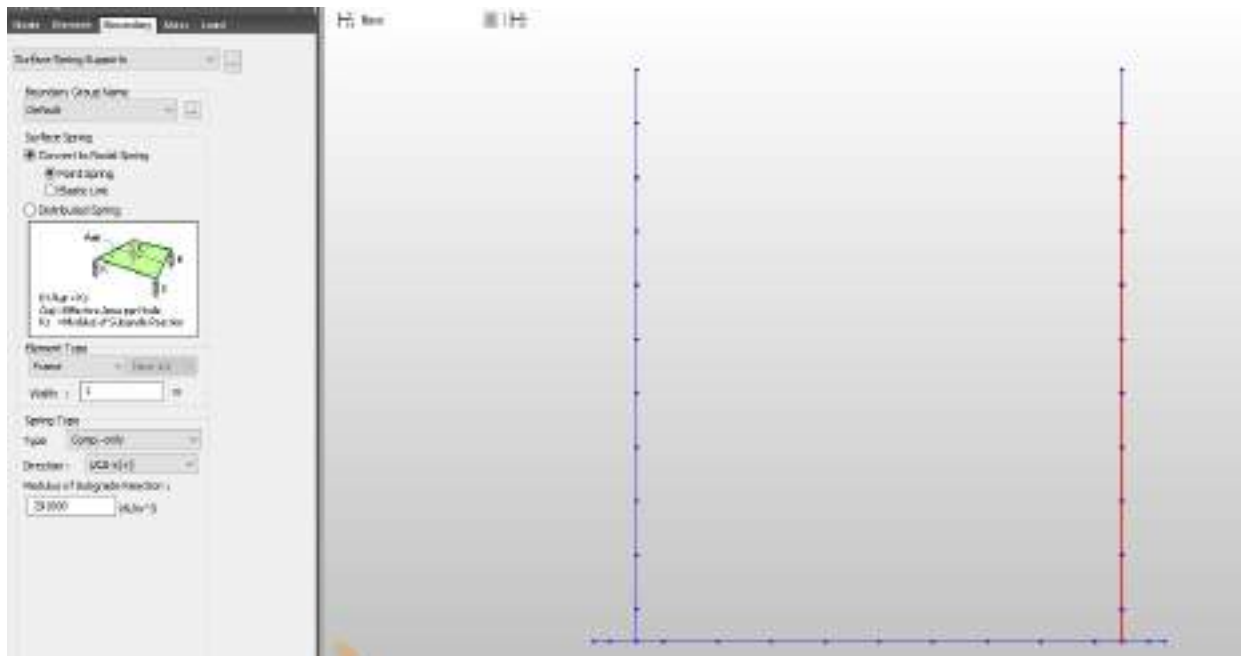
Nella parte opposta rispetto al verso di applicazione dell’azione sismica si è tenuto conto della reazione offerta dal terreno mediante l’inserimento in corrispondenza delle pareti perimetrali interrato di molle del tipo “compression only” opportunamente orientate in modo da produrre esclusivamente reazioni opposte al

verso dello spostamento laterale della parete. Il valore della rigidezza a compressione dei tali molle è stato calcolato come sopra descritto.

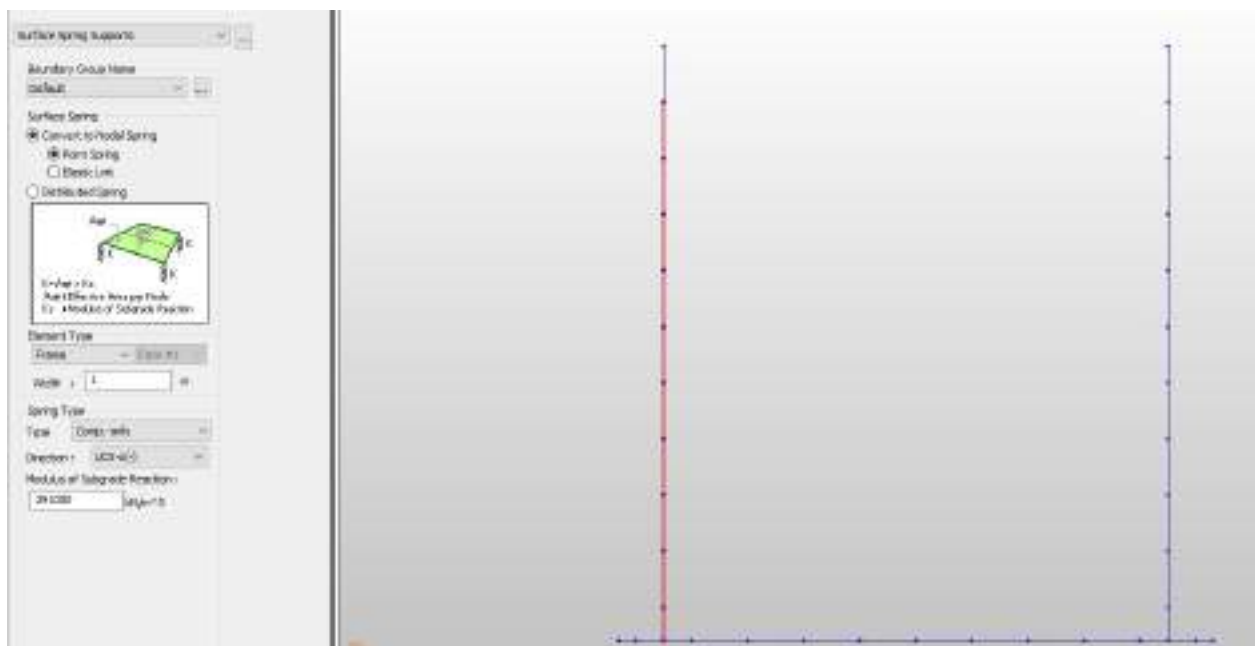
Di seguito se ne riporta l’andamento con la profondità:



Nel software è stato considerato un valore costante medio di  $K_s = 291000 \text{ kN/m}^3$ .



**Figura 8-32 – Modalità di assegnazione delle molle "compression only"- Parete perimetrale interrata EST**



**Figura 8-33 – Modalità di assegnazione delle molle “compression only”- Parete perimetrale interrata OVEST**

## 8.7 Combinazioni di carico

Le combinazioni di carico prese in considerazione nelle verifiche sono state definite in base a quanto prescritto dalle NTC2018 al par.2.5.3.

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

$$Y_{G1} \cdot G_1 + Y_{G2} \cdot G_2 + Y_P \cdot P + Y_{Q1} \cdot Q_{k1} + Y_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + Y_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

Combinazione **rara**, impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili, da utilizzarsi nelle verifiche delle tensioni d’esercizio:

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

Combinazione **frequente**, impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili, da utilizzarsi nelle verifiche a fessurazione:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

Combinazione **quasi permanente**, generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

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

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$$

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

$$G_1 + G_2 + P + A_d + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$$

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

$$G_1 + G_2 + \sum_j \psi_{2j} Q_{kj}$$

Gli stati limiti di esercizio di cui si prevede in seguito la verifica sono i seguenti:

stato limite di fessurazione;

stato limite delle tensioni di esercizio;

stato limite di deformazione.

### **Stato limite di fessurazione**

Le fessure possono essere indotte da deformazioni imposte e dall'azioni dei carichi. Le norme tecniche definiscono tre diversi stati limite di fessurazione che, in ordine decrescente di severità, sono lo stato limite di decompressione, lo stato limite di formazione delle fessure e lo stato limite di apertura delle fessure e vanno scelti a seconda delle condizioni ambientali e della sensibilità delle armature.

#### **Stato limite di decompressione**

Lo stato limite di decompressione consiste nel controllare che la tensione nel calcestruzzo, a causa delle sollecitazioni di progetto, sia al più nulla in tutti i punti della sezione cioè che la sezione deve essere soggetta esclusivamente a tensioni di compressione.

#### **Stato limite di formazione delle fessure**

Lo stato limite di formazione delle fessure consiste nel controllare che la massima tensione normale di trazione nel calcestruzzo risulti inferiore  $f_{ctm} / 1.2$ , considerando le caratteristiche geometriche della sezione omogeneizzata non fessurata.



### Stato limite di apertura delle fessure

Lo stato limite di apertura delle fessure consiste nel verificare che l’ampiezza caratteristica delle fessure che si formano nell’elemento in calcestruzzo armato si mantengono al di sotto dei limiti previsti dalla normativa. Il valore caratteristico di calcolo ( $w_d$ ) è espresso dalla relazione seguente:

$$w_d = 1.7 \cdot w_m$$

dove  $w_m$  rappresenta l’ampiezza media delle fessure, calcolata come prodotto della deformazione media delle barre d’armatura  $\epsilon_{sm}$  per la distanza media tra le fessure  $\Delta s_m$ .

Per le strutture contenenti liquidi si esegue una verifica a fessurazione che prevede, per le combinazioni di carico quasi permanenti, uno stato limite di formazione delle fessure, mentre, per le combinazioni di carico frequenti, uno stato limite di apertura delle fessure con valore nominale delle aperture inferiore o uguale a  $w_1 = 0.2$  mm.

Per le altre tipologie di strutture si esegue una verifica a fessurazione che prevede, per le combinazioni di carico quasi permanenti e frequenti, uno stato limite di apertura delle fessure con valore nominale delle aperture inferiore o uguale rispettivamente a  $w_1 = 0.2$  mm e  $w_2 = 0.3$  mm.

### **Stato limite delle tensioni in esercizio**

La normativa impone di limitare le tensioni agenti (di lavoro) nei materiali in fase di esercizio. Questa verifica deve essere effettuata per le combinazioni di azioni rare e quasi permanenti.

La massima tensione di compressione  $\sigma_c$  del conglomerato cementizio deve rispettare la limitazione seguente:

$$\sigma_r \leq 0.60 \cdot f_{cd} \quad \text{per combinazione rara;}$$

$$\sigma_r \leq 0.45 \cdot f_{cd} \quad \text{per combinazione quasi permanenti;}$$

La tensione massima  $\sigma_s$  nell’acciaio, indotta dalle azioni dovute alle combinazioni rare, deve rispettare la limitazione seguente:

$$\sigma_s \leq 0.8 \cdot f_{yk}$$

### **Stato limite di deformazione**

Le deformazioni di un elemento o di una struttura devono essere congruenti con le prestazioni richieste alla struttura con riferimento alle esigenze statiche, funzionali ed estetiche. I limiti di deformazione da imporre alla struttura, in linea di principio, non dovranno superare i valori per i quali si possono verificare inconvenienti agli elementi collegati alla struttura aventi comportamento fragile (vetrate, tramezzature, pavimentazioni, etc.). In altri casi i limiti possono essere imposti per assicurare il corretto funzionamento di macchinari o impianti. Seppur in via indiretta, il controllo delle deformazioni permette anche di limitare vibrazioni fastidiose.

Orientativamente, la norma ISO 4356 indica i valori massimi di deformazione validi per edifici di uso comune (abitazione, uffici, etc.) per i quali si ritiene che frecce inferiori a 1/250 della luce, indotte da carichi quasi permanenti, non compromettano l’aspetto e la funzionalità della struttura. Inoltre, inflessioni non maggiori di 1/500 della luce, dovute al peso degli elementi non strutturali, sono in genere tollerabili senza che gli stessi si danneggino.

Nelle strutture in cemento armato devono considerarsi anche le componenti di deformazione differita del calcestruzzo quali il ritiro e la viscosità.

Per travi con sezione rettangolare o ad esse assimilabili aventi luce non superiore a 10 m e per piastre rettangolari, si può omettere la verifica di deformabilità purché i

rapporti luce/altezza risultino inferiori a quelli riportati nella tabella seguente (nel caso delle piastre rettangolari la luce è la minore dimensione in pianta).

Condizioni di vincolo	1/h
Travi a sbalzo	7
Travi e piastre semplicemente appoggiate	20
Travi continue, piastre incastrate	26

**Tabella 8.3 – Snellezza limite**

Di seguito si riportano le combinazioni che hanno indotto sulla struttura le sollecitazioni più gravose in relazione alla sua geometria e distribuzione di rigidzze interne e di carichi esterni.

No	Name	G1k	G2k_riempimento	Q1k_mezzi 20kPa	Q1k_spinta sovraccarico 20kPa	Q2k_neve	G2k_Spinta terreno	G2k_Peso acqua	G2k_Spinta acqua
1	SLU_1	1.3	1.3	1.5	1.5	0.75	1.3	1.3	1.3
2	SLU_2	1.3	1.3	0	0	0	1.3	1.3	1.3
3	SLU_3	1.3	1.3	1.5	1.5	0.75	1.3	0	0
4	SLU_4	1.3	1.3	0	0	0	1.3	0	0

	$\Psi_0$	$\Psi_1$	$\Psi_2$
Q2k_neve	0.6	0.2	0
Qk_mezzi 20kPa livello 0.00	0.7	0.5	0.3
Qk_spinta sovraccarico 20kPa	0.7	0.5	0.3

**Tabella 8.4 – Combinazioni di carico in SLU ed Eccezionali**

No	Name	G1k	G2k_riempimento	Q1k_mezzi 20kPa	Q1k_spinta sovraccarico 20kPa	Q2k_neve	G2k_Spinta terreno	G2k_Peso acqua	G2k_Spinta acqua	Ek_wood +X	Ek_westergard +X	Ek_inerzia X	Ek_wood -X	Ek_westergard -X	Ek_inerzia Z
5	SLV1	1	1	0.3	0.3	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1
6	SLV2	1	1	0.3	0.3	0	1	1	1	1	1	1	0	0	-1
7	SLV3	1	1	0.3	0.3	0	1	1	1	0	0	-1	1	1	1
8	SLV4	1	1	0.3	0.3	0	1	1	1	0	0	-1	1	1	-1
9	SLV5	1	1	0.3	0.3	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1
10	SLV6	1	1	0.3	0.3	0	1	0	0	1	0	1	0	0	-1
11	SLV7	1	1	0.3	0.3	0	1	0	0	0	0	-1	1	0	1
12	SLV8	1	1	0.3	0.3	0	1	0	0	0	0	-1	1	0	-1

**Tabella 8.5 – Combinazioni di carico sismiche**

No	Name	G1k	G2k_riempimento	Q1k_mezzi 20kPa	Q1k_spinta sovraccarico 20kPa	Q2k_neve	G2k_Spinta terreno	G2k_Peso acqua	G2k_Spinta acqua
1	RARA1	1	1	1	1	0.5	1	1	1
2	RARA2	1	1	0	0	0	1	1	1
3	RARA3	1	1	1	1	0.5	1	0	0
4	RARA4	1	1	0	0	0	1	0	0

**Tabella 8.6 – Combinazioni di carico in esercizio – Combinazione Rara**

No	Name	G1k	G2k_riempimento	Q1k_mezzi 20kPa	Q1k_spinta sovraccarico 20kPa	Q2k_neve	G2k_Spinta terreno	G2k_Peso acqua	G2k_Spinta acqua
1	FREQ1	1	1	0.5	0.5	0	1	1	1
2	FREQ2	1	1	0	0	0	1	1	1
3	FREQ3	1	1	0.5	0.5	0	1	0	0
4	FREQ4	1	1	0	0	0	1	0	0

**Tabella 8.7 – Combinazioni di carico in esercizio – Combinazione Frequente**

No	Name	G1k	G2k_riempimento	Q1k_mezzi 20kPa	Q1k_spinta sovraccarico 20kPa	Q2k_neve	G2k_Spinta terreno	G2k_Peso acqua	G2k_Spinta acqua
1	QP1	1	1	0.3	0.3	0	1	1	1
2	QP2	1	1	0	0	0	1	1	1
3	QP3	1	1	0.3	0.3	0	1	0	0
4	QP4	1	1	0	0	0	1	0	0

***Tabella 8.8 – Combinazioni di carico in esercizio – Combinazione Quasi Permanente***

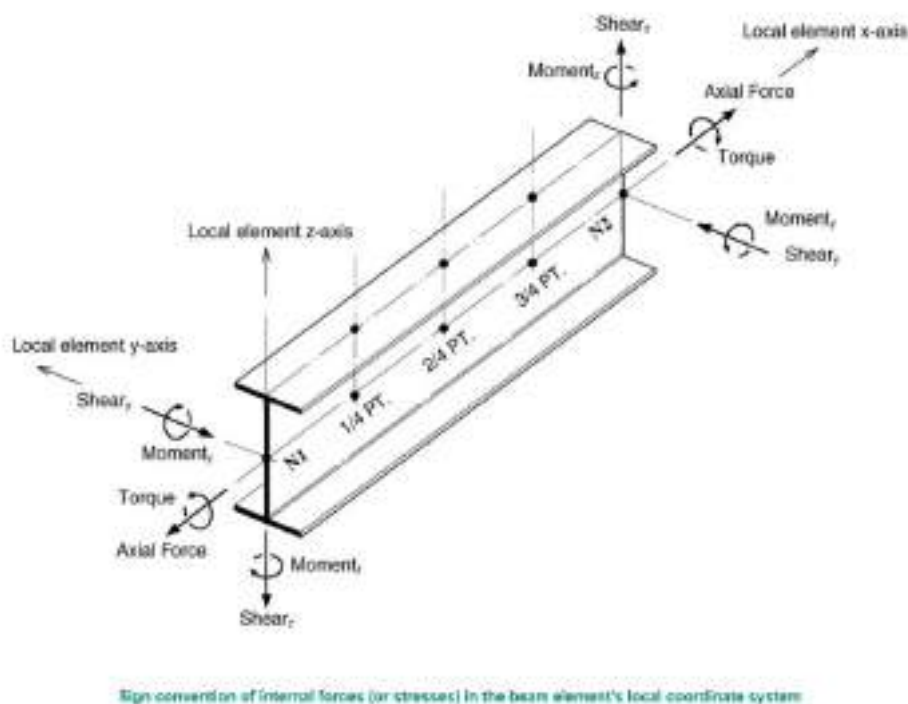
## **8.8 Criteri di verifica**

I risultati delle simulazioni numeriche in termini di sollecitazioni negli elementi strutturali sono riportati in allegato alla presente relazione, per le combinazioni di carico relative sia allo stato limite ultimo sia allo stato limite di esercizio. Nei capitoli che seguono vengono forniti i risultati di involuppo di tutte le combinazioni di carico.

### **8.8.1 Orientamento degli assi locali**

L'orientamento dell'asse locale **x** determina il significato ed il verso delle caratteristiche della sollecitazione. Nel seguito si adotta la seguente convenzione.

- l'asse locale **x** viene preso in direzione positiva verso l'alto (**+Z**) a meno che l'elemento non sia orizzontale nel qual caso l'asse locale **x** è preso orizzontale diretto lungo la direzione globale (**+X**);



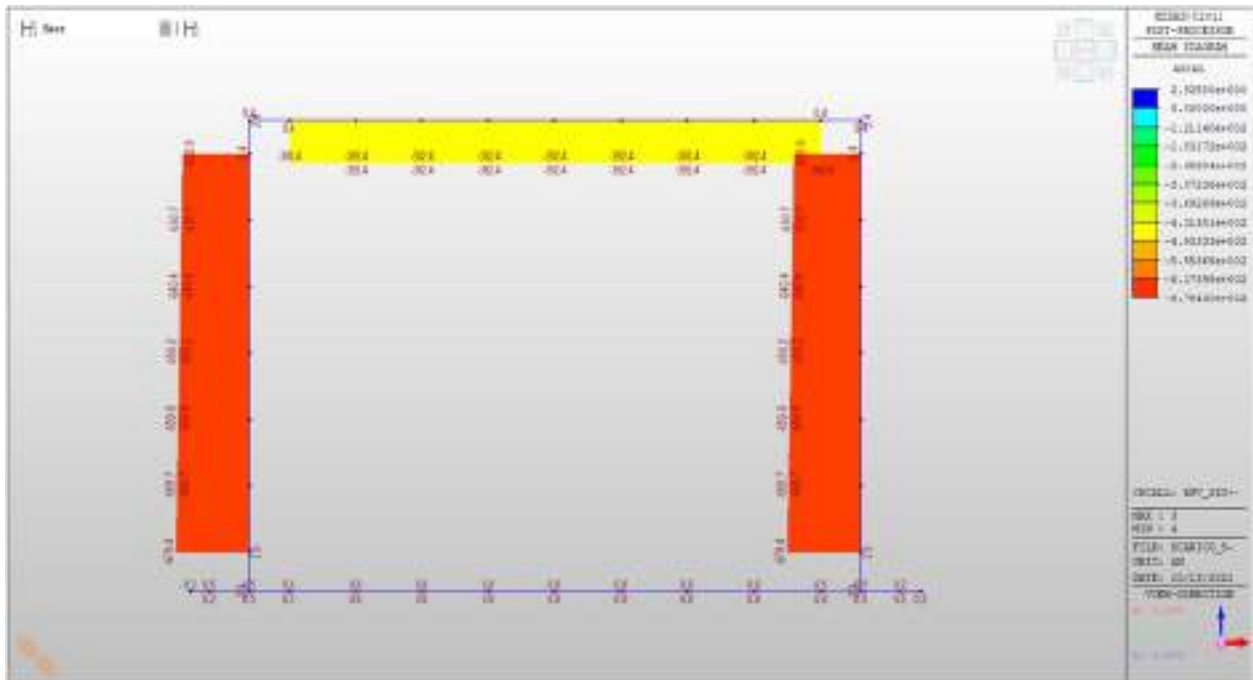
**Figura 8-34 – Orientamento assi locali per gli elementi beam**

## 8.9 Diagrammi delle sollecitazioni

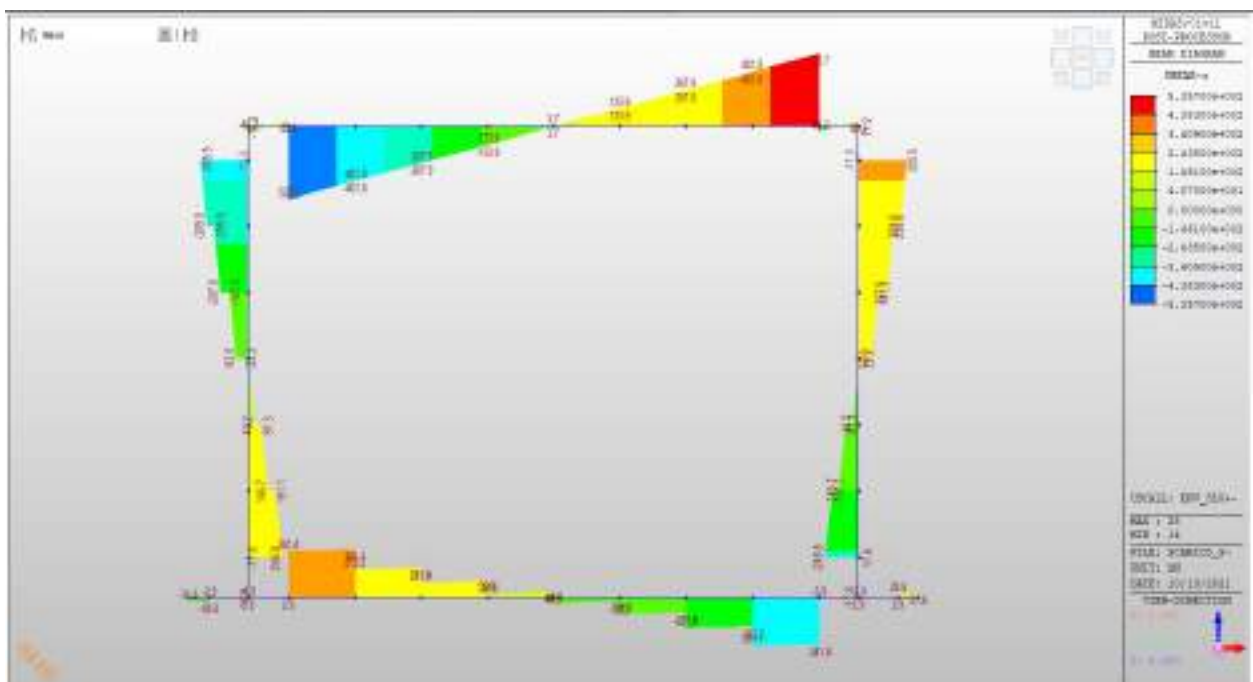
### 8.9.1 Sezione S1

Si riportano di seguito gli involuipi delle sollecitazioni per le combinazioni allo stato limite ultimo (sismiche e statiche) e di esercizio, relative alla Sezione 1.

- **SLU-SLV**

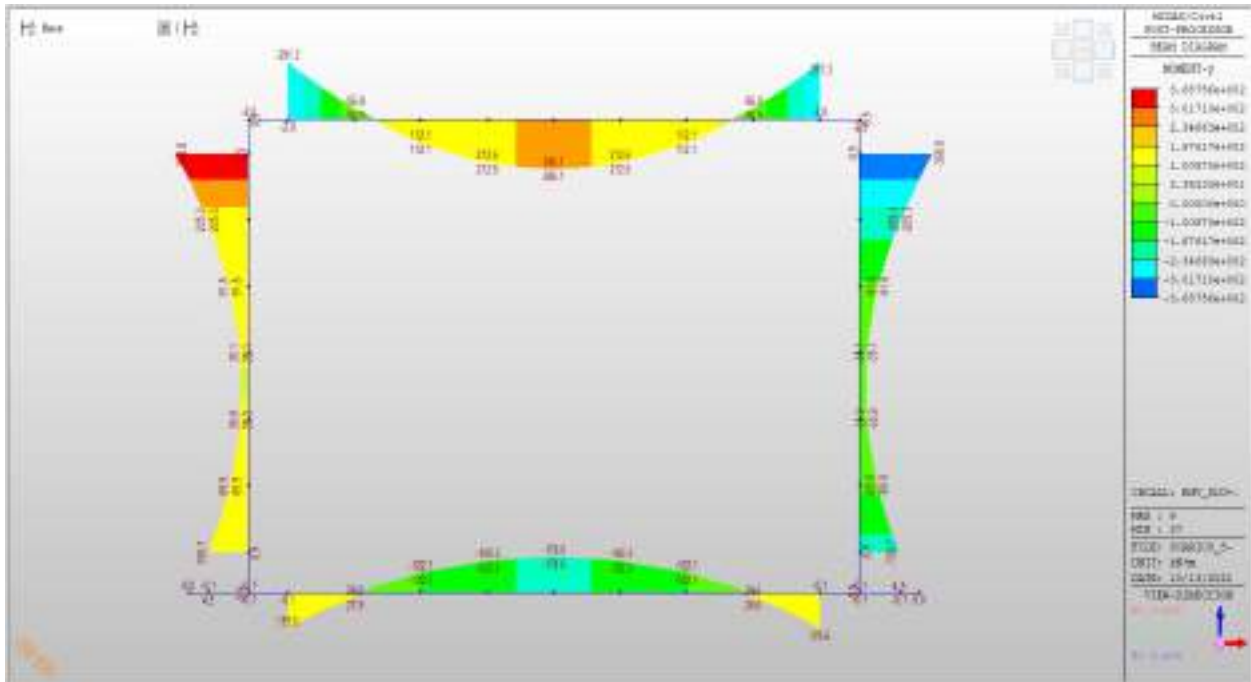


**Figura 8-35 – Involuppo sforzo normale Fx**



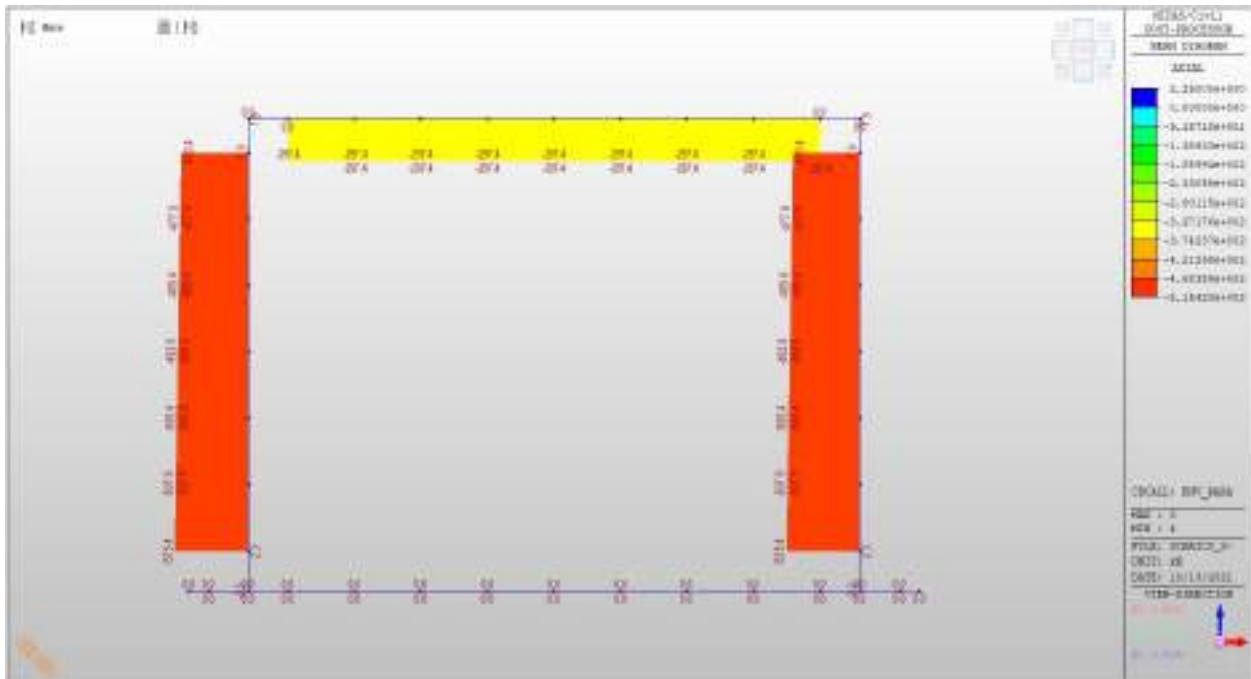


**Figura 8-36 – Involuppo Taglio Fz**

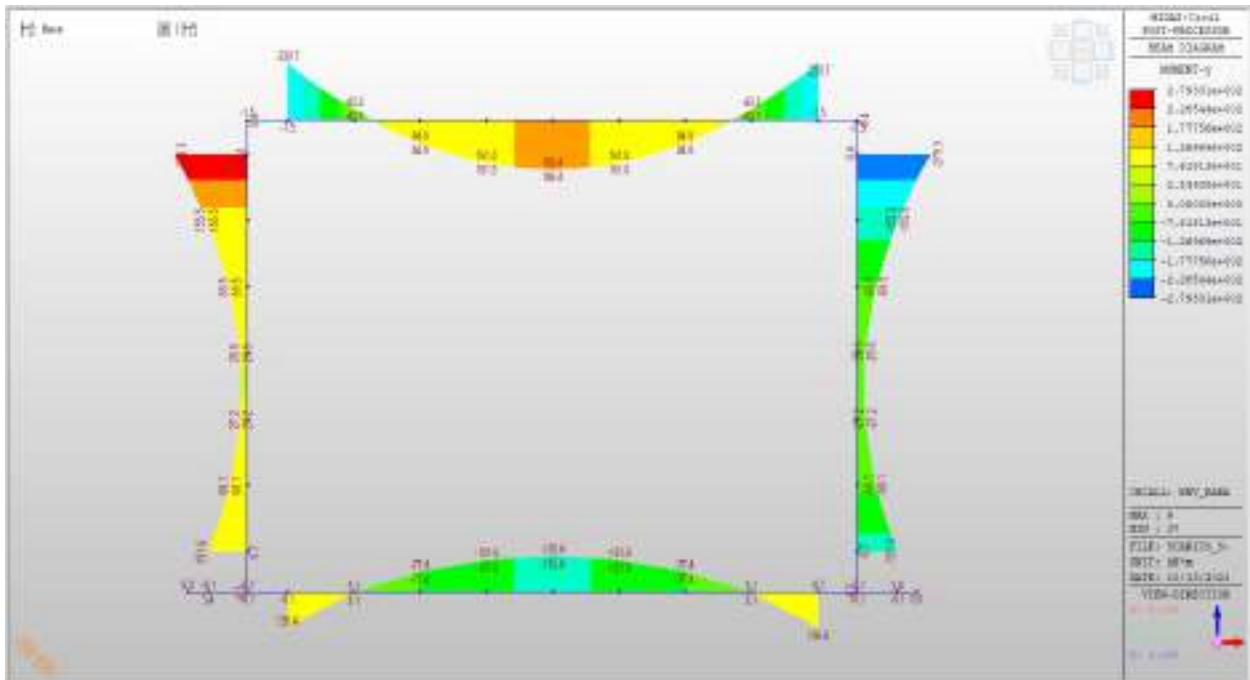


**Figura 8-37 – Involuppo Momento flettente My**

▪ **SLE – RARA**

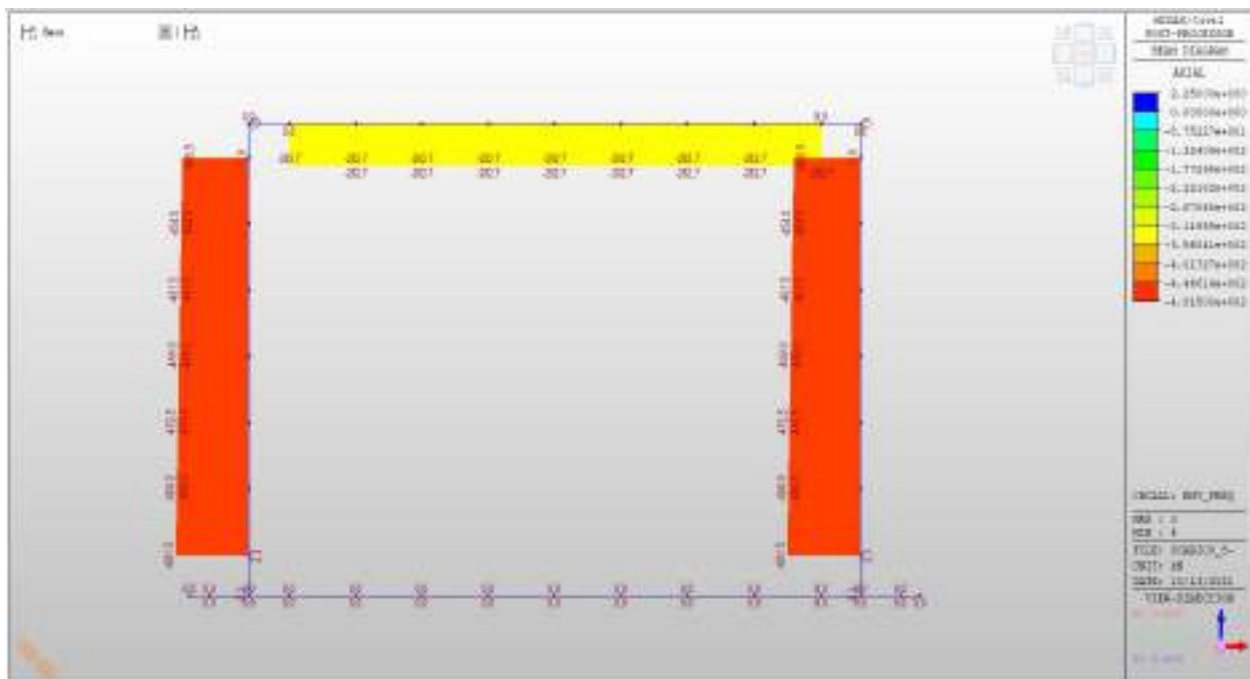


**Figura 8-38 – Involuppo sforzo normale Fx**

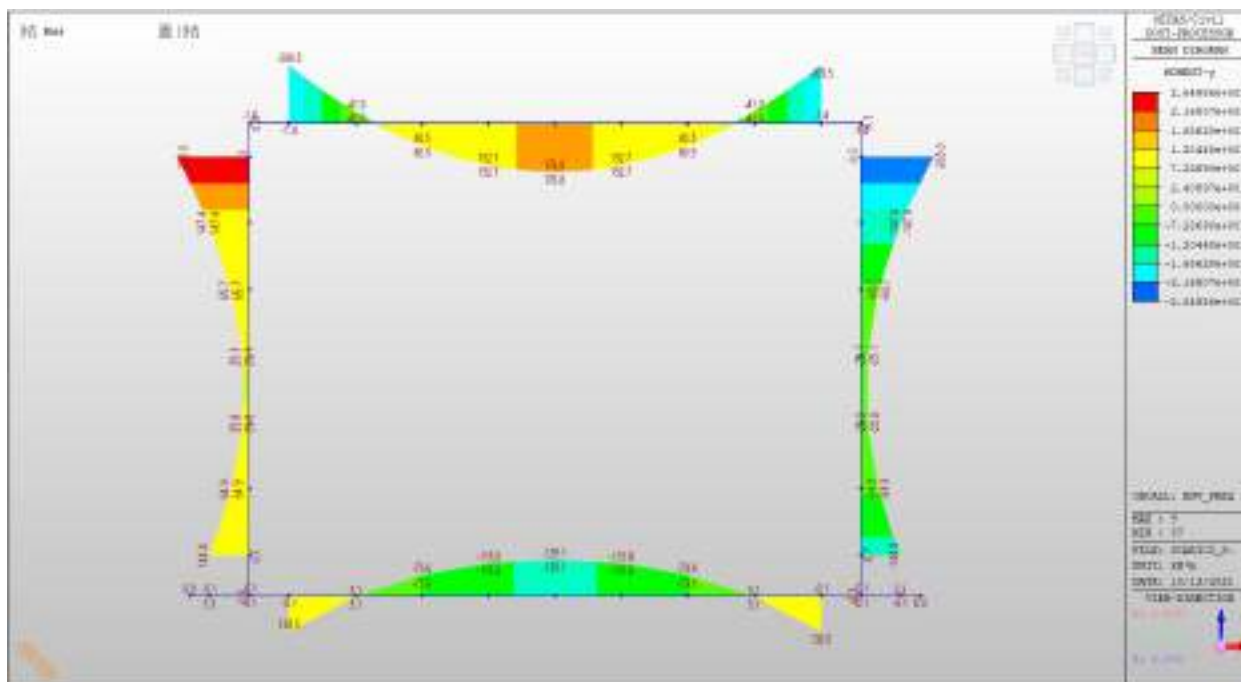


**Figura 8-39 – Involuppo Momento flettente  $M_y$**

- **SLE – Frequente**



**Figura 8-40 – Involuppo sforzo normale  $F_x$**



**Figura 8-41 – Involuppo Momento flettente  $M_y$**

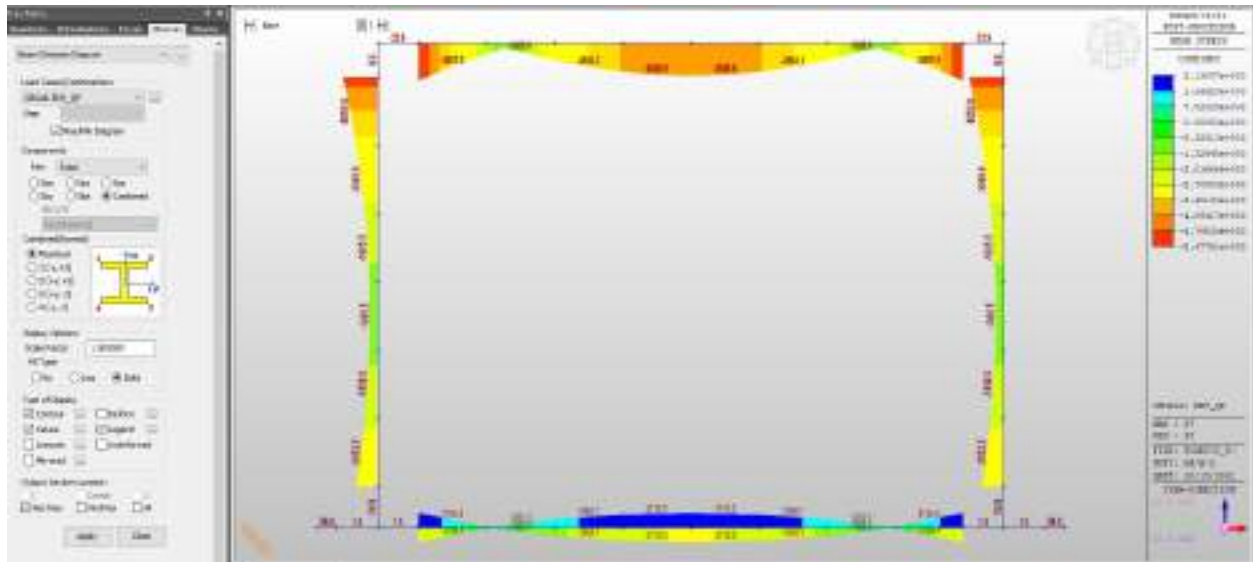
▪ **SLE – Quasi Permanente**

Tensioni di trazione in Combinazione Quasi Permanente

In combinazione quasi permanente deve risultare che la tensione massima di trazione sia minore del valore limite:

- $\sigma_t = f_{ctm} / 1.20 = 3.02 / 1.20 = 2.52 \text{ MPa}$

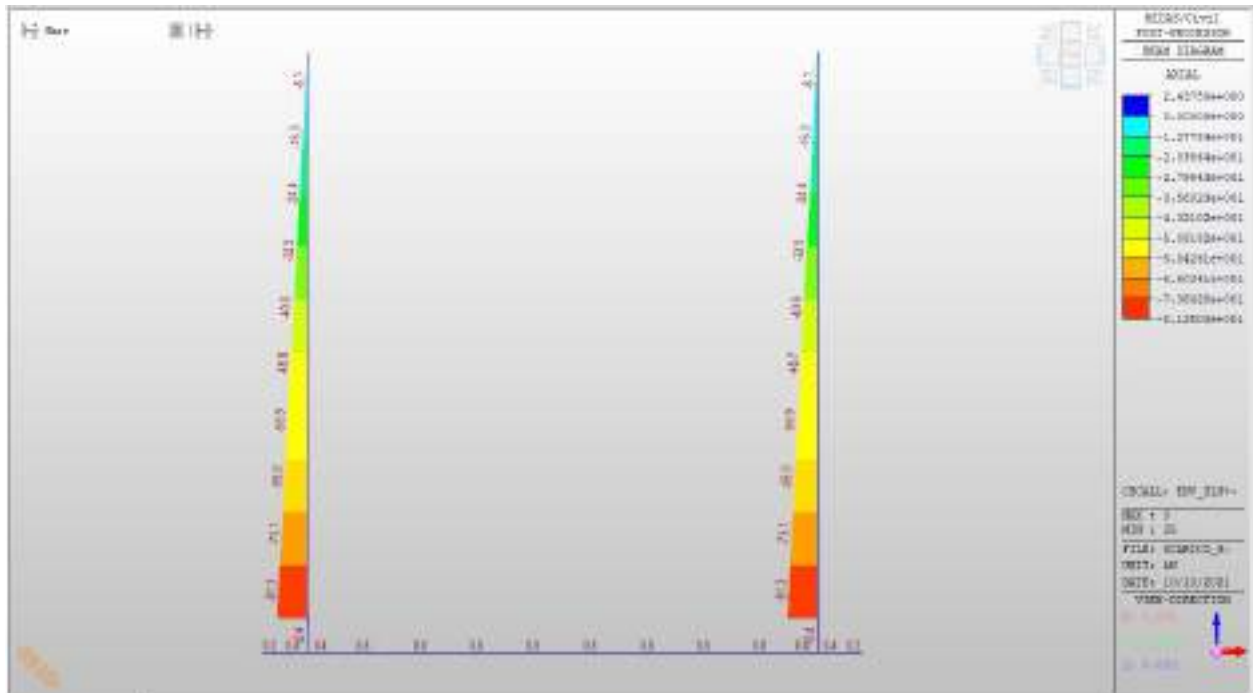
Di seguito si riporta l'andamento delle tensioni in combinazione quasi permanente da cui si evince che la tensione di trazione di calcolo è al massimo pari ad 2.13 MPa e quindi minore del valore limite:



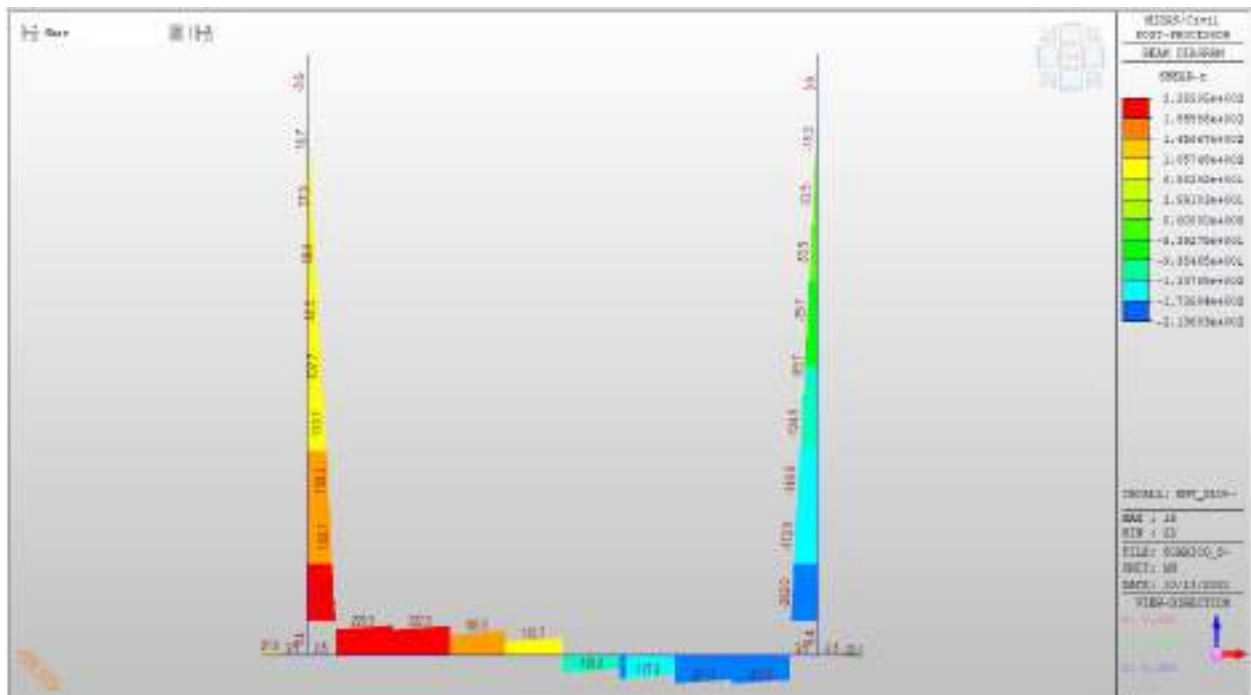
### 8.9.2 Sezione S10

Si riportano di seguito gli involuipi delle sollecitazioni per le combinazioni allo stato limite ultimo (sismiche e statiche) e di esercizio, relative alla Sezione 10.

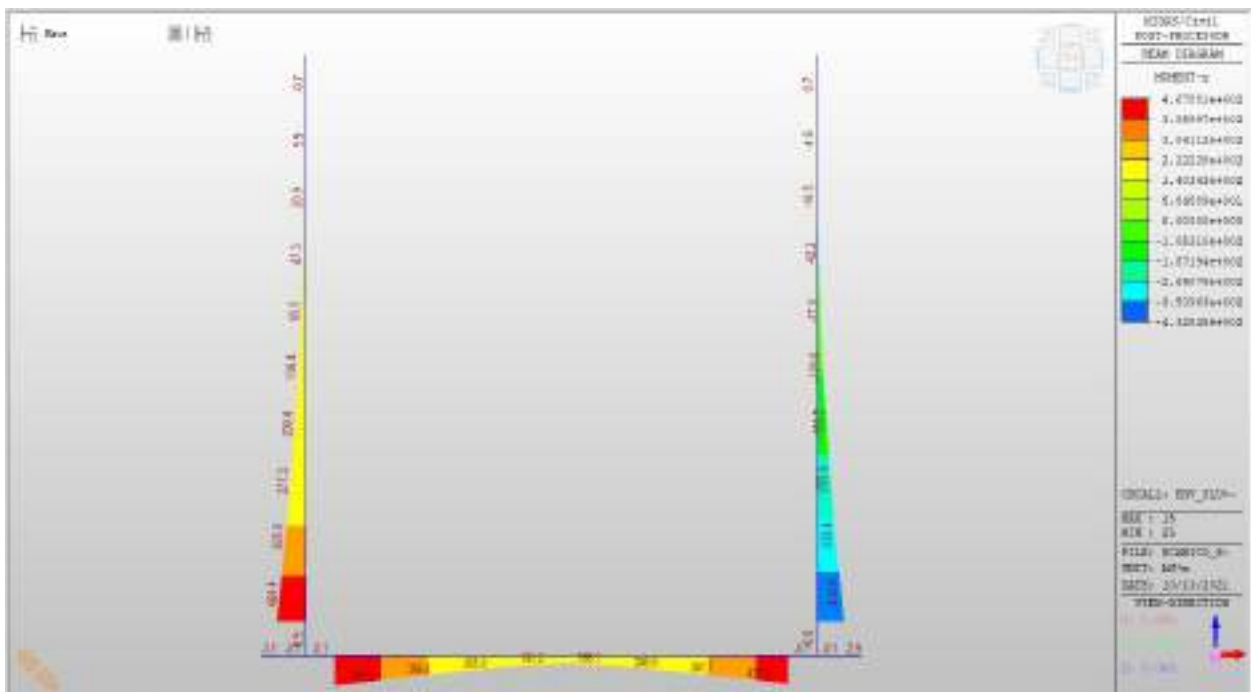
▪ **SLU-SLV**



**Figura 8-42 – Involuppo sforzo normale Fx**

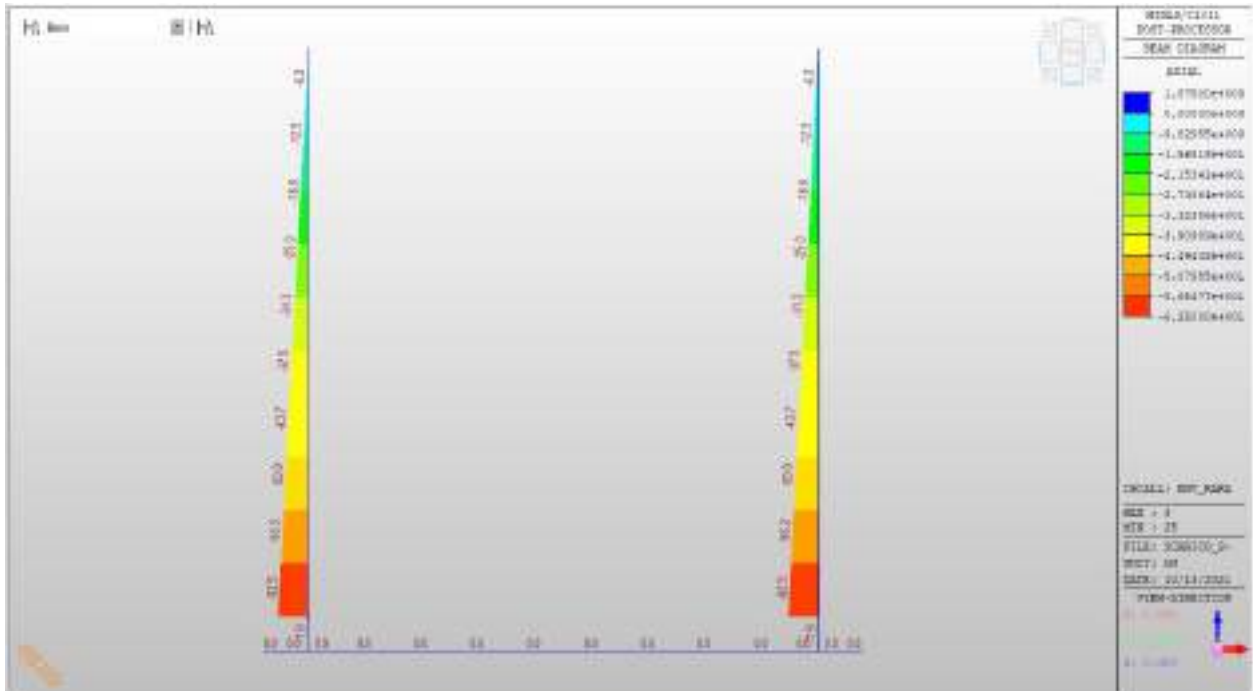


**Figura 8-43 – Inviluppo Taglio Fz**



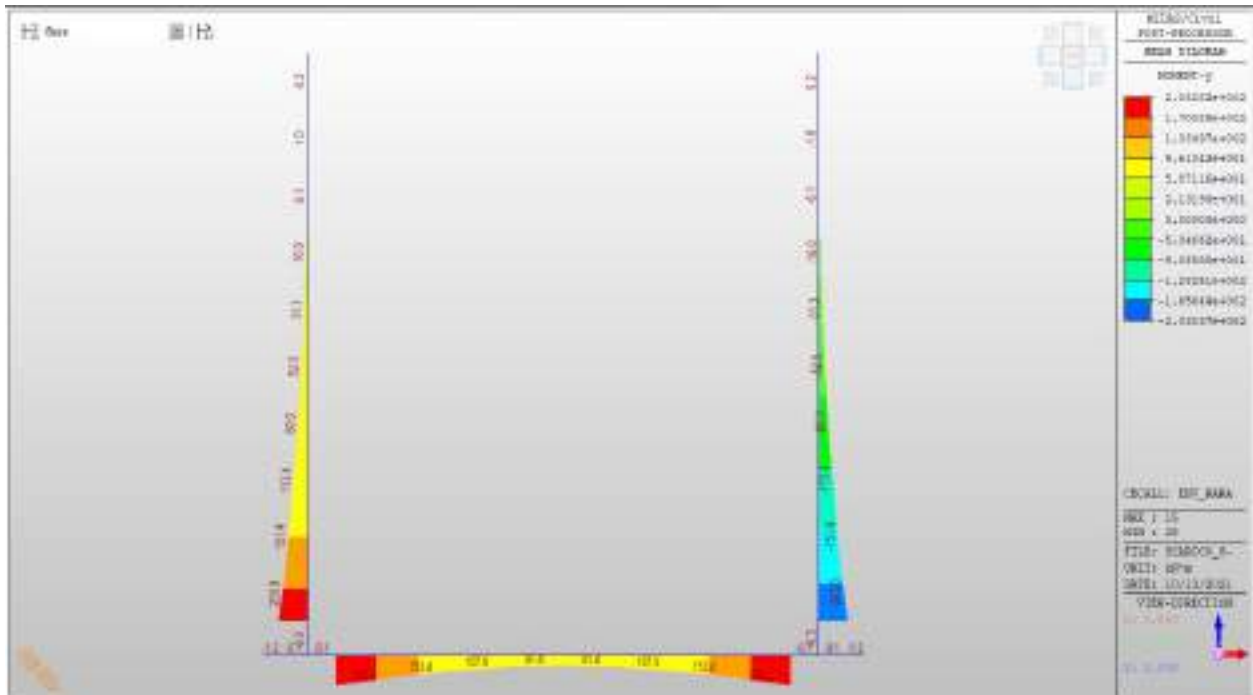
**Figura 8-44 – Inviluppo Momento flettente My**

- **SLE – RARA**



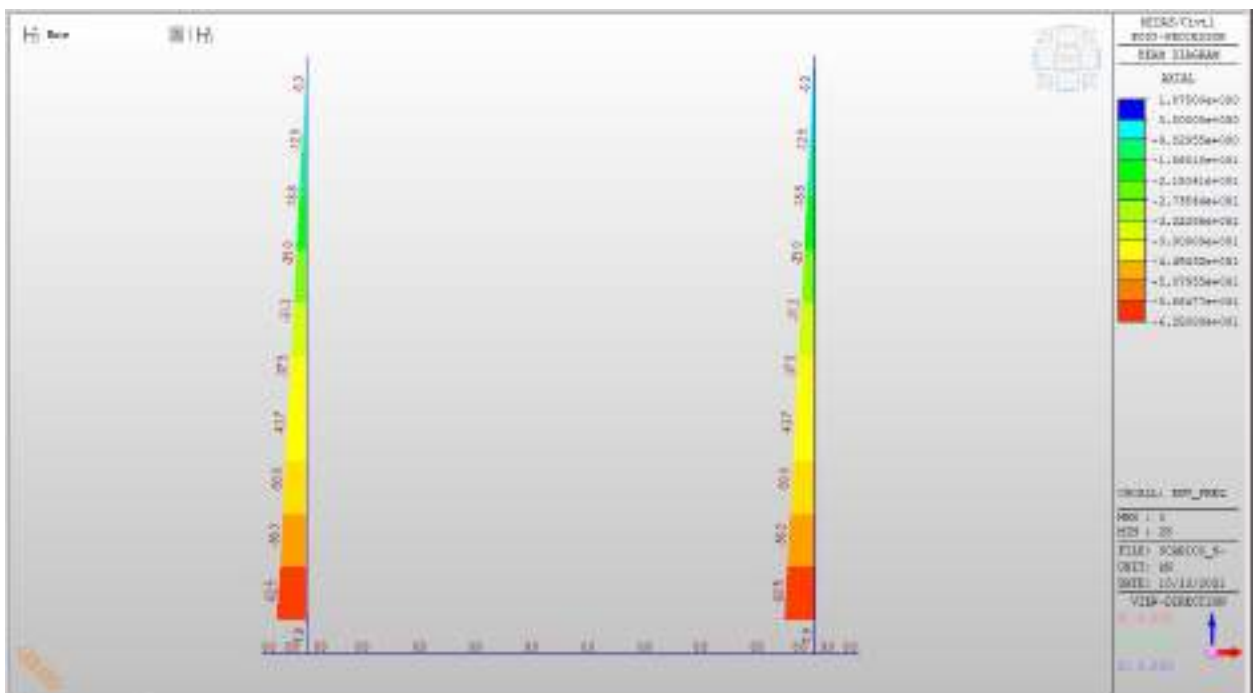
**Figura 8-45 – Involuppo sforzo normale Fx**



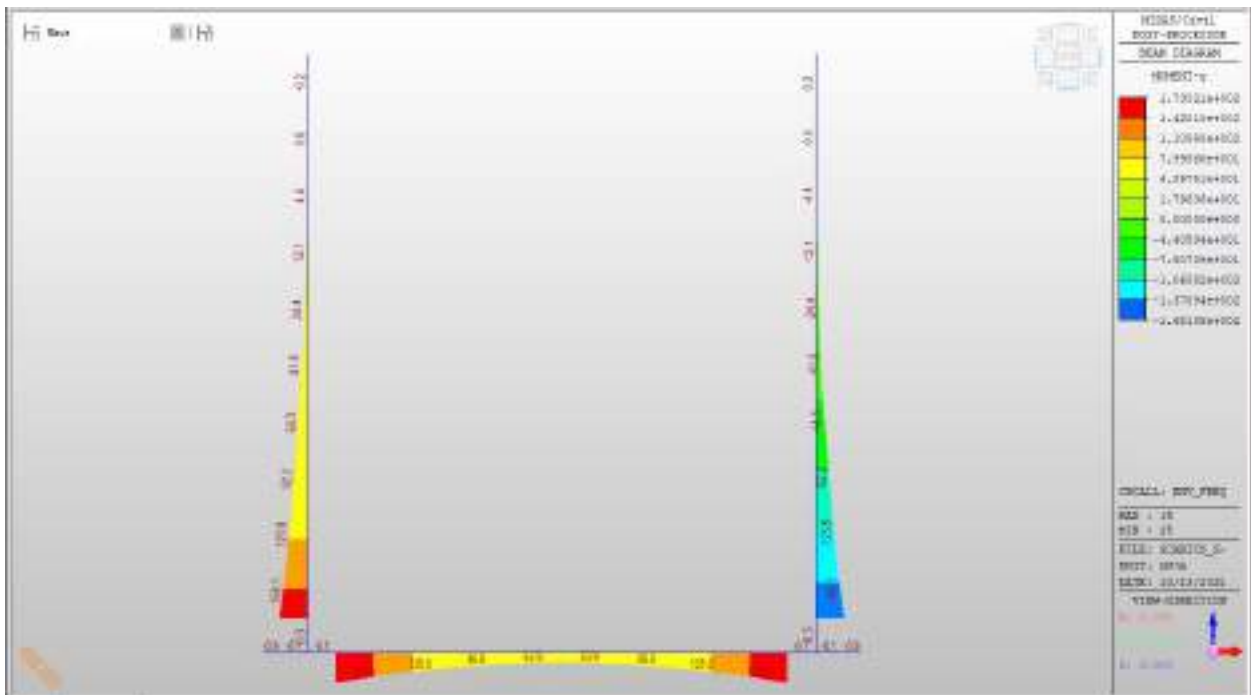


**Figura 8-46 – Involuppo Momento flettente  $M_y$**

- **SLE – Frequente**



**Figura 8-47 – Involuppo sforzo normale Fx**



**Figura 8-48 – Involuppo Momento flettente My**

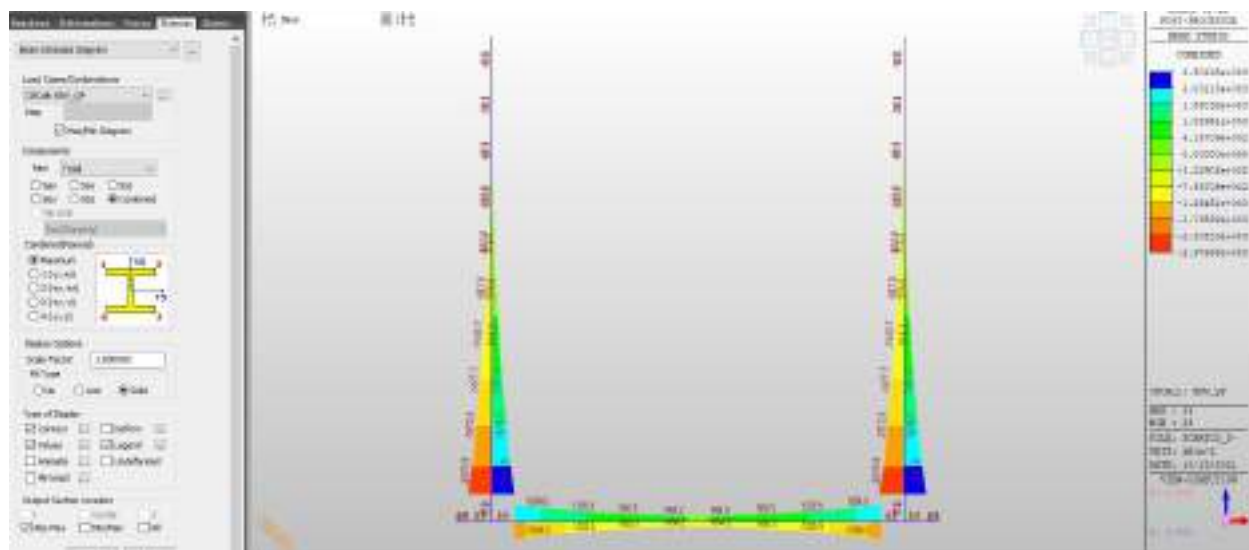
▪ **SLE – Quasi Permanente**

Tensioni di trazione in Combinazione Quasi Permanente

In combinazione quasi permanente deve risultare che la tensione massima di trazione sia minore del valore limite:

- $\sigma_t = f_{ctm} / 1.20 = 3.02 / 1.20 = 2.52 \text{ MPa}$

Di seguito si riporta l'andamento delle tensioni in combinazione quasi permanente da cui si evince che la tensione di trazione di calcolo è al massimo pari ad 2.50 MPa e quindi minore del valore limite:



## 8.10 Verifiche

### 8.10.1 Sezione S1

Si riportano di seguito le verifiche effettuate per la sezione S1.

Le membrature risultano armate con:

Platea	7 $\phi$ 22 al lembo superiore e 7 $\phi$ 22 al lembo inferiore
Setti	7 $\phi$ 22 al lembo superiore e 7 $\phi$ 22 al lembo inferiore
Copertuta	7 $\phi$ 22 al lembo superiore e 7 $\phi$ 22 al lembo inferiore

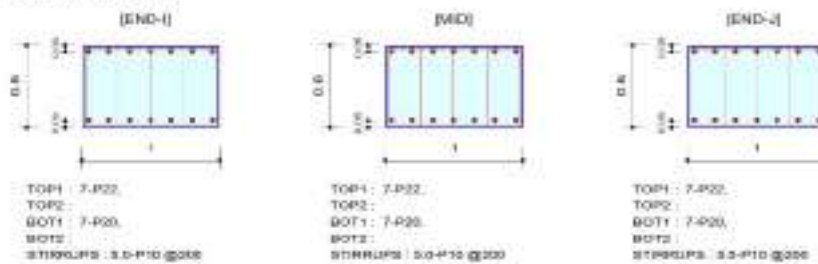
Nei confronti delle azioni di taglio, si dispongono nelle zone a ridosso dei setti dove si hanno sollecitazioni maggiori, spilli  $\phi$ 10/200x200.

Verifica SLU – Platea

**1. Design Information**

Design Code : Eurocode2-2:05  
 Unit System : kN, m  
 Material Data : fck = 32000, fyk = 450000, fyw = 450000 KPa  
 Beam Span : 0.15 m  
 Section Property: 60x100\_PLATEA (No: 1)

**2. Section Diagram**



**3. Bending Moment Capacity**

	END-I	MID	END-J
Negative Moment (M <sub>Ed</sub> )	178.58	173.54	178.56
(-) Load Combination No.	3	3	3
Factored Strength (M <sub>Rd</sub> )	540.29	540.29	540.29
Check Ratio (M <sub>Ed</sub> /M <sub>Rd</sub> )	0.3305	0.3212	0.3305
Positive Moment (M <sub>Ed</sub> )	179.84	138.82	179.84
(+) Load Combination No.	3	3	3
Factored Strength (M <sub>Rd</sub> )	451.53	451.53	451.53
Check Ratio (M <sub>Ed</sub> /M <sub>Rd</sub> )	0.3978	0.3030	0.3978
Using Rebar Top (A <sub>s_top</sub> )	0.0027	0.0027	0.0027
Using Rebar Bot (A <sub>s_bot</sub> )	0.0022	0.0022	0.0022

**4. Shear Capacity**

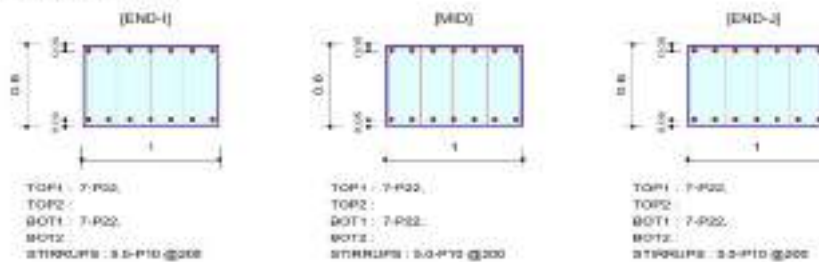
	END-I	MID	END-J
Load Combination No.	3	3	3
Factored Shear Force (V <sub>Ed</sub> )	351.12	348.68	351.12
Shear Strength by Conc (V <sub>Rdc</sub> )	263.88	263.86	263.88
Shear Strength by Rebar (V <sub>Rdb</sub> )	946.84	946.84	946.84
Using Shear Reinf. (A <sub>sw</sub> )	0.0004	0.0004	0.0004
Using Stirrups Spacing	5.0-P10 @200	5.0-P10 @200	5.0-P10 @200
Check Ratio	0.3708	0.3683	0.3708

Verifica SLU – Pareti

### 1. Design Information

Design Code : Eurocode2-2:05  
 Unit System : kN, m  
 Material Data :  $f_{ck} = 32000$ ,  $f_{yk} = 450000$ ,  $f_{yw} = 450000$  KPa  
 Beam Span : 0.5 m  
 Section Property: 60x100\_PARETI (No : 2)

### 2. Section Diagram



### 3. Bending Moment Capacity

	END-I	MID	END-J
Negative Moment ( $M_{Ed}$ )	244.03	325.84	388.76
(-) Load Combination No.	1	1	3
Factored Strength ( $M_{Rd}$ )	540.29	540.29	540.29
Check Ratio ( $M_{Ed}/M_{Rd}$ )	0.4517	0.6027	0.6825
Positive Moment ( $M_{Ed}$ )	244.03	325.84	388.76
(+) Load Combination No.	1	1	3
Factored Strength ( $M_{Rd}$ )	540.29	540.29	540.29
Check Ratio ( $M_{Ed}/M_{Rd}$ )	0.4517	0.6027	0.6825
Using Rebar Top ( $A_{s\_top}$ )	0.0027	0.0027	0.0027
Using Rebar Bot ( $A_{s\_bot}$ )	0.0027	0.0027	0.0027

### 4. Shear Capacity

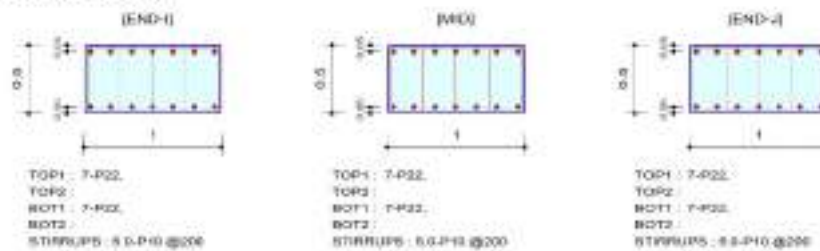
	END-I	MID	END-J
Load Combination No.	3	3	3
Factored Shear Force ( $V_{Ed}$ )	320.85	344.12	355.55
Shear Strength by Conc ( $V_{Rdc}$ )	263.66	263.66	263.66
Shear Strength by $f_{stbar}$ ( $V_{Rds}$ )	946.84	946.84	946.84
Using Shear Reinf. ( $A_{sw}$ )	0.0004	0.0004	0.0004
Using Stirrups Spacing	5.0-P10 @200	5.0-P10 @200	5.0-P10 @200
Check Ratio	0.3389	0.3634	0.3755

Verifica SLU – Copertura

### 1. Design Information

Design Code : Eurocode2:205  
 Unit System : kN, m  
 Material Data : fck = 32000, fyk = 450000, fyw = 450000 KPa  
 Beam Span : 0.5 m  
 Section Property : 50x100 (No : 4)

### 2. Section Diagram



### 3. Bending Moment Capacity

	END-I	MD	END-J
Negative Moment (M <sub>Ed</sub> )	291.30	226.43	291.30
(-) Load Combination No.	3	3	3
Factored Strength (M <sub>Rd</sub> )	438.14	438.14	438.14
Check Ratio (M <sub>Ed</sub> /M <sub>Rd</sub> )	0.6649	0.5168	0.6649
Positive Moment (M <sub>Ed</sub> )	246.08	243.97	246.08
(+) Load Combination No.	1	1	1
Factored Strength (M <sub>Rd</sub> )	438.14	438.14	438.14
Check Ratio (M <sub>Ed</sub> /M <sub>Rd</sub> )	0.5618	0.5568	0.5618
Using Rebar Top (A <sub>s_top</sub> )	0.0027	0.0027	0.0027
Using Rebar Bot (A <sub>s_bot</sub> )	0.0027	0.0027	0.0027

### 4. Shear Capacity

	END-I	MD	END-J
Load Combination No.	3	3	3
Factored Shear Force (V <sub>Ed</sub> )	535.70	502.22	535.70
Shear Strength by Conc (V <sub>Rdc</sub> )	239.80	239.80	239.80
Shear Strength by Rebar (V <sub>Rds</sub> )	774.69	774.69	774.69
Using Shear Reinf. (A <sub>sw</sub> )	0.0004	0.0004	0.0004
Using Stirrups Spacing	5.0-P10 @200	5.0-P10 @200	5.0-P10 @200
Check Ratio	0.6915	0.6483	0.6915

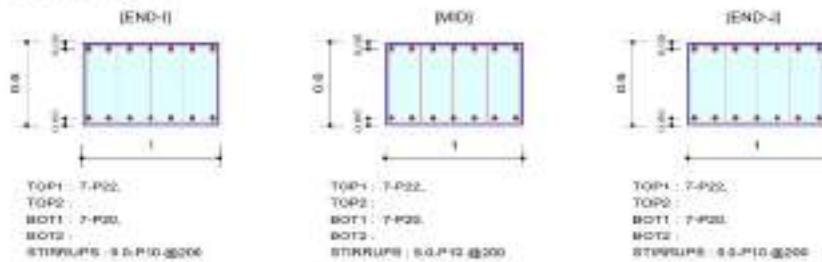
### Verifica SLE – Platea



**1. Design Information**

Design Code : Eurocode2-2-05  
 Unit System : kN, m  
 Material Data : fck = 32000, fyk = 450000, fyw = 450000 KPa  
 Beam Span : 0.15 m  
 Section Property: 60x100\_PLATEA (No: 1)

**2. Section Diagram**



**3. Stress Check**

	END-I		MID		END-J	
	Concrete	Rebar	Concrete	Rebar	Concrete	Rebar
(-) Load Combination No.	15	15	15	15	15	15
Stress(s)	1881.97	19351.00	1828.89	18805.24	1881.97	19351.00
Allowable Stress(sa)	3023.81	360000.00	3023.81	360000.00	3023.81	360000.00
Stress Ratio(s/sa)	0.6224	0.0538	0.6049	0.0522	0.6224	0.0538
(+) Load Combination No.	15	15	15	15	15	15
Stress(s)	1920.72	19802.30	1483.18	15085.08	1920.72	19802.30
Allowable Stress(sa)	3023.81	360000.00	3023.81	360000.00	3023.81	360000.00
Stress Ratio(s/sa)	0.6352	0.0550	0.4839	0.0419	0.6352	0.0550

**7. Crack Control**

	END-I	MID	END-J
(-) Load Combination No.	19	19	19
Crack Width(w)	0.000	0.000	0.000
Allowable Crack Width(wa)	0.000	0.000	0.000
Check Ratio(w/wa)	0.0828	0.0805	0.0828
(*) Load Combination No.	19	19	19
Crack Width(w)	0.000	0.000	0.000
Allowable Crack Width(wa)	0.000	0.000	0.000
Check Ratio(w/wa)	0.0909	0.0893	0.0909

**5. Deflection Control**

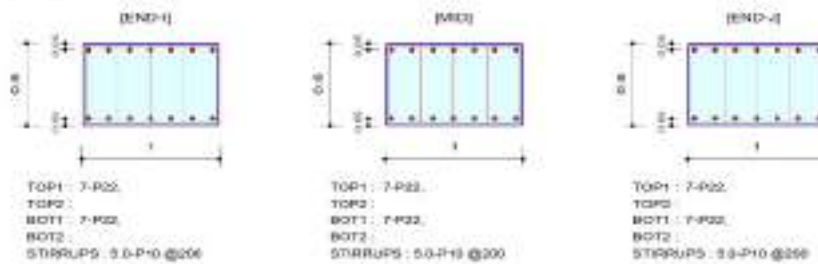
U2 = 0.002500 < 0.0001 (LCB-15, PDS: 0.3m from END-I) ..... O.K. Print Date/Time: 15/10/2018 14:14  
 Modulo di Progetto e Analisi Strutturale  
 http://www.italianuser.com  
 MDAS/Civil V 6.0.0

*Verifica SLE - Pareti*

**1. Design Information**

Design Code : Eurocode2-2:05  
 Unit System : kN, m  
 Material Data : fck = 32000, fyk = 450000, fyw = 450000 KPa  
 Beam Span : 0.5 m  
 Section Property: 80x100\_PARETI (No : 2)

**2. Section Diagram**



**3. Stress Check**

	END-I		MID		END-J	
	Concrete	Rebar	Concrete	Rebar	Concrete	Rebar
(-) Load Combination No.	13	13	13	13	13	13
Stress(s)	2545.40	26218.15	1824.53	18785.67	2142.37	22058.22
Allowable Stress(sa)	3023.81	360000.00	3023.81	360000.00	3023.81	360000.00
Stress Ratio(s/sa)	0.8421	0.0728	0.6034	0.0522	0.7085	0.0613
(+) Load Combination No.	13	13	13	13	13	13
Stress(s)	2545.40	26218.15	1824.53	18785.67	2142.37	22058.22
Allowable Stress(sa)	3023.81	360000.00	3023.81	360000.00	3023.81	360000.00
Stress Ratio(s/sa)	0.8421	0.0728	0.6034	0.0522	0.7085	0.0613

**7. Crack Control**

	END-I	MID	END-J
(-) Load Combination No.	17	17	19
Crack Width(w)	0.000	0.000	0.000
Allowable Crack Width(wa)	0.000	0.000	0.000
Check Ratio(w/wa)	0.1118	0.7729	0.8754
(+) Load Combination No.	17	17	19
Crack Width(w)	0.000	0.000	0.000
Allowable Crack Width(wa)	0.000	0.000	0.000
Check Ratio(w/wa)	0.1118	0.7729	0.8754

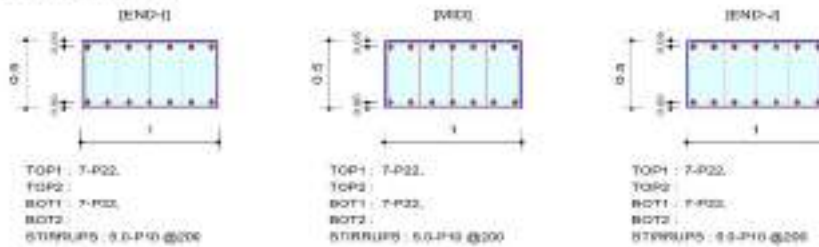
**5. Deflection Control**

Verifica SLE – Copertura

**1. Design Information**

Design Code : Eurocode2:2005  
 Unit System : KN, m  
 Material Data : fck = 32000, fyk = 450000, fyw = 450000 KPa  
 Beam Span : 0.5 m  
 Section Property: 50x100 (No: 4)

**2. Section Diagram**



**3. Stress Check**

	END-I		MID		END-J	
	Concrete	Rebar	Concrete	Rebar	Concrete	Rebar
(-) Load Combination No.	15	15	13	13	15	15
Stress(s)	-9314.33	-200152.47	3317.06	32786.84	-9314.33	-200152.47
Allowable Stress(sa)	19200.00	360000.00	3326.19	360000.00	19200.00	360000.00
Stress Ratio(s/sa)	0.4851	0.5560	0.9973	0.0911	0.4851	0.5560
(+) Load Combination No.	18	18	23	23	18	18
Stress(s)	3285.21	32274.32	3319.02	32806.27	3285.21	32274.32
Allowable Stress(sa)	3326.19	360000.00	3326.19	360000.00	3326.19	360000.00
Stress Ratio(s/sa)	0.9817	0.0897	0.9978	0.0911	0.9817	0.0897

**7. Crack Control**

	END-I	MID	END-J
(-) Load Combination No.	19	19	19
Crack Width(w)	0.000	0.000	0.000
Allowable Crack Width(wa)	0.000	0.000	0.000
Check Ratio(w/wa)	0.8488	0.1401	0.8488
(+) Load Combination No.	17	17	17
Crack Width(w)	0.000	0.000	0.000
Allowable Crack Width(wa)	0.000	0.000	0.000
Check Ratio(w/wa)	0.7164	0.7103	0.7164

**5. Deflection Control**

Model: [AI94PD] - 0.0000, U CB: 13, POS: 0.3m from END-I ..... OK Print Date/Time: 15/02/2018 14:14  
 http://www.midas.com  
 MIDAS/Civil V8.8.0

### **8.10.2 Sezione S10**

Si riportano di seguito le verifiche effettuate per la sezione S10.

Le membrature risultano armate con:

Platea	7 $\phi$ 22 al lembo superiore e 7 $\phi$ 22 al lembo inferiore
Setti	7 $\phi$ 24 al lembo superiore e 7 $\phi$ 24 al lembo inferiore

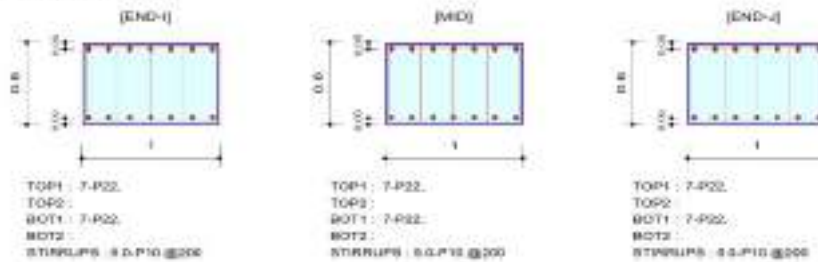
Nei confronti delle azioni di taglio, si dispongono nelle zone a ridosso dei setti dove si hanno sollecitazioni maggiori, spilli  $\phi$ 10/200x200.

#### Verifica SLU – Platea

### 1. Design Information

Design Code : Eurocode2-2:05  
 Unit System : kN, m  
 Material Data :  $f_{ck} = 32000$ ,  $f_{yk} = 450000$ ,  $f_{yw} = 450000$  KPa  
 Beam Span : 0,15 m  
 Section Property: 60x100\_PLATEA (No: 1)

### 2. Section Diagram



### 3. Bending Moment Capacity

	END-I	MID	END-J
Negative Moment ( $M_{Ed}$ )	2.98	2.31	3.12
(-) Load Combination No.	7	5	5
Factored Strength ( $M_{Rd}$ )	540.29	540.29	540.29
Check Ratio ( $M_{Ed}/M_{Rd}$ )	0.0053	0.0043	0.0058
Positive Moment ( $M_{Ed}$ )	467.88	443.99	437.29
(+) Load Combination No.	5	5	7
Factored Strength ( $M_{Rd}$ )	540.29	540.29	540.29
Check Ratio ( $M_{Ed}/M_{Rd}$ )	0.8660	0.8216	0.8094
Using Rebar Top ( $A_{s\_top}$ )	0.0027	0.0027	0.0027
Using Rebar Bot ( $A_{s\_bot}$ )	0.0027	0.0027	0.0027

### 4. Shear Capacity

	END-I	MID	END-J
Load Combination No.	8	6	6
Factored Shear Force ( $V_{Ed}$ )	213.60	217.17	225.50
Shear Strength by Conc ( $V_{Rdc}$ )	263.66	263.66	263.66
Shear Strength by Rebar ( $V_{Rds}$ )	946.84	946.84	946.84
Using Shear Reinf. ( $A_{sw}$ )	0.0004	0.0004	0.0004
Using Stirrups Spacing	5-0-P10 @200	5-0-P10 @200	5-0-P10 @200
Check Ratio	0.8102	0.8237	0.8553

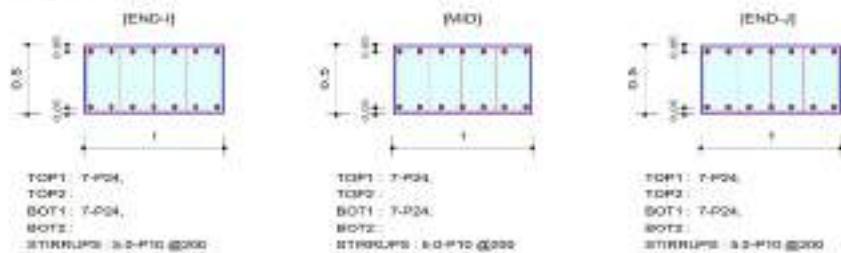
Verifica SLU – Pareti



**1. Design Information**

Design Code : Eurocode2-2:05  
 Unit System : kN, m  
 Material Data : fck = 32000, fyk = 450000, fyw = 450000 KPa  
 Beam Span : 0.5 m  
 Section Property : 50x100\_PARETI (No : 2)

**2. Section Diagram**



**3. Bending Moment Capacity**

	END-I	MID	END-J
Negative Moment (M_Ed)	432.85	408.99	382.25
(-) Load Combination No.	7	7	7
Factored Strength (M_Rd)	513.00	513.00	513.00
Check Ratio (M_Ed/M_Rd)	0.8438	0.7973	0.7461
Positive Moment (M_Ed)	464.35	438.20	390.04
(+) Load Combination No.	6	6	6
Factored Strength (M_Rd)	513.00	513.00	513.00
Check Ratio (M_Ed/M_Rd)	0.9052	0.8563	0.7603
Using Rebar Top (As_top)	0.0032	0.0032	0.0032
Using Rebar Bot (As_bot)	0.0032	0.0032	0.0032

**4. Shear Capacity**

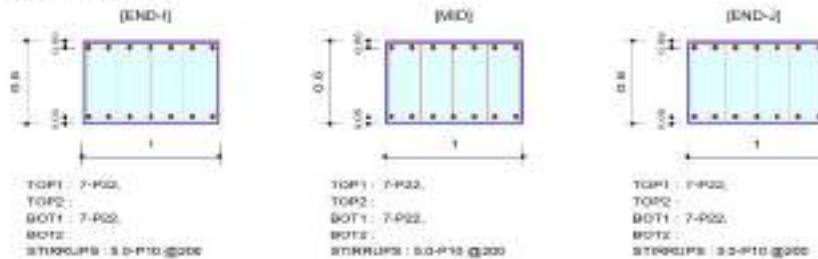
	END-I	MID	END-J
Load Combination No.	9	9	6
Factored Shear Force (V_Ed)	211.86	204.29	194.22
Shear Strength by Conc. (V_Rdc)	254.08	254.08	254.08
Shear Strength by Rebar (V_Rds)	774.69	774.69	774.69
Using Shear Reinf. (Asw)	0.0004	0.0004	0.0004
Using Stirrups Spacing	5-0-P10 @200	5-0-P10 @200	5-0-P10 @200
Check Ratio	0.8339	0.8040	0.7644

Verifica SLE – Platea

**1. Design Information**

Design Code : Eurocode2-2:05.  
 Unit System : kN, m  
 Material Data :  $f_{ck} = 32000$ ,  $f_{yk} = 450000$ ,  $f_{yw} = 450000$  KPa  
 Beam Span : 0.15 m  
 Section Property: 80x100\_PLATEA (No : 1)

**2. Section Diagram**



**3. Stress Check**

	END-I		MID		END-J	
	Concrete	Rebar	Concrete	Rebar	Concrete	Rebar
(-) Load Combination No.	15	15	15	15	15	15
Stress(s)	18.17	188.54	11.68	120.29	16.17	188.54
Allowable Stress(s <sub>a</sub> )	3023.81	360000.00	3023.81	360000.00	3023.81	360000.00
Stress Ratio(s/s <sub>a</sub> )	0.0053	0.0005	0.0039	0.0003	0.0053	0.0005
(+) Load Combination No.	15	15	15	15	15	15
Stress(s)	2869.47	29544.51	2685.32	27648.53	2869.47	29544.51
Allowable Stress(s <sub>a</sub> )	3023.81	360000.00	3023.81	360000.00	3023.81	360000.00
Stress Ratio(s/s <sub>a</sub> )	0.9490	0.0821	0.8881	0.0768	0.9490	0.0821

**7. Crack Control**

	END-I	MID	END-J
(-) Load Combination No.	19	19	19
Crack Width(w)	0.000	0.000	0.000
Allowable Crack Width(w <sub>a</sub> )	0.000	0.000	0.000
Check Ratio(w/w <sub>a</sub> )	0.0008	0.0004	0.0006
(+) Load Combination No.	19	19	19
Crack Width(w)	0.000	0.000	0.000
Allowable Crack Width(w <sub>a</sub> )	0.000	0.000	0.000
Check Ratio(w/w <sub>a</sub> )	0.1102	0.1028	0.1102

**5. Deflection Control**

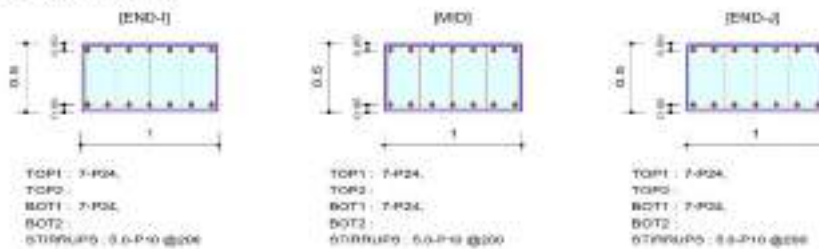
$L/27 = 0.000000 < 0.0000$  (LCB-15, POS: 0.3m from END-I) ..... O.K  
 Modeling: Finite Element Design & Analysis Software  
 http://www.fidionline.com  
 MIDAS/CIVIL 9.0.0.0

Verifica SLE – Pareti

**1. Design Information**

Design Code : Eurocode2-2:05  
 Unit System : kN, m  
 Material Data : fck = 32000, fyk = 450000, fyw = 450000 KPa  
 Beam Span : 0.5 m  
 Section Property : 50x100\_PARETI (No : 2)

**2. Section Diagram**



**3. Stress Check**

	END-I		MID		END-J	
	Concrete	Rebar	Concrete	Rebar	Concrete	Rebar
(-) Load Combination No.	19	19	19	19	13	13
Stress(s)	3162.03	31254.48	2920.03	28862.45	3041.19	30060.12
Allowable Stress(sa)	3326.19	360000.00	3326.19	360000.00	3326.19	360000.00
Stress Ratio(s/sa)	0.9506	0.0868	0.8779	0.0802	0.9143	0.0835
(+) Load Combination No.	19	19	19	19	13	13
Stress(s)	3162.03	31254.48	2920.03	28862.45	3041.19	30060.12
Allowable Stress(sa)	3326.19	360000.00	3326.19	360000.00	3326.19	360000.00
Stress Ratio(s/sa)	0.9506	0.0868	0.8779	0.0802	0.9143	0.0835

**7. Crack Control**

	END-I	MID	END-J
(-) Load Combination No.	19	19	17
Crack Width(w)	0.000	0.000	0.000
Allowable Crack Width(wa)	0.000	0.000	0.000
Check Ratio(w/wa)	0.1301	0.1202	0.1025
(+) Load Combination No.	19	19	17
Crack Width(w)	0.000	0.000	0.000
Allowable Crack Width(wa)	0.000	0.000	0.000
Check Ratio(w/wa)	0.1301	0.1202	0.1025

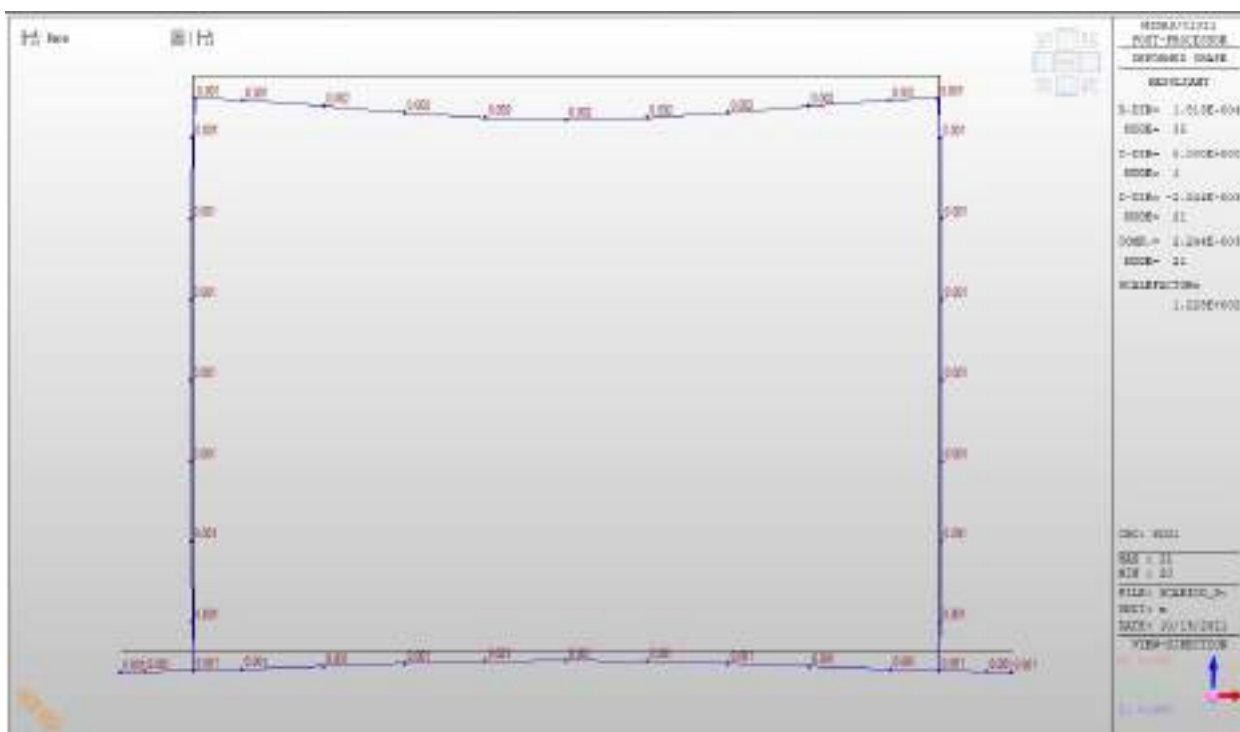
**5. Deflection Control**

Modeling Integrated Design & Analysis Software  
<http://www.MidasUser.com>  
 MIDAS/Civil V9.0.0  
 Print Date/Time : 15/10/2011 21:05

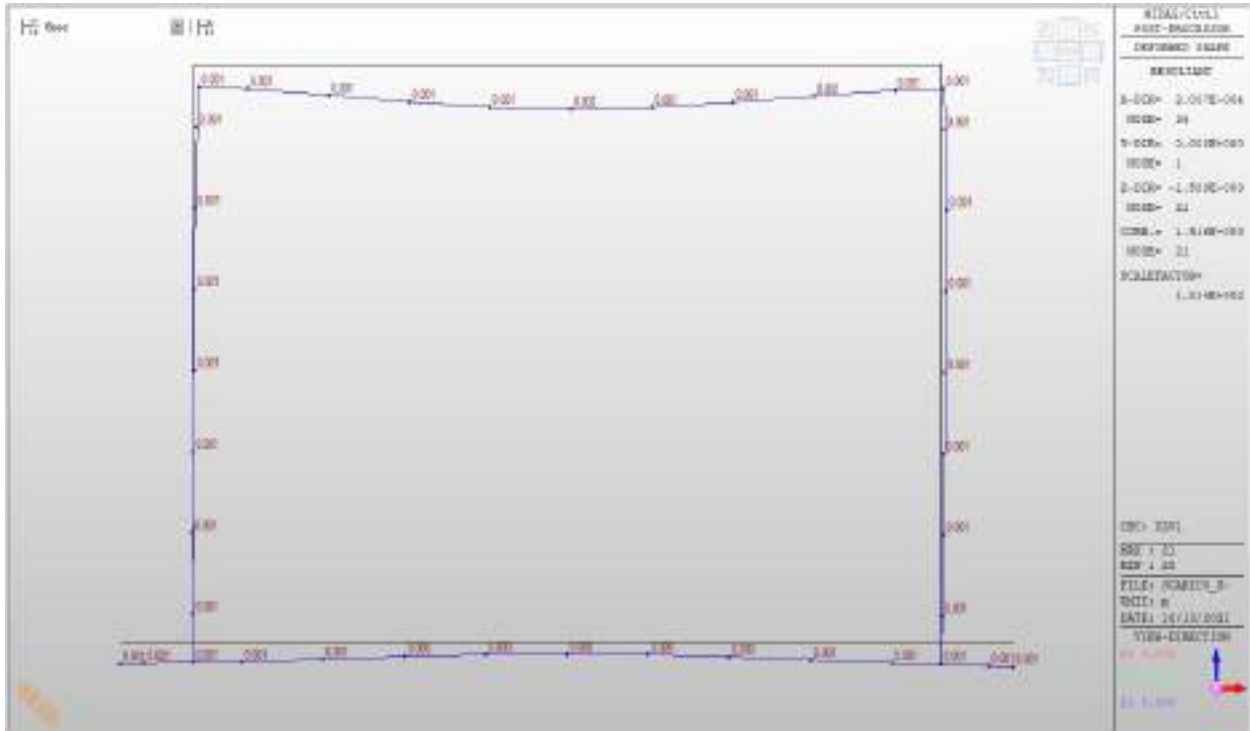
## 8.11 Configurazioni deformate

### 8.11.1 Sezione S1

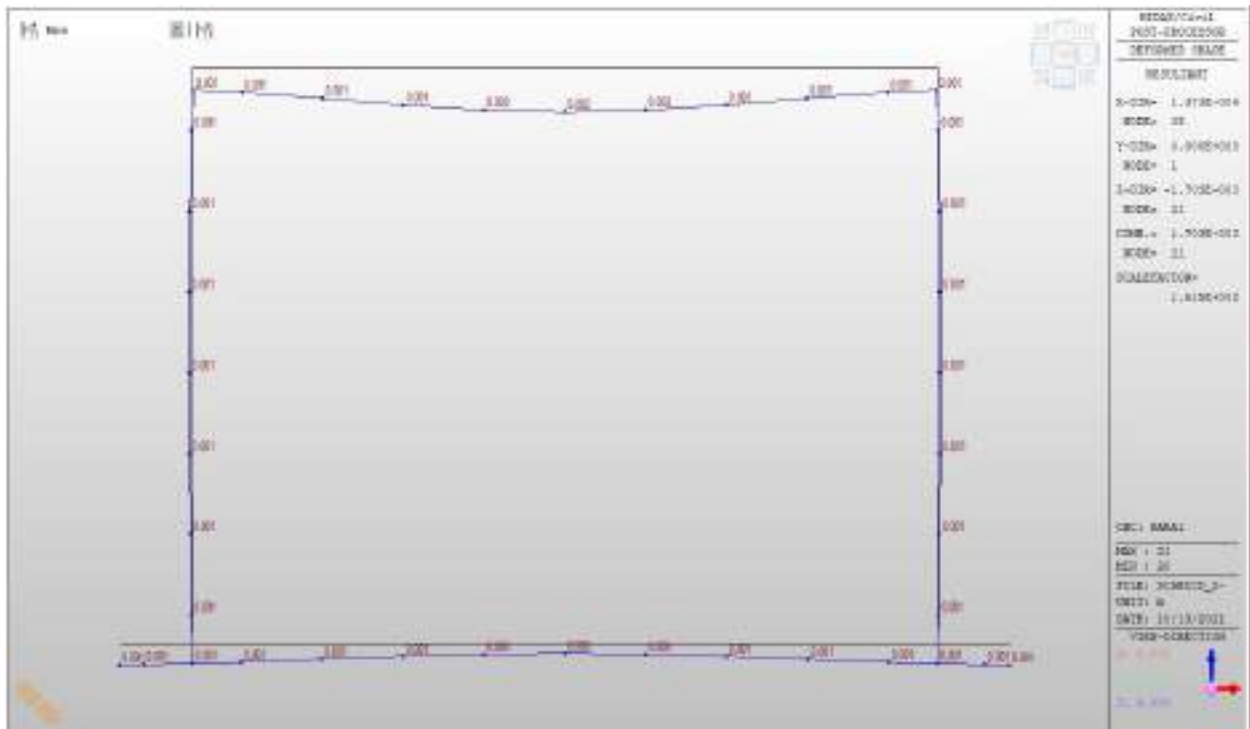
Si riportano nel seguito le configurazioni deformate della struttura (sezione S1) per le combinazioni SLU, SLV e SLE più significative.



**Figura 8-49 – Deformata struttura SLU comb. SLU1**



**Figura 8-50 – Deformata struttura SLV comb. SLV1**

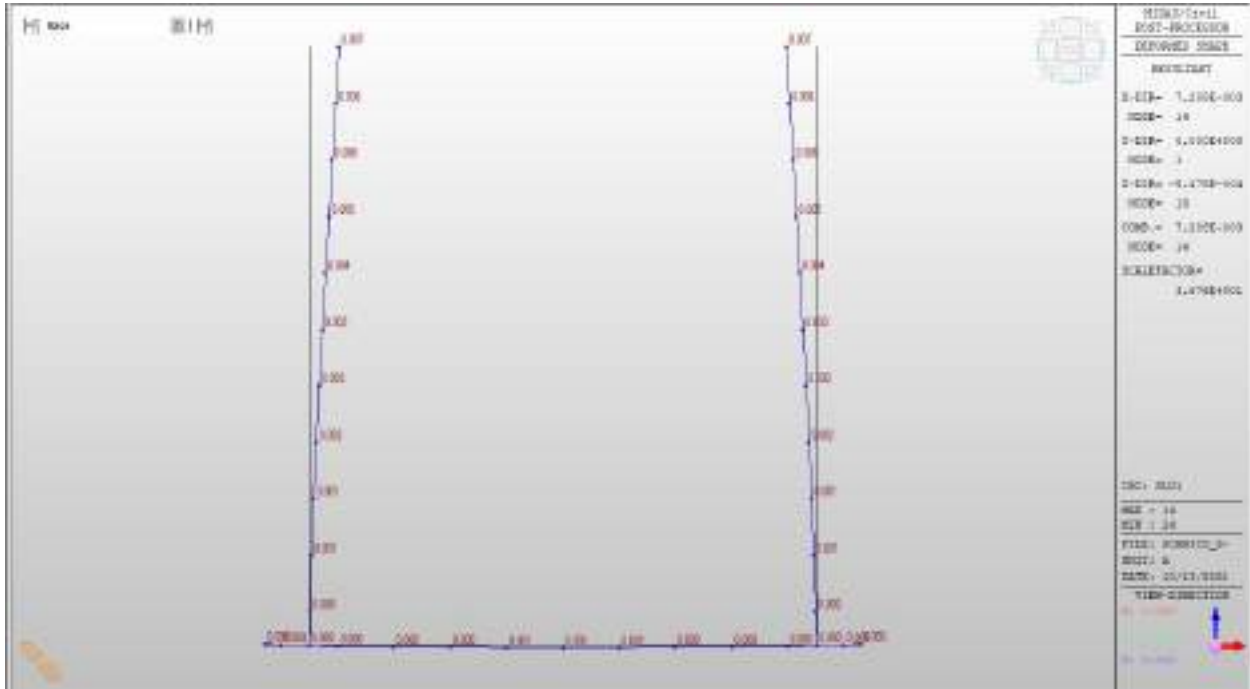


**Figura 8-51 – Deformata struttura SLE- RARA comb. RARA1**

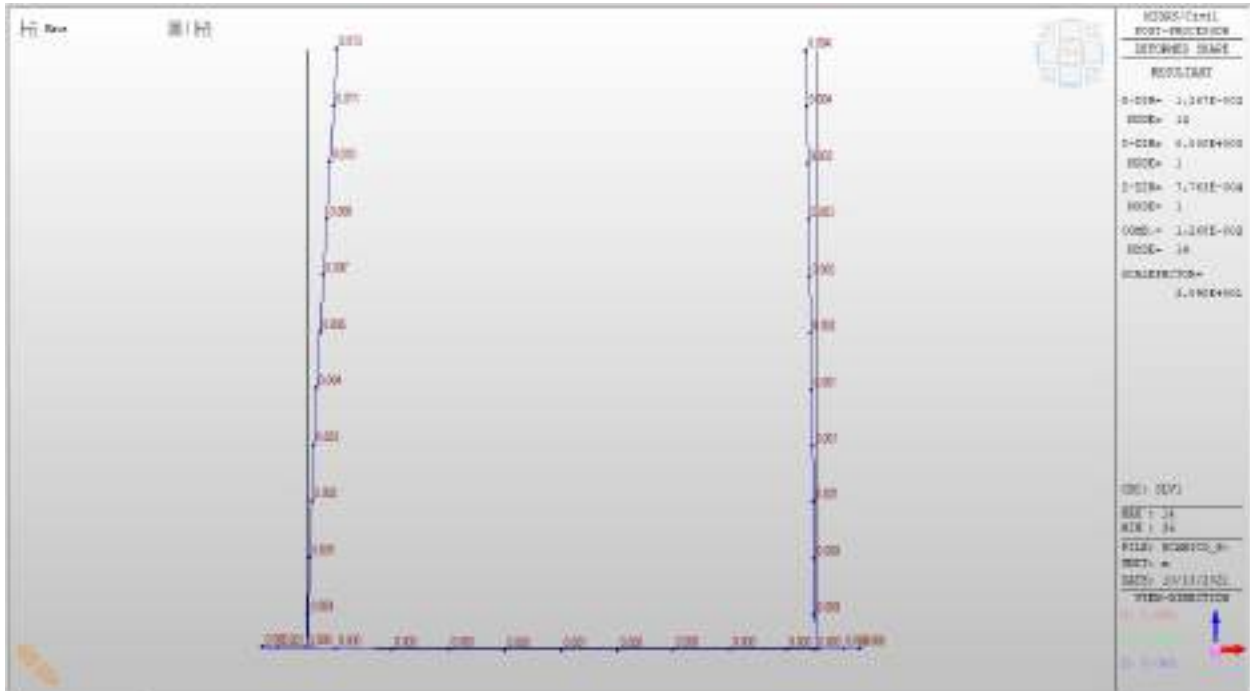
### 8.11.2 Sezione S10

Si riportano nel seguito le configurazioni deformate della struttura (sezione S10) per le combinazioni SLU, SLV e SLE più significative.

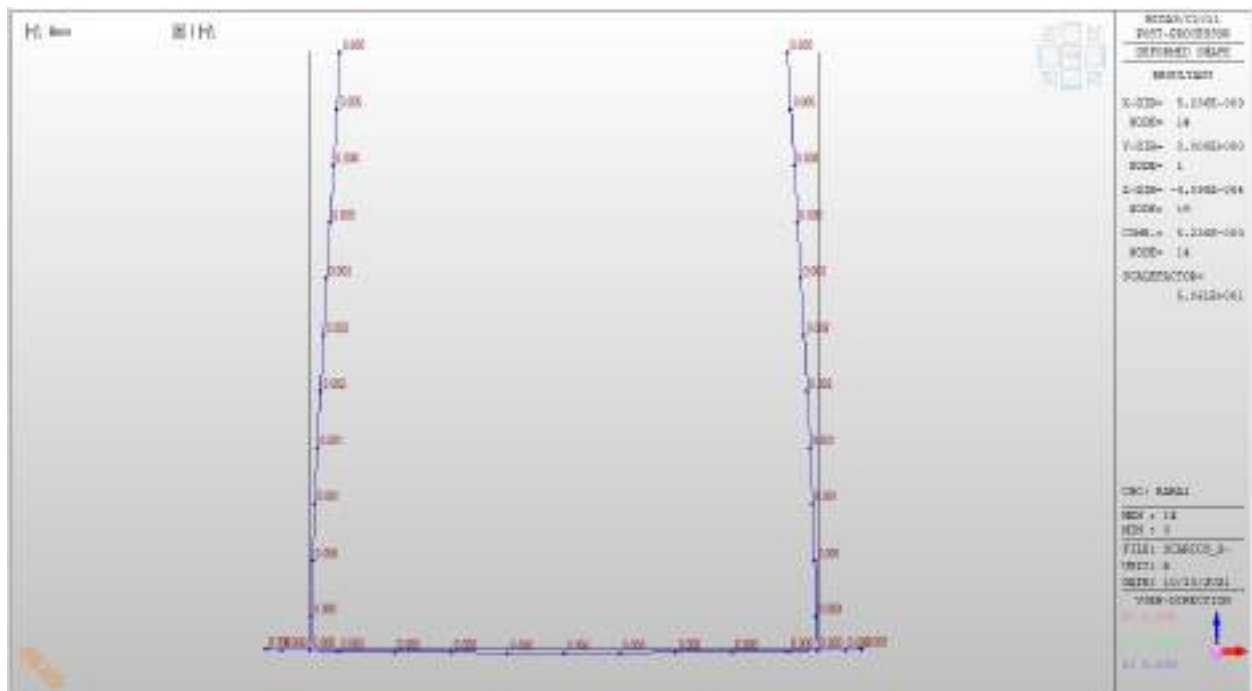




**Figura 8-52 – Deformata struttura SLU comb. SLU1**



**Figura 8-53 – Deformata struttura SLV comb. SLV1**



**Figura 8-54 – Deformata struttura SLE- RARA comb. RARA1**

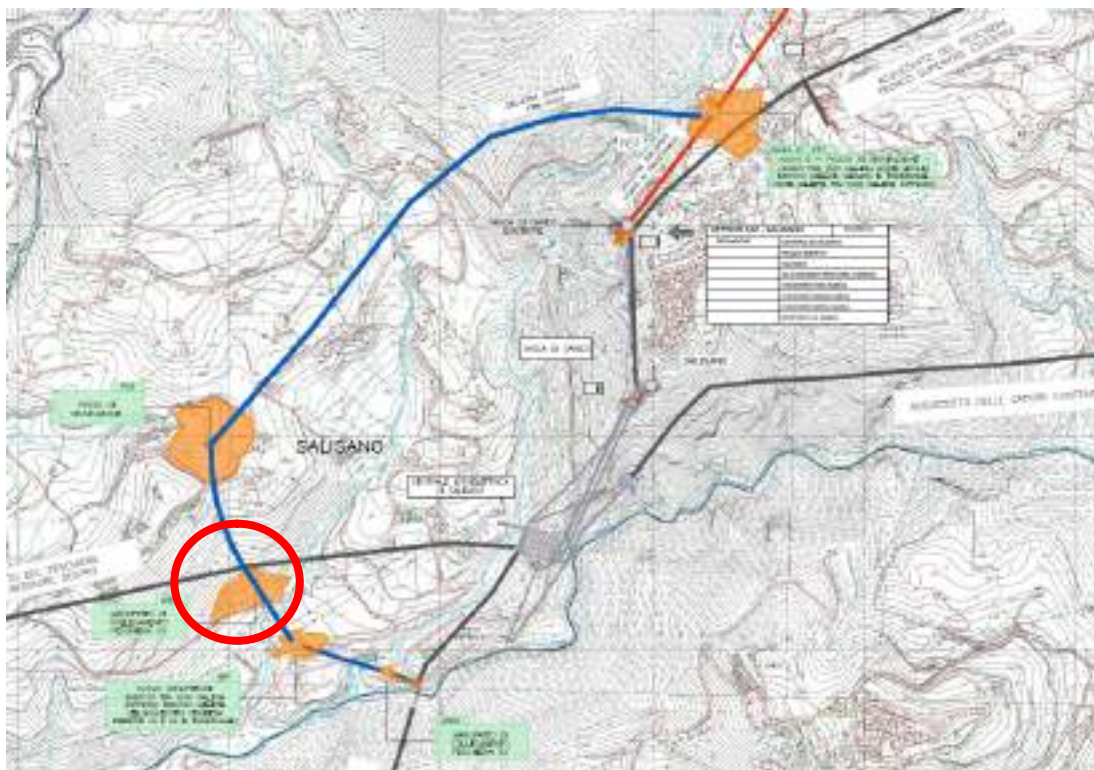
## **Riepilogo incidenze**

Si riporta di seguito un riepilogo delle incidenze per i vari elementi strutturali:

<b>CANALE DI SCARICO BIPARTITORE</b>		
<b>ELEMENTO</b>	<b>spessore (m)</b>	<b>incidenza (kg/m3)</b>
PLATEA SEZ.1	0.6	120
PARETI SEZ.1	0.6	120
COPERTURA SEZ.1	0.5	140
PLATEA SEZ.10	0.6	120
PARETI SEZ.10	0.5	160

## **9 MANUFATTI DI COLLEGAMENTO AL PESCHIERA DESTRO**

Il presente documento, facente parte del Progetto Definitivo (PD) relativo al Nuovo Tronco Superiore dell’Acquedotto del Peschiera (dalle Sorgenti alla centrale di Salisano), ha come oggetto la progettazione strutturale dei n°2 Nuovi Manufatti di Collegamento al Peschiera destro. L’area di studio della nuova opera ricade nel territorio della Provincia di Rieti interessando il comune di Salisano.



**Figura 9-1 – Ubicazione dei Manufatti di Collegamento al Peschiera Destro (PiDX)**

## 9.1 Software di calcolo

Per la modellazione, le analisi e le verifiche svolte sul manufatto in oggetto, sono stati utilizzati, oltre a fogli di calcolo excel, i seguenti software di calcolo:

- 1- Midas Civil 2021 versione 1.2 della MIDAS Information Technology Co.,Ltd. per l’analisi di strutture complesse in qualsiasi materiale:



**Figura 9-2 – Licenza Midas Civil 2021**

## 9.2 Inquadramento geotecnico

I risultati delle indagini geognostiche e geofisiche, unitamente ai rilievi geomeccanici e geostrutturali di campo, alle prove di laboratorio ed ai dati geologici pregressi e disponibili circa l’assetto litostratigrafico delle aree di indagine, hanno consentito la definizione dei parametri geotecnici delle unità litotecniche incontrate, ciascuna delle quali è costituita da terreni con un simile comportamento geotecnico, geomeccanico e sismico.

Ciascuna unità litotecnica è stata definita analizzando in maniera congiunta inoltre i risultati delle prove geofisiche effettuate, definendo differenti range di valori di velocità delle onde S (derivate da prospezioni MASW e Down-Hole), ciascuna associata ad un’unità litotecnica.

Infine, per tutta la lunghezza del tracciato di progetto è stato definito il modello geologico-tecnico e sismo-stratigrafico di riferimento, attribuendo ad ogni unità litotecnica i parametri medi. Nel caso in cui alle profondità di interesse fossero disponibili risultati ottenuti da prove di laboratorio geotecnico o in situ e dalle prospezioni sismiche (MASW, HVSR e Down-Hole), si sono utilizzati tali valori puntuali per la parametrizzazione geotecnica e sismo-stratigrafica dell’unità litotecnica.

Di seguito la parametrizzazione fisico-meccanica e sismica caratteristica delle unità litotecniche riconosciute:

UNITÀ MESOZOICHE		Quadro di sintesi del rilevamento geomeccanico effettuato. I valori sono la media dei singoli valori ottenuti dalle stazioni geomeccaniche								
Unità litotecnica	Descrizione	n° stazioni	$\gamma_s$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\sigma'_c$ (MPa)	$\tau_f$ (MPa)	RMR	GSI	$c'$ (MPa)	$\phi'$ (°)	$E_m$ (MPa)
SCT	Calcari marini e marne calcaree di colore grigio e marrone	6	26,0	82,90	4,61	II (51,16)	45	3,67	27	9421
SAB (APD)	Calcari calcarei ben stratificati	7	26,0	74,02	4,14	II (51,83)	49	3,59	28	10361
SB	Calcari e calcari marini di colore bianco	7	25,8	85,10	4,73	II (51,42)	51	3,91	28	9836
SAA	Calcari calcarei, calcari marini e marne di colore rosa, stratificati e nodulosi	8	25,8	75,21	4,18	II (53,35)	48	3,14	27	6015
SB	Calcari marini, marne e marne calcaree di colore grigio	2	26,3	105,85 *	5,86 *	II (51,00)	38	3,07	24	1358
SB	Calcari, calcari marini, calcari e marne calcaree di colore	1	25,7	101,40 *	5,63 *	II (48,00)	25	2,78	20	1050

\* Parametri geomeccanici ottenuti dalle prove in laboratorio condotte sulla formazione che precede l'attuale, in quanto riferiti alla scala compresiva attuale

**K<sub>11</sub>**  
Litologia: MB  
GS: 25  
RMR: 50 (II)  
Fr: 12

**K<sub>20</sub>**  
Litologia: SAB  
GS: 50  
RMR: 51 (II)  
Fr: 25

**K<sub>18</sub>**  
Litologia: SB  
GS: 48  
RMR: 53 (II)  
Fr: 7,2

**K<sub>27</sub>**  
Litologia: MA  
GS: 60  
RMR: 60 (II)  
Fr: 6,6

**K<sub>21</sub>**  
Litologia: POC  
GS: 30  
RMR: 48 (II)  
Fr: 18

**K<sub>17</sub>**  
Litologia: MA  
GS: 55  
RMR: 47 (II)  
Fr: 16,4

**K<sub>23</sub>**  
Litologia: SB  
GS: 25  
RMR: 41 (II)  
Fr: 22,9

**K<sub>28</sub>**  
Litologia: MA  
GS: 25  
RMR: 41 (II)  
Fr: 24

**K<sub>25</sub>**  
Litologia: SB  
GS: 43  
RMR: 51 (II)  
Fr: 34,5

**K<sub>14</sub>**  
Litologia: SB  
GS: 25  
RMR: 50 (II)  
Fr: 12,8

**K<sub>26</sub>**  
Litologia: SB  
GS: 60  
RMR: 50 (II)  
Fr: 19,6

DEPOSITI E COPERTURE QUATERNARIE		Valori medi da prove geotecniche				Valori medi da prove geomeccaniche				Parametri da prove di laboratorio							
Unità litotecnica	Descrizione	n° prove	$\gamma_s$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\phi$ (°)	$E_s$ (MPa)	n° prove	$E_s$ (MPa)	$\phi$ (°)	$E_s$ (MPa)	n° prove	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\sigma'_{100}$ (kPa)	$\sigma'_{100}$ (kPa)	$\sigma'_{100}$ (kPa)	$\sigma'_{100}$ (kPa)	$\sigma'_{100}$ (kPa)	$\sigma'_{100}$ (kPa)
U1	Argilla e limo con sabbia e ghiaia	9	21	—	4	—	—	—	—	9	20-26	0-45	12-24	4.0	0.3	1.1	—
U2	Argilla e limo con sabbia e ghiaia	20	20	31	—	—	—	—	—	9	20-23	0-31	17-28	4.3	0.3	0.64	—
U3	Argilla e limo con sabbia e ghiaia	12	—	30	31	—	—	—	—	12	17-21	0-30	10-18	4.3	0.7	0.3	—
U4	Argilla e limo con sabbia e ghiaia	8	—	31	30	—	—	—	—	8	20-23	0-42	10-20	4.3	0.3	1.0	—
U5	Argilla e limo con sabbia e ghiaia	17	—	30	31	—	—	—	—	9	17-24	0-30	10-20	3.1	0.7	4.5	—
U6	Argilla e limo con sabbia e ghiaia	13	—	30	31	—	—	—	—	4	17-24	0-30	10-20	4.0	0.7	1.1	100-1000
U7	Conglomerati clastosostenuti, con clasti arenacei, silicei e calcarei	7	20	2	0	8	308	42	287	7	20-18	—	—	—	—	—	—
U8	Conglomerati clastosostenuti, con clasti arenacei, silicei e calcarei	7	2	2	2	1	311	41	182	1	20	—	—	—	—	—	—
U9	Conglomerati clastosostenuti, con clasti arenacei, silicei e calcarei	12	—	30	31	7	303	46	127	8	173-28	—	—	—	—	—	—

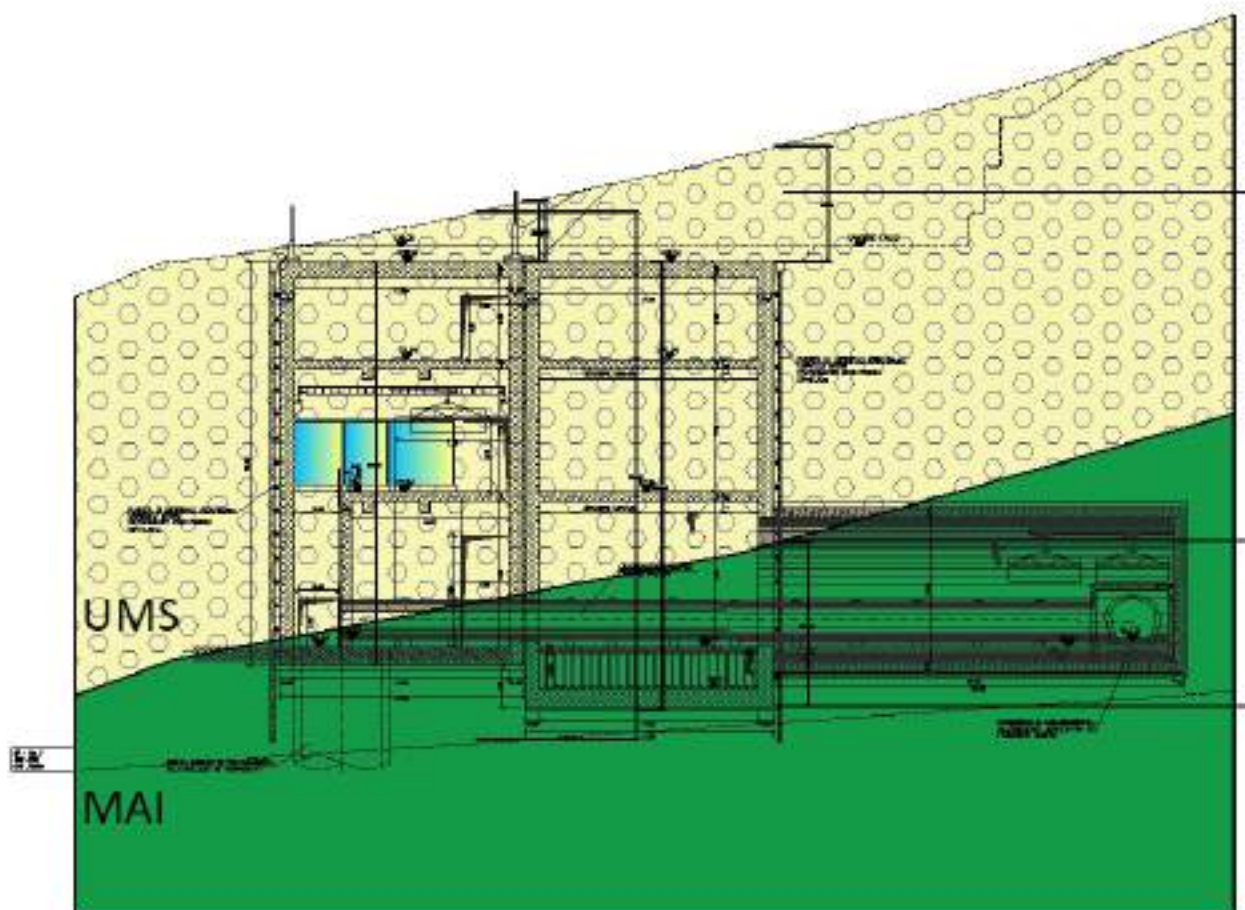
Si riporta di seguito la sezione stratigrafica utilizzata e successivamente i parametri geomeccanici di riferimento per il calcolo delle azioni del terreno sul manufatto e sulle paratie perimetrali.

### Unità UMS

DEPOSITI E COPERTURE QUATERNARIE		Valori medi da prove geomeccaniche			Modulo $E_s$ statico da geosismica	
Unità litotecnica	Descrizione	n° prove	$E_s$ (MPa)	$\phi$ (°)	$E_s$ (MPa)	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )
UMS	Conglomerati clastosostenuti, con clasti arenacei, silicei e calcarei	1	113	41	102	20

### Unità MAI

UNITÀ MESOZOICHE		Quadro di sintesi del rilevamento geomeccanico effettuato. I valori sono la media dei singoli valori ottenuti dalle stazioni geomeccaniche								
Unità litotecnica	Descrizione	n° stazioni	$\gamma_s$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\sigma'_c$ (MPa)	$E_s$ (MPa)	RMR	GS	$c$ (MPa)	$\phi$ (°)	$E_m$ (MPa)
MAI (4POB)	Calcari micritici ben stratificati	7	25.0	74.92	4.16	81 (51.82)	49	3.59	28	10361



**Figura 9-3 – Inserimento opera nella stratigrafia geologica di riferimento**

In merito alla falda, come evidenziato nella relazione geologica non è stata rilevata alle quote di interferenza con le opere.

### **9.3 Inquadramento sismico**

In riferimento al livello di prestazione rispetto alla durabilità si assume un valore di VN pari a 100 anni. Vista la rilevanza che l’opera assume e la sua strategicità, la stessa dovrà essere progettata in classe d’uso IV. Inoltre, è opportuno segnalare

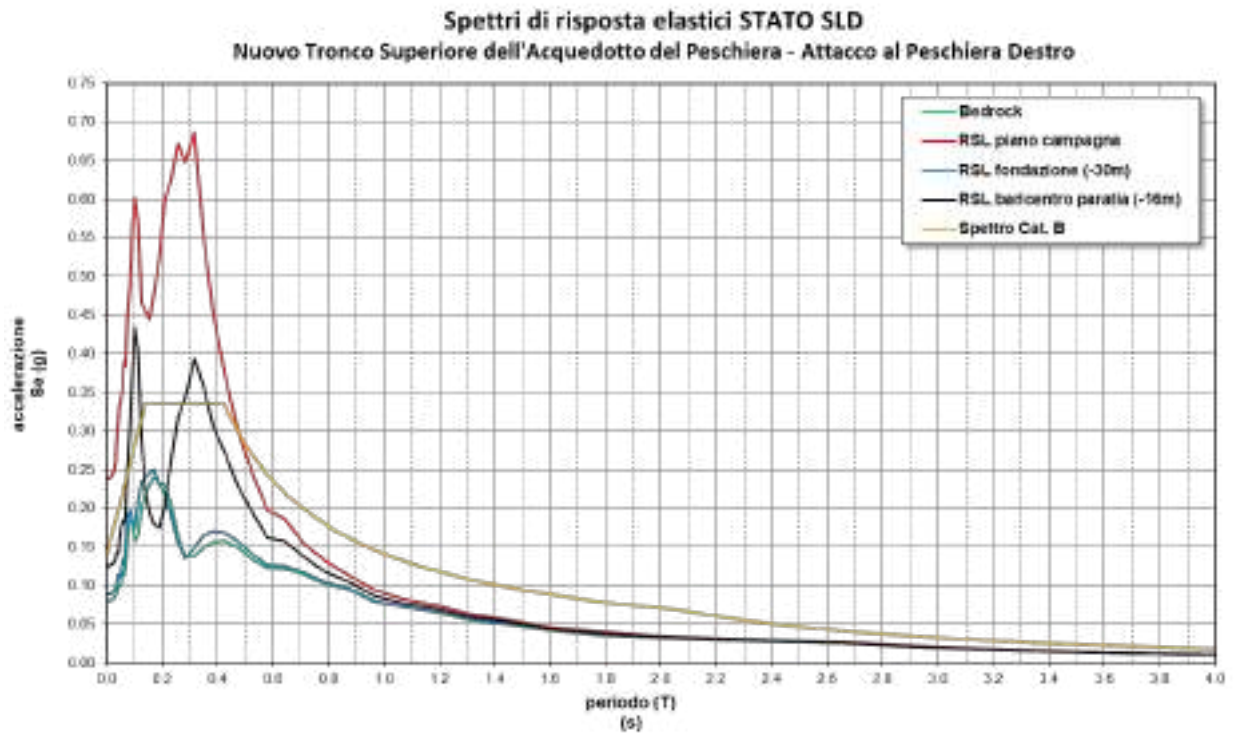


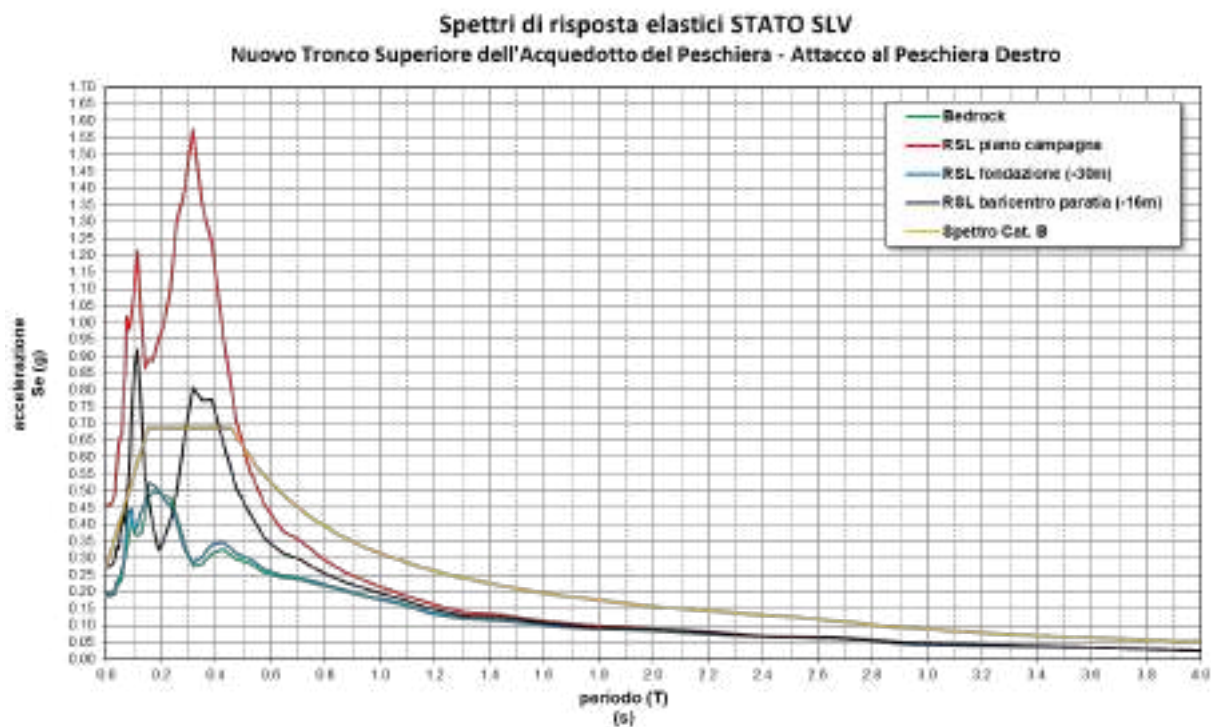
come l’assunto di opera strategica, e quindi aver assegnato una classe d’uso pari a IV, conferisce all’infrastruttura acquedottista una classe di affidabilità elevata.

Per i due Manufatti oggetti di calcolo sono stati considerati quindi i seguenti parametri sismici:

- Vita Nominale: 100 anni
- Classe d’uso: IV
- Zona Sismica Coordinate WGS84  
Long. Est 12.73537 - Lat Est 42.24989
- Categoria Suolo B
- Parametri indipendenti di pericolosità sismica
- Quota Zero sismico: 178.0m slm (Piano campagna)
- Spettri elastici

Per gli spettri elastici si è fatto riferimento a quanto riportato nella relazione geologica, in particolare agli studi specifici di risposta sismica locale, ed inseriti i valori degli spettri nel modello di calcolo:





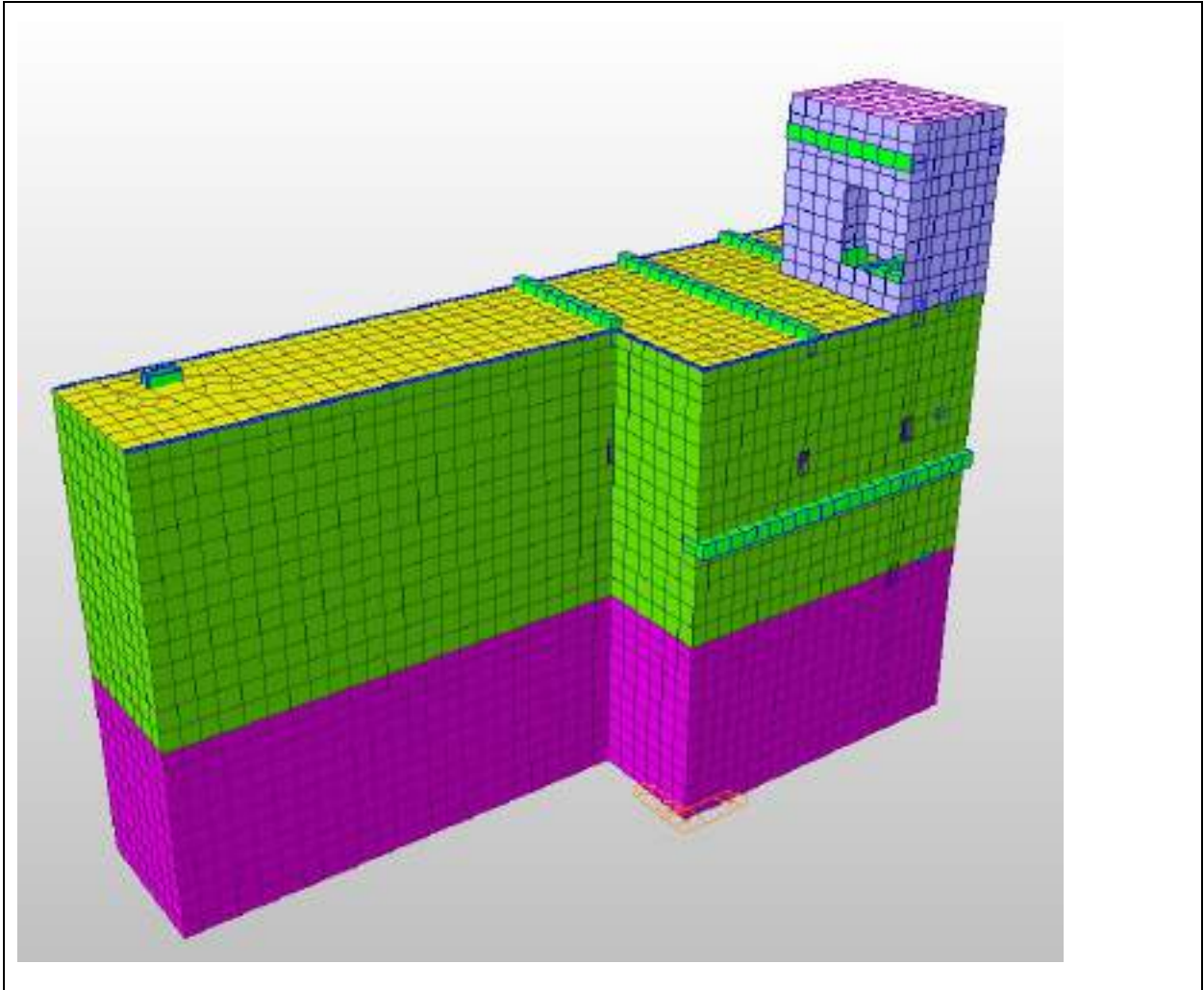
## 9.4 Schema di calcolo

La struttura è stata modellata per mezzo del software ad elementi finiti Midas Civil mediante elementi di tipo shell.

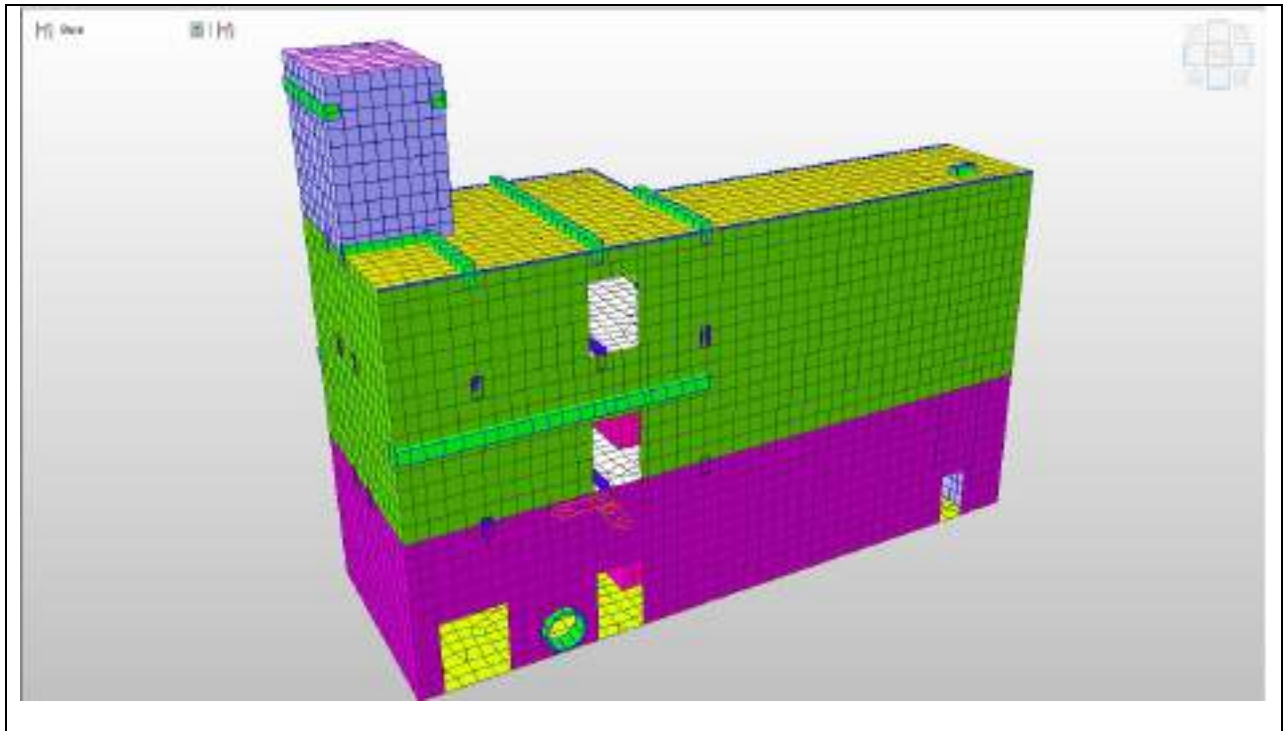
Sono stati realizzati n°2 modelli di calcolo, analizzati separatamente.

Per il singolo modello di calcolo è stata modellata sia la parte profonda che quella fuori terra, ove presente, modellando anche gli orizzontamenti con le relative aperture o fori.

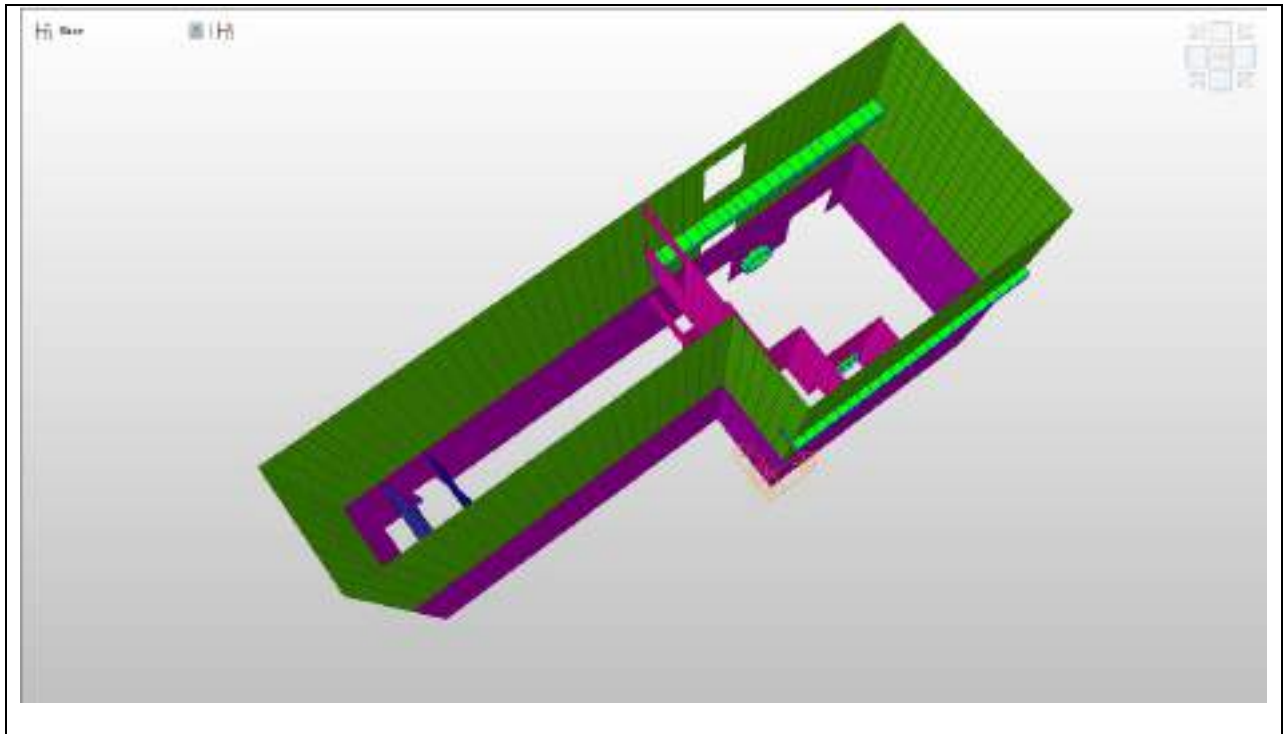
Di seguito i due modelli FEM implementati:



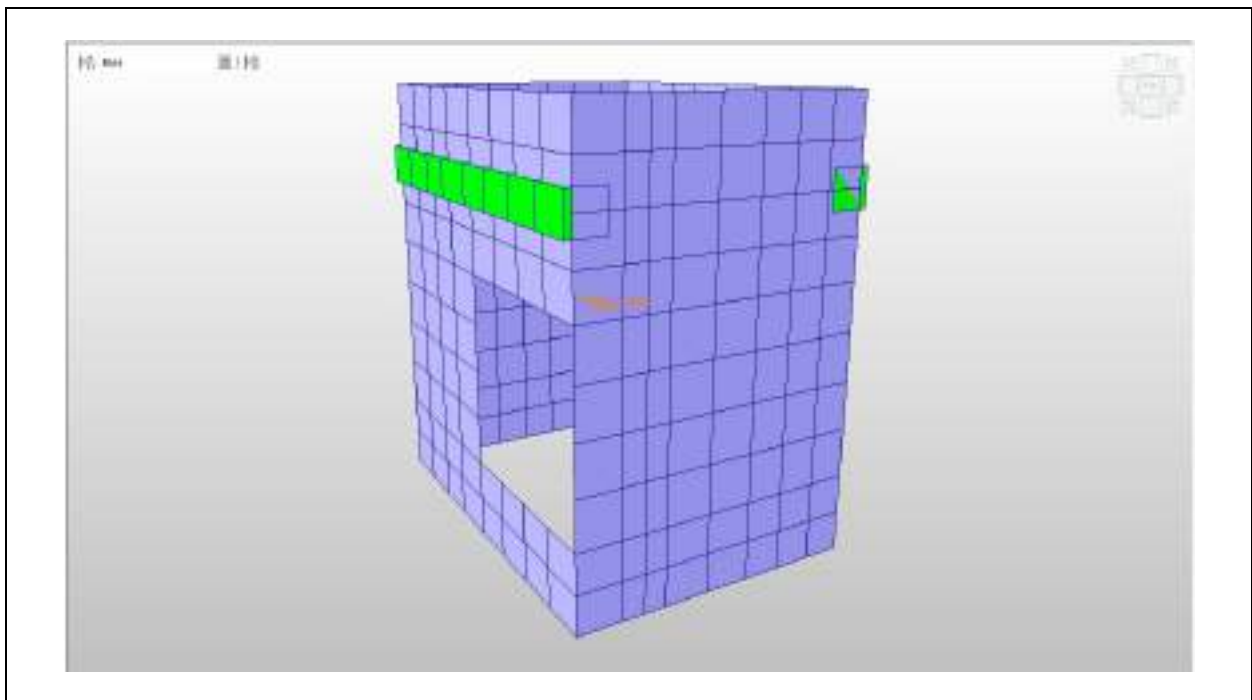
**Figura 9-4 – MANUFATTO 1 – LATO SUD-OVEST**



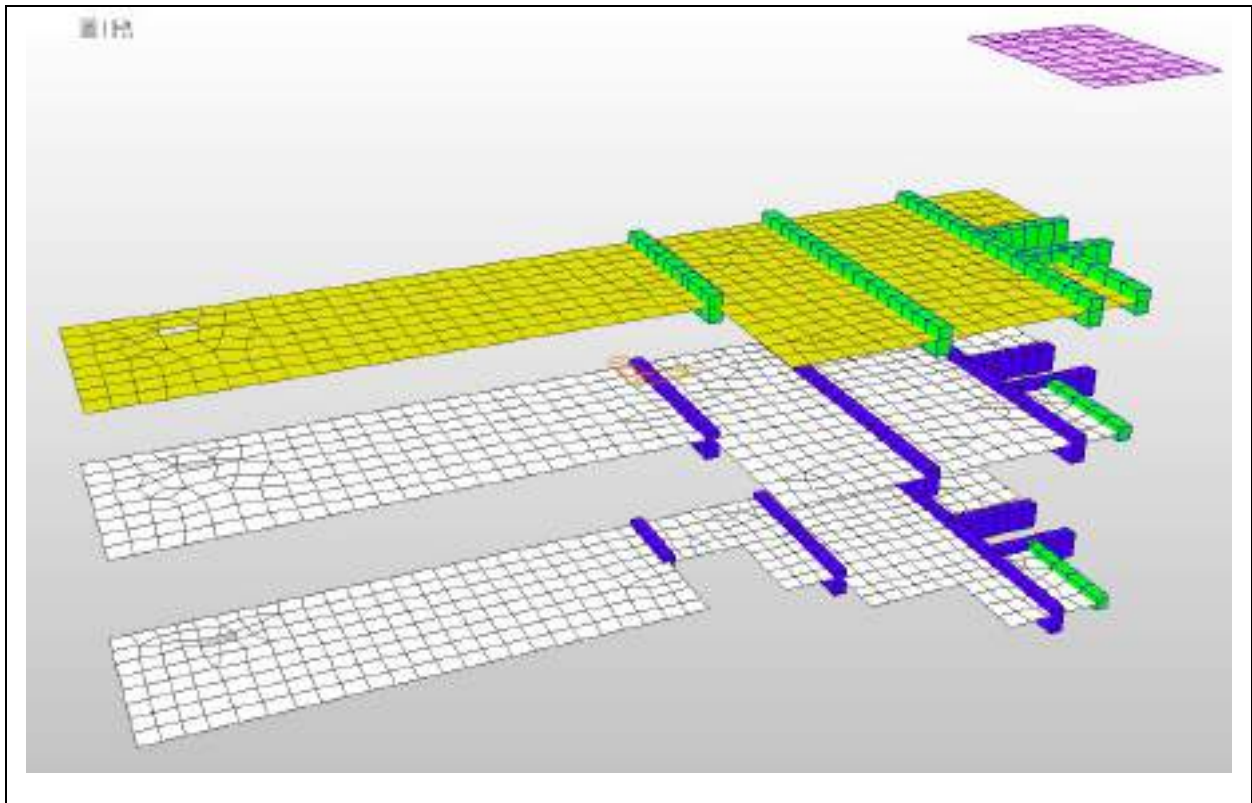
**Figura 9-5 – MANUFATTO 1 – LATO NORD-EST**



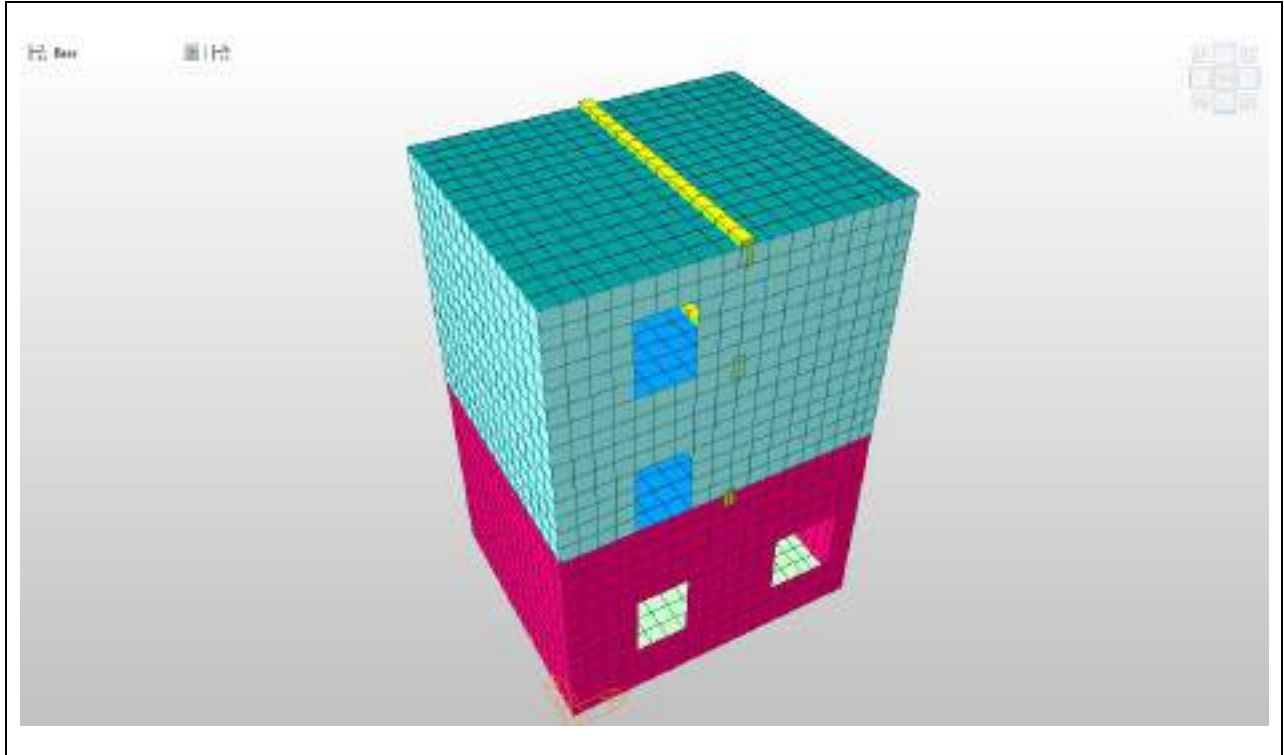
**Figura 9-6 – MANUFATTO 1, vista dei setti interrati**



**Figura 9-7 – MANUFATTO 1, vista setti fuori terra**

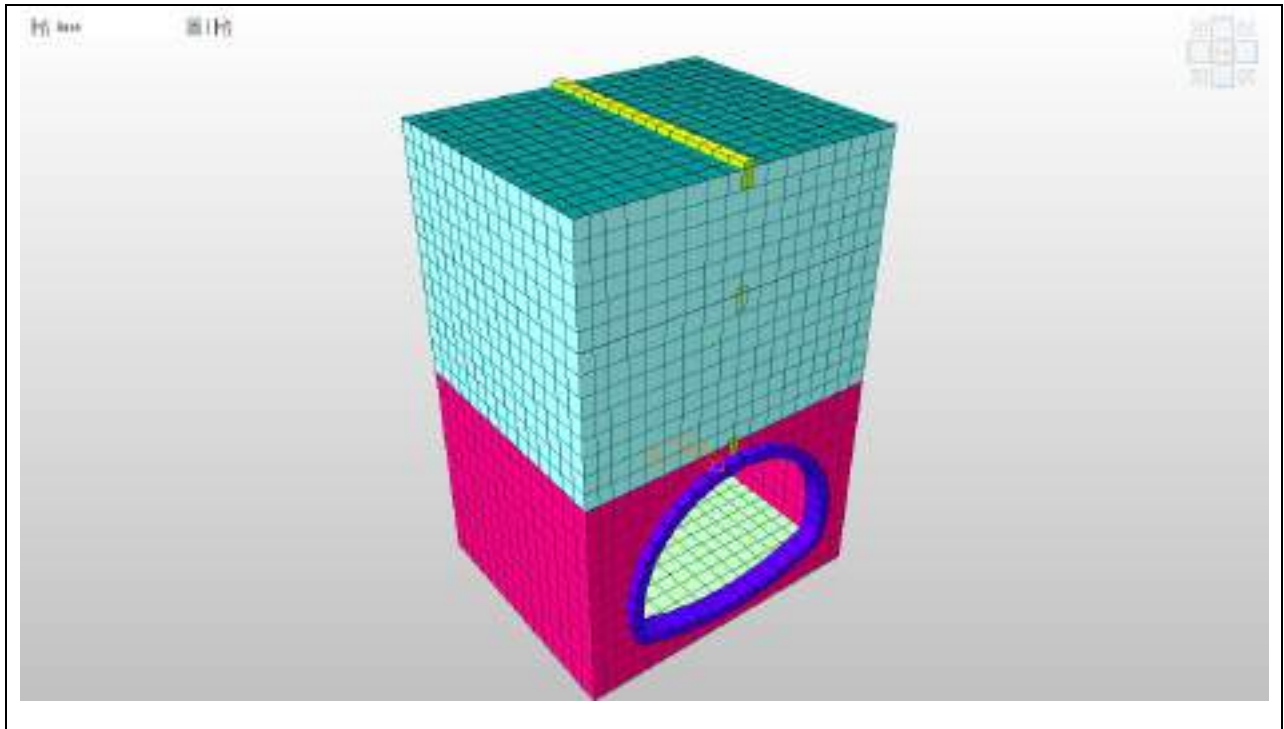


**Figura 9-8 – MANUFATTO 1, orizzontamenti**

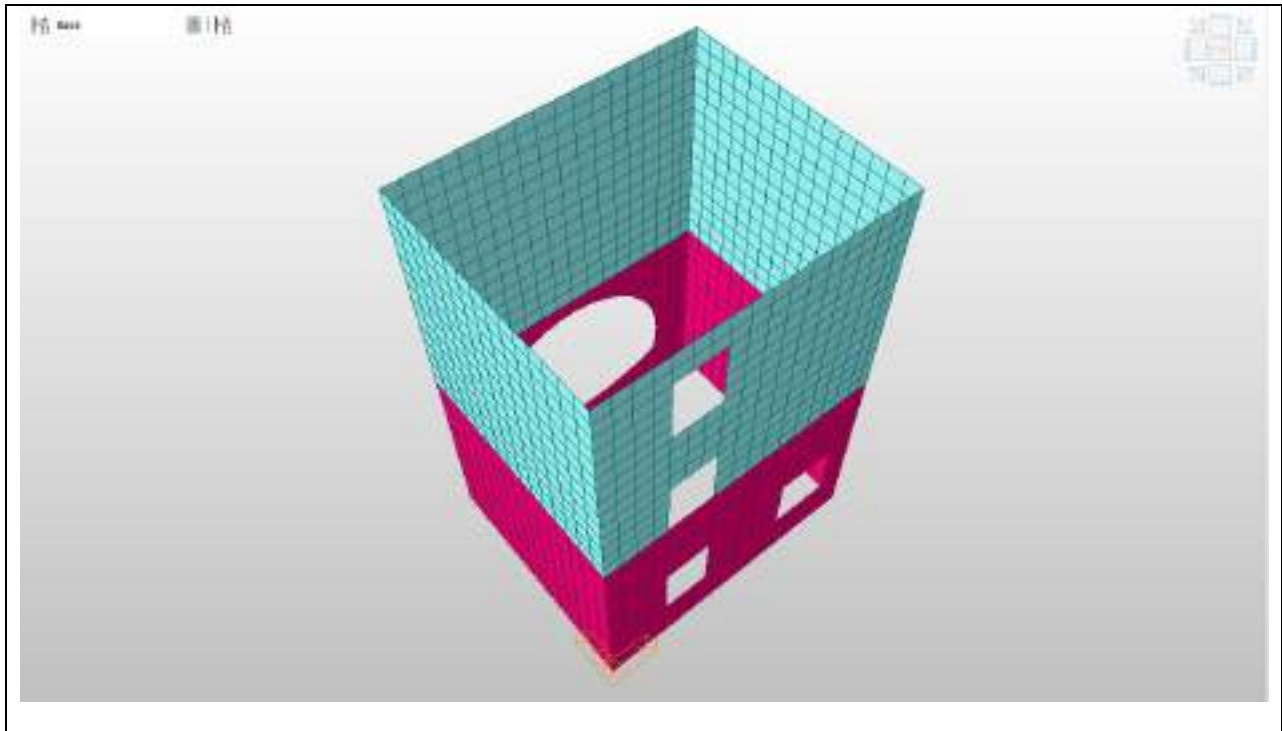


**Figura 9-9 – MANUFATTO 2 – LATO SUD-OVEST**

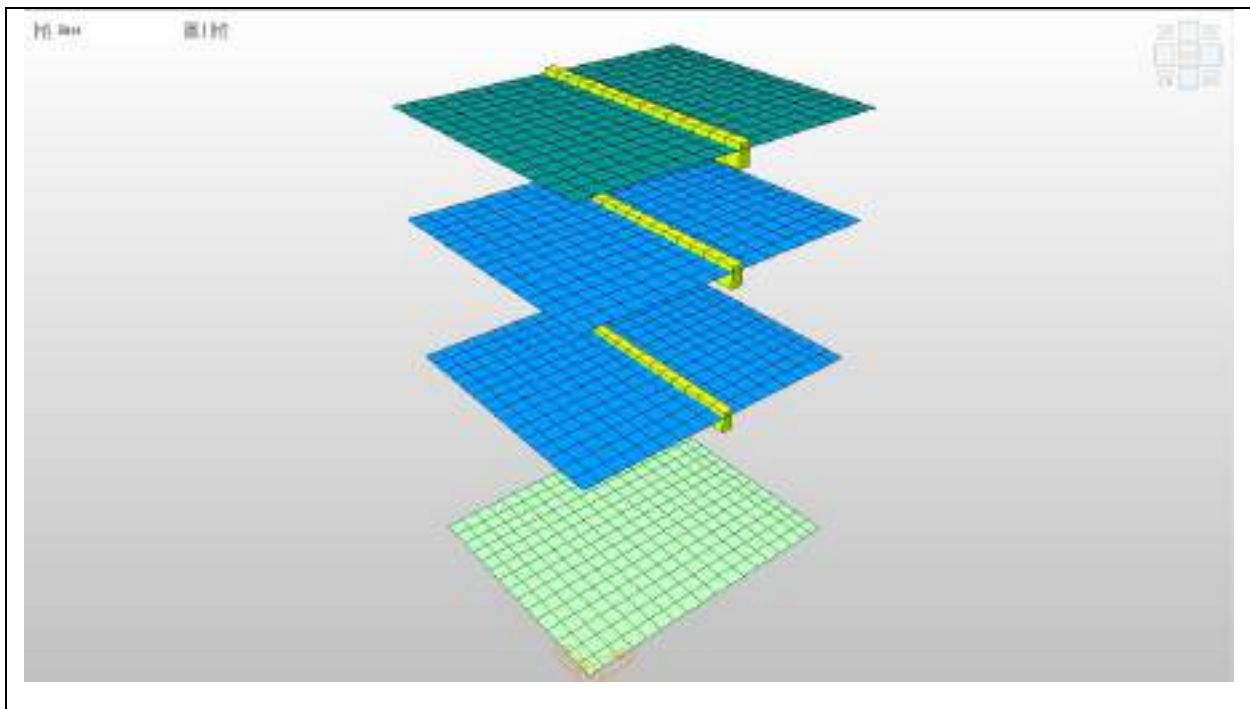




**Figura 9-10 – MANUFATTO 2 – LATO NORD-EST**



***Figura 9-11 – MANUFATTO 2, vista dei setti interrati***



*Figura 9-12 – MANUFATTO 2, orizzontamenti*

## 9.5 Analisi dei carichi - MANUFATTO 1

Si riporta di seguito l'analisi dei carichi per la struttura denominata MANUFATTO 1.

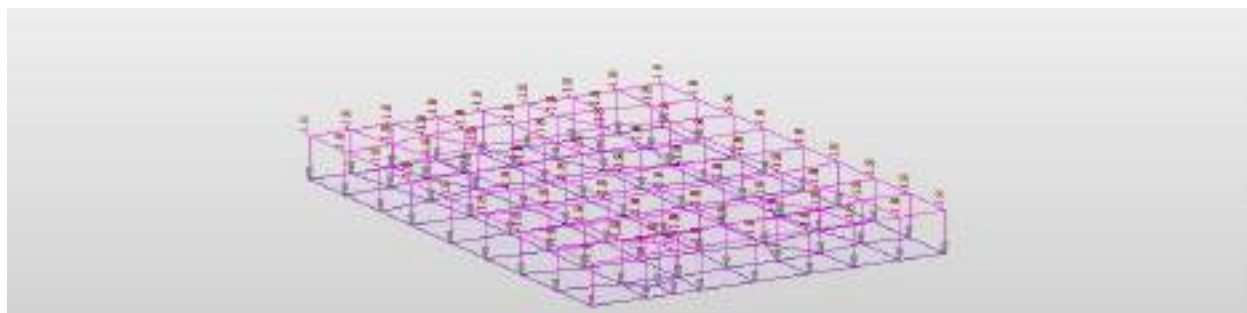
### 9.5.1 Peso proprio

Il peso proprio degli elementi principali della struttura, viene calcolato in automatico dal programma, una volta assegnata la geometria dei vari elementi strutturali con i relativi materiali costituenti ( $\gamma_{cls} = 25 \text{ kN/m}^3$  peso specifico del c.a.).

### 9.5.2 Azioni solaio di copertura

#### Permanente portato

- Massetto pendenze:  $0.10 \times 14 = 1.40 \text{ kN/m}^2$
- Guaina:  $0.40 \text{ kN/m}^2$

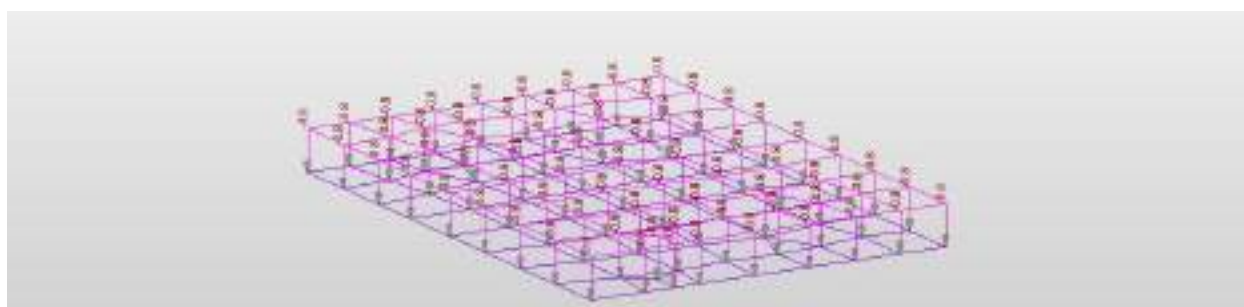
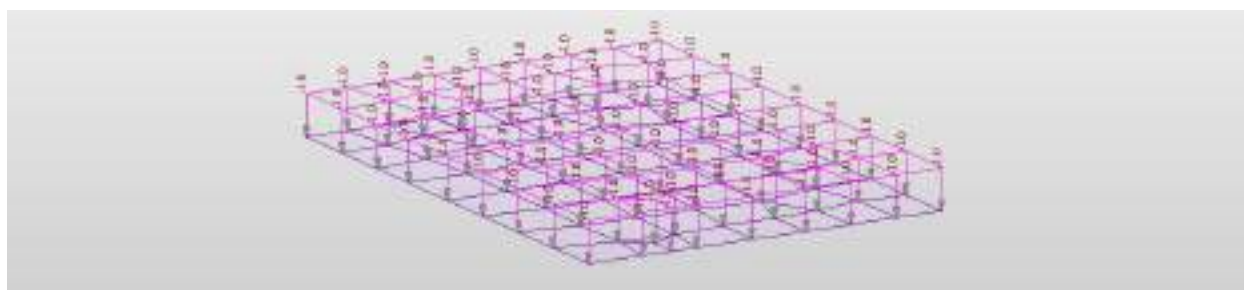


*Figura 9-13 – MANUFATTO1 – Caso di carico "Permanente portato"*

#### Variabili

- Carico accidentale in copertura;  $Q_{k,1} = 1.00 \text{ kN/m}^2$
- Carico neve in copertura  $Q_{k,2} = 0.80 \text{ kN/m}^2$

DATI GENERALI DI STRUTTURA			
DATI DI CALCOLO PER AZIONE NEVE			
Zona Geografica	II	Coefficiente Termico	1.00
Altitudine sito s.l.m. (m)	180	Coefficiente di forma	0.80
Tipo di Esposizione	Normale	Coefficiente di esposizione	1.00
Carico di riferimento $\text{kN/m}^2$	1.00	Carico neve di calcolo $\text{kN/m}^2$	0.80
Il calcolo della neve e' effettuato in base al punto 3.4 del D.M. 2018 e relative modifiche e integrazioni riportate nella Circolare del 21/01/2019			



**Figura 9-14 – BIPARTITORE – Caso di carico "Manutenzione" e "Neve"**

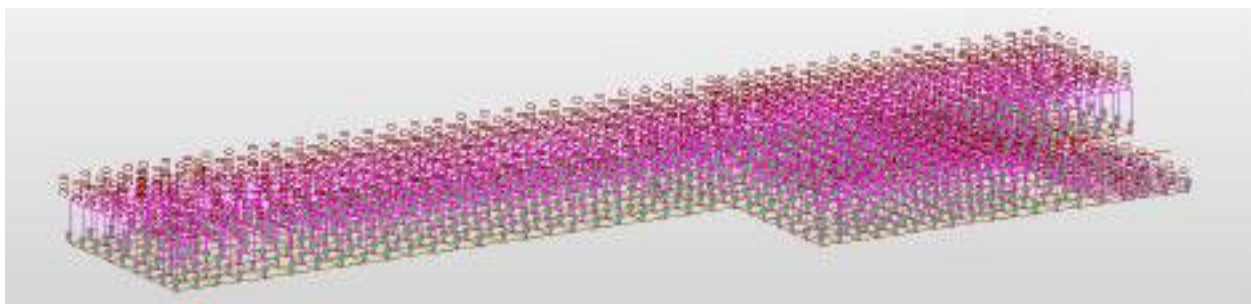
### 9.5.3 Azioni solaio a quota piano campagna

Per il solaio a quota piano campagna è stata considerata un'area possibilmente sottoposta a carichi dovuti al transito di mezzi ed al carico da folla; i pesi permanenti portati sono dovuti al riempimento + pavimentazione ed all'azione verticale dovuta alla presenza di opere di sostegno in c.a. che insistono sull'orizzontamento.

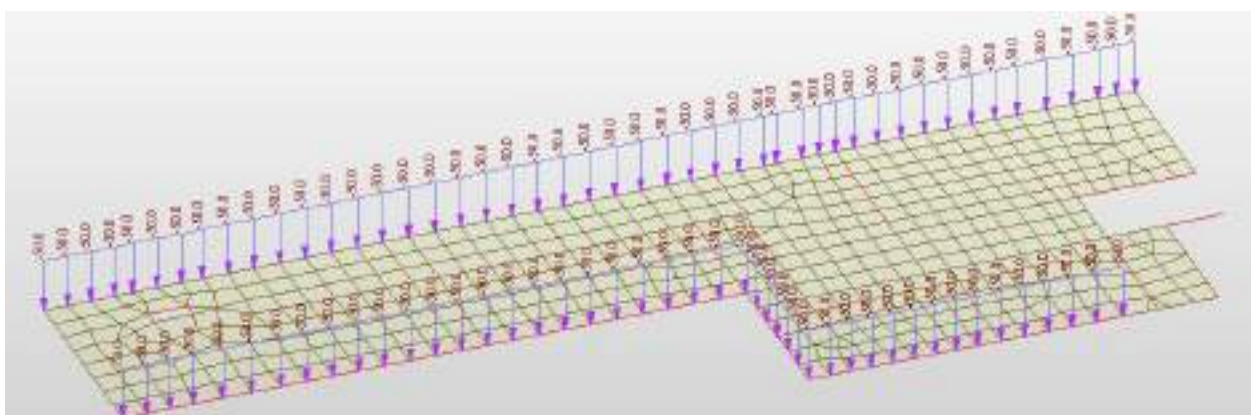
Permanente portato

Sovraccarico riempimento e pavimentazione			Peso permanente Muri di Sostegno		
$\gamma$ riemp=	20	kN/m <sup>3</sup>	$b_{cls}$ =	1.8	m
$\gamma$ pav=	22	kN/m <sup>3</sup>	$h_{cls}$ =	2	m
$z_{terr}$ =	0.9	m	$sp_{cls}$ =	0.3	m
$z_{pav}$ =	0.1	m	$b_{terr}$ =	0.5	m
$\sigma_v$ =	20	kN/m <sup>2</sup>	$h_{terr}$ =	2	m
			$p_{grigliato}$ =	1	kN/m
			$\gamma_{cls}$ =	25	kN/m <sup>3</sup>
			$\gamma_{nat}$ =	20	kN/m <sup>3</sup>
			G2k=	50	kN/ml

- $g_{2k}$ , riemp+pav: 20.00 kN/m<sup>2</sup>
- G2k, muri di sostegno: 50.00 kN/ml



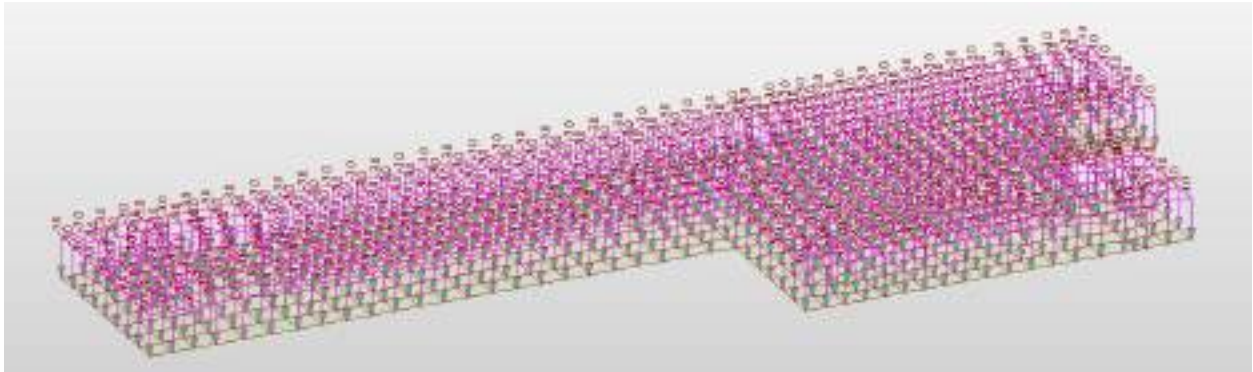
**Figura 9-15 – MANUFATTO1 – Caso di carico "G2k, permanente portato"**



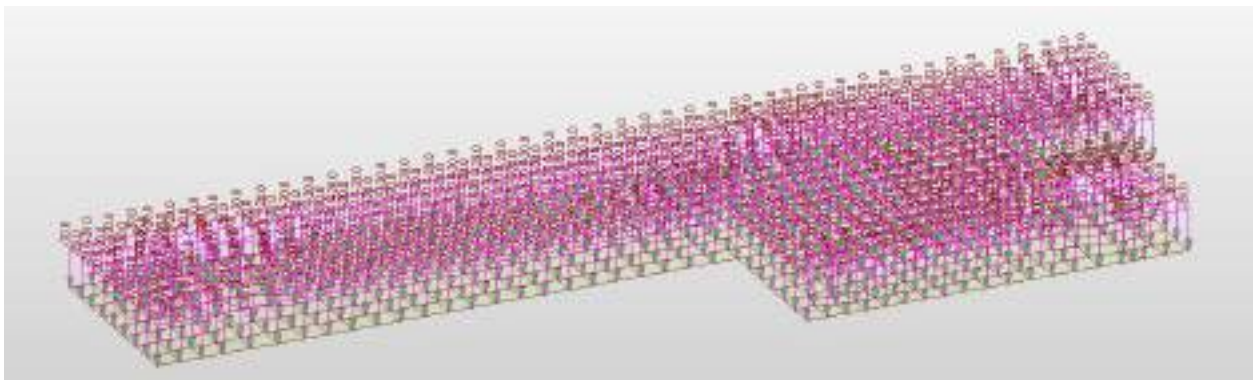
**Figura 9-16 – MANUFATTO1– Caso di carico "G2k, Muri livello 0"**

### Variabili

- Sovraccarico accidentale di categoria E:  $Q_{k,3} = 3.00 \text{ kPa}$
- Sovraccarico accidentale mezzi di manutenzione  $Q_{k,4} = 20 \text{ kPa}$



**Figura 9-17 – MANUFATTO1 – Caso di carico "Qk Folla cat. E"**



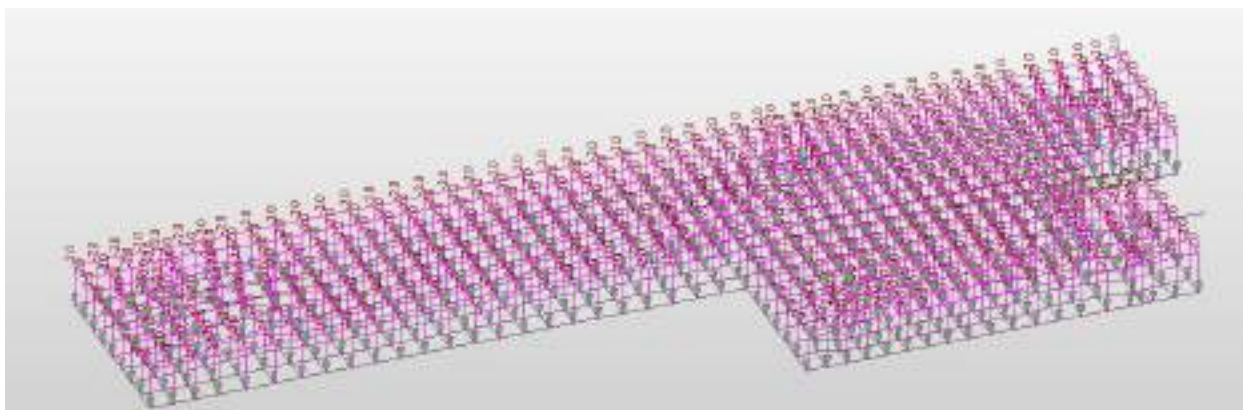
**Figura 9-18 – Manufatto 1– Caso di carico "Mezzi Qk=20kPa"**

#### **9.5.4 Azioni solaio a quota +163.64 (livello-1)**

Per il solaio a quota +163.64 (livello -1) m è stata considerata un'area possibilmente sottoposta al carico da folla:

##### Permanente portato

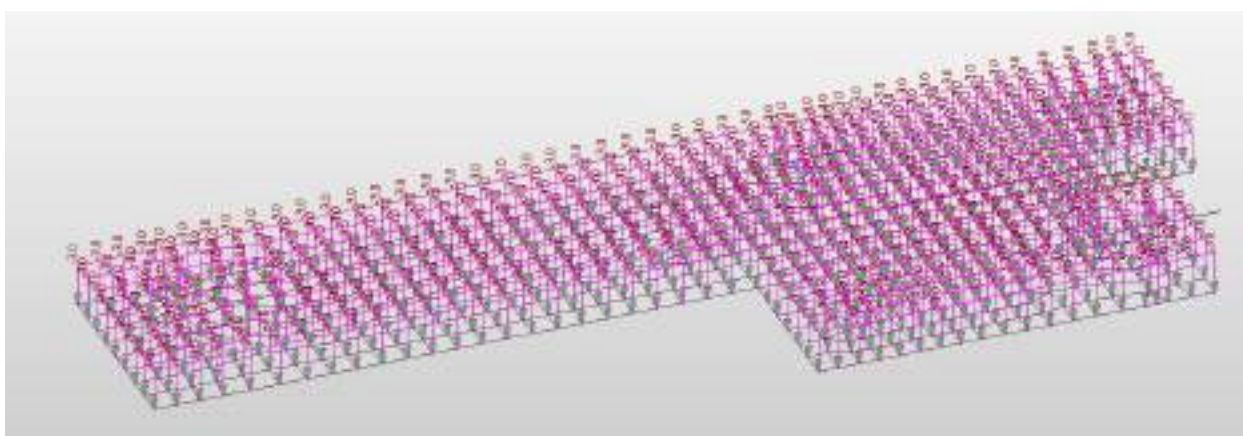
- G2k: 2.00 kN/m<sup>2</sup>



**Figura 9-19 – MANUFATTO1 – Caso di carico "Permanente portato"**

Variabili

- Sovraccarico accidentale di categoria E:  $Q_{k,3} = 3.00 \text{ kPa}$



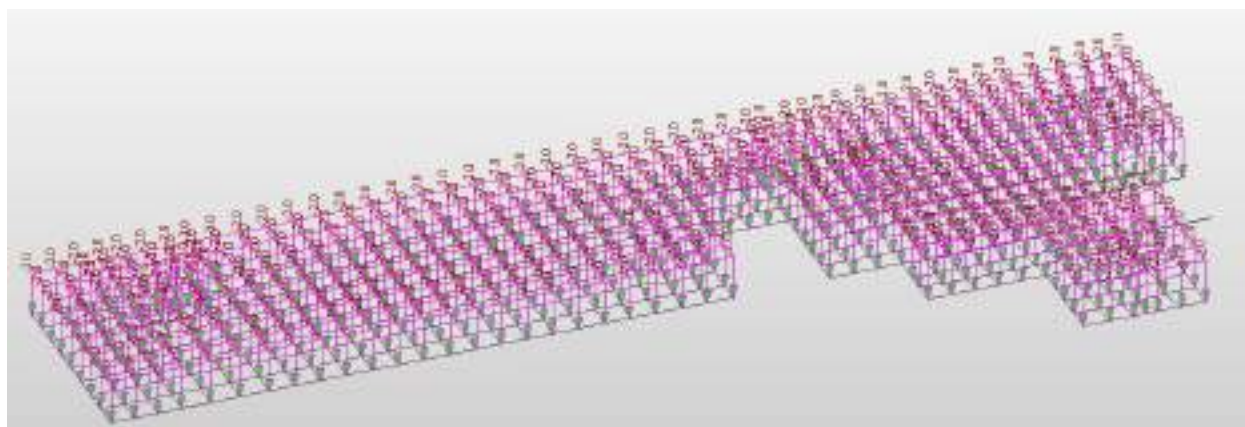
**Figura 9-20 – MANUFATTO1 – Caso di carico "Qk Folla cat. E"**

### **9.5.5 Azioni solaio a quota +171.94 (livello-2)**

Per il solaio a quota +171.94 m (livello -2) è stata considerata un'area possibilmente sottoposta al carico da folla:

Permanente portato

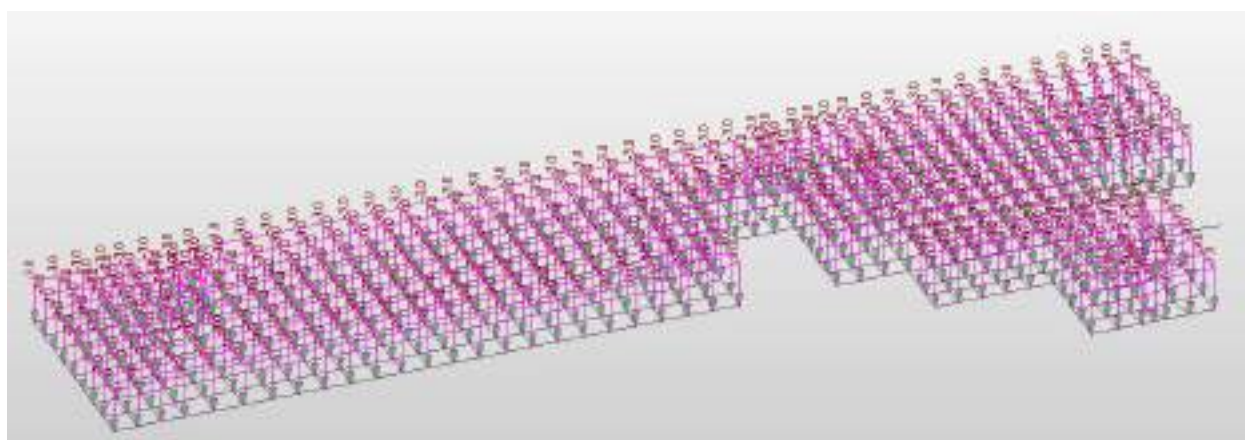
- G2k: 2.00 kN/m<sup>2</sup>



**Figura 9-21 – MANUFATTO1 – Caso di carico "Permanente portato"**

Variabili

- Sovraccarico accidentale di categoria E:  $Q_{k,3} = 3.00 \text{ kPa}$



**Figura 9-22 – MANUFATTO1 – Caso di carico "Qk Folla cat. E"**

### 9.5.6 Azioni platea di fondazione

Sulla fondazione a quota -29.2 m da piano campagna, in condizioni di esercizio (COND. PERMANENTE), insiste una pressione verticale dovuta alla presenza dell'acqua di invaso per un'altezza di 4.00 m. Tale pressione viene applicata in corrispondenza della superficie definita dall'ingombro in pianta del VANO POZZO. Si



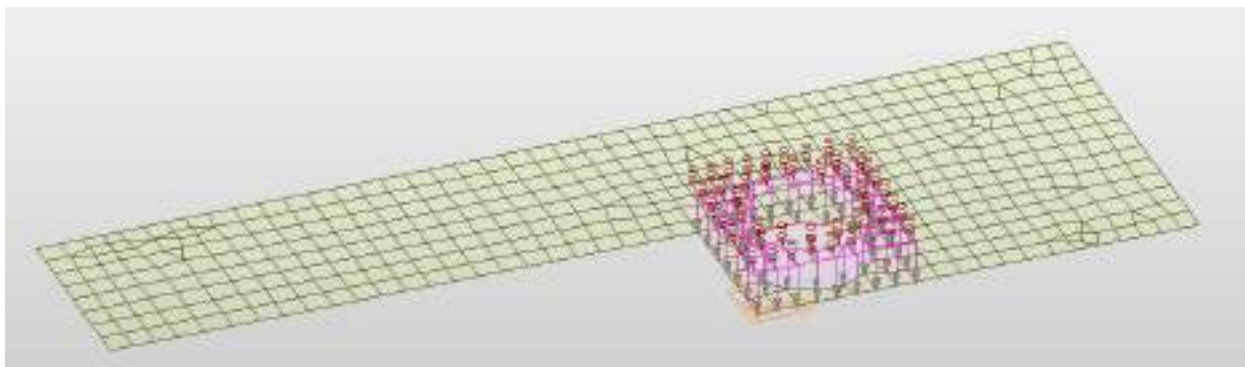
considera anche il caso di una condizione eccezionale (COND. ECCEZIONALE) in cui viene applicata in corrispondenza della superficie definita dall’ingombro in pianta del VANO POZZO una pressione definita da un’altezza del tirante d’acqua di 6.50 m. All’interno del manufatto, ove presente, si considera il peso della condotta DN2500. Infine, per tutta la superficie di fondazione si considera un peso permanente portato uniformemente distribuito G2k:

- Peso verticale acqua di vaso\_COND. PERMANENTE=  
 $\gamma_w \times h = 10 \times 4.00 = 40 \text{ kN/m}^2$ ;
- Peso verticale acqua di vaso\_COND. ECCEZIONALE=  
 $\gamma_w \times h = 10 \times 6.5 = 65 \text{ kN/m}^2$ ;
- Condotta DN2500= 4.00 kPa
- Permanente portato=3.00 kPa

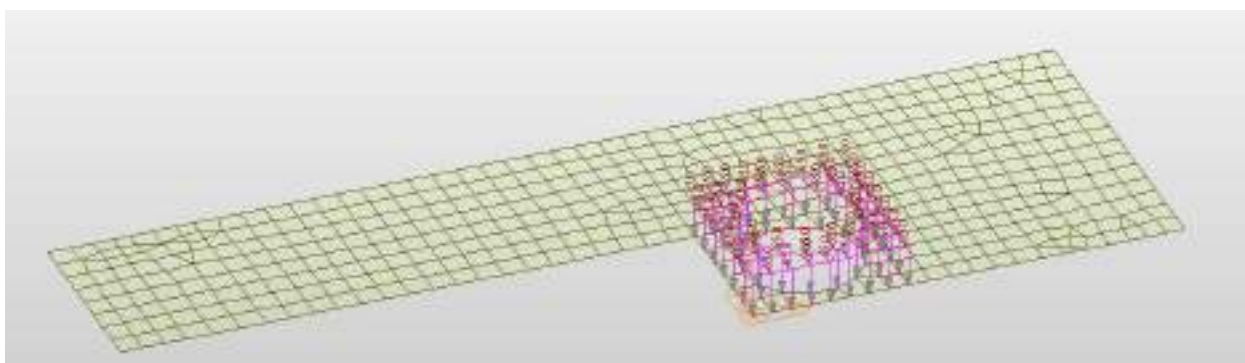
In favore di sicurezza il peso della condotta DN 2500 è stimato considerando la condizione di condotta completamente piena d’acqua:

Peso permanente portato Collegamento DN2500

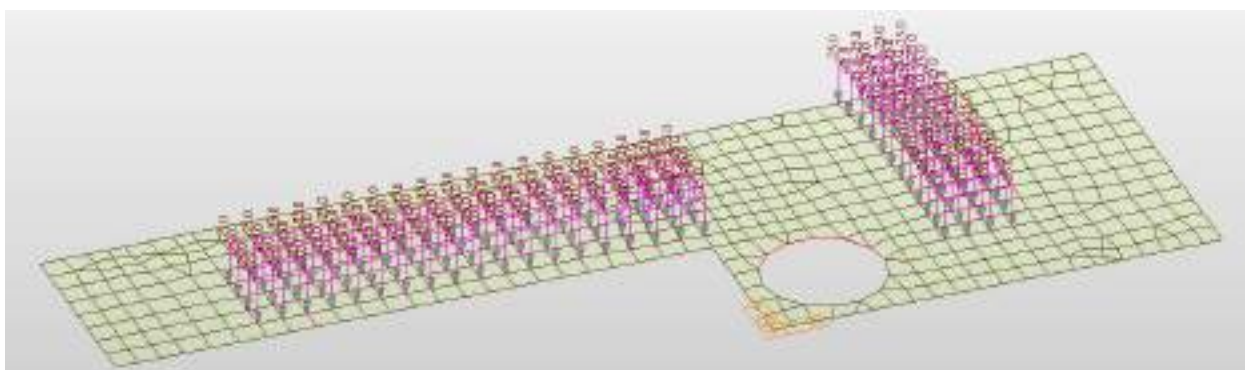
d=	<b>2.5</b>	m	
A=	4.9063	m <sup>2</sup>	
P=	7.85	m	
sp=	<b>0.02</b>	m	
$\gamma_w$ =	<b>10</b>	kN/m <sup>3</sup>	
$\gamma_s$ =	<b>78.5</b>	kN/m <sup>3</sup>	
P <sub>w</sub> =	49.063	kN/ml	
P <sub>DN2500</sub> =	12.325	kN/ml	
P <sub>SOSTEGNI</sub> =	4	kN/ml	30%P <sub>DN2500</sub>
G2k=	64.961	kN/ml	
L <sub>trasv.</sub> =	<b>2.6</b>	m	
g2k=	25	kN/m <sup>2</sup>	



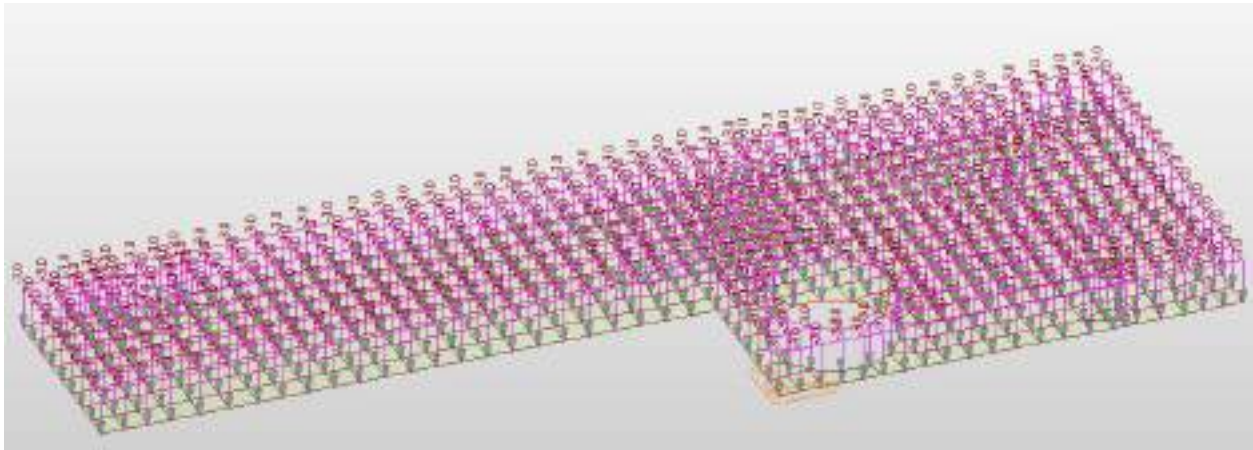
**Figura 9-23 – MANUFATTO1 – Caso di carico "Peso verticale acqua "COND. PERMANENTE"**



**Figura 9-24 – MANUFATTO1 – Caso di carico "Peso verticale acqua "COND. ECCEZIONALE"**



**Figura 9-25 – MANUFATTO 1 – Caso di carico "G2k DN2500"**



**Figura 9-26 – MANUFATTO1 – Caso di carico “permanente portato”**

### **9.5.7 Carroponte**

All’interno del MANUFATTO 1, è prevista l’installazione di n°2 carroponti per la movimentazione degli organi di manovra, uno di lunghezza pari a 5 m installato in corrispondenza dei setti perimetrali del livello fuori terra, l’altro di lunghezza pari a 13 m installato in corrispondenza dei setti perimetrali interrati del livello -2.

I carroponti considerati sono del tipo “INGOMBRI GRU A PONTE BITRAVE A CASSONE” con una portata massima di 6.3 t ed una luce di 5.00 e 13.00m.

Si riporta di seguito una scheda tecnica dei carroponti considerati:

<b>INGOMBRI GRU A PONTE BITRAVE A CASSONE</b>															
20-dic-07															
<b>PORTATA GRU t 6.3</b>										Gruppo strutturale A4 FEM Vel. scorrimento 40/10 m/min Vel. traslazione 20/5 m/min					
PARANCO OPE 316 4T 10 N - corsa gancio m 9.5 - vel. soll. m/min 4 / 1															
LUCE	Peso	Pmax	Pmin	I	L	C	B	T	D	D1	A	B1	F	H	R
mm	( <sup>3</sup> ) kg	daN	daN	mm	mm	mm	mm	mm	( <sup>2</sup> ) mm	( <sup>2</sup> ) mm	mm	mm	mm	mm	mm
5000	2080	3547	433	2500	3000	1200	560	80	1060	1180	140	970	1170	290	200
6000	2240	3591	466	2500	3000	1200	560	80	1060	1180	140	970	1170	290	200
7000	2400	3607	502	2500	3000	1200	560	80	1060	1180	140	970	1170	290	200
8000	2560	3904	540	2500	3000	1200	560	80	1060	1180	140	970	1170	290	200
9000	2720	3989	578	2500	3000	1200	560	80	1060	1180	140	970	1170	290	200
10000	3020	4104	656	2500	3000	1200	560	170	1060	1180	140	1060	1170	290	200
11000	3190	4178	700	2500	3000	1200	560	170	1060	1180	140	1060	1170	290	200
12000	3480	4280	777	2500	3000	1200	560	240	1060	1180	140	1130	1170	290	200
13000	3750	4370	846	2500	3000	1200	560	240	1060	1180	140	1130	1170	290	200
14000	4100	4484	941	2500	3000	1200	560	240	1060	1180	140	1130	1170	290	200
15000	4430	4585	1027	2500	3000	1200	560	300	1060	1180	140	1190	1170	290	200
16000	4700	4672	1099	2500	3000	1200	560	360	1060	1180	140	1250	1170	290	200

**Figura 9-27 – Estratto scheda tecnica carroporti**

Nel modello di calcolo sono stati applicati due casi di carico, uno simulante il peso dei carroporti che fornisce reazioni simmetriche nei due appoggi e uno simulante la presenza del carico da 6.3t. Dal momento che il punto di applicazione del carico è eccentrico rispetto all'asse della parete verticale, sarà applicato al modello un'azione verticale ed un momento fuori piano della parete:

Azioni per effetto del peso proprio del carroponete 6.3t L=5.00 m

$$V_A = V_B = 20.8 / 2 = 10.4 \text{ kN}$$

$$M_A = M_B = 10.4 \times 0.70 = 7.28 \text{ kNm} \text{ (0.70 è la distanza tra il punto di applicazione della forza e l'asse della parete)}$$

Azioni per effetto del carico da 6.3t

$$V_A = 49.65 \text{ kN}$$

VB=13.35 kN

MA=34.75 kNm

MB=9.34 kNm

Azioni per effetto del peso proprio del carroponete 6.3t L=13.00 m

VA=VB=37.50/2=18.75 kN

MA=MB=18.75x0.70= 13.1kNm (0.70 è la distanza tra il punto di applicazione della forza e l'asse della parete)

Azioni per effetto del carico da 6.3t

VA=57.86 kN

VB=5.14 kN

MA=40.50 kNm

MB=3.60 kNm

### **9.5.8 Spinta statica del terreno**

La spinta statica del terreno sulle pareti al di sotto del piano campagna è stata valutata in condizioni di spinta a riposo.

La spinta del terreno è definita dall'integrale della seguente distribuzione di pressione sulla parete, in assenza di falda:

$$\sigma_k(z) = K_0 \cdot \gamma_{nat} \cdot z$$

Dove:

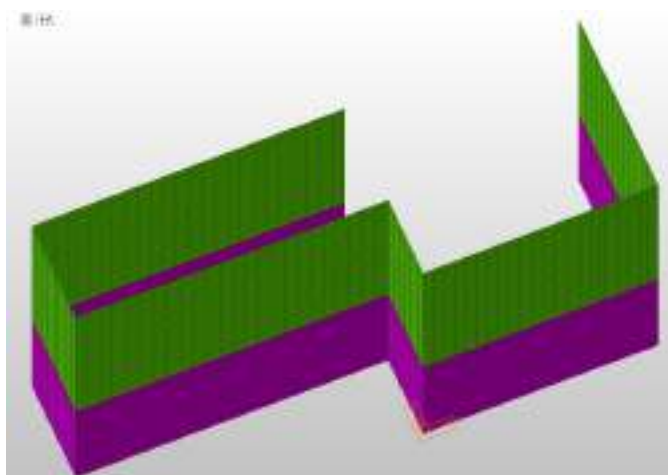
- z, profondità dal p.c.;
- $\gamma_{nat}$ , peso dell'unità di volume del terreno;
- $k_0$ , coeff. di spinta a riposo=  $1 - \sin\phi$ .

Si ottiene:

**Andamento delle tensioni orizzontali efficaci**

strato	u.g.	spessore m	$\gamma$ kN/m <sup>3</sup>	$\phi$ °	$c'$ kN/m <sup>2</sup>	k0	$\sigma'v$ kN/m <sup>2</sup>	$\sigma'h$ kN/m <sup>2</sup>
1_up	UMS	1.0	20	41	0	0.344	20	7
2_bottom	UMS	26.3	20	41	0	0.344	546	188

La spinta del terreno è stata applicata alle pareti perimetrali interrato riportate nella figura seguente.



**Figura 9-28 – Pareti perimetrali a contatto con il terreno**

Si riporta la distribuzione di pressione agente in corrispondenza dei setti perimetrali interrati inserita nel modello di calcolo.



**Figura 9-29 – Andamento delle tensioni orizzontali totali – Applicazione pareti perimetrali interrato.**

### 9.5.9 Spinta statica dell’acqua di invaso

All’interno del VANO POZZO del MANUFATTO 1, è presente un tirante d’acqua che in condizioni di esercizio (COND\_PERMANENTE) risulta pari ad 4.00 m ed in condizioni eccezionali (COND\_ECCEZIONALE) è pari ad 6.50 m.

La spinta statica dell’acqua d’invaso nella vasca è espressa con l’integrale della seguente distribuzione di pressione sulla parete:

$$P_w(z') = \gamma_w \cdot z'$$

dove:

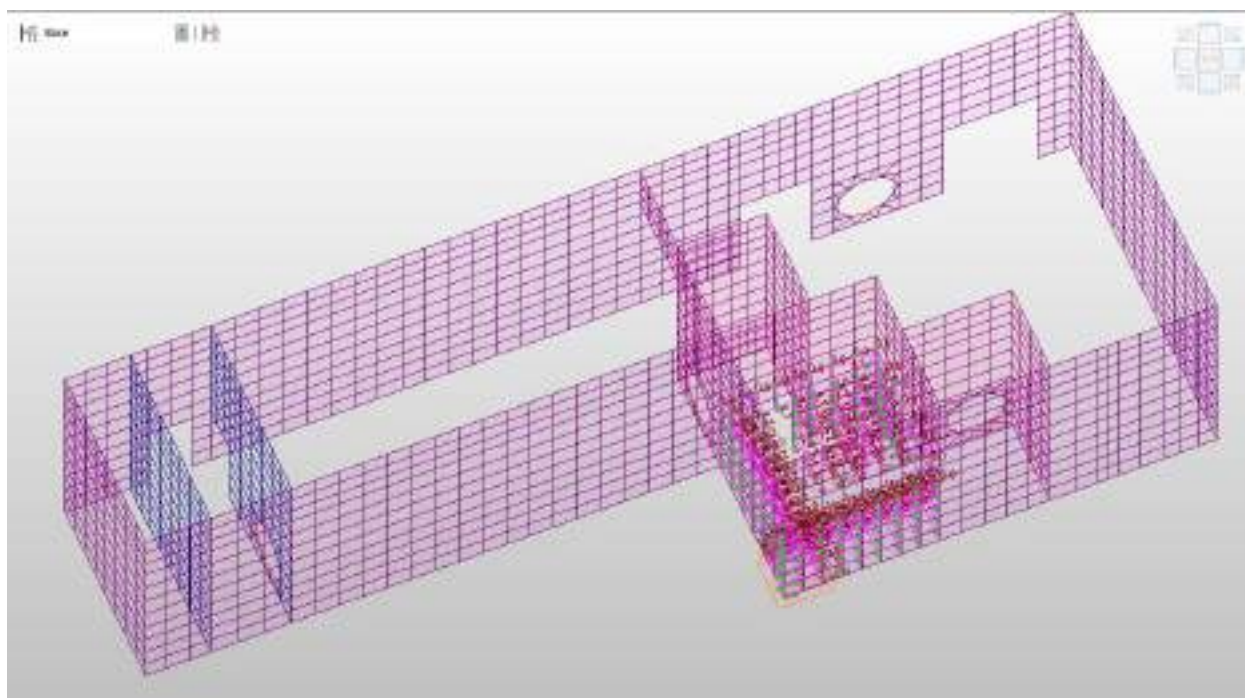
- $\gamma_w$ , peso specifico dell’acqua;
- $z'$ , profondità dal livello d’invaso.

Sono state considerate le seguenti configurazioni di invaso:

- condizione di esercizio (COND. PERMANENTE): battente idrico presente solo nella camera VANO POZZO con battente idrico 4.00 m (per tale condizione sono stati calcolati i valori delle sovrappressioni in condizioni sismiche);

- condizione eccezionale (COND. ECCEZIONALE): battente idrico presente solo nella camera VANO POZZO con battente idrico 6.50 m;
- condizione di scarico: manufatto tutto vuoto;

A titolo di esempio si riporta di seguito l’applicazione delle pressioni al modello per la condizione in esercizio che prevede l’applicazione di una pressione lineare con valore alla base pari a  $\gamma_w \times z = 10 \times 4.00 = 40$  kPa:



**Figura 9-30 – MANUFATTO1 – Caso di carico “spinta orizzontale acqua di invaso”**

### **9.5.10 Spinta statica dovuta al sovraccarico**

Si considera la presenza di un sovraccarico accidentale  $Q_k = 20$  kPa posizionato a ridosso del manufatto. Per effetto del sovraccarico nascerà quindi una spinta orizzontale sulle pareti esterne del manufatto di entità pari a:

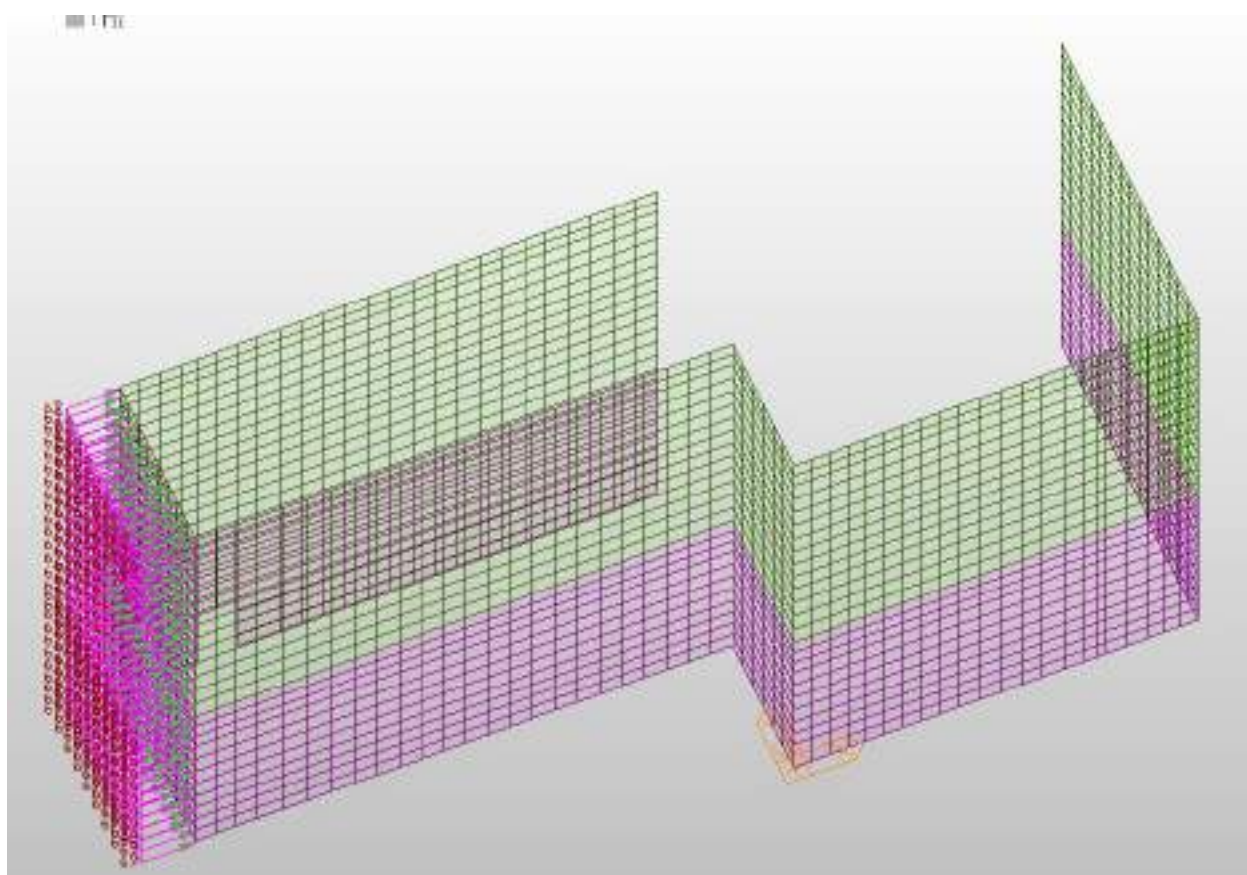
- $q_{k,5} = Q_{k,5} \times K_0 = 20 \times 0.344 = 6.90$  kPa



con:

$$K_0 = 1 - \sin\phi = 1 - \sin(41) = 0.344$$

Di seguito l’applicazione al modello:



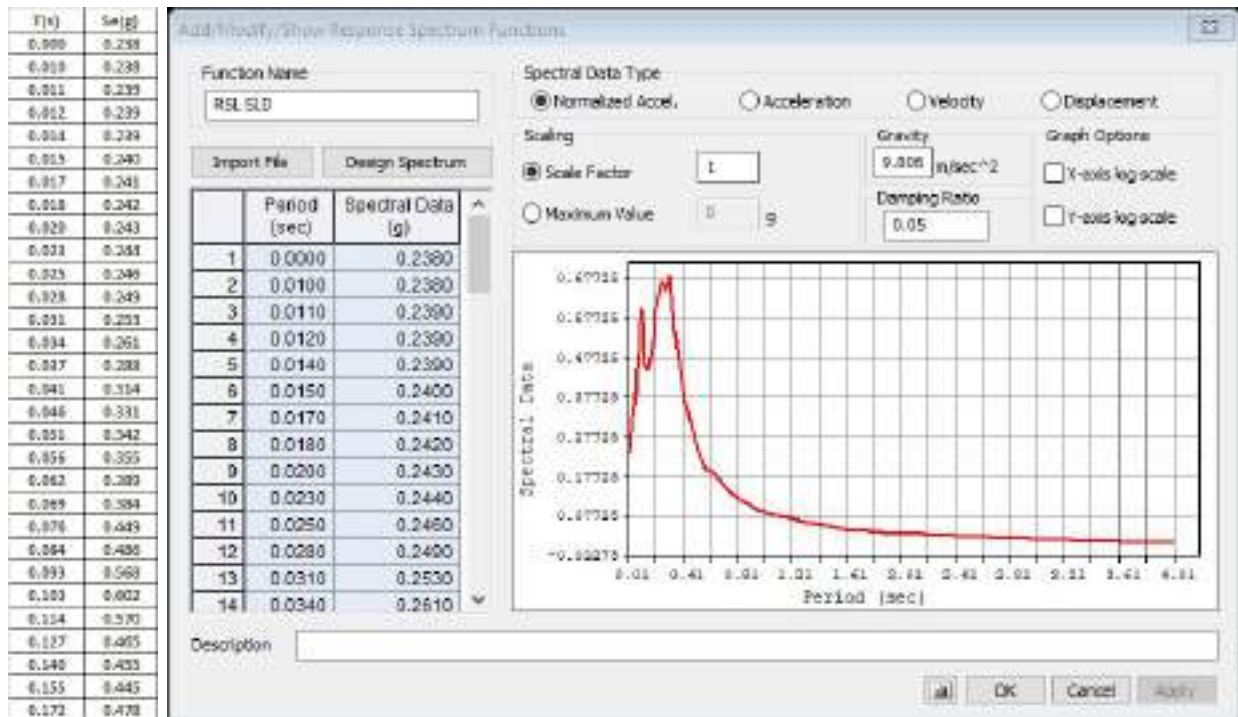
**Figura 9-31 – MANUFATTO1 – Caso di carico "spinta orizzontale sovraccarico Qk"**

### 9.5.11 Spettri di progetto

Lo spettro di progetto è stato implementato sul modello di calcolo utilizzando lo spettro proveniente dall’analisi di Risposta Sismica Locale (RSL) sul piano di coordinate  $S_e(g)$  e  $T$ , per gli stati limite di riferimento SLD ed SLV.

▪ **Spettro di Risposta SLD**

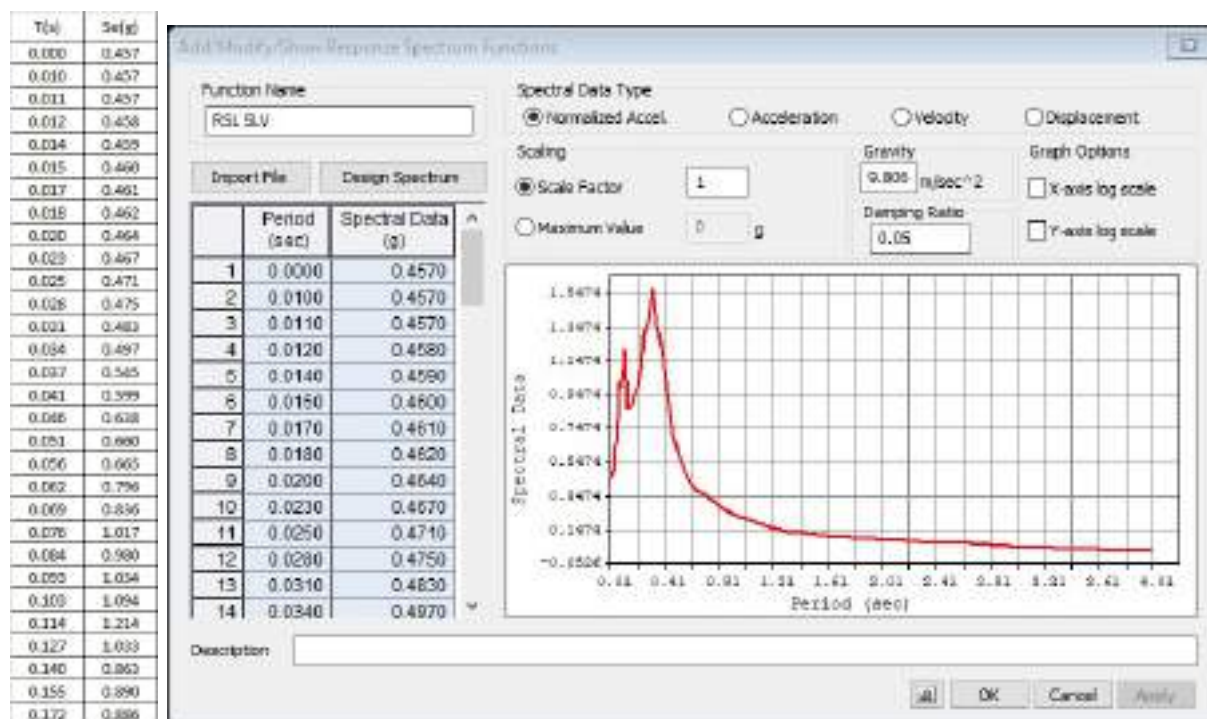
Di seguito si riportano gli spettri elastici di RSL generati per 30 punti e così come implementati per punti sul software di calcolo.



**Figura 9-32 – Spettro di risposta RSL allo SLD**

▪ **Spettro di Risposta SLV**

Di seguito si riportano i valori dello spettro elastico SLV in X e in Y per 30 punti, implementato nel modello FEM per la analisi lineare pseudostatica:



**Figura 9-33 – Spettro di risposta RSL allo SLV**

La struttura è stata considerata non dissipativa, in accordo con il par.7.3.1 delle NTC2018 lo spettro di progetto allo SLV, derivante dalle analisi di RSL, è stato abbattuto utilizzando un fattore di struttura  $q=1.5$ .

### 9.5.12 Analisi strutturale sismica

L'azione sismica è stata valutata prendendo in considerazione le analisi di risposta sismica locale (RSL). In particolare, le analisi utilizzate per il calcolo delle azioni in fase sismica nel modello FEM è di tipo statico lineare e prevedono:

- per la porzione del manufatto fuori terra l'applicazione dello spettro di risposta al p.c. (individuato come zero sismico), a seconda dello stato limite e derivante dall'analisi RSL;
- nel verso di applicazione dell'azione sismica per la porzione interrata l'interazione struttura-paratia-terreno è stata tenuta in conto considerando

un incremento alla Wood proporzionale all’accelerazione in corrispondenza di  $T=0$  nello spettro di risposta derivante da RSL posto al baricentro della paratia. Tali azioni sono state applicate direttamente al modello FEM a seconda del verso imposto da ciascuna combinazione sismica;

- nella parte opposta rispetto al verso di applicazione dell’azione sismica si è tenuto conto della reazione offerta dal terreno modellando delle molle del tipo “compression only”, opportunamente orientate (si veda paragrafo dedicato);
- analogamente a quanto ipotizzato per l’incremento di spinta dinamica del terreno, le azioni inerziali interne alla struttura sono state tenute in conto avvalendosi dell’accelerazione corrispondente a periodo nullo nello spettro di risposta derivante da RSL in corrispondenza del baricentro della paratia. (ad esempio per l’incremento dinamico della pressione idraulica si è utilizzata la formula di Westergaard con  $k_h$  pari ad  $a_g$ ).

Di seguito si riporta il calcolo e l’applicazione al modello dei vari contributi di incremento dinamico.

▪ **Incremento dinamico della spinta del terreno per presenza di sisma**

Per quanto riguarda l’incremento della spinta del terreno in fase dinamica, il valore dell’accelerazione da tenere in conto per l’applicazione della formula di WOOD risulta pari a:

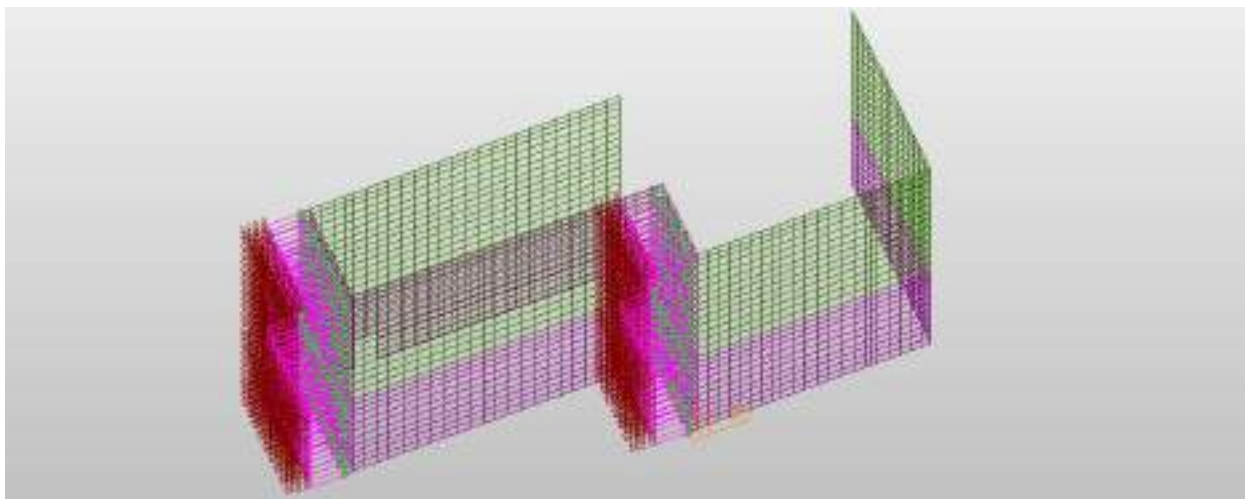
- $a_g/g=0.275$ , valore dell’accelerazione per periodo nullo alla quota del baricentro della paratia.

Per cui si ha:

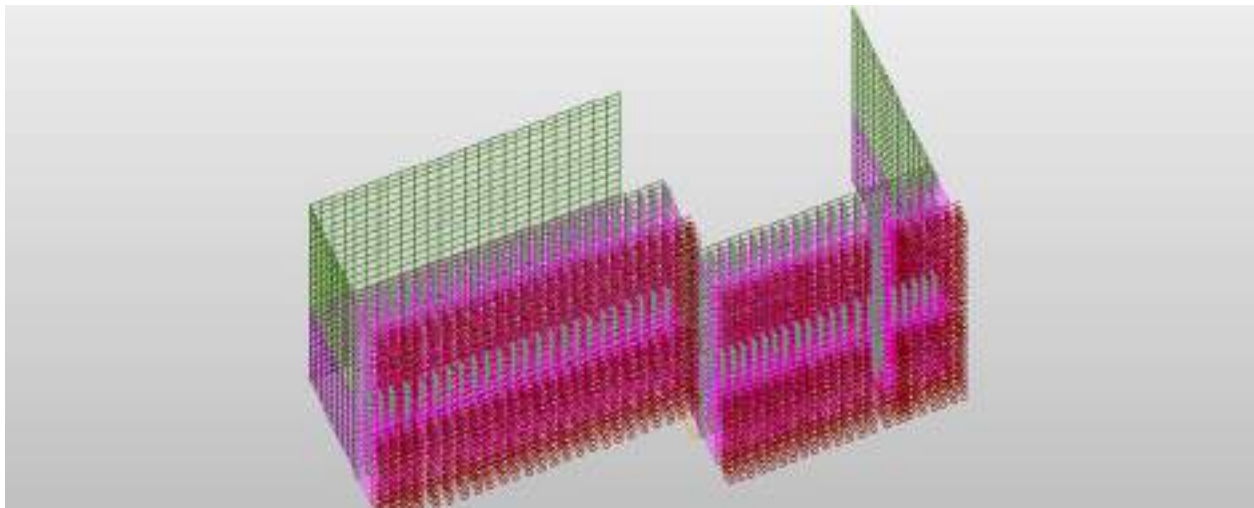
Spinta di Wood

kh=	<b>0.275</b>	-
$\gamma$ =	<b>20</b>	kN/m <sup>2</sup>
H=	<b>25.3</b>	m
$\Delta P_w$ =	140	kN/m <sup>2</sup>

**Tabella 9.1 – Incremento di spinta delle terre per effetto del sisma**



**Figura 9-34 – Assegnazione incremento dinamico spinta terre – wood in direzione +X**



**Figura 9-35 – Assegnazione incremento dinamico spinta terre – wood in direzione +Y**

▪ **Incremento spinta idrostatica in fase dinamica**

L’incremento dinamico di spinta dell’acqua d’invaso presente all’interno della vasca è valutato integrando la seguente distribuzione di pressione:

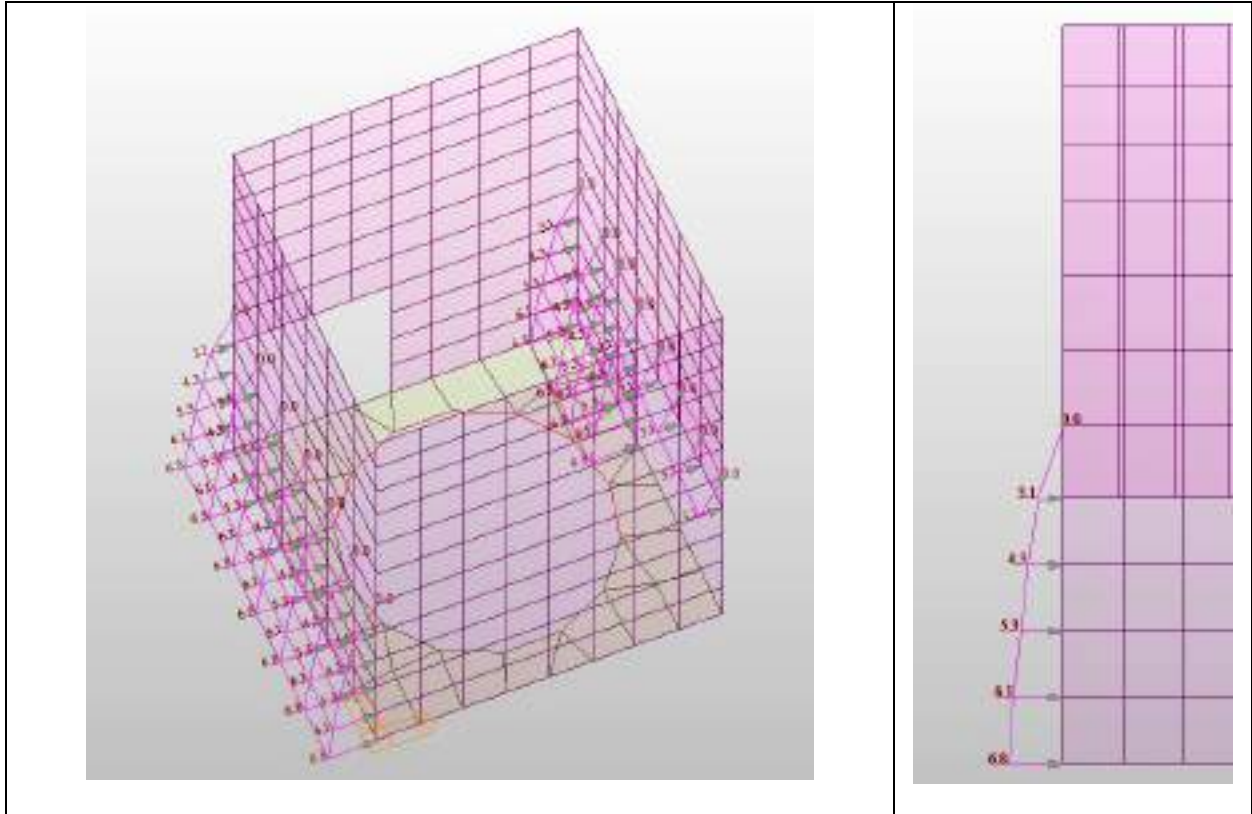
$$q(z') = \frac{7}{8} \cdot k_h \cdot \gamma_w \cdot \sqrt{H_w \cdot z'} \quad (\text{Westergard 1933})$$

Si ottiene:

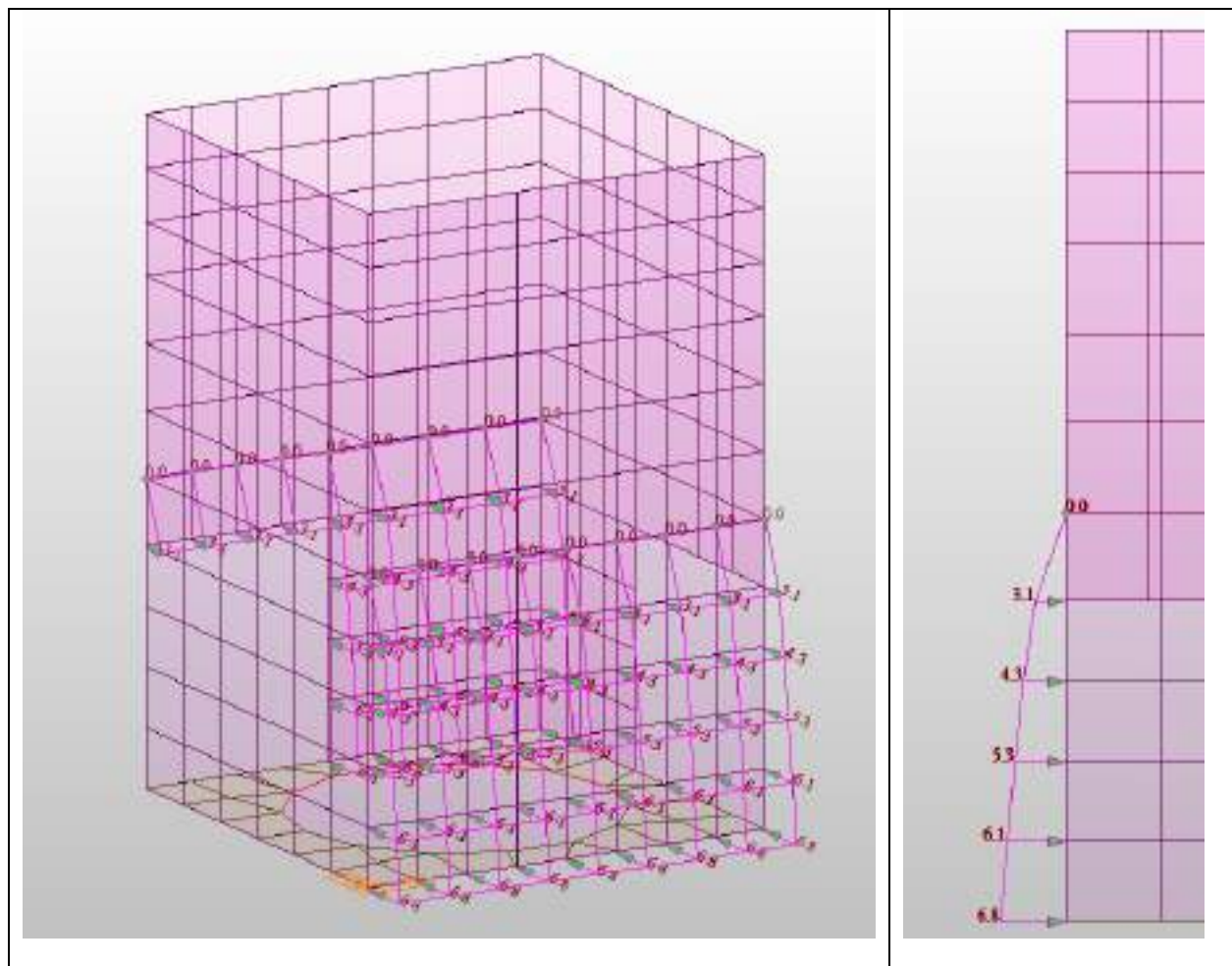
Invaso

$$P_{\max} (z=4.00\text{m}) = 7/8 \times 0.194 \times 10 \times (4.00 \times 4.00)^{0.5} = 6.8 \text{ kPa}$$

I valori sopra sono stati assegnati con valore doppio per le pareti che si trovano ad essere bagnate su entrambi i lati.



**Figura 9-36 – Incremento pressione idrodinamica acqua di invaso in direzione +X**



**Figura 9-37 – Incremento pressione idrodinamica acqua di invaso in direzione +Y**

### 9.5.13 Valutazione della costante di sottofondo

Per l'analisi della costante di sottofondo si riporta di seguito il valore adottato avendo eseguito una preliminare valutazione con diverse formulazioni: Vesic (1961), Bowles, per quest'ultimo si considerino le formule:

$$k_s = A_s + B_s Z^n$$



$$A_s = C(cN_{c,s_z} + 0.5\gamma B N_{\gamma,s_z})$$

$$B_s Z^1 = C(\gamma N_{q,s_q}) Z^1$$

Molla verticale in fondazione a z=-29.2 da pc

$k_s = A_s + B_s \times Z^n = 3842139$  [kN/m<sup>3</sup>] valore della molla verticale da applicare al modello

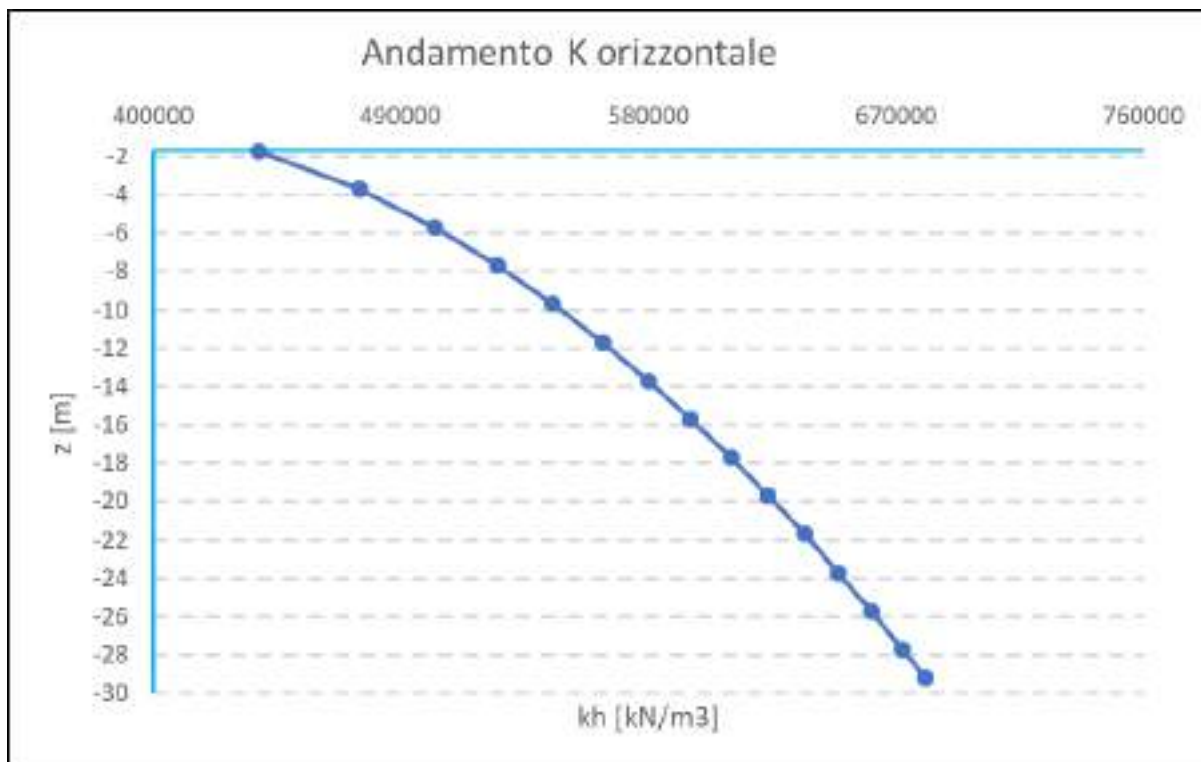
C	40	[kN/m <sup>3</sup> ]	fattore che dipende dal sistema di misura
c'	3590	[kN/m <sup>2</sup> ]	coesione
Nc	25.00	[-]	
Sc	1	[-]	
φ'	28	[°]	angolo di resistenza a taglio
γ =	26	[kN/m <sup>3</sup> ]	peso unità di volume
B =	9.5	[m]	larghezza fondazione
N <sub>γ</sub>	10.94	[-]	
S <sub>γ</sub>	1	[-]	
N <sub>q</sub>	14.72	[-]	
S <sub>q</sub>	1	[-]	
n	0.5	[-]	
Z	29.2	[m]	profondità del piano di posa della fondazione rispetto al p.c.
B	9.5	[m]	
c'*Nc*Sc =	92634		
0.5*γ*B*N <sub>γ</sub> *S <sub>γ</sub> =	1351.397		
A <sub>s</sub> =	3759418		
γ*N <sub>q</sub> *S <sub>q</sub> =	382.717		
B <sub>s</sub> =	15309		

Nella parte opposta rispetto al verso di applicazione dell’azione sismica si è tenuto conto della reazione offerta dal terreno mediante l’inserimento in corrispondenza delle pareti perimetrali interrato di molle del tipo “compression only” opportunamente orientate in modo da produrre esclusivamente reazioni opposte al verso dello spostamento laterale della parete. Il valore della rigidità a

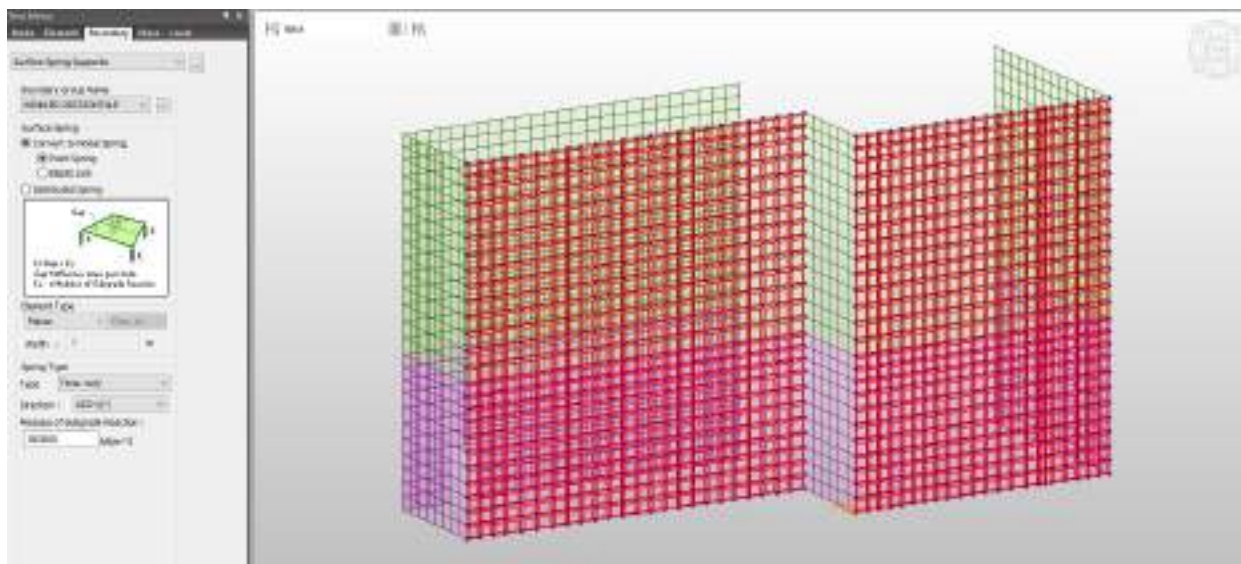
compressione dei tali molle è stato calcolato come sopra descritto, con riferimento all’unità geotecnica UMS.

C	<b>40</b>	[kN/m <sup>3</sup> ]	fattore che dipende dal sistema di misura coesione
c'	<b>0</b>	[kN/m <sup>2</sup> ]	
Nc	83.86	[-]	
Sc	<b>1</b>	[-]	
φ'	<b>41</b>	[°]	angolo di resistenza a taglio
γ =	<b>20</b>	[kN/m <sup>3</sup> ]	
B=	15.6	[m]	peso unità di volume larghezza fondazione
N <sub>y</sub>	95.05	[-]	
S <sub>y</sub>	<b>1</b>	[-]	
N <sub>q</sub>	73.90	[-]	
S <sub>q</sub>	<b>1</b>	[-]	
n	<b>0.5</b>	[-]	
Z		[m]	profondità del piano di posa della fondazione rispetto al p.c.
B	<b>15.6</b>	[m]	
c'*Nc*sc=	0		
0.5*γ*B*N <sub>y</sub> *s <sub>y</sub> =	14828.2		
As=	593127		
γ*N <sub>q</sub> *s <sub>q</sub> =	1477.9		
Bs=	59118		

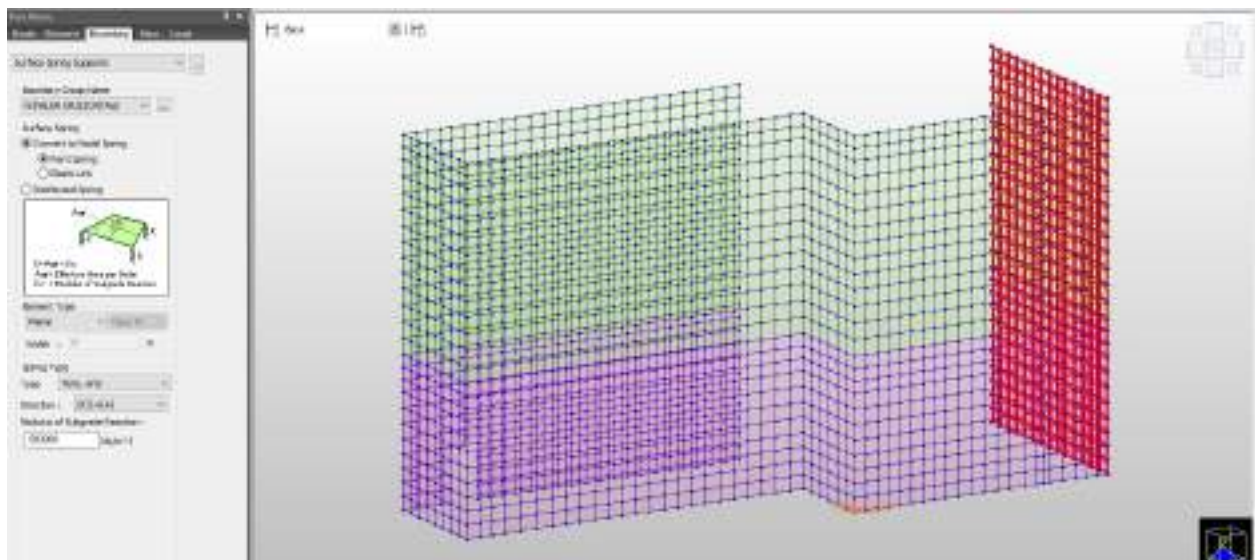
Di seguito se ne riporta l’andamento con la profondità:



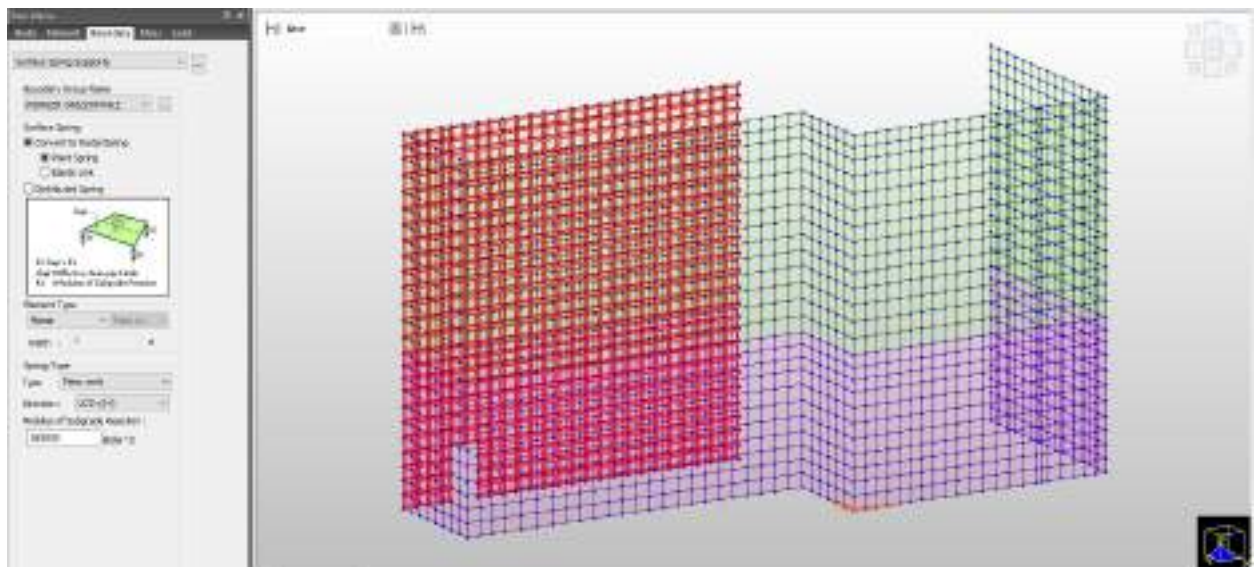
Nel software è stato considerato un valore costante medio di  $K_s = 583000 \text{ kN/m}^3$ .



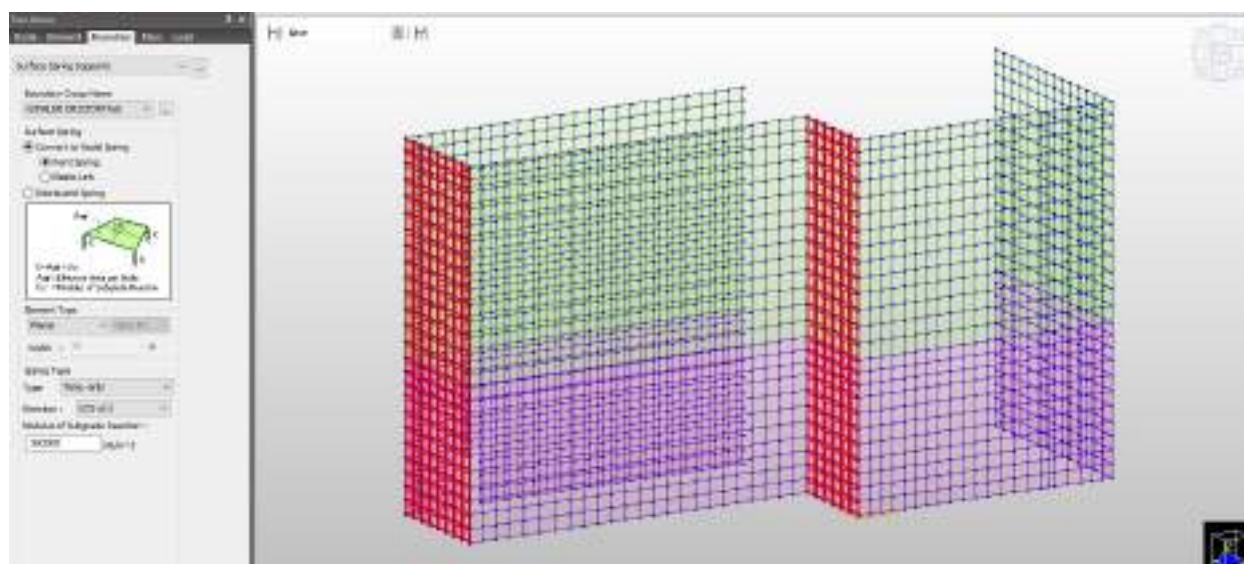
**Figura 9-38 – Modalità di assegnazione delle molle "compression only"- Parete perimetrale interrata SUD**



**Figura 9-39 – Modalità di assegnazione delle molle "compression only"- Parete perimetrale interrata EST**



**Figura 9-40 – Modalità di assegnazione delle molle "compression only"- Parete perimetrale interrata NORD**



**Figura 9-41 – Modalità di assegnazione delle molle "compression only"- Parete perimetrale interrata OVEST**

## 9.6 Analisi dei carichi - MANUFATTO 2

Si riporta di seguito l'analisi dei carichi per la struttura denominata MANUFATTO 2.

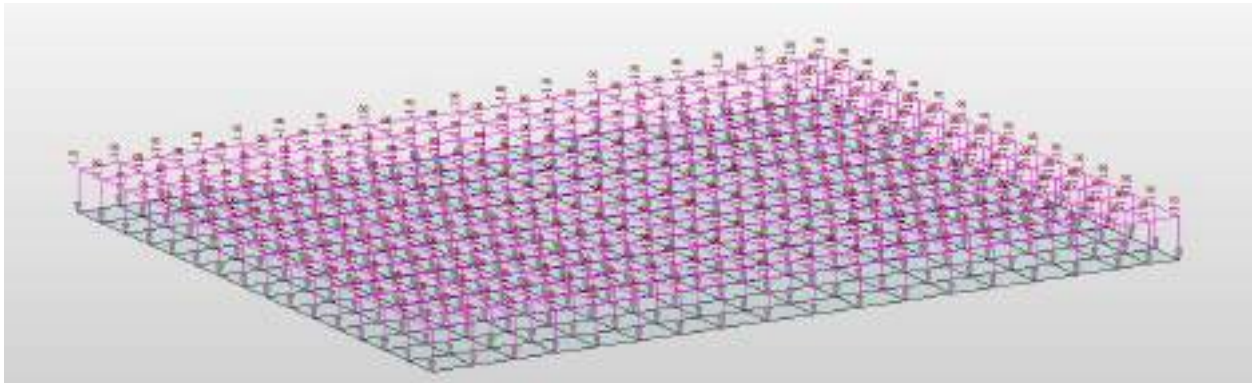
### 9.6.1 Peso proprio

Il peso proprio degli elementi principali della struttura, viene calcolato in automatico dal programma, una volta assegnata la geometria dei vari elementi strutturali con i relativi materiali costituenti ( $\gamma_{cls} = 25 \text{ kN/m}^3$  peso specifico del c.a.).

### 9.6.2 Azioni solaio di copertura

#### Permanente portato

- Massetto pendenze:  $0.10 \times 14 = 1.40 \text{ kN/m}^2$
- Guaina:  $0.40 \text{ kN/m}^2$



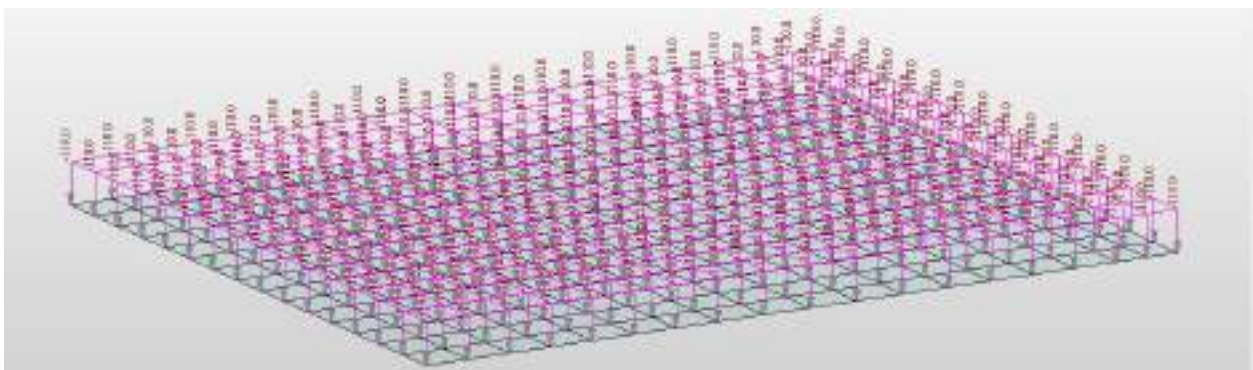
**Figura 9-42 – MANUFATTO2 – Caso di carico “Permanente portato”**

Peso del terreno di riempimento

Il peso del terreno di riempimento gravate sulla copertura è calcolato con riferimento ad un peso per unità di volume del terreno pari a  $20\text{kN/m}^3$  ed un altezza di ricoprimento media pari a  $5.5\text{m}$ .

Sovraccarico terreno di riempimento

$\gamma_{\text{nat}} =$	<b>20</b>	$\text{kN/m}^3$
$z_{\text{min}} =$	<b>4</b>	m
$z_{\text{max}} =$	<b>7</b>	m
$z_{\text{med}} =$	<b>5.5</b>	m
$\sigma_v(z_{\text{med}}) =$	<b>110</b>	$\text{kN/m}^2$



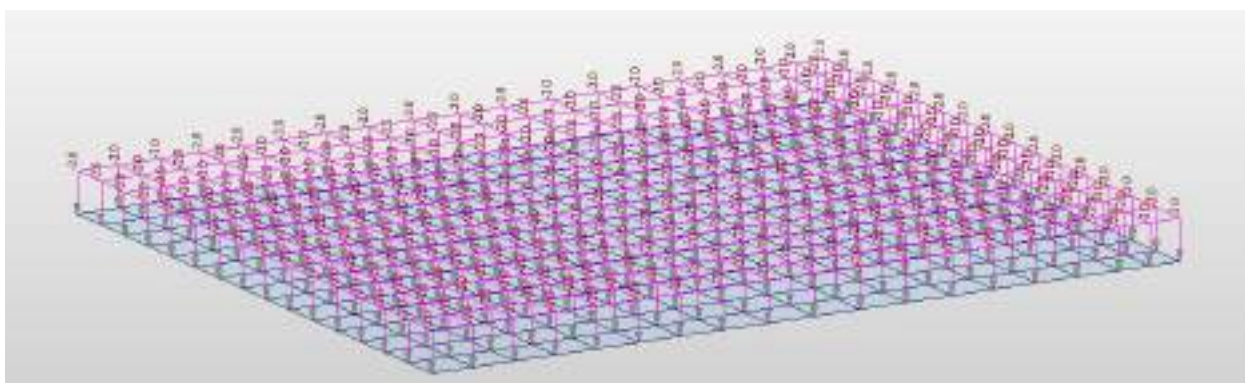
**Figura 9-43 –MANUFATTO2– Caso di carico “Riempimento”**

### 9.6.3 Azioni solaio a quota +163.64 (livello-1)

Per il solaio a quota +163.64 (livello -1) m è stata considerata un'area possibilmente sottoposta al carico da folla:

#### Permanente portato

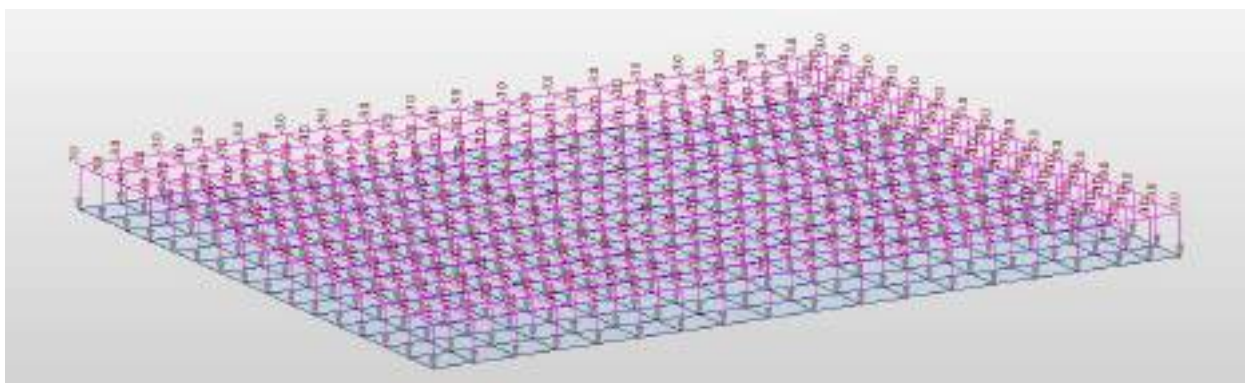
- G2k: 2.00 kN/m<sup>2</sup>



**Figura 9-44 – MANUFATTO2 – Caso di carico "Permanente portato"**

#### Variabili

- Sovraccarico accidentale di categoria E:  $Q_{k,3} = 3.00$  kPa



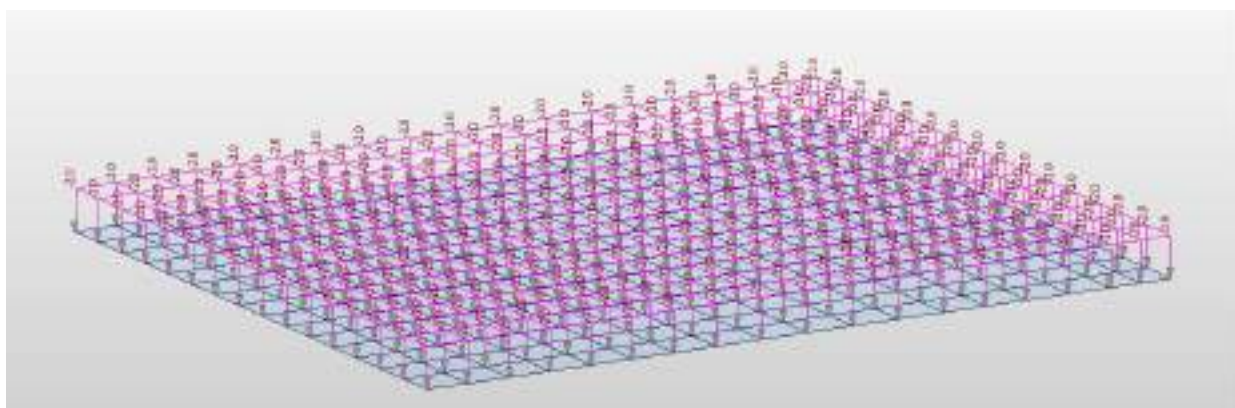
**Figura 9-45 – MANUFATTO2 – Caso di carico "Qk Folla cat. E"**

### 9.6.4 Azioni solaio a quota +171.94 (livello -2)

Per il solaio a quota +171.94 m (livello -2) è stata considerata un'area possibilmente sottoposta al carico da folla:

#### Permanente portato

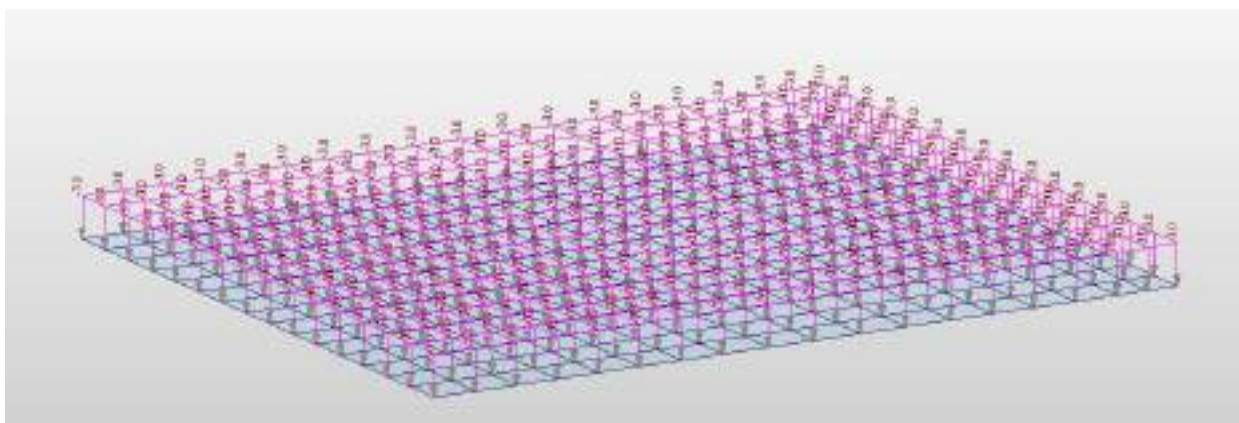
- G2k: 2.00 kN/m<sup>2</sup>



**Figura 9-46 – MANUFATTO2 – Caso di carico "Permanente portato"**

#### Variabili

- Sovraccarico accidentale di categoria E:  $Q_{k,3} = 3.00$  kPa



**Figura 9-47 – MANUFATTO2 – Caso di carico "Qk Folla cat. E"**



### 9.6.5 Azioni platea di fondazione

Sulla platea di fondazione, ove presente, si considera il peso della condotta DN2500. Infine, per tutta la superficie di fondazione si considera un peso permanente portato uniformemente distribuito G2k, calcolato come segue:

#### Permanenti

- Permanente portato=35.00 kPa
- Condotta DN2500= 25.00 kPa

#### Peso permanente portato Platea

$sp_{cls} =$	<b>0.3</b>	m
$sp_{alv.} =$	<b>2.3</b>	m
$\gamma_{cls} =$	<b>25</b>	kN/m <sup>3</sup>
$\gamma_{alv.} =$	<b>12</b>	kN/m <sup>3</sup>
$g2k =$	35	kN/m <sup>2</sup>

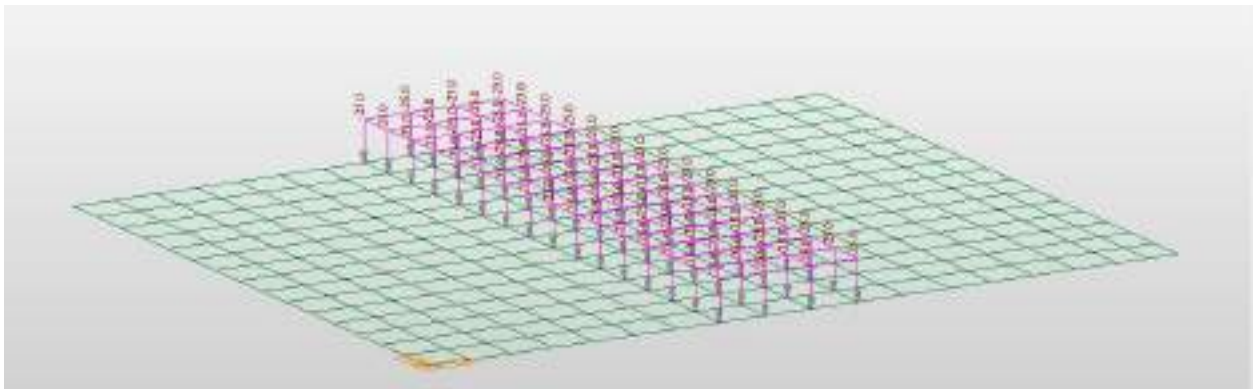
In favore di sicurezza il peso della condotta DN 2500 è stimato considerando la condizione di condotta completamente piena d’acqua:

#### Peso permanente portato Collegamento DN2500

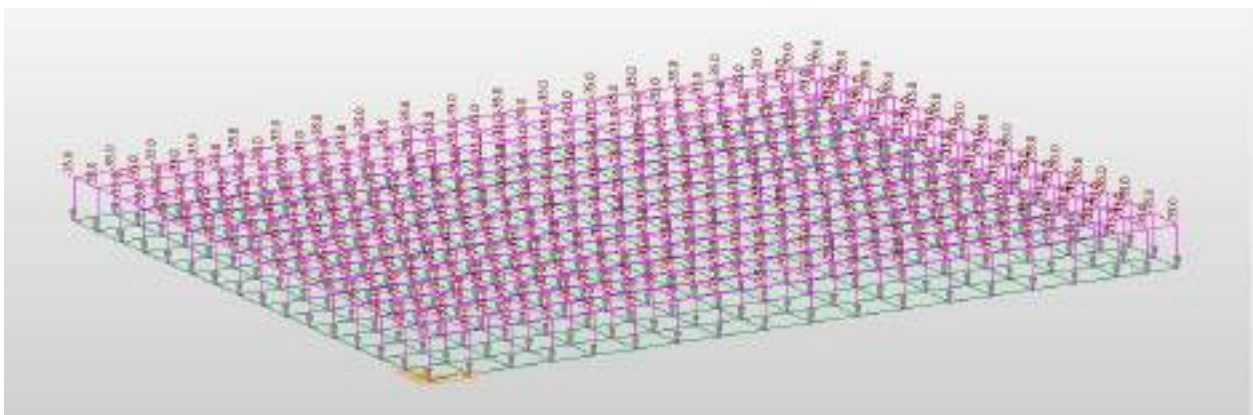
$d =$	<b>2.5</b>	m	
$A =$	4.9063	m <sup>2</sup>	
$P =$	7.85	m	
$sp =$	<b>0.02</b>	m	
$\gamma_w =$	<b>10</b>	kN/m <sup>3</sup>	
$\gamma_s =$	<b>78.5</b>	kN/m <sup>3</sup>	
$P_w =$	49.063	kN/ml	
$P_{DN2500} =$	12.325	kN/ml	
$P_{SOSTEGNI} =$	4	kN/ml	30% $P_{DN2500}$
$G2k =$	64.961	kN/ml	
$L_{trasv.} =$	<b>2.6</b>	m	
$g2k =$	25	kN/m <sup>2</sup>	

Variabili

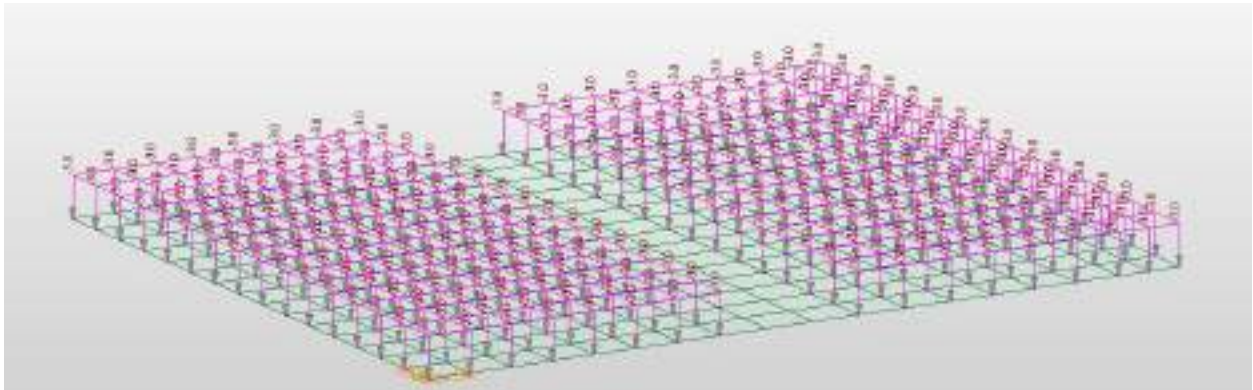
- Sovraccarico accidentale di categoria E:  $Q_{k,3} = 3.00 \text{ kPa}$



**Figura 9-48 – MANUFATTO2 – Caso di carico “G2k DN2500”**



**Figura 9-49 – MANUFATTO2 – Caso di carico “permanente portato”**



**Figura 9-50 – MANUFATTO2 – Caso di carico “Qk Folla cat. E”**

### 9.6.6 Spinta statica del terreno

La spinta statica del terreno sulle pareti al di sotto del piano campagna è stata valutata in condizioni di spinta a riposo.

La spinta del terreno è definita dall’integrale della seguente distribuzione di pressione sulla parete, in assenza di falda:

$$\sigma_k(z) = K_0 \cdot \gamma_{nat} \cdot z$$

Dove:

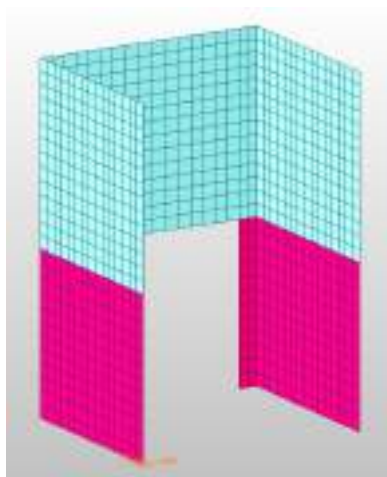
- z, profondità dal p.c.;
- $\gamma_{nat}$ , peso dell’unità di volume del terreno;
- $k_0$ , coeff. di spinta a riposo=  $1 - \sin\phi$ .

Si ottiene:

#### Andamento delle tensioni orizzontali efficaci

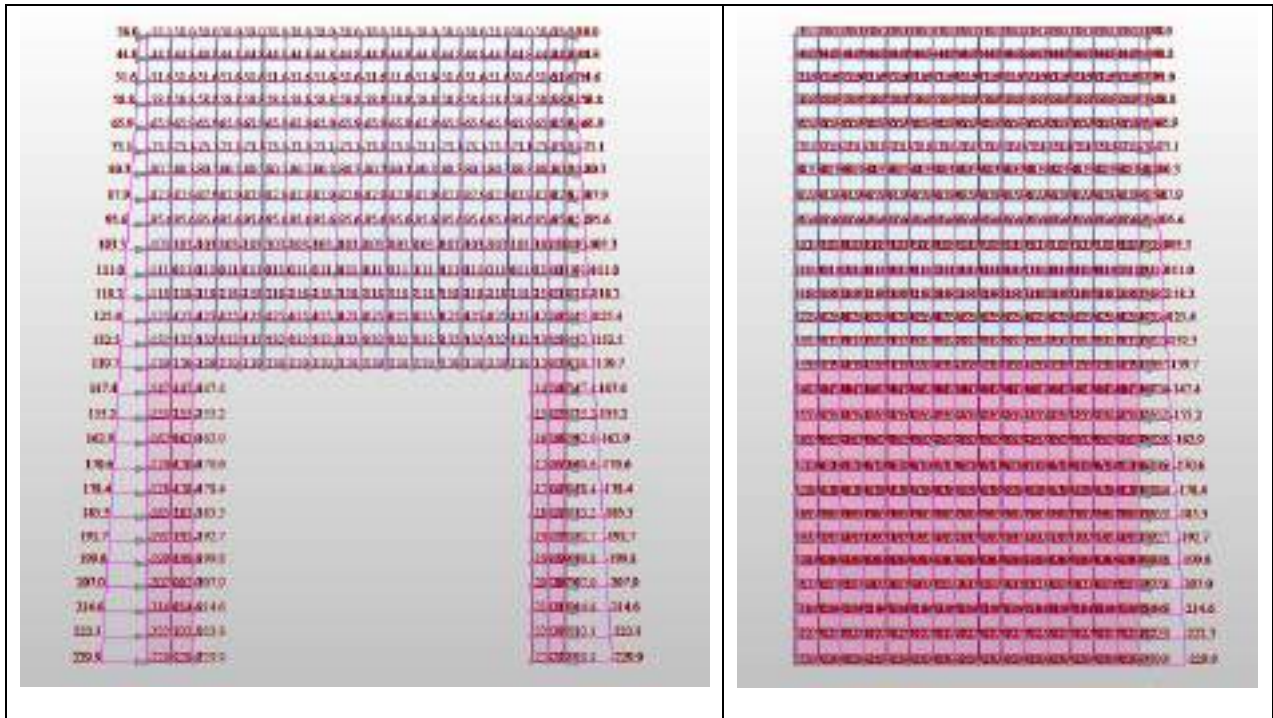
strato	u.g.	spessore	$\gamma$	$\phi$	$c'$	$k_0$	$\sigma'v$	$\sigma'h$
-	-	m	kN/m <sup>3</sup>	°	kN/m <sup>2</sup>	-	kN/m <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>
1_up	<b>UMS</b>	<b>5.5</b>	<b>20</b>	<b>41</b>	<b>0</b>	0.344	110	<b>38</b>
2_bottom	<b>UMS</b>	<b>27.9</b>	<b>20</b>	<b>41</b>	<b>0</b>	0.344	668	<b>230</b>

La spinta del terreno è stata applicata alle pareti perimetrali interrato riportate nella figura seguente.



***Figura 9-51 – Pareti perimetrali a contatto con il terreno***

Si riporta la distribuzione di pressione agente in corrispondenza dei setti perimetrali interrati inserita nel modello di calcolo.



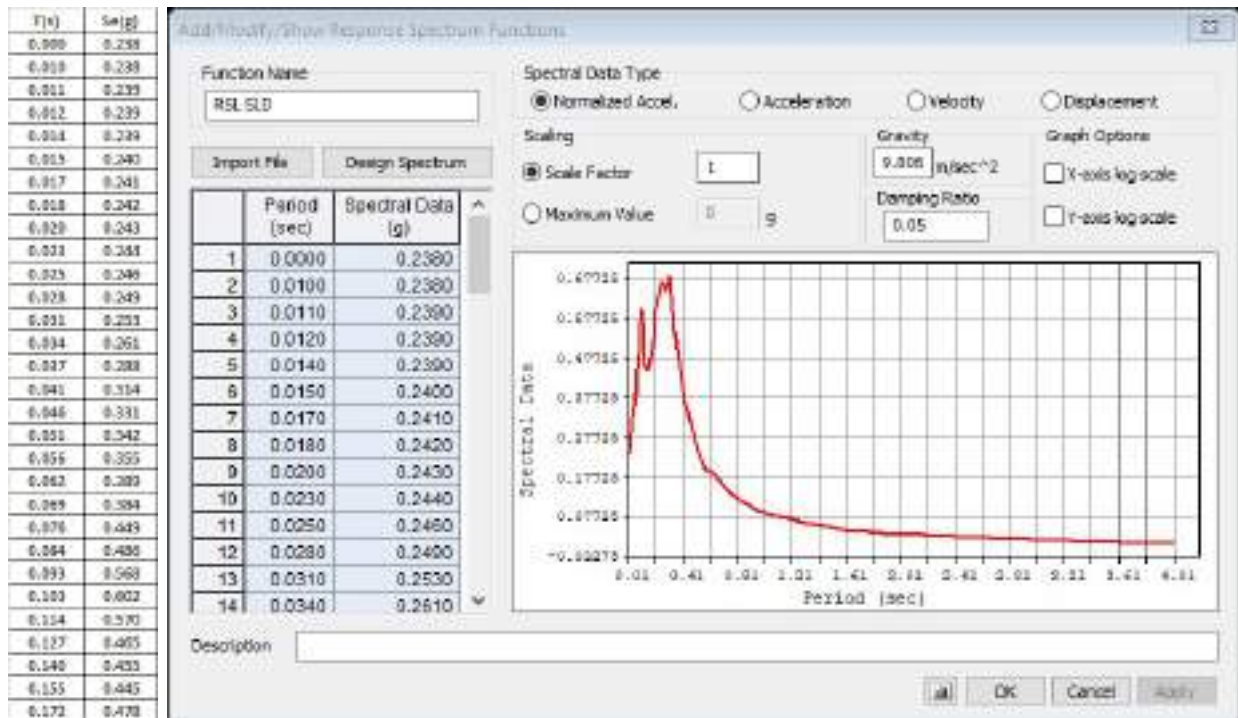
**Figura 9-52 – Andamento delle tensioni orizzontali totali – Applicazione pareti perimetrali interrato.**

### 9.6.7 Spettri di progetto

Lo spettro di progetto è stato implementato sul modello di calcolo utilizzando lo spettro proveniente dall’analisi di Risposta Sismica Locale (RSL) sul piano di coordinate  $S_e(g)$  e  $T$ , per gli stati limite di riferimento SLD ed SLV.

- **Spettro di Risposta SLD**

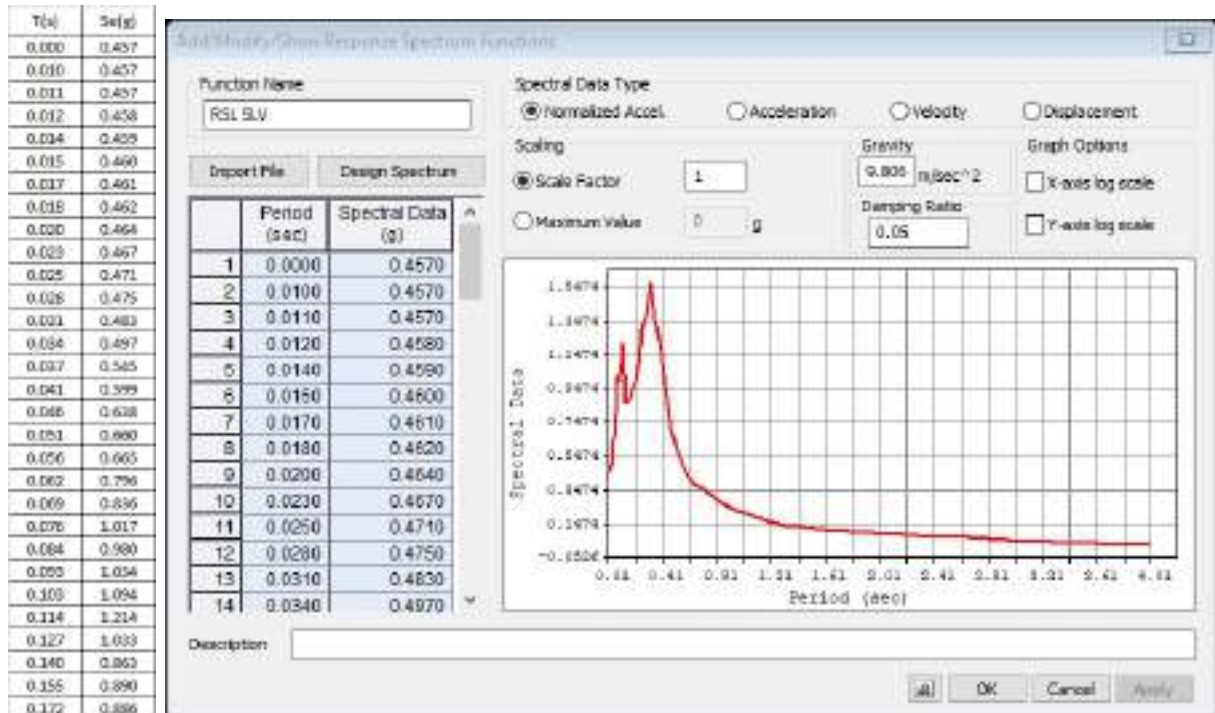
Di seguito si riportano gli spettri elastici di RSL generati per 30 punti e così come implementati per punti sul software di calcolo.



**Figura 9-53 – Spettro di risposta RSL allo SLD**

▪ **Spettro di Risposta SLV**

Di seguito si riportano i valori dello spettro elastico SLV in X e in Y per 30 punti, implementato nel modello FEM per la analisi lineare pseudostatica:



**Figura 9-54 – Spettro di risposta RSL allo SLV**

La struttura è stata considerata non dissipativa, in accordo con il par.7.3.1 delle NTC2018 lo spettro di progetto allo SLV, derivante dalle analisi di RSL, è stato abbattuto utilizzando un fattore di struttura  $q=1.5$ .

### 9.6.8 Analisi strutturale sismica

L’azione sismica è stata valutata prendendo in considerazione le analisi di risposta sismica locale (RSL). In particolare, le analisi utilizzate per il calcolo delle azioni in fase sismica nel modello FEM è di tipo statico lineare e prevedono:

- nel verso di applicazione dell’azione sismica per la porzione interrata l’interazione struttura-paratia-terreno è stata tenuta in conto considerando un incremento alla Wood proporzionale all’accelerazione in corrispondenza di  $T=0$  nello spettro di risposta derivante da RSL posto al baricentro della

paratia. Tali azioni sono state applicate direttamente al modello FEM a seconda del verso imposto da ciascuna combinazione sismica;

- nella parte opposta rispetto al verso di applicazione dell’azione sismica si è tenuto conto della reazione offerta dal terreno modellando delle molle del tipo “compression only”, opportunamente orientate ( si veda paragrafo dedicato);
- analogamente a quanto ipotizzato per l’incremento di spinta dinamica del terreno, le azioni inerziali interne alla struttura sono state tenute in conto avvalendosi dell’accelerazione corrispondente a periodo nullo nello spettro di risposta derivante da RSL in corrispondenza del baricentro della paratia.

Di seguito si riporta il calcolo e l’applicazione al modello dei vari contributi di incremento dinamico.

▪ **Incremento dinamico della spinta del terreno per presenza di sisma**

Per quanto riguarda l’incremento della spinta del terreno in fase dinamica, il valore dell’accelerazione da tenere in conto per l’applicazione della formula di WOOD risulta pari a:

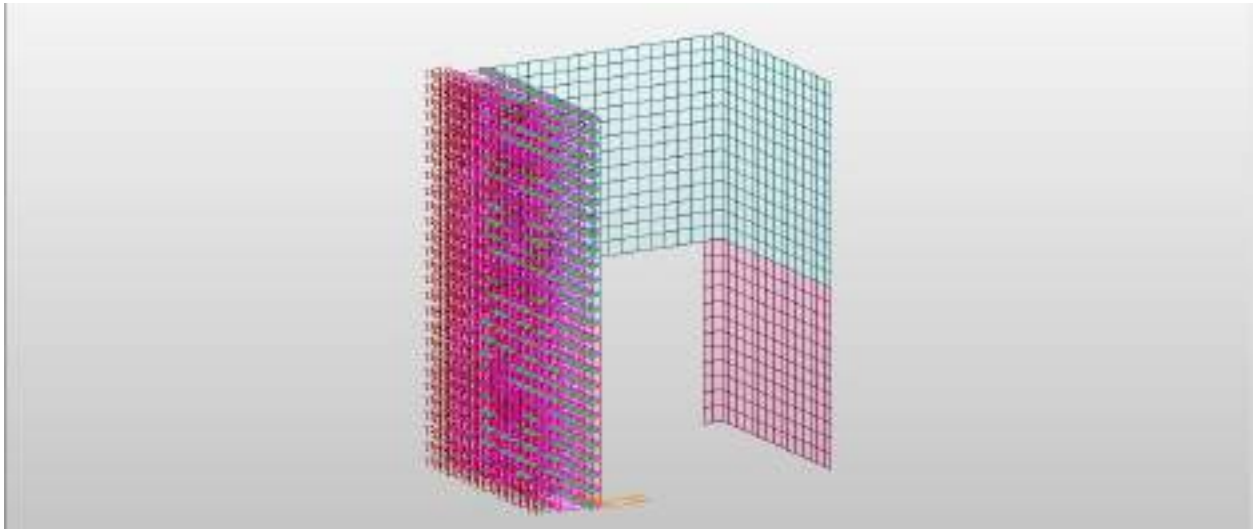
- $a_g/g=0.275$ , valore dell’accelerazione per periodo nullo alla quota del baricentro della paratia.

Per cui si ha:

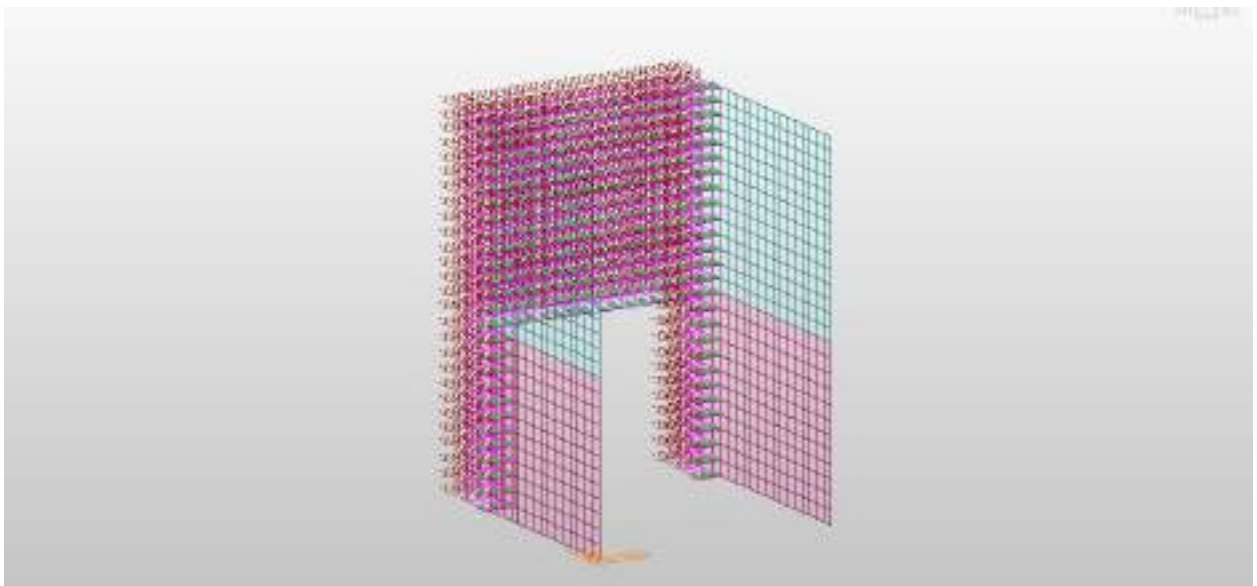
Spinta di Wood		
kh=	0.275	-
$\gamma$ =	20	kN/m <sup>2</sup>
H=	27.9	m
$\Delta P_w$ =	153	kN/m <sup>2</sup>

***Tabella 9.2 – Incremento di spinta delle terre per effetto del sisma***





**Figura 9-55 – Assegnazione incremento dinamico spinta terre – wood in direzione  
+X**



**Figura 9-56 – Assegnazione incremento dinamico spinta terre – wood in direzione  
-Y**

### **9.6.9 Valutazione della costante di sottofondo**

Per l’analisi della costante di sottofondo si riporta di seguito il valore adottato avendo eseguito una preliminare valutazione con diverse formulazioni: Vesic (1961), Bowles, per quest’ultimo si considerino le formule:

$$k_s = A_s + B_s Z^n$$

$$A_s = C(cN_{cs} + 0.5\gamma BN_{cs})$$

$$B_s Z^1 = C(\gamma N_{qs})Z^1$$

**Molla verticale in fondazione a z=-33.4 da pc**

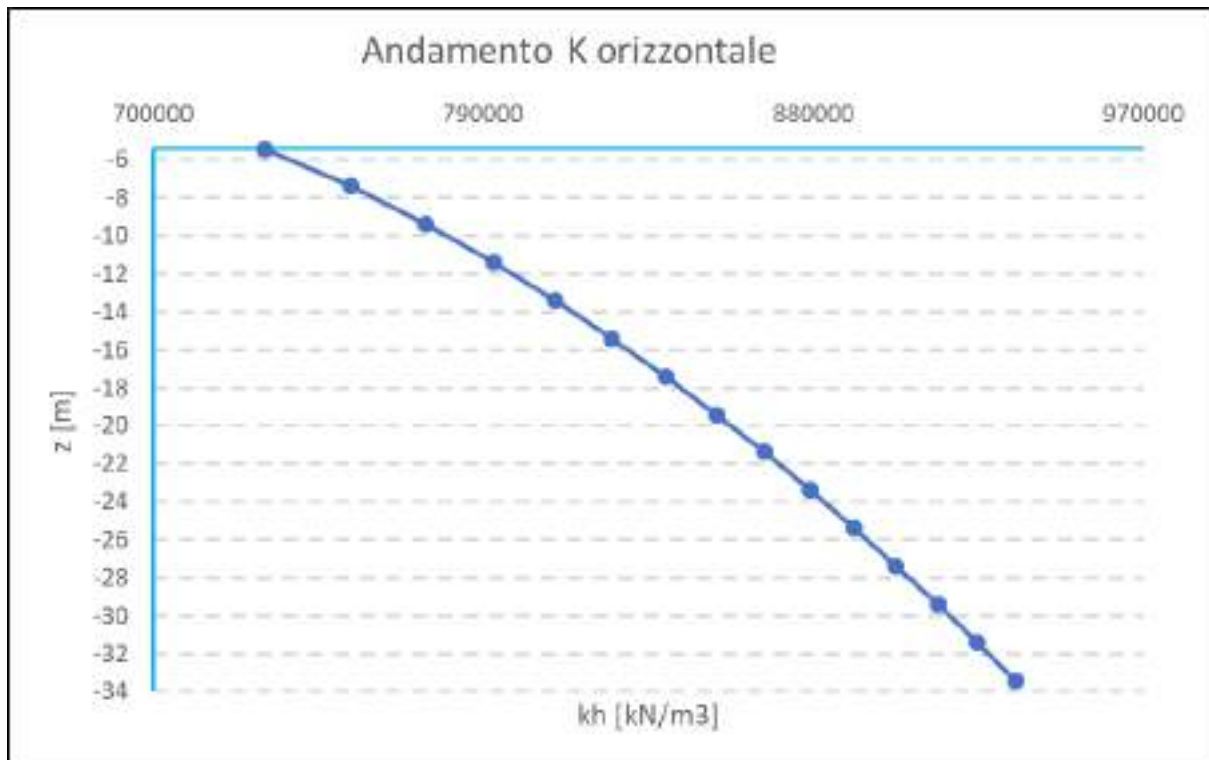
**$k_s = A_s + B_s \times Z^n = 3882599$  [kN/m<sup>3</sup>] valore della molla verticale da applicare al modello**

C	<b>40</b>	[kN/m <sup>3</sup> ]	fattore che dipende dal sistema di misura
c'	<b>3590</b>	[kN/m <sup>2</sup> ]	coesione
Nc	25.80	[-]	
Sc	<b>1</b>	[-]	
$\phi'$	<b>28</b>	[°]	angolo di resistenza a taglio
$\gamma$	<b>26</b>	[kN/m <sup>3</sup> ]	peso unità di volume
B	15.6	[m]	larghezza fondazione
N <sub>y</sub>	10.94	[-]	
S <sub>y</sub>	<b>1</b>	[-]	
N <sub>q</sub>	14.72	[-]	
S <sub>q</sub>	<b>1</b>	[-]	
n	<b>0.5</b>	[-]	
Z	<b>33.4</b>	[m]	profondità del piano di posa della fondazione rispetto al p.c.
B	<b>15.6</b>	[m]	
c'*Nc*sc=	92634		
0.5* $\gamma$ *B*N <sub>y</sub> *s <sub>y</sub> =	2219.136		
A <sub>s</sub> =	3794125		
$\gamma$ *N <sub>q</sub> *s <sub>q</sub> =	382.717		
B <sub>s</sub> =	15309		

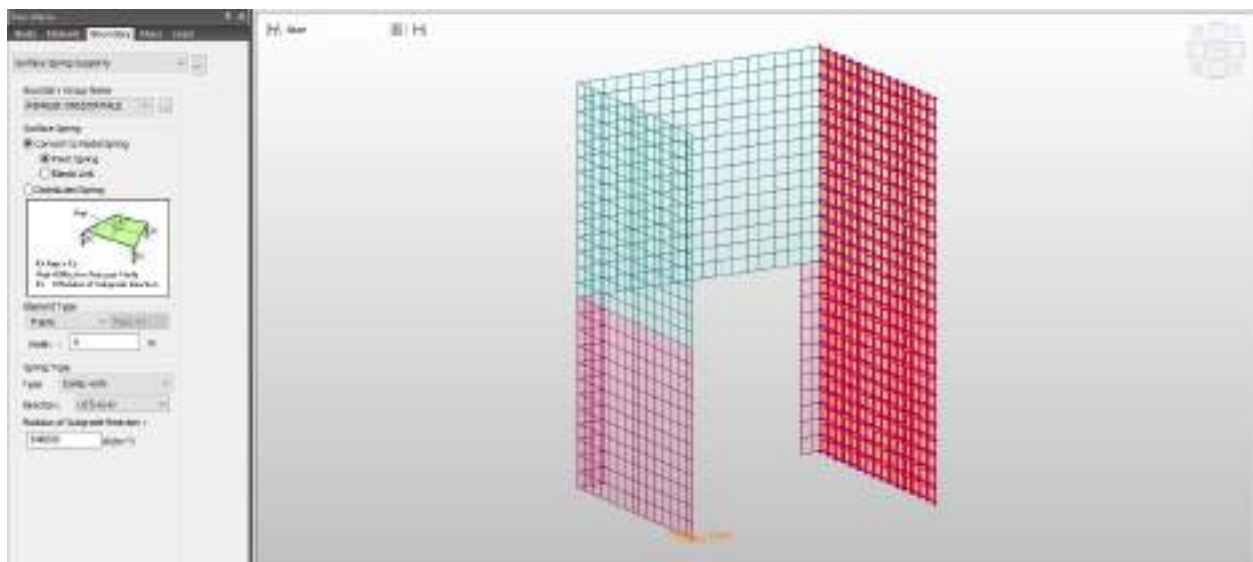
Nella parte opposta rispetto al verso di applicazione dell'azione sismica si è tenuto conto della reazione offerta dal terreno mediante l'inserimento in corrispondenza delle pareti perimetrali interrato di molle del tipo "compression only" opportunamente orientate in modo da produrre esclusivamente reazioni opposte al verso dello spostamento laterale della parete. Il valore della rigidità a compressione dei tali molle è stato calcolato come sopra descritto, con riferimento all'unità geotecnica UMS.

C	<b>40</b>	[kN/m <sup>3</sup> ]	fattore che dipende dal sistema di misura
c'	<b>0</b>	[kN/m <sup>2</sup> ]	coesione
Nc	83.86	[-]	
Sc	<b>1</b>	[-]	
φ'	<b>41</b>	[°]	angolo di resistenza a taglio
γ =	<b>20</b>	[kN/m <sup>3</sup> ]	peso unità di volume
B=	15.6	[m]	larghezza fondazione
N <sub>γ</sub>	95.05	[-]	
S <sub>γ</sub>	<b>1</b>	[-]	
N <sub>q</sub>	73.90	[-]	
S <sub>q</sub>	<b>1</b>	[-]	
n	<b>0.5</b>	[-]	
Z		[m]	profondità del piano di posa della fondazione rispetto al p.c.
B	<b>15.6</b>	[m]	
c'*Nc*sc=	0		
0.5*γ*B*N <sub>γ</sub> *s <sub>γ</sub> =	14828.2		
As=	593127		
γ*N <sub>q</sub> *sq=	1477.9		
Bs=	59118		

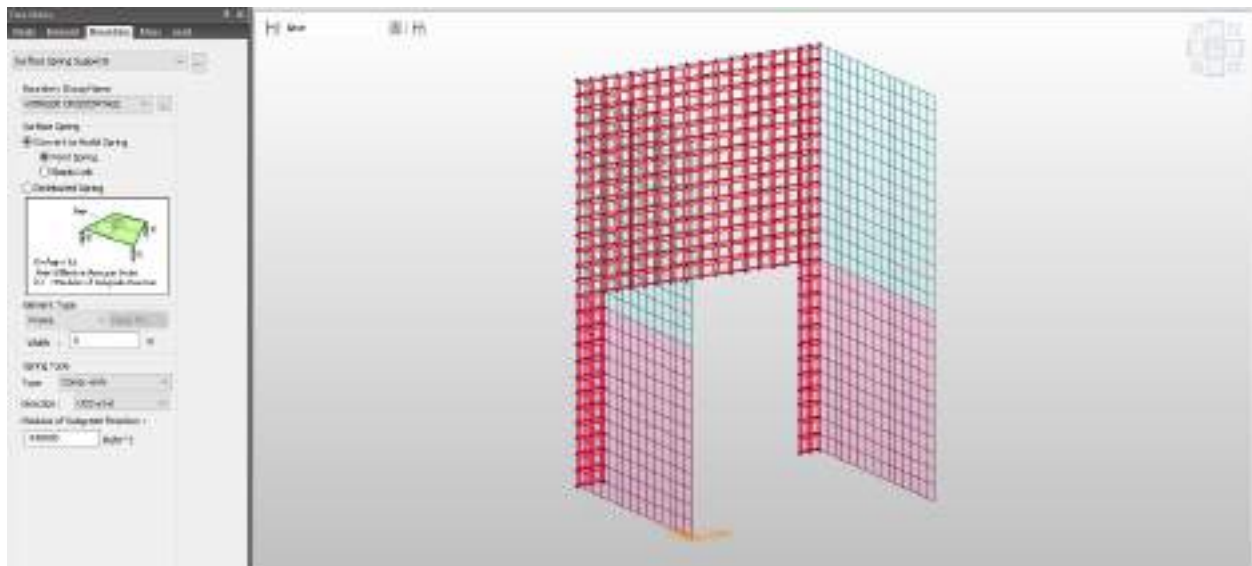
Di seguito se ne riporta l’andamento con la profondità:



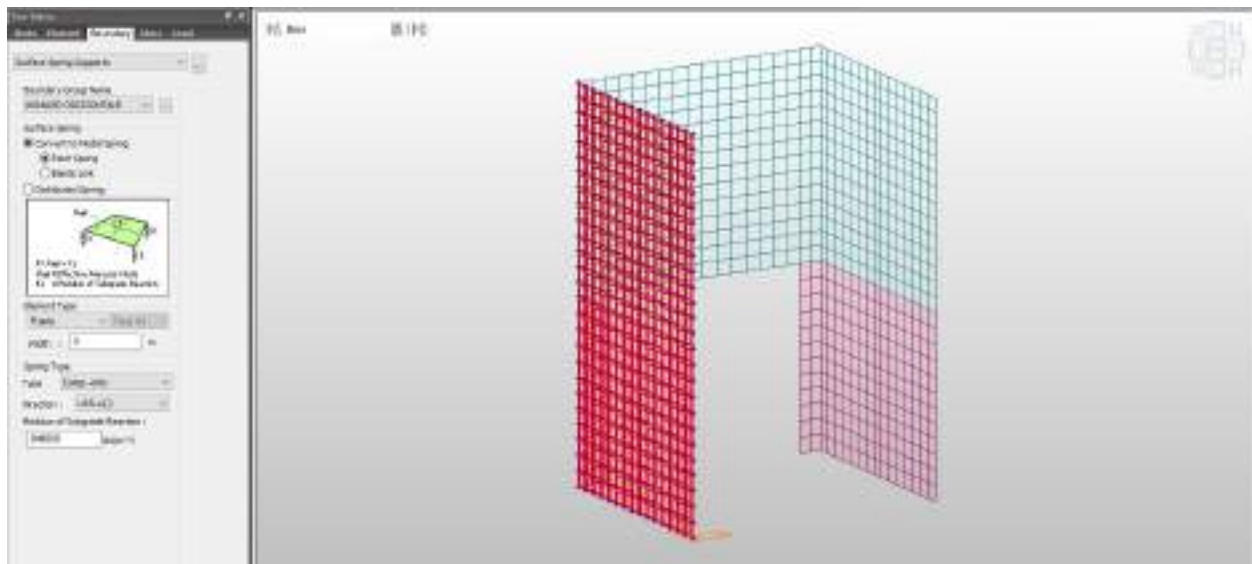
Nel software è stato considerato un valore costante medio di  $K_s = 848000 \text{ kN/m}^3$ .



**Figura 9-57 – Modalità di assegnazione delle molle "compression only"- Parete perimetrale interrata EST**



**Figura 9-58 – Modalità di assegnazione delle molle "compression only"- Parete perimetrale interrata NORD**



**Figura 9-59 – Modalità di assegnazione delle molle "compression only"- Parete perimetrale interrata OVEST**

## 9.7 Combinazioni di carico

Le combinazioni di carico prese in considerazione nelle verifiche sono state definite in base a quanto prescritto dalle NTC2018 al par.2.5.3.

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

$$Y_{G1} \cdot G_1 + Y_{G2} \cdot G_2 + Y_P \cdot P + Y_{Q1} \cdot Q_{k1} + Y_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + Y_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

Combinazione **rara**, impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili, da utilizzarsi nelle verifiche delle tensioni d'esercizio:

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

Combinazione **frequente**, impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili, da utilizzarsi nelle verifiche a fessurazione:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

Combinazione **quasi permanente**, generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

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

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$$

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

$$G_1 + G_2 + P + A_d + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$$

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

$$G_1 + G_2 + \sum_j \psi_{2j} Q_{kj}$$

Gli stati limiti di esercizio di cui si prevede in seguito la verifica sono i seguenti:

stato limite di fessurazione;

stato limite delle tensioni di esercizio;

stato limite di deformazione.

### **Stato limite di fessurazione**

Le fessure possono essere indotte da deformazioni imposte e dall’azioni dei carichi. Le norme tecniche definiscono tre diversi stati limite di fessurazione che, in ordine decrescente di severità, sono lo stato limite di decompressione, lo stato limite di formazione delle fessure e lo stato limite di apertura delle fessure e vanno scelti a seconda delle condizioni ambientali e della sensibilità delle armature.

#### **Stato limite di decompressione**

Lo stato limite di decompressione consiste nel controllare che la tensione nel calcestruzzo, a causa delle sollecitazioni di progetto, sia al più nulla in tutti i punti della sezione cioè che la sezione deve essere soggetta esclusivamente a tensioni di compressione.

#### **Stato limite di formazione delle fessure**

Lo stato limite di formazione delle fessure consiste nel controllare che la massima tensione normale di trazione nel calcestruzzo risulti inferiore  $f_{ctm} / 1.2$ , considerando le caratteristiche geometriche della sezione omogeneizzata non fessurata.

#### **Stato limite di apertura delle fessure**

Lo stato limite di apertura delle fessure consiste nel verificare che l’ampiezza caratteristica delle fessure che si formano nell’elemento in calcestruzzo armato si



mantengono al di sotto dei limiti previsti dalla normativa. Il valore caratteristico di calcolo ( $w_d$ ) è espresso dalla relazione seguente:

$$w_d = 1.7 \cdot w_m$$

dove  $w_m$  rappresenta l’ampiezza media delle fessure, calcolata come prodotto della deformazione media delle barre d’armatura  $\epsilon_{sm}$  per la distanza media tra le fessure  $\Delta s_m$ .

Per le strutture contenenti liquidi si esegue una verifica a fessurazione che prevede, per le combinazioni di carico quasi permanenti, uno stato limite di formazione delle fessure, mentre, per le combinazioni di carico frequenti, uno stato limite di apertura delle fessure con valore nominale delle aperture inferiore o uguale a  $w_1 = 0.2$  mm.

Per le altre tipologie di strutture si esegue una verifica a fessurazione che prevede, per le combinazioni di carico quasi permanenti e frequenti, uno stato limite di apertura delle fessure con valore nominale delle aperture inferiore o uguale rispettivamente a  $w_1 = 0.2$  mm e  $w_2 = 0.3$  mm.

### **Stato limite delle tensioni in esercizio**

La normativa impone di limitare le tensioni agenti (di lavoro) nei materiali in fase di esercizio. Questa verifica deve essere effettuata per le combinazioni di azioni rare e quasi permanenti.

La massima tensione di compressione  $\sigma_c$  del conglomerato cementizio deve rispettare la limitazione seguente:

$$\sigma_c \leq 0.60 \cdot f_{cd} \quad \text{per combinazione rara;}$$

$$\sigma_c \leq 0.45 \cdot f_{cd} \quad \text{per combinazione quasi permanenti;}$$

La tensione massima  $\sigma_s$  nell’acciaio, indotta dalle azioni dovute alle combinazioni rare, deve rispettare la limitazione seguente:

$$\sigma_s \leq 0,8 \cdot f_{ct}$$

### **Stato limite di deformazione**

Le deformazioni di un elemento o di una struttura devono essere congruenti con le prestazioni richieste alla struttura con riferimento alle esigenze statiche, funzionali ed estetiche. I limiti di deformazione da imporre alla struttura, in linea di principio, non dovranno superare i valori per i quali si possono verificare inconvenienti agli elementi collegati alla struttura aventi comportamento fragile (vetrate, tramezzature, pavimentazioni, etc.). In altri casi i limiti possono essere imposti per assicurare il corretto funzionamento di macchinari o impianti. Seppur in via indiretta, il controllo delle deformazioni permette anche di limitare vibrazioni fastidiose.

Orientativamente, la norma ISO 4356 indica i valori massimi di deformazione validi per edifici di uso comune (abitazione, uffici, etc.) per i quali si ritiene che frecce inferiori a 1/250 della luce, indotte da carichi quasi permanenti, non compromettano l’aspetto e la funzionalità della struttura. Inoltre, inflessioni non maggiori di 1/500 della luce, dovute al peso degli elementi non strutturali, sono in genere tollerabili senza che gli stessi si danneggino.

Nelle strutture in cemento armato devono considerarsi anche le componenti di deformazione differita del calcestruzzo quali il ritiro e la viscosità.

Per travi con sezione rettangolare o ad esse assimilabili aventi luce non superiore a 10 m e per piastre rettangolari, si può omettere la verifica di deformabilità purché i rapporti luce/altezza risultino inferiori a quelli riportati nella tabella seguente (nel caso delle piastre rettangolari la luce è la minore dimensione in pianta).

Condizioni di vincolo	1/h
Travi a sbalzo	7
Travi e piastre semplicemente appoggiate	20
Travi continue, piastre incastrate	16

**Tabella 9.3 – Snellezza limite**

Di seguito si riportano le combinazioni che hanno indotto sulla struttura le sollecitazioni più gravose in relazione alla sua geometria e distribuzione di rigidzze interne e di carichi esterni.

No	Name	G1k	G2k_copertura	Q1k_acc. 1kPa copertura	Q2k_neve copertura	G2k_livello 0	Qk_mezzi 20kPa livello 0	Qk_acc. 3kPa livello 0	G2k_platea	G2k_Spinta terreno	G2k_muri livello 0	G2k_platea DN2500	Qk_spinta sovraccarico 20kPa	Gk_Acqua liv. PERM.	Gk_Acqua liv. ECC.	Qk_CARROPONTE 6.3t	G2k_livello-1	Qk_acc. 3kPa livello-1	G2k_livello-2	Qk_acc. 3kPa livello-2
14	SLU_1	1.3	1.5	1.5	0.75	1.5	1.05	1.5	1.5	1.3	1.5	1.5	1.05	1.3	0	1	1.5	1.5	1.5	1.5
15	SLU_2	1.3	1.5	0	1.5	1.5	1.05	1.5	1.5	1.3	1.5	1.5	1.05	1.3	0	1	1.5	1.5	1.5	1.5
16	SLU_3	1.3	1.5	0	0.75	1.5	1.05	1.5	1.5	1.3	1.5	1.5	1.05	1.3	0	1	1.5	1.5	1.5	1.5
17	SLU_4	1.3	1.5	0	0.75	1.5	1.5	1.5	1.5	1.3	1.5	1.5	1.05	1.3	0	1	1.5	1.5	1.5	1.5
18	SLU_5	1.3	1.5	0	0.75	1.5	1.05	1.5	1.5	1.3	1.5	1.5	1.5	1.3	0	1	1.5	1.5	1.5	1.5
19	SLU_6	1.3	1.5	1.5	0.75	1.5	1.05	1.5	1.5	1.3	1.5	1.5	1.05	0	0	1	1.5	1.5	1.5	1.5
20	SLU_7	1.3	1.5	0	1.5	1.5	1.05	1.5	1.5	1.3	1.5	1.5	1.05	0	0	1	1.5	1.5	1.5	1.5
21	SLU_8	1.3	1.5	0	0.75	1.5	1.05	1.5	1.5	1.3	1.5	1.5	1.05	0	0	1	1.5	1.5	1.5	1.5
22	SLU_9	1.3	1.5	0	0.75	1.5	1.5	1.5	1.5	1.3	1.5	1.5	1.05	0	0	1	1.5	1.5	1.5	1.5
23	SLU_10	1.3	1.5	0	0.75	1.5	1.05	1.5	1.5	1.3	1.5	1.5	1.5	0	0	1	1.5	1.5	1.5	1.5
24	ECC_1	1	1	0	0	1	0.3	0.8	1	1	1	1	0.3	0	1	1	1	0.8	1	0.8
25	ECC_2	1	1	0	0	1	0.3	0.8	1	1	1	1	0.3	0	0	1	1	0.8	1	0.8

**Tabella 9.4 – Combinazioni di carico in SLU ed Eccezionali**

No	Name	G1k	G2k_copertura	Q1k_acc. 1kPa copertura	Q2k_neve copertura	G2k_livello 0	Qk_mezzi 20kPa livello 0	Qk_acc. 3kPa livello 0	G2k_platea	G2k_Spinta terreno	G2k_muri livello 0	G2k_platea DN2500	Qk_spinta sovraccarico 20kPa	Qk_CARROPONTE 6.3t	G2k_livello-1	Qk_acc. 3kPa livello-1	G2k_livello-2	Qk_acc. 3kPa livello-2	Ek_wood +X	Ek_wood -X	Ek_wood +Y	Ek_wood -Y	Ek_westergard +X	Ek_westergard -X	Ek_westergard +Y	Ek_westergard -Y	Gk_Acqua liv. PERM.	Gk_Acqua liv. ECC.	Qk_CARROPONTE 6.3t	Ek_SLV_X_sovrastr.	Ek_SLV_Y_sovrastr.	SLV +X	SLV -X	SLV +Y	SLV -Y				
10	SLV +X																		1																				
11	SLV -X																				1																		
12	SLV +Y																					1																	
13	SLV -Y																						1																
26	SLV 1	1	1	0	0	1	0.3	0.8	1	1	1	1	0.3	1	1	1	1	0.8																	1	0	0.3	0	
27	SLV 2	1	1	0	0	1	0.3	0.8	1	1	1	1	0.3	1	1	1	1	0.8																	1	0	0	0.3	
28	SLV 3	1	1	0	0	1	0.3	0.8	1	1	1	1	0.3	1	1	1	1	0.8																	0	1	0.3	0	
29	SLV 4	1	1	0	0	1	0.3	0.8	1	1	1	1	0.3	1	1	1	1	0.8																	0	1	0	0.3	
30	SLV 5	1	1	0	0	1	0.3	0.8	1	1	1	1	0.3	1	1	1	1	0.8																0.3	0	1	0		
31	SLV 6	1	1	0	0	1	0.3	0.8	1	1	1	1	0.3	1	1	1	1	0.8																0	0.3	1	0		
32	SLV 7	1	1	0	0	1	0.3	0.8	1	1	1	1	0.3	1	1	1	1	0.8															0.3	0	0	1	0		
33	SLV 8	1	1	0	0	1	0.3	0.8	1	1	1	1	0.3	1	1	1	1	0.8																0	0.3	0	1	0	

**Tabella 9.5 – Combinazioni di carico sismiche**

No	Name	G1k	G2k_copertura	Q1k_acc. 1kPa copertura	Q2k_neve copertura	G2k_livello 0	Qk_mezzi 20kPa livello 0	Qk_acc. 3kPa livello 0	G2k_platea	G2k_Spinta terreno	G2k_muri livello 0	G2k_platea DN2500	Qk_spinta sovraccarico 20kPa	Gk_Acqua liv. PERM.	Qk_CARROPONTE 6.3t	G2k_livello-1	Qk_acc. 3kPa livello-1	G2k_livello-2	Qk_acc. 3kPa livello-2
52	RARA_1	1	1	1	0.5	1	0.7	1	1	1	1	1	0.7	1	1	1	1	1	1
53	RARA_2	1	1		1	1	0.7	1	1	1	1	1	0.7	1	1	1	1	1	1
54	RARA_3	1	1		0.5	1	0.7	1	1	1	1	1	0.7	1	1	1	1	1	1
55	RARA_4	1	1		0.5	1	1	1	1	1	1	1	0.7	1	1	1	1	1	1
56	RARA_5	1	1		0.5	1	0.7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
57	RARA_6	1	1	1	0.5	1	0.7	1	1	1	1	1	0.7		1	1	1	1	1
58	RARA_7	1	1		1	1	0.7	1	1	1	1	1	0.7		1	1	1	1	1
59	RARA_8	1	1		0.5	1	0.7	1	1	1	1	1	0.7		1	1	1	1	1
60	RARA_9	1	1		0.5	1	1	1	1	1	1	1	0.7		1	1	1	1	1
61	RARA_10	1	1		0.5	1	0.7	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1

**Tabella 9.6 – Combinazioni di carico in esercizio – Combinazione Rara**

No	Name	G1k	G2k_copertura	Q1k_acc. 1kPa copertura	Q2k_neve copertura	G2k_livello 0	Qk_mezzi 20kPa livello 0	Qk_acc. 3kPa livello 0	G2k_platea	G2k_Spinta terreno	G2k_muri livello 0	G2k_platea DN2500	Qk_spinta sovraccarico 20kPa	Gk_Acqua liv. PERM.	Qk_CARROPONTE 6.3t	G2k_livello-1	Qk_acc. 3kPa livello-1	G2k_livello-2	Qk_acc. 3kPa livello-2
52	FREQ_1	1	1			1	0.3	0.8	1	1	1	1	0.3	1	1	1	0.8	1	0.8
53	FREQ_2	1	1		0.2	1	0.3	0.8	1	1	1	1	0.3	1	1	1	0.8	1	0.8
54	FREQ_3	1	1			1	0.3	0.9	1	1	1	1	0.3	1	1	1	0.9	1	0.9
55	FREQ_4	1	1			1	0.5	0.8	1	1	1	1	0.5	1	1	1	0.8	1	0.8
56	FREQ_5	1	1			1	0.3	0.8	1	1	1	1	0.3	1	1	1	0.8	1	0.8
57	FREQ_6	1	1			1	0.3	0.8	1	1	1	1	0.3		1	1	0.8	1	0.8
58	FREQ_7	1	1		0.2	1	0.3	0.8	1	1	1	1	0.3		1	1	0.8	1	0.8
59	FREQ_8	1	1			1	0.3	0.9	1	1	1	1	0.3		1	1	0.9	1	0.9
60	FREQ_9	1	1			1	0.5	0.8	1	1	1	1	0.5		1	1	0.8	1	0.8
61	FREQ_10	1	1			1	0.3	0.8	1	1	1	1	0.3		1	1	0.8	1	0.8

**Tabella 9.7 – Combinazioni di carico in esercizio – Combinazione Frequente**

No	Name	G1k	G2k_copertura	Q1k_acc. 1kPa copertura	Q2k_neve copertura	G2k_livello 0	Qk_mezzi 20kPa livello 0	Qk_acc. 3kPa livello 0	G2k_platea	G2k_Spinta terreno	G2k_muri livello 0	G2k_platea DN2500	Qk_spinta sovraccarico 20kPa	Gk_Acqua liv. PERM.	Qk_CARROPONTE 6.3t	G2k_livello-1	Qk_acc. 3kPa livello-1	G2k_livello-2	Qk_acc. 3kPa livello-2
72	QP_1	1	1			1	0.3	0.8	1	1	1	1	0.3	1	1	1	0.8	1	0.8
73	QP_2	1	1			1	0.3	0.8	1	1	1	1	0.3		1	1	0.8	1	0.8

**Tabella 9.8 – Combinazioni di carico in esercizio – Combinazione Quasi Permanente**

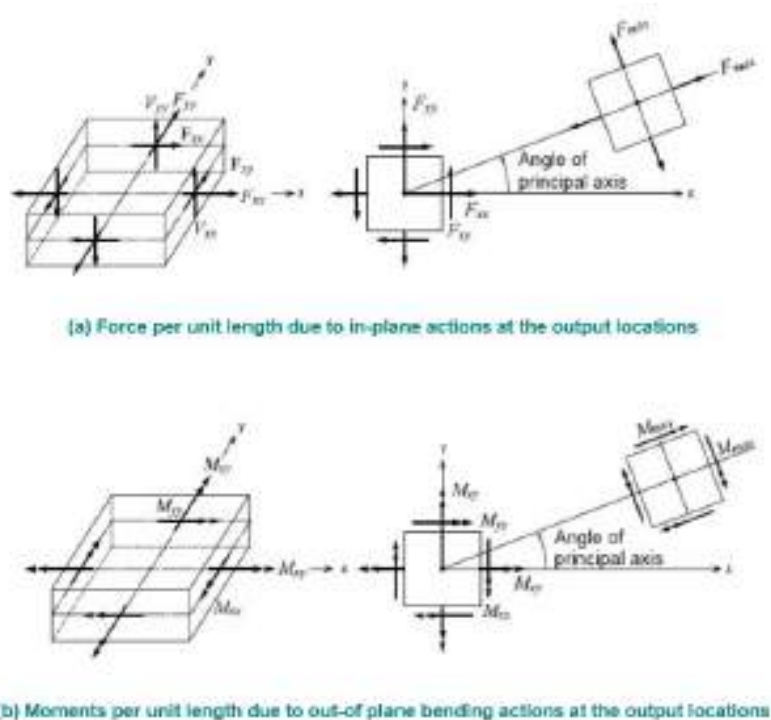
## **9.8 Criteri di verifica**

I risultati delle simulazioni numeriche in termini di sollecitazioni negli elementi strutturali sono riportati in allegato alla presente relazione, per le combinazioni di carico relative sia allo stato limite ultimo sia allo stato limite di esercizio. Nei capitoli che seguono vengono forniti i risultati di inviluppo di tutte le combinazioni di carico.

### **9.8.1 Orientamento degli assi locali per gli elementi shell**

L'orientamento degli assi locali **x** e **y** è determinato dalla relazione tra l'asse locale **z** e l'asse globale **Z**:

- il piano locale **z-y** viene preso verticale, cioè parallelo all'asse **Z**;
- l'asse locale **y** viene preso in direzione positiva verso l'alto (**+Z**) a meno che la shell non sia orizzontale nel qual caso l'asse locale **y** è preso orizzontale diretto lungo la direzione globale **+Y**;
- l'asse locale **x** è sempre orizzontale cioè giace in un piano parallelo al piano **XY**.



**Figura 9-60 – Orientamento assi locali per gli elementi shell**

## 9.8.2 Stato di sollecitazione e verifiche – MANUFATTO1

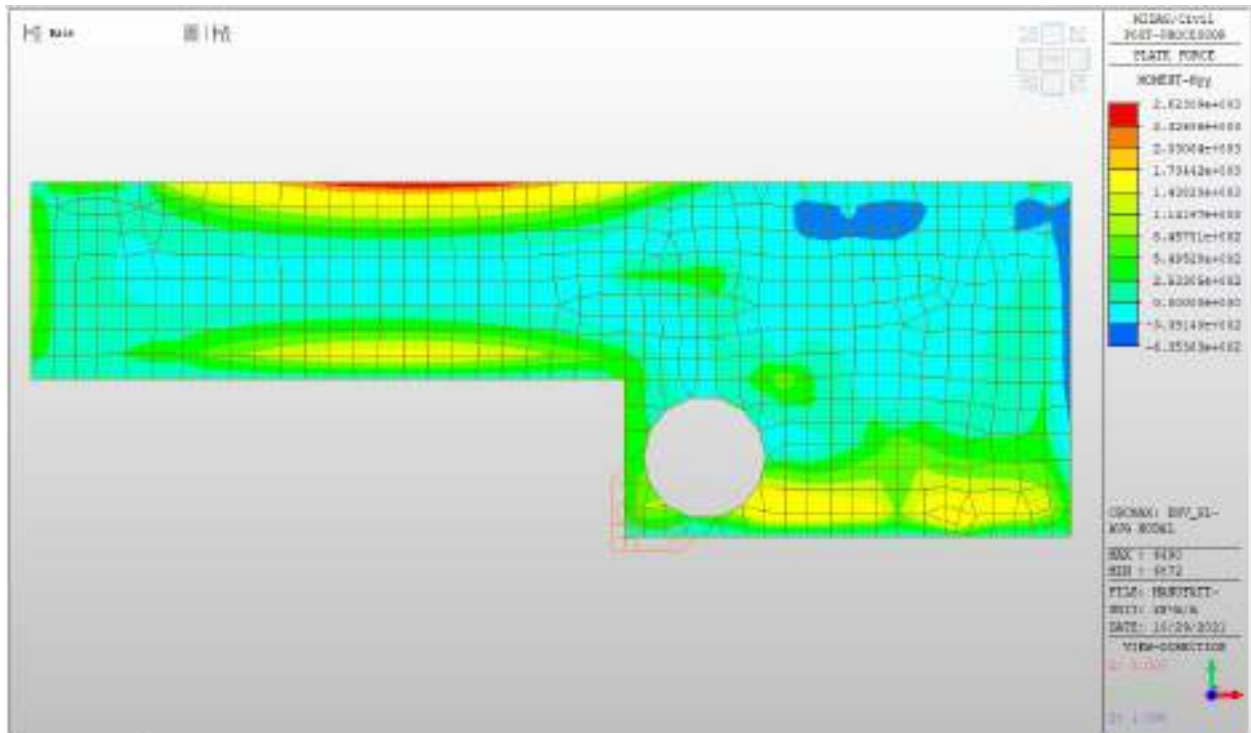
### Fondazione

#### Fondazione – SLU-SLV

Si riportano di seguito gli involucri delle mappe delle sollecitazioni per le combinazioni allo stato limite ultimo (sismiche e statiche) e di esercizio per il piano di fondazione.

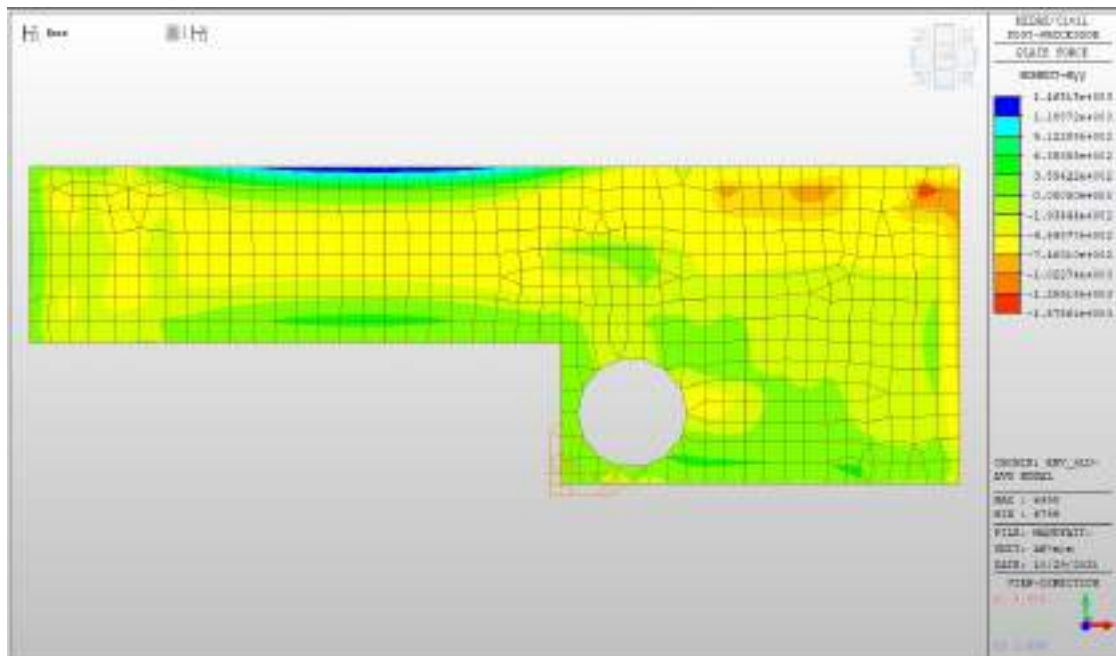
MY max, SLV-SLU = +1740 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull'intera area)

MY max, SLV-SLU = +2630 kNm/m (soll. di verifica armatura zone di raffittimento)



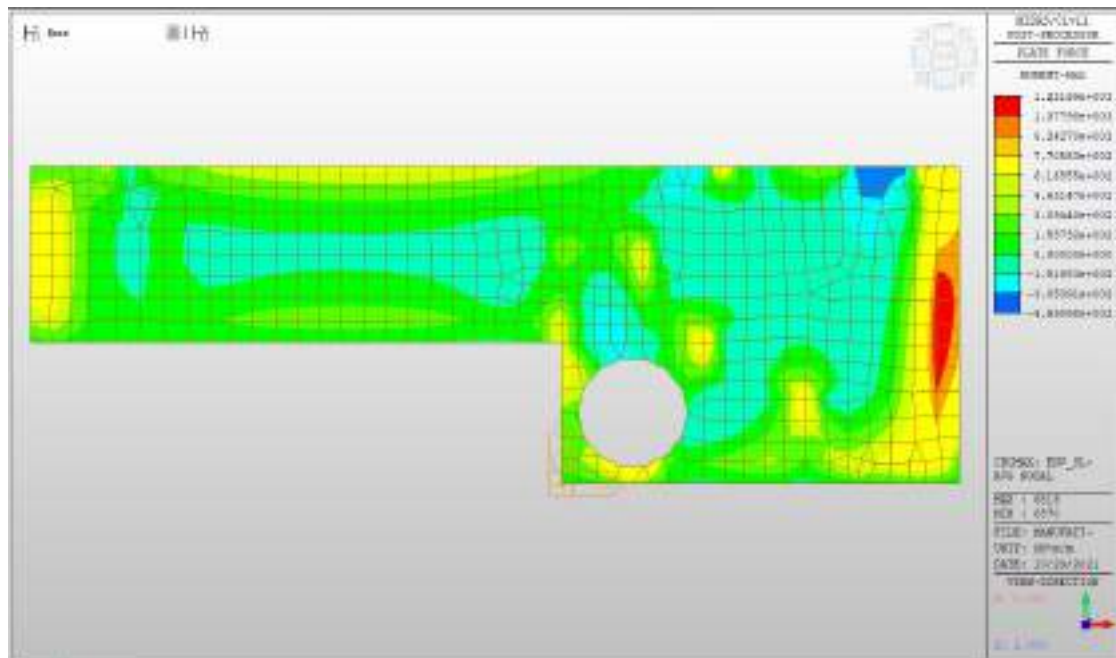
MY min, SLV-SLU = -750 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)  
MY min, SLV-SLU = -1580 kNm/m (soll. di verifica armatura zone di raffittimento)





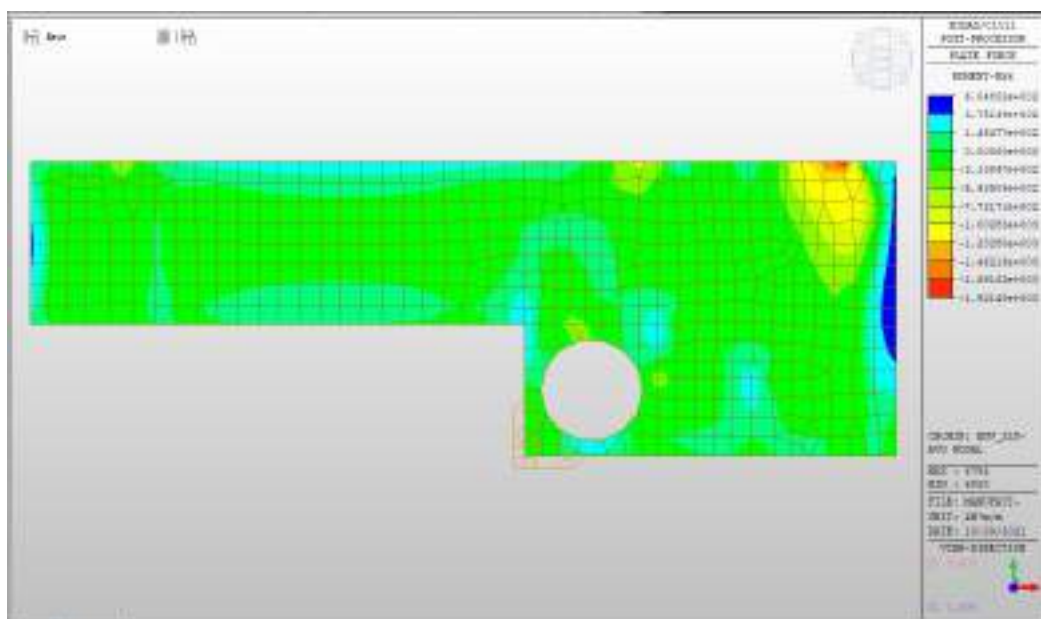
MXX max, SLV-SLU= +770 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

MXX max, SLV-SLU= +1230 kNm/m (soll. di verifica armatura zone di raffittimento)



MXX min, SLV-SLU= -1230 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

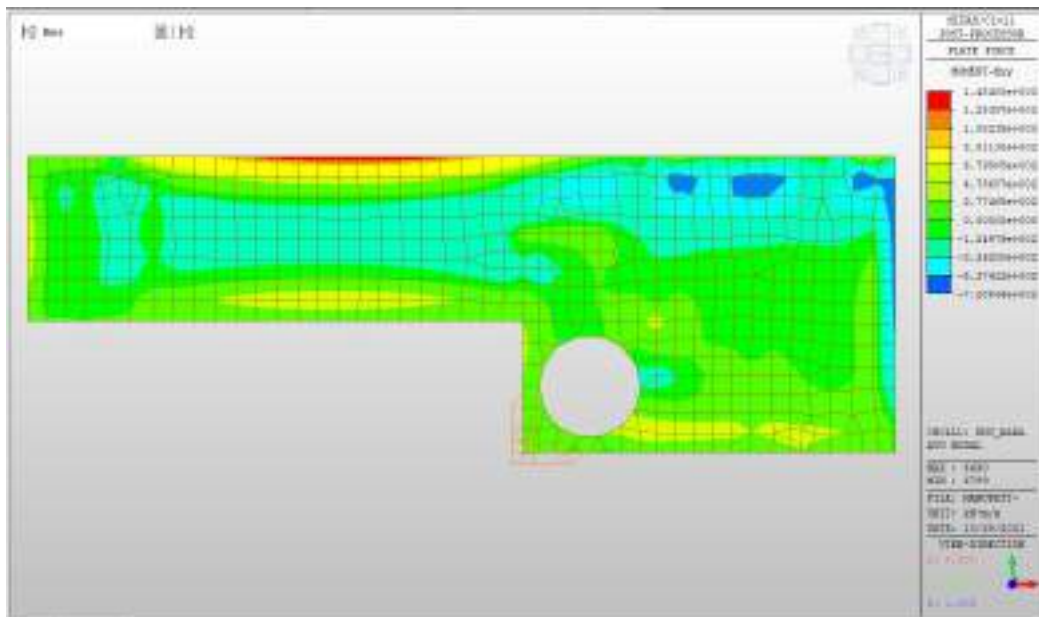
MXX min, SLV-SLU= -1920 kNm/m (soll. di verifica armatura zone di raffittimento)



**Fondazione – SLE – RARA**

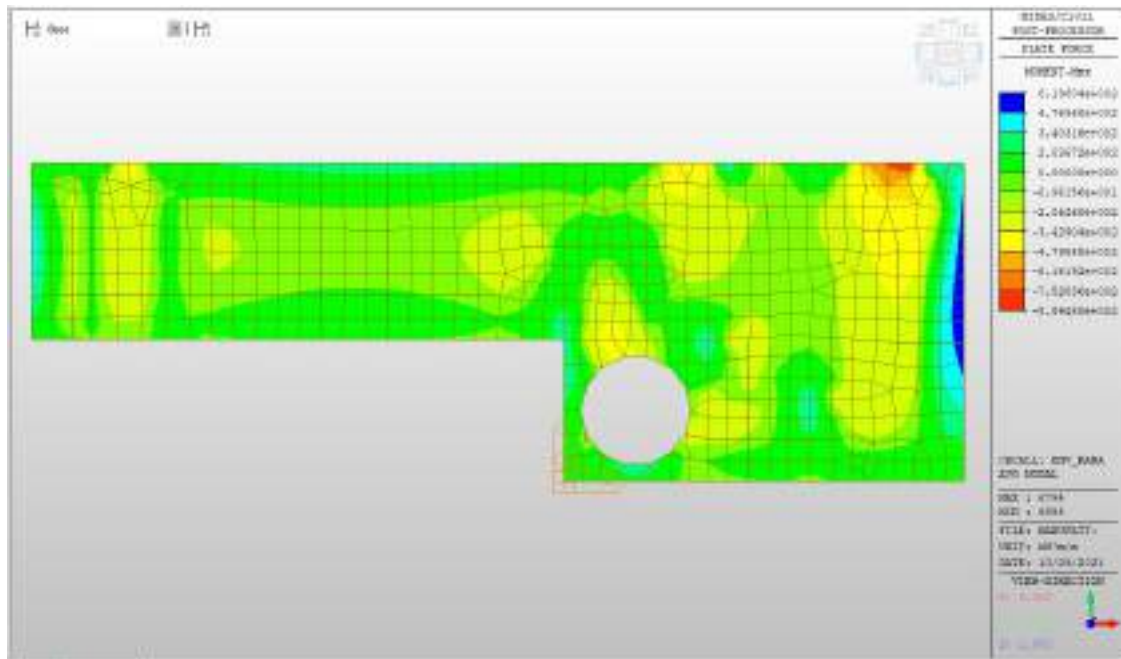
MYX max, RARA= +881 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull'intera area)

MYX min, RARA= -125 kNm/m



MXX max, RARA= +204 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull'intera area)

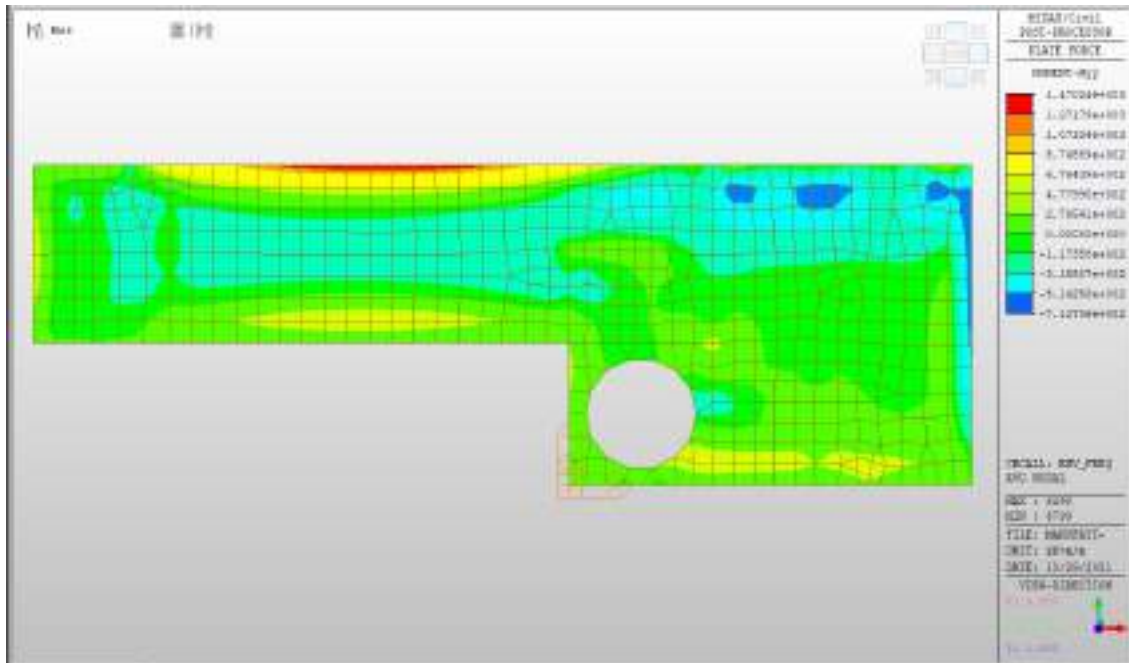
MXX min, RARA= -480 kNm/m



**Fondazione – SLE – Frequente**

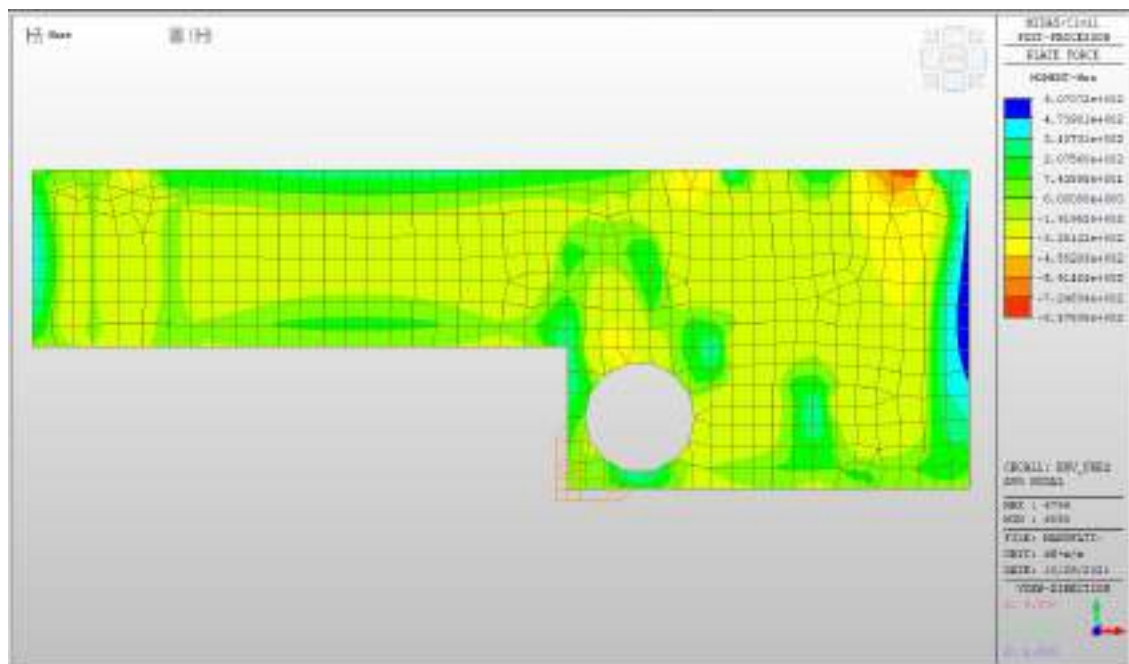
MYX max, Frequente= +875 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

MYX min, Frequente= -118 kNm/m



MXX max, Frequente= +208kNm/m (soll. di verifica armatura media sull'intera area)

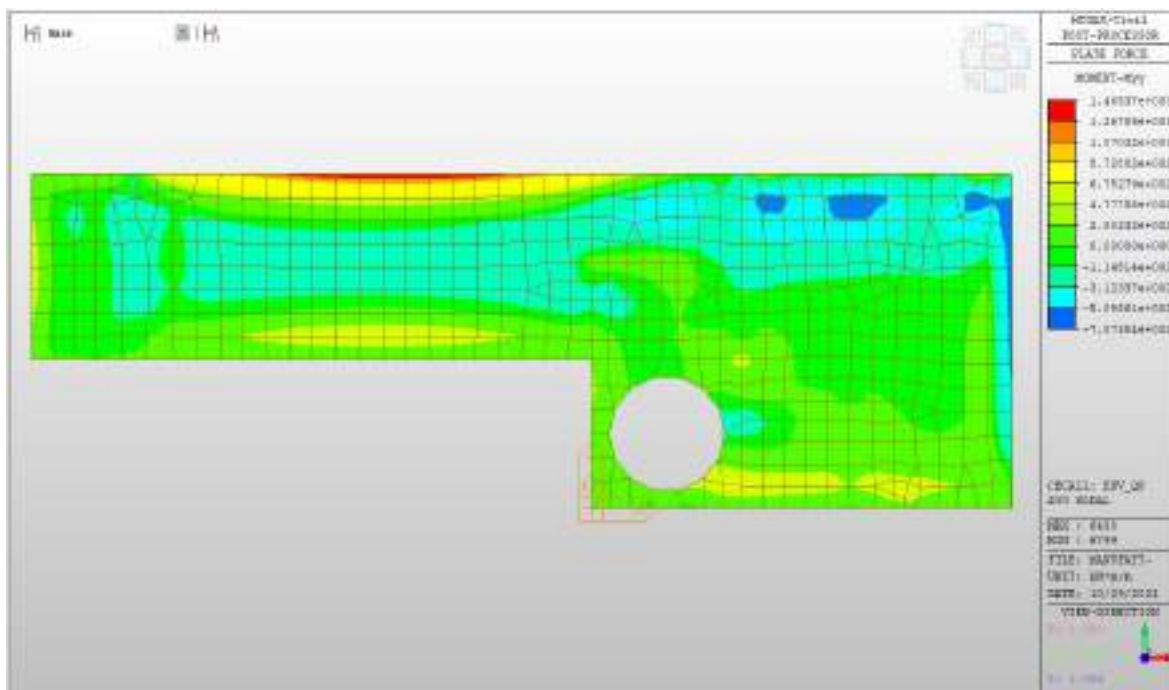
MXX min, Frequente= - 458 kNm/m



**Fondazione – SLE – Quasi Permanente**

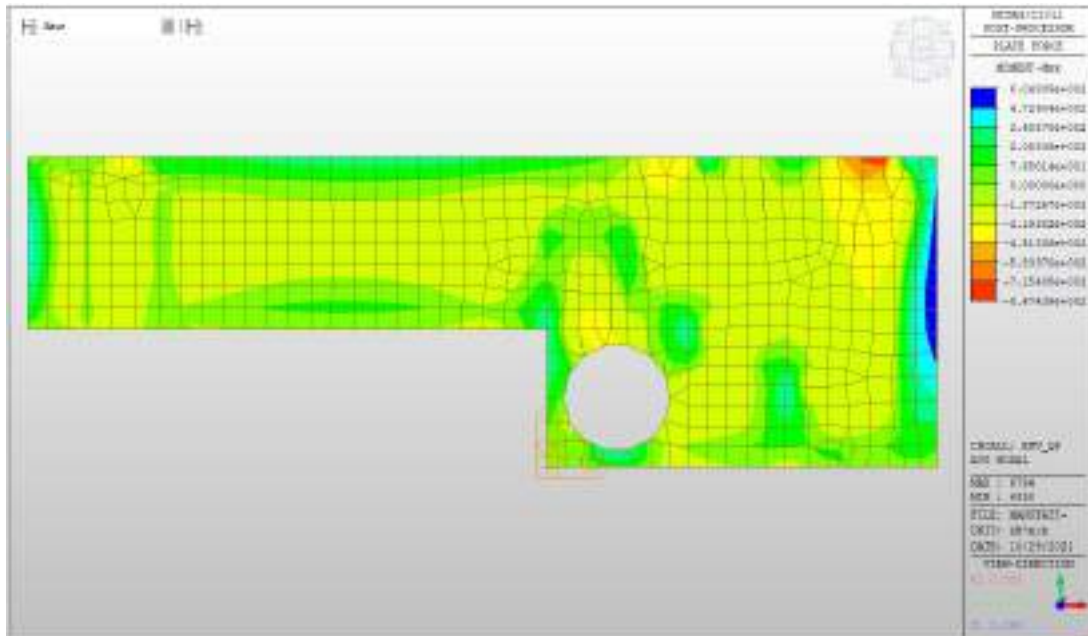
MYX max, QP= +873kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

MYX min, QP= - 115kNm/m



MXX max, QP= +209kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

MXX min, QP= -452kNm/m

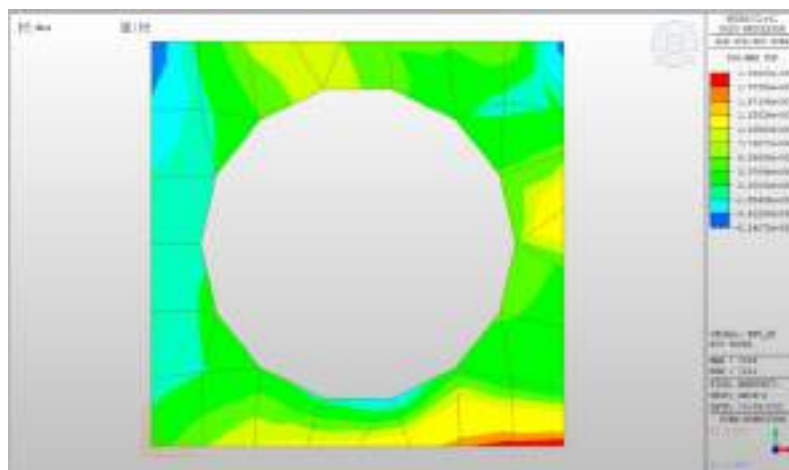


*Tensioni di trazione in Combinazione Quasi Permanente*

In combinazione quasi permanente deve risultare che la tensione massima di trazione sia minore del valore limite:

- $\sigma_t = f_{ctm} / 1.20 = 3.02 / 1.20 = 2.52 \text{ MPa}$

Di seguito si riporta l’andamento delle tensioni in combinazione quasi permanente da cui si evince che la tensione di trazione di calcolo è al massimo pari ad 1.94 MPa e quindi minore del valore limite:



## Verifiche

Si riportano di seguito le verifiche effettuate. La sezione risulta essere armata con 7 $\phi$ 24 al lembo superiore e 7 $\phi$ 24 al lembo inferiore in entrambe le direzioni.

Nelle zone di raffittimento la sezione risulta essere armata con 7+7 $\phi$ 24 al lembo superiore e 7+7 $\phi$ 24 al lembo inferiore in entrambe le direzioni, su due livelli.

### Verifica momento verticale MYY (armatura media sull'intera area)

#### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	150.0	cm
Barre inferiori:	7 $\phi$ 24	(31.7 cm <sup>2</sup> )
Barre superiori:	7 $\phi$ 22	(26.6 cm <sup>2</sup> )
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	6.0	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	6.0	cm

#### ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
---	---



**ACEA ENGINEERING LABORATORIES RESEARCH INNOVATION SPA**

Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
VY	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale
MT	Momento torcente [kN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0.00	1740.00	0.00	0.00
2	0.00	-750.00	0.00	0.00

**COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx	Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	881.00
2	0.00	-125.00

**COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx	Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	875.00 (1340.34)
2	0.00	-118.00 (-1328.61)

**COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx	Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)

con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	873.00 (1340.34)
2	0.00	-115.00 (-1328.61)

### RISULTATI DEL CALCOLO

#### Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	4.8 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	12.3 cm

### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico
N ult	Sforzo normale ultimo [kN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx ult	Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult, Mx ult) e (N, Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta $\geq 1.000$
Yneutro	Ordinata [cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X,Y,O sez.
Mx sn.	Momento flettente allo snervamento [kNm]
x/d	Rapp. di duttilità a rottura solo se N = 0 (travi)
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	N ult	Mx ult	Mis.Sic.	Yn	M sn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	0.00	1740.00	0.20	1742.85	1.002	143.2	1676.97	0.05	0.70	31.7 (25.8)
2	S	0.00	-750.00	0.04	-1468.90	1.959	6.3	-1417.63	0.04	0.70	26.6 (25.8)

### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
--------	---

**ACEA ENGINEERING LABORATORIES RESEARCH INNOVATION SPA**

ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00335	-0.02828	150.0	0.00040	144.0	-0.06750	6.0
2	0.00311	-0.02841	0.0	0.00017	6.0	-0.06750	144.0

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max	Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa]
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sc min	Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa]
Yc min	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [Mpa]
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Dw Eff.	Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff.	Area di congl. [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
As eff.	Area Barre tese di acciaio [cm <sup>2</sup> ] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
D barre	Distanza media in cm tra le barre tese efficaci utilizzata nel calcolo di fessurazione (se Dbarre >14Ø viene posto Dbarre=14Ø nel calcolo di fess. [B.6.6.3 Circ. 252/96])

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	3.61	150.0	0.00	120.1	-206.5	144.0	22.8	2280	31.7	14.7
2	S	0.54	0.0	0.00	27.1	-34.6	6.0	21.4	2140	26.6	14.7

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE**

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sclmax	Massima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [Mpa]

**ACEA ENGINEERING LABORATORIES RESEARCH INNOVATION SPA**

Sclmin	Minima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [Mpa]
Sc Eff	Tensione al limite dello spessore teso efficace nello STATO I [Mpa]
K3	Coeff. di normativa = $0,25 (Sclmin + ScEff)/(2 Sclmin)$
Beta12	Prodotto dei Coeff. di aderenza $Beta1 * Beta2$
Psi	$= 1 - Beta12 * (Ssr/Ss)^2 = 1 - Beta12 * (fctm/Sclmin)^2 = 1 - Beta12 * (Mfess/M)^2$ [B.6.6 DM96]
e sm	Deformazione unitaria media tra le fessure . Tra parentesi il valore minimo = $0.4 Ss/Es$
srm	Distanza media in mm tra le fessure
wk	Apertura delle fessure in mm = $1,7 * Eps * Srm$ . Tra parentesi è indicato il valore limite.
M fess.	Momento di prima fessurazione [kNm]

N°Comb	Ver	Sclmax	Sclmin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	2.06	-2.04	-14.2	0.212	1.00	0.400	0.000413 (0.000413)	272	0.191	1340.34
2	S	0.29	-0.29	-2.1	0.214	1.00	0.400	0.000069 (0.000069)	279	0.033	-1328.61

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	3.58	150.0	0.00	120.1	-205.1	144.0	22.8	2280	31.7	14.7
2	S	0.51	0.0	0.00	27.1	-32.7	6.0	21.4	2140	26.6	14.7

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE**

N°Comb	Ver	Sclmax	Sclmin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	2.04	-2.02	-14.1	0.212	0.50	0.400	0.000410 (0.000410)	272	0.189 (0.30)	1340.34
2	S	0.27	-0.28	-2.0	0.214	0.50	0.400	0.000065 (0.000065)	279	0.031 (0.30)	-1328.61

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	3.58	150.0	0.00	120.1	-204.6	144.0	22.8	2280	31.7	14.7
2	S	0.49	0.0	0.00	27.1	-31.9	6.0	21.4	2140	26.6	14.7

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE**

N°Comb	Ver	Sclmax	Sclmin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	2.04	-2.02	-14.0	0.212	0.50	0.400	0.000409 (0.000409)	272	0.189 (0.20)	1340.34
2	S	0.27	-0.27	-1.9	0.214	0.50	0.400	0.000064 (0.000064)	279	0.030 (0.20)	-1328.61

*Verifica momento verticale MYY (armatura zone di raffittimento)*

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE**

Base:	100.0	cm
Altezza:	150.0	cm
Barre inferiori:	14Ø24	(63.3 cm <sup>2</sup> )
Barre superiori:	14Ø24	(63.3 cm <sup>2</sup> )
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	10.0	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	10.0	cm

**ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
VY	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale
MT	Momento torcente [kN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0.00	2630.00	0.00	0.00
2	0.00	-1580.00	0.00	0.00

**RISULTATI DEL CALCOLO**

**Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate**

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 8.8 cm

Interferro netto minimo barre longitudinali: 3.8 cm

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE**

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico
N ult	Sforzo normale ultimo [kN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx ult	Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult,Mx ult) e (N,Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
Yneuro	Ordinata [cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X,Y,O sez.
Mx sn.	Momento flettente allo snervamento [kNm]
x/d	Rapp. di duttilità a rottura solo se N = 0 (travi)
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	N ult	Mx ult	Mis.Sic.	Yn	M sn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	0.00	2630.00	0.17	3313.35	1.260	138.2	3184.65	0.08	0.70	63.3 (25.1)
2	S	0.00	-1580.00	0.17	-3313.35	2.097	11.8	-3184.65	0.08	0.70	63.3 (25.1)

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO**

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	-0.01555	150.0	0.00054	140.0	-0.03798	10.0
2	0.00350	-0.01555	0.0	0.00054	10.0	-0.03798	140.0

Verifica momento orizzontale MXX (armatura media sull'intera area)

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE**

Base:	100.0	cm
Altezza:	150.0	cm
Barre inferiori:	7Ø24	(31.7 cm <sup>2</sup> )
Barre superiori:	7Ø22	(26.6 cm <sup>2</sup> )
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	6.0	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	6.0	cm

**ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
VY	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale
MT	Momento torcente [kN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0.00	770.00	0.00	0.00
2	0.00	-1230.00	0.00	0.00

**COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx	Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	204.00
2	0.00	-480.00

**COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
 Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)  
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	208.00 (1340.34)
2	0.00	-458.00 (-1328.61)

**COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
 Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)  
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	209.00 (1340.34)
2	0.00	-452.00 (-1328.61)

**RISULTATI DEL CALCOLO**

**Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate**

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 4.8 cm  
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 12.3 cm

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE**

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
 N Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)  
 Mx Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico  
 N ult Sforzo normale ultimo [kN] nella sezione (positivo se di compress.)  
 Mx ult Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico

---



**ACEA ENGINEERING LABORATORIES RESEARCH INNOVATION SPA**

Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult,Mx ult) e (N,Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
Yneuro	Ordinata [cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X,Y,O sez.
Mx sn.	Momento flettente allo snervamento [kNm]
x/d	Rapp. di duttilità a rottura solo se N = 0 (travi)
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	N ult	Mx ult	Mis.Sic.	Yn	M sn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	0.00	770.00	0.20	1742.85	2.263	143.2	1676.97	0.05	0.70	31.7 (25.8)
2	S	0.00	-1230.00	0.04	-1468.90	1.194	6.3	-1417.63	0.04	0.70	26.6 (25.8)

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO**

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00335	-0.02828	150.0	0.00040	144.0	-0.06750	6.0
2	0.00311	-0.02841	0.0	0.00017	6.0	-0.06750	144.0

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max	Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa]
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sc min	Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa]
Yc min	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [Mpa]
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)

**ACEA ENGINEERING LABORATORIES RESEARCH INNOVATION SPA**

Dw Eff.	Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff.	Area di congl. [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
As eff.	Area Barre tese di acciaio [cm <sup>2</sup> ] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
D barre	Distanza media in cm tra le barre tese efficaci utilizzata nel calcolo di fessurazione (se Dbarre >14Ø viene posto Dbarre=14Ø nel calcolo di fess. [B.6.6.3 Circ. 252/96])

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	0.84	150.0	0.00	120.1	-47.8	144.0	22.8	2280	31.7	14.7
2	S	2.06	0.0	0.00	27.1	-133.0	6.0	21.4	2140	26.6	14.7

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE**

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sclmax	Massima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [Mpa]
Sclmin	Minima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [Mpa]
Sc Eff	Tensione al limite dello spessore teso efficace nello STATO I [Mpa]
K3	Coeff. di normativa = 0,25 (Sclmin + ScEff)/(2 Sclmin)
Beta12	Prodotto dei Coeff. di aderenza Beta1*Beta2
Psi	= 1-Beta12*(Ssr/Ss) <sup>2</sup> = 1-Beta12*(fctm/Sclmin) <sup>2</sup> = 1-Beta12*(Mfess/M) <sup>2</sup> [B.6.6 DM96]
e sm	Deformazione unitaria media tra le fessure . Tra parentesi il valore minimo = 0.4 Ss/Es
srm	Distanza media in mm tra le fessure
wk	Apertura delle fessure in mm = 1,7*Eps*Srm. Tra parentesi è indicato il valore limite.
M fess.	Momento di prima fessurazione [kNm]

N°Comb	Ver	Sclmax	Sclmin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	0.48	-0.47	-3.3	0.212	1.00	0.400	0.000096 (0.000096)	272	0.044	1340.34
2	S	1.11	-1.12	-8.0	0.214	1.00	0.400	0.000266 (0.000266)	279	0.126	-1328.61

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	0.85	150.0	0.00	120.1	-48.8	144.0	22.8	2280	31.7	14.7
2	S	1.96	0.0	0.00	27.1	-126.9	6.0	21.4	2140	26.6	14.7

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE**

N°Comb	Ver	ScImax	ScImin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	0.49	-0.48	-3.3	0.212	0.50	0.400	0.000098 (0.000098)	272	0.045 (0.30)	1340.34
2	S	1.06	-1.07	-7.7	0.214	0.50	0.400	0.000254 (0.000254)	279	0.120 (0.30)	-1328.61

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	0.86	150.0	0.00	120.1	-49.0	144.0	22.8	2280	31.7	14.7
2	S	1.94	0.0	0.00	27.1	-125.2	6.0	21.4	2140	26.6	14.7

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE**

N°Comb	Ver	ScImax	ScImin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	0.49	-0.48	-3.4	0.212	0.50	0.400	0.000098 (0.000098)	272	0.045 (0.20)	1340.34
2	S	1.05	-1.05	-7.6	0.214	0.50	0.400	0.000250 (0.000250)	279	0.119 (0.20)	-1328.61

Verifica momento orizzontale MXX (armatura zone di raffittimento)

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE**

Base:	100.0	cm
Altezza:	150.0	cm
Barre inferiori:	14Ø24	(63.3 cm <sup>2</sup> )
Barre superiori:	14Ø24	(63.3 cm <sup>2</sup> )
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	10.0	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	10.0	cm

**ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
Vy	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale
MT	Momento torcente [kN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0.00	1230.00	0.00	0.00
2	0.00	-1920.00	0.00	0.00

## RISULTATI DEL CALCOLO

### Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	8.8 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	3.8 cm

### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico
N ult	Sforzo normale ultimo [kN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx ult	Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult, Mx ult) e (N, Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta $\geq 1.000$
Yneutro	Ordinata [cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X,Y,O sez.
Mx sn.	Momento flettente allo snervamento [kNm]
x/d	Rapp. di duttilità a rottura solo se N = 0 (travi)
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	N ult	Mx ult	Mis.Sic.	Yn	M sn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	0.00	1230.00	0.17	3313.35	2.694	138.2	3184.65	0.08	0.70	63.3 (25.1)

2 S 0.00 -1920.00 0.17 -3313.35 1.726 11.8 -3184.65 0.08 0.70 63.3 (25.1)

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO**

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione  
 ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace  
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)  
 Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)  
 Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

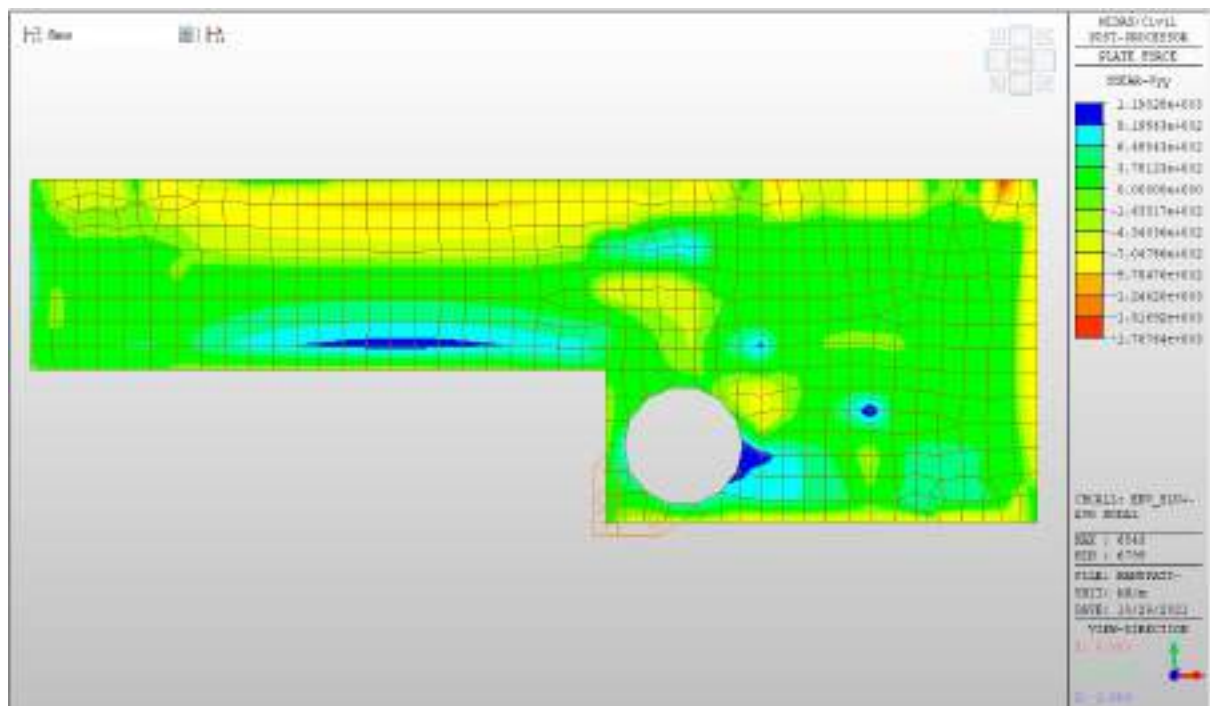
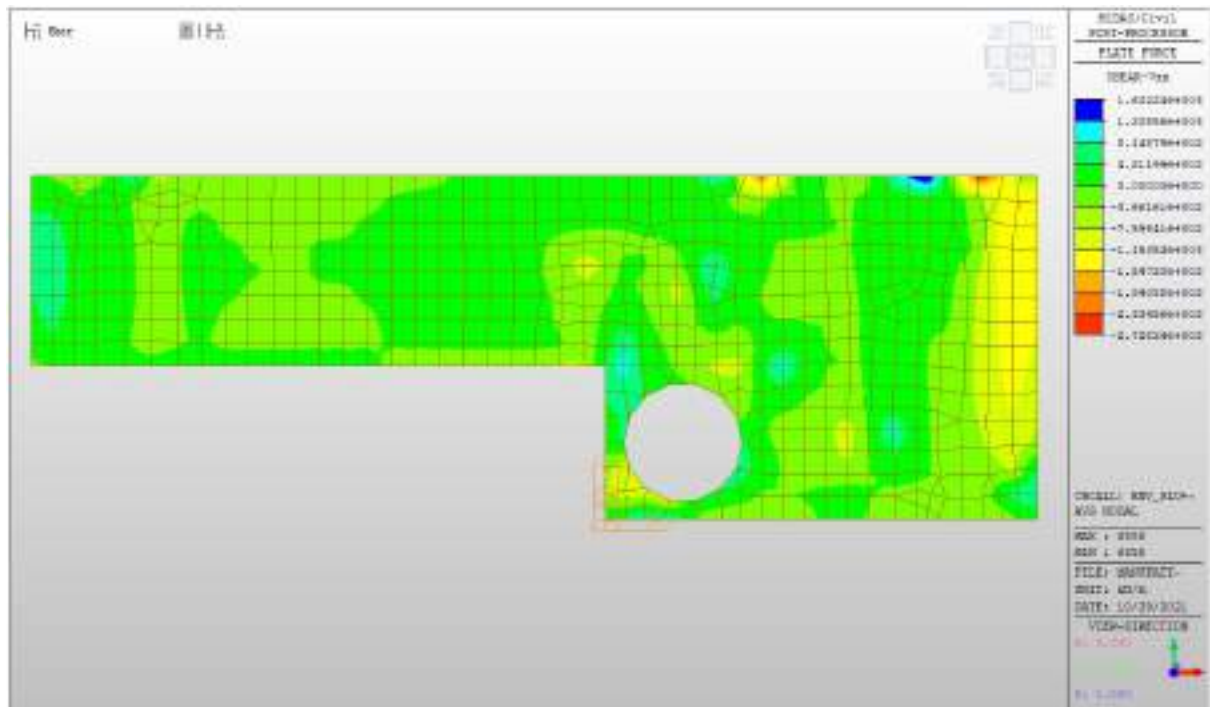
N°Comb	ec max	ec 3/7	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	-0.01555	150.0	0.00054	140.0	-0.03798	10.0
2	0.00350	-0.01555	0.0	0.00054	10.0	-0.03798	140.0

Nei confronti delle azioni di taglio, si dispongono nelle zone a ridosso dei setti dove si hanno sollecitazioni maggiori, spilli  $\phi 12/200 \times 200$ .

Di seguito la verifica per la sollecitazione massima di taglio:

Taglio massimo

V MAX, SLV-SLU= 2730kN/m



**Verifica a taglio (SLU)**

$V_{ed}$	=	<b>2730</b>	kN	Taglio agente verticale
H	=	<b>1500</b>	mm	altezza sezione di calcolo
$B_c$	=	1000	mm	larghezza sezione di calcolo
CLS	=	C32/40	-	classe del calcestruzzo
$f_{ck}$	=	30.7	N/mm <sup>2</sup>	resistenza caratteristica a compressione
$f_{cd}$	=	17.4	N/mm <sup>2</sup>	resistenza di progetto a compressione
c	=	50	mm	copriferro
$b_{st}$	=	<b>5</b>	-	braccia delle staffe
$\Phi_{st}$	=	<b>12</b>	mm	diametro staffe
s	=	<b>200</b>	mm	passo staffe
$A_{st}$	=	565	mm <sup>2</sup>	area staffe
d	=	1450	mm	altezza utile sezione
$\rho_l$	=	0.00000	-	rapporto geometrico armatura longitudinale

**verifica sezione con armatura:**

$\alpha$	=	90	°	angolo di inclinazione delle staffe
$\theta$	=	25	°	inclinazione delle bielle compresse di cls
$f'_{cd}$	=	8.7	N/mm <sup>2</sup>	resistenza a compressione ridotta del cls d'anima
$\alpha_c$	=	1.000	-	coefficiente maggiorativo per compressione
$f_{yd}$	=	391.3	N/mm <sup>2</sup>	resistenza a snervamento dell'acciaio
$V_{Rsd}$	=	<b>3096.3</b>	kN	<b>taglio resistente relativo alle armature tese</b>
$V_{Rcd}$	=	<b>4349.2</b>	kN	<b>taglio resistente relativo alle bielle compresse</b>
$V_{Rd}$	=	<b>3096.3</b>	kN	<b>ok!</b>

**c.s. ( $V_{Rd}/V_{ed,v}$ ) = 1.13**

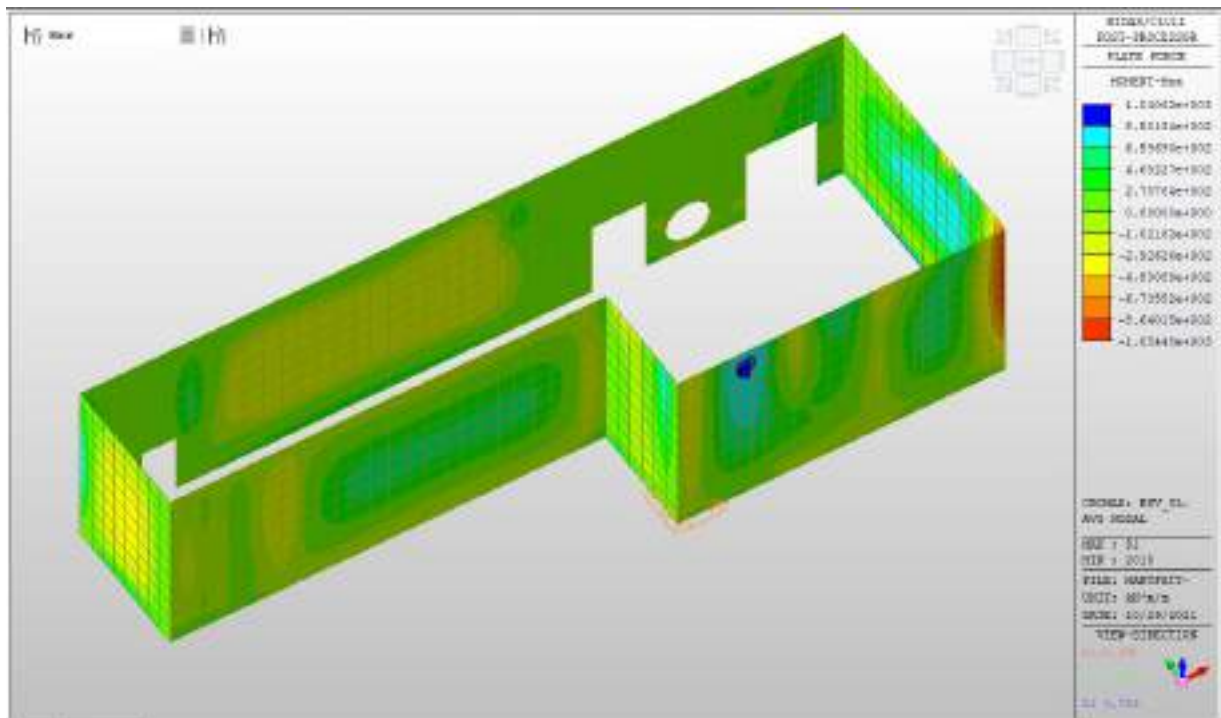
**Setti perimetrali livello -3**

**Setti perimetrali livello -3 – Mappe sollecitazioni SLU - SLV**

Si riportano di seguito gli involuipi delle mappe delle sollecitazioni per le combinazioni allo stato limite ultimo (sismiche e statiche) e di esercizio per i setti perimetrali posti al piano interrato.

MXX max, SLV-SLU= +470 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull'intera area)

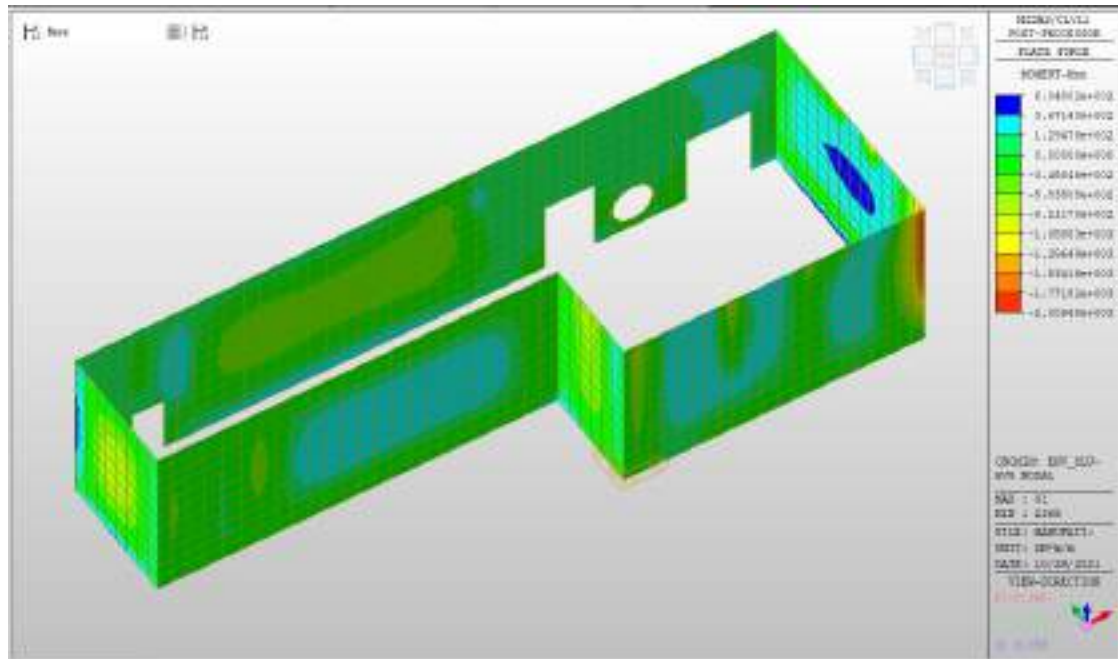
MXX max, SLV-SLU= +1040 kNm/m (soll. di verifica armatura zone di raffittimento)



MXX min, SLV-SLU= -1300 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

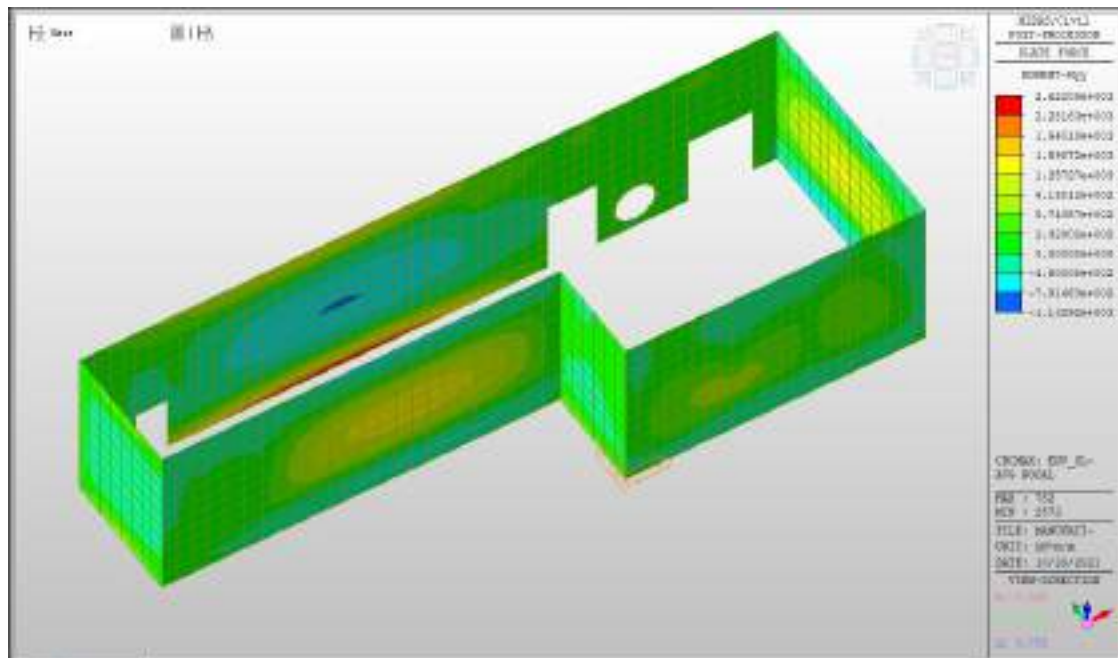
MXX min, SLV-SLU= -2010 kNm/m (soll. di verifica armatura zone di raffittimento)





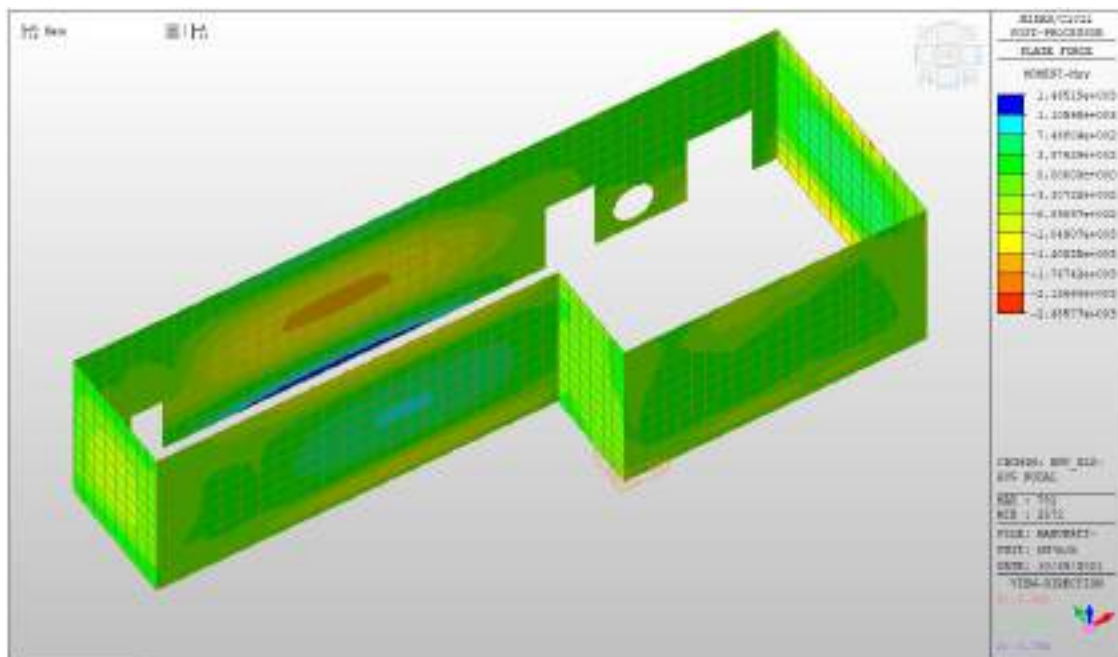
MY max, SLV-SLU = +1600 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

MY max, SLV-SLU = +2630 kNm/m (soll. di verifica armatura zone di raffittimento)



MY min, SLV-SLU = -1410 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

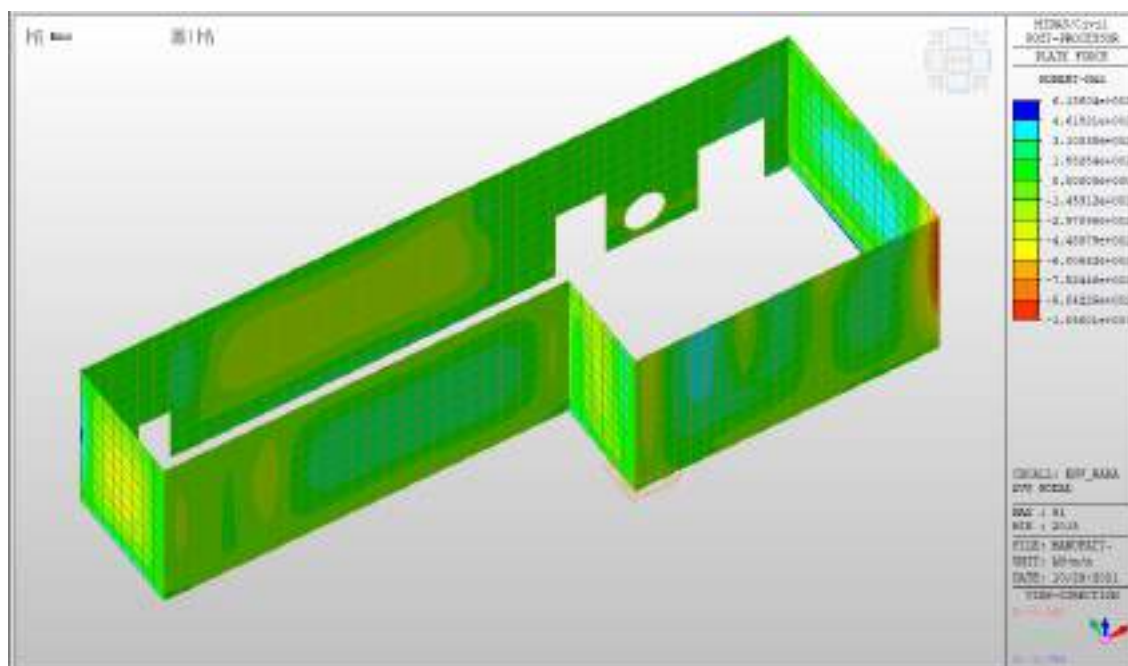
MY min, SLV-SLU = -2485 kNm/m (soll. di verifica armatura zone di raffittimento)



**Setti perimetrali livello -3 – Mappe sollecitazioni SLE -RARA**

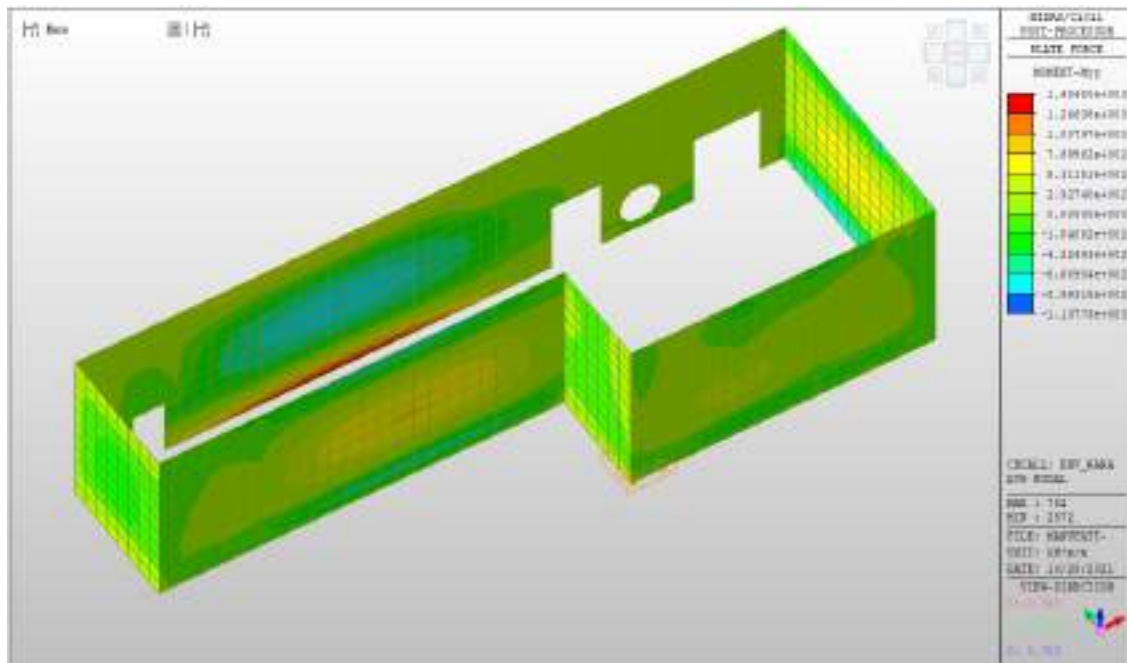
MXX max, RARA= +158 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

MXX min, RARA= -600 kNm/m



MYX max, RARA= +769 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

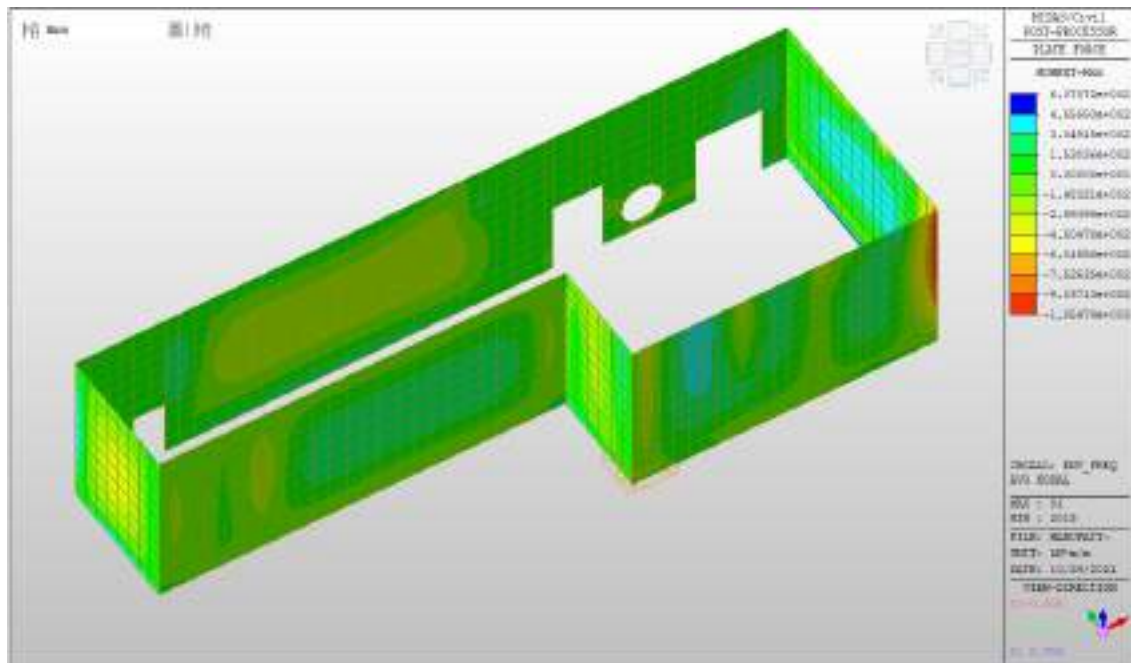
MYX min, RARA= -422 kNm/m



**Setti perimetrali livello -3 – Mappe sollecitazioni SLE - FREQUENTE**

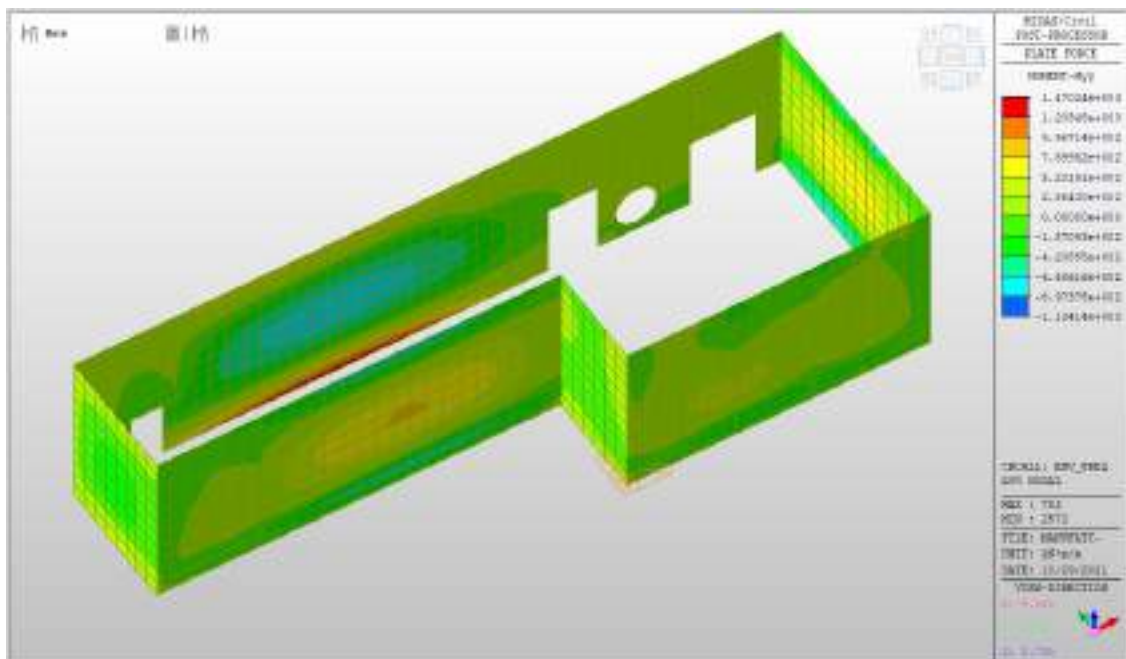
MXX max, Frequente= +154kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

MXX min, Frequente= - 602kNm/m



MYX max, Frequente= +760 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

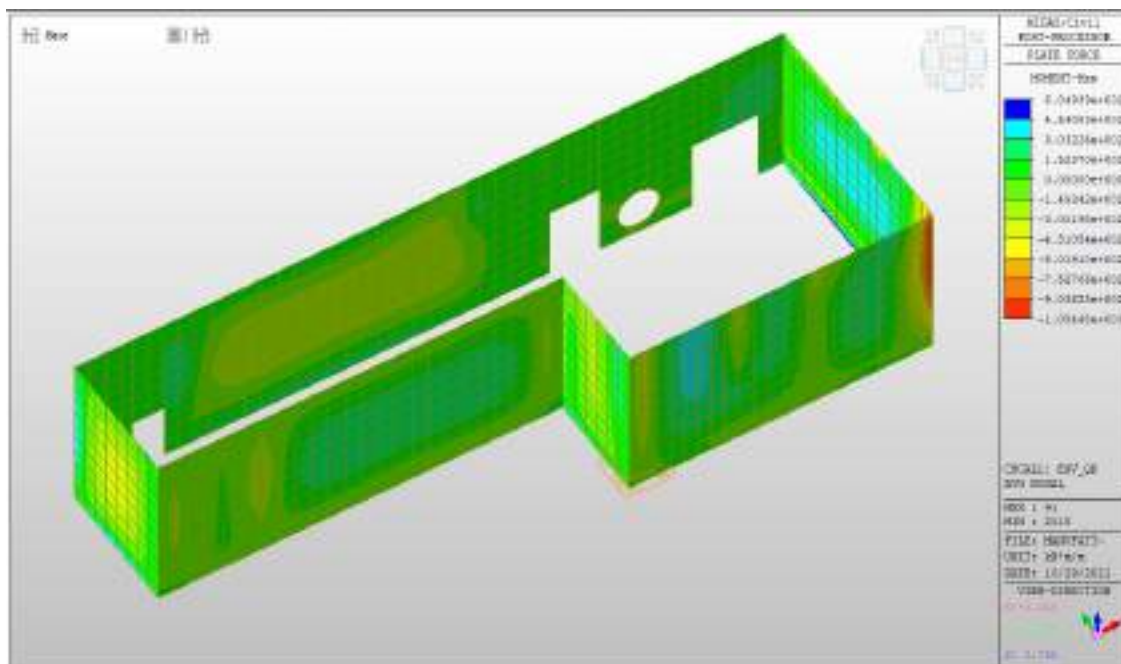
MYX min, Frequente= -425 kNm/m



**Setti perimetrali livello -3 – Mappe sollecitazioni SLE – Quasi permanente**

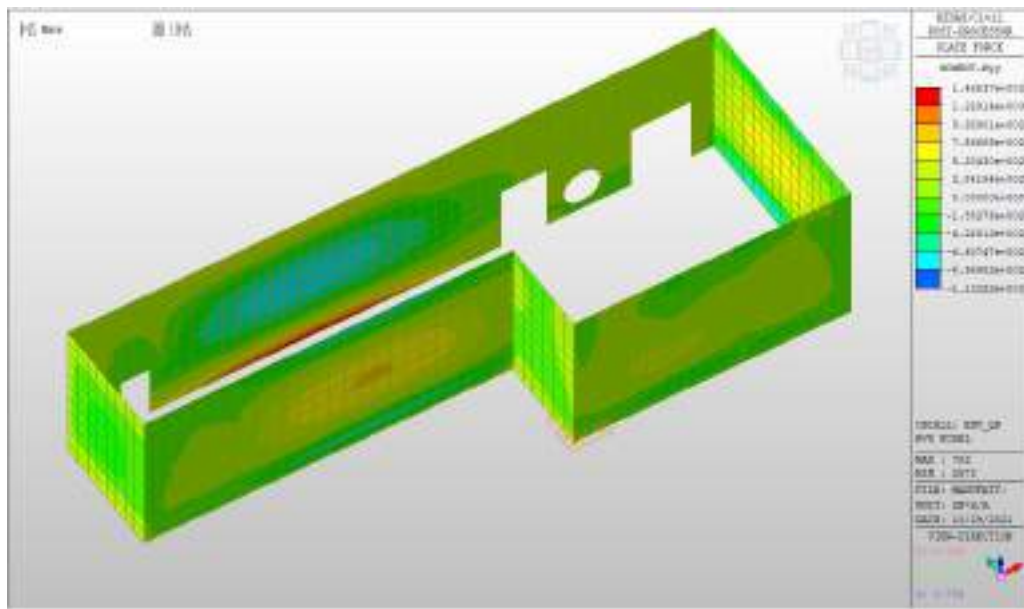
MXX max, QP= +153kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

MXX min, QP= -602kNm/m



MYY max, QP= +757kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

MYY min, QP= -425kNm/m

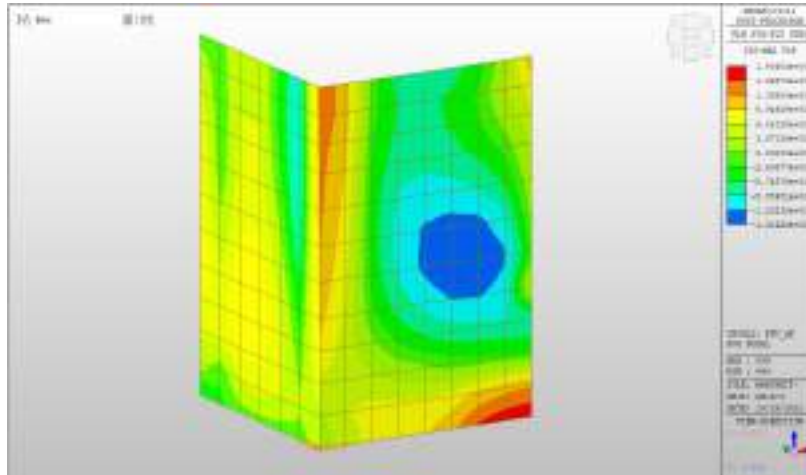


Tensioni di trazione in Combinazione Quasi Permanente

In combinazione quasi permanente deve risultare che la tensione massima di trazione sia minore del valore limite:

- $\sigma_t = f_{ctm} / 1.20 = 3.02 / 1.20 = 2.52 \text{ MPa}$

Di seguito si riporta l’andamento delle tensioni in combinazione quasi permanente da cui si evince che la tensione di trazione di calcolo è al massimo pari ad 1.94 MPa e quindi minore del valore limite:



## Verifiche

Si riportano di seguito le verifiche effettuate. La sezione risulta essere armata con  $7\phi 26$  al lembo superiore e  $7\phi 26$  al lembo inferiore in entrambe le direzioni.

Nelle zone di raffittimento la sezione risulta essere armata con  $7+7\phi 26$  al lembo superiore e  $7+7\phi 26$  al lembo inferiore in entrambe le direzioni, su due livelli.

### Verifica momento orizzontale MXX (armatura media sull'intera area)

#### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	120.0	cm
Barre inferiori:	$7\phi 26$	(37.2 cm <sup>2</sup> )
Barre superiori:	$7\phi 26$	(37.2 cm <sup>2</sup> )
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	5.0	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	5.0	cm

#### ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
---	---



**ACEA ENGINEERING LABORATORIES RESEARCH INNOVATION SPA**

Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
Vy	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale
MT	Momento torcente [kN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0.00	470.00	0.00	0.00
2	0.00	-1300.00	0.00	0.00

**COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx	Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	158.00
2	0.00	-600.00

**COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx	Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	M
1	0.00	154.00 (918.26)
2	0.00	-602.00 (-918.26)

**COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx	Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	153.00 (918.26)
2	0.00	-602.00 (-918.26)

### RISULTATI DEL CALCOLO

#### Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	3.7 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	12.4 cm

#### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico
N ult	Sforzo normale ultimo [kN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx ult	Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult,Mx ult) e (N,Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta $\geq 1.000$
Yneutro	Ordinata [cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X,Y,O sez.
Mx sn.	Momento flettente allo snervamento [kNm]
x/d	Rapp. di duttilità a rottura solo se N = 0 (travi)
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	N ult	Mx ult	Mis.Sic.	Yn	M sn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	0.00	470.00	-0.03	1622.53	3.452	113.8	1560.59	0.05	0.70	37.2 (20.6)
2	S	0.00	-1300.00	-0.03	-1622.53	1.248	6.2	-1560.59	0.05	0.70	37.2 (20.6)

#### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace

Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	-0.02546	120.0	0.00068	115.0	-0.06125	5.0
2	0.00350	-0.02546	0.0	0.00068	5.0	-0.06125	115.0

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max	Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa]
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sc min	Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa]
Yc min	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [Mpa]
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Dw Eff.	Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff.	Area di congl. [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
As eff.	Area Barre tese di acciaio [cm <sup>2</sup> ] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
D barre	Distanza media in cm tra le barre tese efficaci utilizzata nel calcolo di fessurazione (se Dbarre >14Ø viene posto Dbarre=14Ø nel calcolo di fess. [B.6.6.3 Circ. 252/96])

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	0.82	120.0	0.00	92.9	-39.7	115.0	23.2	2320	37.2	15.0
2	S	3.10	0.0	0.00	27.1	-150.9	5.0	23.2	2320	37.2	15.0

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE**

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sclmax	Massima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [Mpa]
Sclmin	Minima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [Mpa]

**ACEA ENGINEERING LABORATORIES RESEARCH INNOVATION SPA**

Sc Eff	Tensione al limite dello spessore teso efficace nello STATO I [Mpa]
K3	Coeff. di normativa = $0,25 (Sc_{lmin} + Sc_{Eff}) / (2 Sc_{lmin})$
Beta12	Prodotto dei Coeff. di aderenza $Beta1 * Beta2$
Psi	$= 1 - Beta12 * (Ssr/Ss)^2 = 1 - Beta12 * (fctm/Sc_{lmin})^2 = 1 - Beta12 * (M_{fess}/M)^2$ [B.6.6 DM96]
e sm	Deformazione unitaria media tra le fessure . Tra parentesi il valore minimo = $0.4 Ss/Es$
srm	Distanza media in mm tra le fessure
wk	Apertura delle fessure in mm = $1,7 * Eps * Srm$ . Tra parentesi è indicato il valore limite.
M fess.	Momento di prima fessurazione [kNm]

N°Comb	Ver	Sc <sub>lmax</sub>	Sc <sub>lmin</sub>	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	0.53	-0.53	-3.3	0.202	1.00	0.400	0.000079 (0.000079)	235	0.032	918.26
2	S	2.03	-2.03	-12.4	0.202	1.00	0.400	0.000302 (0.000302)	235	0.121	-918.26

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	0.80	120.0	0.00	92.9	-38.7	115.0	23.2	2320	37.2	15.0
2	S	3.11	0.0	0.00	27.1	-151.4	5.0	23.2	2320	37.2	15.0

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE**

N°Comb	Ver	Sc <sub>lmax</sub>	Sc <sub>lmin</sub>	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	0.52	-0.52	-3.2	0.202	0.50	0.400	0.000077 (0.000077)	235	0.031 (0.30)	918.26
2	S	2.03	-2.03	-12.5	0.202	0.50	0.400	0.000303 (0.000303)	235	0.121 (0.30)	-918.26

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	0.79	120.0	0.00	92.9	-38.5	115.0	23.2	2320	37.2	15.0
2	S	3.11	0.0	0.00	27.1	-151.4	5.0	23.2	2320	37.2	15.0

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE**

N°Comb	Ver	Sclmax	Sclmin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	0.52	-0.52	-3.2	0.202	0.50	0.400	0.000077 (0.000077)	235	0.031 (0.20)	918.26
2	S	2.03	-2.03	-12.5	0.202	0.50	0.400	0.000303 (0.000303)	235	0.121 (0.20)	-918.26

**Verifica momento orizzontale MXX (armatura zone di raffittimento)**

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE**

Base:	100.0	cm
Altezza:	120.0	cm
Barre inferiori:	14Ø26	(74.3 cm <sup>2</sup> )
Barre superiori:	14Ø26	(74.3 cm <sup>2</sup> )
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	10.0	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	10.0	cm

**ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
VY	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale
MT	Momento torcente [kN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0.00	1040.00	0.00	0.00
2	0.00	-2010.00	0.00	0.00
3	0.00	2630.00	0.00	0.00
4	0.00	2485.00	0.00	0.00

**RISULTATI DEL CALCOLO**

**Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate**

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 8.7 cm

Interferro netto minimo barre longitudinali: 3.6 cm

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE**

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
 N Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)  
 Mx Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico  
 N ult Sforzo normale ultimo [kN] nella sezione (positivo se di compress.)  
 Mx ult Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico  
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult,Mx ult) e (N,Mx)  
 Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000  
 Yneuro Ordinata [cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X,Y,O sez.  
 Mx sn. Momento flettente allo snervamento [kNm]  
 x/d Rapp. di duttilità a rottura solo se N = 0 (travi)  
 C.Rid. Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	N ult	Mx ult	Mis.Sic.	Yn	M sn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	0.00	1040.00	0.01	2999.92	2.885	107.6	2886.28	0.11	0.70	74.3 (19.7)
2	S	0.00	-2010.00	0.01	-2999.92	1.492	12.4	-2886.28	0.11	0.70	74.3 (19.7)
3	S	0.00	2630.00	0.01	2999.92	1.141	107.6	2886.28	0.11	0.70	74.3 (19.7)
4	S	0.00	2485.00	0.01	2999.92	1.207	107.6	2886.28	0.11	0.70	74.3 (19.7)

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO**

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione  
 ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace  
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)  
 Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)  
 Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

1	0.00350	-0.01099	120.0	0.00068	110.0	-0.02748	10.0
2	0.00350	-0.01099	0.0	0.00068	10.0	-0.02748	110.0
3	0.00350	-0.01099	120.0	0.00068	110.0	-0.02748	10.0
4	0.00350	-0.01099	120.0	0.00068	110.0	-0.02748	10.0

Verifica momento verticale MYY (armatura media sull'intera area)

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE**

Base:	100.0	cm
Altezza:	120.0	cm
Barre inferiori:	7Ø26	(37.2 cm <sup>2</sup> )
Barre superiori:	7Ø26	(37.2 cm <sup>2</sup> )
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	5.0	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	5.0	cm

**ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
VY	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale
MT	Momento torcente [kN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0.00	1600.00	0.00	0.00
2	0.00	-1410.00	0.00	0.00

**COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx	Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
---------	---	----

1	0.00	769.00
2	0.00	-422.00

**COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)	
Mx	Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione	

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	760.00 (918.26)
2	0.00	-425.00 (-918.26)

**COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)	
Mx	Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione	

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	757.00 (918.26)
2	0.00	-425.00 (-918.26)

**RISULTATI DEL CALCOLO**

**Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate**

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	3.7	cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	12.4	cm

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE**

---



Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico
N ult	Sforzo normale ultimo [kN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx ult	Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult, Mx ult) e (N, Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta $\geq 1.000$
Yneutro	Ordinata [cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X,Y,O sez.
Mx sn.	Momento flettente allo snervamento [kNm]
x/d	Rapp. di duttilità a rottura solo se N = 0 (travi)
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	N ult	Mx ult	Mis.Sic.	Yn	M sn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	0.00	1600.00	-0.03	1622.53	1.014	113.8	1560.59	0.05	0.70	37.2 (20.6)
2	S	0.00	-1410.00	-0.03	-1622.53	1.151	6.2	-1560.59	0.05	0.70	37.2 (20.6)

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO**

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	-0.02546	120.0	0.00068	115.0	-0.06125	5.0
2	0.00350	-0.02546	0.0	0.00068	5.0	-0.06125	115.0

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max	Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata [Mpa]

**ACEA ENGINEERING LABORATORIES RESEARCH INNOVATION SPA**

Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sc min	Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa]
Yc min	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [Mpa]
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Dw Eff.	Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff.	Area di congl. [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
As eff.	Area Barre tese di acciaio [cm <sup>2</sup> ] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
D barre	Distanza media in cm tra le barre tese efficaci utilizzata nel calcolo di fessurazione (se Dbarre >14Ø viene posto Dbarre=14Ø nel calcolo di fess. [B.6.6.3 Circ. 252/96])

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	3.97	120.0	0.00	92.9	-193.4	115.0	23.2	2320	37.2	15.0
2	S	2.18	0.0	0.00	27.1	-106.1	5.0	23.2	2320	37.2	15.0

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE**

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sclmax	Massima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [Mpa]
Sclmin	Minima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [Mpa]
Sc Eff	Tensione al limite dello spessore teso efficace nello STATO I [Mpa]
K3	Coeff. di normativa = 0,25 (Sclmin + ScEff)/(2 Sclmin)
Beta12	Prodotto dei Coeff. di aderenza Beta1*Beta2
Psi	= 1-Beta12*(Ssr/Ss) <sup>2</sup> = 1-Beta12*(fctm/Sclmin) <sup>2</sup> = 1-Beta12*(Mfess/M) <sup>2</sup> [B.6.6 DM96]
e sm	Deformazione unitaria media tra le fessure . Tra parentesi il valore minimo = 0.4 Ss/Es
srm	Distanza media in mm tra le fessure
wk	Apertura delle fessure in mm = 1,7*Eps*Srm. Tra parentesi è indicato il valore limite.
M fess.	Momento di prima fessurazione [kNm]

N°Comb	Ver	Sclmax	Sclmin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	2.60	-2.60	-15.9	0.202	1.00	0.400	0.000387 (0.000387)	235	0.154	918.26
2	S	1.42	-1.42	-8.7	0.202	1.00	0.400	0.000212 (0.000212)	235	0.085	-918.26

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

ACEA ENGINEERING LABORATORIES RESEARCH INNOVATION SPA

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	3.93	120.0	0.00	92.9	-191.1	115.0	23.2	2320	37.2	15.0
2	S	2.20	0.0	0.00	27.1	-106.9	5.0	23.2	2320	37.2	15.0

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE**

N°Comb	Ver	Sclmax	Sclmin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	2.57	-2.57	-15.7	0.202	0.50	0.400	0.000382 (0.000382)	235	0.153 (0.30)	918.26
2	S	1.43	-1.43	-8.8	0.202	0.50	0.400	0.000214 (0.000214)	235	0.085 (0.30)	-918.26

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	3.91	120.0	0.00	92.9	-190.4	115.0	23.2	2320	37.2	15.0
2	S	2.20	0.0	0.00	27.1	-106.9	5.0	23.2	2320	37.2	15.0

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE**

N°Comb	Ver	Sclmax	Sclmin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	2.56	-2.56	-15.7	0.202	0.50	0.400	0.000381 (0.000381)	235	0.152 (0.20)	918.26
2	S	1.43	-1.43	-8.8	0.202	0.50	0.400	0.000214 (0.000214)	235	0.085 (0.20)	-918.26

**Verifica momento verticale MYY (armatura zone di raffittimento)**

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE**

Base: 100.0 cm

**ACEA ENGINEERING LABORATORIES RESEARCH INNOVATION SPA**

Altezza:	120.0	cm
Barre inferiori:	14Ø26	(74.3 cm <sup>2</sup> )
Barre superiori:	14Ø26	(74.3 cm <sup>2</sup> )
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	10.0	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	10.0	cm

**ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)			
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione			
Vy	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale			
MT	Momento torcente [kN m]			
N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0.00	1040.00	0.00	0.00
2	0.00	-2010.00	0.00	0.00
3	0.00	2630.00	0.00	0.00
4	0.00	2485.00	0.00	0.00

**RISULTATI DEL CALCOLO**

**Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate**

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	8.7	cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	3.6	cm

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE**

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico
N ult	Sforzo normale ultimo [kN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx ult	Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult,Mx ult) e (N,Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000

Yneutro Ordinata [cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X,Y,O sez.

Mx sn. Momento flettente allo snervamento [kNm]

x/d Rapp. di duttilità a rottura solo se N = 0 (travi)

C.Rid. Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	N ult	Mx ult	Mis.Sic.	Yn	M sn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	0.00	1040.00	0.01	2999.92	2.885	107.6	2886.28	0.11	0.70	74.3 (19.7)
2	S	0.00	-2010.00	0.01	-2999.92	1.492	12.4	-2886.28	0.11	0.70	74.3 (19.7)
3	S	0.00	2630.00	0.01	2999.92	1.141	107.6	2886.28	0.11	0.70	74.3 (19.7)
4	S	0.00	2485.00	0.01	2999.92	1.207	107.6	2886.28	0.11	0.70	74.3 (19.7)

#### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione

ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace

Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)

es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)

Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)

es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)

Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

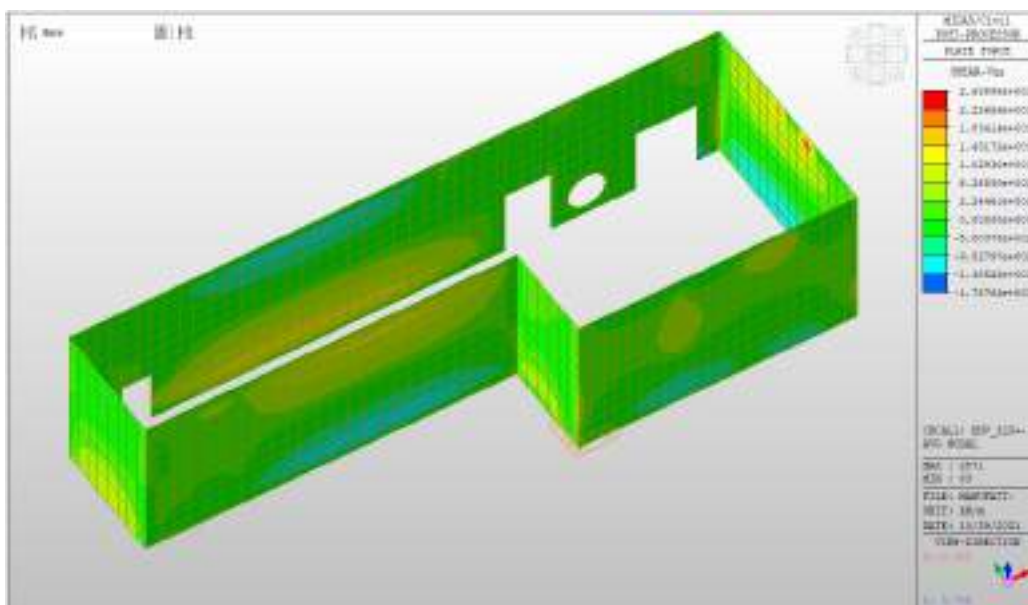
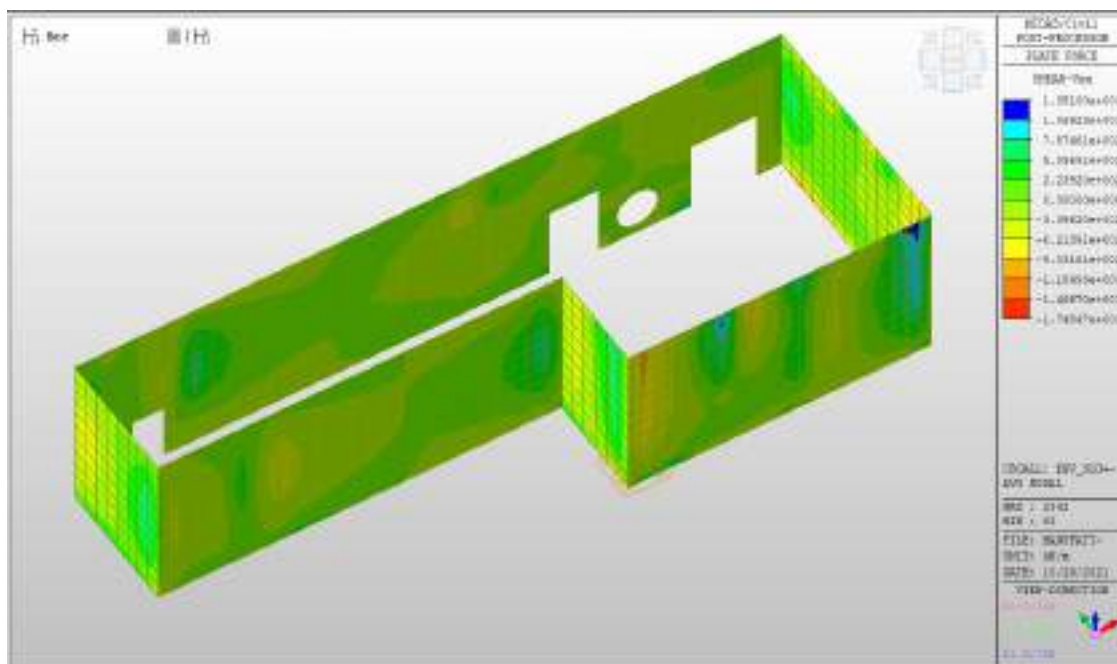
N°Comb	ec max	ec 3/7	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	-0.01099	120.0	0.00068	110.0	-0.02748	10.0
2	0.00350	-0.01099	0.0	0.00068	10.0	-0.02748	110.0
3	0.00350	-0.01099	120.0	0.00068	110.0	-0.02748	10.0
4	0.00350	-0.01099	120.0	0.00068	110.0	-0.02748	10.0

Nei confronti delle azioni di taglio, si dispongono nelle zone di incastro con i setti interni e con gli orizzontamenti, dove si hanno sollecitazioni maggiori, spilli  $\phi 12/200 \times 200$ .

Di seguito la verifica per la sollecitazione massima di taglio:

Taglio massimo

V MAX, SLV-SLU= 2640kN/m



**Verifica a taglio (SLU)**

$V_{ed} =$	<b>2640</b>	kN	Taglio agente verticale
$H =$	<b>1200</b>	mm	altezza sezione di calcolo
$B_c =$	1000	mm	larghezza sezione di calcolo
CLS =	C32/40	-	classe del calcestruzzo
$f_{ck} =$	30.7	N/mm <sup>2</sup>	resistenza caratteristica a compressione
$f_{cd} =$	17.4	N/mm <sup>2</sup>	resistenza di progetto a compressione
$c =$	50	mm	copriferro
$b_{st} =$	<b>5</b>	-	braccia delle staffe
$\Phi_{st} =$	<b>12</b>	mm	diametro staffe
$s =$	<b>200</b>	mm	passo staffe
$A_{st} =$	565	mm <sup>2</sup>	area staffe
$d =$	1150	mm	altezza utile sezione
$\rho_l =$	0.00000	-	rapporto geometrico armatura longitudinale

**verifica sezione con armatura:**

$\alpha =$	90	°	angolo di inclinazione delle staffe
$\theta =$	22	°	inclinazione delle bielle compresse di cls
$f'_{cd} =$	8.7	N/mm <sup>2</sup>	resistenza a compressione ridotta del cls d'anima
$\alpha_c =$	1.000	-	coefficiente maggiorativo per compressione
$f_{yd} =$	391.3	N/mm <sup>2</sup>	resistenza a snervamento dell'acciaio
$V_{Rsd} =$	<b>2834.2</b>	<b>kN</b>	<b>taglio resistente relativo alle armature tese</b>
$V_{Rcd} =$	<b>3127.9</b>	<b>kN</b>	<b>taglio resistente relativo alle bielle compresse</b>
$V_{Rd} =$	<b>2834.2</b>	<b>kN</b>	<b>ok!</b>

**C.S. ( $V_{Rd}/V_{ed,v}$ ) = 1.07**

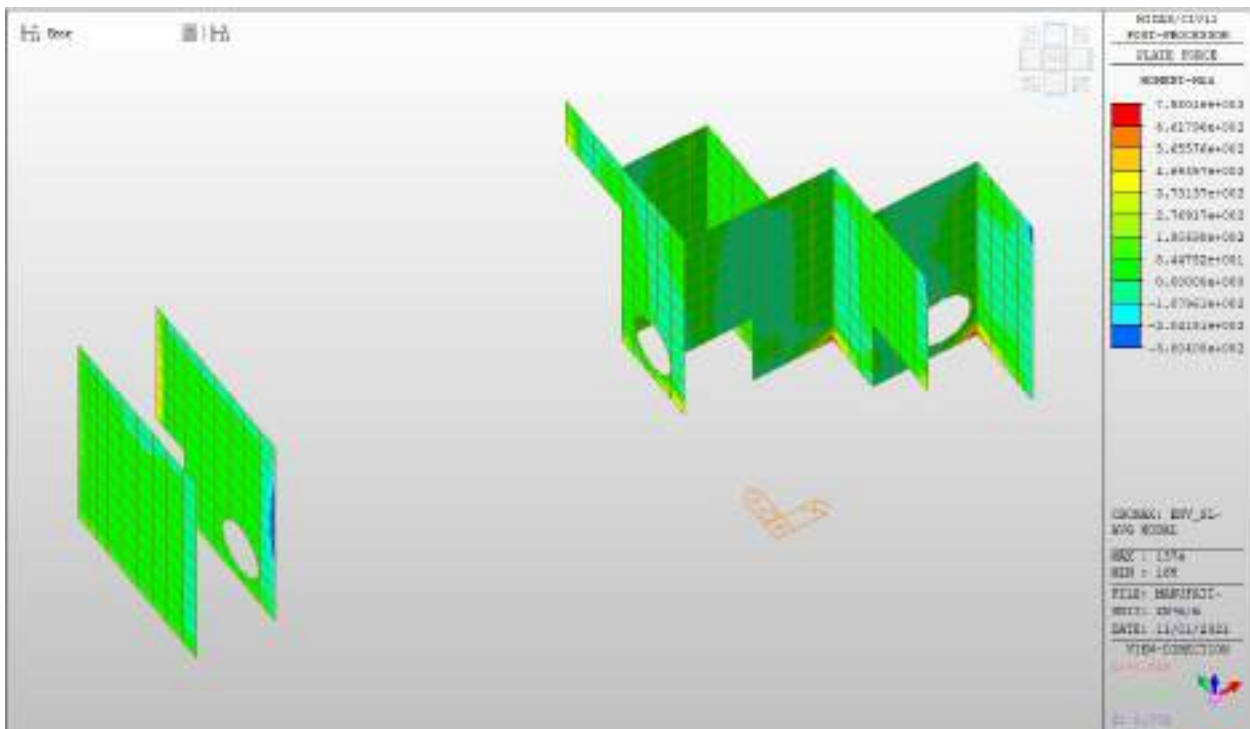
**Setti interni livello -3**

**Setti interni livello -3 – Mappe sollecitazioni SLU - SLV**

Si riportano di seguito gli involuipi delle mappe delle sollecitazioni per le combinazioni allo stato limite ultimo (sismiche e statiche) e di esercizio per i setti interni posti al piano interrato.

MXX max, SLV-SLU= +470 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

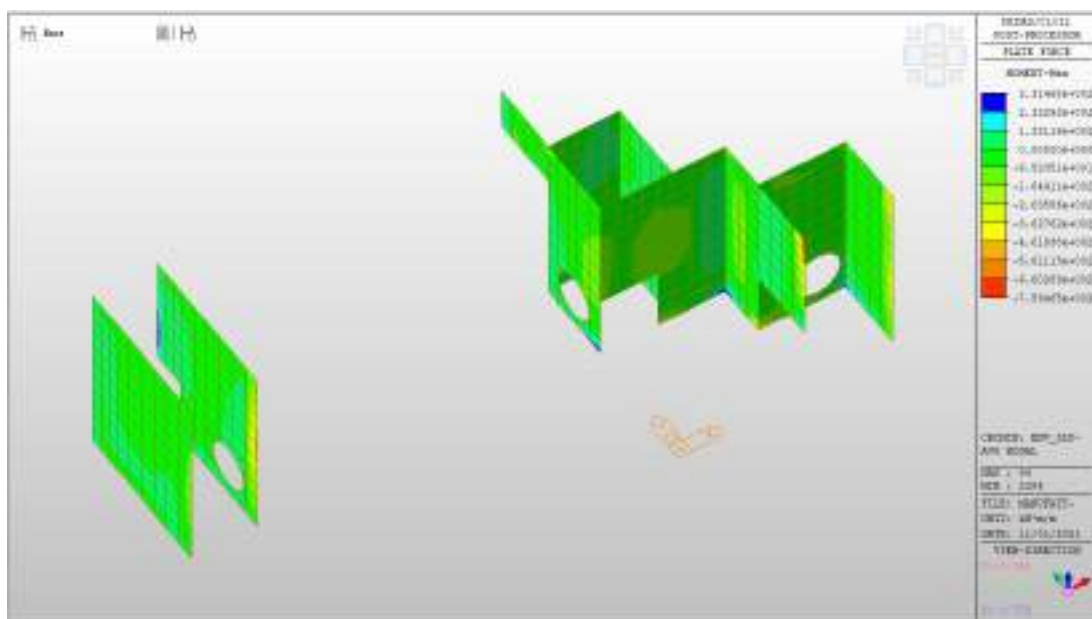
MXX max, SLV-SLU= +758 kNm/m (soll. di verifica armatura zone di raffittimento)





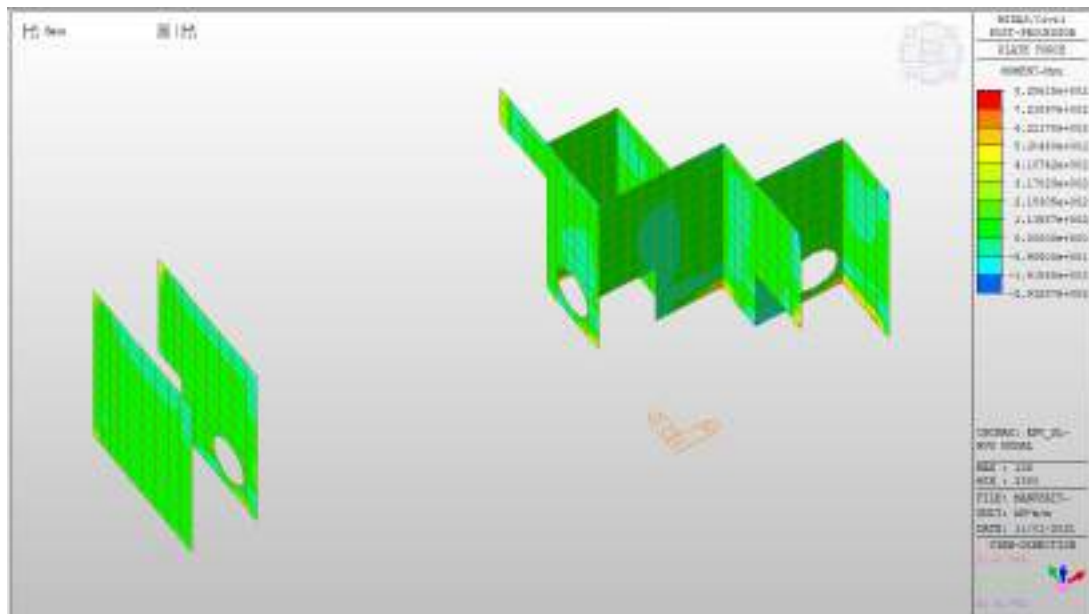
MXX min, SLV-SLU= -462 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

MXX min, SLV-SLU= -760 kNm/m (soll. di verifica armatura zone di raffittimento)



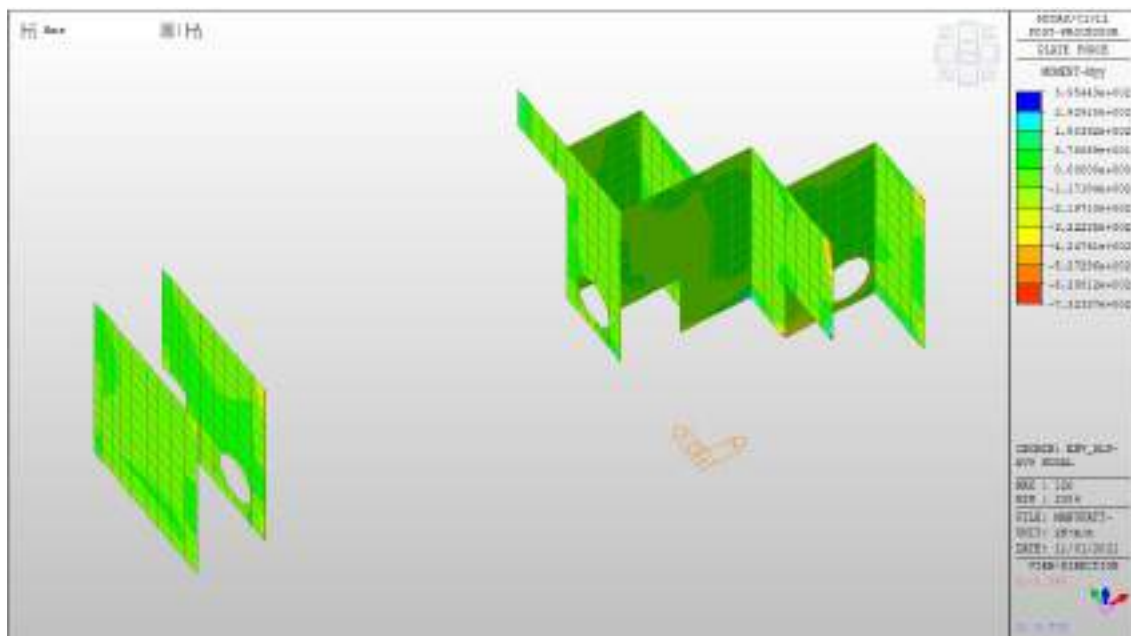
MYY max, SLV-SLU = +520 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

MYY max, SLV-SLU = +826 kNm/m (soll. di verifica armatura zone di raffittimento)



MY min, SLV-SLU = -425 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

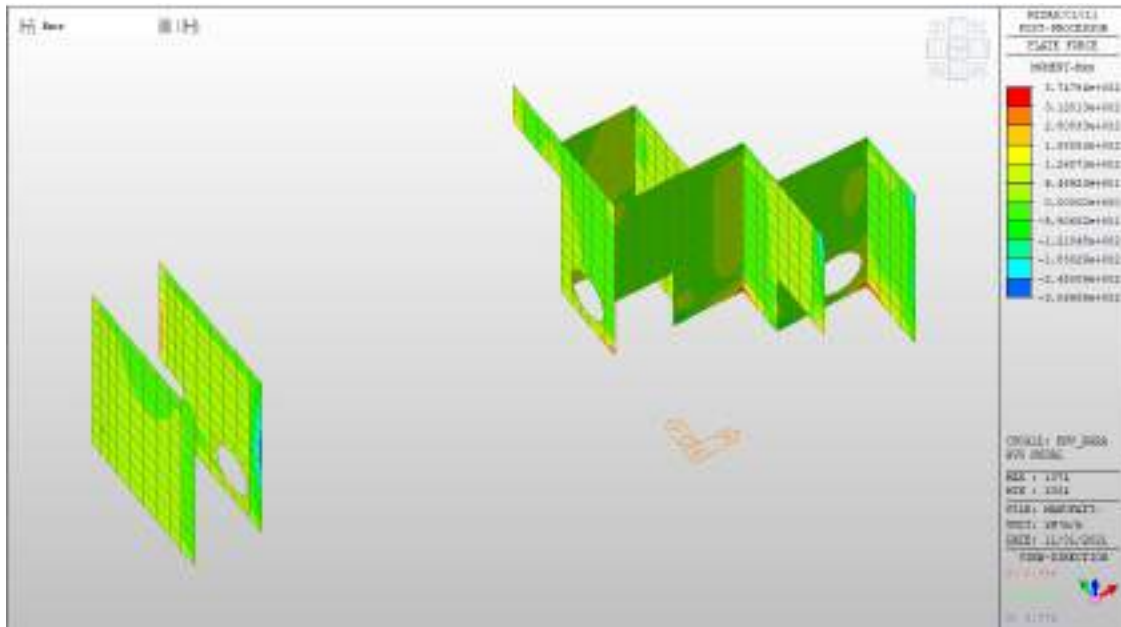
MY min, SLV-SLU = -733 kNm/m (soll. di verifica armatura zone di raffittimento)



**Setti interni livello -3 – Mappe sollecitazioni SLE - RARA**

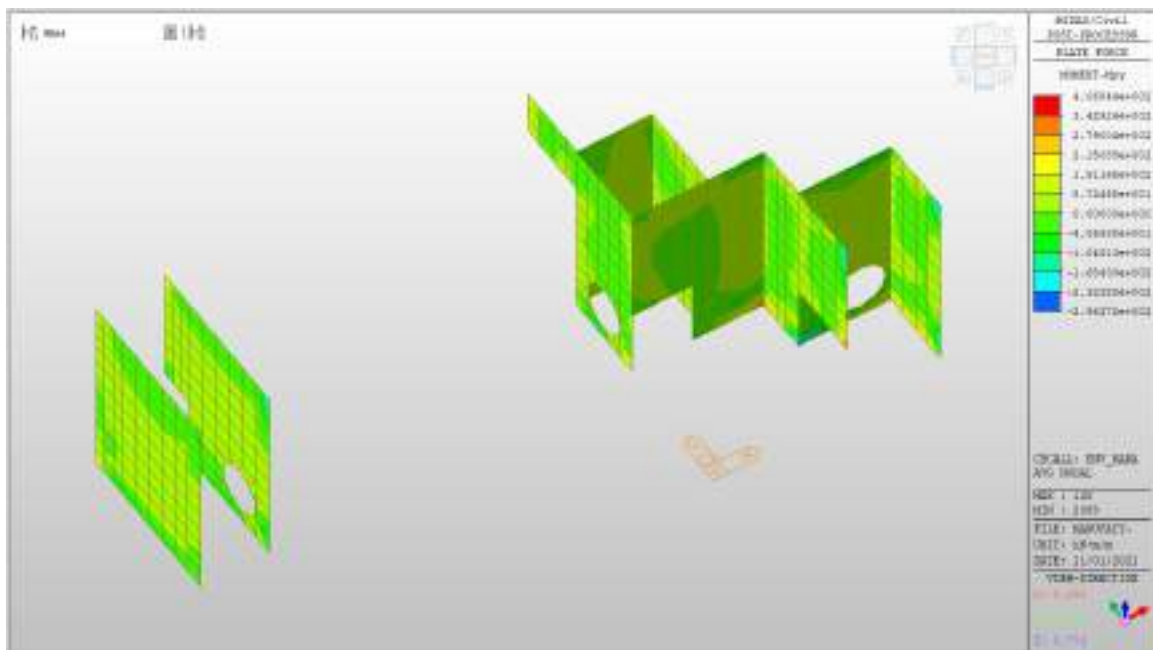
MX max, RARA= +189 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

MXX min, RARA= -122 kNm/m



MYX max, RARA= +215 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

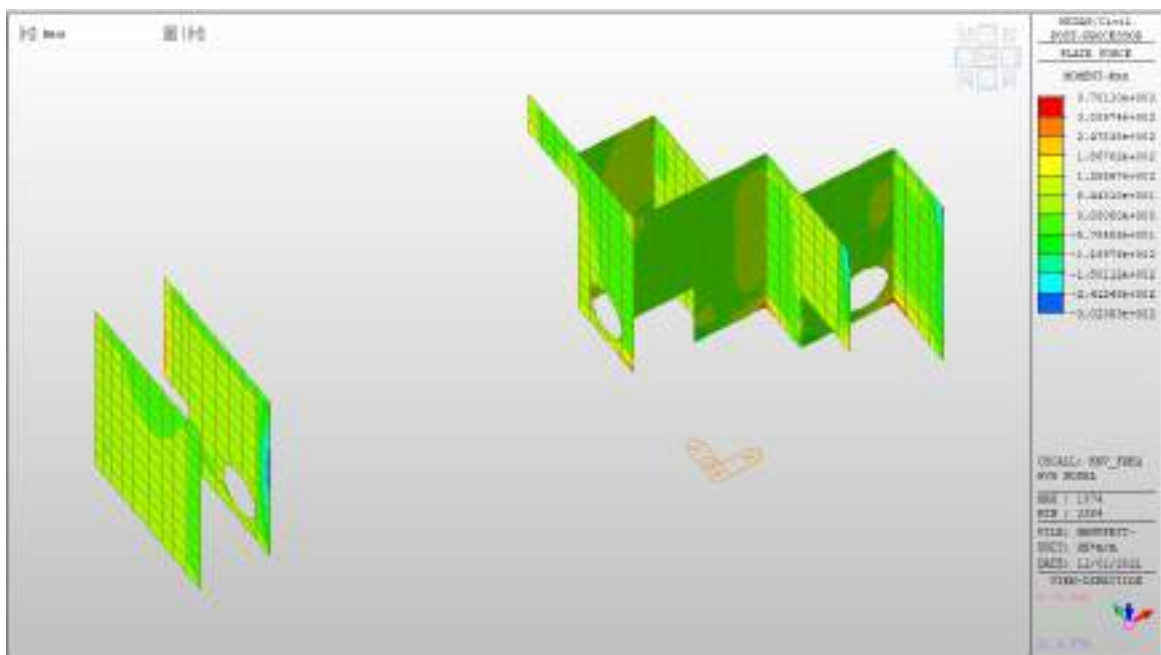
MYX min, RARA= -105 kNm/m



**Setti interni livello -3 – Mappe sollecitazioni SLE – FREQUENTE**

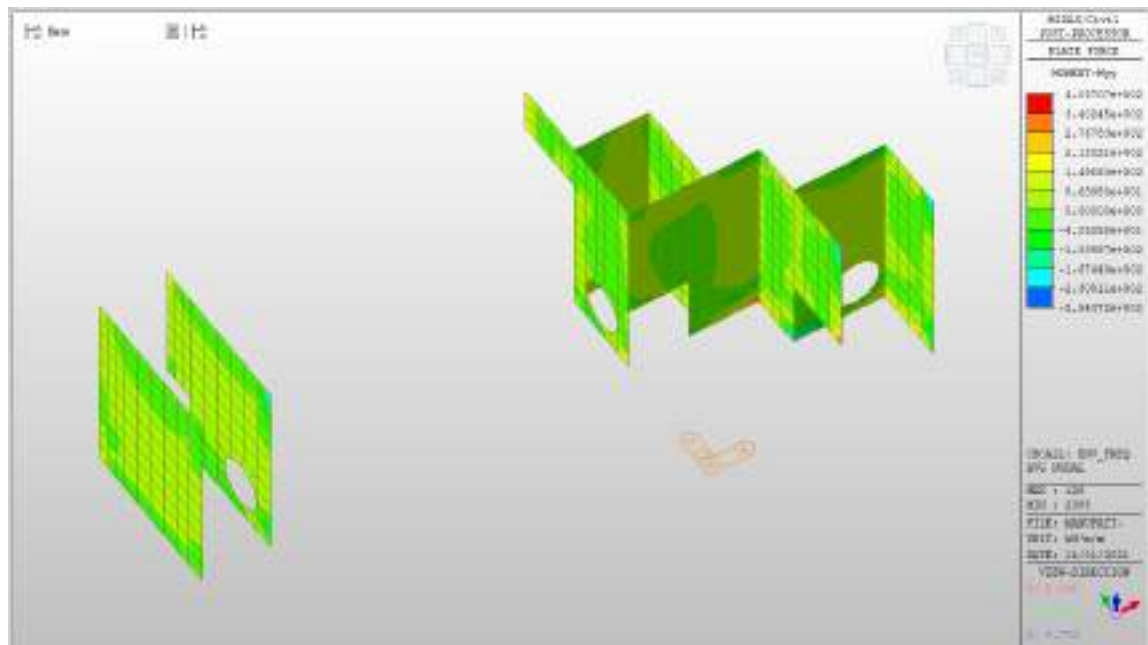
MXX max, Frequente= +187kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

MXX min, Frequente= -120kNm/m



MYY max, Frequente= +214 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

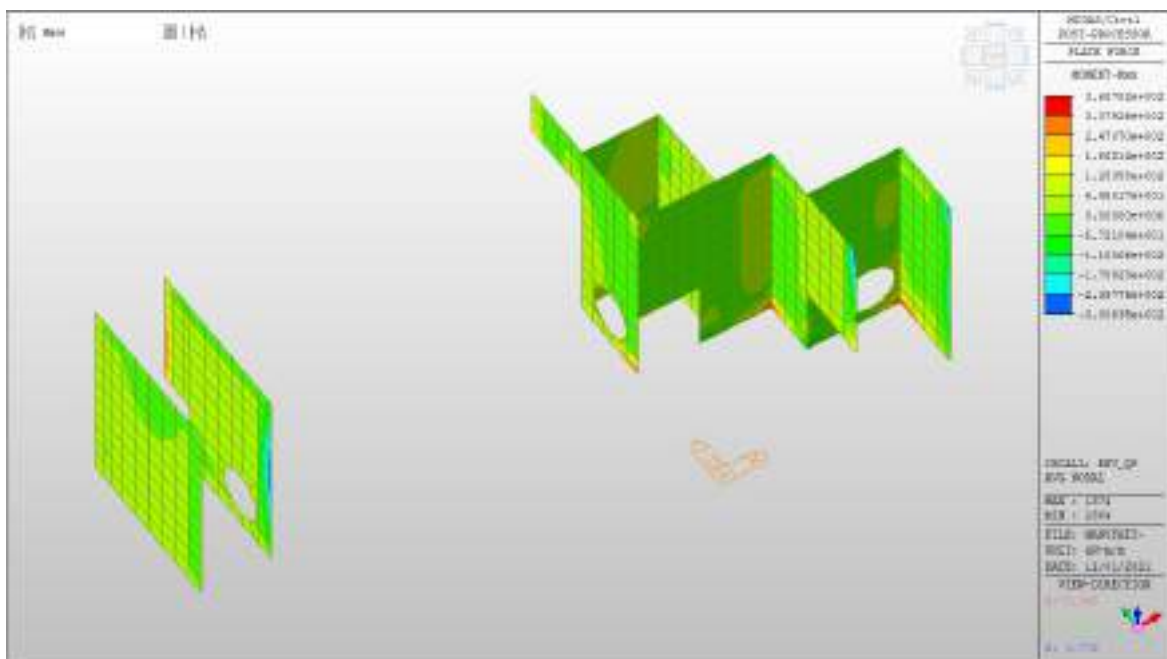
MYY min, Frequente= -104kNm/m



**Setti interni livello -3 – Mappe sollecitazioni SLE – Quasi permanente**

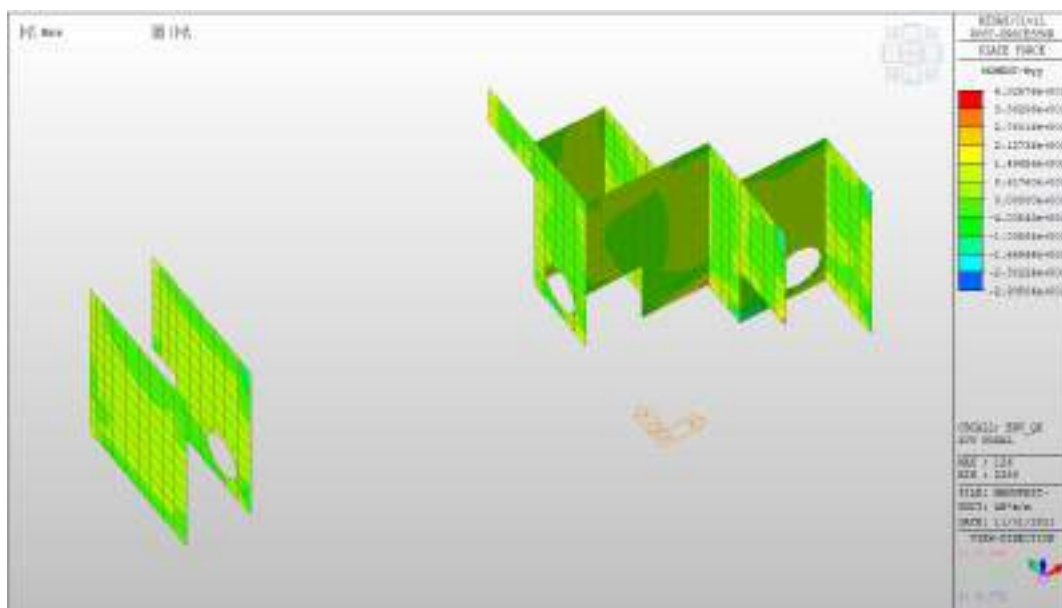
MXX max, QP= +186kNm/m (soll. di verifica armatura media sull'intera area)

MXX min, QP= -118kNm/m



MY max, QP= +214kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

MY min, QP= - 104kNm/m

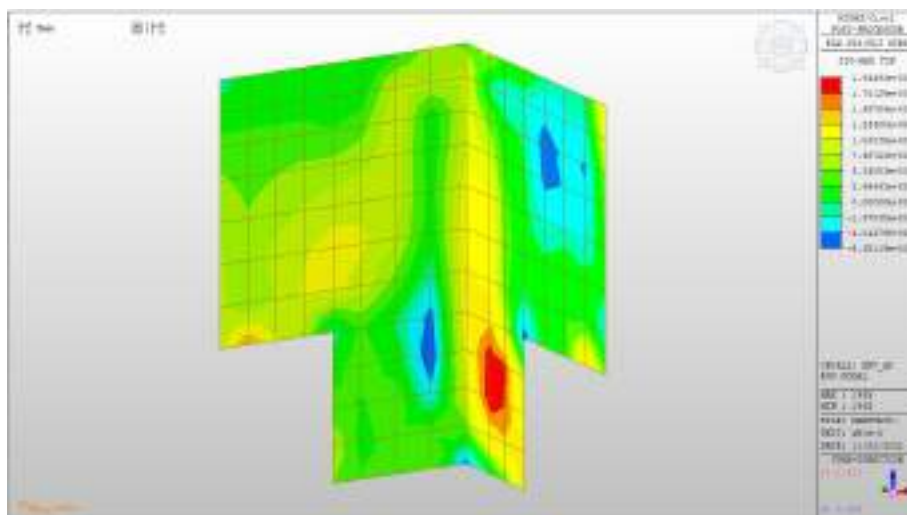


Tensioni di trazione in Combinazione Quasi Permanente

In combinazione quasi permanente deve risultare che la tensione massima di trazione sia minore del valore limite:

- $\sigma_t = f_{ctm} / 1.20 = 3.02 / 1.20 = 2.52 \text{ MPa}$

Di seguito si riporta l’andamento delle tensioni in combinazione quasi permanente da cui si evince che la tensione di trazione di calcolo è al massimo pari ad 1.94 MPa e quindi minore del valore limite:



## Verifiche

Si riportano di seguito le verifiche effettuate. La sezione risulta essere armata con 7 $\phi$ 22 al lembo superiore e 7 $\phi$ 22 al lembo inferiore in entrambe le direzioni.

Nelle zone di raffittimento la sezione risulta essere armata con 7+7 $\phi$ 22 al lembo superiore e 7+7 $\phi$ 22 al lembo inferiore in entrambe le direzioni, su due livelli.

### Verifica momento orizzontale MXX (armatura media sull'intera area)

#### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	60.0	cm
Barre inferiori:	7 $\phi$ 22	(26.6 cm <sup>2</sup> )
Barre superiori:	7 $\phi$ 22	(26.6 cm <sup>2</sup> )
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	5.0	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	5.0	cm

#### ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

**ACEA ENGINEERING LABORATORIES RESEARCH INNOVATION SPA**

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
VY	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale
MT	Momento torcente [kN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0.00	470.00	0.00	0.00
2	0.00	-462.00	0.00	0.00

**COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx	Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	189.00
2	0.00	-122.00

**COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx	Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	187.00 (237.56)
2	0.00	-120.00 (-237.56)

**COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
---	---



**ACEA ENGINEERING LABORATORIES RESEARCH INNOVATION SPA**

Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	186.00 (237.56)
2	0.00	-118.00 (-237.56)

**RISULTATI DEL CALCOLO**

**Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate**

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 3.9 cm  
Interferro netto minimo barre longitudinali: 12.8 cm

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE**

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
N Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)  
Mx Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico  
N ult Sforzo normale ultimo [kN] nella sezione (positivo se di compress.)  
Mx ult Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico  
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult,Mx ult) e (N,Mx)  
Verifica positiva se tale rapporto risulta  $\geq 1.000$   
Yneuro Ordinata [cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X,Y,O sez.  
Mx sn. Momento flettente allo snervamento [kNm]  
x/d Rapp. di duttilità a rottura solo se N = 0 (travi)  
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	N ult	Mx ult	Mis.Sic.	Yn	M sn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	0.00	470.00	-0.05	543.33	1.156	54.4	521.53	0.10	0.70	26.6 (9.9)
2	S	0.00	-462.00	-0.05	-543.33	1.176	5.6	-521.53	0.10	0.70	26.6 (9.9)

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO**

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	-0.01265	60.0	0.00036	55.0	-0.03104	5.0
2	0.00350	-0.01265	0.0	0.00036	5.0	-0.03104	55.0

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max	Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa]
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sc min	Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa]
Yc min	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [Mpa]
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Dw Eff.	Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff.	Area di congl. [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
As eff.	Area Barre tese di acciaio [cm <sup>2</sup> ] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
D barre	Distanza media in cm tra le barre tese efficaci utilizzata nel calcolo di fessurazione (se Dbarre >14Ø viene posto Dbarre=14Ø nel calcolo di fess. [B.6.6.3 Circ. 252/96])

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	3.66	60.0	0.00	44.7	-142.3	55.0	20.4	2040	26.6	15.0
2	S	2.36	0.0	0.00	15.3	-91.8	5.0	20.4	2040	26.6	15.0

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE**

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sclmax	Massima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [Mpa]
Sclmin	Minima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [Mpa]
Sc Eff	Tensione al limite dello spessore teso efficace nello STATO I [Mpa]
K3	Coeff. di normativa = $0,25 (Sclmin + ScEff)/(2 Sclmin)$
Beta12	Prodotto dei Coeff. di aderenza $Beta1 * Beta2$
Psi	$= 1 - Beta12 * (Ssr/Ss)^2 = 1 - Beta12 * (fctm/Sclmin)^2 = 1 - Beta12 * (Mfess/M)^2$ [B.6.6 DM96]
e sm	Deformazione unitaria media tra le fessure . Tra parentesi il valore minimo = $0.4 Ss/Es$
srm	Distanza media in mm tra le fessure
wk	Apertura delle fessure in mm = $1,7 * Eps * Srm$ . Tra parentesi è indicato il valore limite.
M fess.	Momento di prima fessurazione [kNm]

N°Comb	Ver	Sclmax	Sclmin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	2.47	-2.47	-7.9	0.165	1.00	0.400	0.000285 (0.000285)	219	0.106	237.56
2	S	1.59	-1.59	-5.1	0.165	1.00	0.400	0.000184 (0.000184)	219	0.068	-237.56

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	3.62	60.0	0.00	44.7	-140.8	55.0	20.4	2040	26.6	15.0
2	S	2.32	0.0	0.00	15.3	-90.3	5.0	20.4	2040	26.6	15.0

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE**

N°Comb	Ver	Sclmax	Sclmin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	2.44	-2.44	-7.8	0.165	0.50	0.400	0.000282 (0.000282)	219	0.105 (0.30)	237.56
2	S	1.57	-1.57	-5.0	0.165	0.50	0.400	0.000181 (0.000181)	219	0.067 (0.30)	-237.56

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	---------	---------	---------	---------

**ACEA ENGINEERING LABORATORIES RESEARCH INNOVATION SPA**

1	S	3.60	60.0	0.00	44.7	-140.0	55.0	20.4	2040	26.6	15.0
2	S	2.28	0.0	0.00	15.3	-88.8	5.0	20.4	2040	26.6	15.0

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE**

N°Comb	Ver	Sclmax	Sclmin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	2.43	-2.43	-7.8	0.165	0.50	0.400	0.000280 (0.000280)	219	0.104 (0.20)	237.56
2	S	1.54	-1.54	-4.9	0.165	0.50	0.400	0.000178 (0.000178)	219	0.066 (0.20)	-237.56

**Verifica momento orizzontale MXX (armatura zone di raffittimento)**

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE**

Base:	100.0	cm
Altezza:	60.0	cm
Barre inferiori:	14Ø22	(53.2 cm <sup>2</sup> )
Barre superiori:	14Ø22	(53.2 cm <sup>2</sup> )
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	10.0	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	10.0	cm

**ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
Vy	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale
MT	Momento torcente [kN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0.00	758.00	0.00	0.00
2	0.00	-760.00	0.00	0.00
3	0.00	826.00	0.00	0.00

4            0.00            -733.00            0.00            0.00

**RISULTATI DEL CALCOLO**

**Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate**

Copriferro netto minimo barre longitudinali:        8.9    cm  
Interferro netto minimo barre longitudinali:        4.0    cm

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE**

Ver            S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
N              Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)  
Mx             Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico  
N ult         Sforzo normale ultimo [kN] nella sezione (positivo se di compress.)  
Mx ult        Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico  
Mis.Sic.      Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult,Mx ult) e (N,Mx)  
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000  
Yneutro      Ordinata [cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X,Y,O sez.  
Mx sn.        Momento flettente allo snervamento [kNm]  
x/d            Rapp. di duttilità a rottura solo se N = 0 (travi)  
C.Rid.        Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	N ult	Mx ult	Mis.Sic.	Yn	M sn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	0.00	758.00	0.30	924.06	1.219	48.8	888.80	0.22	0.72	53.2 (9.0)
2	S	0.00	-760.00	0.30	-924.06	1.216	11.2	-888.80	0.22	0.72	53.2 (9.0)
3	S	0.00	826.00	0.30	924.06	1.119	48.8	888.80	0.22	0.72	53.2 (9.0)
4	S	0.00	-733.00	0.30	-924.06	1.261	11.2	-888.80	0.22	0.72	53.2 (9.0)

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO**

ec max        Deform. unit. massima del conglomerato a compressione  
ec 3/7        Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace  
Yc max        Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
es min        Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)

**ACEA ENGINEERING LABORATORIES RESEARCH INNOVATION SPA**

Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	-0.00457	60.0	0.00036	50.0	-0.01219	10.0
2	0.00350	-0.00457	0.0	0.00036	10.0	-0.01219	50.0
3	0.00350	-0.00457	60.0	0.00036	50.0	-0.01219	10.0
4	0.00350	-0.00457	0.0	0.00036	10.0	-0.01219	50.0

Verifica momento verticale MYY (armatura media sull'intera area)

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE**

Base:	100.0	cm
Altezza:	60.0	cm
Barre inferiori:	7Ø22	(26.6 cm <sup>2</sup> )
Barre superiori:	7Ø22	(26.6 cm <sup>2</sup> )
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	5.0	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	5.0	cm

**ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
VY	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale
MT	Momento torcente [kN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0.00	520.00	0.00	0.00
2	0.00	-425.00	0.00	0.00

**COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	215.00
2	0.00	-105.00

**COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	214.00 (237.56)
2	0.00	-104.00 (-237.56)

**COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	214.00 (237.56)
2	0.00	-104.00 (-237.56)

**RISULTATI DEL CALCOLO**

**Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate**

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 3.9 cm

---

Interferro netto minimo barre longitudinali: 12.8 cm

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE**

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico
N ult	Sforzo normale ultimo [kN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx ult	Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult, Mx ult) e (N, Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta $\geq 1.000$
Yneutro	Ordinata [cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X, Y, O sez.
Mx sn.	Momento flettente allo snervamento [kNm]
x/d	Rapp. di duttilità a rottura solo se N = 0 (travi)
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	N ult	Mx ult	Mis.Sic.	Yn	M sn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	0.00	520.00	-0.05	543.33	1.045	54.4	521.53	0.10	0.70	26.6 (9.9)
2	S	0.00	-425.00	-0.05	-543.33	1.278	5.6	-521.53	0.10	0.70	26.6 (9.9)

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO**

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X, Y, O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X, Y, O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X, Y, O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	-0.01265	60.0	0.00036	55.0	-0.03104	5.0
2	0.00350	-0.01265	0.0	0.00036	5.0	-0.03104	55.0

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**



Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max	Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata [Mpa]
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sc min	Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata [Mpa]
Yc min	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [Mpa]
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Dw Eff.	Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff.	Area di congl. [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
As eff.	Area Barre tese di acciaio [cm <sup>2</sup> ] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
D barre	Distanza media in cm tra le barre tese efficaci utilizzata nel calcolo di fessurazione (se Dbarre >14Ø viene posto Dbarre=14Ø nel calcolo di fess. [B.6.6.3 Circ. 252/96])

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	4.16	60.0	0.00	44.7	-161.8	55.0	20.4	2040	26.6	15.0
2	S	2.03	0.0	0.00	15.3	-79.0	5.0	20.4	2040	26.6	15.0

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE**

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sclmax	Massima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [Mpa]
Sclmin	Minima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [Mpa]
Sc Eff	Tensione al limite dello spessore teso efficace nello STATO I [Mpa]
K3	Coeff. di normativa = 0,25 (Sclmin + ScEff)/(2 Sclmin)
Beta12	Prodotto dei Coeff. di aderenza Beta1*Beta2
Psi	= 1-Beta12*(Ssr/Ss) <sup>2</sup> = 1-Beta12*(fctm/Sclmin) <sup>2</sup> = 1-Beta12*(Mfess/M) <sup>2</sup> [B.6.6 DM96]
e sm	Deformazione unitaria media tra le fessure . Tra parentesi il valore minimo = 0.4 Ss/Es
srm	Distanza media in mm tra le fessure
wk	Apertura delle fessure in mm = 1,7*Eps*Srm. Tra parentesi è indicato il valore limite.
M fess.	Momento di prima fessurazione [kNm]

N°Comb	Ver	Sclmax	Sclmin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	2.81	-2.81	-9.0	0.165	1.00	0.400	0.000324 (0.000324)	219	0.121	237.56
2	S	1.37	-1.37	-4.4	0.165	1.00	0.400	0.000158 (0.000158)	219	0.059	-237.56

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	4.14	60.0	0.00	44.7	-161.1	55.0	20.4	2040	26.6	15.0
2	S	2.01	0.0	0.00	15.3	-78.3	5.0	20.4	2040	26.6	15.0

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE**

N°Comb	Ver	Sclmax	Sclmin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	2.79	-2.79	-8.9	0.165	0.50	0.400	0.000322 (0.000322)	219	0.120 (0.30)	237.56
2	S	1.36	-1.36	-4.3	0.165	0.50	0.400	0.000157 (0.000157)	219	0.058 (0.30)	-237.56

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	4.14	60.0	0.00	44.7	-161.1	55.0	20.4	2040	26.6	15.0
2	S	2.01	0.0	0.00	15.3	-78.3	5.0	20.4	2040	26.6	15.0

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE**

N°Comb	Ver	Sclmax	Sclmin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	2.79	-2.79	-8.9	0.165	0.50	0.400	0.000322 (0.000322)	219	0.120 (0.20)	237.56
2	S	1.36	-1.36	-4.3	0.165	0.50	0.400	0.000157 (0.000157)	219	0.058 (0.20)	-237.56

**Verifica momento verticale MYY (armatura zone di raffittimento)**

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE**

Base:	100.0	cm
Altezza:	60.0	cm
Barre inferiori:	14Ø22	(53.2 cm²)

**ACEA ENGINEERING LABORATORIES RESEARCH INNOVATION SPA**

Barre superiori:	14Ø22	(53.2 cm <sup>2</sup> )
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	10.0	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	10.0	cm

**ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
VY	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale
MT	Momento torcente [kN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0.00	758.00	0.00	0.00
2	0.00	-760.00	0.00	0.00
3	0.00	826.00	0.00	0.00
4	0.00	-733.00	0.00	0.00

**RISULTATI DEL CALCOLO**

**Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate**

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	8.9 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	4.0 cm

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE**

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico
N ult	Sforzo normale ultimo [kN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx ult	Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult,Mx ult) e (N,Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
Yneutro	Ordinata [cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X,Y,O sez.

Mx sn.	Momento flettente allo snervamento [kNm]
x/d	Rapp. di duttilità a rottura solo se N = 0 (travi)
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	N ult	Mx ult	Mis.Sic.	Yn	M sn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	0.00	758.00	0.30	924.06	1.219	48.8	888.80	0.22	0.72	53.2 (9.0)
2	S	0.00	-760.00	0.30	-924.06	1.216	11.2	-888.80	0.22	0.72	53.2 (9.0)
3	S	0.00	826.00	0.30	924.06	1.119	48.8	888.80	0.22	0.72	53.2 (9.0)
4	S	0.00	-733.00	0.30	-924.06	1.261	11.2	-888.80	0.22	0.72	53.2 (9.0)

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO**

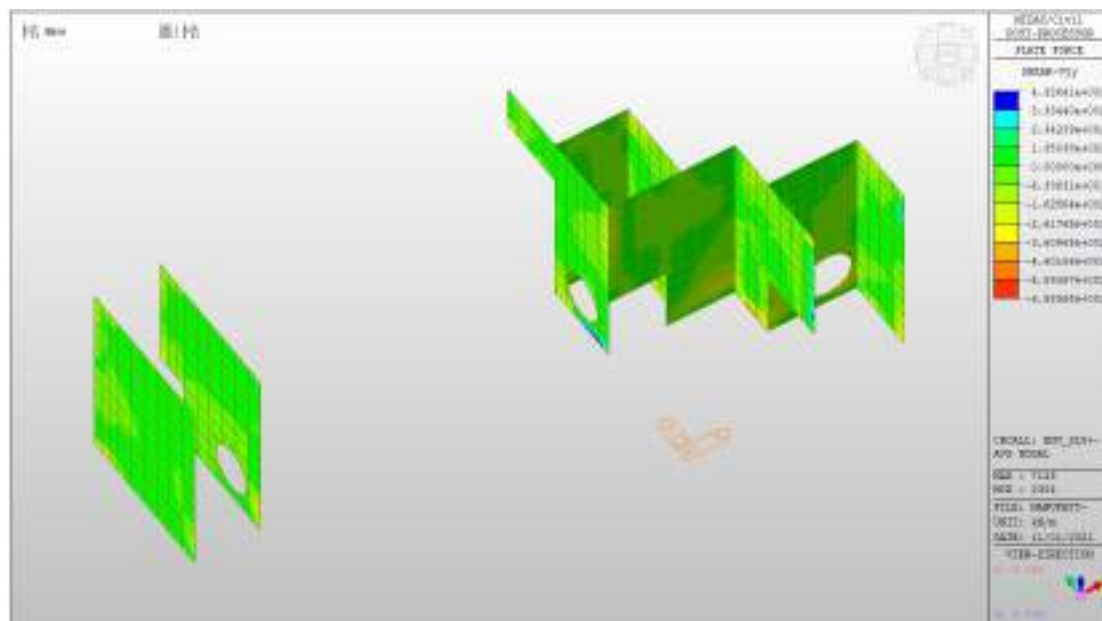
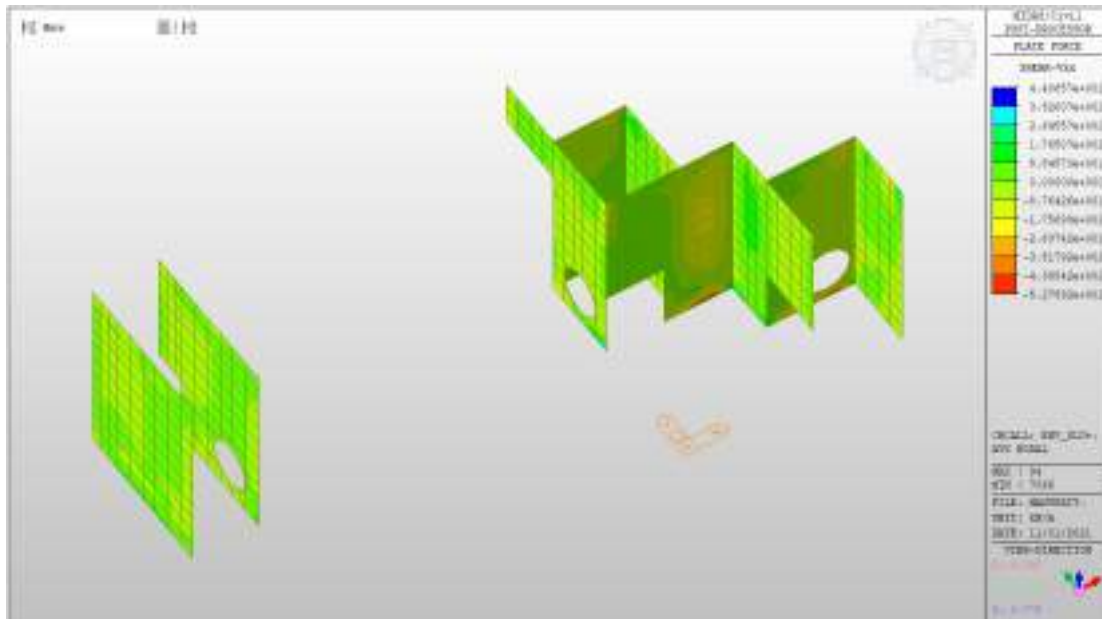
ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	-0.00457	60.0	0.00036	50.0	-0.01219	10.0
2	0.00350	-0.00457	0.0	0.00036	10.0	-0.01219	50.0
3	0.00350	-0.00457	60.0	0.00036	50.0	-0.01219	10.0
4	0.00350	-0.00457	0.0	0.00036	10.0	-0.01219	50.0

Nei confronti delle azioni di taglio, si dispongono nelle zone a ridosso dei setti dove si hanno sollecitazioni maggiori, spilli  $\phi 10/200 \times 200$ . Di seguito la verifica per la sollecitazione massima di taglio:

**Taglio massimo**

V MAX, SLV-SLU= 660 kN/m (soll. di verifica armatura zone di raffittimento)



**Verifica a taglio (SLU)**

$V_{ed} =$	<b>660</b>	kN	Taglio agente verticale
$H =$	<b>600</b>	mm	altezza sezione di calcolo
$B_c =$	1000	mm	larghezza sezione di calcolo
CLS =	C32/40	-	classe del calcestruzzo
$f_{ck} =$	30.7	N/mm <sup>2</sup>	resistenza caratteristica a compressione
$f_{cd} =$	17.4	N/mm <sup>2</sup>	resistenza di progetto a compressione
$c =$	50	mm	copriferro
$b_{st} =$	<b>5</b>	-	braccia delle staffe
$\Phi_{st} =$	<b>10</b>	mm	diametro staffe
$s =$	<b>200</b>	mm	passo staffe
$A_{st} =$	393	mm <sup>2</sup>	area staffe
$d =$	550	mm	altezza utile sezione
$\rho_l =$	0.00000	-	rapporto geometrico armatura longitudinale

**verifica sezione con armatura:**

$\alpha =$	90	°	angolo di inclinazione delle staffe
$\theta =$	22	°	inclinazione delle bielle compresse di cls
$f'_{cd} =$	8.7	N/mm <sup>2</sup>	resistenza a compressione ridotta del cls d'anima
$\alpha_c =$	1.000	-	coefficiente maggiorativo per compressione
$f_{yd} =$	391.3	N/mm <sup>2</sup>	resistenza a snervamento dell'acciaio
$V_{Rsd} =$	<b>941.3</b>	<b>kN</b>	<b>taglio resistente relativo alle armature tese</b>
$V_{Rcd} =$	<b>1496.0</b>	<b>kN</b>	<b>taglio resistente relativo alle bielle compresse</b>
$V_{Rd} =$	<b>941.3</b>	<b>kN</b>	<b>ok!</b>

**C.S. ( $V_{Rd}/V_{ed,v}$ ) = 1.43**

**Solaio a quota +163.64m**

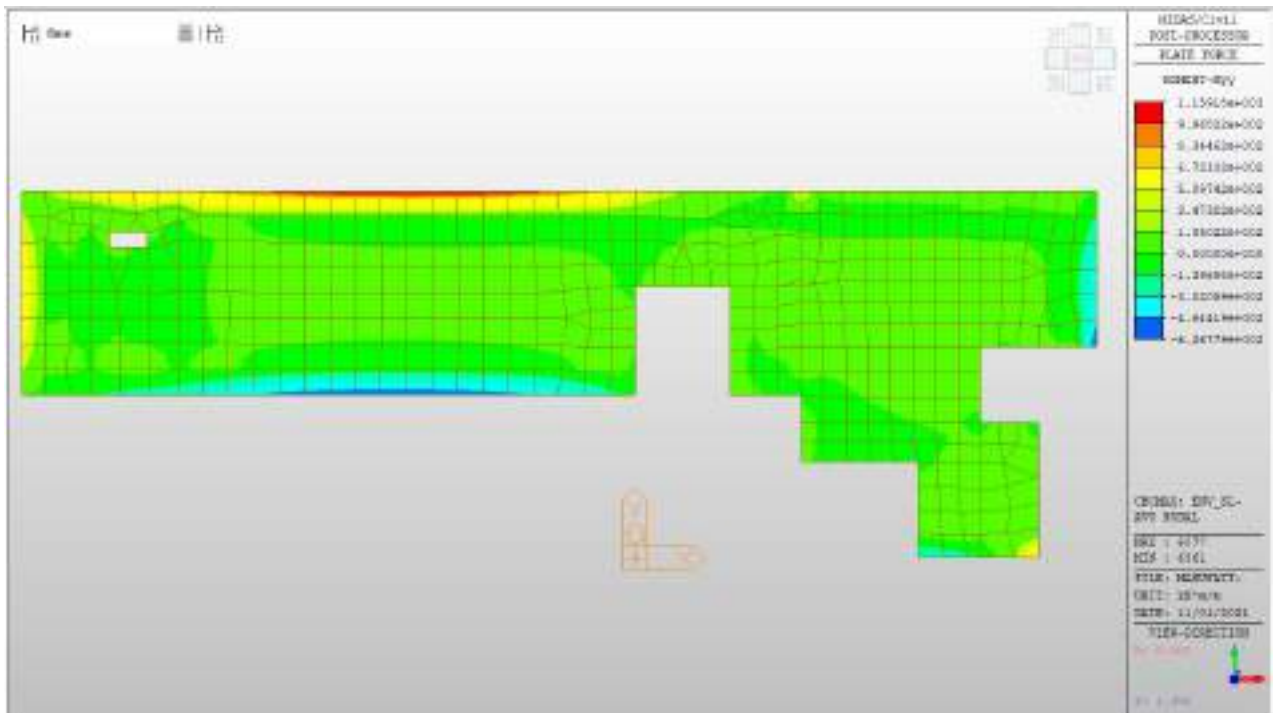
**Solaio a quota +163.64m – Mappe sollecitazioni SLU - SLV**

Si riportano di seguito gli involuipi delle mappe delle sollecitazioni per le combinazioni allo stato limite ultimo (sismiche e statiche) e di esercizio per solaio posto a quota +163.64m.

Momento verticale

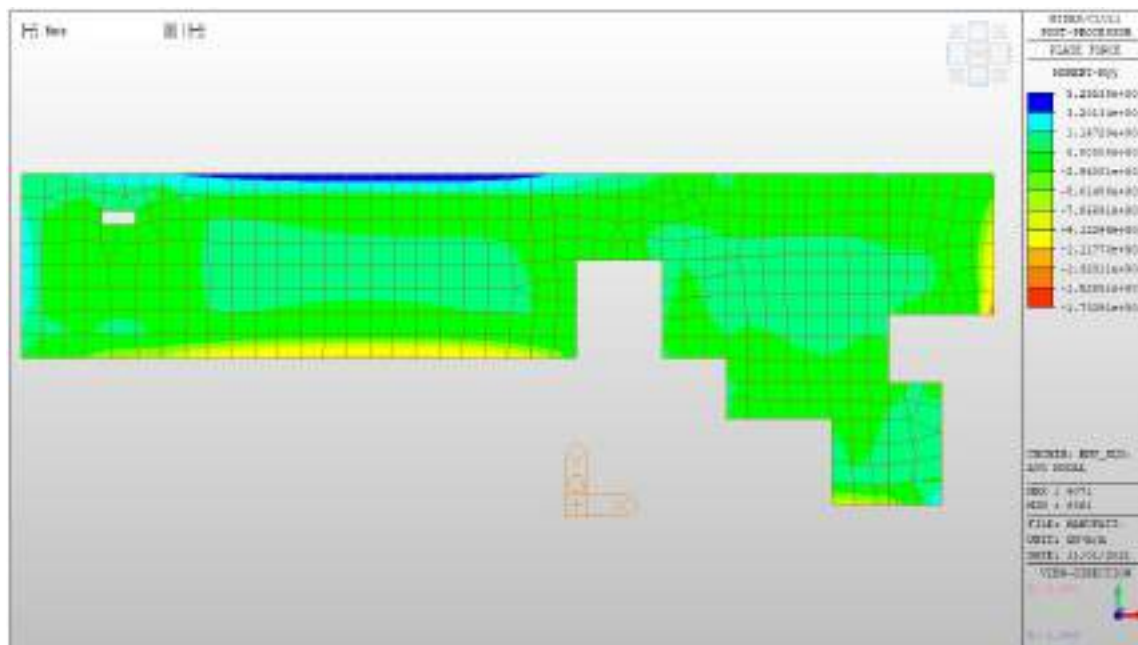
MYX max, SLV-SLU = +673 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

MYX max, SLV-SLU = +1160 kNm/m (soll. di verifica armatura zone di raffittimento)



MYM min, SLV-SLU = -913 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

MYM min, SLV-SLU = -1734 kNm/m (soll. di verifica armatura zone di raffittimento)

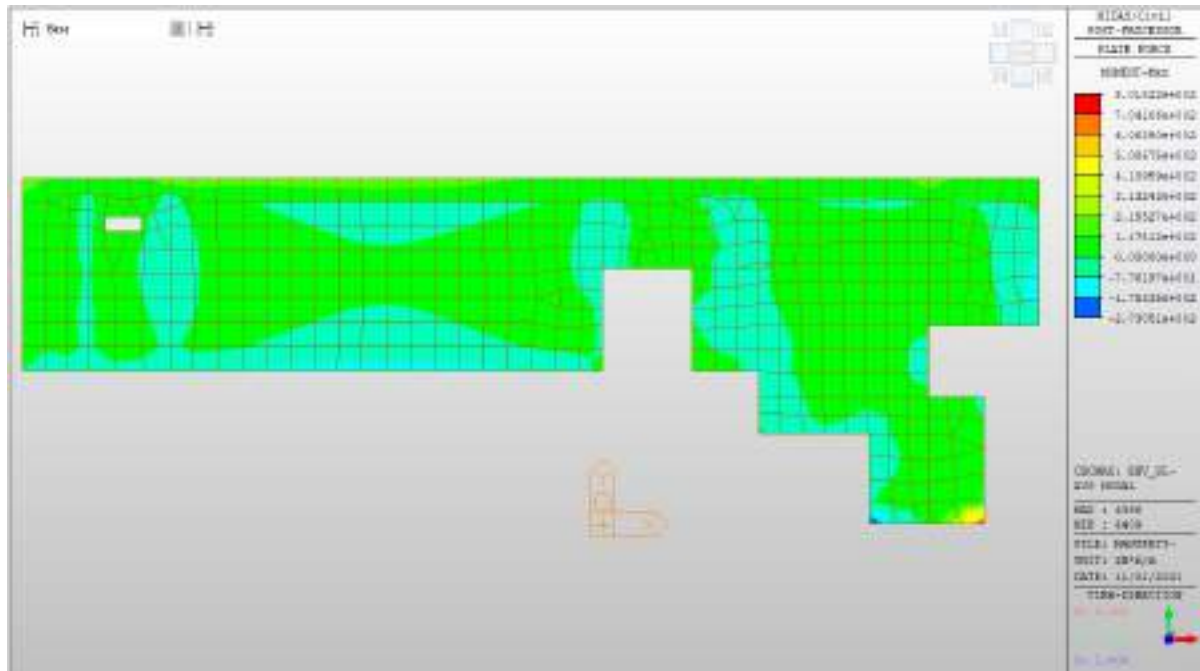


Momento orizzontale

MXX max, SLV-SLU= +510 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

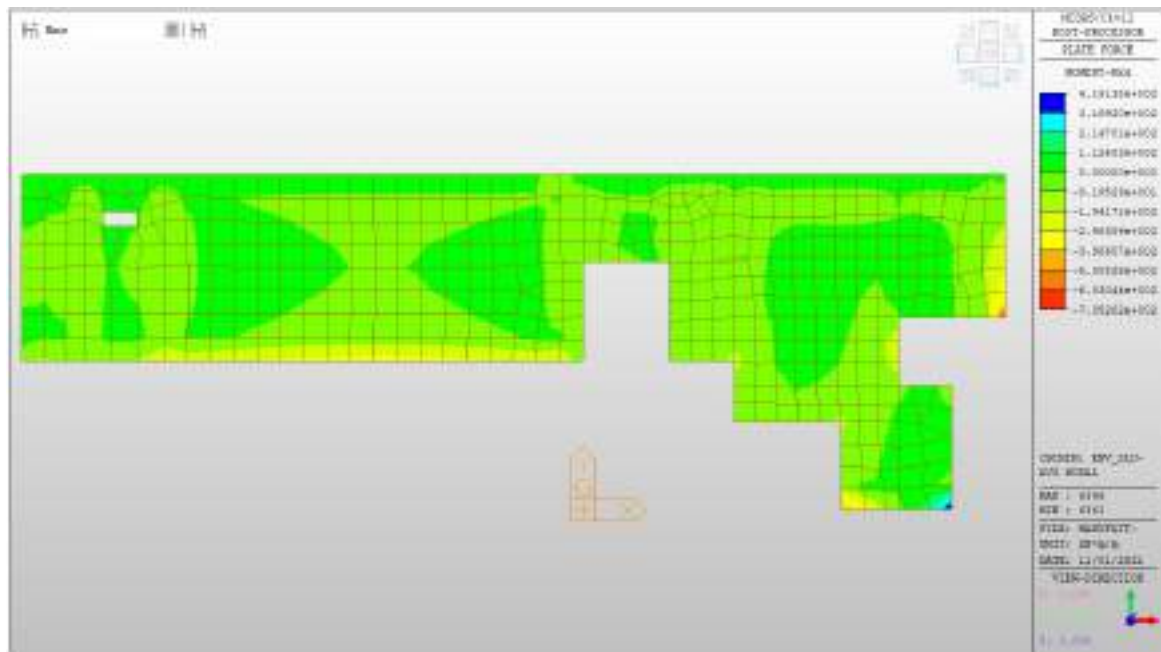
MXX max, SLV-SLU= +802 kNm/m (soll. di verifica armatura zone di raffittimento)





MXX min, SLV-SLU= -400 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

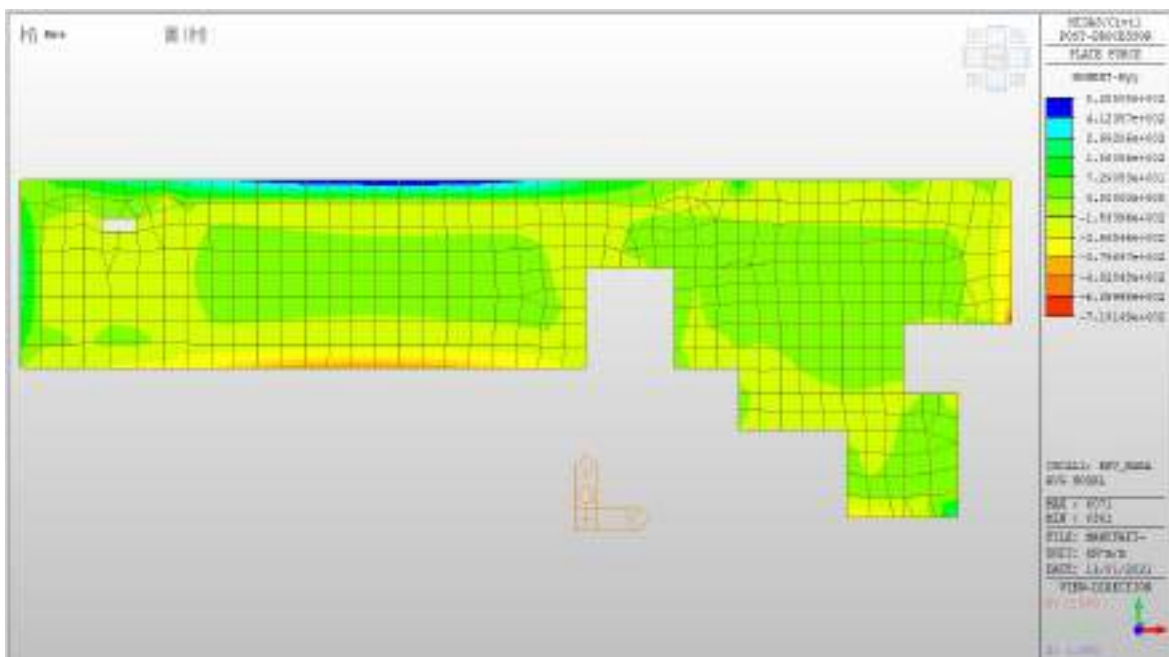
MXX min, SLV-SLU= -705 kNm/m (soll. di verifica armatura zone di raffittimento)



**Solaio a quota +163.64m– Mappe sollecitazioni SLE - RARA**

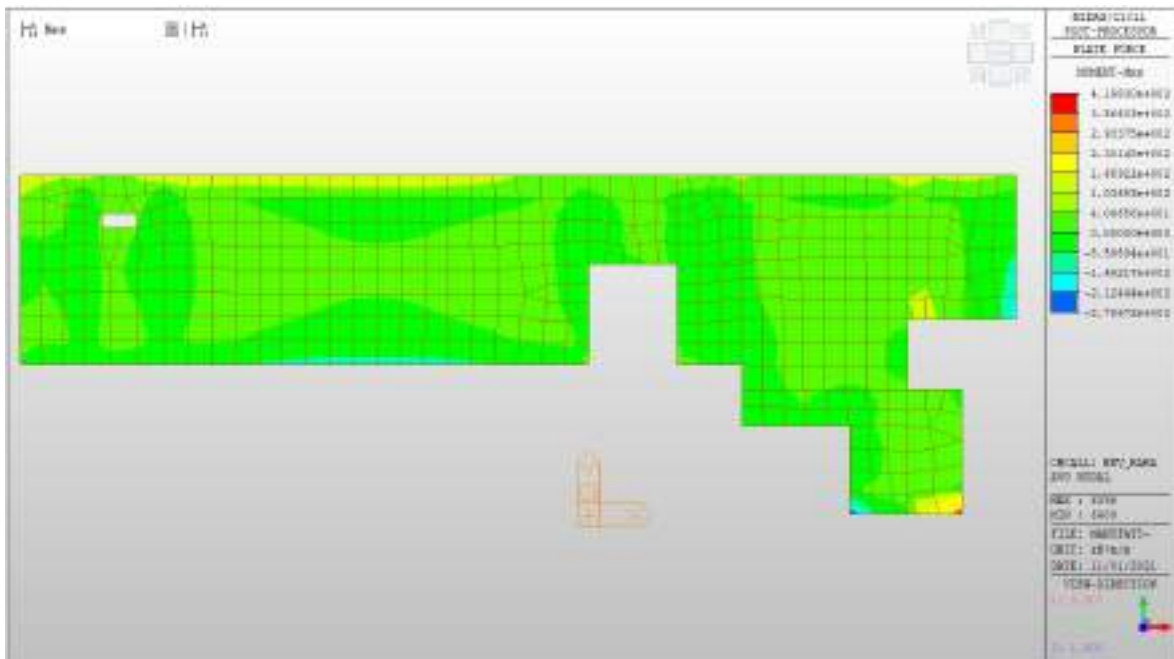
MYX max, RARA= +186 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

MYX min, RARA= -266 kNm/m



MXX max, RARA= +230 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

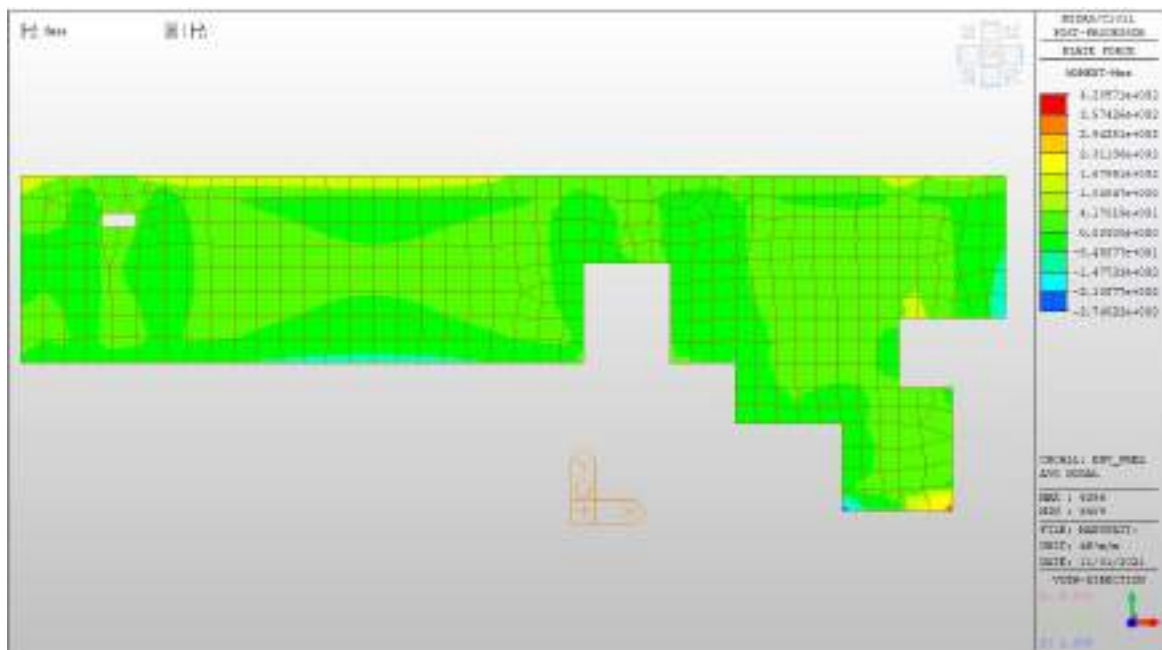
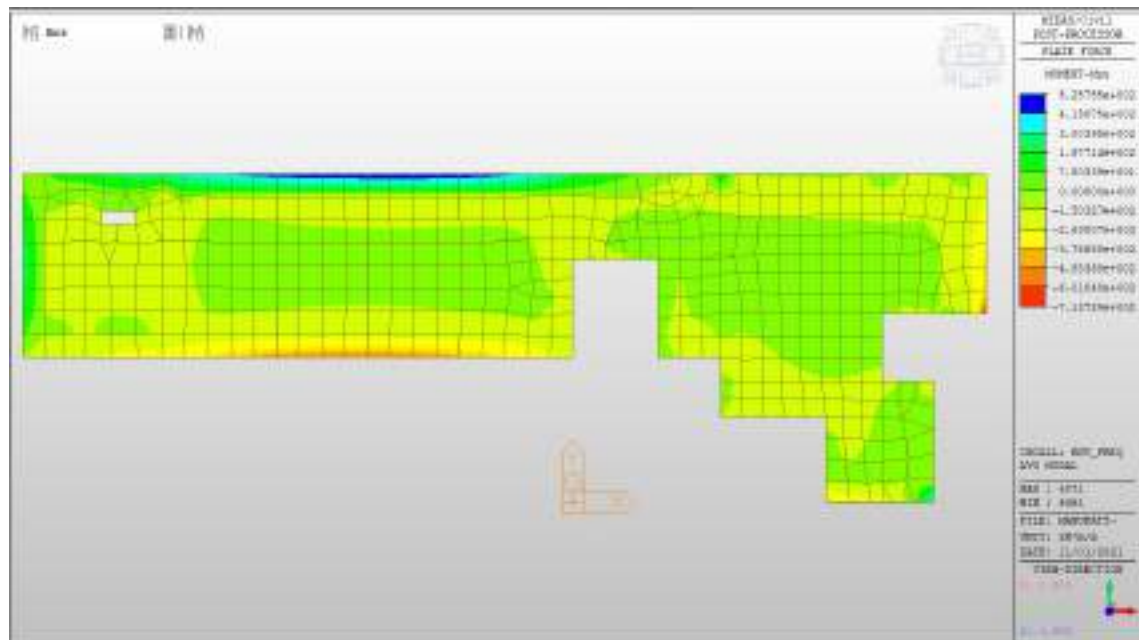
MXX min, RARA= -86 kNm/m



**Solaio a quota +163.64m– Mappe sollecitazioni SLE - Frequente**

MYX max, Frequente= +188 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

MYX min, Frequente= -262 kNm/m



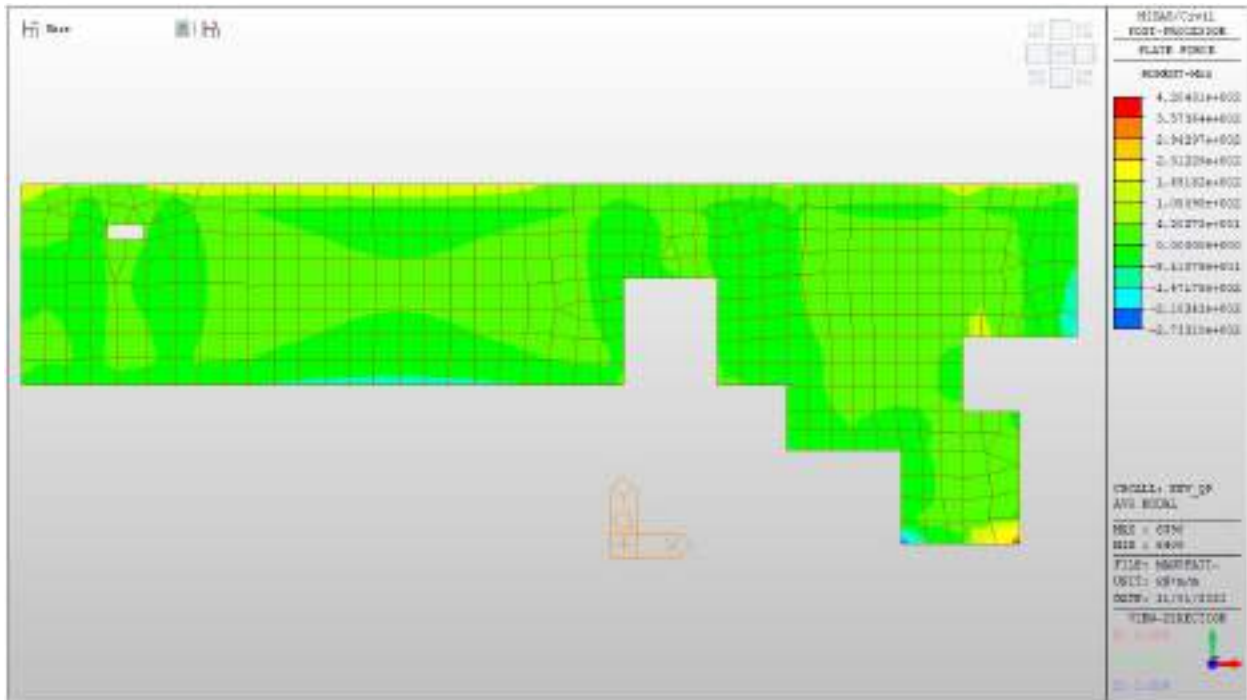
MYX max, QP= +188kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

MYX min, QP= - 262kNm/m



MXX max, QP= +232kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

MXX min, QP= -85kNm/m



## Verifiche

Si riportano di seguito le verifiche effettuate. La sezione risulta essere armata con 7+7 $\phi$ 22 al lembo superiore e 7+7 $\phi$ 22 al lembo inferiore in direzione Y, su due livelli e con 7 $\phi$ 22 al lembo superiore e 7 $\phi$ 22 al lembo inferiore in direzione X.

Nelle zone di raffittimento la sezione risulta essere armata con 10+10 $\phi$ 26 al lembo superiore e 10+10 $\phi$ 26 al lembo inferiore in entrambe le direzioni, su due livelli.

### Verifica momento verticale MYY (armatura media sull'intera area)

#### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	60.0	cm
Barre inferiori:	14 $\phi$ 22	(53.2 cm <sup>2</sup> )

**ACEA ENGINEERING LABORATORIES RESEARCH INNOVATION SPA**

Barre superiori:	14Ø22	(53.2 cm <sup>2</sup> )
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	10.0	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	10.0	cm

**ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
VY	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale
MT	Momento torcente [kN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0.00	673.00	0.00	0.00
2	0.00	-913.00	0.00	0.00

**COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx	Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	186.00
2	0.00	-266.00

**COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx	Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
---------	---	----

**ACEA ENGINEERING LABORATORIES RESEARCH INNOVATION SPA**

1	0.00	188.00 (251.99)
2	0.00	-262.00 (-251.99)

**COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)	
Mx	Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione	

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	188.00 (251.99)
2	0.00	-262.00 (-251.99)

**RISULTATI DEL CALCOLO**

**Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate**

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	8.9 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	4.0 cm

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE**

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico
N ult	Sforzo normale ultimo [kN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx ult	Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult, Mx ult) e (N, Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta $\geq 1.000$
Yneutro	Ordinata [cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X, Y, O sez.
Mx sn.	Momento flettente allo snervamento [kNm]
x/d	Rapp. di duttilità a rottura solo se N = 0 (travi)
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	N ult	Mx ult	Mis.Sic.	Yn	M sn	x/d	C.Rid.	As Tesa
--------	-----	---	----	-------	--------	----------	----	------	-----	--------	---------



**ACEA ENGINEERING LABORATORIES RESEARCH INNOVATION SPA**

1	S	0.00	673.00	0.30	924.06	1.373	48.8	888.80	0.22	0.72	53.2 (9.0)
2	S	0.00	-913.00	0.30	-924.06	1.012	11.2	-888.80	0.22	0.72	53.2 (9.0)

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO**

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	-0.00457	60.0	0.00036	50.0	-0.01219	10.0
2	0.00350	-0.00457	0.0	0.00036	10.0	-0.01219	50.0

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max	Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa]
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sc min	Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa]
Yc min	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [Mpa]
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Dw Eff.	Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff.	Area di congl. [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
As eff.	Area Barre tese di acciaio [cm <sup>2</sup> ] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
D barre	Distanza media in cm tra le barre tese efficaci utilizzata nel calcolo di fessurazione

**ACEA ENGINEERING LABORATORIES RESEARCH INNOVATION SPA**

(se Dbarre >14Ø viene posto Dbarre=14Ø nel calcolo di fess. [B.6.6.3 Circ. 252/96])

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	3.31	60.0	0.00	41.1	-81.9	50.0	20.6	2057	53.2	6.2
2	S	4.74	0.0	0.00	18.9	-117.2	10.0	20.6	2057	53.2	6.2

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE**

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sclmax	Massima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [Mpa]
Sclmin	Minima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [Mpa]
Sc Eff	Tensione al limite dello spessore teso efficace nello STATO I [Mpa]
K3	Coeff. di normativa = 0,25 (Sclmin + ScEff)/(2 Sclmin)
Beta12	Prodotto dei Coeff. di aderenza Beta1*Beta2
Psi	= 1-Beta12*(Ssr/Ss) <sup>2</sup> = 1-Beta12*(fctm/Sclmin) <sup>2</sup> = 1-Beta12*(Mfess/M) <sup>2</sup> [B.6.6 DM96]
e sm	Deformazione unitaria media tra le fessure . Tra parentesi il valore minimo = 0.4 Ss/Es
srm	Distanza media in mm tra le fessure
wk	Apertura delle fessure in mm = 1,7*Eps*Srm. Tra parentesi è indicato il valore limite.
M fess.	Momento di prima fessurazione [kNm]

N°Comb	Ver	Sclmax	Sclmin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	2.29	-2.29	-7.2	0.164	1.00	0.400	0.000164 (0.000164)	246	0.069	251.99
2	S	3.27	-3.27	-10.3	0.164	1.00	0.400	0.000234 (0.000234)	246	0.098	-251.99

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	3.35	60.0	0.00	41.1	-82.8	50.0	20.6	2057	53.2	6.2
2	S	4.67	0.0	0.00	18.9	-115.4	10.0	20.6	2057	53.2	6.2

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE**

**ACEA ENGINEERING LABORATORIES RESEARCH INNOVATION SPA**

N°Comb	Ver	Sclmax	Sclmin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	2.31	-2.31	-7.3	0.164	0.50	0.400	0.000166 (0.000166)	246	0.069 (0.30)	251.99
2	S	3.22	-3.22	-10.1	0.164	0.50	0.537	0.000310 (0.000231)	246	0.130 (0.30)	-251.99

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	3.35	60.0	0.00	41.1	-82.8	50.0	20.6	2057	53.2	6.2
2	S	4.67	0.0	0.00	18.9	-115.4	10.0	20.6	2057	53.2	6.2

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE**

N°Comb	Ver	Sclmax	Sclmin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	2.31	-2.31	-7.3	0.164	0.50	0.400	0.000166 (0.000166)	246	0.069 (0.20)	251.99
2	S	3.22	-3.22	-10.1	0.164	0.50	0.537	0.000310 (0.000231)	246	0.130 (0.20)	-251.99

**Verifica momento verticale MYY (armatura zone di raffittimento)**

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE**

Base:	100.0	cm
Altezza:	60.0	cm
Barre inferiori:	20Ø26	(106.2 cm <sup>2</sup> )
Barre superiori:	20Ø26	(106.2 cm <sup>2</sup> )
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	10.0	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	10.0	cm

**ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
Vy	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale
MT	Momento torcente [kN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0.00	1160.00	0.00	0.00
2	0.00	-1734.00	0.00	0.00
3	0.00	802.00	0.00	0.00
4	0.00	-705.00	0.00	0.00

#### RISULTATI DEL CALCOLO

##### Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 8.7 cm

#### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico
N ult	Sforzo normale ultimo [kN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx ult	Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult, Mx ult) e (N, Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta $\geq 1.000$
Yneutro	Ordinata [cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X,Y,O sez.
Mx sn.	Momento flettente allo snervamento [kNm]
x/d	Rapp. di duttilità a rottura solo se N = 0 (travi)
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	N ult	Mx ult	Mis.Sic.	Yn	M sn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	0.00	1160.00	0.19	1751.53	1.510	46.2	1710.05	0.28	0.79	106.2 (9.0)

**ACEA ENGINEERING LABORATORIES RESEARCH INNOVATION SPA**

2	S	0.00	-1734.00	0.19	-1751.53	1.010	13.8	-1710.05	0.28	0.79	106.2 (9.0)
3	S	0.00	802.00	0.19	1751.53	2.184	46.2	1710.05	0.28	0.79	106.2 (9.0)
4	S	0.00	-705.00	0.19	-1751.53	2.484	13.8	-1710.05	0.28	0.79	106.2 (9.0)

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO**

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	-0.00302	60.0	0.00097	50.0	-0.00917	10.0
2	0.00350	-0.00302	0.0	0.00097	10.0	-0.00917	50.0
3	0.00350	-0.00302	60.0	0.00097	50.0	-0.00917	10.0
4	0.00350	-0.00302	0.0	0.00097	10.0	-0.00917	50.0

**Verifica momento orizzontale MXX (armatura media sull'intera area)**

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE**

Base:	100.0	cm
Altezza:	60.0	cm
Barre inferiori:	7Ø22	(26.6 cm²)
Barre superiori:	7Ø22	(26.6 cm²)
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	5.0	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	5.0	cm

**ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
VY	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale
MT	Momento torcente [kN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0.00	510.00	0.00	0.00
2	0.00	-400.00	0.00	0.00

**COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx	Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	230.00
2	0.00	-86.00

**COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx	Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	232.00 (237.56)
2	0.00	-85.00 (-237.56)

**COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	232.00 (237.56)
2	0.00	-85.00 (-237.56)

**RISULTATI DEL CALCOLO**

**Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate**

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 3.9 cm  
Interferro netto minimo barre longitudinali: 12.8 cm

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE**

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
N Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)  
Mx Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico  
N ult Sforzo normale ultimo [kN] nella sezione (positivo se di compress.)  
Mx ult Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico  
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult, Mx ult) e (N, Mx)  
Verifica positiva se tale rapporto risulta  $\geq 1.000$   
Yneutro Ordinata [cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X,Y,O sez.  
Mx sn. Momento flettente allo snervamento [kNm]  
x/d Rapp. di duttilità a rottura solo se N = 0 (travi)  
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	N ult	Mx ult	Mis.Sic.	Yn	M sn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	0.00	510.00	-0.05	543.33	1.065	54.4	521.53	0.10	0.70	26.6 (9.9)
2	S	0.00	-400.00	-0.05	-543.33	1.358	5.6	-521.53	0.10	0.70	26.6 (9.9)

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO**

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	-0.01265	60.0	0.00036	55.0	-0.03104	5.0
2	0.00350	-0.01265	0.0	0.00036	5.0	-0.03104	55.0

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max	Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa]
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sc min	Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa]
Yc min	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [Mpa]
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Dw Eff.	Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff.	Area di congl. [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
As eff.	Area Barre tese di acciaio [cm <sup>2</sup> ] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
D barre	Distanza media in cm tra le barre tese efficaci utilizzata nel calcolo di fessurazione (se Dbarre >14Ø viene posto Dbarre=14Ø nel calcolo di fess. [B.6.6.3 Circ. 252/96])

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	4.45	60.0	0.00	44.7	-173.1	55.0	20.4	2040	26.6	15.0
2	S	1.67	0.0	0.00	15.3	-64.7	5.0	20.4	2040	26.6	15.0



**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE**

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sclmax	Massima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [Mpa]
Sclmin	Minima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [Mpa]
Sc Eff	Tensione al limite dello spessore teso efficace nello STATO I [Mpa]
K3	Coeff. di normativa = 0,25 (Sclmin + ScEff)/(2 Sclmin)
Beta12	Prodotto dei Coeff. di aderenza Beta1*Beta2
Psi	= 1-Beta12*(Ssr/Ss) <sup>2</sup> = 1-Beta12*(fctm/Sclmin) <sup>2</sup> = 1-Beta12*(Mfess/M) <sup>2</sup> [B.6.6 DM96]
e sm	Deformazione unitaria media tra le fessure . Tra parentesi il valore minimo = 0.4 Ss/Es
srm	Distanza media in mm tra le fessure
wk	Apertura delle fessure in mm = 1,7*Eps*Srm. Tra parentesi è indicato il valore limite.
M fess.	Momento di prima fessurazione [kNm]

N°Comb	Ver	Sclmax	Sclmin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	3.00	-3.00	-9.6	0.165	1.00	0.400	0.000346 (0.000346)	219	0.129	237.56
2	S	1.12	-1.12	-3.6	0.165	1.00	0.400	0.000129 (0.000129)	219	0.048	-237.56

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	4.49	60.0	0.00	44.7	-174.6	55.0	20.4	2040	26.6	15.0
2	S	1.65	0.0	0.00	15.3	-64.0	5.0	20.4	2040	26.6	15.0

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE**

N°Comb	Ver	Sclmax	Sclmin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	3.03	-3.03	-9.7	0.165	0.50	0.476	0.000415 (0.000349)	219	0.155 (0.30)	237.56
2	S	1.11	-1.11	-3.5	0.165	0.50	0.400	0.000128 (0.000128)	219	0.048 (0.30)	-237.56

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	4.49	60.0	0.00	44.7	-174.6	55.0	20.4	2040	26.6	15.0
2	S	1.65	0.0	0.00	15.3	-64.0	5.0	20.4	2040	26.6	15.0

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE**

N°Comb	Ver	Sclmax	Sclmin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	3.03	-3.03	-9.7	0.165	0.50	0.476	0.000415 (0.000349)	219	0.155 (0.20)	237.56
2	S	1.11	-1.11	-3.5	0.165	0.50	0.400	0.000128 (0.000128)	219	0.048 (0.20)	-237.56

**Verifica momento orizzontale MXX (armatura zone di raffittimento)**

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE**

Base:	100.0	cm
Altezza:	60.0	cm
Barre inferiori:	20Ø26	(106.2 cm <sup>2</sup> )
Barre superiori:	20Ø26	(106.2 cm <sup>2</sup> )
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	10.0	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	10.0	cm

**ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
VY	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale
MT	Momento torcente [kN m]

**ACEA ENGINEERING LABORATORIES RESEARCH INNOVATION SPA**

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0.00	1160.00	0.00	0.00
2	0.00	-1734.00	0.00	0.00
3	0.00	802.00	0.00	0.00
4	0.00	-705.00	0.00	0.00

**RISULTATI DEL CALCOLO**

**Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate**

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 8.7 cm

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE**

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico
N ult	Sforzo normale ultimo [kN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx ult	Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult,Mx ult) e (N,Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
Yneutro	Ordinata [cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X,Y,O sez.
Mx sn.	Momento flettente allo snervamento [kNm]
x/d	Rapp. di duttilità a rottura solo se N = 0 (travi)
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	N ult	Mx ult	Mis.Sic.	Yn	M sn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	0.00	1160.00	0.19	1751.53	1.510	46.2	1710.05	0.28	0.79	106.2 (9.0)
2	S	0.00	-1734.00	0.19	-1751.53	1.010	13.8	-1710.05	0.28	0.79	106.2 (9.0)
3	S	0.00	802.00	0.19	1751.53	2.184	46.2	1710.05	0.28	0.79	106.2 (9.0)
4	S	0.00	-705.00	0.19	-1751.53	2.484	13.8	-1710.05	0.28	0.79	106.2 (9.0)

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO**

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

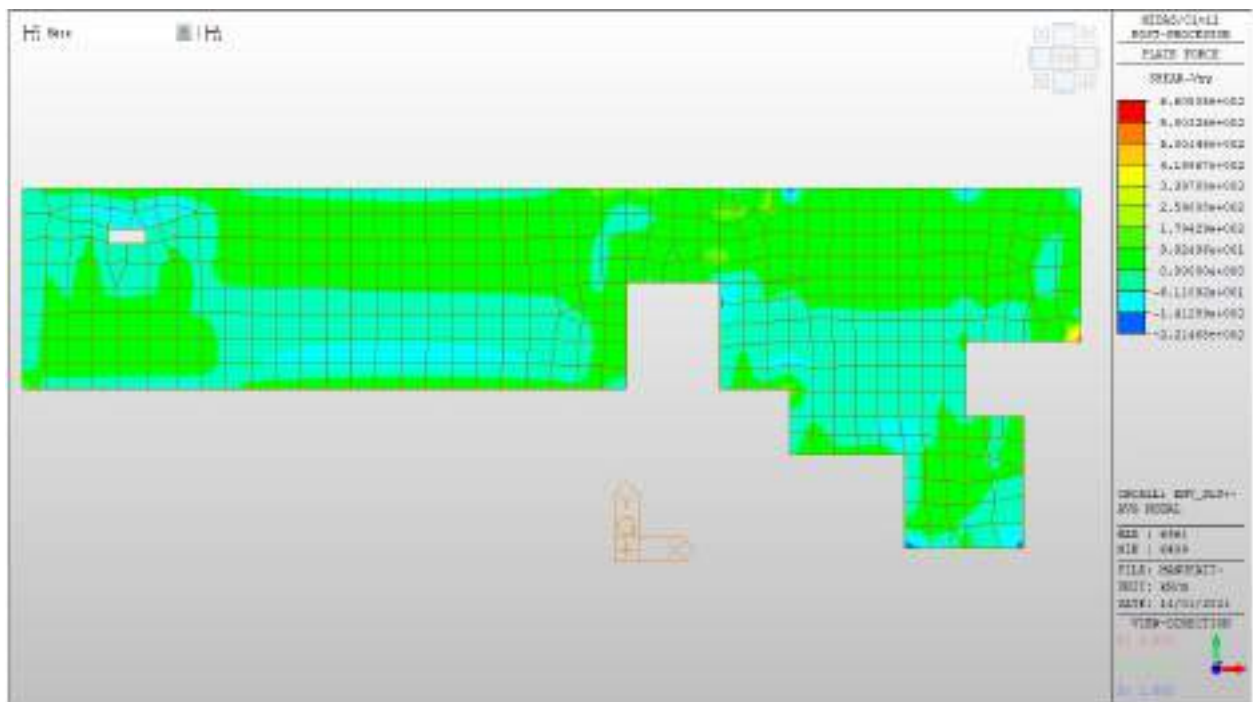
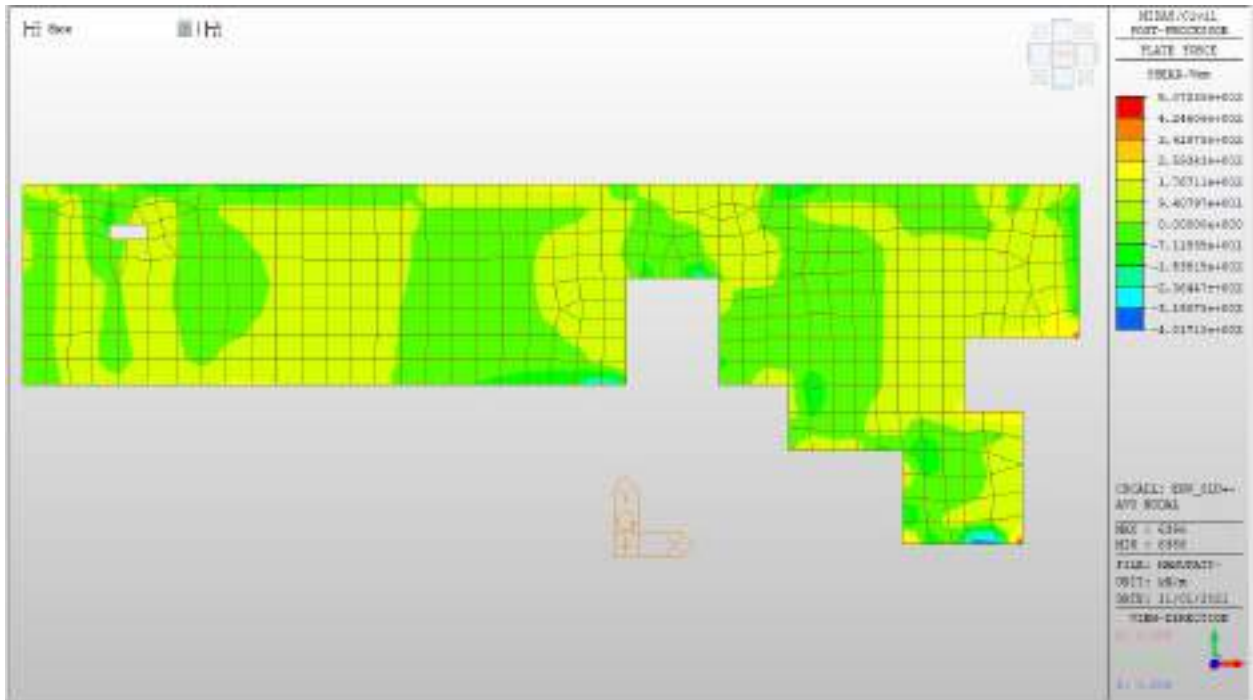
N°Comb	ec max	ec 3/7	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	-0.00302	60.0	0.00097	50.0	-0.00917	10.0
2	0.00350	-0.00302	0.0	0.00097	10.0	-0.00917	50.0
3	0.00350	-0.00302	60.0	0.00097	50.0	-0.00917	10.0
4	0.00350	-0.00302	0.0	0.00097	10.0	-0.00917	50.0

Nei confronti delle azioni di taglio, si dispongono nelle zone di incastro con i setti, dove si hanno sollecitazioni maggiori, spilli  $\phi 12/200 \times 200$ .

Di seguito la verifica per la sollecitazione massima di taglio:

**Taglio massimo**

V MAX, SLV-SLU= 660kN/m



**Verifica a taglio (SLU)**

$V_{ed} =$	<b>660</b>	kN	Taglio agente verticale
$H =$	<b>600</b>	mm	altezza sezione di calcolo
$B_c =$	1000	mm	larghezza sezione di calcolo
CLS =	C32/40	-	classe del calcestruzzo
$f_{ck} =$	30.7	N/mm <sup>2</sup>	resistenza caratteristica a compressione
$f_{cd} =$	17.4	N/mm <sup>2</sup>	resistenza di progetto a compressione
$c =$	50	mm	copriferro
$b_{st} =$	<b>5</b>	-	braccia delle staffe
$\Phi_{st} =$	<b>10</b>	mm	diametro staffe
$s =$	<b>200</b>	mm	passo staffe
$A_{st} =$	393	mm <sup>2</sup>	area staffe
$d =$	550	mm	altezza utile sezione
$\rho_l =$	0.00000	-	rapporto geometrico armatura longitudinale

**verifica sezione con armatura:**

$\alpha =$	90	°	angolo di inclinazione delle staffe
$\theta =$	22	°	inclinazione delle bielle compresse di cls
$f'_{cd} =$	8.7	N/mm <sup>2</sup>	resistenza a compressione ridotta del cls d'anima
$\alpha_c =$	1.000	-	coefficiente maggiorativo per compressione
$f_{yd} =$	391.3	N/mm <sup>2</sup>	resistenza a snervamento dell'acciaio
$V_{Rsd} =$	<b>941.3</b>	<b>kN</b>	<b>taglio resistente relativo alle armature tese</b>
$V_{Rcd} =$	<b>1496.0</b>	<b>kN</b>	<b>taglio resistente relativo alle bielle compresse</b>
$V_{Rd} =$	<b>941.3</b>	<b>kN</b>	<b>ok!</b>

**C.S. ( $V_{Rd}/V_{ed,v}$ ) = 1.43**

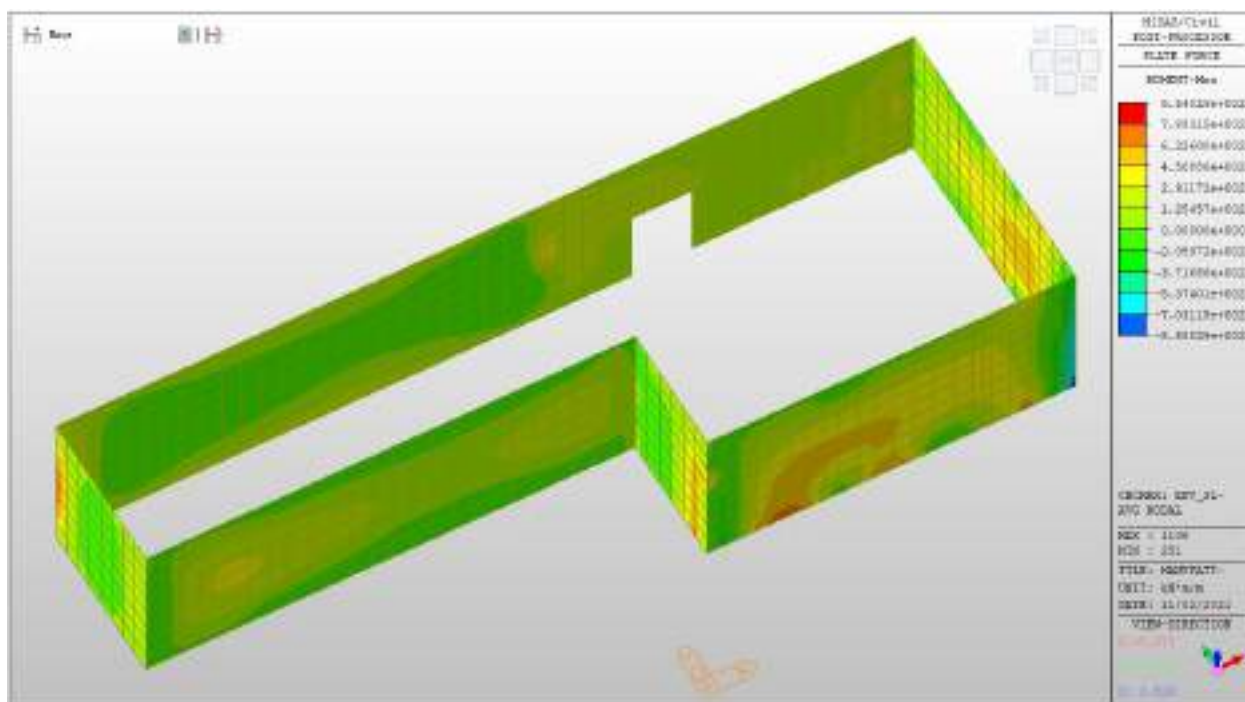
**Setti perimetrali livello -2**

**Setti perimetrali livello -2 – Mappe sollecitazioni SLU - SLV**

Si riportano di seguito gli involuipi delle mappe delle sollecitazioni per le combinazioni allo stato limite ultimo (sismiche e statiche) e di esercizio per i setti perimetrali posti al piano interrato.

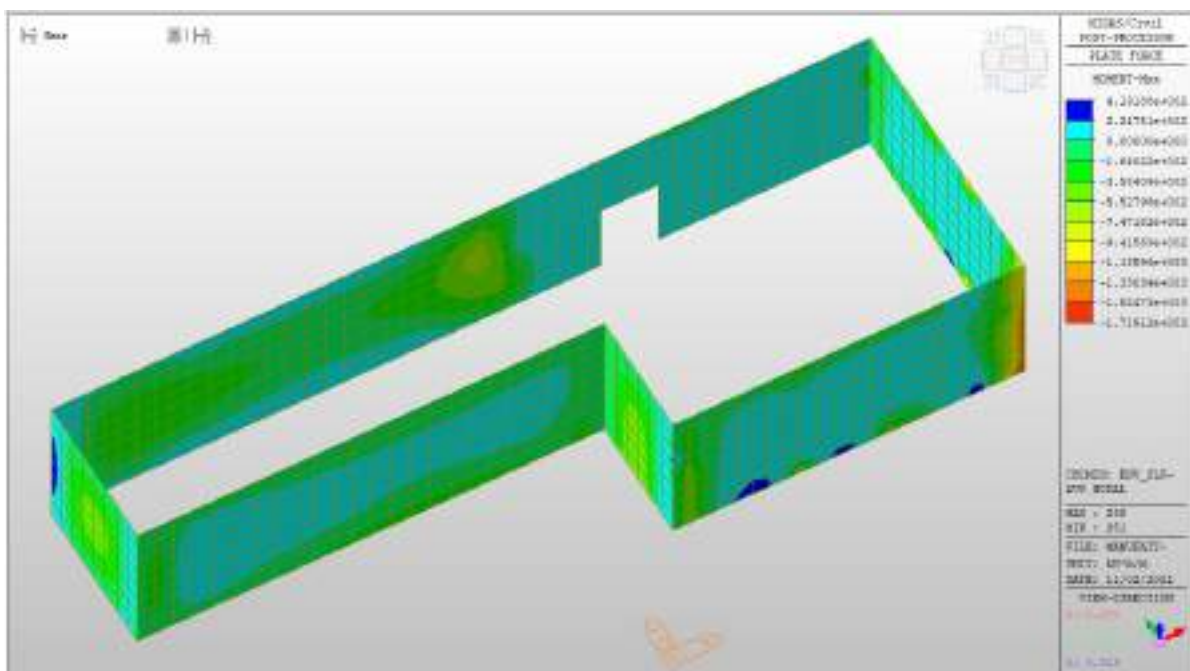
MXX max, SLV-SLU= +456 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

MXX max, SLV-SLU= +955 kNm/m (soll. di verifica armatura zone di raffittimento)



MXX min, SLV-SLU= -1136 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

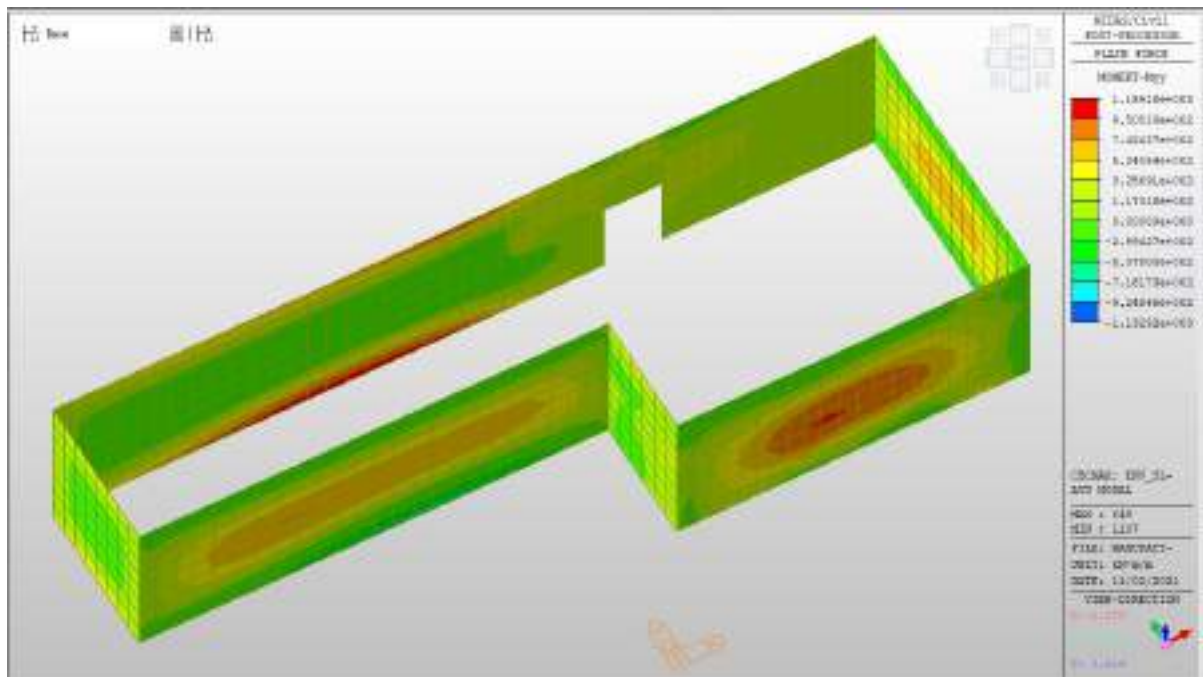
MXX min, SLV-SLU= -1720 kNm/m (soll. di verifica armatura zone di raffittimento)



MYY max, SLV-SLU = +534 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

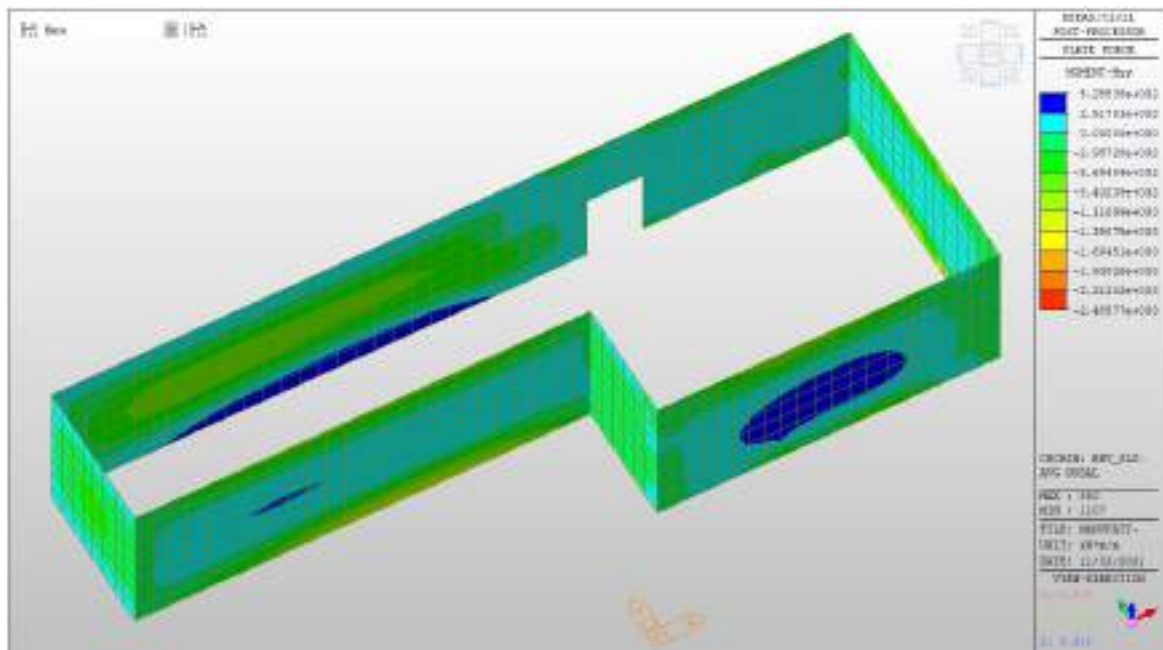
MYY max, SLV-SLU = +1160 kNm/m (soll. di verifica armatura zone di raffittimento)





MY min, SLV-SLU = -1118 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

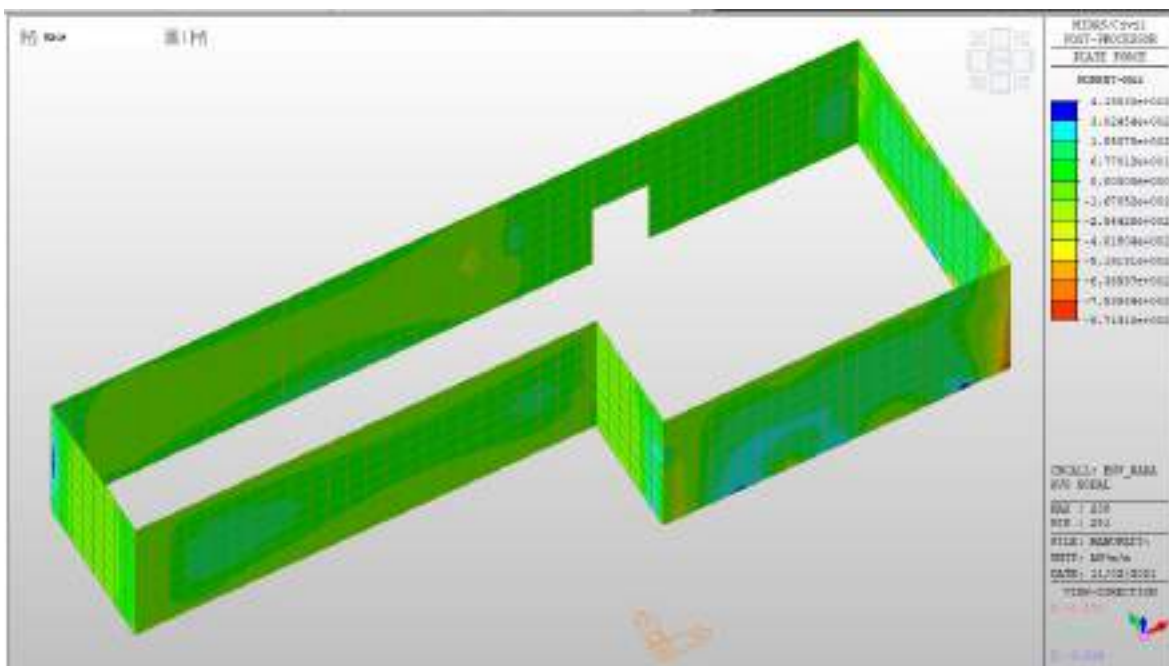
MY min, SLV-SLU = -2486kNm/m (soll. di verifica armatura zone di raffittimento)



**Setti perimetrali livello -2 – Mappe sollecitazioni SLE -RARA**

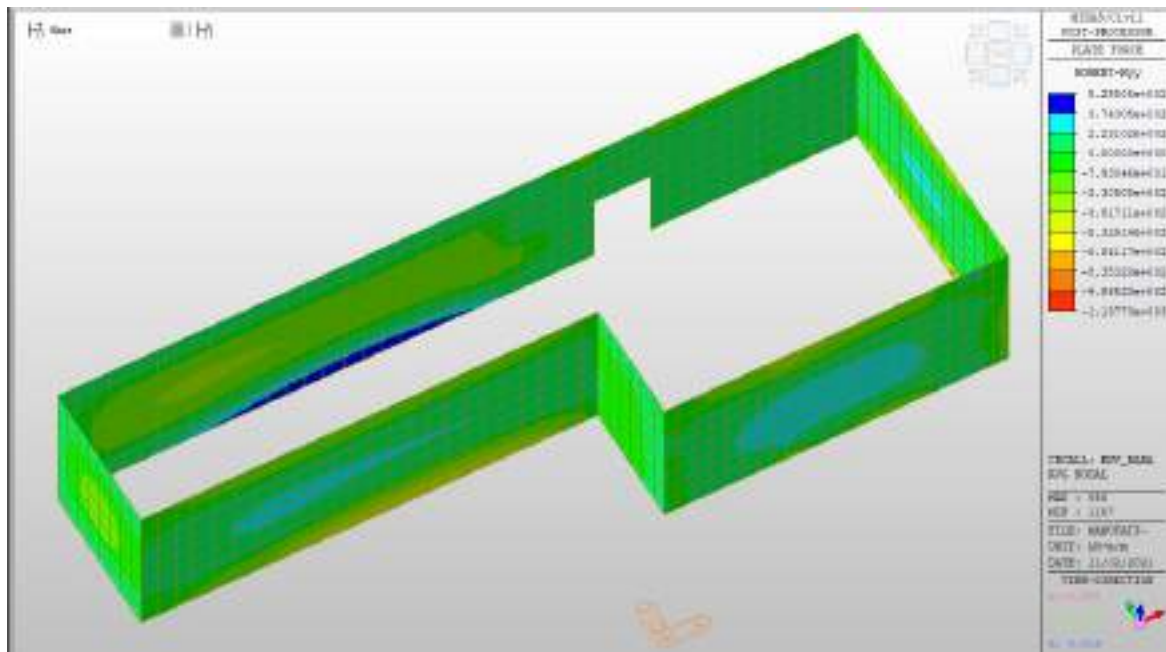
MXX max, RARA= +68 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

MXX min, RARA= -520 kNm/m



MYX max, RARA= +50 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

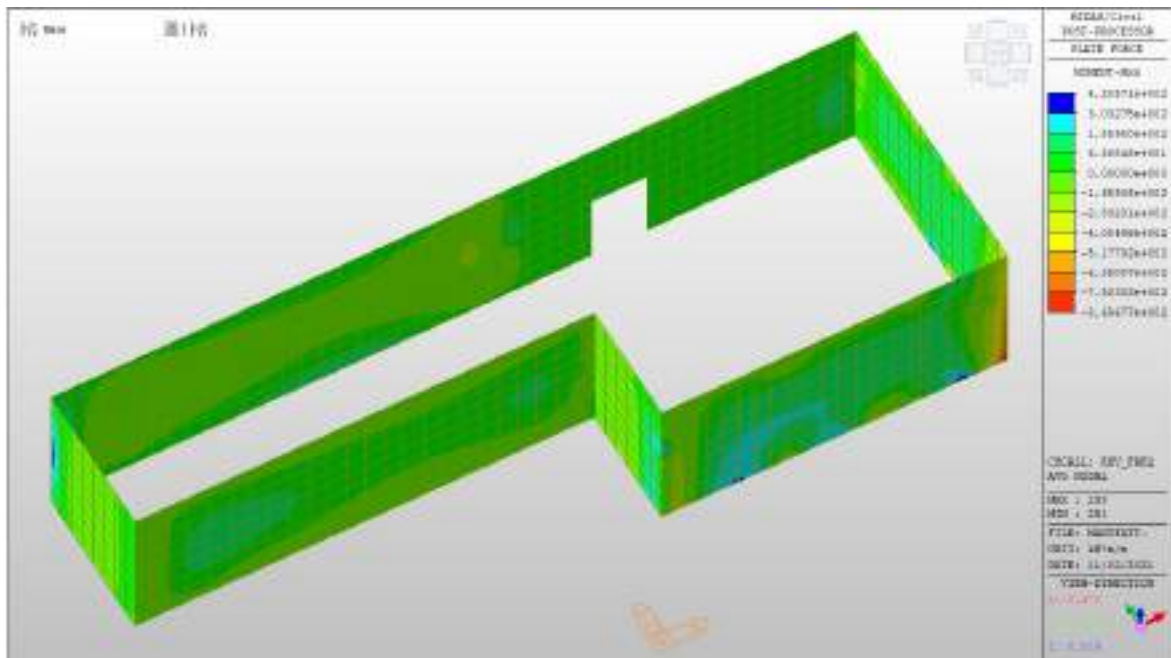
MYX min, RARA= -684 kNm/m



**Setti perimetrali livello -2 – Mappe sollecitazioni SLE - FREQUENTE**

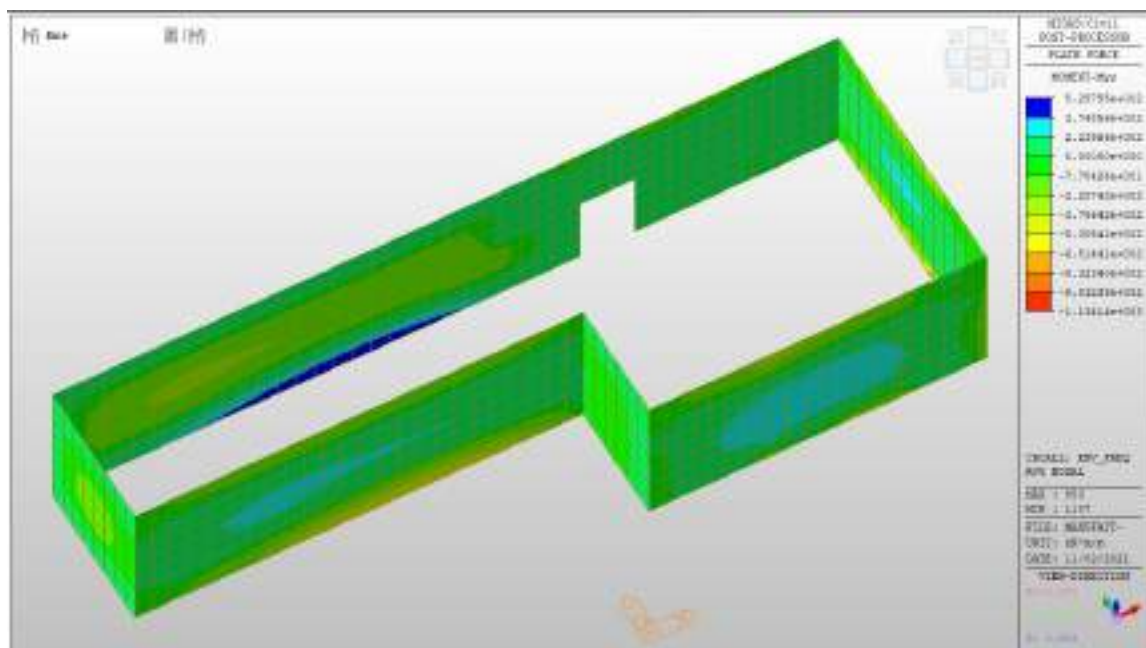
MXX max, Frequente= +69 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

MXX min, Frequente= - 518kNm/m



MYX max, Frequente= +50 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

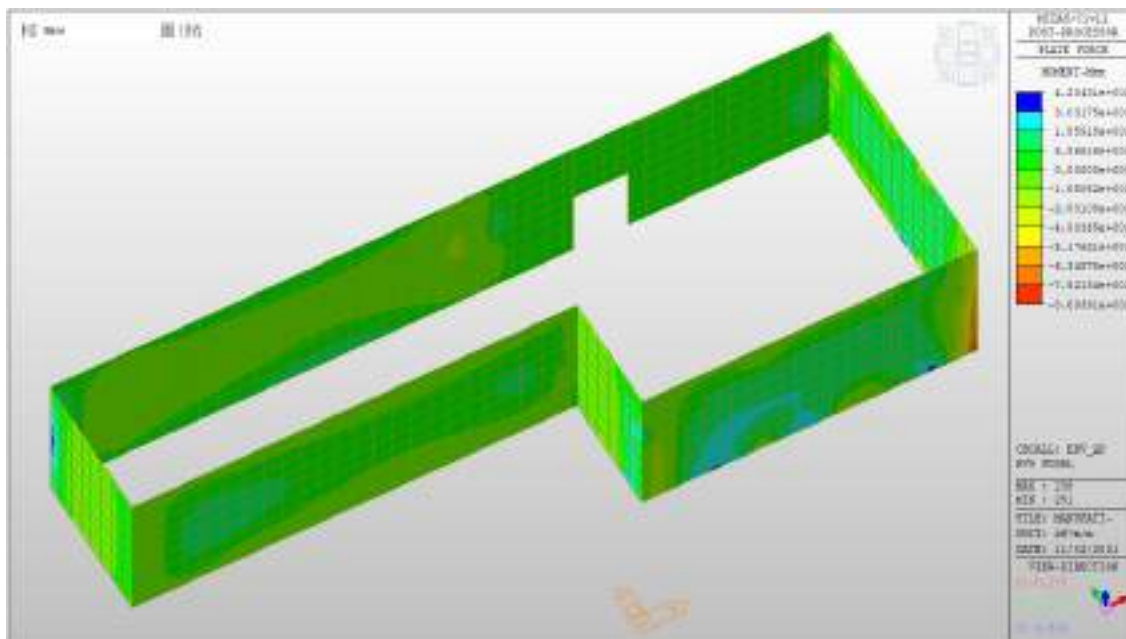
MYX min, Frequente= -682 kNm/m



**Setti perimetrali livello -2 – Mappe sollecitazioni SLE – Quasi permanente**

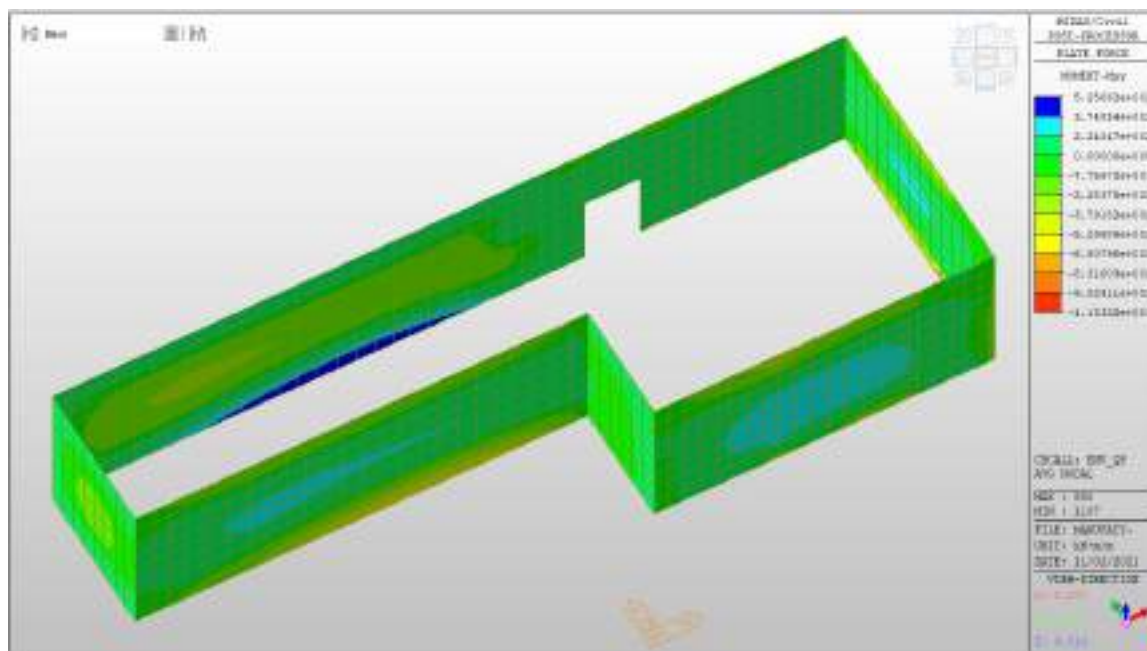
MXX max, QP= +68kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

MXX min, QP= -518kNm/m



MYY max, QP= +50kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

MYY min, QP= - 529kNm/m



## Verifiche

Si riportano di seguito le verifiche effettuate. La sezione risulta essere armata con 7 $\phi$ 24 al lembo superiore e 7 $\phi$ 24 al lembo inferiore in entrambe le direzioni.

Nelle zone di raffittimento la sezione risulta essere armata con 10+10 $\phi$ 24 al lembo superiore e 10+10 $\phi$ 24 al lembo inferiore in entrambe le direzioni, su due livelli.

### Verifica momento orizzontale MXX (armatura media sull'intera area)

#### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	100.0	cm
Barre inferiori:	7 $\phi$ 24	(31.7 cm <sup>2</sup> )
Barre superiori:	7 $\phi$ 24	(31.7 cm <sup>2</sup> )
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	5.0	cm

Coprif.Sup.(dal baric. barre): 5.0 cm

**ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)  
 Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione  
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione  
 Vy Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale  
 MT Momento torcente [kN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0.00	456.00	0.00	0.00
2	0.00	-1136.00	0.00	0.00

**COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
 Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)  
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	68.00
2	0.00	-520.00

**COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
 Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)  
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	69.00 (635.94)
2	0.00	-518.00 (-635.94)

**COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	68.00 (635.94)
2	0.00	-518.00 (-635.94)

**RISULTATI DEL CALCOLO**

**Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate**

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 3.8 cm  
Interferro netto minimo barre longitudinali: 12.6 cm

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE**

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
N Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)  
Mx Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico  
N ult Sforzo normale ultimo [kN] nella sezione (positivo se di compress.)  
Mx ult Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico  
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult,Mx ult) e (N,Mx)  
Verifica positiva se tale rapporto risulta  $\geq 1.000$   
Yneutro Ordinata [cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X,Y,O sez.  
Mx sn. Momento flettente allo snervamento [kNm]  
x/d Rapp. di duttilità a rottura solo se N = 0 (travi)  
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	N ult	Mx ult	Mis.Sic.	Yn	M sn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	0.00	456.00	0.27	1138.19	2.496	94.1	1094.71	0.06	0.70	31.7 (17.0)



**ACEA ENGINEERING LABORATORIES RESEARCH INNOVATION SPA**

2 S 0.00 -1136.00 0.27 -1138.19 1.002 5.9 -1094.71 0.06 0.70 31.7 (17.0)

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO**

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione  
 ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace  
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)  
 Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)  
 Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	-0.02190	100.0	0.00054	95.0	-0.05281	5.0
2	0.00350	-0.02190	0.0	0.00054	5.0	-0.05281	95.0

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
 Sc max Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa]  
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)  
 Sc min Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa]  
 Yc min Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)  
 Sf min Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [Mpa]  
 Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)  
 Dw Eff. Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre  
 Ac eff. Area di congl. [cm<sup>2</sup>] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)  
 As eff. Area Barre tese di acciaio [cm<sup>2</sup>] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)  
 D barre Distanza media in cm tra le barre tese efficaci utilizzata nel calcolo di fessurazione  
 (se Dbarre >14Ø viene posto Dbarre=14Ø nel calcolo di fess. [B.6.6.3 Circ. 252/96])

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	0.51	100.0	0.00	77.2	-24.4	95.0	21.8	2180	31.7	15.0
2	S	3.92	0.0	0.00	22.8	-186.5	5.0	21.8	2180	31.7	15.0

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE**

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sclmax	Massima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [Mpa]
Sclmin	Minima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [Mpa]
Sc Eff	Tensione al limite dello spessore teso efficace nello STATO I [Mpa]
K3	Coeff. di normativa = $0,25 (Sclmin + ScEff)/(2 Sclmin)$
Beta12	Prodotto dei Coeff. di aderenza $Beta1 * Beta2$
Psi	$= 1 - Beta12 * (Ssr/Ss)^2 = 1 - Beta12 * (fctm/Sclmin)^2 = 1 - Beta12 * (Mfess/M)^2$ [B.6.6 DM96]
e sm	Deformazione unitaria media tra le fessure . Tra parentesi il valore minimo = $0.4 Ss/Es$
srm	Distanza media in mm tra le fessure
wk	Apertura delle fessure in mm = $1,7 * Eps * Sm$ . Tra parentesi è indicato il valore limite.
M fess.	Momento di prima fessurazione [kNm]

N°Comb	Ver	Sclmax	Sclmin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	0.33	-0.33	-1.9	0.196	1.00	0.400	0.000049 (0.000049)	235	0.020	635.94
2	S	2.53	-2.53	-14.3	0.196	1.00	0.400	0.000373 (0.000373)	235	0.149	-635.94

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	0.52	100.0	0.00	77.2	-24.7	95.0	21.8	2180	31.7	15.0
2	S	3.90	0.0	0.00	22.8	-185.8	5.0	21.8	2180	31.7	15.0

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE**

N°Comb	Ver	Sclmax	Sclmin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
--------	-----	--------	--------	--------	----	--------	-----	------	-----	----	---------

**ACEA ENGINEERING LABORATORIES RESEARCH INNOVATION SPA**

1	S	0.34	-0.34	-1.9	0.196	0.50	0.400	0.000049 (0.000049)	235	0.020 (0.30)	635.94
2	S	2.53	-2.53	-14.2	0.196	0.50	0.400	0.000372 (0.000372)	235	0.149 (0.30)	-635.94

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	0.51	100.0	0.00	77.2	-24.4	95.0	21.8	2180	31.7	15.0
2	S	3.90	0.0	0.00	22.8	-185.8	5.0	21.8	2180	31.7	15.0

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE**

N°Comb	Ver	Sclmax	Sclmin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	0.33	-0.33	-1.9	0.196	0.50	0.400	0.000049 (0.000049)	235	0.020 (0.20)	635.94
2	S	2.53	-2.53	-14.2	0.196	0.50	0.400	0.000372 (0.000372)	235	0.149 (0.20)	-635.94

**Verifica momento orizzontale MXX (armatura zone di raffittimento)**

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE**

Base:	100.0	cm
Altezza:	100.0	cm
Barre inferiori:	20Ø24	(90.5 cm <sup>2</sup> )
Barre superiori:	20Ø24	(90.5 cm <sup>2</sup> )
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	10.0	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	10.0	cm

**ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione

con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione  
 VY Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale  
 MT Momento torcente [kN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0.00	955.00	0.00	0.00
2	0.00	-1720.00	0.00	0.00
3	0.00	1160.00	0.00	0.00
4	0.00	-2486.00	0.00	0.00

### RISULTATI DEL CALCOLO

#### Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 8.8 cm

#### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
 N Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)  
 Mx Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico  
 N ult Sforzo normale ultimo [kN] nella sezione (positivo se di compress.)  
 Mx ult Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico  
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult, Mx ult) e (N, Mx)  
 Verifica positiva se tale rapporto risulta  $\geq 1.000$   
 Yneutro Ordinata [cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X,Y,O sez.  
 Mx sn. Momento flettente allo snervamento [kNm]  
 x/d Rapp. di duttilità a rottura solo se N = 0 (travi)  
 C.Rid. Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	N ult	Mx ult	Mis.Sic.	Yn	M sn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	0.00	955.00	0.20	2923.04	3.061	86.8	2819.07	0.15	0.70	90.5 (16.1)
2	S	0.00	-1720.00	0.20	-2923.04	1.699	13.2	-2819.07	0.15	0.70	90.5 (16.1)
3	S	0.00	1160.00	0.20	2923.04	2.520	86.8	2819.07	0.15	0.70	90.5 (16.1)

4 S 0.00 -2486.00 0.20 -2923.04 1.176 13.2 -2819.07 0.15 0.70 90.5 (16.1)

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO**

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione  
 ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace  
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)  
 Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)  
 Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	-0.00787	100.0	0.00085	90.0	-0.02038	10.0
2	0.00350	-0.00787	0.0	0.00085	10.0	-0.02038	90.0
3	0.00350	-0.00787	100.0	0.00085	90.0	-0.02038	10.0
4	0.00350	-0.00787	0.0	0.00085	10.0	-0.02038	90.0

**Verifica momento verticale MYY (armatura media sull'intera area)**

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE**

Base: 100.0 cm  
 Altezza: 100.0 cm  
 Barre inferiori: 7Ø24 (31.7 cm²)  
 Barre superiori: 7Ø24 (31.7 cm²)  
 Coprif.Inf.(dal baric. barre): 5.0 cm  
 Coprif.Sup.(dal baric. barre): 5.0 cm

**ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)  
 Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione  
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione  
 VY Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale  
 MT Momento torcente [kN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0.00	534.00	0.00	0.00
2	0.00	1118.00	0.00	0.00

**COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	50.00
2	0.00	-684.00

**COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	50.00 (635.94)
2	0.00	-682.00 (-635.94)

**COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
---------	---	----

1	0.00	50.00 (635.94)
2	0.00	-529.00 (-635.94)

### RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	3.8 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	12.6 cm

### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico
N ult	Sforzo normale ultimo [kN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx ult	Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult, Mx ult) e (N, Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta $\geq 1.000$
Yneutro	Ordinata [cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X,Y,O sez.
Mx sn.	Momento flettente allo snervamento [kNm]
x/d	Rapp. di duttilità a rottura solo se N = 0 (travi)
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	N ult	Mx ult	Mis.Sic.	Yn	M sn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	0.00	534.00	0.27	1138.19	2.131	94.1	1094.71	0.06	0.70	31.7 (17.0)
2	S	0.00	1118.00	0.27	1138.19	1.018	94.1	1094.71	0.06	0.70	31.7 (17.0)

### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)

**ACEA ENGINEERING LABORATORIES RESEARCH INNOVATION SPA**

Ys max            Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	-0.02190	100.0	0.00054	95.0	-0.05281	5.0
2	0.00350	-0.02190	100.0	0.00054	95.0	-0.05281	5.0

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

Ver                    S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
 Sc max                Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa]  
 Yc max                Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)  
 Sc min                Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa]  
 Yc min                Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)  
 Sf min                Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [Mpa]  
 Ys min                Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)  
 Dw Eff.                Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre  
 Ac eff.                Area di congl. [cm<sup>2</sup>] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)  
 As eff.                Area Barre tese di acciaio [cm<sup>2</sup>] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)  
 D barre                Distanza media in cm tra le barre tese efficaci utilizzata nel calcolo di fessurazione  
                               (se Dbarre >14Ø viene posto Dbarre=14Ø nel calcolo di fess. [B.6.6.3 Circ. 252/96])

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	0.38	100.0	0.00	76.7	-17.9	95.0	21.8	2180	31.7	15.0
2	S	5.15	0.0	0.00	22.8	-245.3	5.0	21.8	2180	31.7	15.0

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE**

Ver                    S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
 Sclmax                Massima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [Mpa]  
 Sclmin                Minima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [Mpa]  
 Sc Eff                Tensione al limite dello spessore teso efficace nello STATO I [Mpa]  
 K3                    Coeff. di normativa = 0,25 (Sclmin + ScEff)/(2 Sclmin)



**ACEA ENGINEERING LABORATORIES RESEARCH INNOVATION SPA**

Beta12	Prodotto dei Coeff. di aderenza Beta1*Beta2
Psi	= 1-Beta12*(Ssr/Ss) <sup>2</sup> = 1-Beta12*(fctm/ScImin) <sup>2</sup> = 1-Beta12*(Mfess/M) <sup>2</sup> [B.6.6 DM96]
e sm	Deformazione unitaria media tra le fessure . Tra parentesi il valore minimo = 0.4 Ss/Es
srm	Distanza media in mm tra le fessure
wk	Apertura delle fessure in mm = 1,7*Eps*Srm. Tra parentesi è indicato il valore limite.
M fess.	Momento di prima fessurazione [kNm]

N°Comb	Ver	ScI max	ScI min	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	0.24	-0.24	-1.4	0.196	1.00	0.400	0.000036 (0.000036)	235	0.014	635.94
2	S	3.33	-3.33	-18.8	0.196	1.00	0.400	0.000491 (0.000491)	235	0.196	-635.94

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	0.38	100.0	0.00	76.7	-17.9	95.0	21.8	2180	31.7	15.0
2	S	5.14	0.0	0.00	22.8	-244.6	5.0	21.8	2180	31.7	15.0

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE**

N°Comb	Ver	ScI max	ScI min	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	0.24	-0.24	-1.4	0.196	0.50	0.400	0.000036 (0.000036)	235	0.014 (0.30)	635.94
2	S	3.32	-3.32	-18.8	0.196	0.50	0.565	0.000691 (0.000489)	235	0.276 (0.30)	-635.94

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	0.38	100.0	0.00	76.7	-17.9	95.0	21.8	2180	31.7	15.0
2	S	3.98	0.0	0.00	22.8	-189.7	5.0	21.8	2180	31.7	15.0

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE**

N°Comb	Ver	Sclmax	Sclmin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	0.24	-0.24	-1.4	0.196	0.50	0.400	0.000036 (0.000036)	235	0.014 (0.20)	635.94
2	S	2.58	-2.58	-14.5	0.196	0.50	0.400	0.000379 (0.000379)	235	0.152 (0.20)	-635.94

**Verifica momento verticale MYY (armatura zone di raffittimento)**

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE**

Base:	100.0	cm
Altezza:	100.0	cm
Barre inferiori:	20Ø24	(90.5 cm <sup>2</sup> )
Barre superiori:	20Ø24	(90.5 cm <sup>2</sup> )
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	10.0	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	10.0	cm

**ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
Vy	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale
MT	Momento torcente [kN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0.00	955.00	0.00	0.00
2	0.00	-1720.00	0.00	0.00
3	0.00	1160.00	0.00	0.00
4	0.00	-2486.00	0.00	0.00

**RISULTATI DEL CALCOLO**

**Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate**

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 8.8 cm

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE**

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico
N ult	Sforzo normale ultimo [kN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx ult	Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult,Mx ult) e (N,Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
Yneutro	Ordinata [cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X,Y,O sez.
Mx sn.	Momento flettente allo snervamento [kNm]
x/d	Rapp. di duttilità a rottura solo se N = 0 (travi)
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	N ult	Mx ult	Mis.Sic.	Yn	M sn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	0.00	955.00	0.20	2923.04	3.061	86.8	2819.07	0.15	0.70	90.5 (16.1)
2	S	0.00	-1720.00	0.20	-2923.04	1.699	13.2	-2819.07	0.15	0.70	90.5 (16.1)
3	S	0.00	1160.00	0.20	2923.04	2.520	86.8	2819.07	0.15	0.70	90.5 (16.1)
4	S	0.00	-2486.00	0.20	-2923.04	1.176	13.2	-2819.07	0.15	0.70	90.5 (16.1)

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO**

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	-0.00787	100.0	0.00085	90.0	-0.02038	10.0

ACEA ENGINEERING LABORATORIES RESEARCH INNOVATION SPA

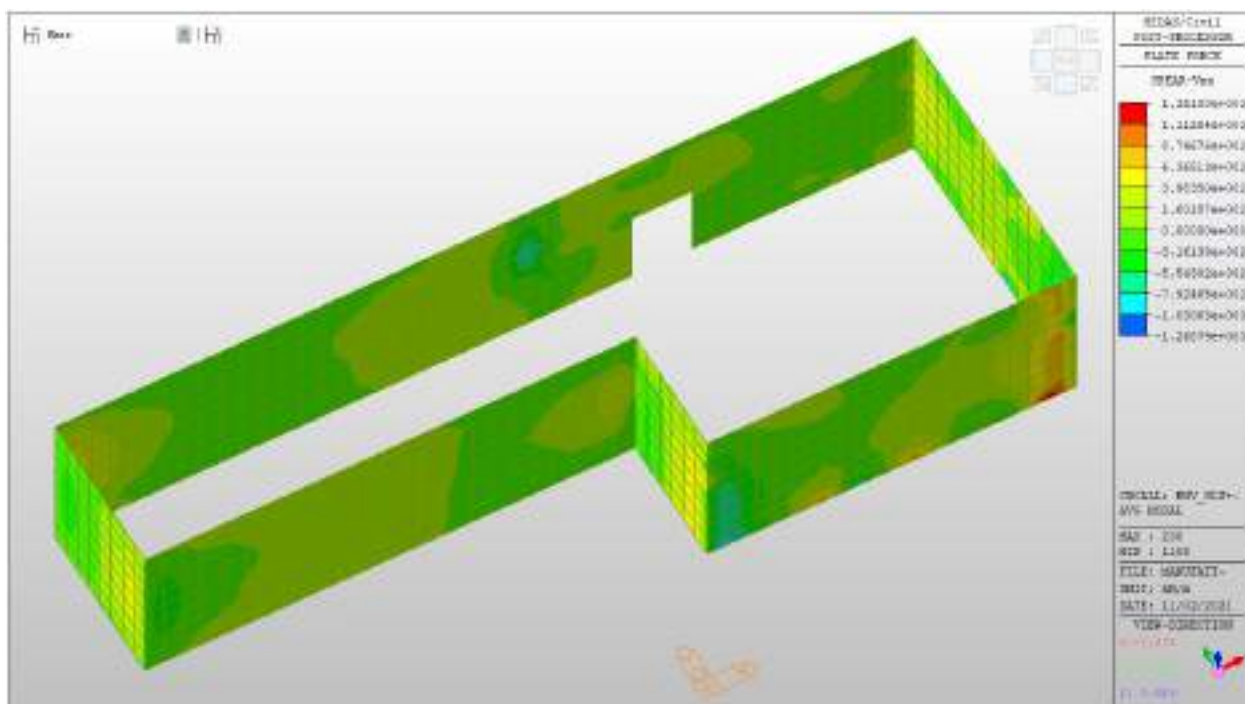
2	0.00350	-0.00787	0.0	0.00085	10.0	-0.02038	90.0
3	0.00350	-0.00787	100.0	0.00085	90.0	-0.02038	10.0
4	0.00350	-0.00787	0.0	0.00085	10.0	-0.02038	90.0

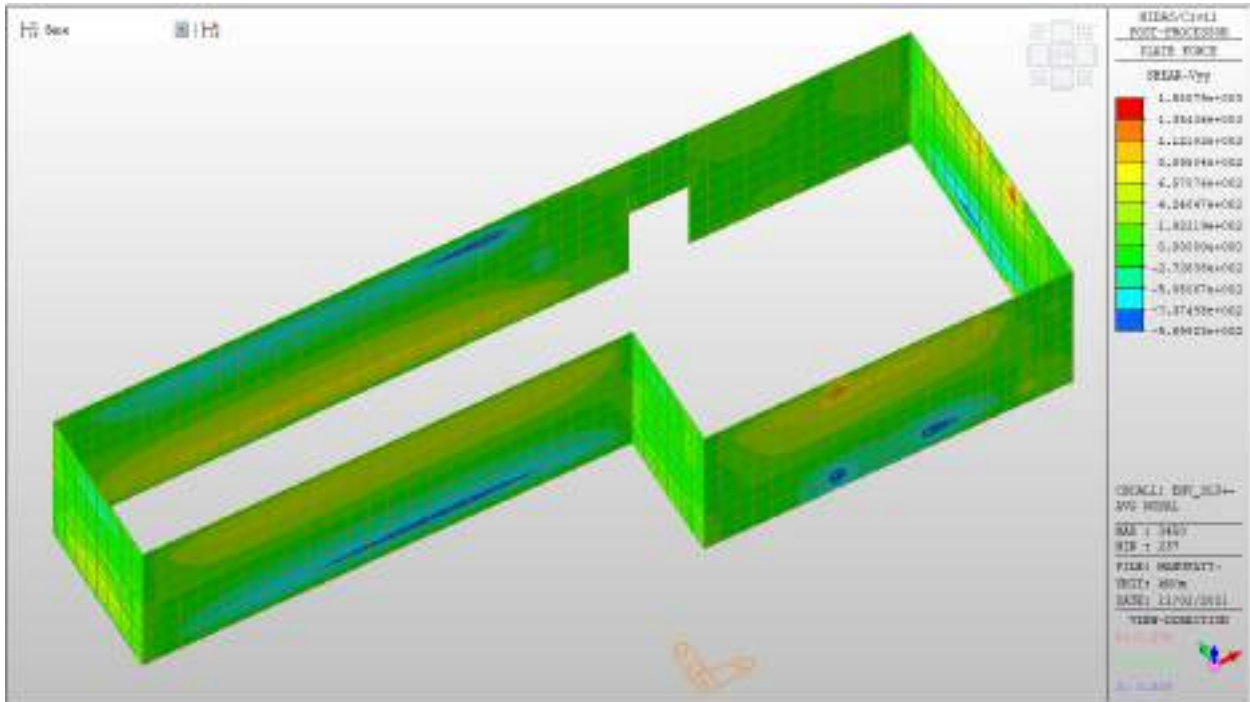
Nei confronti delle azioni di taglio, si dispongono nelle zone di incastro con i setti interni e con gli orizzontamenti, dove si hanno sollecitazioni maggiori, spilli  $\phi 10/200 \times 200$ .

Di seguito la verifica per la sollecitazione massima di taglio:

Taglio massimo

V MAX, SLV-SLU= 1586 kN/m





**Verifica a taglio (SLU)**

$V_{ed} =$	<b>1586</b>	kN	Taglio agente verticale
$H =$	<b>1000</b>	mm	altezza sezione di calcolo
$B_c =$	1000	mm	larghezza sezione di calcolo
CLS =	C32/40	-	classe del calcestruzzo
$f_{ck} =$	30.7	N/mm <sup>2</sup>	resistenza caratteristica a compressione
$f_{cd} =$	17.4	N/mm <sup>2</sup>	resistenza di progetto a compressione
$c =$	50	mm	copriferro
$b_{st} =$	<b>5</b>	-	braccia delle staffe
$\Phi_{st} =$	<b>10</b>	mm	diametro staffe
$s =$	<b>200</b>	mm	passo staffe
$A_{st} =$	393	mm <sup>2</sup>	area staffe
$d =$	950	mm	altezza utile sezione
$\rho_l =$	0.00000	-	rapporto geometrico armatura longitudinale

**verifica sezione con armatura:**

$\alpha =$	90	°	angolo di inclinazione delle staffe
$\theta =$	22	°	inclinazione delle bielle compresse di cls
$f'_{cd} =$	8.7	N/mm <sup>2</sup>	resistenza a compressione ridotta del cls d'anima
$\alpha_c =$	1.000	-	coefficiente maggiorativo per compressione
$f_{yd} =$	391.3	N/mm <sup>2</sup>	resistenza a snervamento dell'acciaio
$V_{Rsd} =$	<b>1625.9</b>	<b>kN</b>	<b>taglio resistente relativo alle armature tese</b>
$V_{Rcd} =$	<b>2584.0</b>	<b>kN</b>	<b>taglio resistente relativo alle bielle compresse</b>
$V_{Rd} =$	<b>1625.9</b>	<b>kN</b>	<b>ok!</b>

**C.S. ( $V_{Rd}/V_{ed,v}$ ) = 1.03**

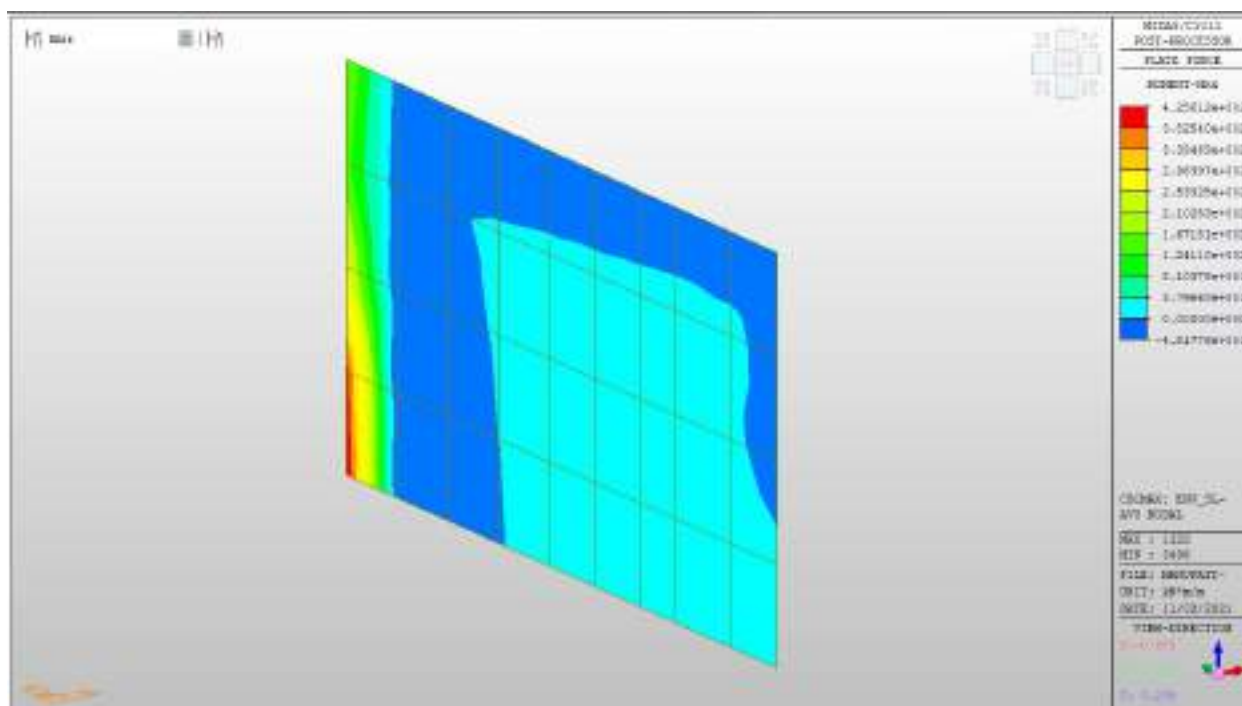
## Setti interni livello -2

### Setti interni livello -2 – Mappe sollecitazioni SLU - SLV

Si riportano di seguito gli involuipi delle mappe delle sollecitazioni per le combinazioni allo stato limite ultimo (sismiche e statiche) e di esercizio per i setti interni posti al piano interrato.

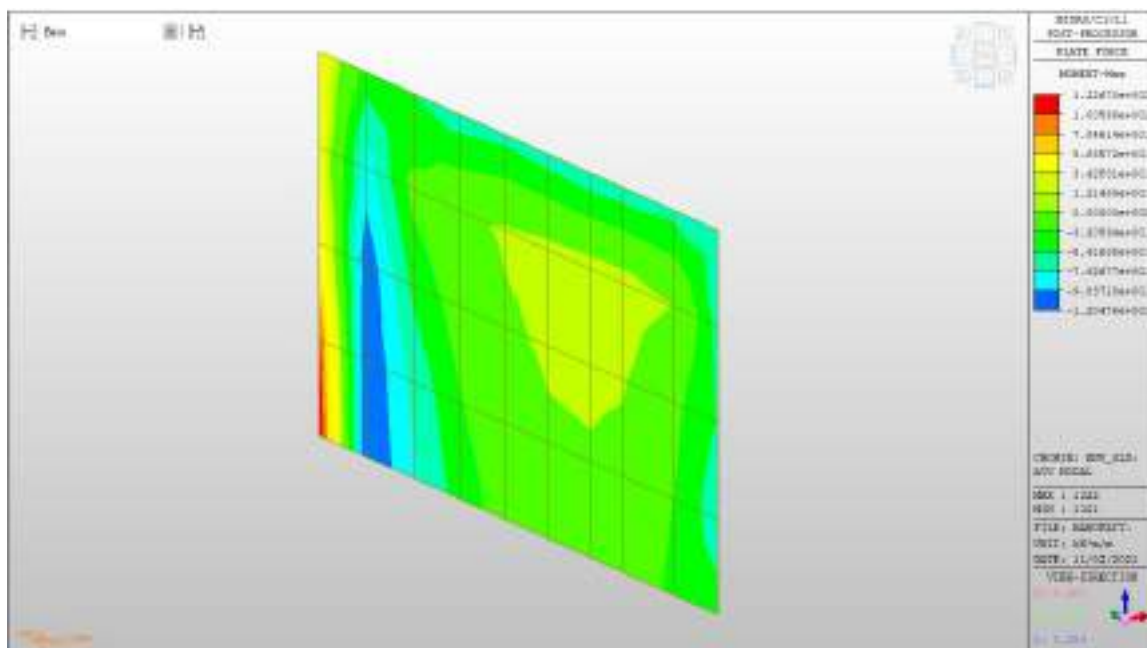
MXX max, SLV-SLU= +296 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

MXX max, SLV-SLU= +425 kNm/m (soll. di verifica armatura zone di raffittimento)



MXX min, SLV-SLU= - 54 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

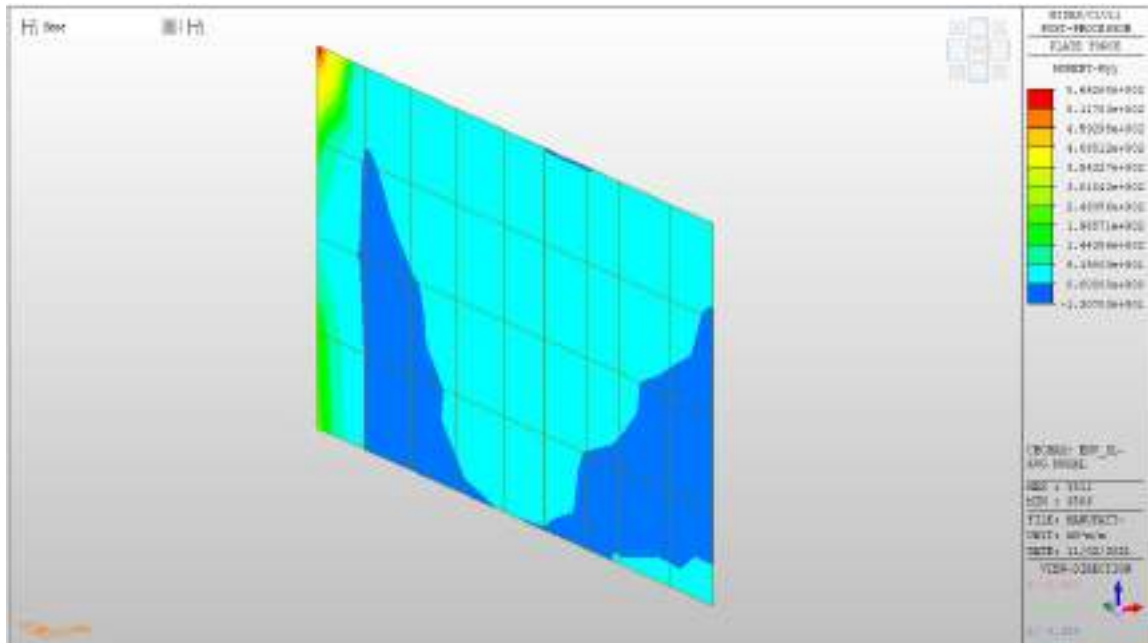
MXX min, SLV-SLU= -120 kNm/m (soll. di verifica armatura zone di raffittimento)



MYY max, SLV-SLU = +406 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

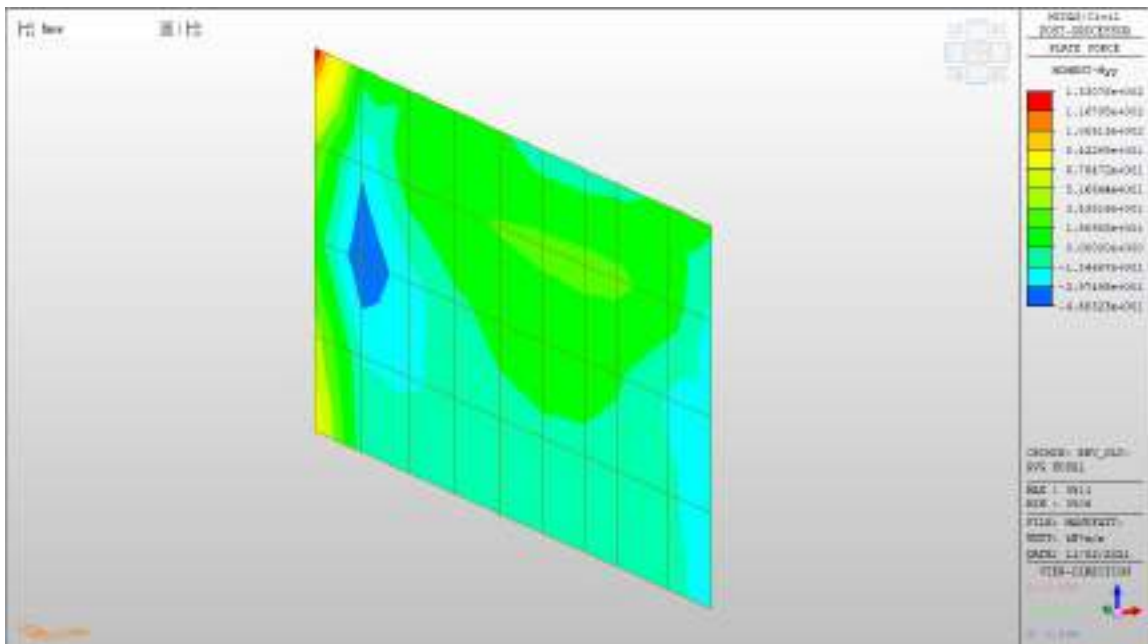
MYY max, SLV-SLU = +564 kNm/m (soll. di verifica armatura zone di raffittimento)





MYy min, SLV-SLU = -50kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

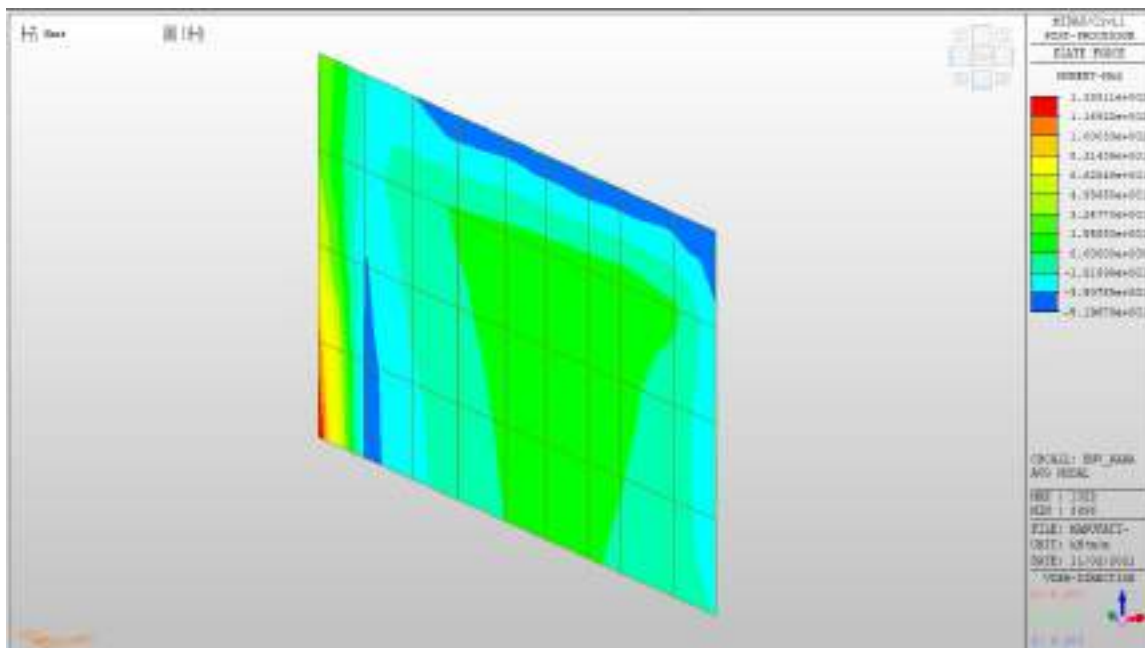
MYy min, SLV-SLU = -460 kNm/m (soll. di verifica armatura zone di raffittimento)



**Setti interni livello -2 – Mappe sollecitazioni SLE - RARA**

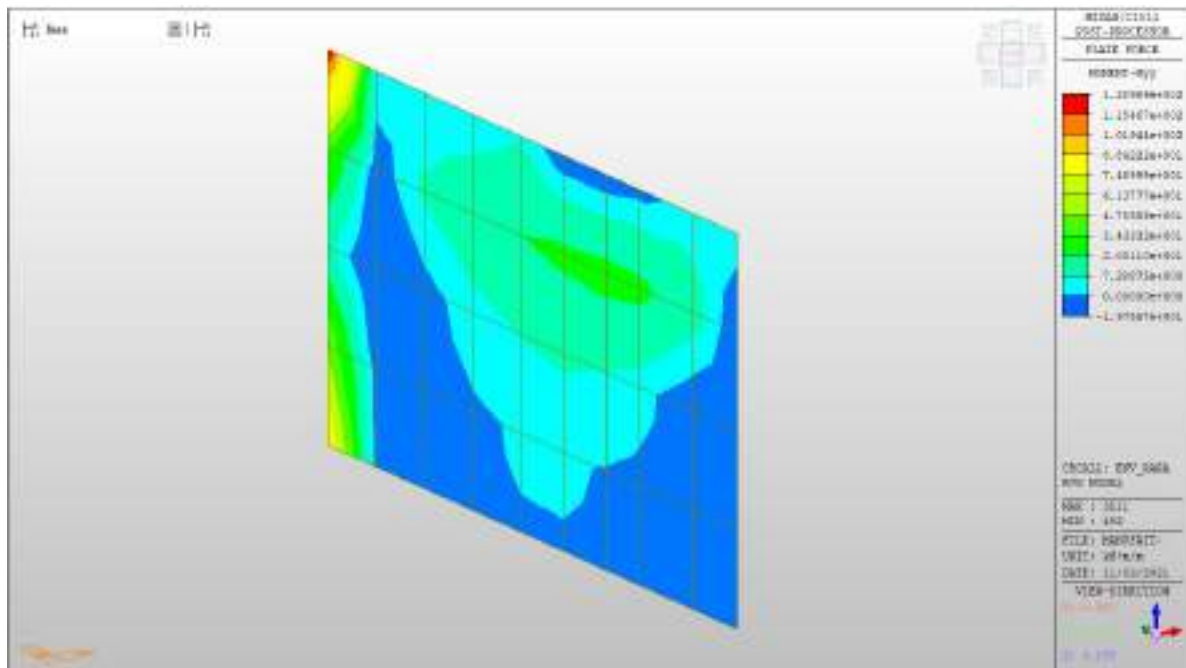
MXX max, RARA= +84 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

MXX min, RARA= -50 kNm/m



MYY max, RARA= +88 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

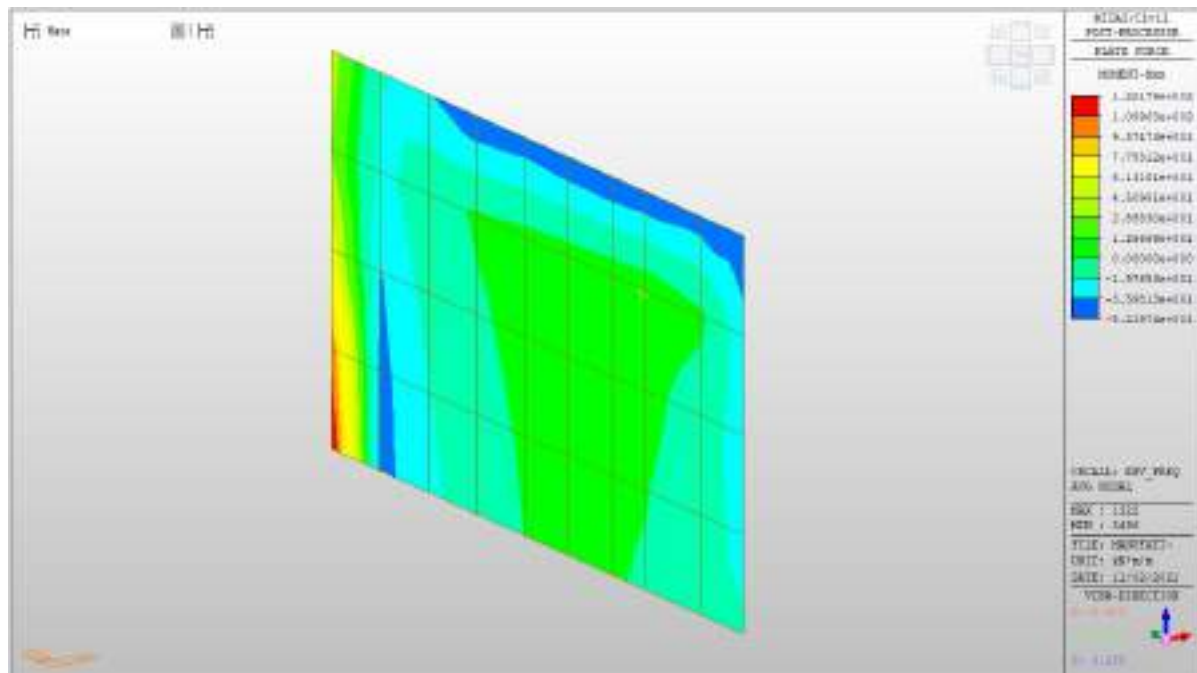
MYY min, RARA= -20 kNm/m



**Setti interni livello -2 – Mappe sollecitazioni SLE – FREQUENTE**

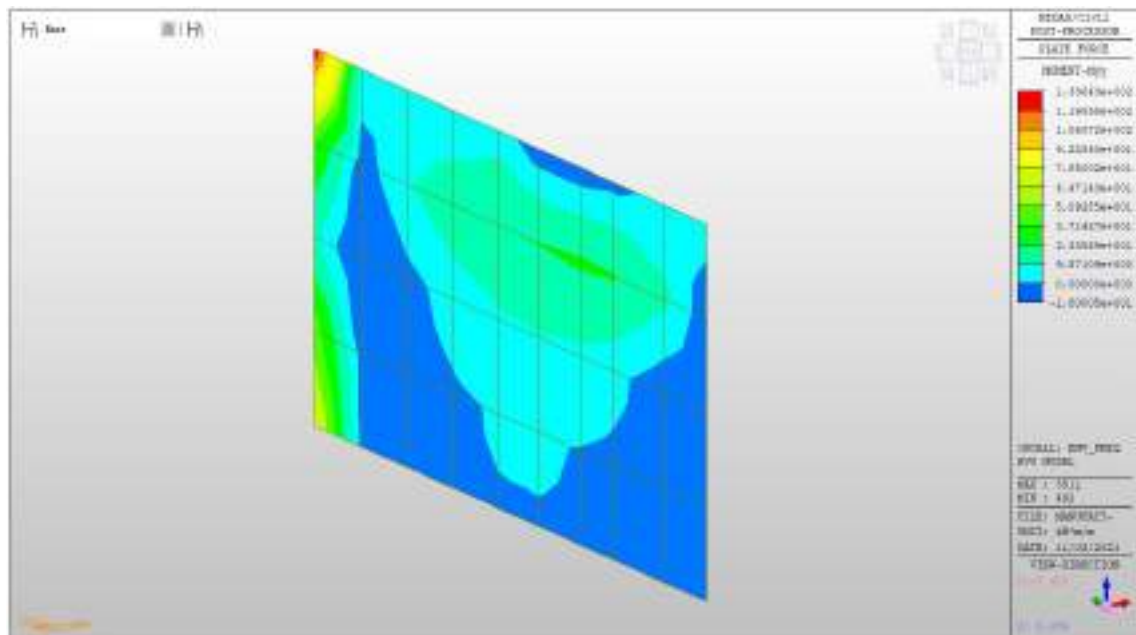
MXX max, Frequente= +77kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

MXX min, Frequente= - 52kNm/m



MYX max, Frequente= +92kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

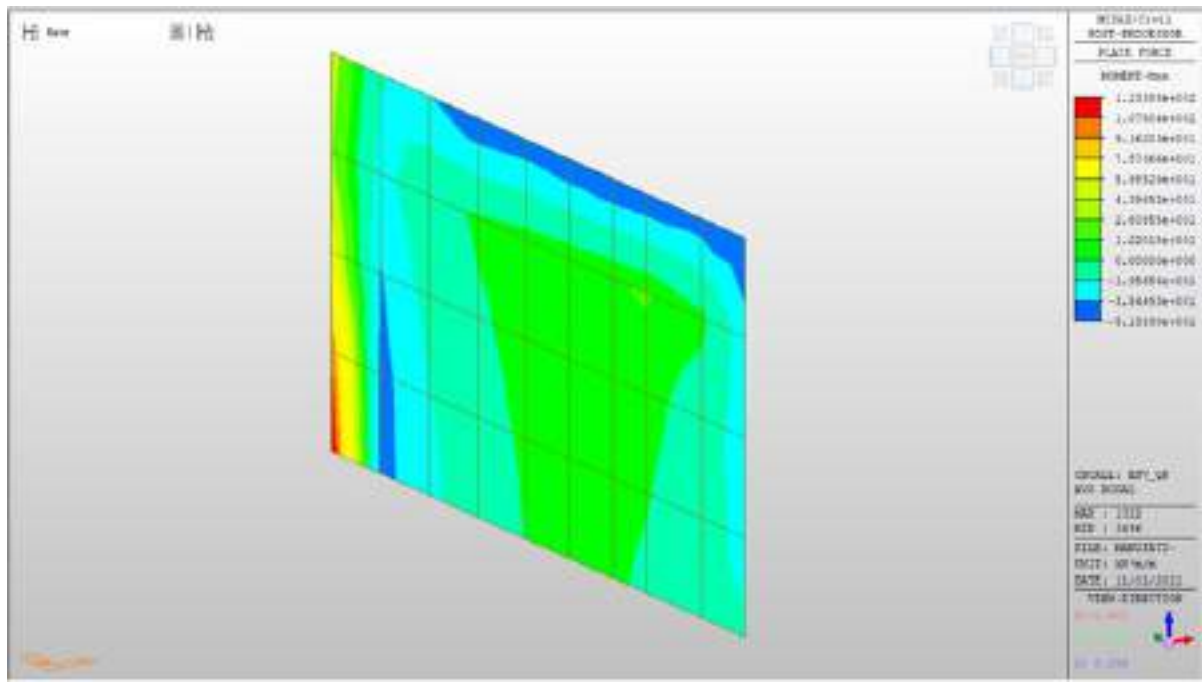
MYX min, Frequente= -20 kNm/m



**Setti interni livello -2 – Mappe sollecitazioni SLE – Quasi permanente**

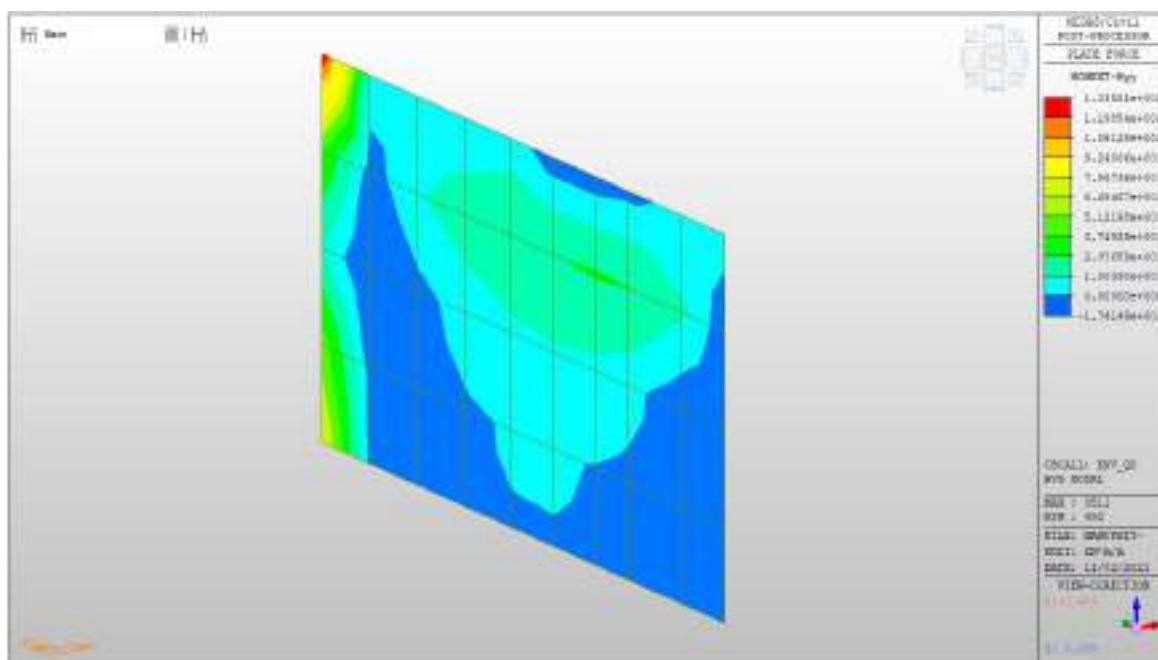
MXX max, QP= +76kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

MXX min, QP= -20kNm/m



MYY max, QP= +94kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

MYY min, QP= - 20kNm/m



## Verifiche

Si riportano di seguito le verifiche effettuate. La sezione risulta essere armata con 7 $\phi$ 22 al lembo superiore e 7 $\phi$ 22 al lembo inferiore in entrambe le direzioni.

Nelle zone di raffittimento la sezione risulta essere armata con 10 $\phi$ 22 al lembo superiore e 10 $\phi$ 22 al lembo inferiore in entrambe le direzioni.

### Verifica momento orizzontale MXX (armatura media sull'intera area)

#### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	60.0	cm
Barre inferiori:	7 $\phi$ 22	(26.6 cm <sup>2</sup> )
Barre superiori:	7 $\phi$ 22	(26.6 cm <sup>2</sup> )
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	5.0	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	5.0	cm

**ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
VY	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale
MT	Momento torcente [kN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0.00	296.00	0.00	0.00
2	0.00	-54.00	0.00	0.00

**COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx	Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	84.00
2	0.00	-50.00

**COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx	Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	77.00 (237.56)
2	0.00	-52.00 (-237.56)

**COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx	Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	76.00 (237.56)
2	0.00	-20.00 (-237.56)

**RISULTATI DEL CALCOLO**

**Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate**

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	3.9 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	12.8 cm

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE**

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico
N ult	Sforzo normale ultimo [kN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx ult	Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult, Mx ult) e (N, Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta $\geq 1.000$
Yneutro	Ordinata [cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X, Y, O sez.
Mx sn.	Momento flettente allo snervamento [kNm]
x/d	Rapp. di duttilità a rottura solo se N = 0 (travi)
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	N ult	Mx ult	Mis.Sic.	Yn	M sn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	0.00	296.00	-0.05	543.33	1.836	54.4	521.53	0.10	0.70	26.6 (9.9)
2	S	0.00	-54.00	-0.05	-543.33	10.062	5.6	-521.53	0.10	0.70	26.6 (9.9)

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO**

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
--------	---



**ACEA ENGINEERING LABORATORIES RESEARCH INNOVATION SPA**

ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	-0.01265	60.0	0.00036	55.0	-0.03104	5.0
2	0.00350	-0.01265	0.0	0.00036	5.0	-0.03104	55.0

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max	Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa]
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sc min	Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa]
Yc min	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [Mpa]
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Dw Eff.	Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff.	Area di congl. [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
As eff.	Area Barre tese di acciaio [cm <sup>2</sup> ] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
D barre	Distanza media in cm tra le barre tese efficaci utilizzata nel calcolo di fessurazione (se Dbarre >14∅ viene posto Dbarre=14∅ nel calcolo di fess. [B.6.6.3 Circ. 252/96])

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	1.63	60.0	0.00	44.7	-63.2	55.0	20.4	2040	26.6	15.0
2	S	0.98	0.0	0.00	15.5	-37.6	5.0	20.4	2040	26.6	15.0

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE**

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sclmax	Massima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [Mpa]
Sclmin	Minima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [Mpa]
Sc Eff	Tensione al limite dello spessore teso efficace nello STATO I [Mpa]
K3	Coeff. di normativa = 0,25 (Sclmin + ScEff)/(2 Sclmin)

Beta12	Prodotto dei Coeff. di aderenza Beta1*Beta2
Psi	= 1-Beta12*(Ssr/Ss) <sup>2</sup> = 1-Beta12*(fctm/ScImin) <sup>2</sup> = 1-Beta12*(Mfess/M) <sup>2</sup> [B.6.6 DM96]
e sm	Deformazione unitaria media tra le fessure . Tra parentesi il valore minimo = 0.4 Ss/Es
srm	Distanza media in mm tra le fessure
wk	Apertura delle fessure in mm = 1,7*Eps*Srm. Tra parentesi è indicato il valore limite.
M fess.	Momento di prima fessurazione [kNm]

N°Comb	Ver	ScI max	ScI min	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	1.10	-1.10	-3.5	0.165	1.00	0.400	0.000126 (0.000126)	219	0.047	237.56
2	S	0.65	-0.65	-2.1	0.165	1.00	0.400	0.000075 (0.000075)	219	0.028	-237.56

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	1.49	60.0	0.00	44.7	-58.0	55.0	20.4	2040	26.6	15.0
2	S	1.02	0.0	0.00	15.5	-39.1	5.0	20.4	2040	26.6	15.0

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE**

N°Comb	Ver	ScI max	ScI min	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	1.00	-1.00	-3.2	0.165	0.50	0.400	0.000116 (0.000116)	219	0.043 (0.30)	237.56
2	S	0.68	-0.68	-2.2	0.165	0.50	0.400	0.000078 (0.000078)	219	0.029 (0.30)	-237.56

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	1.47	60.0	0.00	44.7	-57.2	55.0	20.4	2040	26.6	15.0
2	S	0.39	0.0	0.00	15.5	-15.1	5.0	20.4	2040	26.6	15.0

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE**

N°Comb	Ver	ScI max	ScI min	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	0.99	-0.99	-3.2	0.165	0.50	0.400	0.000114 (0.000114)	219	0.043 (0.20)	237.56
2	S	0.26	-0.26	-0.8	0.165	0.50	0.400	0.000030 (0.000030)	219	0.011 (0.20)	-237.56

Verifica momento orizzontale MXX (armatura zone di raffittimento)

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE**

Base:	100.0	cm
Altezza:	60.0	cm
Barre inferiori:	10Ø22	(38.0 cm <sup>2</sup> )
Barre superiori:	10Ø22	(38.0 cm <sup>2</sup> )
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	5.0	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	5.0	cm

**ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
VY	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale
MT	Momento torcente [kN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0.00	425.00	0.00	0.00
2	0.00	-120.00	0.00	0.00
3	0.00	564.00	0.00	0.00
4	0.00	-460.00	0.00	0.00

**RISULTATI DEL CALCOLO**

**Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate**

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	3.9	cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	7.8	cm

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE**

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)

**ACEA ENGINEERING LABORATORIES RESEARCH INNOVATION SPA**

Mx	Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico
N ult	Sforzo normale ultimo [kN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx ult	Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult, Mx ult) e (N, Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta $\geq 1.000$
Yneutro	Ordinata [cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X,Y,O sez.
Mx sn.	Momento flettente allo snervamento [kNm]
x/d	Rapp. di duttilità a rottura solo se N = 0 (travi)
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	N ult	Mx ult	Mis.Sic.	Yn	M sn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	0.00	425.00	0.10	766.60	1.804	53.7	737.54	0.11	0.70	38.0 (9.9)
2	S	0.00	-120.00	0.10	-766.60	6.388	6.3	-737.54	0.11	0.70	38.0 (9.9)
3	S	0.00	564.00	0.10	766.60	1.359	53.7	737.54	0.11	0.70	38.0 (9.9)
4	S	0.00	-460.00	0.10	-766.60	1.667	6.3	-737.54	0.11	0.70	38.0 (9.9)

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO**

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	-0.01087	60.0	0.00071	55.0	-0.02724	5.0
2	0.00350	-0.01087	0.0	0.00071	5.0	-0.02724	55.0
3	0.00350	-0.01087	60.0	0.00071	55.0	-0.02724	5.0
4	0.00350	-0.01087	0.0	0.00071	5.0	-0.02724	55.0

Verifica momento verticale MYY (armatura media sull'intera area)

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE**

Base:	100.0	cm
Altezza:	60.0	cm
Barre inferiori:	7Ø22	(26.6 cm <sup>2</sup> )
Barre superiori:	7Ø22	(26.6 cm <sup>2</sup> )
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	5.0	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	5.0	cm

**ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
VY	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale
MT	Momento torcente [kN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0.00	406.00	0.00	0.00
2	0.00	-50.00	0.00	0.00

**COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx	Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezioni

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	88.00
2	0.00	-20.00

**COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx	Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	92.00 (237.56)
2	0.00	-20.00 (-237.56)

**COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx	Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	94.00 (237.56)
2	0.00	-20.00 (-237.56)

**RISULTATI DEL CALCOLO**

**Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate**

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	3.9 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	12.8 cm

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE**

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico
N ult	Sforzo normale ultimo [kN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx ult	Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult, Mx ult) e (N, Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta $\geq 1.000$
Yneutro	Ordinata [cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X,Y,O sez.
Mx sn.	Momento flettente allo snervamento [kNm]
x/d	Rapp. di duttilità a rottura solo se N = 0 (travi)

**ACEA ENGINEERING LABORATORIES RESEARCH INNOVATION SPA**

C.Rid. Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	N ult	Mx ult	Mis.Sic.	Yn	M sn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	0.00	406.00	-0.05	543.33	1.338	54.4	521.53	0.10	0.70	26.6 (9.9)
2	S	0.00	-50.00	-0.05	-543.33	10.867	5.6	-521.53	0.10	0.70	26.6 (9.9)

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO**

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	-0.01265	60.0	0.00036	55.0	-0.03104	5.0
2	0.00350	-0.01265	0.0	0.00036	5.0	-0.03104	55.0

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max	Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa]
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sc min	Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa]
Yc min	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [Mpa]
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Dw Eff.	Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff.	Area di congl. [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
As eff.	Area Barre tese di acciaio [cm <sup>2</sup> ] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
D barre	Distanza media in cm tra le barre tese efficaci utilizzata nel calcolo di fessurazione (se Dbarre >14Ø viene posto Dbarre=14Ø nel calcolo di fess. [B.6.6.3 Circ. 252/96])

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	1.70	60.0	0.00	44.7	-66.2	55.0	20.4	2040	26.6	15.0
2	S	0.39	0.0	0.00	15.5	-15.1	5.0	20.4	2040	26.6	15.0

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE**

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sclmax	Massima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [Mpa]
Sclmin	Minima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [Mpa]
Sc Eff	Tensione al limite dello spessore teso efficace nello STATO I [Mpa]
K3	Coeff. di normativa = $0,25 (Sclmin + ScEff)/(2 Sclmin)$
Beta12	Prodotto dei Coeff. di aderenza $Beta1 * Beta2$
Psi	$= 1 - Beta12 * (Ssr/Ss)^2 = 1 - Beta12 * (fctm/Sclmin)^2 = 1 - Beta12 * (Mfess/M)^2$ [B.6.6 DM96]
e sm	Deformazione unitaria media tra le fessure . Tra parentesi il valore minimo = $0.4 Ss/Es$
srm	Distanza media in mm tra le fessure
wk	Apertura delle fessure in mm = $1,7 * Eps * Sm$ . Tra parentesi è indicato il valore limite.
M fess.	Momento di prima fessurazione [kNm]

N°Comb	Ver	Sclmax	Sclmin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	1.15	-1.15	-3.7	0.165	1.00	0.400	0.000132 (0.000132)	219	0.049	237.56
2	S	0.26	-0.26	-0.8	0.165	1.00	0.400	0.000030 (0.000030)	219	0.011	-237.56

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	1.78	60.0	0.00	44.7	-69.3	55.0	20.4	2040	26.6	15.0
2	S	0.39	0.0	0.00	15.5	-15.1	5.0	20.4	2040	26.6	15.0

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE**

N°Comb	Ver	Sclmax	Sclmin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	1.20	-1.20	-3.8	0.165	0.50	0.400	0.000139 (0.000139)	219	0.052 (0.30)	237.56
2	S	0.26	-0.26	-0.8	0.165	0.50	0.400	0.000030 (0.000030)	219	0.011 (0.30)	-237.56



**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	1.82	60.0	0.00	44.7	-70.8	55.0	20.4	2040	26.6	15.0
2	S	0.39	0.0	0.00	15.5	-15.1	5.0	20.4	2040	26.6	15.0

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE**

N°Comb	Ver	Sclmax	Sclmin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	1.23	-1.23	-3.9	0.165	0.50	0.400	0.000142 (0.000142)	219	0.053 (0.20)	237.56
2	S	0.26	-0.26	-0.8	0.165	0.50	0.400	0.000030 (0.000030)	219	0.011 (0.20)	-237.56

**Verifica momento verticale MYY (armatura zone di raffittimento)**
**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE**

Base:	100.0	cm
Altezza:	60.0	cm
Barre inferiori:	10Ø22	(38.0 cm <sup>2</sup> )
Barre superiori:	10Ø22	(38.0 cm <sup>2</sup> )
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	5.0	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	5.0	cm

**ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
VY	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale
MT	Momento torcente [kN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0.00	425.00	0.00	0.00
2	0.00	-120.00	0.00	0.00
3	0.00	564.00	0.00	0.00
4	0.00	-460.00	0.00	0.00

**RISULTATI DEL CALCOLO**

**Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate**

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	3.9 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	7.8 cm

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE**

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico
N ult	Sforzo normale ultimo [kN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx ult	Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult, Mx ult) e (N, Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta $\geq 1.000$
Yneutro	Ordinata [cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X,Y,O sez.
Mx sn.	Momento flettente allo snervamento [kNm]
x/d	Rapp. di duttilità a rottura solo se N = 0 (travi)
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	N ult	Mx ult	Mis.Sic.	Yn	M sn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	0.00	425.00	0.10	766.60	1.804	53.7	737.54	0.11	0.70	38.0 (9.9)
2	S	0.00	-120.00	0.10	-766.60	6.388	6.3	-737.54	0.11	0.70	38.0 (9.9)
3	S	0.00	564.00	0.10	766.60	1.359	53.7	737.54	0.11	0.70	38.0 (9.9)
4	S	0.00	-460.00	0.10	-766.60	1.667	6.3	-737.54	0.11	0.70	38.0 (9.9)

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO**

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

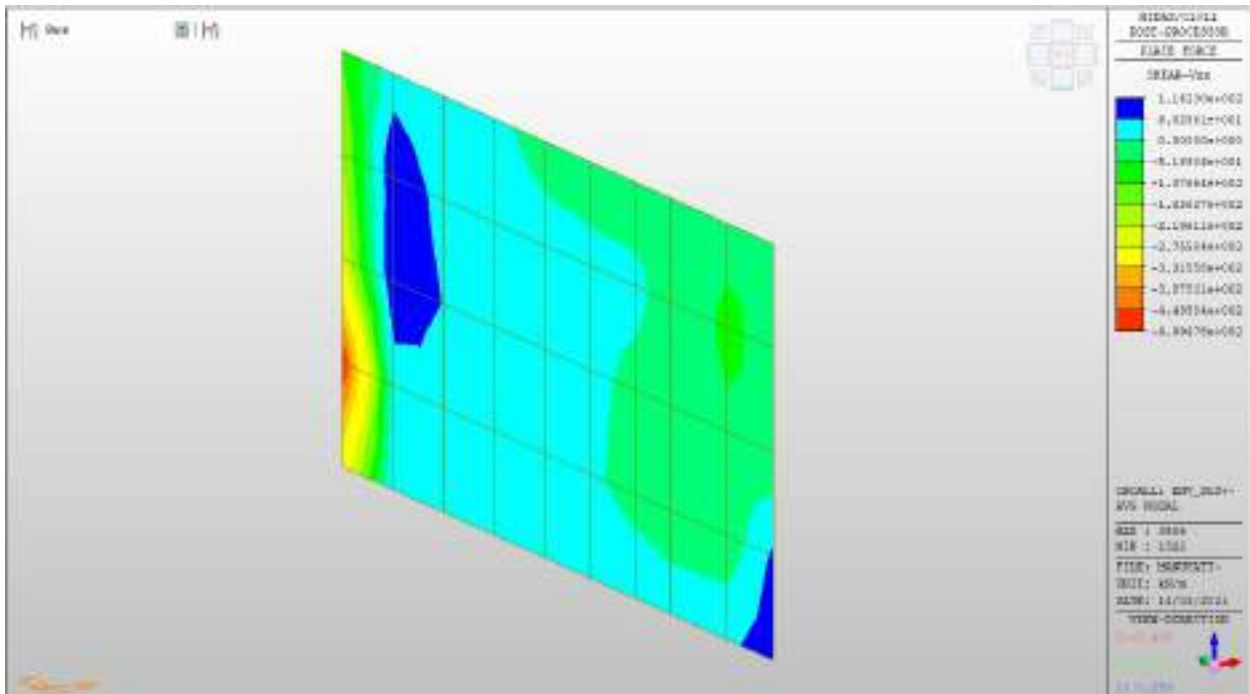
N°Comb	ec max	ec 3/7	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

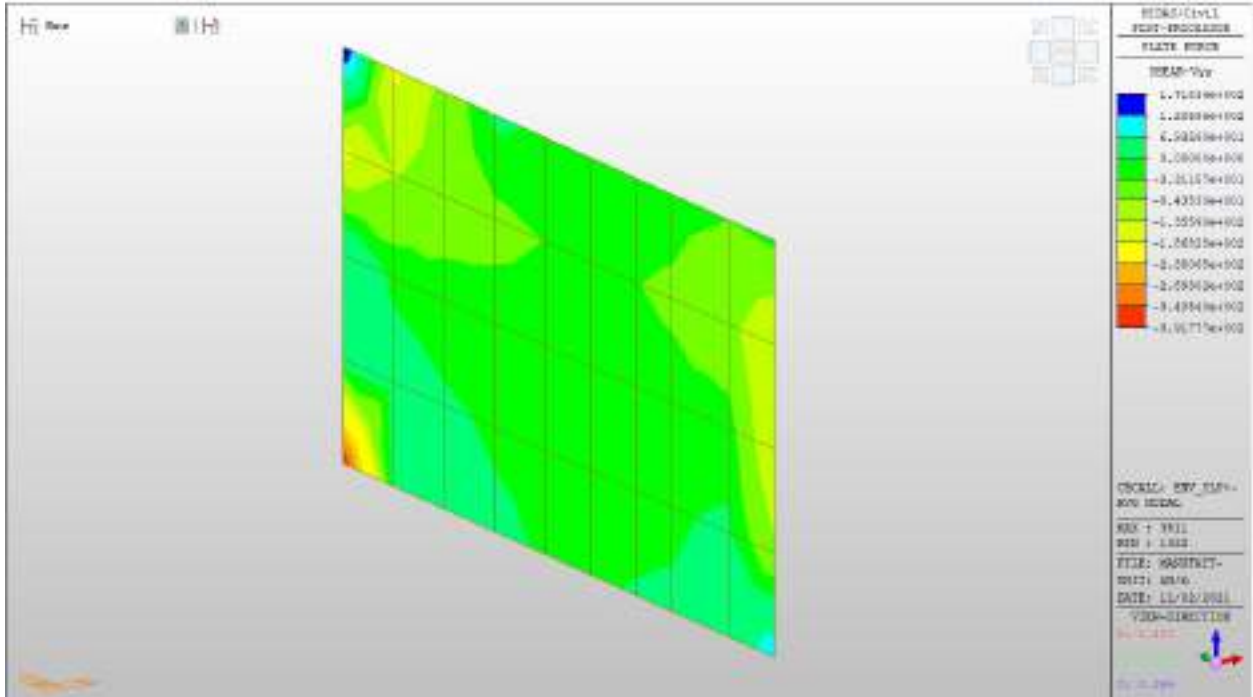
1	0.00350	-0.01087	60.0	0.00071	55.0	-0.02724	5.0
2	0.00350	-0.01087	0.0	0.00071	5.0	-0.02724	55.0
3	0.00350	-0.01087	60.0	0.00071	55.0	-0.02724	5.0
4	0.00350	-0.01087	0.0	0.00071	5.0	-0.02724	55.0

Nei confronti delle azioni di taglio, si dispongono nelle zone a ridosso dei setti dove si hanno sollecitazioni maggiori, spilli  $\phi 10/200 \times 200$ . Di seguito la verifica per la sollecitazione massima di taglio:

Taglio massimo

V MAX, SLV-SLU= 500kN/m





**Verifica a taglio (SLU)**

$V_{ed} =$	<b>500</b>	kN	Taglio agente verticale
$H =$	<b>600</b>	mm	altezza sezione di calcolo
$B_c =$	1000	mm	larghezza sezione di calcolo
CLS =	C32/40	-	classe del calcestruzzo
$f_{ck} =$	30.7	N/mm <sup>2</sup>	resistenza caratteristica a compressione
$f_{cd} =$	17.4	N/mm <sup>2</sup>	resistenza di progetto a compressione
$c =$	50	mm	copriferro
$b_{st} =$	<b>5</b>	-	braccia delle staffe
$\Phi_{st} =$	<b>10</b>	mm	diametro staffe
$s =$	<b>200</b>	mm	passo staffe
$A_{st} =$	393	mm <sup>2</sup>	area staffe
$d =$	550	mm	altezza utile sezione
$\rho_l =$	0.00000	-	rapporto geometrico armatura longitudinale

**verifica sezione con armatura:**

$\alpha =$	90	°	angolo di inclinazione delle staffe
$\theta =$	22	°	inclinazione delle bielle compresse di cls
$f'_{cd} =$	8.7	N/mm <sup>2</sup>	resistenza a compressione ridotta del cls d'anima
$\alpha_c =$	1.000	-	coefficiente maggiorativo per compressione
$f_{yd} =$	391.3	N/mm <sup>2</sup>	resistenza a snervamento dell'acciaio
$V_{Rsd} =$	<b>941.3</b>	<b>kN</b>	<b>taglio resistente relativo alle armature tese</b>
$V_{Rcd} =$	<b>1496.0</b>	<b>kN</b>	<b>taglio resistente relativo alle bielle compresse</b>
$V_{Rd} =$	<b>941.3</b>	<b>kN</b>	<b>ok!</b>

**C.S. ( $V_{Rd}/V_{ed,v}$ ) = 1.88**

**Solaio a quota +171.94m**

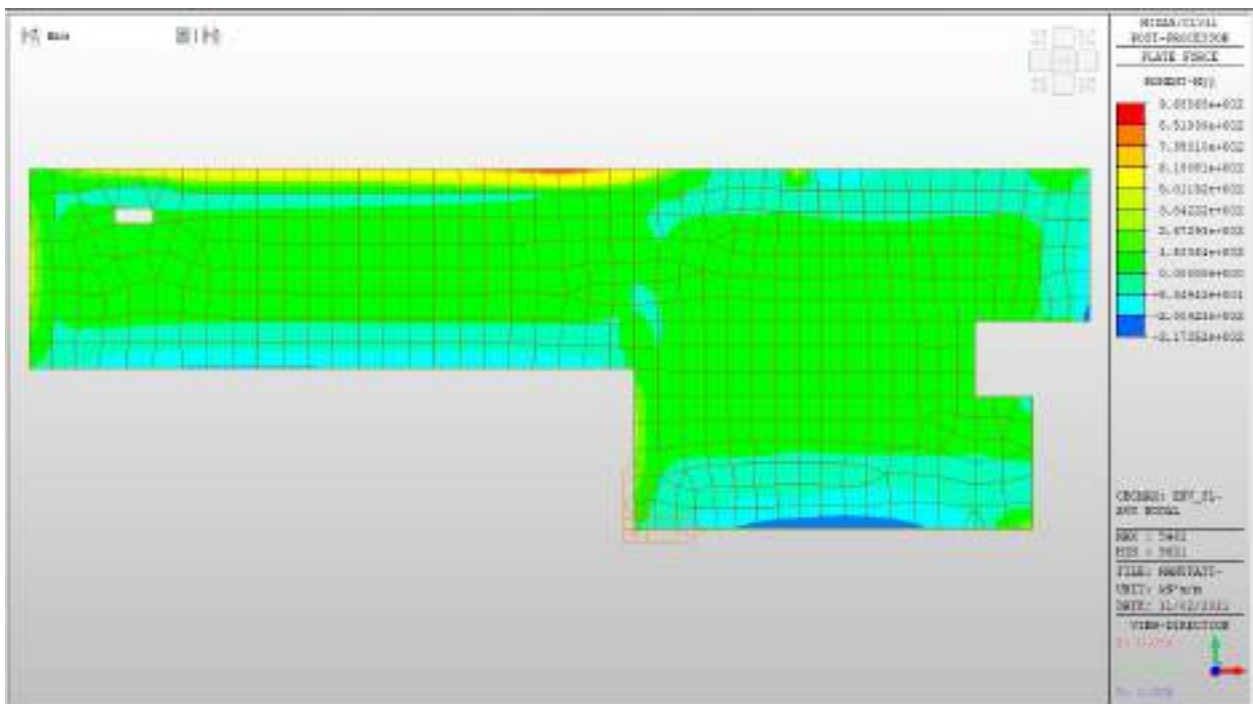
**Solaio a quota +171.94m – Mappe sollecitazioni SLU - SLV**

Si riportano di seguito gli involuipi delle mappe delle sollecitazioni per le combinazioni allo stato limite ultimo (sismiche e statiche) e di esercizio per solaio posto a quota +171.94m.

Momento verticale

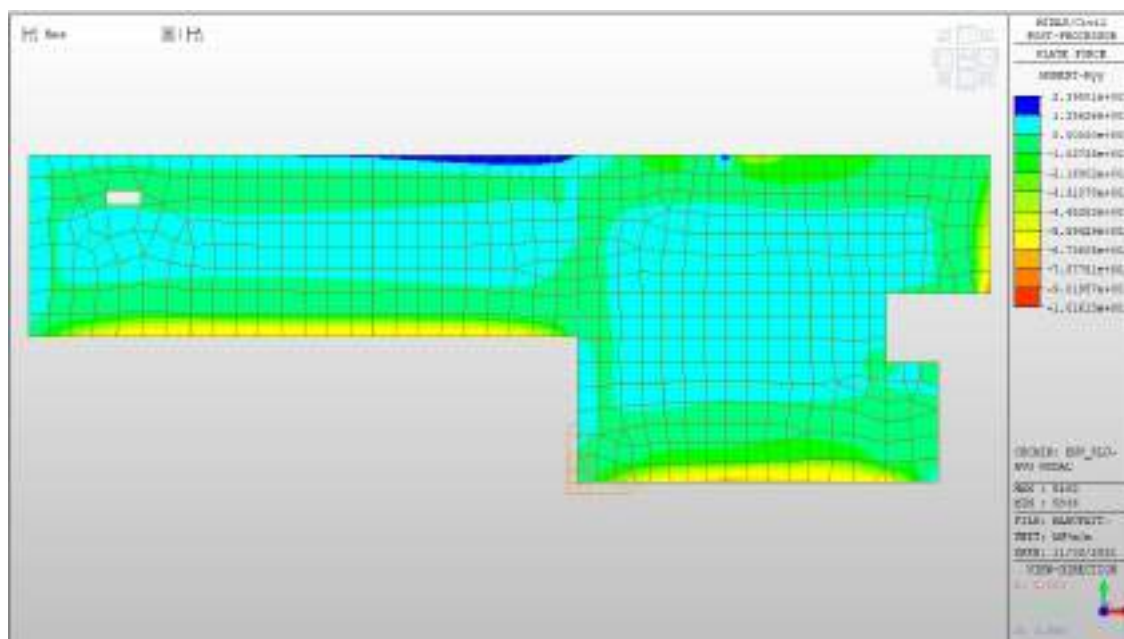
MYX max, SLV-SLU = +618 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

MYX max, SLV-SLU = +968 kNm/m (soll. di verifica armatura zone di raffittimento)



MYM min, SLV-SLU = -620kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

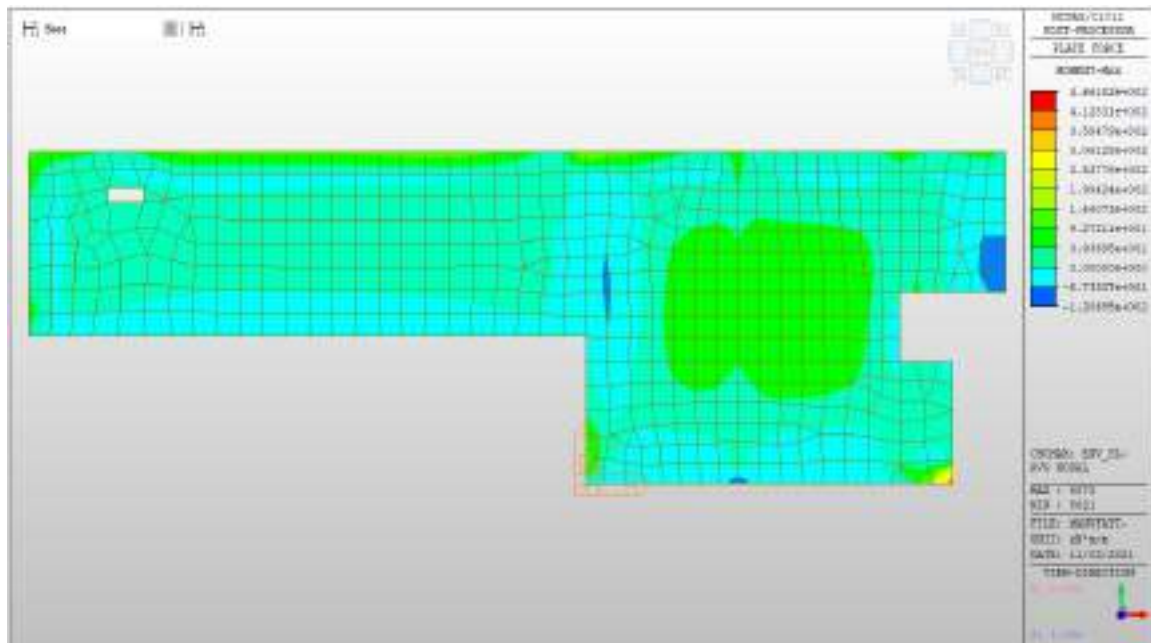
MYM min, SLV-SLU = -1016kNm/m (soll. di verifica armatura zone di raffittimento)



Momento orizzontale

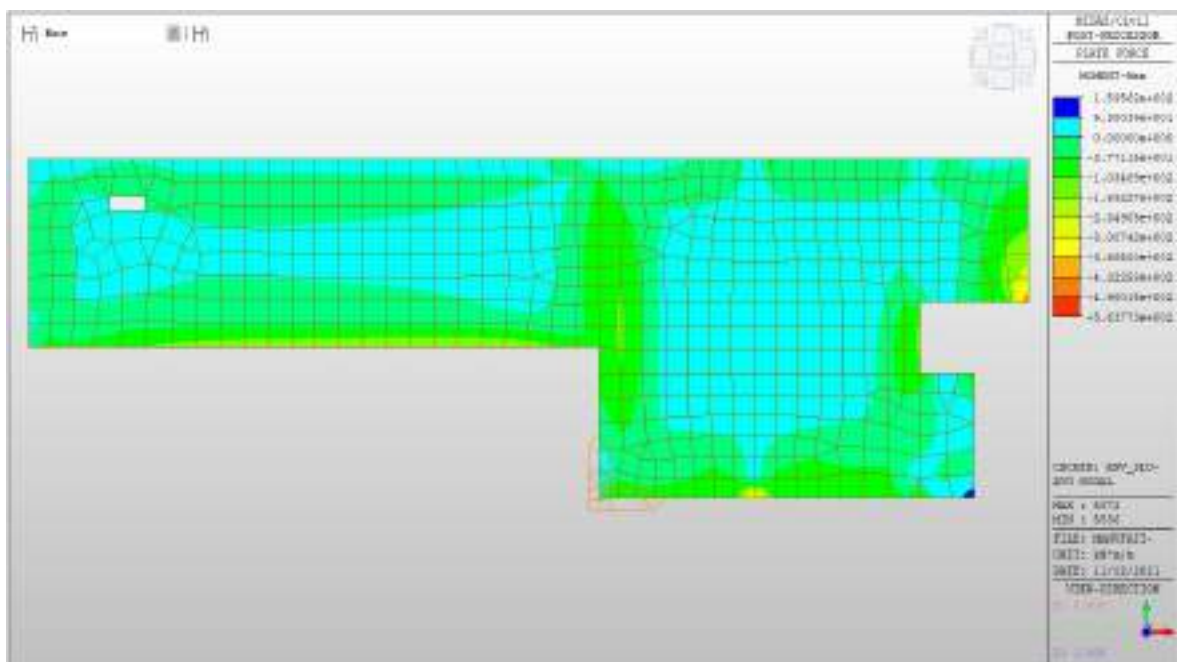
MXX max, SLV-SLU= +306 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

MXX max, SLV-SLU= +466 kNm/m (soll. di verifica armatura zone di raffittimento)



MXX min, SLV-SLU= -366 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

MXX min, SLV-SLU= -564 kNm/m (soll. di verifica armatura zone di raffittimento)

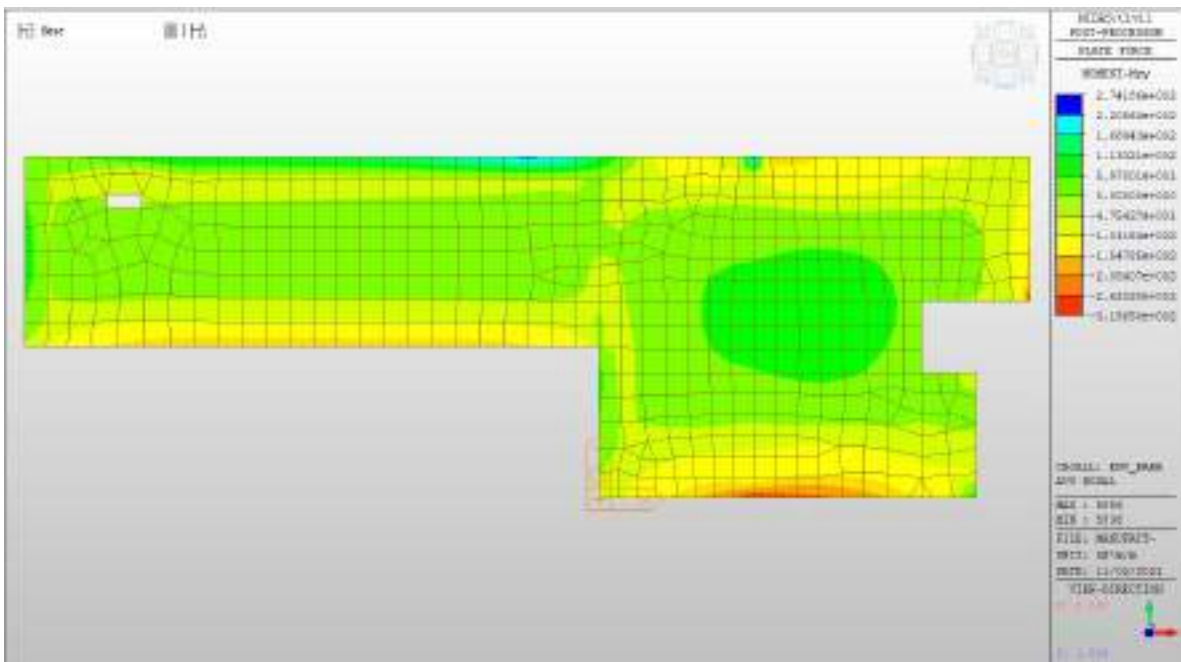




**Solaio a quota +171.94m – Mappe sollecitazioni SLE - RARA**

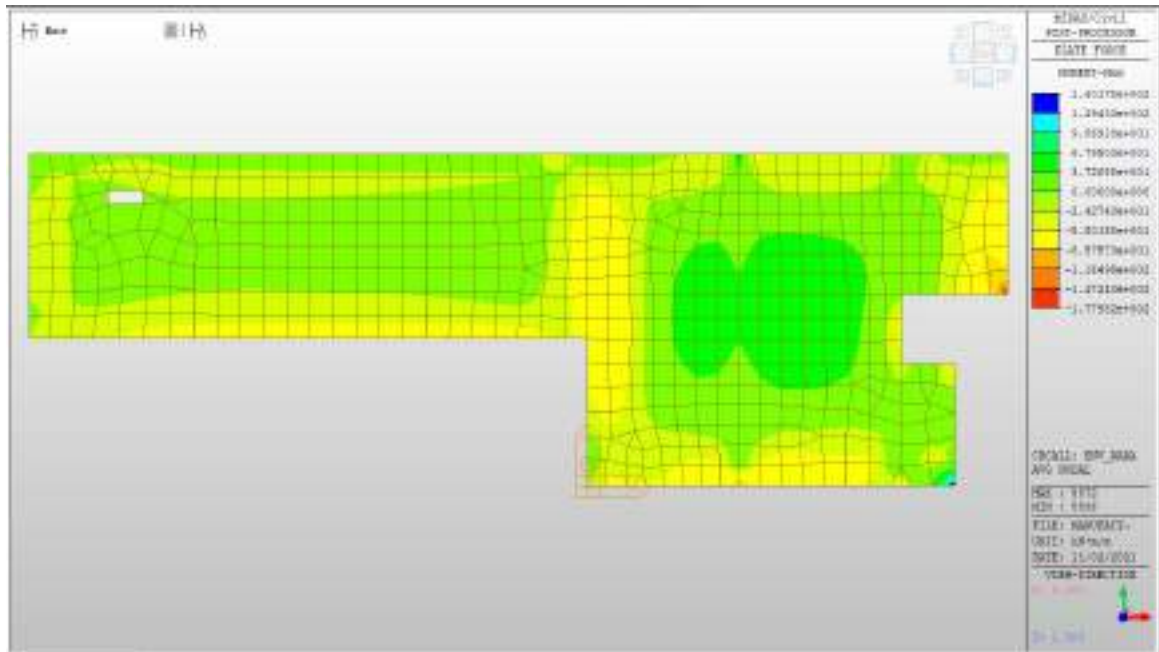
MYX max, RARA= +114 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

MYX min, RARA= -155 kNm/m



MXX max, RARA= +68 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

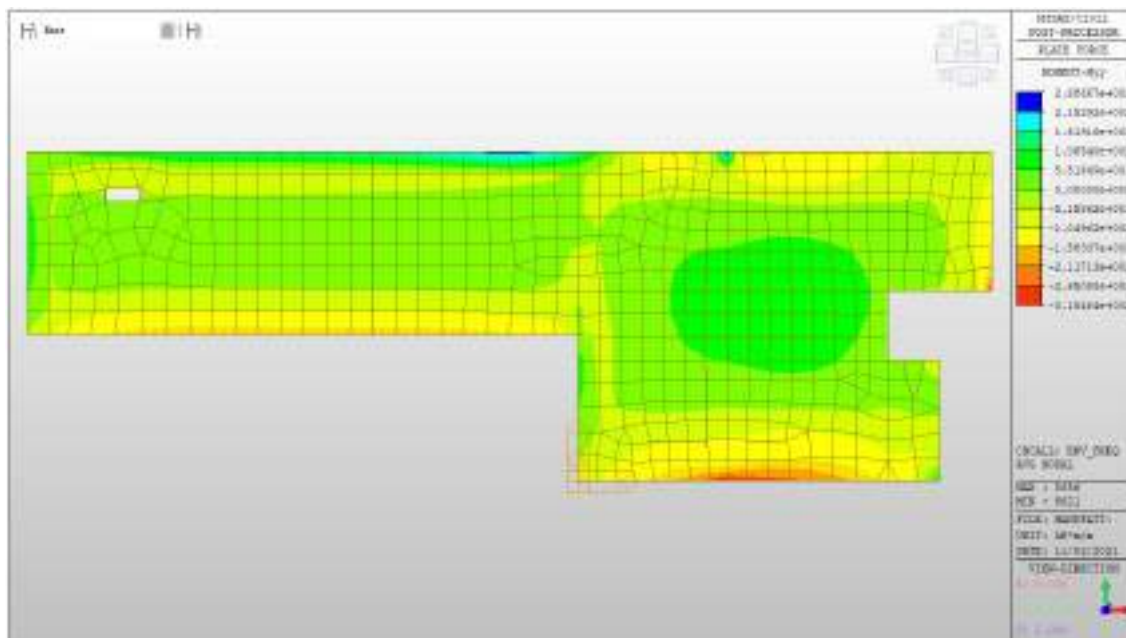
MXX min, RARA= -86 kNm/m



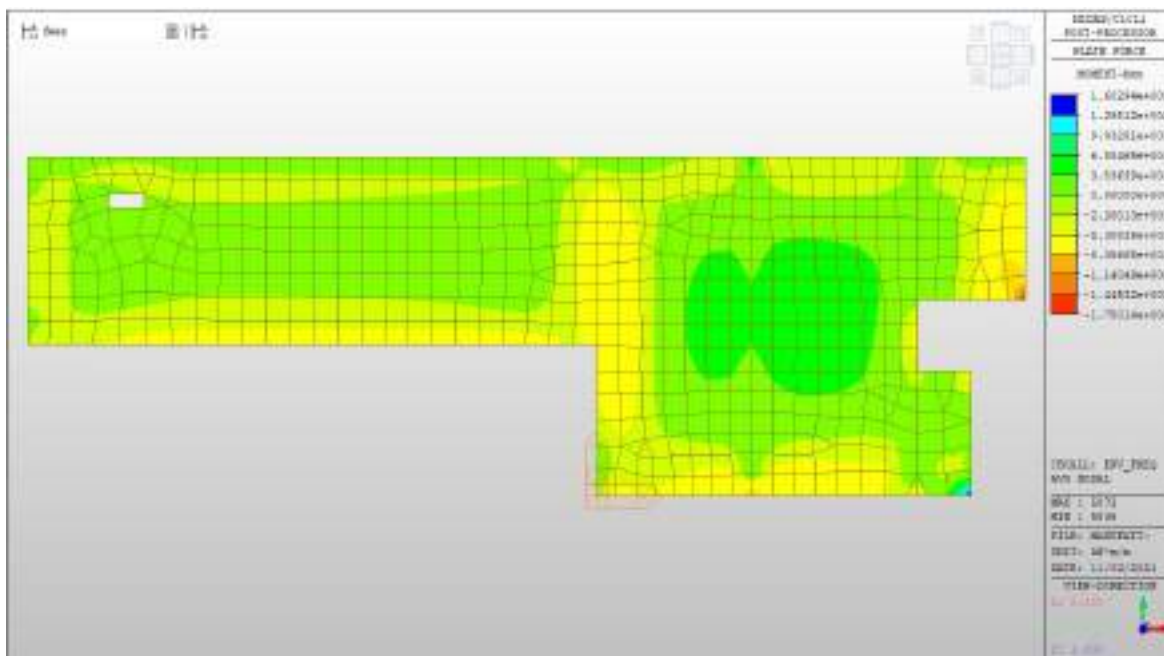
**Solaio a quota +171.94m – Mappe sollecitazioni SLE - Frequente**

MYX max, Frequente= +108 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull'intera area)

MYX min, Frequente= -158 kNm/m



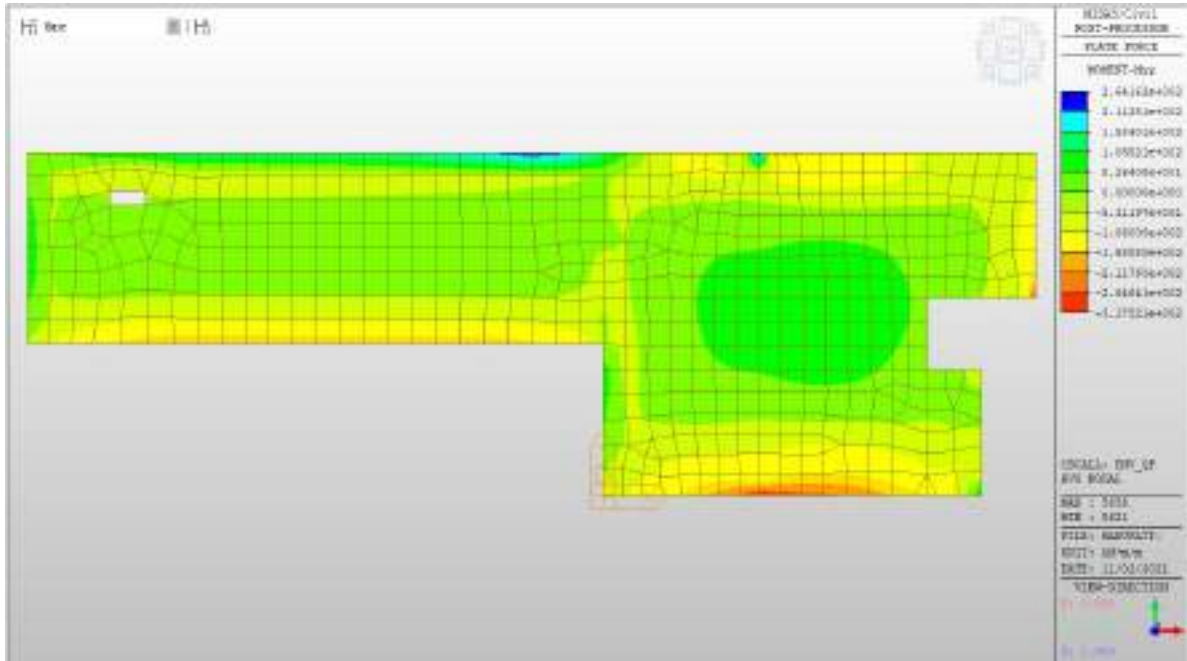
MXX max, Frequente= +68kNm/m (soll. di verifica armatura media sull'intera area)  
MXX min, Frequente= - 84 kNm/m



**Solaio a quota +171.94m – Mappe sollecitazioni SLE – Quasi permanente**

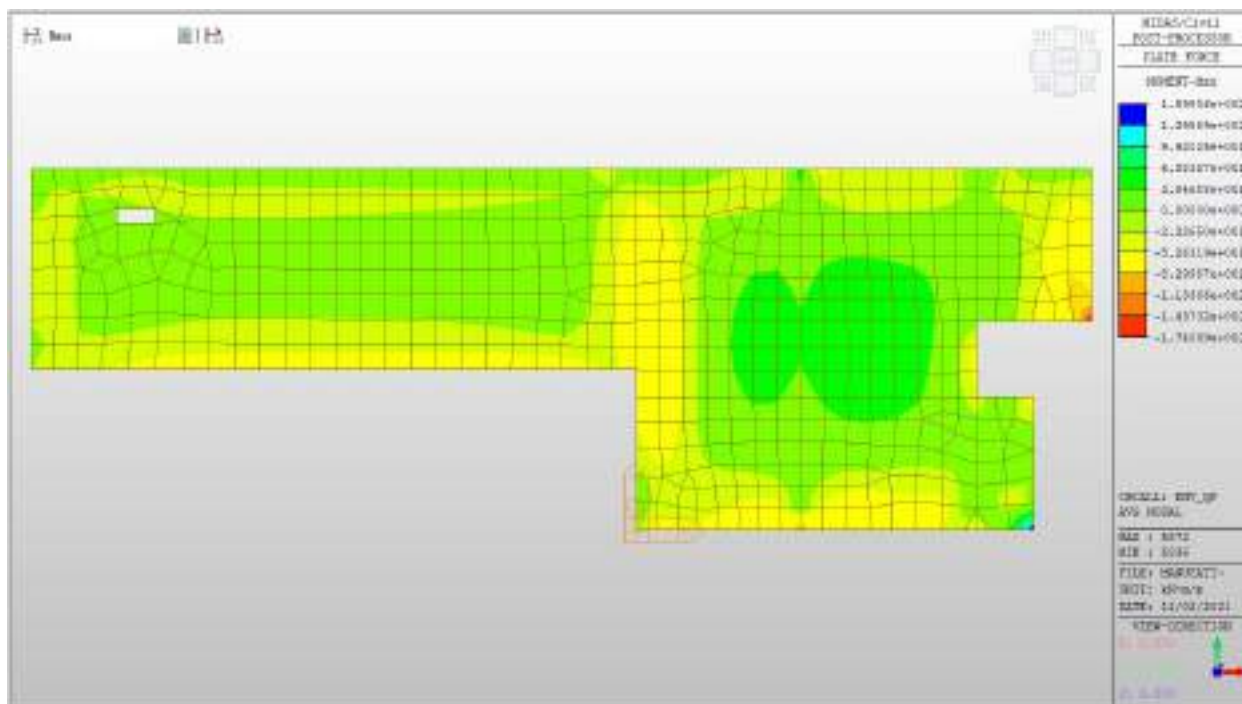
MYX max, QP= +106kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

MYX min, QP= - 160kNm/m



MXX max, QP= +68kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

MXX min, QP= -84kNm/m



## Verifiche

Si riportano di seguito le verifiche effettuate. La sezione risulta essere armata con  $7\phi 24$  al lembo superiore e  $7\phi 24$  al lembo inferiore in direzioni.

Nelle zone di raffittimento la sezione risulta essere armata con  $7+7\phi 24$  al lembo superiore e  $7+7\phi 24$  al lembo inferiore in entrambe le direzioni, su due livelli.

### Verifica momento verticale MYY (armatura media sull'intera area)

#### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	60.0	cm
Barre inferiori:	$7\phi 24$	(31.7 cm <sup>2</sup> )
Barre superiori:	$7\phi 24$	(31.7 cm <sup>2</sup> )
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	5.0	cm

Coprif.Sup.(dal baric. barre):          5.0      cm

**ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N    Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)  
 Mx     Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione  
     con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione  
 Vy    Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale  
 MT    Momento torcente [kN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0.00	618.00	0.00	0.00
2	0.00	-620.00	0.00	0.00

**COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N    Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
 Mx     Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)  
     con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	114.00
2	0.00	-155.00

**COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N    Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
 Mx     Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)  
     con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	108.00 (247.36)
2	0.00	-158.00 (-247.36)

**COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	106.00 (247.36)
2	0.00	-160.00 (-247.36)

**RISULTATI DEL CALCOLO**

**Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate**

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 3.8 cm  
Interferro netto minimo barre longitudinali: 12.6 cm

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE**

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
N Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)  
Mx Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico  
N ult Sforzo normale ultimo [kN] nella sezione (positivo se di compress.)  
Mx ult Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico  
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult,Mx ult) e (N,Mx)  
Verifica positiva se tale rapporto risulta  $\geq 1.000$   
Yneutro Ordinata [cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X,Y,O sez.  
Mx sn. Momento flettente allo snervamento [kNm]  
x/d Rapp. di duttilità a rottura solo se N = 0 (travi)  
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	N ult	Mx ult	Mis.Sic.	Yn	M sn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	0.00	618.00	0.20	642.46	1.040	54.1	617.47	0.11	0.70	31.7 (9.9)

2 S 0.00 -620.00 0.20 -642.46 1.036 5.9 -617.47 0.11 0.70 31.7 (9.9)

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO**

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione  
 ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace  
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)  
 Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)  
 Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	-0.01174	60.0	0.00054	55.0	-0.02910	5.0
2	0.00350	-0.01174	0.0	0.00054	5.0	-0.02910	55.0

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
 Sc max Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa]  
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)  
 Sc min Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa]  
 Yc min Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)  
 Sf min Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [Mpa]  
 Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)  
 Dw Eff. Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre  
 Ac eff. Area di congl. [cm<sup>2</sup>] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)  
 As eff. Area Barre tese di acciaio [cm<sup>2</sup>] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)  
 D barre Distanza media in cm tra le barre tese efficaci utilizzata nel calcolo di fessurazione  
 (se Dbarre >14Ø viene posto Dbarre=14Ø nel calcolo di fess. [B.6.6.3 Circ. 252/96])

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	---------	---------	---------	---------



**ACEA ENGINEERING LABORATORIES RESEARCH INNOVATION SPA**

1	S	2.01	60.0	0.00	43.8	-72.4	55.0	21.8	2180	31.7	15.0
2	S	2.74	0.0	0.00	16.2	-98.5	5.0	21.8	2180	31.7	15.0

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE**

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sclmax	Massima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [Mpa]
Sclmin	Minima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [Mpa]
Sc Eff	Tensione al limite dello spessore teso efficace nello STATO I [Mpa]
K3	Coeff. di normativa = 0,25 (Sclmin + ScEff)/(2 Sclmin)
Beta12	Prodotto dei Coeff. di aderenza Beta1*Beta2
Psi	= 1-Beta12*(Ssr/Ss) <sup>2</sup> = 1-Beta12*(fctm/Sclmin) <sup>2</sup> = 1-Beta12*(Mfess/M) <sup>2</sup> [B.6.6 DM96]
e sm	Deformazione unitaria media tra le fessure . Tra parentesi il valore minimo = 0.4 Ss/Es
srm	Distanza media in mm tra le fessure
wk	Apertura delle fessure in mm = 1,7*Eps*Srm. Tra parentesi è indicato il valore limite.
M fess.	Momento di prima fessurazione [kNm]

N°Comb	Ver	Sclmax	Sclmin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	1.43	-1.43	-3.9	0.159	1.00	0.400	0.000145 (0.000145)	211	0.052	247.36
2	S	1.94	-1.94	-5.3	0.159	1.00	0.400	0.000197 (0.000197)	211	0.071	-247.36

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	1.91	60.0	0.00	43.8	-68.6	55.0	21.8	2180	31.7	15.0
2	S	2.79	0.0	0.00	16.2	-100.4	5.0	21.8	2180	31.7	15.0

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE**

N°Comb	Ver	Sclmax	Sclmin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	1.35	-1.35	-3.7	0.159	0.50	0.400	0.000137 (0.000137)	211	0.049 (0.30)	247.36
2	S	1.98	-1.98	-5.4	0.159	0.50	0.400	0.000201 (0.000201)	211	0.072 (0.30)	-247.36

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	1.87	60.0	0.00	43.8	-67.3	55.0	21.8	2180	31.7	15.0
2	S	2.83	0.0	0.00	16.2	-101.6	5.0	21.8	2180	31.7	15.0

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE**

N°Comb	Ver	Sclmax	Sclmin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	1.33	-1.33	-3.6	0.159	0.50	0.400	0.000135 (0.000135)	211	0.048 (0.20)	247.36
2	S	2.01	-2.01	-5.5	0.159	0.50	0.400	0.000203 (0.000203)	211	0.073 (0.20)	-247.36

**Verifica momento verticale MYY (armatura zone di raffittimento)**

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE**

Base:	100.0	cm
Altezza:	60.0	cm
Barre inferiori:	14Ø24	(63.3 cm <sup>2</sup> )
Barre superiori:	14Ø24	(63.3 cm <sup>2</sup> )
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	10.0	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	10.0	cm

**ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
VY	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale
MT	Momento torcente [kN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0.00	968.00	0.00	0.00
2	0.00	-1016.00	0.00	0.00
3	0.00	466.00	0.00	0.00
4	0.00	-564.00	0.00	0.00

### RISULTATI DEL CALCOLO

#### Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	8.8 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	3.8 cm

#### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico
N ult	Sforzo normale ultimo [kN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx ult	Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult, Mx ult) e (N, Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta $\geq 1.000$
Yneutro	Ordinata [cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X,Y,O sez.
Mx sn.	Momento flettente allo snervamento [kNm]
x/d	Rapp. di duttilità a rottura solo se N = 0 (travi)
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	N ult	Mx ult	Mis.Sic.	Yn	M sn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	0.00	968.00	-0.11	1082.77	1.119	48.2	1047.33	0.24	0.74	63.3 (9.0)
2	S	0.00	-1016.00	-0.11	-1082.77	1.066	11.8	-1047.33	0.24	0.74	63.3 (9.0)
3	S	0.00	466.00	-0.11	1082.77	2.324	48.2	1047.33	0.24	0.74	63.3 (9.0)
4	S	0.00	-564.00	-0.11	-1082.77	1.920	11.8	-1047.33	0.24	0.74	63.3 (9.0)

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO**

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	-0.00412	60.0	0.00054	50.0	-0.01132	10.0
2	0.00350	-0.00412	0.0	0.00054	10.0	-0.01132	50.0
3	0.00350	-0.00412	60.0	0.00054	50.0	-0.01132	10.0
4	0.00350	-0.00412	0.0	0.00054	10.0	-0.01132	50.0

**Verifica momento orizzontale MXX (armatura media sull'intera area)**

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE**

Base:	100.0	cm
Altezza:	60.0	cm
Barre inferiori:	7Ø24	(31.7 cm <sup>2</sup> )
Barre superiori:	7Ø24	(31.7 cm <sup>2</sup> )
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	5.0	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	5.0	cm

**ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
---	---

**ACEA ENGINEERING LABORATORIES RESEARCH INNOVATION SPA**

Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione  
Vy Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale  
MT Momento torcente [kN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0.00	306.00	0.00	0.00
2	0.00	-366.00	0.00	0.00

**COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	68.00
2	0.00	-86.00

**COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	68.00 (247.36)
2	0.00	-84.00 (-247.36)

**COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)

con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	68.00 (247.36)
2	0.00	-84.00 (-247.36)

### RISULTATI DEL CALCOLO

#### Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	3.8 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	12.6 cm

### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico
N ult	Sforzo normale ultimo [kN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx ult	Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult, Mx ult) e (N, Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta $\geq 1.000$
Yneutro	Ordinata [cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X,Y,O sez.
Mx sn.	Momento flettente allo snervamento [kNm]
x/d	Rapp. di duttilità a rottura solo se N = 0 (travi)
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	N ult	Mx ult	Mis.Sic.	Yn	M sn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	0.00	306.00	0.20	642.46	2.100	54.1	617.47	0.11	0.70	31.7 (9.9)
2	S	0.00	-366.00	0.20	-642.46	1.755	5.9	-617.47	0.11	0.70	31.7 (9.9)

### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	-0.01174	60.0	0.00054	55.0	-0.02910	5.0
2	0.00350	-0.01174	0.0	0.00054	5.0	-0.02910	55.0

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max	Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa]
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sc min	Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa]
Yc min	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [Mpa]
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Dw Eff.	Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff.	Area di congl. [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
As eff.	Area Barre tese di acciaio [cm <sup>2</sup> ] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
D barre	Distanza media in cm tra le barre tese efficaci utilizzata nel calcolo di fessurazione (se Dbarre >14Ø viene posto Dbarre=14Ø nel calcolo di fess. [B.6.6.3 Circ. 252/96])

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	1.21	60.0	0.00	43.7	-43.2	55.0	21.8	2180	31.7	15.0
2	S	1.53	0.0	0.00	16.3	-54.6	5.0	21.8	2180	31.7	15.0

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE**

**ACEA ENGINEERING LABORATORIES RESEARCH INNOVATION SPA**

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sclmax	Massima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [Mpa]
Sclmin	Minima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [Mpa]
Sc Eff	Tensione al limite dello spessore teso efficace nello STATO I [Mpa]
K3	Coeff. di normativa = 0,25 (Sclmin + ScEff)/(2 Sclmin)
Beta12	Prodotto dei Coeff. di aderenza Beta1*Beta2
Psi	= 1-Beta12*(Ssr/Ss) <sup>2</sup> = 1-Beta12*(fctm/Sclmin) <sup>2</sup> = 1-Beta12*(Mfess/M) <sup>2</sup> [B.6.6 DM96]
e sm	Deformazione unitaria media tra le fessure . Tra parentesi il valore minimo = 0.4 Ss/Es
srm	Distanza media in mm tra le fessure
wk	Apertura delle fessure in mm = 1,7*Eps*Srm. Tra parentesi è indicato il valore limite.
M fess.	Momento di prima fessurazione [kNm]

N°Comb	Ver	Sclmax	Sclmin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	0.85	-0.85	-2.3	0.159	1.00	0.400	0.000086 (0.000086)	211	0.031	247.36
2	S	1.08	-1.08	-2.9	0.159	1.00	0.400	0.000109 (0.000109)	211	0.039	-247.36

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	1.21	60.0	0.00	43.7	-43.2	55.0	21.8	2180	31.7	15.0
2	S	1.49	0.0	0.00	16.3	-53.4	5.0	21.8	2180	31.7	15.0

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE**

N°Comb	Ver	Sclmax	Sclmin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	0.85	-0.85	-2.3	0.159	0.50	0.400	0.000086 (0.000086)	211	0.031 (0.30)	247.36
2	S	1.05	-1.05	-2.9	0.159	0.50	0.400	0.000107 (0.000107)	211	0.038 (0.30)	-247.36

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	---------	---------	---------	---------



**ACEA ENGINEERING LABORATORIES RESEARCH INNOVATION SPA**

1	S	1.21	60.0	0.00	43.7	-43.2	55.0	21.8	2180	31.7	15.0
2	S	1.49	0.0	0.00	16.3	-53.4	5.0	21.8	2180	31.7	15.0

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE**

N°Comb	Ver	Sclmax	Sclmin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	0.85	-0.85	-2.3	0.159	0.50	0.400	0.000086 (0.000086)	211	0.031 (0.20)	247.36
2	S	1.05	-1.05	-2.9	0.159	0.50	0.400	0.000107 (0.000107)	211	0.038 (0.20)	-247.36

**Verifica momento orizzontale MXX (armatura zone di raffittimento)**

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE**

Base:	100.0	cm
Altezza:	60.0	cm
Barre inferiori:	14Ø24	(63.3 cm <sup>2</sup> )
Barre superiori:	14Ø24	(63.3 cm <sup>2</sup> )
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	10.0	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	10.0	cm

**ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
VY	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale
MT	Momento torcente [kN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0.00	968.00	0.00	0.00
2	0.00	-1016.00	0.00	0.00
3	0.00	466.00	0.00	0.00

4            0.00            -564.00            0.00            0.00

**RISULTATI DEL CALCOLO**

**Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate**

Copriferro netto minimo barre longitudinali:            8.8 cm  
Interferro netto minimo barre longitudinali:            3.8 cm

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE**

Ver            S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
N            Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)  
Mx            Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico  
N ult            Sforzo normale ultimo [kN] nella sezione (positivo se di compress.)  
Mx ult            Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico  
Mis.Sic.            Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult,Mx ult) e (N,Mx)  
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000  
Yneutro            Ordinata [cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X,Y,O sez.  
Mx sn.            Momento flettente allo snervamento [kNm]  
x/d            Rapp. di duttilità a rottura solo se N = 0 (travi)  
C.Rid.            Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	N ult	Mx ult	Mis.Sic.	Yn	M sn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	0.00	968.00	-0.11	1082.77	1.119	48.2	1047.33	0.24	0.74	63.3 (9.0)
2	S	0.00	-1016.00	-0.11	-1082.77	1.066	11.8	-1047.33	0.24	0.74	63.3 (9.0)
3	S	0.00	466.00	-0.11	1082.77	2.324	48.2	1047.33	0.24	0.74	63.3 (9.0)
4	S	0.00	-564.00	-0.11	-1082.77	1.920	11.8	-1047.33	0.24	0.74	63.3 (9.0)

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO**

ec max            Deform. unit. massima del conglomerato a compressione  
ec 3/7            Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace

Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

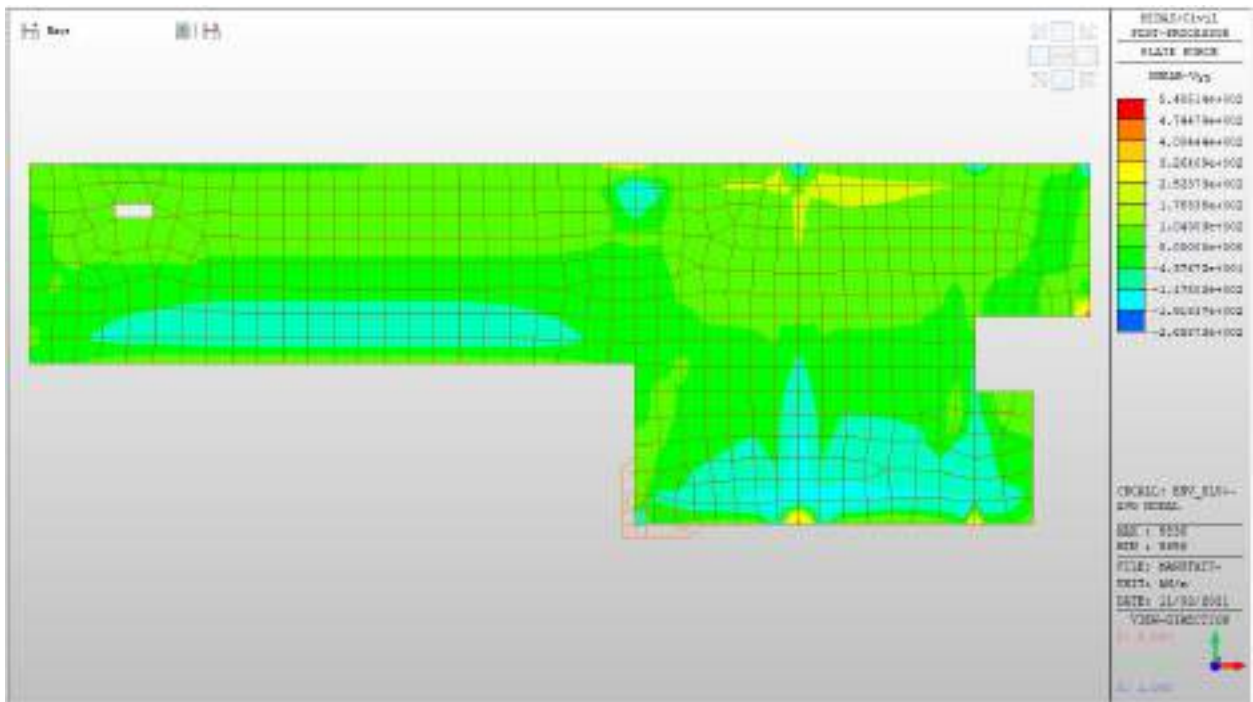
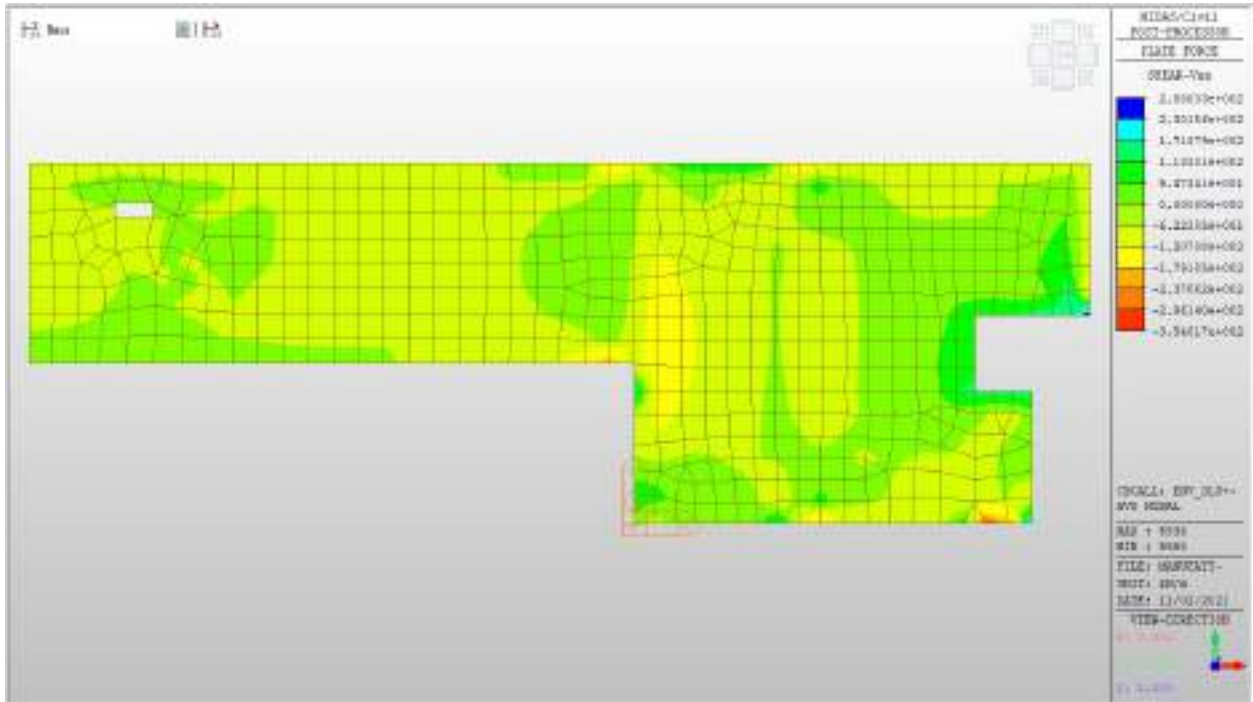
N°Comb	ec max	ec 3/7	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	-0.00412	60.0	0.00054	50.0	-0.01132	10.0
2	0.00350	-0.00412	0.0	0.00054	10.0	-0.01132	50.0
3	0.00350	-0.00412	60.0	0.00054	50.0	-0.01132	10.0
4	0.00350	-0.00412	0.0	0.00054	10.0	-0.01132	50.0

Nei confronti delle azioni di taglio si dispongono, in corrispondenza delle intersezioni con i setti verticali spilli  $\phi 10/200 \times 200$ .

Di seguito la verifica per la sollecitazione massima di taglio:

Taglio massimo

V MAX, SLV-SLU= 550kN/m



**Verifica a taglio (SLU)**

$V_{ed} =$	<b>550</b>	kN	Taglio agente verticale
$H =$	<b>600</b>	mm	altezza sezione di calcolo
$B_c =$	1000	mm	larghezza sezione di calcolo
CLS =	C32/40	-	classe del calcestruzzo
$f_{ck} =$	30.7	N/mm <sup>2</sup>	resistenza caratteristica a compressione
$f_{cd} =$	17.4	N/mm <sup>2</sup>	resistenza di progetto a compressione
$c =$	50	mm	copriferro
$b_{st} =$	<b>5</b>	-	braccia delle staffe
$\Phi_{st} =$	<b>10</b>	mm	diametro staffe
$s =$	<b>200</b>	mm	passo staffe
$A_{st} =$	393	mm <sup>2</sup>	area staffe
$d =$	550	mm	altezza utile sezione
$\rho_l =$	0.00000	-	rapporto geometrico armatura longitudinale

**verifica sezione con armatura:**

$\alpha =$	90	°	angolo di inclinazione delle staffe
$\theta =$	22	°	inclinazione delle bielle compresse di cls
$f'_{cd} =$	8.7	N/mm <sup>2</sup>	resistenza a compressione ridotta del cls d'anima
$\alpha_c =$	1.000	-	coefficiente maggiorativo per compressione
$f_{yd} =$	391.3	N/mm <sup>2</sup>	resistenza a snervamento dell'acciaio
$V_{Rsd} =$	<b>941.3</b>	<b>kN</b>	<b>taglio resistente relativo alle armature tese</b>
$V_{Rcd} =$	<b>1496.0</b>	<b>kN</b>	<b>taglio resistente relativo alle bielle compresse</b>
$V_{Rd} =$	<b>941.3</b>	<b>kN</b>	<b>ok!</b>

**C.S. ( $V_{Rd}/V_{ed,v}$ ) = 1.71**

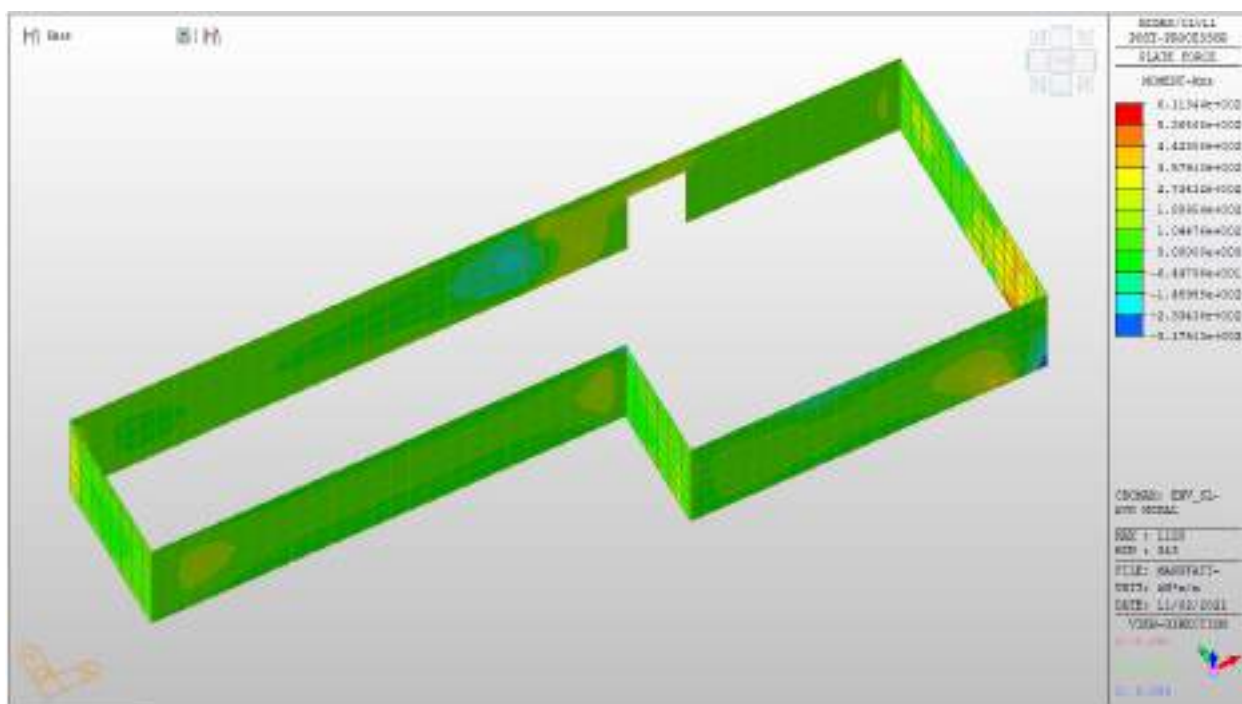
## Setti perimetrali livello -1

### Setti perimetrali livello -1 – Mappe sollecitazioni SLU - SLV

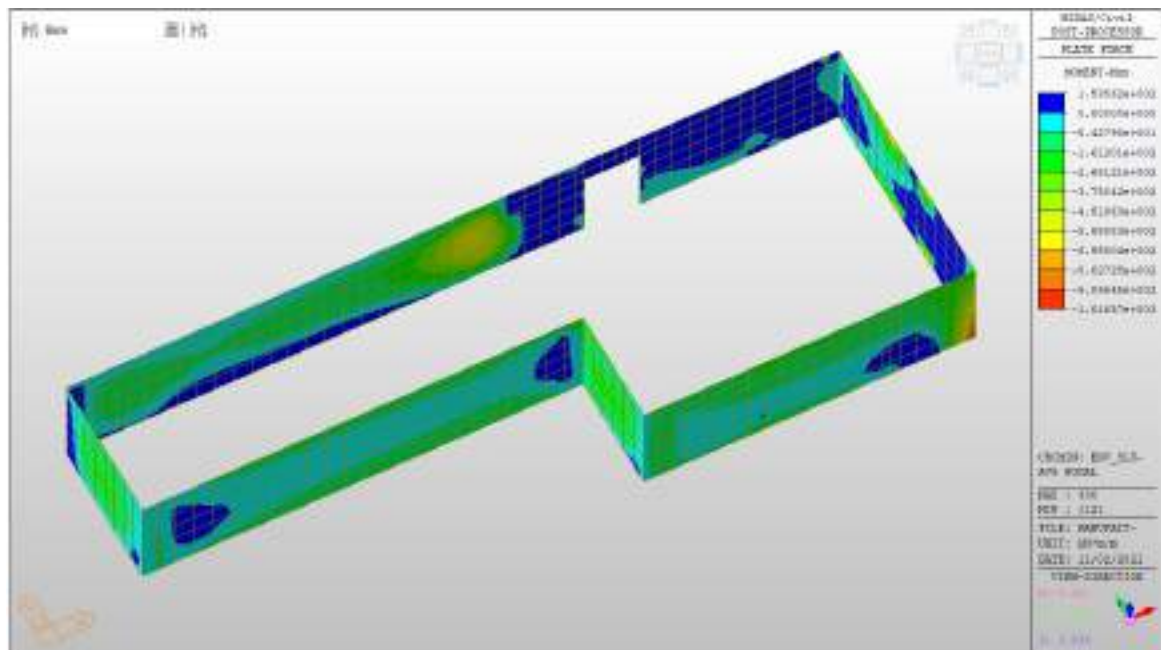
Si riportano di seguito gli involuipi delle mappe delle sollecitazioni per le combinazioni allo stato limite ultimo (sismiche e statiche) e di esercizio per i setti perimetrali posti al piano interrato.

MXM max, SLV-SLU= +358 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

MXM max, SLV-SLU= +612 kNm/m (soll. di verifica armatura zone di raffittimento)

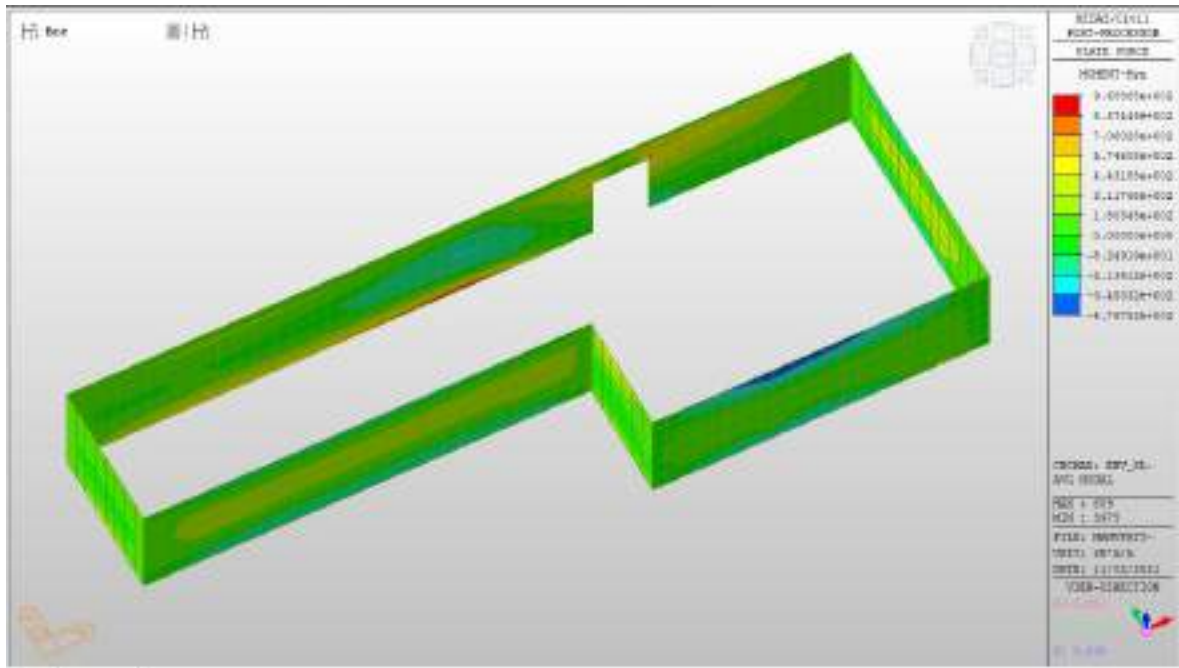


MXx min, SLV-SLU= -696 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)  
MXx min, SLV-SLU= -1016 kNm/m (soll. di verifica armatura zone di raffittimento)



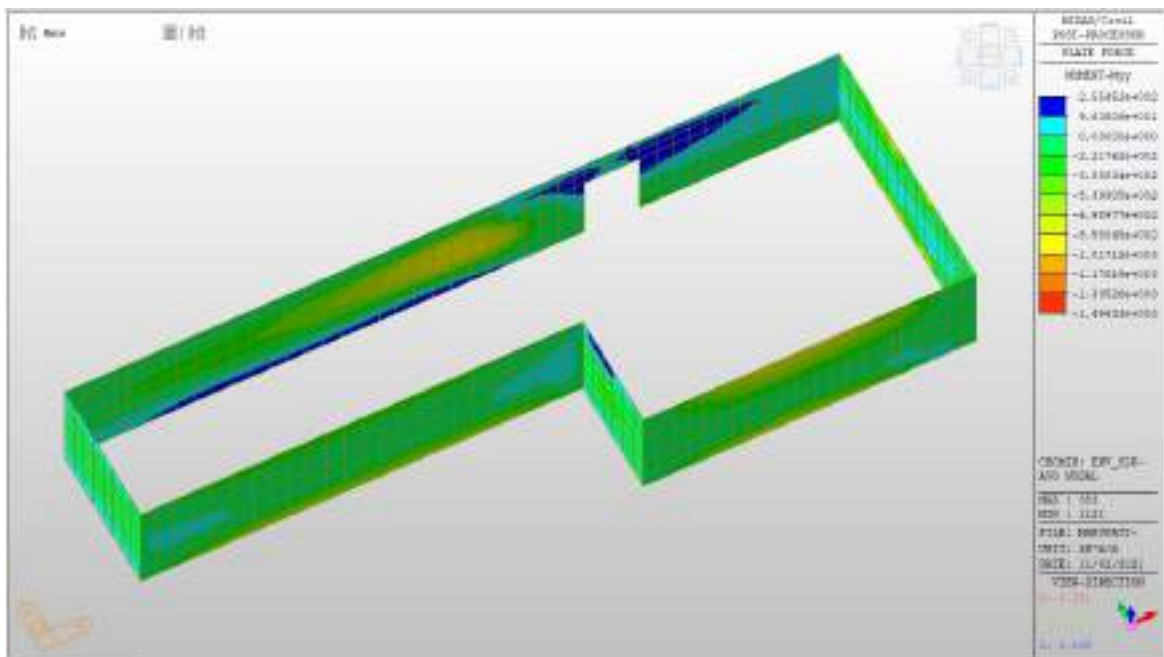
MYY max, SLV-SLU = +574 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

MYY max, SLV-SLU = +968 kNm/m (soll. di verifica armatura zone di raffittimento)



MY min, SLV-SLU = -1018 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull'intera area)

MY min, SLV-SLU = -1494 kNm/m (soll. di verifica armatura zone di raffittimento)

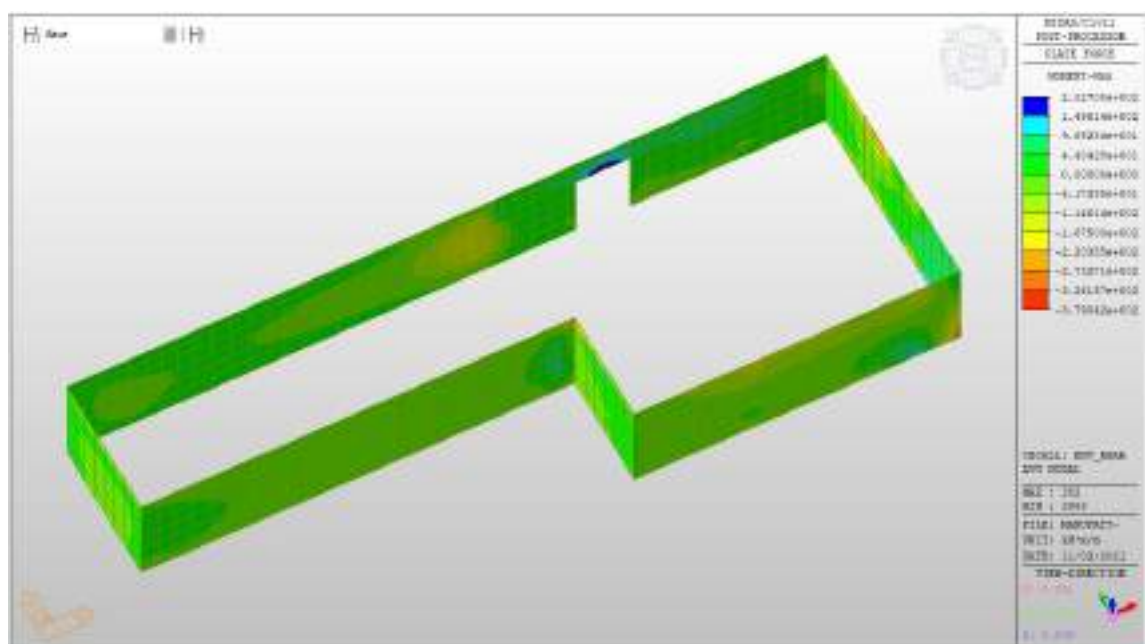




**Setti perimetrali livello -1 – Mappe sollecitazioni SLE -RARA**

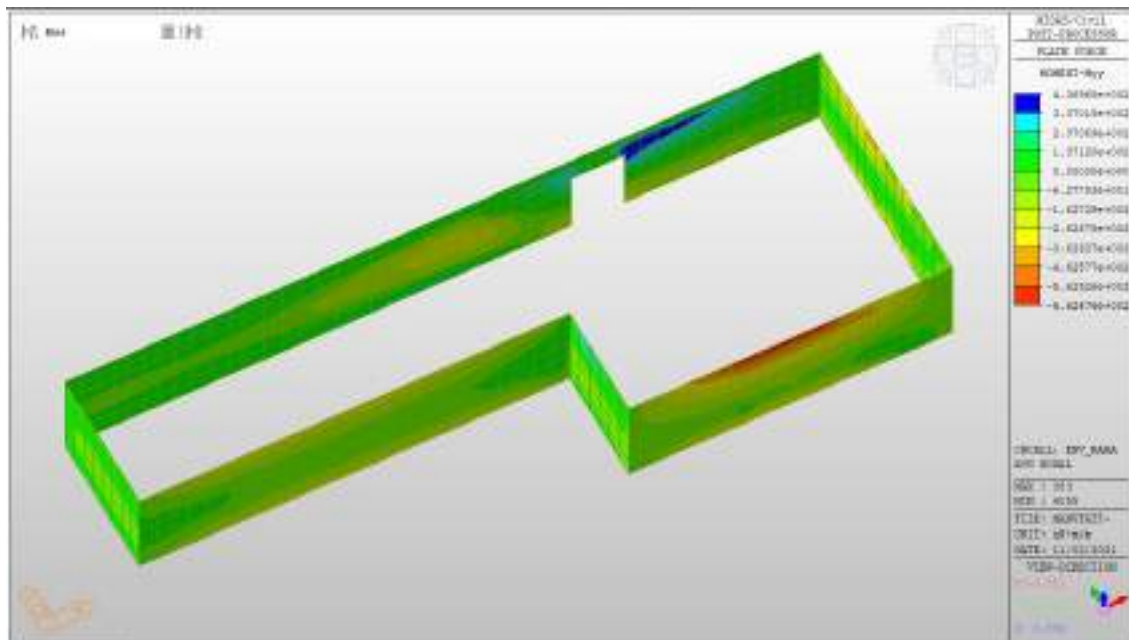
MXX max, RARA= +440 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

MXX min, RARA= -220 kNm/m



MYX max, RARA= +138 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

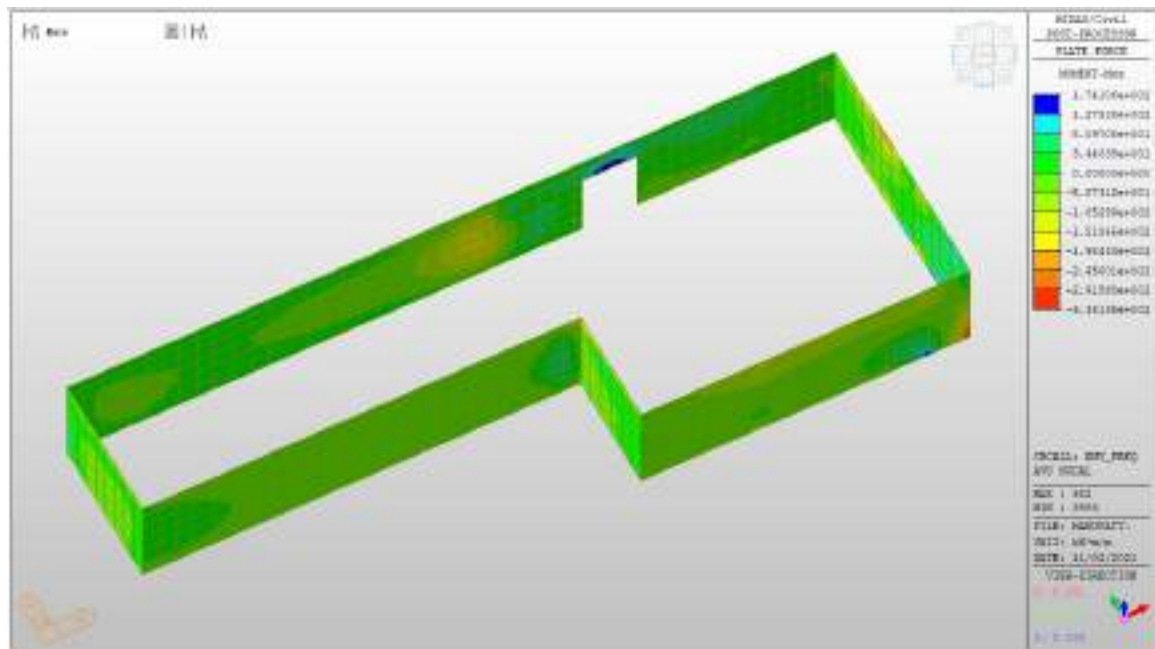
MYX min, RARA= -362 kNm/m



**Setti perimetrali livello -1 – Mappe sollecitazioni SLE - FREQUENTE**

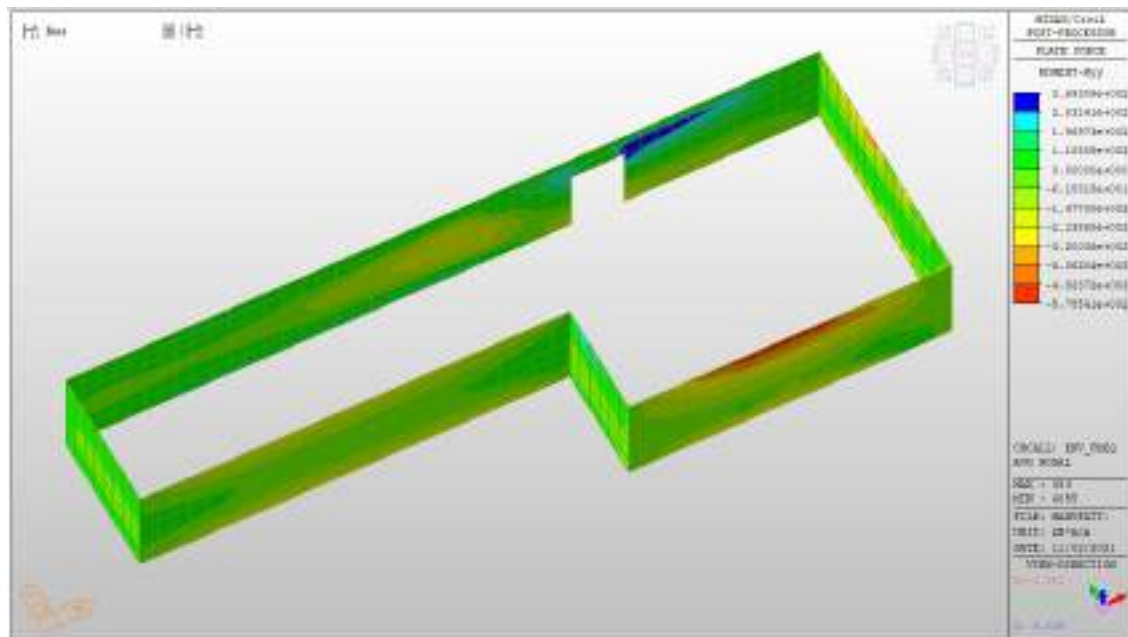
MXX max, Frequente= +36kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

MXX min, Frequente= -198kNm/m



MY max, Frequente= +110 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

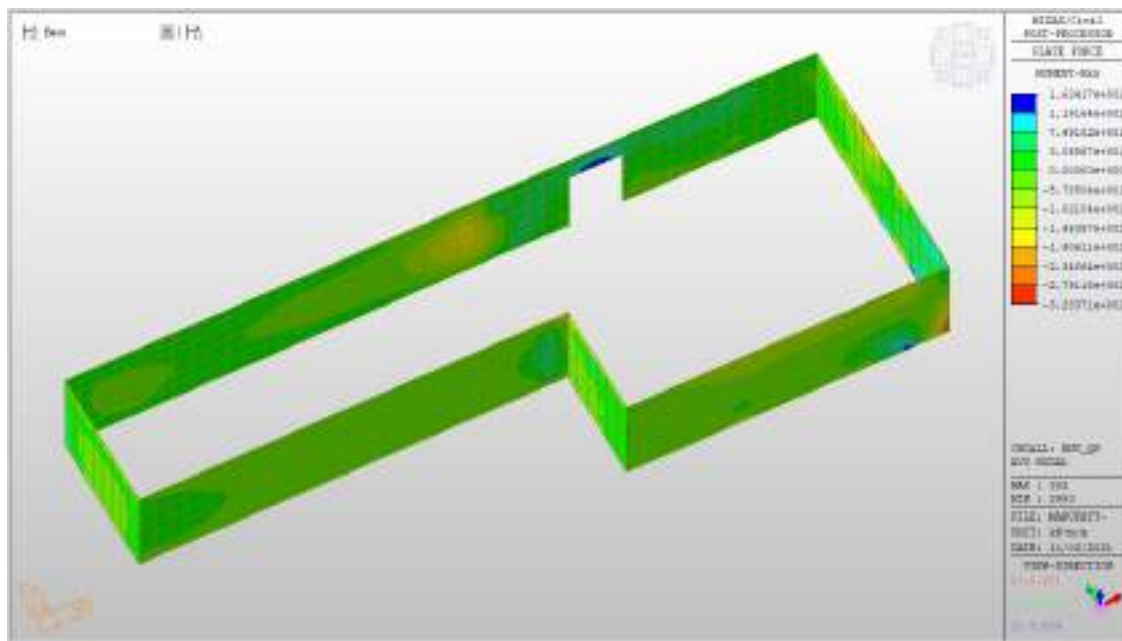
MY min, Frequente= -320 kNm/m



**Setti perimetrali livello -1 – Mappe sollecitazioni SLE – Quasi permanente**

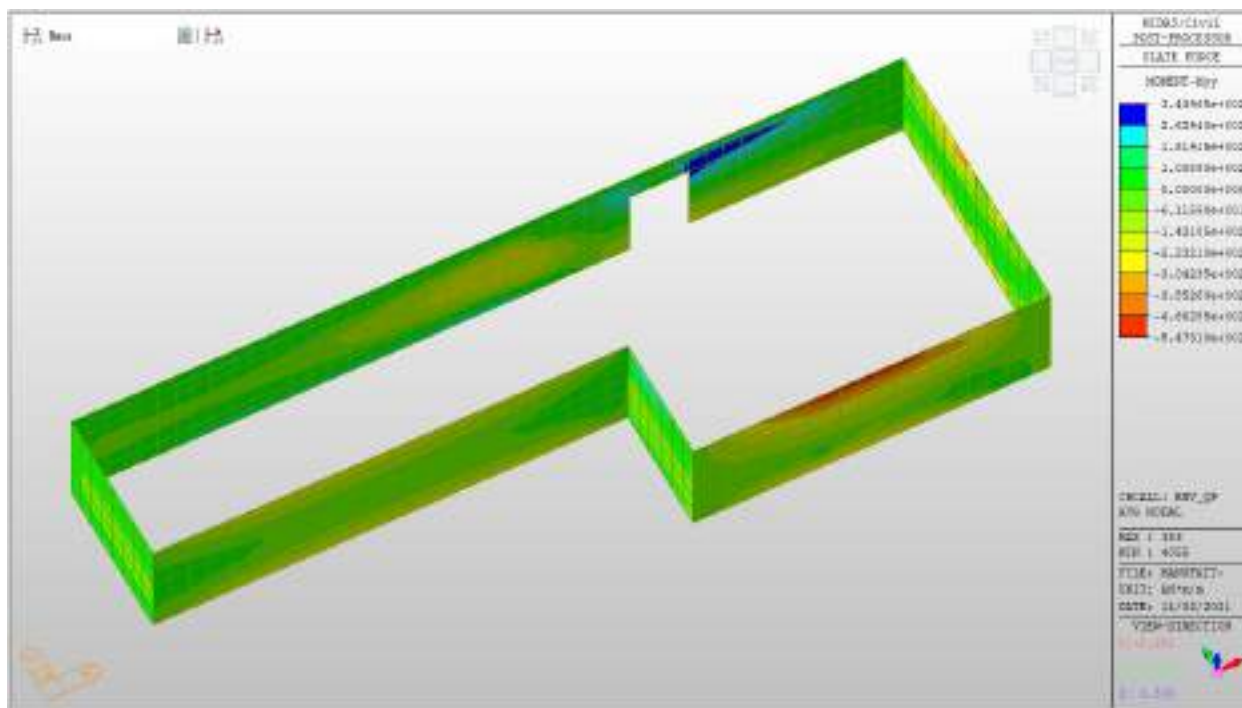
MXX max, QP= +30kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

MXX min, QP= -190kNm/m



MYY max, QP= +100kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

MYY min, QP= - 304kNm/m



## Verifiche

Si riportano di seguito le verifiche effettuate. La sezione risulta essere armata con 7 $\phi$ 24 al lembo superiore e 7 $\phi$ 24 al lembo inferiore in entrambe le direzioni.

Nelle zone di raffittimento la sezione risulta essere armata con 10 $\phi$ 24 al lembo superiore e 10 $\phi$ 24 al lembo inferiore in entrambe le direzioni.

### Verifica momento orizzontale MXX (armatura media sull'intera area)

#### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	100.0	cm
Barre inferiori:	7 $\phi$ 24	(31.7 cm <sup>2</sup> )
Barre superiori:	7 $\phi$ 24	(31.7 cm <sup>2</sup> )
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	5.0	cm

Coprif.Sup.(dal baric. barre): 5.0 cm

**ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)  
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione  
Vy Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale  
MT Momento torcente [kN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0.00	358.00	0.00	0.00
2	0.00	-696.00	0.00	0.00

**COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	440.00
2	0.00	-220.00

**COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	136.00 (635.94)
2	0.00	-198.00 (-635.94)

**COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	30.00 (635.94)
2	0.00	-190.00 (-635.94)

**RISULTATI DEL CALCOLO**

**Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate**

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 3.8 cm  
Interferro netto minimo barre longitudinali: 12.6 cm

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE**

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
N Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)  
Mx Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico  
N ult Sforzo normale ultimo [kN] nella sezione (positivo se di compress.)  
Mx ult Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico  
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult,Mx ult) e (N,Mx)  
Verifica positiva se tale rapporto risulta  $\geq 1.000$   
Yneuro Ordinata [cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X,Y,O sez.  
Mx sn. Momento flettente allo snervamento [kNm]  
x/d Rapp. di duttilità a rottura solo se N = 0 (travi)  
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	N ult	Mx ult	Mis.Sic.	Yn	M sn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	0.00	358.00	0.27	1138.19	3.179	94.1	1094.71	0.06	0.70	31.7 (17.0)

**ACEA ENGINEERING LABORATORIES RESEARCH INNOVATION SPA**

2 S 0.00 -696.00 0.27 -1138.19 1.635 5.9 -1094.71 0.06 0.70 31.7 (17.0)

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO**

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione  
 ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace  
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)  
 Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)  
 Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	-0.02190	100.0	0.00054	95.0	-0.05281	5.0
2	0.00350	-0.02190	0.0	0.00054	5.0	-0.05281	95.0

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
 Sc max Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa]  
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)  
 Sc min Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa]  
 Yc min Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)  
 Sf min Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [Mpa]  
 Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)  
 Dw Eff. Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre  
 Ac eff. Area di congl. [cm<sup>2</sup>] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)  
 As eff. Area Barre tese di acciaio [cm<sup>2</sup>] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)  
 D barre Distanza media in cm tra le barre tese efficaci utilizzata nel calcolo di fessurazione  
 (se Dbarre >14Ø viene posto Dbarre=14Ø nel calcolo di fess. [B.6.6.3 Circ. 252/96])



N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	3.31	100.0	0.00	77.2	-157.8	95.0	21.8	2180	31.7	15.0
2	S	1.66	0.0	0.00	22.8	-78.9	5.0	21.8	2180	31.7	15.0

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE**

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sclmax	Massima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [Mpa]
Sclmin	Minima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [Mpa]
Sc Eff	Tensione al limite dello spessore teso efficace nello STATO I [Mpa]
K3	Coeff. di normativa = $0,25 (Sclmin + ScEff)/(2 Sclmin)$
Beta12	Prodotto dei Coeff. di aderenza $Beta1 * Beta2$
Psi	$= 1 - Beta12 * (Ssr/Ss)^2 = 1 - Beta12 * (fctm/Sclmin)^2 = 1 - Beta12 * (Mfess/M)^2$ [B.6.6 DM96]
e sm	Deformazione unitaria media tra le fessure . Tra parentesi il valore minimo = $0.4 Ss/Es$
srm	Distanza media in mm tra le fessure
wk	Apertura delle fessure in mm = $1,7 * Eps * Sm$ . Tra parentesi è indicato il valore limite.
M fess.	Momento di prima fessurazione [kNm]

N°Comb	Ver	Sclmax	Sclmin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	2.14	-2.14	-12.1	0.196	1.00	0.400	0.000316 (0.000316)	235	0.126	635.94
2	S	1.07	-1.07	-6.0	0.196	1.00	0.400	0.000158 (0.000158)	235	0.063	-635.94

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	1.02	100.0	0.00	77.2	-48.8	95.0	21.8	2180	31.7	15.0
2	S	1.49	0.0	0.00	22.8	-71.0	5.0	21.8	2180	31.7	15.0

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE**

N°Comb	Ver	Sclmax	Sclmin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
--------	-----	--------	--------	--------	----	--------	-----	------	-----	----	---------

**ACEA ENGINEERING LABORATORIES RESEARCH INNOVATION SPA**

1	S	0.66	-0.66	-3.7	0.196	0.50	0.400	0.000098 (0.000098)	235	0.039 (0.30)	635.94
2	S	0.97	-0.97	-5.4	0.196	0.50	0.400	0.000142 (0.000142)	235	0.057 (0.30)	-635.94

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	0.23	100.0	0.00	76.7	-10.8	95.0	21.8	2180	31.7	15.0
2	S	1.43	0.0	0.00	22.8	-68.1	5.0	21.8	2180	31.7	15.0

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE**

N°Comb	Ver	Sclmax	Sclmin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	0.15	-0.15	-0.8	0.196	0.50	0.400	0.000022 (0.000022)	235	0.009 (0.20)	635.94
2	S	0.93	-0.93	-5.2	0.196	0.50	0.400	0.000136 (0.000136)	235	0.054 (0.20)	-635.94

**Verifica momento orizzontale MXX (armatura zone di raffittimento)**

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE**

Base:	100.0	cm
Altezza:	100.0	cm
Barre inferiori:	10Ø24	(45.2 cm²)
Barre superiori:	10Ø24	(45.2 cm²)
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	5.0	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	5.0	cm

**ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione

VY                      Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale  
MT                      Momento torcente [kN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0.00	612.00	0.00	0.00
2	0.00	-1016.00	0.00	0.00
3	0.00	968.00	0.00	0.00
4	0.00	-1494.00	0.00	0.00

### RISULTATI DEL CALCOLO

#### Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:      3.8 cm  
Interferro netto minimo barre longitudinali:      7.6 cm

### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver                      S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
N                        Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)  
Mx                      Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico  
N ult                    Sforzo normale ultimo [kN] nella sezione (positivo se di compress.)  
Mx ult                   Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico  
Mis.Sic.                Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult, Mx ult) e (N, Mx)  
                              Verifica positiva se tale rapporto risulta  $\geq 1.000$   
Yneutro                Ordinata [cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X,Y,O sez.  
Mx sn.                   Momento flettente allo snervamento [kNm]  
x/d                      Rapp. di duttilità a rottura solo se N = 0 (travi)  
C.Rid.                    Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	N ult	Mx ult	Mis.Sic.	Yn	M sn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	0.00	612.00	0.14	1615.88	2.640	93.4	1551.76	0.07	0.70	45.2 (17.0)
2	S	0.00	-1016.00	0.14	-1615.88	1.590	6.6	-1551.76	0.07	0.70	45.2 (17.0)
3	S	0.00	968.00	0.14	1615.88	1.669	93.4	1551.76	0.07	0.70	45.2 (17.0)

4 S 0.00 -1494.00 0.14 -1615.88 1.082 6.6 -1551.76 0.07 0.70 45.2 (17.0)

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO**

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione  
 ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace  
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)  
 Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)  
 Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	-0.01925	100.0	0.00085	95.0	-0.04692	5.0
2	0.00350	-0.01925	0.0	0.00085	5.0	-0.04692	95.0
3	0.00350	-0.01925	100.0	0.00085	95.0	-0.04692	5.0
4	0.00350	-0.01925	0.0	0.00085	5.0	-0.04692	95.0

**Verifica momento verticale MYY (armatura media sull'intera area)**

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE**

Base: 100.0 cm  
 Altezza: 100.0 cm  
 Barre inferiori: 7Ø24 (31.7 cm²)  
 Barre superiori: 7Ø24 (31.7 cm²)  
 Coprif.Inf.(dal baric. barre): 5.0 cm  
 Coprif.Sup.(dal baric. barre): 5.0 cm

**ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

**ACEA ENGINEERING LABORATORIES RESEARCH INNOVATION SPA**

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
VY	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale
MT	Momento torcente [kN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0.00	574.00	0.00	0.00
2	0.00	-1018.00	0.00	0.00

**COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx	Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	138.00
2	0.00	-362.00

**COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx	Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	110.00 (635.94)
2	0.00	-320.00 (-635.94)

**COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
---	---

**ACEA ENGINEERING LABORATORIES RESEARCH INNOVATION SPA**

Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	100.00 (635.94)
2	0.00	-304.00 (-635.94)

**RISULTATI DEL CALCOLO**

**Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate**

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 3.8 cm  
Interferro netto minimo barre longitudinali: 12.6 cm

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE**

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
N Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)  
Mx Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico  
N ult Sforzo normale ultimo [kN] nella sezione (positivo se di compress.)  
Mx ult Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico  
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult, Mx ult) e (N, Mx)  
Verifica positiva se tale rapporto risulta  $\geq 1.000$   
Yneuro Ordinata [cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X, Y, O sez.  
Mx sn. Momento flettente allo snervamento [kNm]  
x/d Rapp. di duttilità a rottura solo se N = 0 (travi)  
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	N ult	Mx ult	Mis.Sic.	Yn	M sn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	0.00	574.00	0.27	1138.19	1.983	94.1	1094.71	0.06	0.70	31.7 (17.0)
2	S	0.00	-1018.00	0.27	-1138.19	1.118	5.9	-1094.71	0.06	0.70	31.7 (17.0)

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO**

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	-0.02190	100.0	0.00054	95.0	-0.05281	5.0
2	0.00350	-0.02190	0.0	0.00054	5.0	-0.05281	95.0

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max	Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa]
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sc min	Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa]
Yc min	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [Mpa]
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Dw Eff.	Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff.	Area di congl. [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
As eff.	Area Barre tese di acciaio [cm <sup>2</sup> ] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
D barre	Distanza media in cm tra le barre tese efficaci utilizzata nel calcolo di fessurazione (se Dbarre >14Ø viene posto Dbarre=14Ø nel calcolo di fess. [B.6.6.3 Circ. 252/96])

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	1.04	100.0	0.00	77.2	-49.5	95.0	21.8	2180	31.7	15.0
2	S	2.73	0.0	0.00	22.8	-129.8	5.0	21.8	2180	31.7	15.0

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE**

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sclmax	Massima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [Mpa]
Sclmin	Minima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [Mpa]
Sc Eff	Tensione al limite dello spessore teso efficace nello STATO I [Mpa]
K3	Coeff. di normativa = 0,25 (Sclmin + ScEff)/(2 Sclmin)
Beta12	Prodotto dei Coeff. di aderenza Beta1*Beta2
Psi	= 1-Beta12*(Ssr/Ss) <sup>2</sup> = 1-Beta12*(fctm/Sclmin) <sup>2</sup> = 1-Beta12*(Mfess/M) <sup>2</sup> [B.6.6 DM96]
e sm	Deformazione unitaria media tra le fessure . Tra parentesi il valore minimo = 0.4 Ss/Es
srm	Distanza media in mm tra le fessure
wk	Apertura delle fessure in mm = 1,7*Eps*Srm. Tra parentesi è indicato il valore limite.
M fess.	Momento di prima fessurazione [kNm]

N°Comb	Ver	Sclmax	Sclmin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	0.67	-0.67	-3.8	0.196	1.00	0.400	0.000099 (0.000099)	235	0.040	635.94
2	S	1.76	-1.76	-10.0	0.196	1.00	0.400	0.000260 (0.000260)	235	0.104	-635.94

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	0.83	100.0	0.00	77.2	-39.5	95.0	21.8	2180	31.7	15.0
2	S	2.41	0.0	0.00	22.8	-114.8	5.0	21.8	2180	31.7	15.0

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE**

N°Comb	Ver	Sclmax	Sclmin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	0.54	-0.54	-3.0	0.196	0.50	0.400	0.000079 (0.000079)	235	0.032 (0.30)	635.94
2	S	1.56	-1.56	-8.8	0.196	0.50	0.400	0.000230 (0.000230)	235	0.092 (0.30)	-635.94

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**



N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	0.75	100.0	0.00	77.2	-35.9	95.0	21.8	2180	31.7	15.0
2	S	2.29	0.0	0.00	22.8	-109.0	5.0	21.8	2180	31.7	15.0

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE**

N°Comb	Ver	Sclmax	Sclmin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	0.49	-0.49	-2.7	0.196	0.50	0.400	0.000072 (0.000072)	235	0.029 (0.20)	635.94
2	S	1.48	-1.48	-8.4	0.196	0.50	0.400	0.000218 (0.000218)	235	0.087 (0.20)	-635.94

**Verifica momento verticale MYY (armatura zone di raffittimento)**

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE**

Base:	100.0	cm
Altezza:	100.0	cm
Barre inferiori:	10Ø24	(45.2 cm <sup>2</sup> )
Barre superiori:	10Ø24	(45.2 cm <sup>2</sup> )
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	5.0	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	5.0	cm

**ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
VY	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale
MT	Momento torcente [kN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
---------	---	----	----	----

**ACEA ENGINEERING LABORATORIES RESEARCH INNOVATION SPA**

1	0.00	612.00	0.00	0.00
2	0.00	-1016.00	0.00	0.00
3	0.00	968.00	0.00	0.00
4	0.00	-1494.00	0.00	0.00

**RISULTATI DEL CALCOLO**

**Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate**

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	3.8 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	7.6 cm

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE**

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico
N ult	Sforzo normale ultimo [kN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx ult	Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult,Mx ult) e (N,Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta $\geq 1.000$
Yneutro	Ordinata [cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X,Y,O sez.
Mx sn.	Momento flettente allo snervamento [kNm]
x/d	Rapp. di duttilità a rottura solo se N = 0 (travi)
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	N ult	Mx ult	Mis.Sic.	Yn	M sn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	0.00	612.00	0.14	1615.88	2.640	93.4	1551.76	0.07	0.70	45.2 (17.0)
2	S	0.00	-1016.00	0.14	-1615.88	1.590	6.6	-1551.76	0.07	0.70	45.2 (17.0)
3	S	0.00	968.00	0.14	1615.88	1.669	93.4	1551.76	0.07	0.70	45.2 (17.0)
4	S	0.00	-1494.00	0.14	-1615.88	1.082	6.6	-1551.76	0.07	0.70	45.2 (17.0)

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO**

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

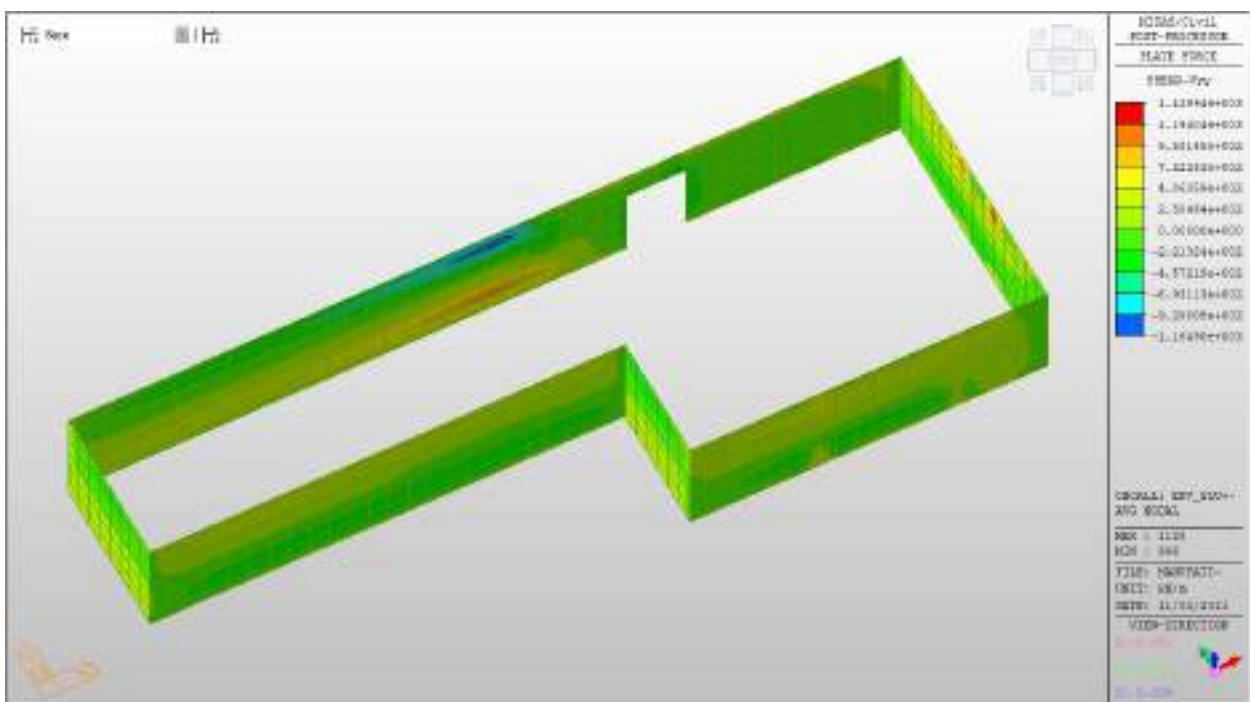
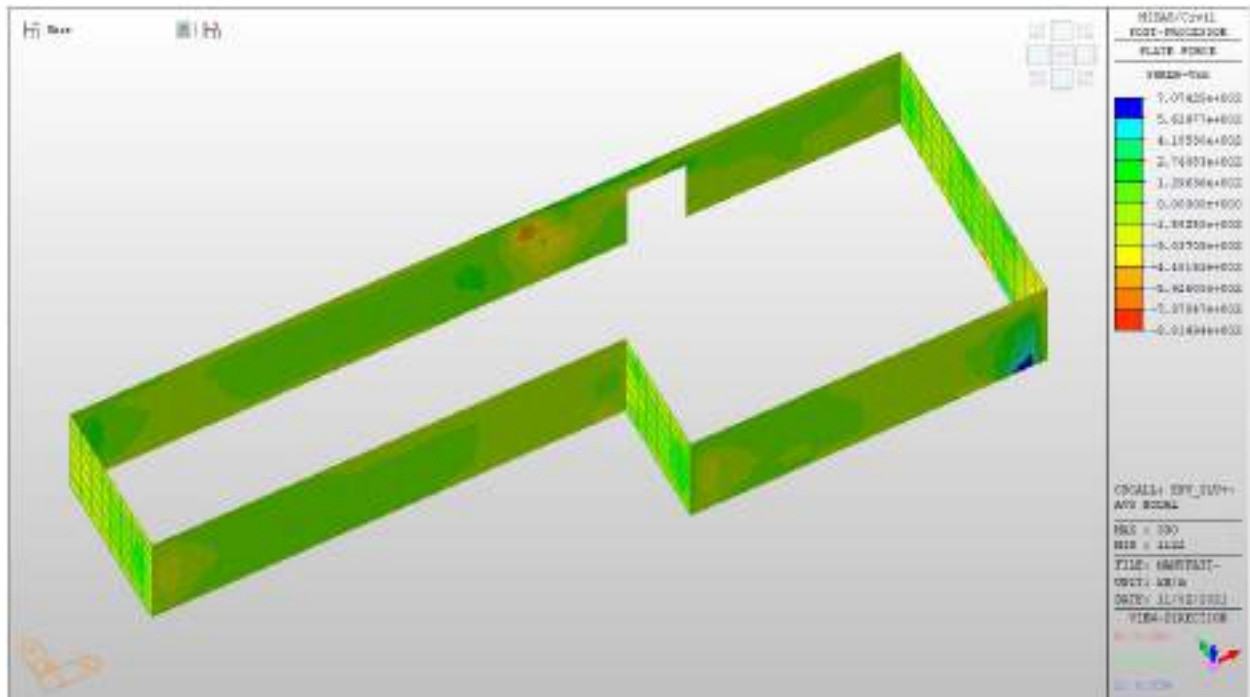
N°Comb	ec max	ec 3/7	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	-0.01925	100.0	0.00085	95.0	-0.04692	5.0
2	0.00350	-0.01925	0.0	0.00085	5.0	-0.04692	95.0
3	0.00350	-0.01925	100.0	0.00085	95.0	-0.04692	5.0
4	0.00350	-0.01925	0.0	0.00085	5.0	-0.04692	95.0

Nei confronti delle azioni di taglio, si dispongono nelle zone di incastro con i setti interni e con gli orizzontamenti, dove si hanno sollecitazioni maggiori, spilli  $\phi 10/200 \times 200$ .

Di seguito la verifica per la sollecitazione massima di taglio:

Taglio massimo

V MAX, SLV-SLU= 1430kN/m



**Verifica a taglio (SLU)**

<b>V<sub>ed</sub></b> =	<b>1430</b>	kN	Taglio agente verticale
H=	<b>1000</b>	mm	altezza sezione di calcolo
B <sub>c</sub> =	1000	mm	larghezza sezione di calcolo
CLS=	C32/40	-	classe del calcestruzzo
f <sub>ck</sub> =	30.7	N/mm <sup>2</sup>	resistenza caratteristica a compressione
f <sub>cd</sub> =	17.4	N/mm <sup>2</sup>	resistenza di progetto a compressione
c=	50	mm	copriferro
b <sub>st</sub> =	<b>5</b>	-	braccia delle staffe
Φ <sub>st</sub> =	<b>10</b>	mm	diametro staffe
s=	<b>200</b>	mm	passo staffe
A <sub>st</sub> =	393	mm <sup>2</sup>	area staffe
d=	950	mm	altezza utile sezione
ρ <sub>l</sub> =	0.00000	-	rapporto geometrico armatura longitudinale

**verifica sezione con armatura:**

α=	90	°	angolo di inclinazione delle staffe
θ=	22	°	inclinazione delle bielle compresse di cls
f' <sub>cd</sub> =	8.7	N/mm <sup>2</sup>	resistenza a compressione ridotta del cls d'anima
α <sub>c</sub> =	1.000	-	coefficiente maggiorativo per compressione
f <sub>yd</sub> =	391.3	N/mm <sup>2</sup>	resistenza a snervamento dell'acciaio
<b>V<sub>Rsd</sub></b> =	<b>1625.9</b>	<b>kN</b>	<b>taglio resistente relativo alle armature tese</b>
<b>V<sub>Rcd</sub></b> =	<b>2584.0</b>	<b>kN</b>	<b>taglio resistente relativo alle bielle compresse</b>
<b>V<sub>Rd</sub></b> =	<b>1625.9</b>	<b>kN</b>	<b>ok!</b>

**C.S. (V<sub>Rd</sub>/V<sub>ed,v</sub>)= 1.14**

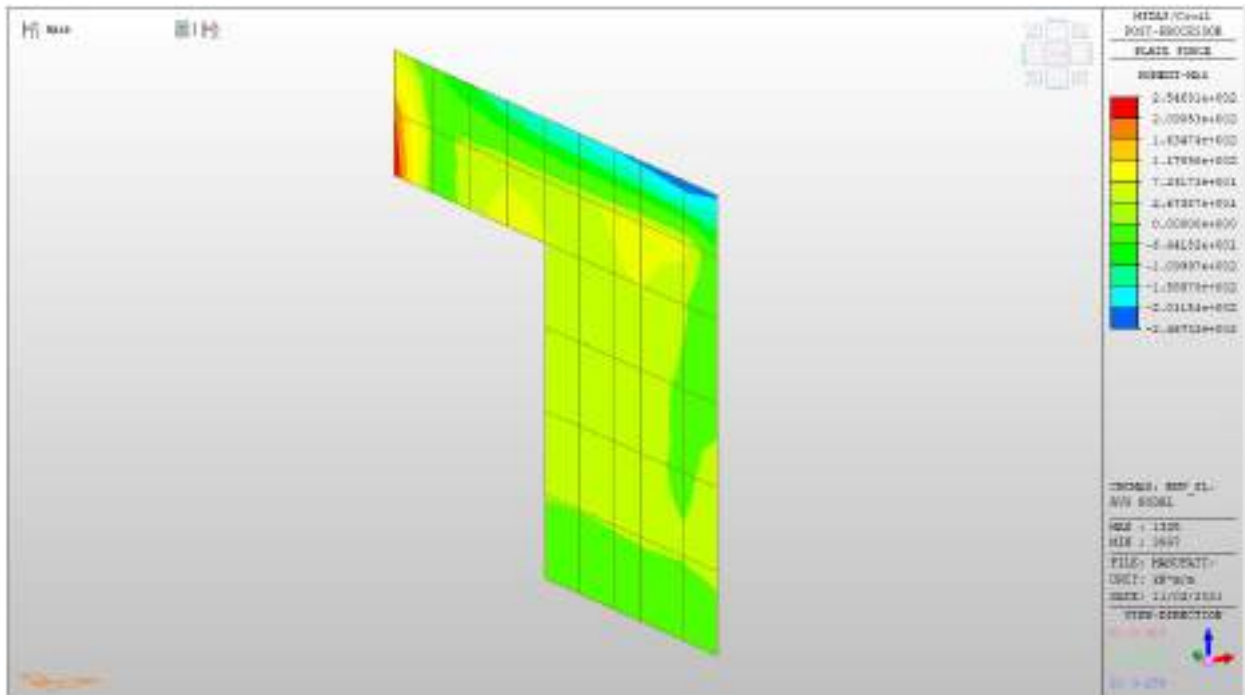
## Setti interni livello -1

### Setti interni livello - 1 – Mappe sollecitazioni SLU - SLV

Si riportano di seguito gli involuipi delle mappe delle sollecitazioni per le combinazioni allo stato limite ultimo (sismiche e statiche) e di esercizio per i setti interni posti al piano interrato.

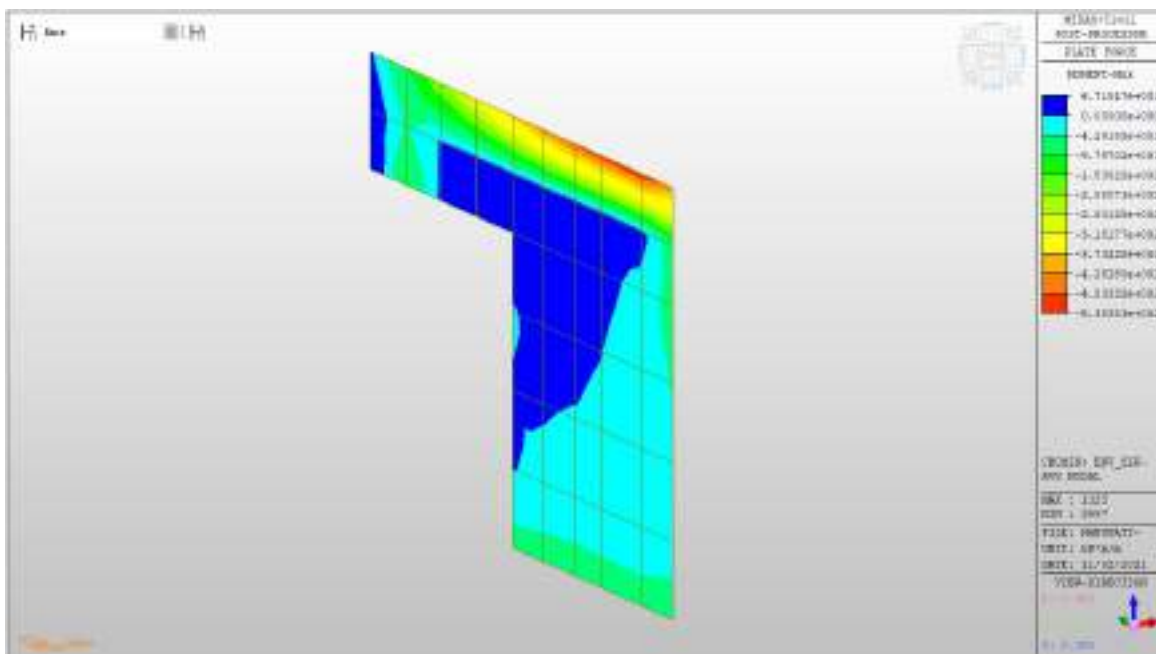
MXX max, SLV-SLU= +118 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

MXX max, SLV-SLU= +254 kNm/m (soll. di verifica armatura zone di raffittimento)



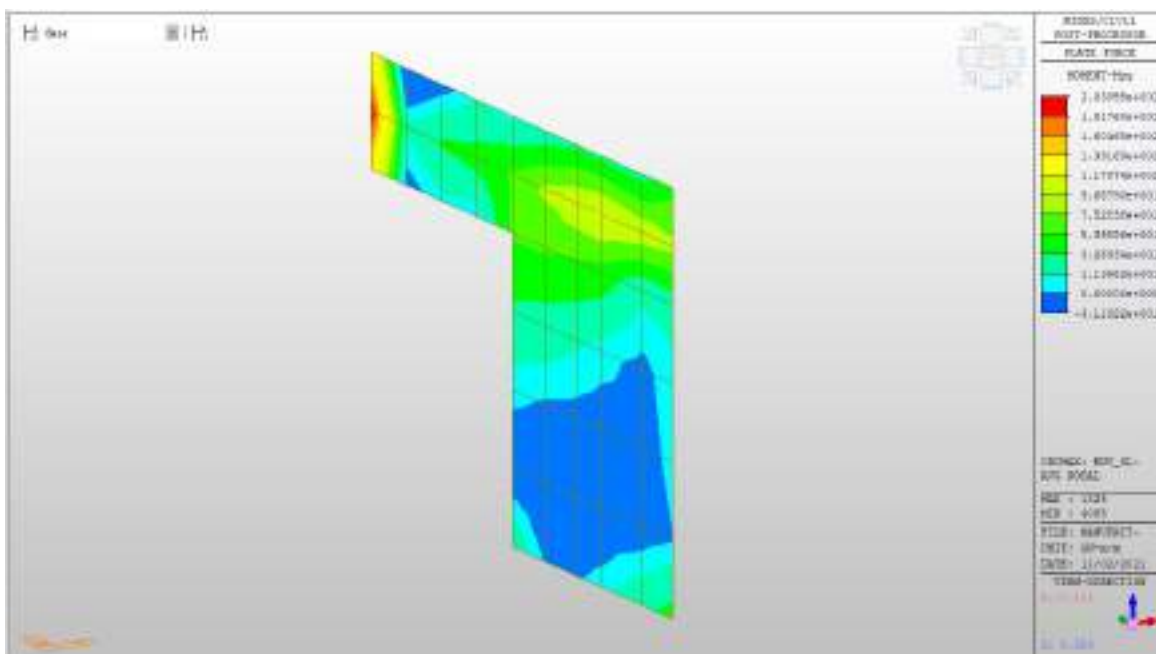
MXX min, SLV-SLU= -374 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

MXX min, SLV-SLU= -538 kNm/m (soll. di verifica armatura zone di raffittimento)



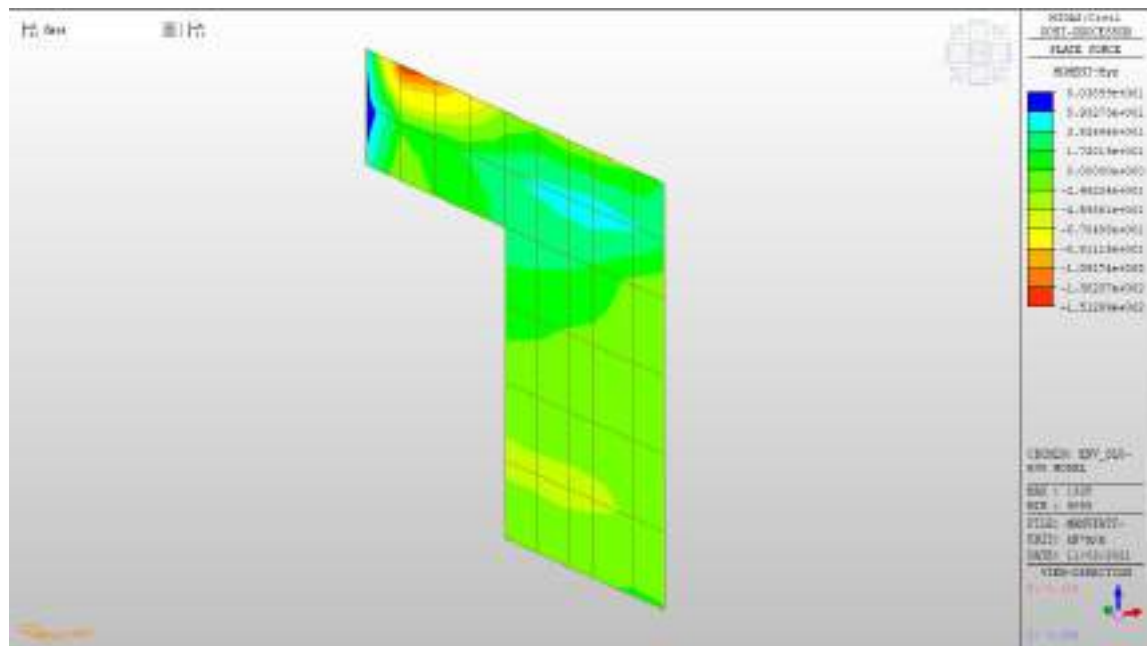
MYX max, SLV-SLU = +140 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull'intera area)

MYX max, SLV-SLU = +204 kNm/m (soll. di verifica armatura zone di raffittimento)



MYX min, SLV-SLU = -88kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

MYX min, SLV-SLU = -152 kNm/m (soll. di verifica armatura zone di raffittimento)

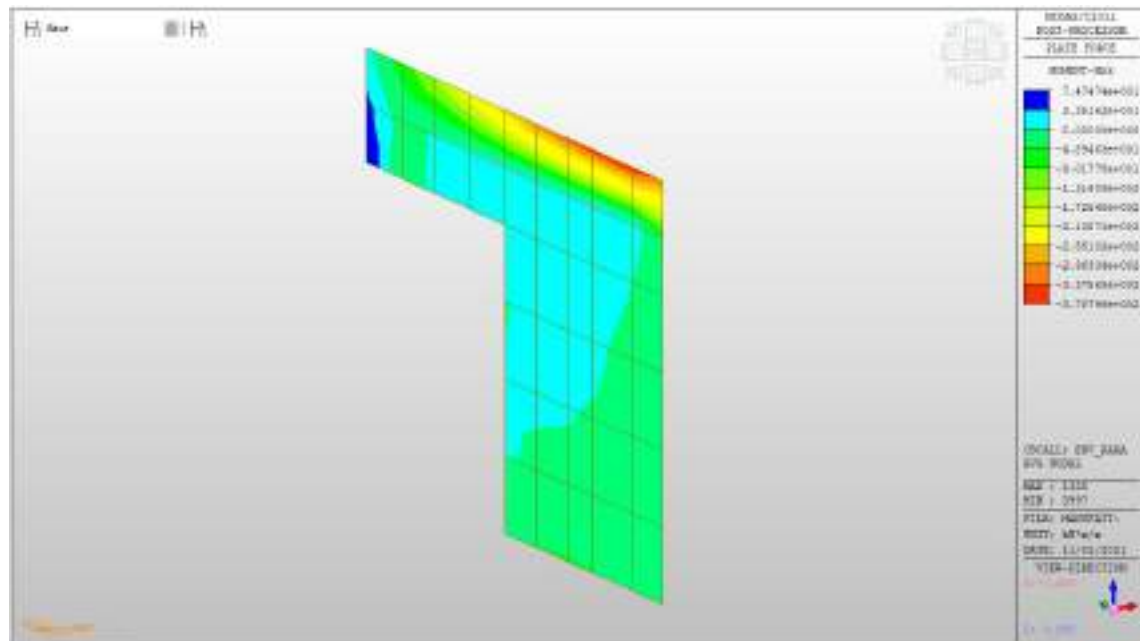


**Setti interni livello -1 – Mappe sollecitazioni SLE - RARA**

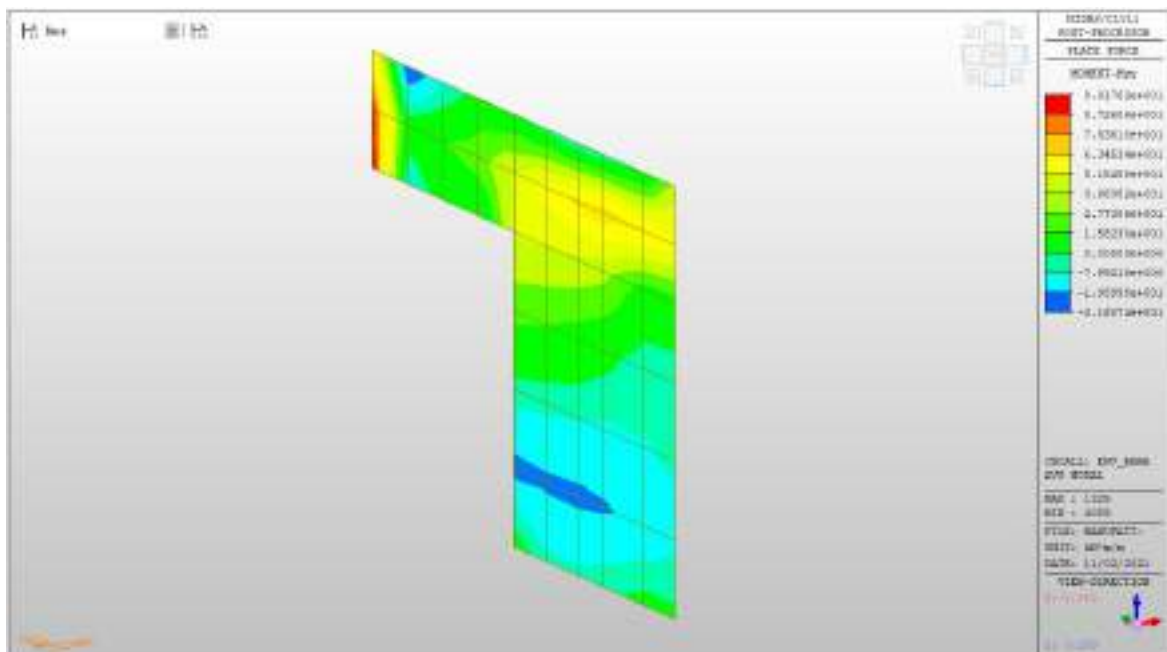
MXX max, RARA= +34 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

MXX min, RARA= -256 kNm/m



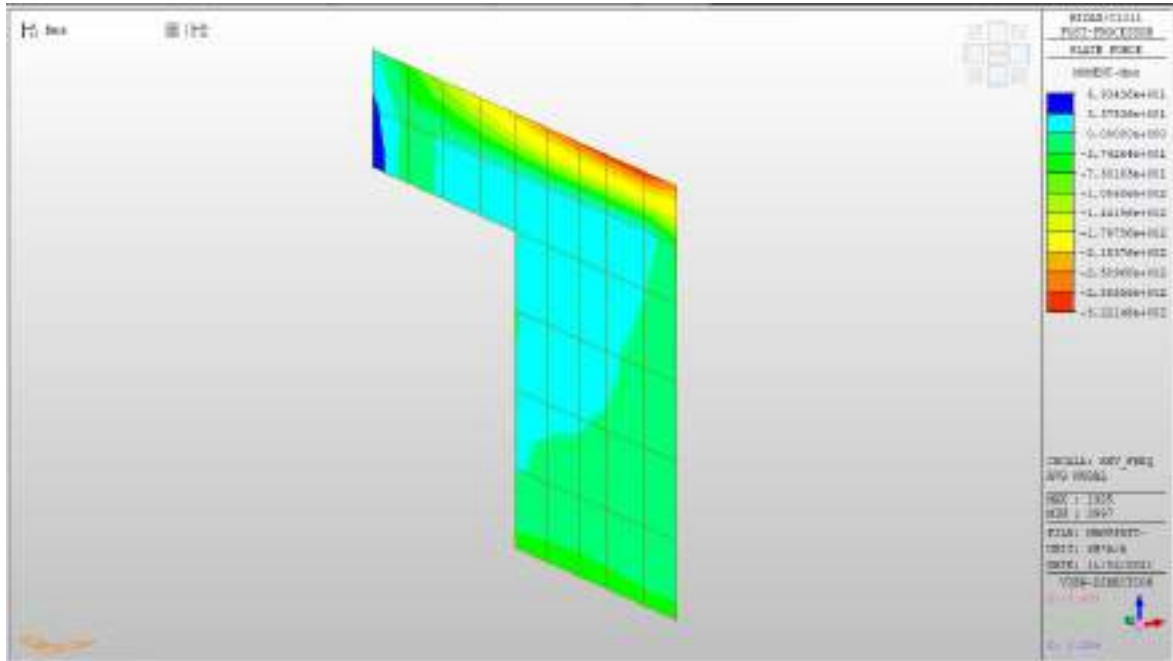


MYX max, RARA= +64 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)  
MYX min, RARA= -20kNm/m

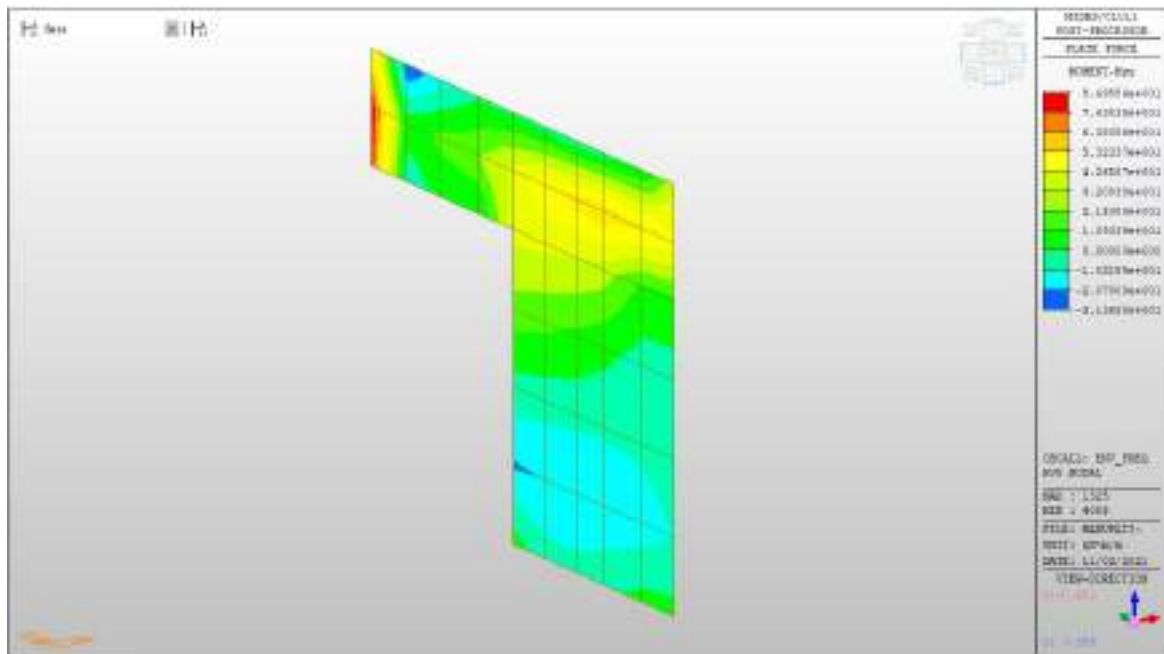


**Setti interni livello -1 – Mappe sollecitazioni SLE – FREQUENTE**

MXX max, Frequente= +34kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)  
 MXX min, Frequente= - 216kNm/m



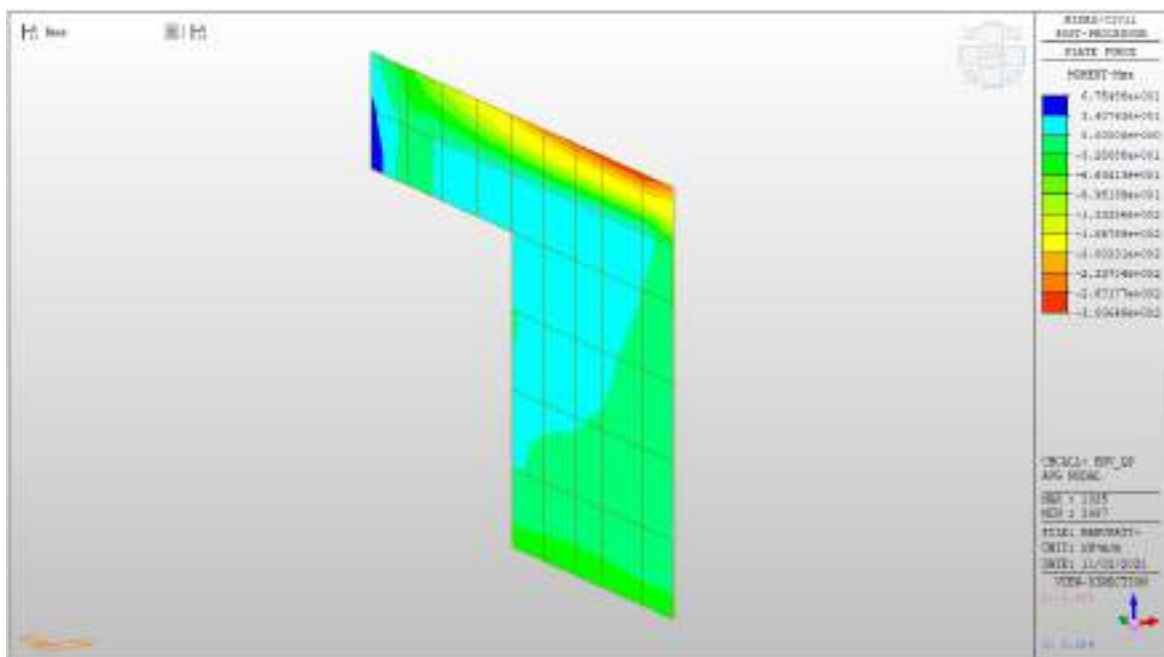
MYX max, Frequente= +54kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)  
 MYX min, Frequente= -20 kNm/m



**Setti interni livello -1 – Mappe sollecitazioni SLE – Quasi permanente**

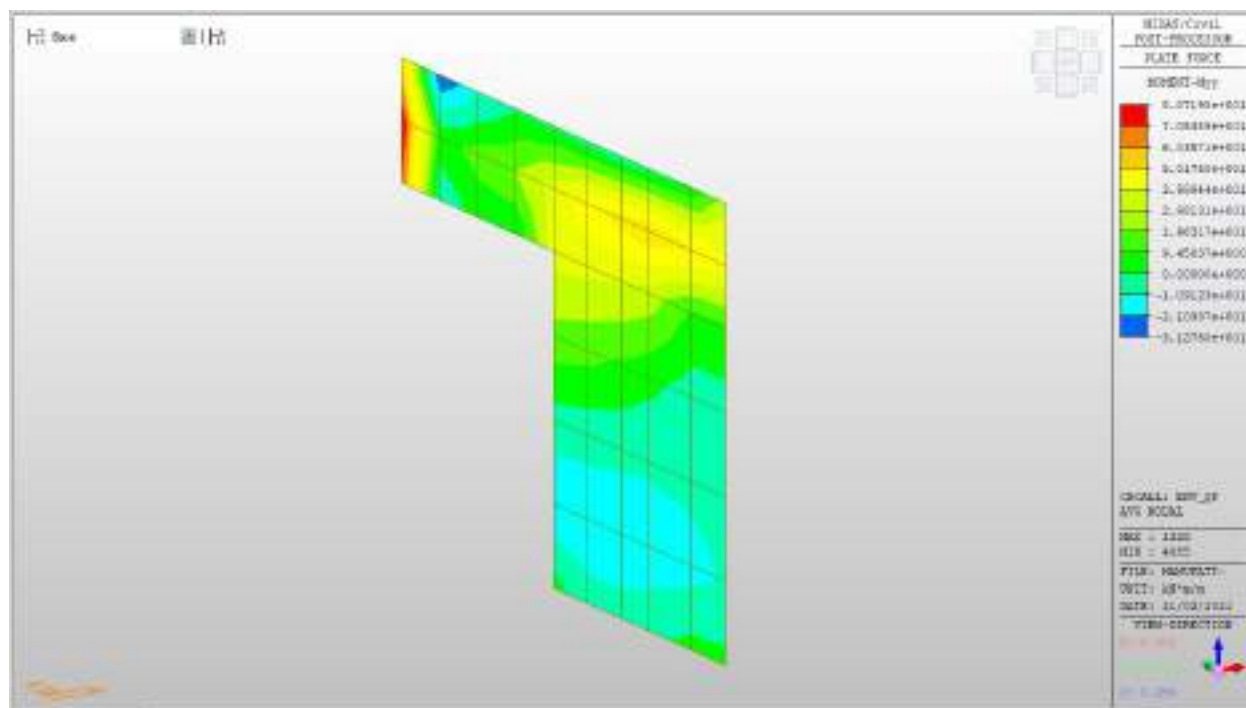
MXX max, QP= +34kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

MXX min, QP= -200kNm/m



MY max, QP= +50kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

MY min, QP= - 20kNm/m



## Verifiche

Si riportano di seguito le verifiche effettuate. La sezione risulta essere armata con 7 $\phi$ 22 al lembo superiore e 7 $\phi$ 22 al lembo inferiore in entrambe le direzioni.

Nelle zone di raffittimento la sezione risulta essere armata con 10 $\phi$ 22 al lembo superiore e 10 $\phi$ 22 al lembo inferiore in entrambe le direzioni.

### Verifica momento orizzontale MXX (armatura media sull’intera area)

#### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	60.0	cm

**ACEA ENGINEERING LABORATORIES RESEARCH INNOVATION SPA**

Barre inferiori:	7Ø22	(26.6 cm <sup>2</sup> )
Barre superiori:	7Ø22	(26.6 cm <sup>2</sup> )
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	5.0	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	5.0	cm

**ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
VY	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale
MT	Momento torcente [kN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0.00	118.00	0.00	0.00
2	0.00	-374.00	0.00	0.00

**COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx	Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	34.00
2	0.00	-256.00

**COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx	Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
---------	---	----

1	0.00	34.00 (237.56)
2	0.00	-216.00 (-237.56)

**COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)	
Mx	Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione	

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	34.00 (237.56)
2	0.00	-200.00 (-237.56)

**RISULTATI DEL CALCOLO**

**Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate**

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	3.9 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	12.8 cm

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE**

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico
N ult	Sforzo normale ultimo [kN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx ult	Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult, Mx ult) e (N, Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta $\geq 1.000$
Yneutro	Ordinata [cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X,Y,O sez.
Mx sn.	Momento flettente allo snervamento [kNm]
x/d	Rapp. di duttilità a rottura solo se N = 0 (travi)
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]

**ACEA ENGINEERING LABORATORIES RESEARCH INNOVATION SPA**

N°Comb	Ver	N	Mx	N ult	Mx ult	Mis.Sic.	Yn	M sn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	0.00	118.00	-0.05	543.33	4.605	54.4	521.53	0.10	0.70	26.6 (9.9)
2	S	0.00	-374.00	-0.05	-543.33	1.453	5.6	-521.53	0.10	0.70	26.6 (9.9)

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO**

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	-0.01265	60.0	0.00036	55.0	-0.03104	5.0
2	0.00350	-0.01265	0.0	0.00036	5.0	-0.03104	55.0

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max	Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa]
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sc min	Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa]
Yc min	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [Mpa]
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Dw Eff.	Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff.	Area di congl. [cm²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)

**ACEA ENGINEERING LABORATORIES RESEARCH INNOVATION SPA**

As eff. Area Barre tese di acciaio [cm<sup>2</sup>] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)  
 D barre Distanza media in cm tra le barre tese efficaci utilizzata nel calcolo di fessurazione  
 (se Dbarre >14Ø viene posto Dbarre=14Ø nel calcolo di fess. [B.6.6.3 Circ. 252/96])

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	0.66	60.0	0.00	44.5	-25.6	55.0	20.4	2040	26.6	15.0
2	S	4.96	0.0	0.00	15.3	-192.7	5.0	20.4	2040	26.6	15.0

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE**

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
 Sclmax Massima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [Mpa]  
 Sclmin Minima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [Mpa]  
 Sc Eff Tensione al limite dello spessore teso efficace nello STATO I [Mpa]  
 K3 Coeff. di normativa = 0,25 (Sclmin + ScEff)/(2 Sclmin)  
 Beta12 Prodotto dei Coeff. di aderenza Beta1\*Beta2  
 Psi = 1-Beta12\*(Ssr/Ss)<sup>2</sup> = 1-Beta12\*(fctm/Sclmin)<sup>2</sup> = 1-Beta12\*(Mfess/M)<sup>2</sup> [B.6.6 DM96]  
 e sm Deformazione unitaria media tra le fessure . Tra parentesi il valore minimo = 0.4 Ss/Es  
 srm Distanza media in mm tra le fessure  
 wk Apertura delle fessure in mm = 1,7\*Eps\*Sm. Tra parentesi è indicato il valore limite.  
 M fess. Momento di prima fessurazione [kNm]

N°Comb	Ver	Sclmax	Sclmin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	0.44	-0.44	-1.4	0.165	1.00	0.400	0.000051 (0.000051)	219	0.019	237.56
2	S	3.34	-3.34	-10.7	0.165	1.00	0.400	0.000385 (0.000385)	219	0.144	-237.56

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	0.66	60.0	0.00	44.5	-25.6	55.0	20.4	2040	26.6	15.0
2	S	4.18	0.0	0.00	15.3	-162.6	5.0	20.4	2040	26.6	15.0

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE**



**ACEA ENGINEERING LABORATORIES RESEARCH INNOVATION SPA**

N°Comb	Ver	ScI max	ScI min	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	0.44	-0.44	-1.4	0.165	0.50	0.400	0.000051 (0.000051)	219	0.019 (0.30)	237.56
2	S	2.82	-2.82	-9.0	0.165	0.50	0.400	0.000325 (0.000325)	219	0.121 (0.30)	-237.56

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	0.66	60.0	0.00	44.5	-25.6	55.0	20.4	2040	26.6	15.0
2	S	3.87	0.0	0.00	15.3	-150.6	5.0	20.4	2040	26.6	15.0

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE**

N°Comb	Ver	ScI max	ScI min	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	0.44	-0.44	-1.4	0.165	0.50	0.400	0.000051 (0.000051)	219	0.019 (0.20)	237.56
2	S	2.61	-2.61	-8.4	0.165	0.50	0.400	0.000301 (0.000301)	219	0.112 (0.20)	-237.56

**Verifica momento orizzontale MXX (armatura zone di raffittimento)**

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE**

Base:	100.0	cm
Altezza:	60.0	cm
Barre inferiori:	10Ø22	(38.0 cm <sup>2</sup> )
Barre superiori:	10Ø22	(38.0 cm <sup>2</sup> )
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	5.0	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	5.0	cm

**ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
Vy	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale
MT	Momento torcente [kN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0.00	254.00	0.00	0.00
2	0.00	-538.00	0.00	0.00
3	0.00	204.00	0.00	0.00
4	0.00	-152.00	0.00	0.00

#### RISULTATI DEL CALCOLO

##### Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	3.9 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	7.8 cm

#### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico
N ult	Sforzo normale ultimo [kN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx ult	Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult, Mx ult) e (N, Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta $\geq 1.000$
Yneutro	Ordinata [cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X, Y, O sez.
Mx sn.	Momento flettente allo snervamento [kNm]
x/d	Rapp. di duttilità a rottura solo se N = 0 (travi)
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	N ult	Mx ult	Mis.Sic.	Yn	M sn	x/d	C.Rid.	As Tesa
--------	-----	---	----	-------	--------	----------	----	------	-----	--------	---------

**ACEA ENGINEERING LABORATORIES RESEARCH INNOVATION SPA**

1	S	0.00	254.00	0.10	766.60	3.018	53.7	737.54	0.11	0.70	38.0 (9.9)
2	S	0.00	-538.00	0.10	-766.60	1.425	6.3	-737.54	0.11	0.70	38.0 (9.9)
3	S	0.00	204.00	0.10	766.60	3.758	53.7	737.54	0.11	0.70	38.0 (9.9)
4	S	0.00	-152.00	0.10	-766.60	5.043	6.3	-737.54	0.11	0.70	38.0 (9.9)

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO**

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	-0.01087	60.0	0.00071	55.0	-0.02724	5.0
2	0.00350	-0.01087	0.0	0.00071	5.0	-0.02724	55.0
3	0.00350	-0.01087	60.0	0.00071	55.0	-0.02724	5.0
4	0.00350	-0.01087	0.0	0.00071	5.0	-0.02724	55.0

**Verifica momento verticale MYY (armatura media sull'intera area)**

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE**

Base:	100.0	cm
Altezza:	60.0	cm
Barre inferiori:	7Ø22	(26.6 cm <sup>2</sup> )
Barre superiori:	7Ø22	(26.6 cm <sup>2</sup> )
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	5.0	cm

Coprif.Sup.(dal baric. barre): 5.0 cm

**ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)  
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione  
Vy Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale  
MT Momento torcente [kN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0.00	140.00	0.00	0.00
2	0.00	-88.00	0.00	0.00

**COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	64.00
2	0.00	-20.00

**COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	54.00 (237.56)
2	0.00	-20.00 (-237.56)

**COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	50.00 (237.56)
2	0.00	-20.00 (-237.56)

**RISULTATI DEL CALCOLO**

**Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate**

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 3.9 cm  
Interferro netto minimo barre longitudinali: 12.8 cm

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE**

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
N Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)  
Mx Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico  
N ult Sforzo normale ultimo [kN] nella sezione (positivo se di compress.)  
Mx ult Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico  
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult,Mx ult) e (N,Mx)  
Verifica positiva se tale rapporto risulta  $\geq 1.000$   
Yneutro Ordinata [cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X,Y,O sez.  
Mx sn. Momento flettente allo snervamento [kNm]  
x/d Rapp. di duttilità a rottura solo se N = 0 (travi)  
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	N ult	Mx ult	Mis.Sic.	Yn	M sn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	0.00	140.00	-0.05	543.33	3.881	54.4	521.53	0.10	0.70	26.6 (9.9)

2 S 0.00 -88.00 -0.05 -543.33 6.174 5.6 -521.53 0.10 0.70 26.6 (9.9)

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO**

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione  
 ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace  
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)  
 Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)  
 Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	-0.01265	60.0	0.00036	55.0	-0.03104	5.0
2	0.00350	-0.01265	0.0	0.00036	5.0	-0.03104	55.0

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
 Sc max Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa]  
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)  
 Sc min Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa]  
 Yc min Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)  
 Sf min Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [Mpa]  
 Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)  
 Dw Eff. Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre  
 Ac eff. Area di congl. [cm<sup>2</sup>] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)  
 As eff. Area Barre tese di acciaio [cm<sup>2</sup>] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)  
 D barre Distanza media in cm tra le barre tese efficaci utilizzata nel calcolo di fessurazione  
 (se Dbarre >14Ø viene posto Dbarre=14Ø nel calcolo di fess. [B.6.6.3 Circ. 252/96])

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	1.24	60.0	0.00	44.7	-48.2	55.0	20.4	2040	26.6	15.0
2	S	0.39	0.0	0.00	15.5	-15.1	5.0	20.4	2040	26.6	15.0

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE**

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sclmax	Massima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [Mpa]
Sclmin	Minima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [Mpa]
Sc Eff	Tensione al limite dello spessore teso efficace nello STATO I [Mpa]
K3	Coeff. di normativa = $0,25 (Sclmin + ScEff)/(2 Sclmin)$
Beta12	Prodotto dei Coeff. di aderenza $Beta1 * Beta2$
Psi	$= 1 - Beta12 * (Ssr/Ss)^2 = 1 - Beta12 * (fctm/Sclmin)^2 = 1 - Beta12 * (Mfess/M)^2$ [B.6.6 DM96]
e sm	Deformazione unitaria media tra le fessure . Tra parentesi il valore minimo = $0.4 Ss/Es$
srm	Distanza media in mm tra le fessure
wk	Apertura delle fessure in mm = $1,7 * Eps * Srm$ . Tra parentesi è indicato il valore limite.
M fess.	Momento di prima fessurazione [kNm]

N°Comb	Ver	Sclmax	Sclmin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	0.84	-0.84	-2.7	0.165	1.00	0.400	0.000096 (0.000096)	219	0.036	237.56
2	S	0.26	-0.26	-0.8	0.165	1.00	0.400	0.000030 (0.000030)	219	0.011	-237.56

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	1.06	60.0	0.00	44.5	-40.6	55.0	20.4	2040	26.6	15.0
2	S	0.39	0.0	0.00	15.5	-15.1	5.0	20.4	2040	26.6	15.0

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE**

N°Comb	Ver	Sclmax	Sclmin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
--------	-----	--------	--------	--------	----	--------	-----	------	-----	----	---------

**ACEA ENGINEERING LABORATORIES RESEARCH INNOVATION SPA**

1	S	0.70	-0.70	-2.3	0.165	0.50	0.400	0.000081 (0.000081)	219	0.030 (0.30)	237.56
2	S	0.26	-0.26	-0.8	0.165	0.50	0.400	0.000030 (0.000030)	219	0.011 (0.30)	-237.56

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	0.98	60.0	0.00	44.5	-37.6	55.0	20.4	2040	26.6	15.0
2	S	0.39	0.0	0.00	15.5	-15.1	5.0	20.4	2040	26.6	15.0

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE**

N°Comb	Ver	Sclmax	Sclmin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	0.65	-0.65	-2.1	0.165	0.50	0.400	0.000075 (0.000075)	219	0.028 (0.20)	237.56
2	S	0.26	-0.26	-0.8	0.165	0.50	0.400	0.000030 (0.000030)	219	0.011 (0.20)	-237.56

**Verifica momento verticale MYY (armatura zone di raffittimento)**

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE**

Base:	100.0	cm
Altezza:	60.0	cm
Barre inferiori:	10Ø22	(38.0 cm²)
Barre superiori:	10Ø22	(38.0 cm²)
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	5.0	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	5.0	cm

**ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione



VY                      Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale  
MT                      Momento torcente [kN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0.00	254.00	0.00	0.00
2	0.00	-538.00	0.00	0.00
3	0.00	204.00	0.00	0.00
4	0.00	-152.00	0.00	0.00

### RISULTATI DEL CALCOLO

#### Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:      3.9 cm  
Interferro netto minimo barre longitudinali:      7.8 cm

### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver                      S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
N                        Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)  
Mx                      Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico  
N ult                    Sforzo normale ultimo [kN] nella sezione (positivo se di compress.)  
Mx ult                   Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico  
Mis.Sic.                Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult, Mx ult) e (N, Mx)  
                              Verifica positiva se tale rapporto risulta  $\geq 1.000$   
Yneutro                Ordinata [cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X,Y,O sez.  
Mx sn.                   Momento flettente allo snervamento [kNm]  
x/d                      Rapp. di duttilità a rottura solo se N = 0 (travi)  
C.Rid.                    Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	N ult	Mx ult	Mis.Sic.	Yn	M sn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	0.00	254.00	0.10	766.60	3.018	53.7	737.54	0.11	0.70	38.0 (9.9)
2	S	0.00	-538.00	0.10	-766.60	1.425	6.3	-737.54	0.11	0.70	38.0 (9.9)
3	S	0.00	204.00	0.10	766.60	3.758	53.7	737.54	0.11	0.70	38.0 (9.9)

4 S 0.00 -152.00 0.10 -766.60 5.043 6.3 -737.54 0.11 0.70 38.0 (9.9)

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO**

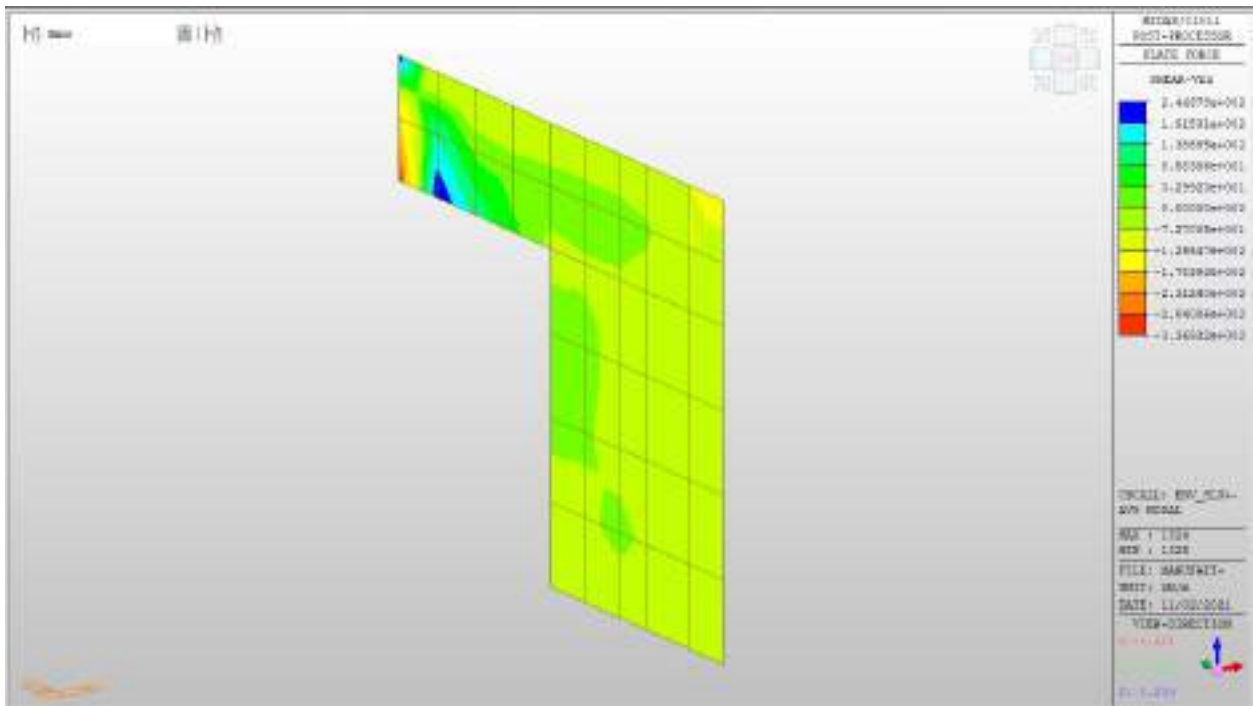
ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

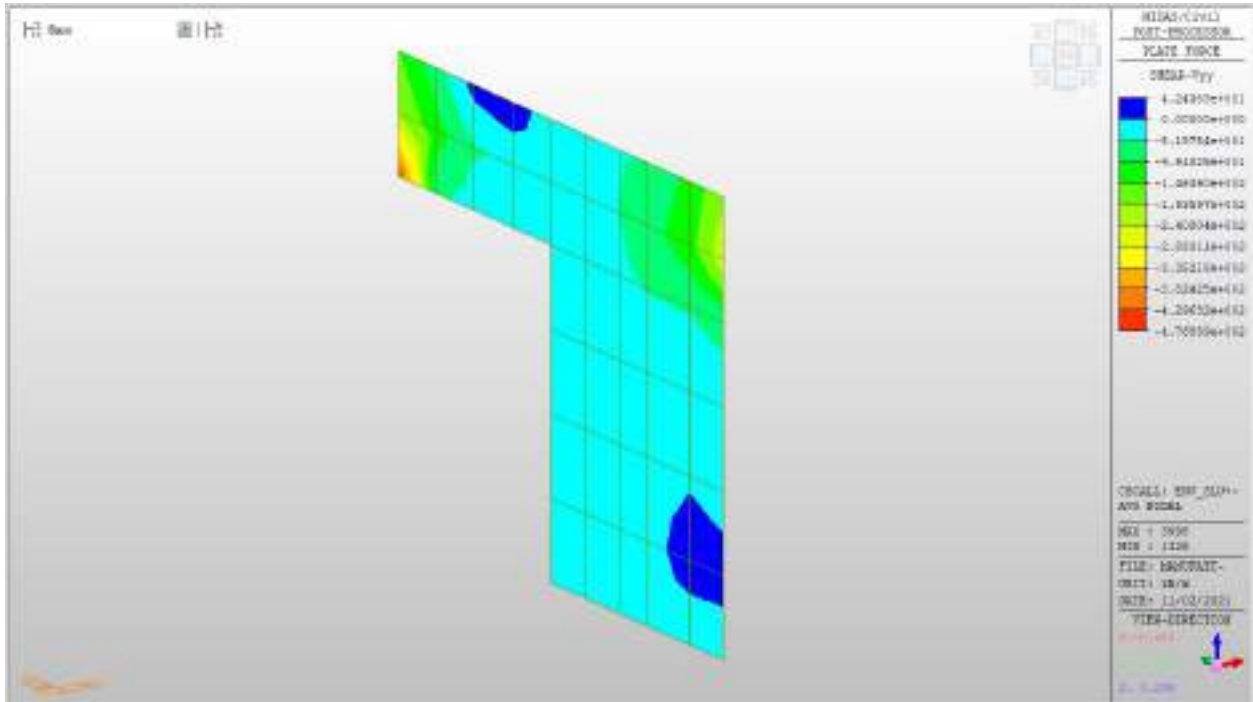
N°Comb	ec max	ec 3/7	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	-0.01087	60.0	0.00071	55.0	-0.02724	5.0
2	0.00350	-0.01087	0.0	0.00071	5.0	-0.02724	55.0
3	0.00350	-0.01087	60.0	0.00071	55.0	-0.02724	5.0
4	0.00350	-0.01087	0.0	0.00071	5.0	-0.02724	55.0

Nei confronti delle azioni di taglio, si dispongono nelle zone a ridosso dei setti dove si hanno sollecitazioni maggiori, spilli  $\phi 10/200 \times 200$ . Di seguito la verifica per la sollecitazione massima di taglio:

Taglio massimo

V MAX, SLV-SLU= 476 kN/m





**Verifica a taglio (SLU)**

$V_{ed} =$	<b>476</b>	kN	Taglio agente verticale
$H =$	<b>600</b>	mm	altezza sezione di calcolo
$B_c =$	1000	mm	larghezza sezione di calcolo
CLS =	C32/40	-	classe del calcestruzzo
$f_{ck} =$	30.7	N/mm <sup>2</sup>	resistenza caratteristica a compressione
$f_{cd} =$	17.4	N/mm <sup>2</sup>	resistenza di progetto a compressione
$c =$	50	mm	copriferro
$b_{st} =$	<b>5</b>	-	braccia delle staffe
$\Phi_{st} =$	<b>10</b>	mm	diametro staffe
$s =$	<b>200</b>	mm	passo staffe
$A_{st} =$	393	mm <sup>2</sup>	area staffe
$d =$	550	mm	altezza utile sezione
$\rho_l =$	0.00000	-	rapporto geometrico armatura longitudinale

**verifica sezione con armatura:**

$\alpha =$	90	°	angolo di inclinazione delle staffe
$\theta =$	22	°	inclinazione delle bielle compresse di cls
$f'_{cd} =$	8.7	N/mm <sup>2</sup>	resistenza a compressione ridotta del cls d'anima
$\alpha_c =$	1.000	-	coefficiente maggiorativo per compressione
$f_{yd} =$	391.3	N/mm <sup>2</sup>	resistenza a snervamento dell'acciaio
$V_{Rsd} =$	<b>941.3</b>	<b>kN</b>	<b>taglio resistente relativo alle armature tese</b>
$V_{Rcd} =$	<b>1496.0</b>	<b>kN</b>	<b>taglio resistente relativo alle bielle compresse</b>
$V_{Rd} =$	<b>941.3</b>	<b>kN</b>	<b>ok!</b>

**C.S. ( $V_{Rd}/V_{ed,v}$ ) = 1.98**

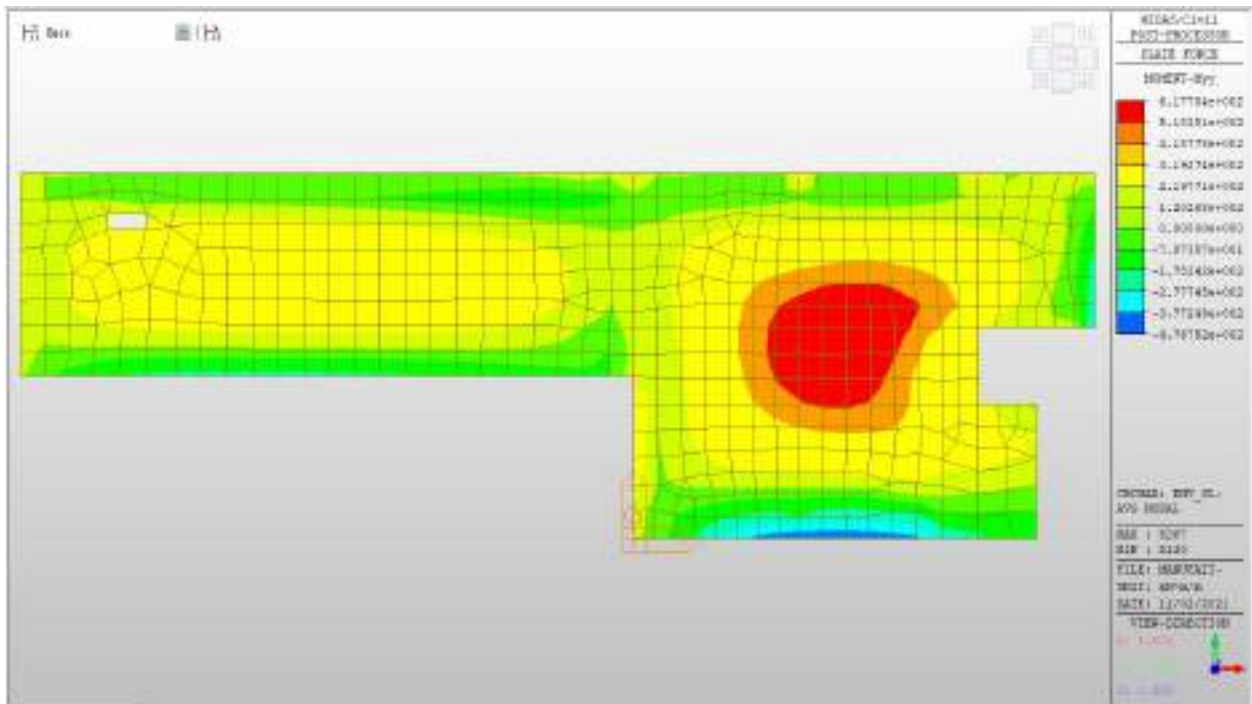
**Solaio a quota p.c.**

**Solaio a quota p.c. – Mappe sollecitazioni SLU - SLV**

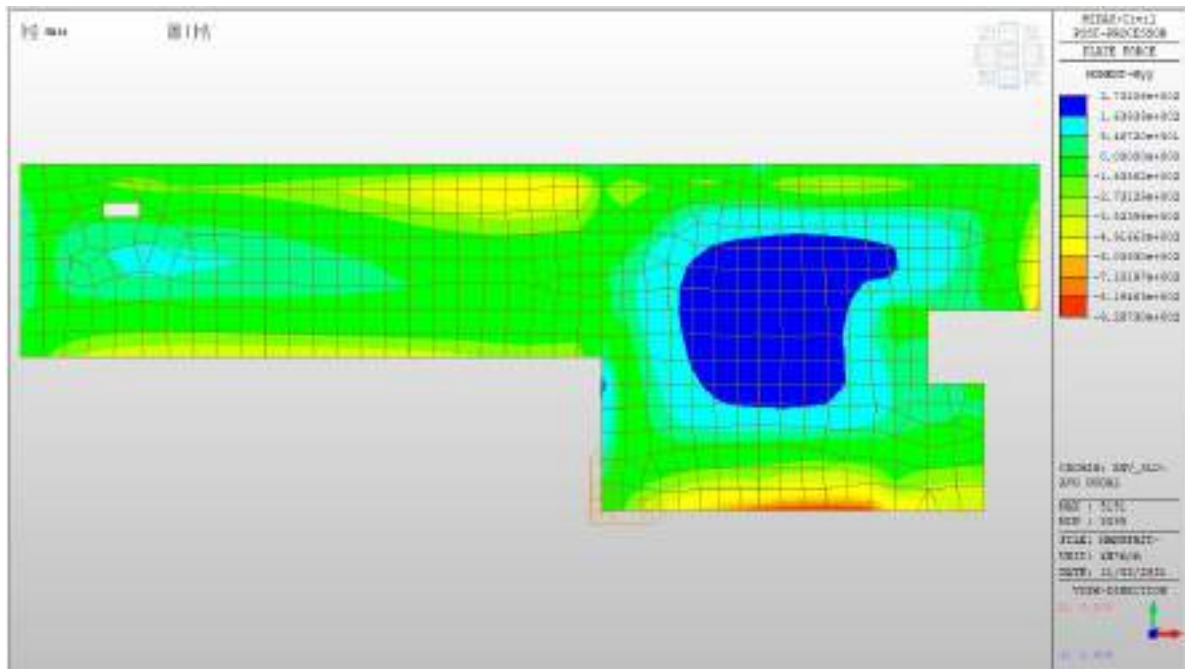
Si riportano di seguito gli involuپی delle mappe delle sollecitazioni per le combinazioni allo stato limite ultimo (sismiche e statiche) e di esercizio per solaio posto a quota piano campagna.

Momento verticale

MYM max, SLV-SLU = +618 kNm/m

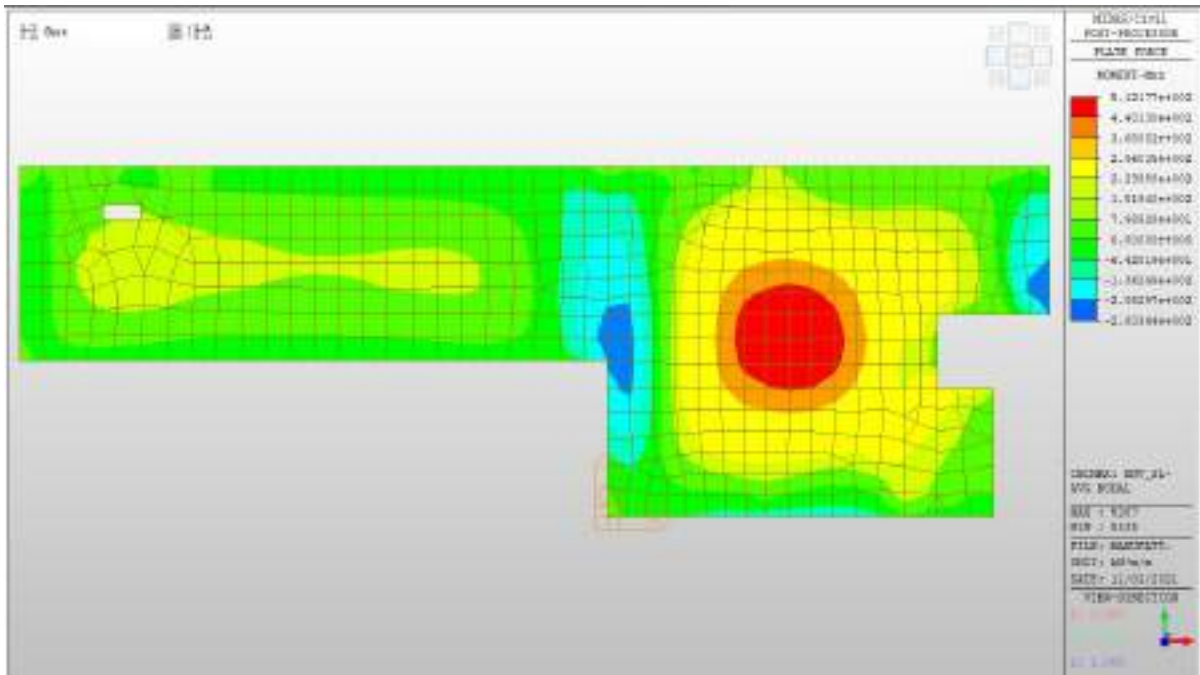


MYX min, SLV-SLU = -930 kNm/m



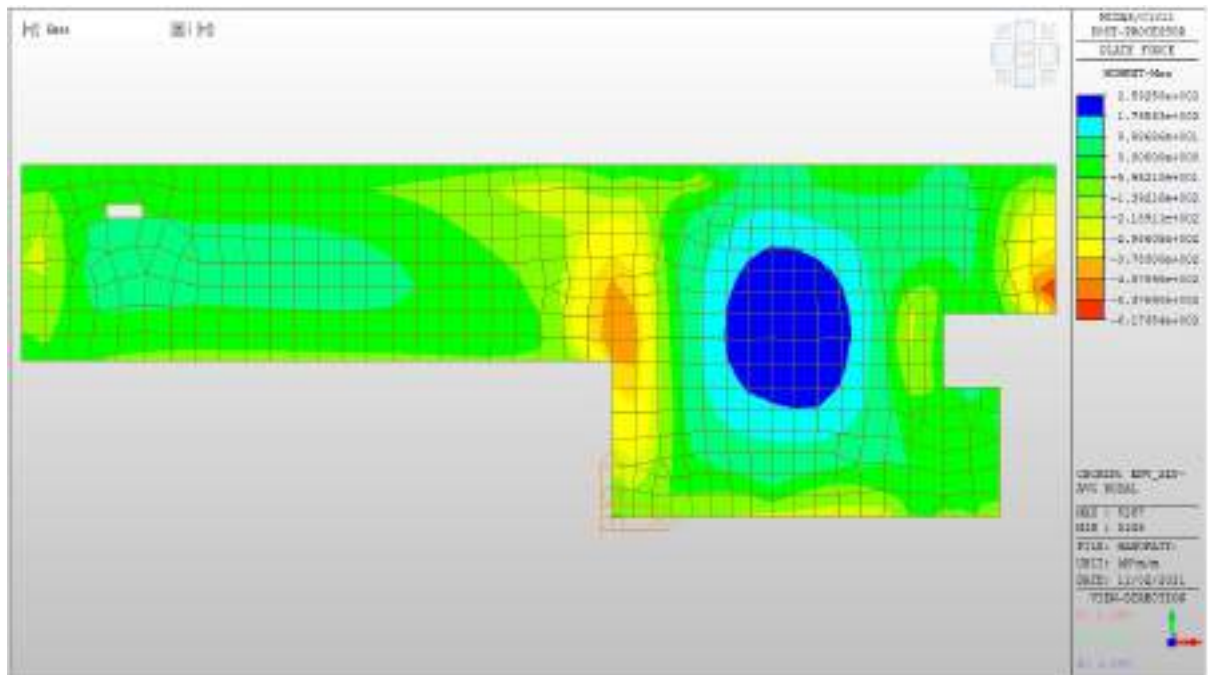
Momento orizzontale

MYX max, SLV-SLU= +512 kNm/m



MXM min, SLV-SLU= -618 kNm/m

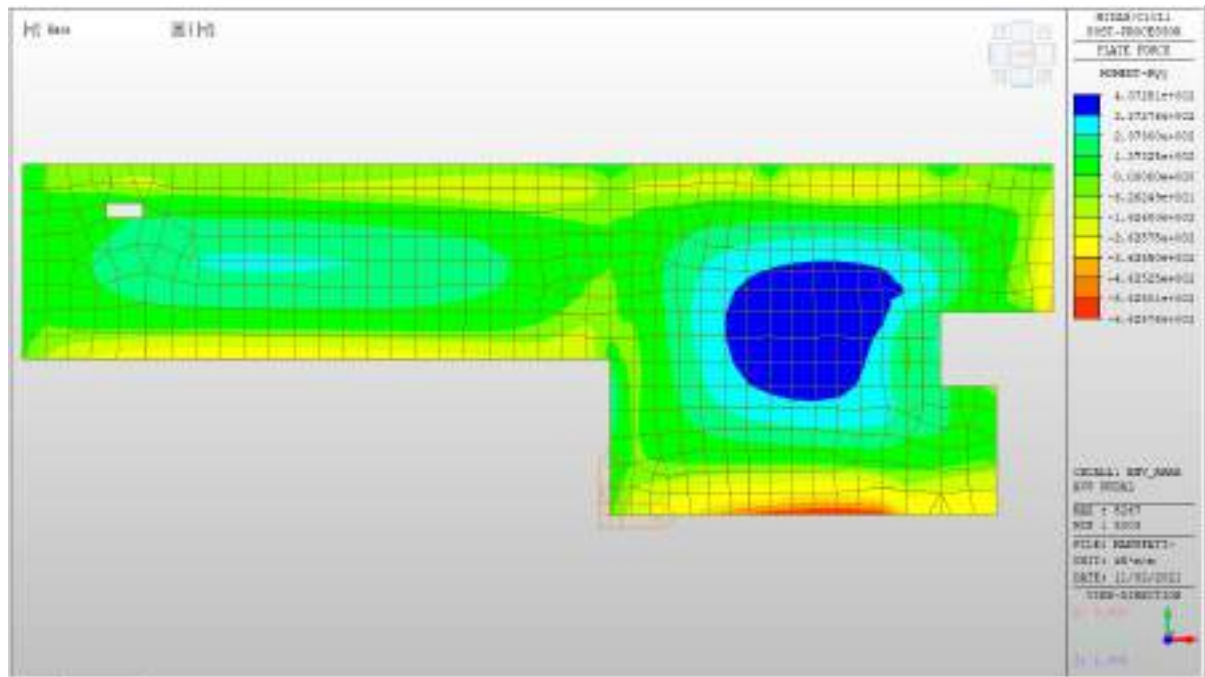




**Solaio a quota p.c. – Mappe sollecitazioni SLE - RARA**

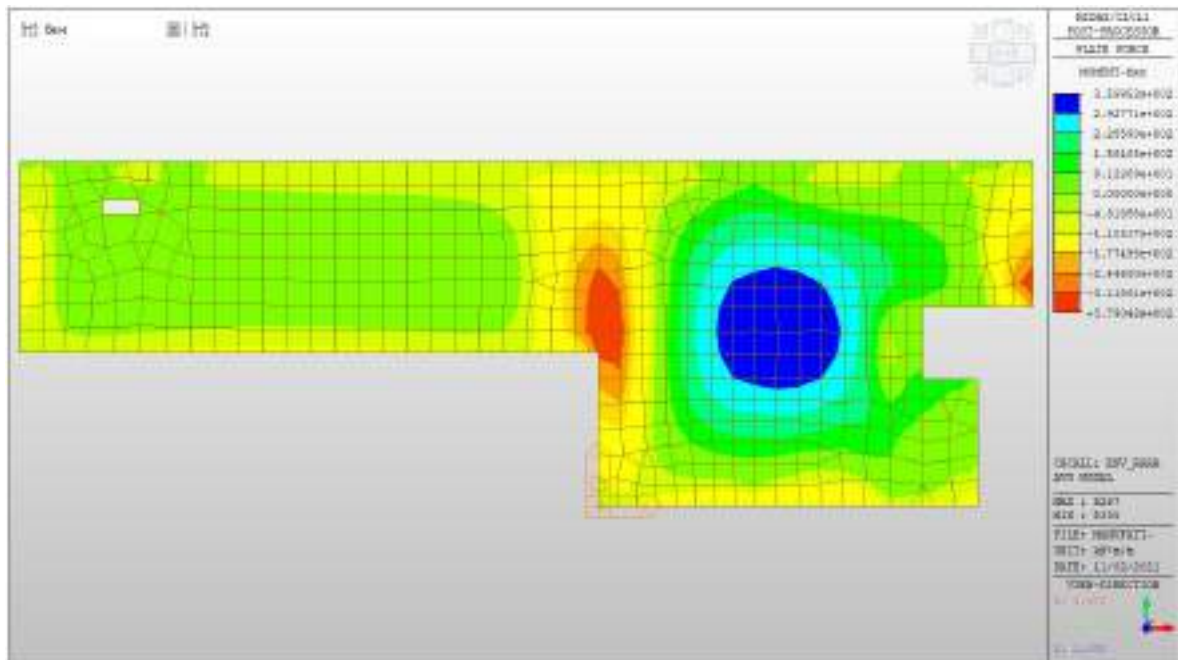
MY max, RARA= +438 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

MY min, RARA= -662 kNm/m



MXX max, RARA= +360 kNm/m

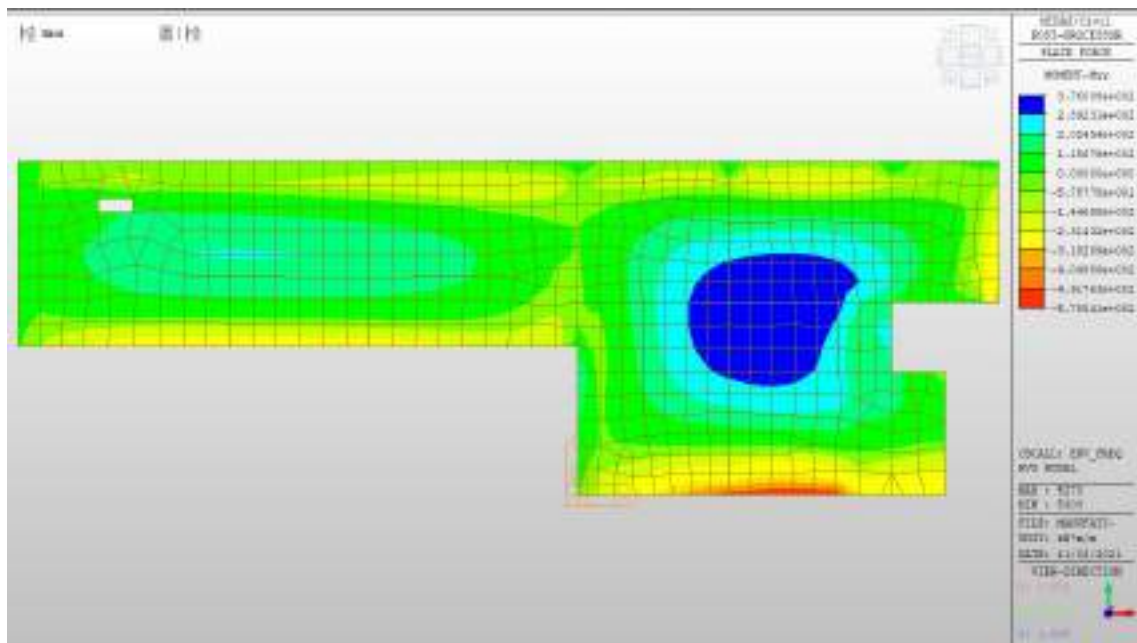
MXX min, RARA= -379 kNm/m



**Solaio a quota p.c. – Mappe sollecitazioni SLE - Frequente**

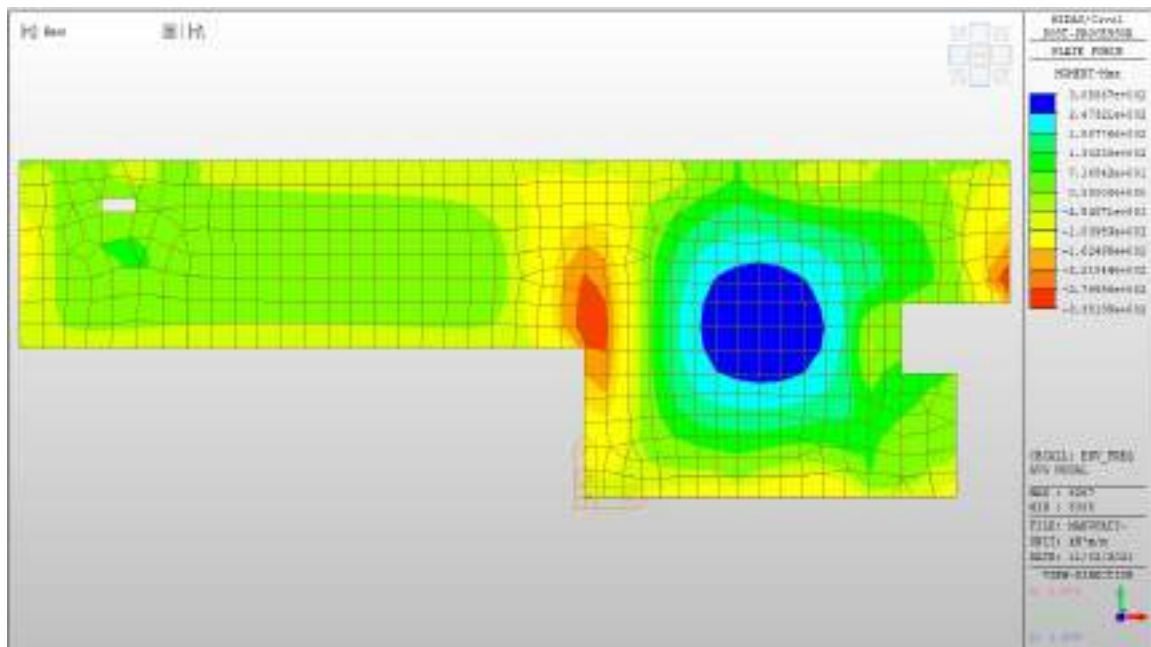
MYX max, Frequente= +376 kNm/m

MYX min, Frequente= -578 kNm/m



MXX max, Frequente= +306kNm/m

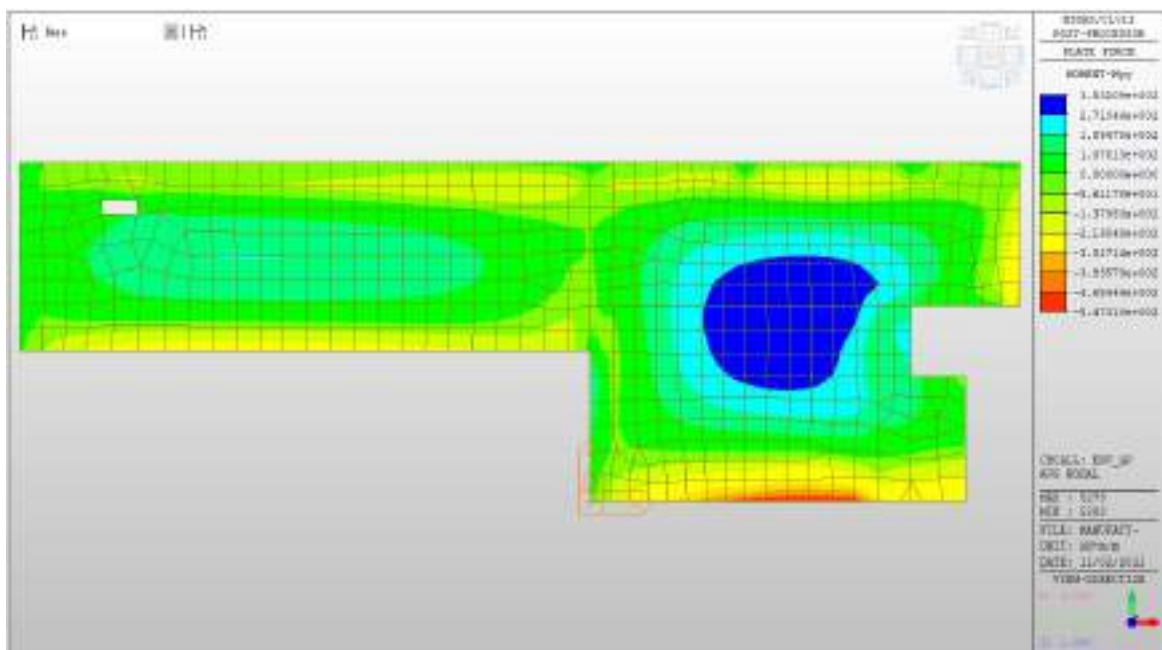
MXX min, Frequente= - 338kNm/m



**Solaio a quota p.c. – Mappe sollecitazioni SLE – Quasi permanente**

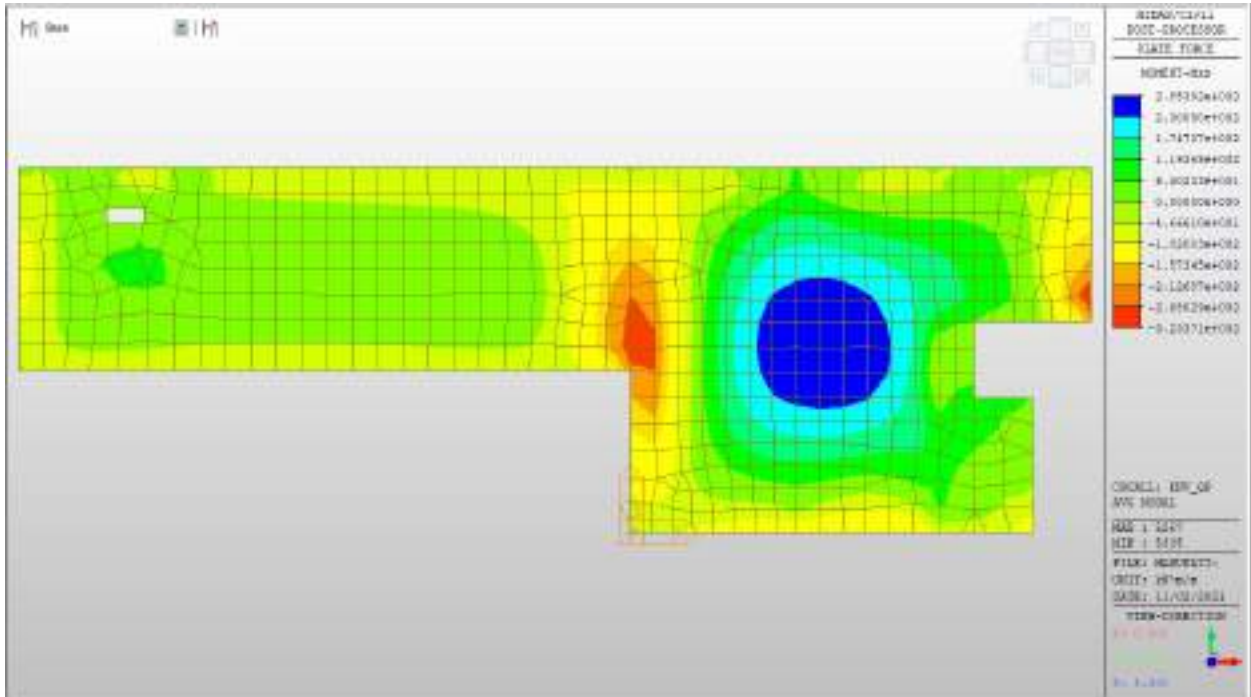
MY max, QP= +353kNm/m

MY min, QP= - 547kNm/m



MXX max, QP= +286kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

MXX min, QP= -324kNm/m



## Verifiche

Si riportano di seguito le verifiche effettuate. La sezione risulta essere armata con 7 $\phi$ 24 al lembo superiore e 7 $\phi$ 24 al lembo inferiore in entrambe le direzioni.

### Verifica momento verticale MYY

#### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	100.0	cm
Barre inferiori:	7 $\phi$ 24	(31.7 cm <sup>2</sup> )
Barre superiori:	7 $\phi$ 24	(31.7 cm <sup>2</sup> )
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	5.0	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	5.0	cm

**ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
VY	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale
MT	Momento torcente [kN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0.00	618.00	0.00	0.00
2	0.00	-930.00	0.00	0.00

**COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx	Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	438.00
2	0.00	-662.00

**COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx	Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	376.00 (635.94)
2	0.00	-578.00 (-635.94)

**COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	353.00 (635.94)
2	0.00	-547.00 (-635.94)

**RISULTATI DEL CALCOLO**

**Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate**

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 3.8 cm  
Interferro netto minimo barre longitudinali: 12.6 cm

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE**

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
N Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)  
Mx Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico  
N ult Sforzo normale ultimo [kN] nella sezione (positivo se di compress.)  
Mx ult Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico  
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult, Mx ult) e (N, Mx)  
Verifica positiva se tale rapporto risulta  $\geq 1.000$   
Yneutro Ordinata [cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X, Y, O sez.  
Mx sn. Momento flettente allo snervamento [kNm]  
x/d Rapp. di duttilità a rottura solo se N = 0 (travi)  
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	N ult	Mx ult	Mis.Sic.	Yn	M sn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	0.00	618.00	0.27	1138.19	1.842	94.1	1094.71	0.06	0.70	31.7 (17.0)
2	S	0.00	-930.00	0.27	-1138.19	1.224	5.9	-1094.71	0.06	0.70	31.7 (17.0)

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO**

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	-0.02190	100.0	0.00054	95.0	-0.05281	5.0
2	0.00350	-0.02190	0.0	0.00054	5.0	-0.05281	95.0

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max	Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa]
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sc min	Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa]
Yc min	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [Mpa]
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Dw Eff.	Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff.	Area di congl. [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
As eff.	Area Barre tese di acciaio [cm <sup>2</sup> ] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
D barre	Distanza media in cm tra le barre tese efficaci utilizzata nel calcolo di fessurazione (se Dbarre >14Ø viene posto Dbarre=14Ø nel calcolo di fess. [B.6.6.3 Circ. 252/96])

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	3.30	100.0	0.00	77.2	-157.1	95.0	21.8	2180	31.7	15.0



**ACEA ENGINEERING LABORATORIES RESEARCH INNOVATION SPA**

2	S	4.99	0.0	0.00	22.8	-237.4	5.0	21.8	2180	31.7	15.0
---	---	------	-----	------	------	--------	-----	------	------	------	------

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE**

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sclmax	Massima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [Mpa]
Sclmin	Minima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [Mpa]
Sc Eff	Tensione al limite dello spessore teso efficace nello STATO I [Mpa]
K3	Coeff. di normativa = 0,25 (Sclmin + ScEff)/(2 Sclmin)
Beta12	Prodotto dei Coeff. di aderenza Beta1*Beta2
Psi	= 1-Beta12*(Ssr/Ss) <sup>2</sup> = 1-Beta12*(fctm/Sclmin) <sup>2</sup> = 1-Beta12*(Mfess/M) <sup>2</sup> [B.6.6 DM96]
e sm	Deformazione unitaria media tra le fessure . Tra parentesi il valore minimo = 0.4 Ss/Es
srm	Distanza media in mm tra le fessure
wk	Apertura delle fessure in mm = 1,7*Eps*Srm. Tra parentesi è indicato il valore limite.
M fess.	Momento di prima fessurazione [kNm]

N°Comb	Ver	Sclmax	Sclmin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	2.14	-2.14	-12.0	0.196	1.00	0.400	0.000314 (0.000314)	235	0.126	635.94
2	S	3.23	-3.23	-18.2	0.196	1.00	0.400	0.000475 (0.000475)	235	0.190	-635.94

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	2.83	100.0	0.00	77.2	-134.8	95.0	21.8	2180	31.7	15.0
2	S	4.35	0.0	0.00	22.8	-207.3	5.0	21.8	2180	31.7	15.0

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE**

N°Comb	Ver	Sclmax	Sclmin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	1.83	-1.83	-10.3	0.196	0.50	0.400	0.000270 (0.000270)	235	0.108 (0.30)	635.94
2	S	2.82	-2.82	-15.9	0.196	0.50	0.400	0.000415 (0.000415)	235	0.166 (0.30)	-635.94

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	2.66	100.0	0.00	77.2	-126.6	95.0	21.8	2180	31.7	15.0
2	S	4.12	0.0	0.00	22.8	-196.2	5.0	21.8	2180	31.7	15.0

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE**

N°Comb	Ver	Sclmax	Sclmin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	1.72	-1.72	-9.7	0.196	0.50	0.400	0.000253 (0.000253)	235	0.101 (0.20)	635.94
2	S	2.67	-2.67	-15.0	0.196	0.50	0.400	0.000392 (0.000392)	235	0.157 (0.20)	-635.94

**Verifica momento verticale MXX**

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE**

Base:	100.0	cm
Altezza:	100.0	cm
Barre inferiori:	7Ø24	(31.7 cm²)
Barre superiori:	7Ø24	(31.7 cm²)
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	5.0	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	5.0	cm

**ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
Vy	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale
MT	Momento torcente [kN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
---------	---	----	----	----

1	0.00	512.00	0.00	0.00
2	0.00	-618.00	0.00	0.00

**COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	360.00
2	0.00	-379.00

**COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	306.00 (635.94)
2	0.00	-338.00 (-635.94)

**COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	286.00 (635.94)
2	0.00	-324.00 (-635.94)

**RISULTATI DEL CALCOLO**

**Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate**

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	3.8 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	12.6 cm

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE**

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico
N ult	Sforzo normale ultimo [kN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx ult	Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult,Mx ult) e (N,Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta $\geq 1.000$
Yneutro	Ordinata [cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X,Y,O sez.
Mx sn.	Momento flettente allo snervamento [kNm]
x/d	Rapp. di duttilità a rottura solo se N = 0 (travi)
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	N ult	Mx ult	Mis.Sic.	Yn	M sn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	0.00	512.00	0.27	1138.19	2.223	94.1	1094.71	0.06	0.70	31.7 (17.0)
2	S	0.00	-618.00	0.27	-1138.19	1.842	5.9	-1094.71	0.06	0.70	31.7 (17.0)

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO**

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)

**ACEA ENGINEERING LABORATORIES RESEARCH INNOVATION SPA**

es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)  
 Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	-0.02190	100.0	0.00054	95.0	-0.05281	5.0
2	0.00350	-0.02190	0.0	0.00054	5.0	-0.05281	95.0

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
 Sc max Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa]  
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)  
 Sc min Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa]  
 Yc min Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)  
 Sf min Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [Mpa]  
 Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)  
 Dw Eff. Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre  
 Ac eff. Area di congl. [cm<sup>2</sup>] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)  
 As eff. Area Barre tese di acciaio [cm<sup>2</sup>] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)  
 D barre Distanza media in cm tra le barre tese efficaci utilizzata nel calcolo di fessurazione  
 (se Dbarre >14Ø viene posto Dbarre=14Ø nel calcolo di fess. [B.6.6.3 Circ. 252/96])

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	2.71	100.0	0.00	77.2	-129.1	95.0	21.8	2180	31.7	15.0
2	S	2.85	0.0	0.00	22.8	-135.9	5.0	21.8	2180	31.7	15.0

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE**

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
 ScImax Massima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [Mpa]  
 ScImin Minima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [Mpa]  
 Sc Eff Tensione al limite dello spessore teso efficace nello STATO I [Mpa]

**ACEA ENGINEERING LABORATORIES RESEARCH INNOVATION SPA**

K3	Coeff. di normativa = $0,25 (Sclmin + ScEff)/(2 Sclmin)$
Beta12	Prodotto dei Coeff. di aderenza $Beta1 * Beta2$
Psi	$= 1 - Beta12 * (Ssr/Ss)^2 = 1 - Beta12 * (fctm/Sclmin)^2 = 1 - Beta12 * (Mfess/M)^2$ [B.6.6 DM96]
e sm	Deformazione unitaria media tra le fessure . Tra parentesi il valore minimo = 0.4 Ss/Es
srm	Distanza media in mm tra le fessure
wk	Apertura delle fessure in mm = $1,7 * Eps * Srm$ . Tra parentesi è indicato il valore limite.
M fess.	Momento di prima fessurazione [kNm]

N°Comb	Ver	Sclmax	Sclmin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	1.75	-1.75	-9.9	0.196	1.00	0.400	0.000258 (0.000258)	235	0.103	635.94
2	S	1.85	-1.85	-10.4	0.196	1.00	0.400	0.000272 (0.000272)	235	0.109	-635.94

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	2.30	100.0	0.00	77.2	-109.7	95.0	21.8	2180	31.7	15.0
2	S	2.55	0.0	0.00	22.8	-121.2	5.0	21.8	2180	31.7	15.0

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE**

N°Comb	Ver	Sclmax	Sclmin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	1.49	-1.49	-8.4	0.196	0.50	0.400	0.000219 (0.000219)	235	0.088 (0.30)	635.94
2	S	1.65	-1.65	-9.3	0.196	0.50	0.400	0.000242 (0.000242)	235	0.097 (0.30)	-635.94

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	2.15	100.0	0.00	77.2	-102.6	95.0	21.8	2180	31.7	15.0
2	S	2.44	0.0	0.00	22.8	-116.2	5.0	21.8	2180	31.7	15.0

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE**

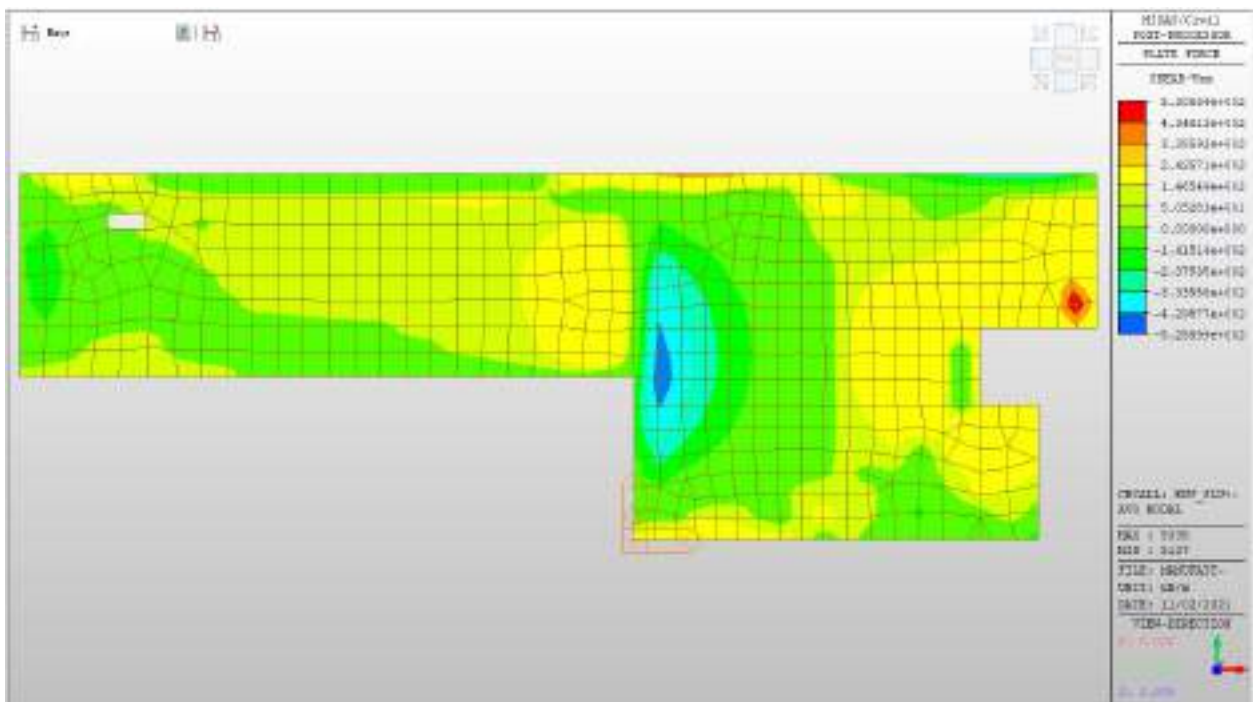
N°Comb	Ver	Sclmax	Sclmin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	1.39	-1.39	-7.9	0.196	0.50	0.400	0.000205 (0.000205)	235	0.082 (0.20)	635.94
2	S	1.58	-1.58	-8.9	0.196	0.50	0.400	0.000232 (0.000232)	235	0.093 (0.20)	-635.94

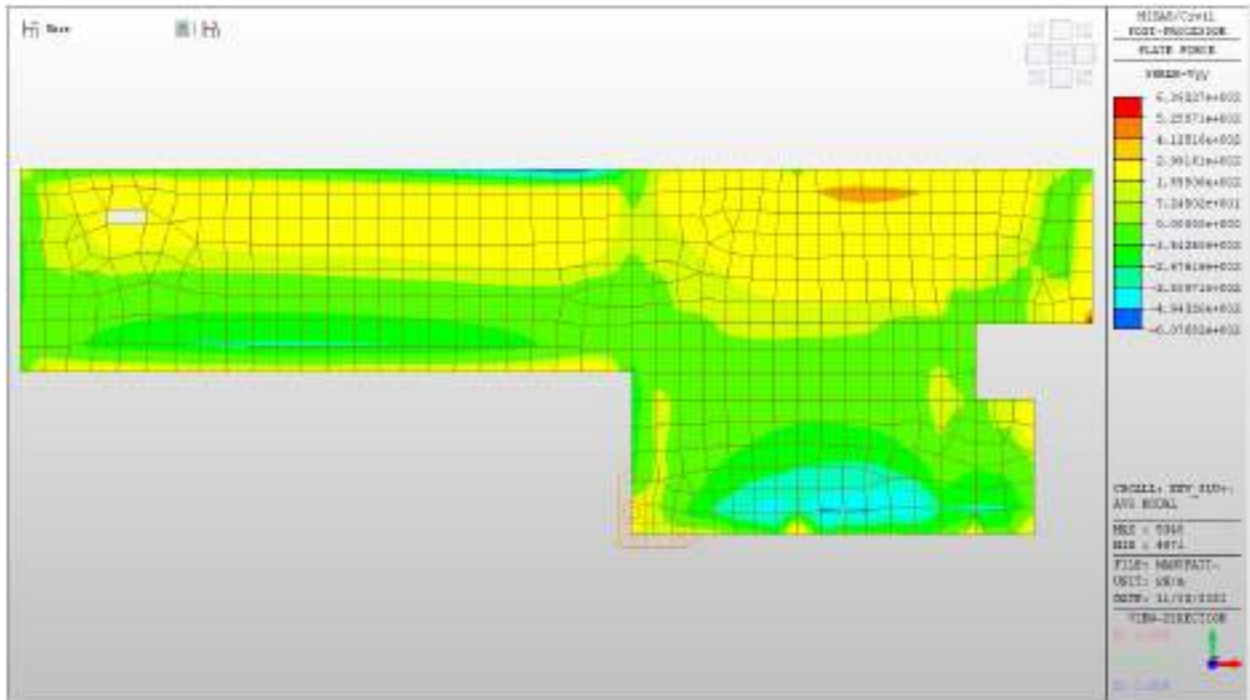
Nei confronti delle azioni di taglio si dispongono spilli  $\phi 10/200 \times 200$  in corrispondenza delle intersezioni con i setti verticali.

Di seguito la verifica per la sollecitazione massima di taglio:

Taglio massimo

V MAX, SLV-SLU= 640kN/m







**Verifica a taglio (SLU)**

$V_{ed} =$	<b>640</b>	kN	Taglio agente verticale
$H =$	<b>1000</b>	mm	altezza sezione di calcolo
$B_c =$	1000	mm	larghezza sezione di calcolo
CLS =	C32/40	-	classe del calcestruzzo
$f_{ck} =$	30.7	N/mm <sup>2</sup>	resistenza caratteristica a compressione
$f_{cd} =$	17.4	N/mm <sup>2</sup>	resistenza di progetto a compressione
$c =$	50	mm	copriferro
$b_{st} =$	<b>5</b>	-	braccia delle staffe
$\Phi_{st} =$	<b>10</b>	mm	diametro staffe
$s =$	<b>200</b>	mm	passo staffe
$A_{st} =$	393	mm <sup>2</sup>	area staffe
$d =$	950	mm	altezza utile sezione
$\rho_l =$	0.00000	-	rapporto geometrico armatura longitudinale

**verifica sezione con armatura:**

$\alpha =$	90	°	angolo di inclinazione delle staffe
$\theta =$	22	°	inclinazione delle bielle compresse di cls
$f'_{cd} =$	8.7	N/mm <sup>2</sup>	resistenza a compressione ridotta del cls d'anima
$\alpha_c =$	1.000	-	coefficiente maggiorativo per compressione
$f_{yd} =$	391.3	N/mm <sup>2</sup>	resistenza a snervamento dell'acciaio
$V_{Rsd} =$	<b>1625.9</b>	<b>kN</b>	<b>taglio resistente relativo alle armature tese</b>
$V_{Rcd} =$	<b>2584.0</b>	<b>kN</b>	<b>taglio resistente relativo alle bielle compresse</b>
$V_{Rd} =$	<b>1625.9</b>	<b>kN</b>	<b>ok!</b>

**C.S. ( $V_{Rd}/V_{ed,v}$ ) = 2.54**

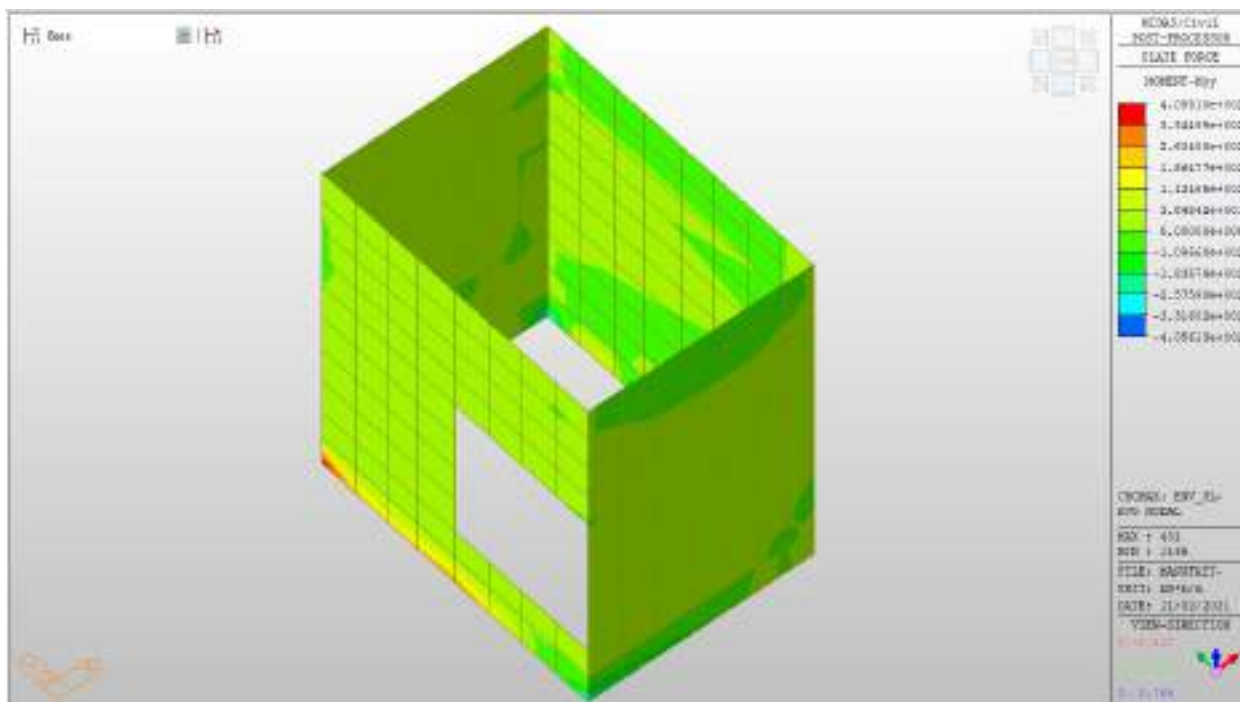
## Setti perimetrali fuori terra

### Setti perimetrali fuori terra – SLU ed SLV

Si riportano di seguito gli involuipi delle mappe delle sollecitazioni per le combinazioni allo stato limite ultimo (sismiche e statiche) e di esercizio per setti perimetrali posti al piano fuori terra.

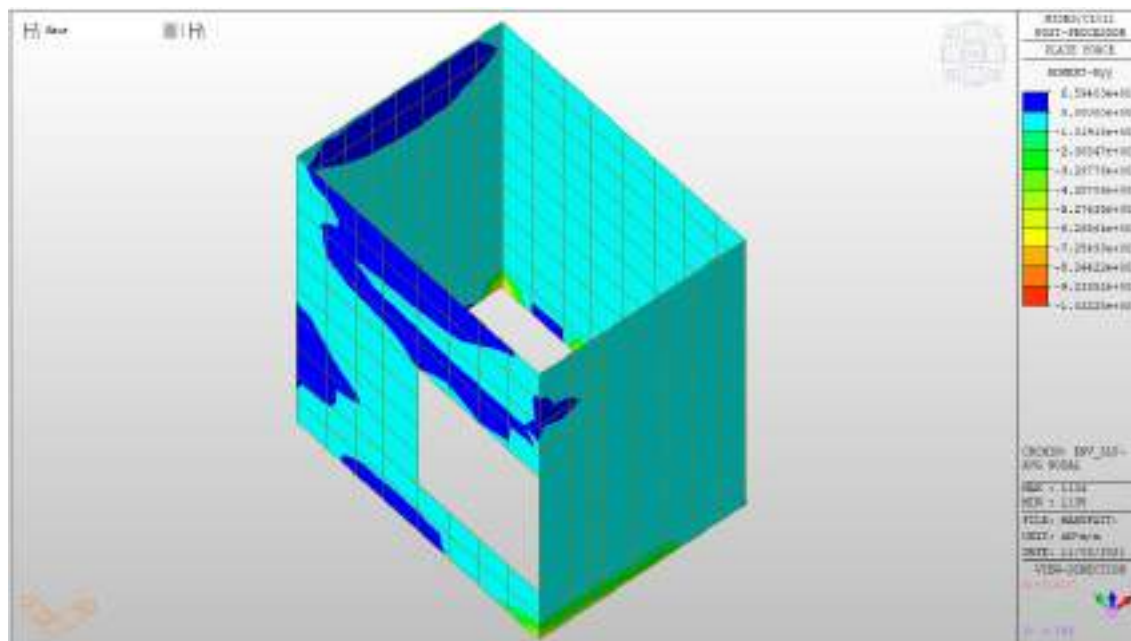
MYX max, SLV-SLU = +112 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

MYX max, SLV-SLU = +408 kNm/m (soll. di verifica armatura zone di raffittimento)



MY min, SLV-SLU = -132 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

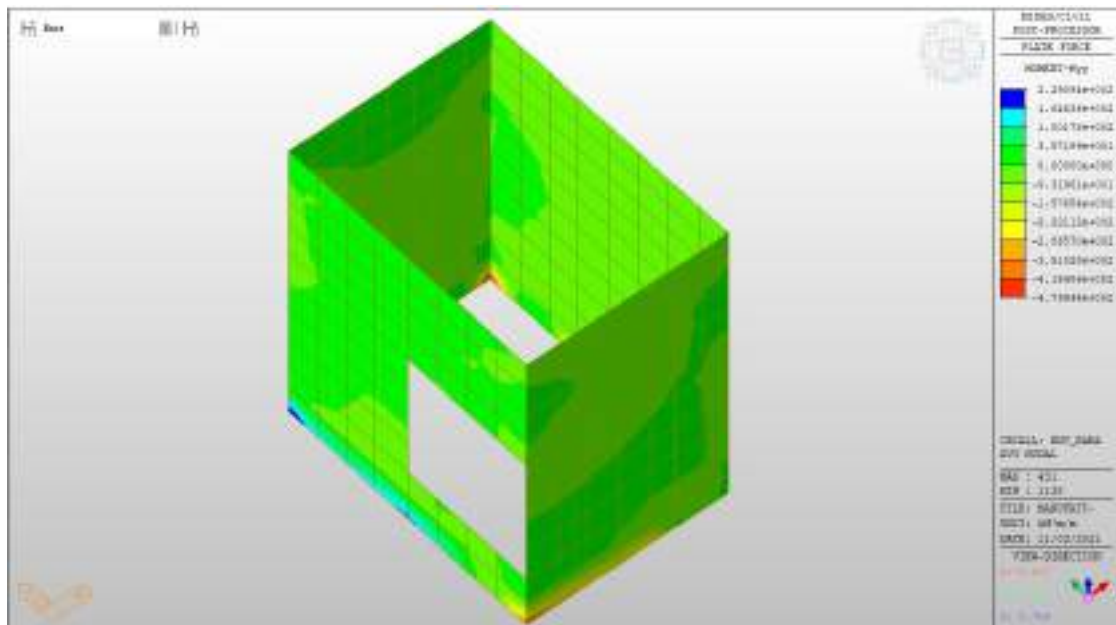
MY min, SLV-SLU = -500 kNm/m (soll. di verifica armatura zone di raffittimento)



**Setti perimetrali fuori terra – SLE RARA**

MY max, RARA= +36kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

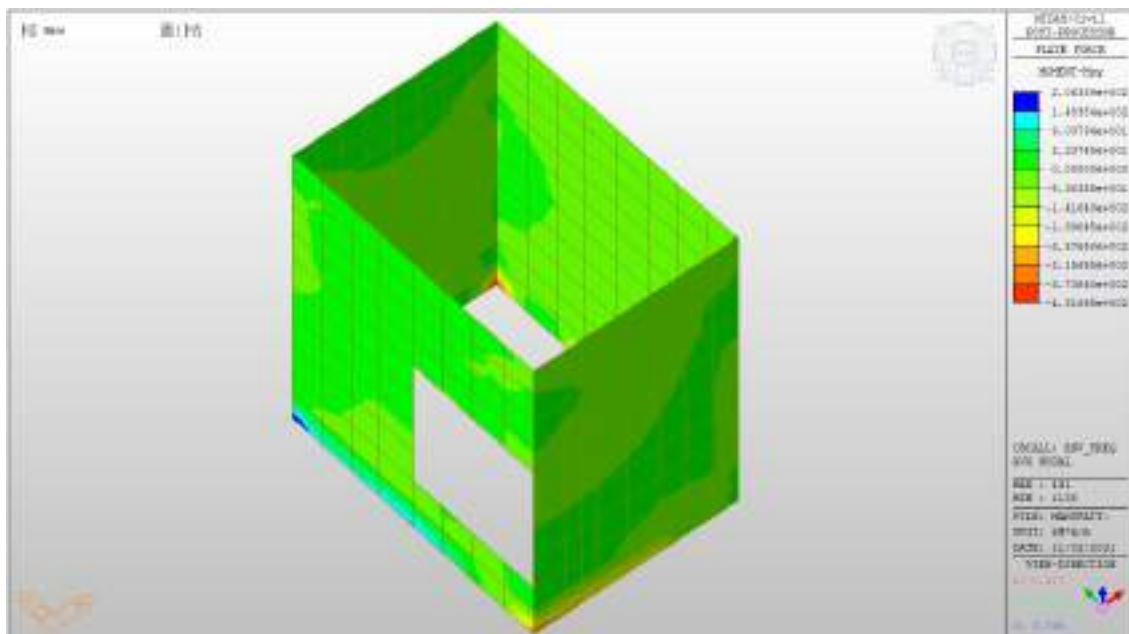
MY min, RARA= -93 kNm/m



**Setti perimetrali fuori terra – SLE Frequente**

MYX max, Frequente= +34 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

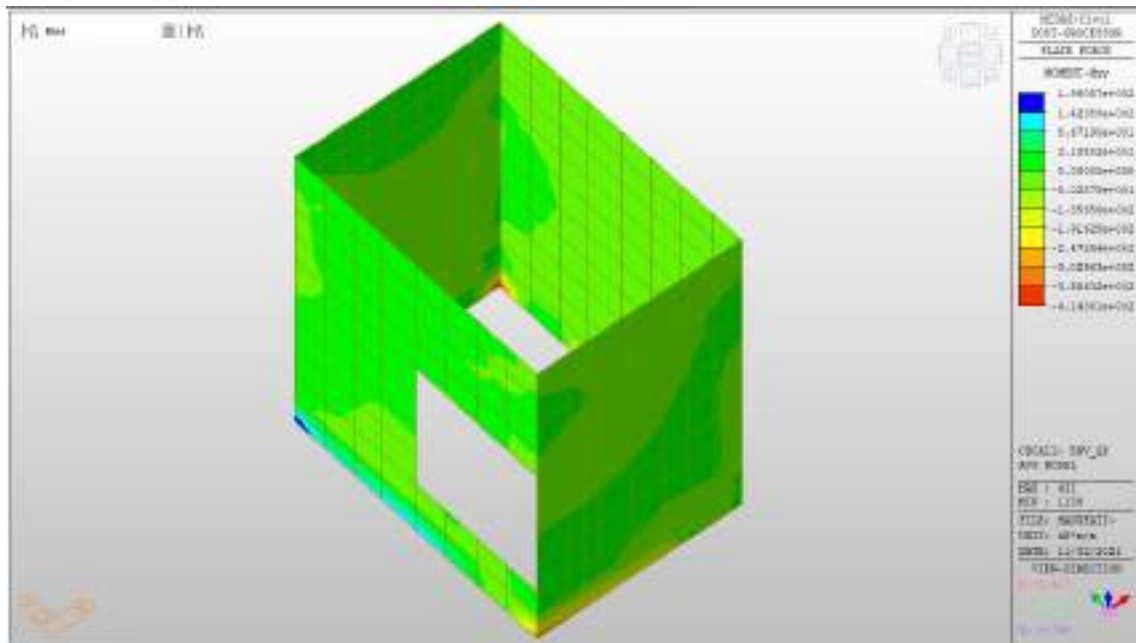
MYX min, Frequente= -84 kNm/m



**Setti perimetrali fuori terra – SLE Quasi permanente**

MYX max, QP= +32kNm/m (soll. di verifica armatura media sull'intera area)

MYX min, QP= - 80kNm/m



**Verifiche**

Si riportano di seguito le verifiche effettuate. La sezione risulta essere armata con 7 $\phi$ 22 al lembo superiore e 7 $\phi$ 22 al lembo inferiore in direzione Y.

Nelle zone di raffittimento la sezione risulta essere armata con 7+7 $\phi$ 24 al lembo superiore e 7+7 $\phi$ 24 al lembo inferiore in direzione Y.

Verifica momento verticale MYX (armatura media sull'intera area)

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE**

Base:	100.0	cm
Altezza:	30.0	cm

**ACEA ENGINEERING LABORATORIES RESEARCH INNOVATION SPA**

Barre inferiori:	7Ø22	(26.6 cm <sup>2</sup> )
Barre superiori:	7Ø22	(26.6 cm <sup>2</sup> )
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	5.0	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	5.0	cm

**ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
VY	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale
MT	Momento torcente [kN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0.00	112.00	0.00	0.00
2	0.00	-132.00	0.00	0.00

**COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx	Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	36.00
2	0.00	-93.00

**COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx	Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
---------	---	----

1	0.00	34.00 (63.00)
2	0.00	-84.00 (-63.00)

**COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)	
Mx	Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione	

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	32.00 (63.00)
2	0.00	-80.00 (-63.00)

**RISULTATI DEL CALCOLO**

**Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate**

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	3.9 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	12.8 cm

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE**

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico
N ult	Sforzo normale ultimo [kN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx ult	Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult, Mx ult) e (N, Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta $\geq 1.000$
Yneuro	Ordinata [cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X,Y,O sez.
Mx sn.	Momento flettente allo snervamento [kNm]
x/d	Rapp. di duttilità a rottura solo se N = 0 (travi)
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]

**ACEA ENGINEERING LABORATORIES RESEARCH INNOVATION SPA**

N°Comb	Ver	N	Mx	N ult	Mx ult	Mis.Sic.	Yn	M sn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	0.00	112.00	0.04	230.98	2.062	24.4	222.19	0.22	0.72	26.6 (4.5)
2	S	0.00	-132.00	0.04	-230.98	1.750	5.6	-222.19	0.22	0.72	26.6 (4.5)

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO**

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	-0.00457	30.0	0.00036	25.0	-0.01220	5.0
2	0.00350	-0.00457	0.0	0.00036	5.0	-0.01220	25.0

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max	Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa]
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sc min	Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa]
Yc min	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [Mpa]
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Dw Eff.	Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff.	Area di congl. [cm²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)



**ACEA ENGINEERING LABORATORIES RESEARCH INNOVATION SPA**

As eff. Area Barre tese di acciaio [cm<sup>2</sup>] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)  
 D barre Distanza media in cm tra le barre tese efficaci utilizzata nel calcolo di fessurazione  
 (se Dbarre >14Ø viene posto Dbarre=14Ø nel calcolo di fess. [B.6.6.3 Circ. 252/96])

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	2.56	30.0	0.00	20.6	-63.4	25.0	10.3	1028	26.6	15.0
2	S	6.62	0.0	0.00	9.4	-163.9	5.0	10.3	1028	26.6	15.0

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE**

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
 Sclmax Massima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [Mpa]  
 Sclmin Minima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [Mpa]  
 Sc Eff Tensione al limite dello spessore teso efficace nello STATO I [Mpa]  
 K3 Coeff. di normativa = 0,25 (Sclmin + ScEff)/(2 Sclmin)  
 Beta12 Prodotto dei Coeff. di aderenza Beta1\*Beta2  
 Psi = 1-Beta12\*(Ssr/Ss)<sup>2</sup> = 1-Beta12\*(fctm/Sclmin)<sup>2</sup> = 1-Beta12\*(Mfess/M)<sup>2</sup> [B.6.6 DM96]  
 e sm Deformazione unitaria media tra le fessure . Tra parentesi il valore minimo = 0.4 Ss/Es  
 srm Distanza media in mm tra le fessure  
 wk Apertura delle fessure in mm = 1,7\*Eps\*Sm. Tra parentesi è indicato il valore limite.  
 M fess. Momento di prima fessurazione [kNm]

N°Comb	Ver	Sclmax	Sclmin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	1.77	-1.77	-5.6	0.164	1.00	0.400	0.000127 (0.000127)	164	0.035	63.00
2	S	4.58	-4.58	-14.4	0.164	1.00	0.541	0.000443 (0.000328)	164	0.124	-63.00

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	2.42	30.0	0.00	20.6	-59.9	25.0	10.3	1028	26.6	15.0
2	S	5.98	0.0	0.00	9.4	-148.0	5.0	10.3	1028	26.6	15.0

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE**

**ACEA ENGINEERING LABORATORIES RESEARCH INNOVATION SPA**

N°Comb	Ver	ScImax	ScImin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	1.67	-1.67	-5.3	0.164	0.50	0.400	0.000120 (0.000120)	164	0.033 (0.30)	63.00
2	S	4.13	-4.13	-13.0	0.164	0.50	0.719	0.000532 (0.000296)	164	0.148 (0.30)	-63.00

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	2.28	30.0	0.00	20.6	-56.4	25.0	10.3	1028	26.6	15.0
2	S	5.70	0.0	0.00	9.4	-141.0	5.0	10.3	1028	26.6	15.0

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE**

N°Comb	Ver	ScImax	ScImin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	1.57	-1.57	-4.9	0.164	0.50	0.400	0.000113 (0.000113)	164	0.031 (0.20)	63.00
2	S	3.94	-3.94	-12.4	0.164	0.50	0.690	0.000486 (0.000282)	164	0.135 (0.20)	-63.00

**Verifica momento verticale MYY (armatura zone di raffittimento)**

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE**

Base:	100.0	cm
Altezza:	30.0	cm
Barre inferiori:	14Ø24	(63.3 cm <sup>2</sup> )
Barre superiori:	14Ø24	(63.3 cm <sup>2</sup> )
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	5.0	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	5.0	cm

**ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
Vy	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale
MT	Momento torcente [kN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0.00	408.00	0.00	0.00
2	0.00	500.00	0.00	0.00

## RISULTATI DEL CALCOLO

### Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	3.8 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	4.5 cm

### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico
N ult	Sforzo normale ultimo [kN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx ult	Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult, Mx ult) e (N, Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta $\geq 1.000$
Yneutro	Ordinata [cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X,Y,O sez.
Mx sn.	Momento flettente allo snervamento [kNm]
x/d	Rapp. di duttilità a rottura solo se N = 0 (travi)
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	N ult	Mx ult	Mis.Sic.	Yn	M sn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	0.00	408.00	0.03	517.59	1.269	22.7	506.16	0.29	0.80	63.3 (4.5)

2 S 0.00 500.00 0.03 517.59 1.035 22.7 506.16 0.29 0.80 63.3 (4.5)

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO**

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione  
 ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace  
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)  
 Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)  
 Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

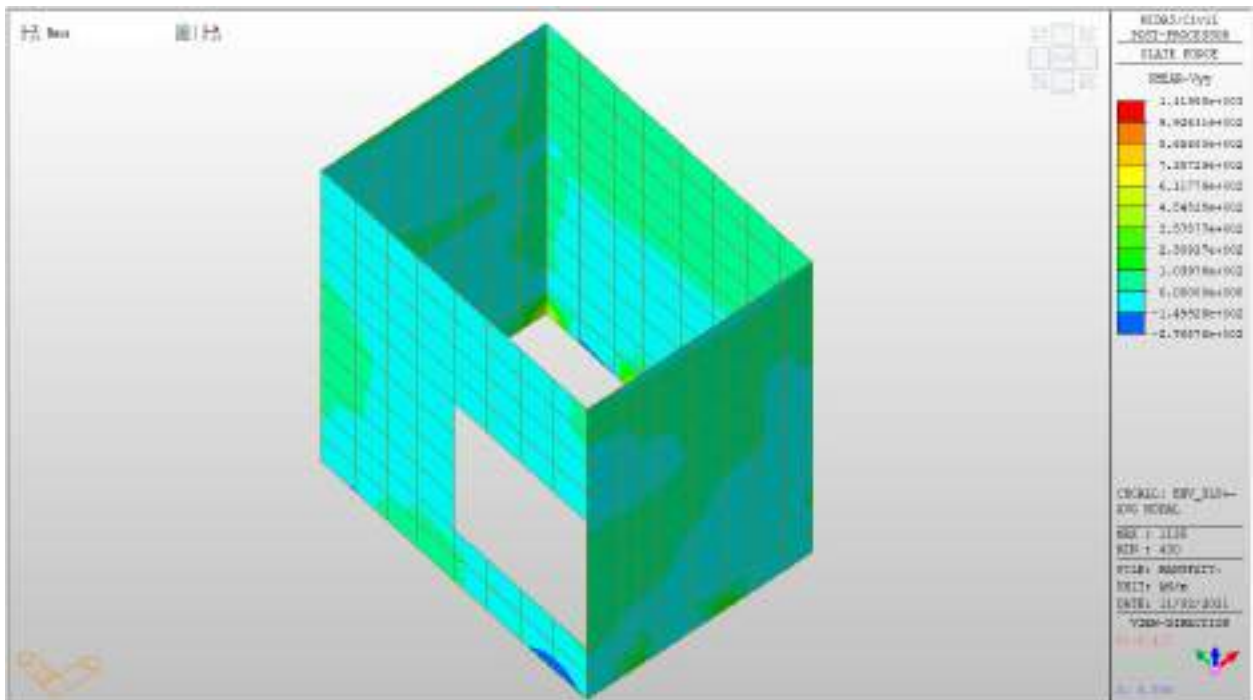
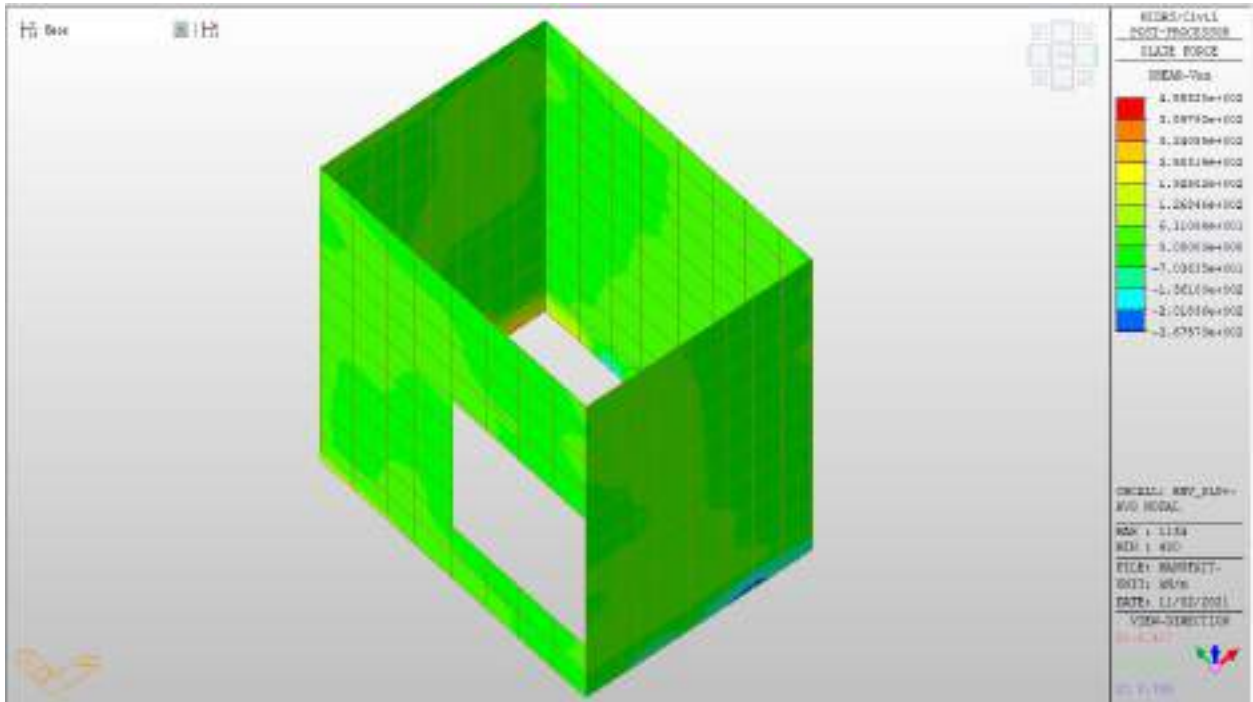
N°Comb	ec max	ec 3/7	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	-0.00271	30.0	0.00109	25.0	-0.00857	5.0
2	0.00350	-0.00271	30.0	0.00109	25.0	-0.00857	5.0

Nei confronti delle azioni di taglio, si dispongono nelle zone di incastro con gli orizzontamenti, dove si hanno sollecitazioni maggiori, spilli  $\phi 12/200 \times 200$ .

Di seguito la verifica per la sollecitazione massima di taglio:

**Taglio massimo**

V MAX, SLV-SLU= 455kN/m



**Verifica a taglio (SLU)**

$V_{ed} =$	<b>455</b>	kN	Taglio agente verticale
$H =$	<b>300</b>	mm	altezza sezione di calcolo
$B_c =$	1000	mm	larghezza sezione di calcolo
CLS =	C32/40	-	classe del calcestruzzo
$f_{ck} =$	30.7	N/mm <sup>2</sup>	resistenza caratteristica a compressione
$f_{cd} =$	17.4	N/mm <sup>2</sup>	resistenza di progetto a compressione
$c =$	50	mm	copriferro
$b_{st} =$	<b>5</b>	-	braccia delle staffe
$\Phi_{st} =$	<b>12</b>	mm	diametro staffe
$s =$	<b>200</b>	mm	passo staffe
$A_{st} =$	565	mm <sup>2</sup>	area staffe
$d =$	250	mm	altezza utile sezione
$\rho_l =$	0.00000	-	rapporto geometrico armatura longitudinale

**verifica sezione con armatura:**

$\alpha =$	90	°	angolo di inclinazione delle staffe
$\theta =$	22	°	inclinazione delle bielle compresse di cls
$f'_{cd} =$	8.7	N/mm <sup>2</sup>	resistenza a compressione ridotta del cls d'anima
$\alpha_c =$	1.000	-	coefficiente maggiorativo per compressione
$f_{yd} =$	391.3	N/mm <sup>2</sup>	resistenza a snervamento dell'acciaio
$V_{Rsd} =$	<b>616.1</b>	<b>kN</b>	<b>taglio resistente relativo alle armature tese</b>
$V_{Rcd} =$	<b>680.0</b>	<b>kN</b>	<b>taglio resistente relativo alle bielle compresse</b>
$V_{Rd} =$	<b>616.1</b>	<b>kN</b>	<b>ok!</b>

**C.S. ( $V_{Rd}/V_{ed,v}$ ) = 1.35**

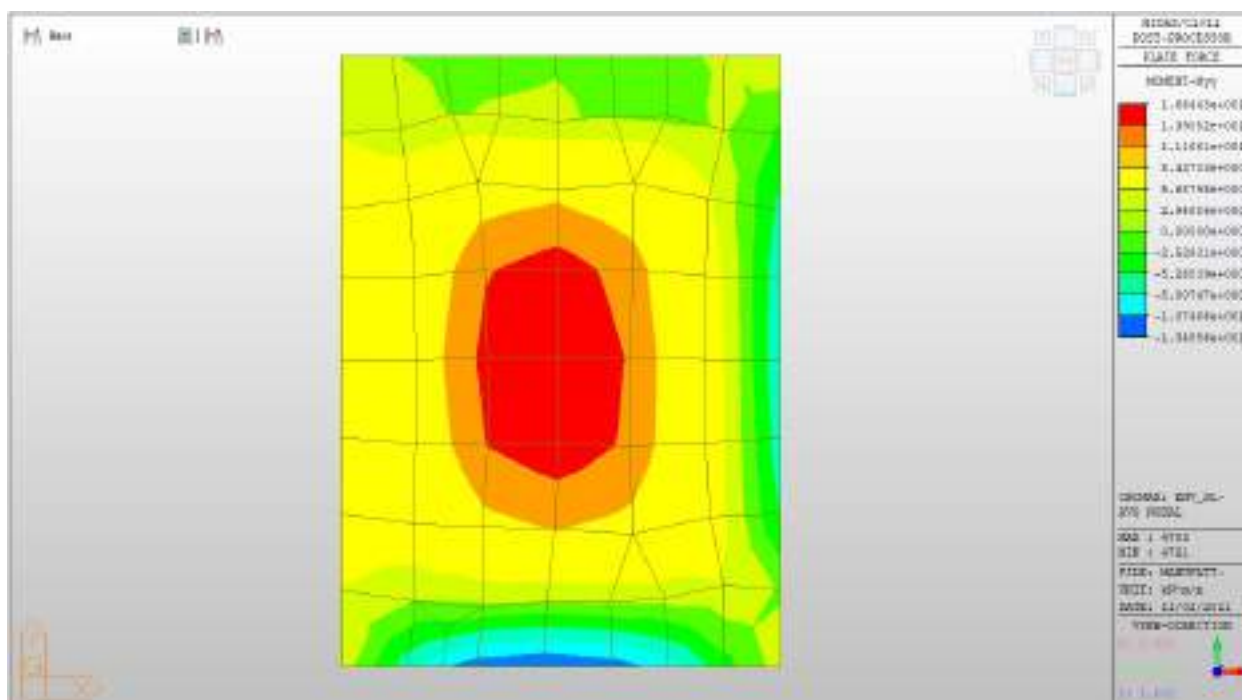
## Solaio copertura

### Solaio copertura – Mappe sollecitazioni SLU - SLV

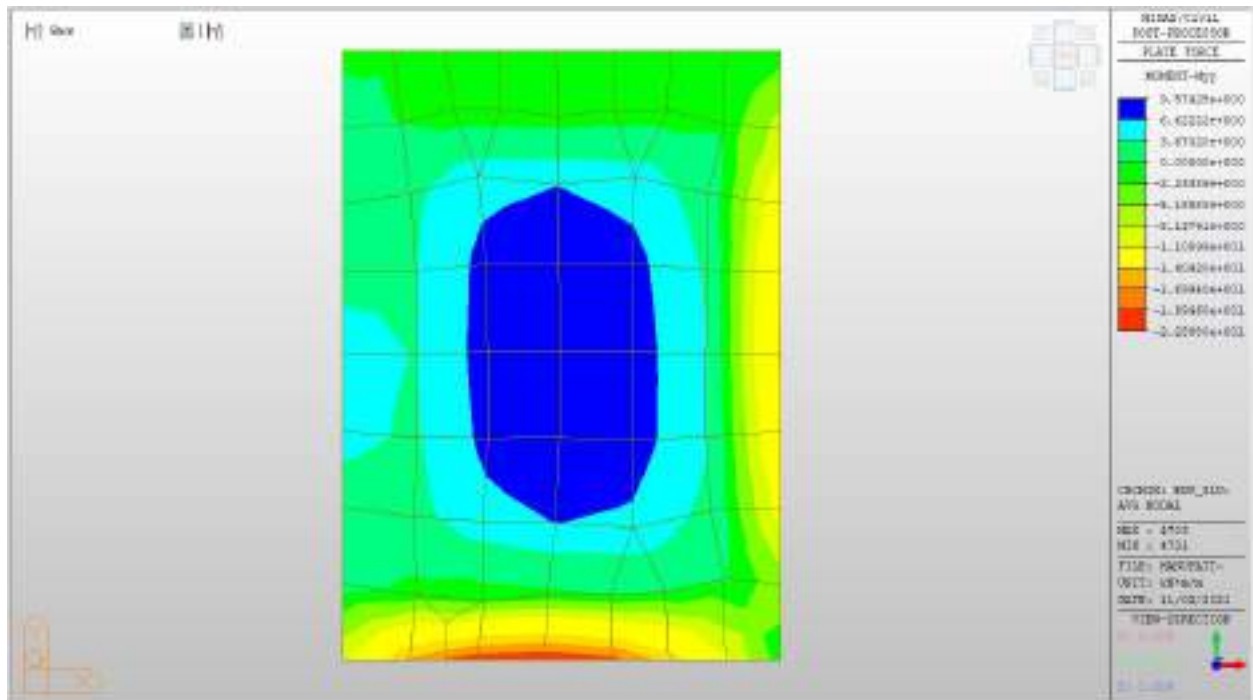
Si riportano di seguito gli involuپی delle mappe delle sollecitazioni per le combinazioni allo stato limite ultimo (sismiche e statiche) e di esercizio per solaio di copertura.

#### Momento verticale

MYM max, SLV-SLU = +166 kNm/m



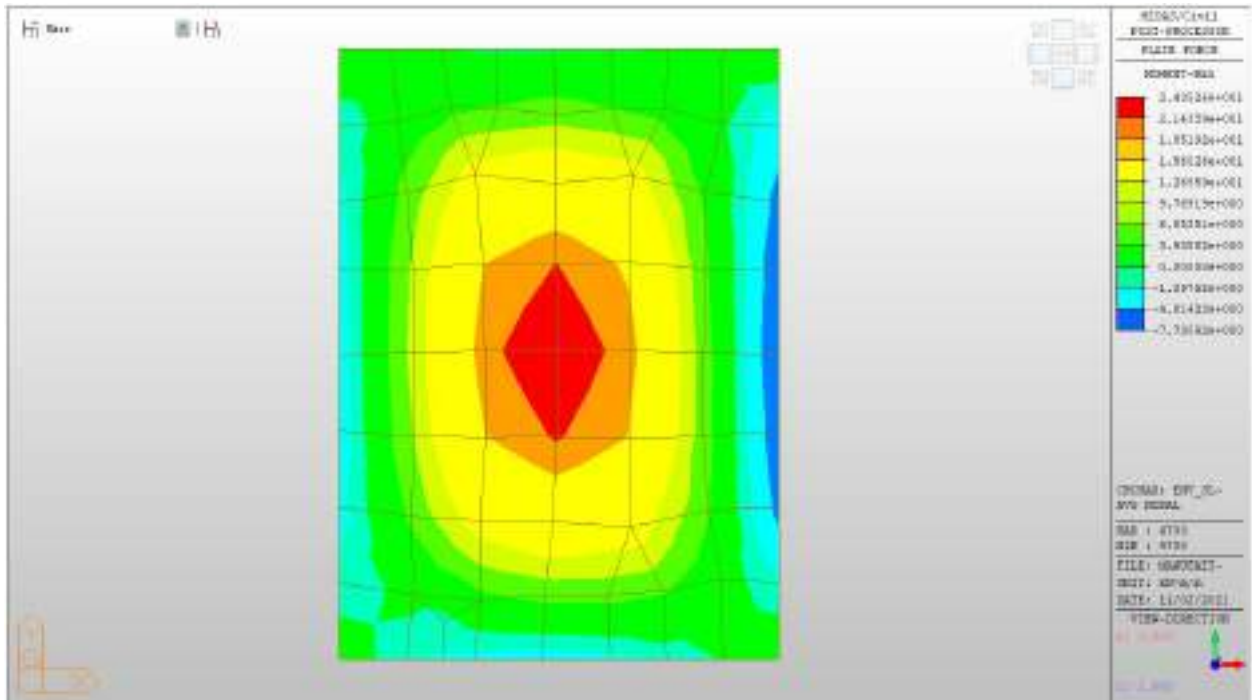
MY min, SLV-SLU = -230 kNm/m



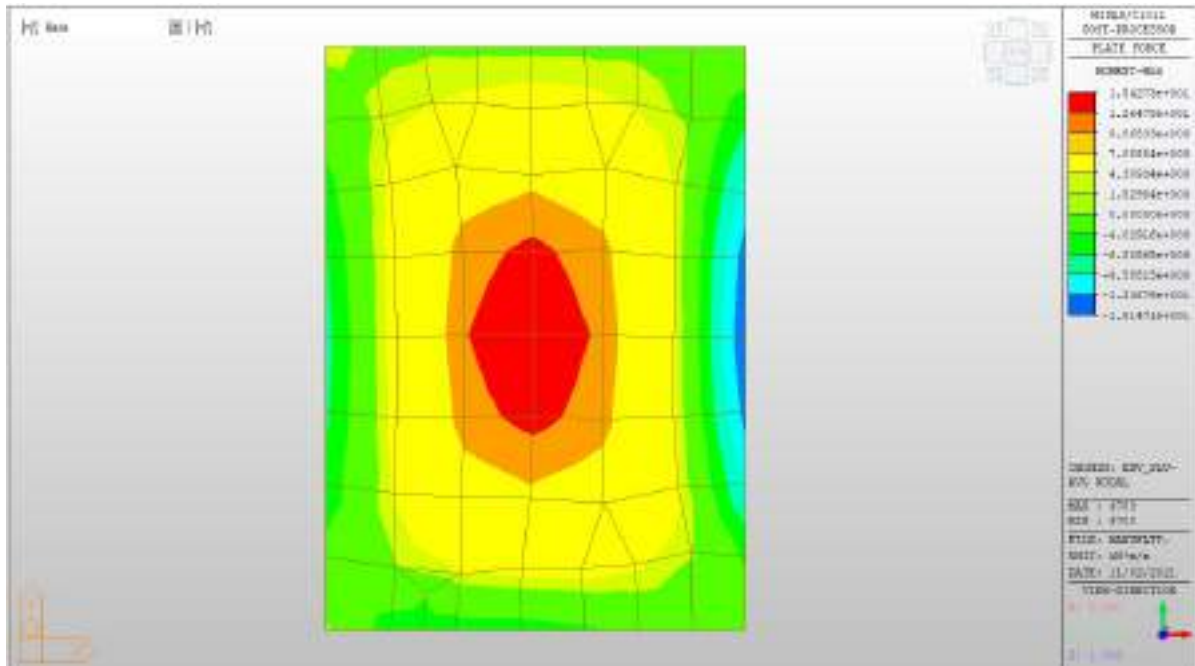
Momento orizzontale

MX max, SLV-SLU = +244 kNm/m





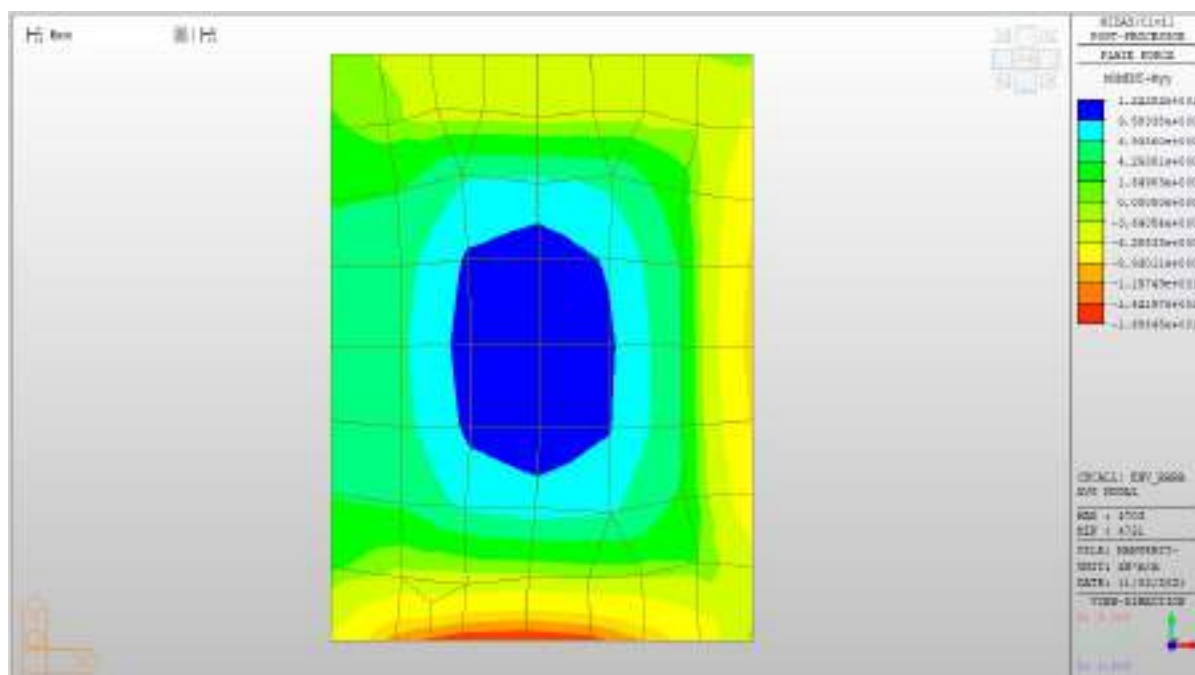
MXX min, SLV-SLU= -16 kNm/m



**Solaio copertura – Mappe sollecitazioni SLE - RARA**

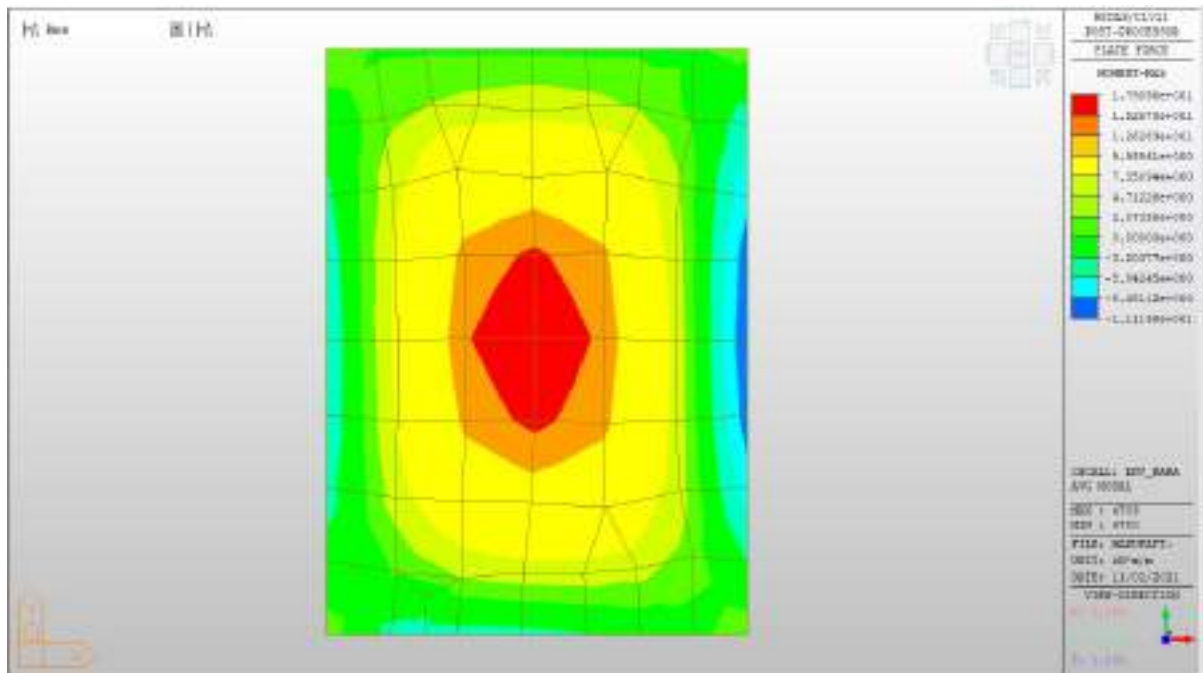
MYX max, RARA= +14 kNm/m

MYX min, RARA= -18 kNm/m



MXX max, RARA= +18 kNm/m

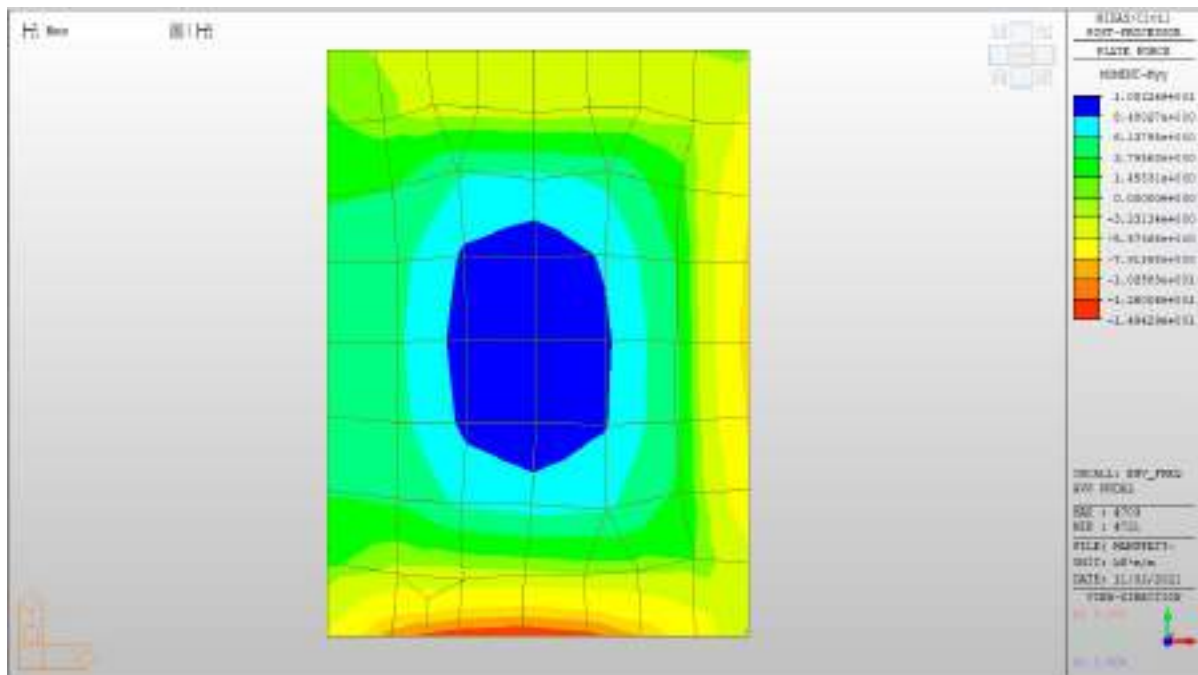
MXX min, RARA= -12 kNm/m



**Solaio copertura – Mappe sollecitazioni SLE - Frequente**

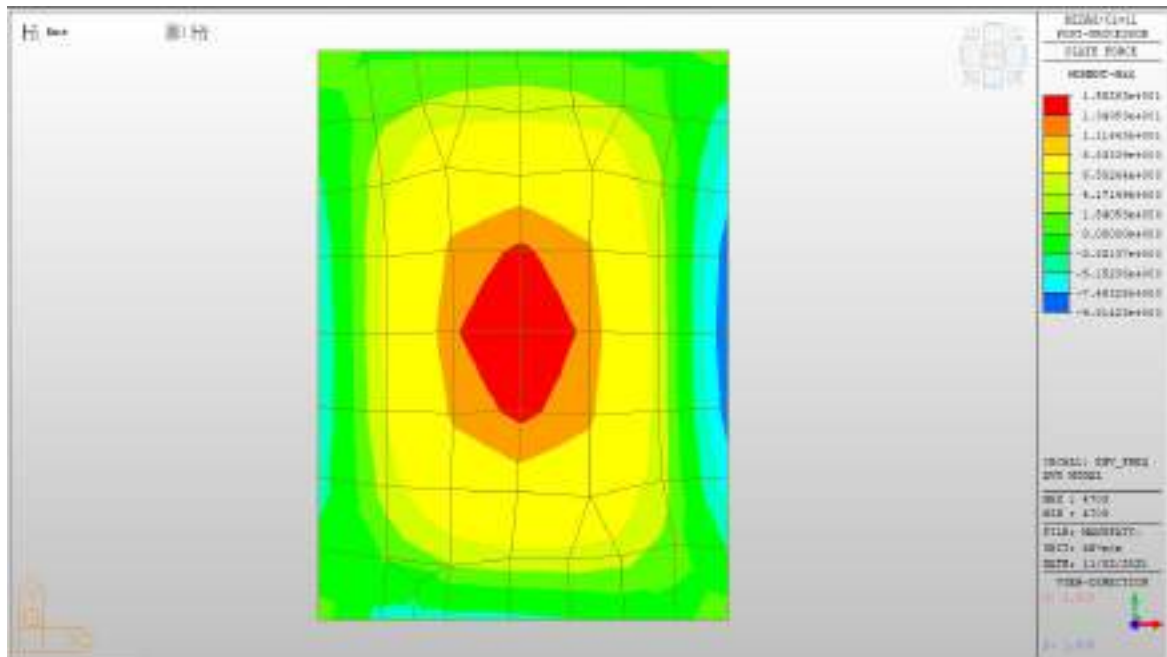
MYX max, Frequente= +12kNm/m

MYX min, Frequente= -16 kNm/m



MXX max, Frequente= +16kNm/m

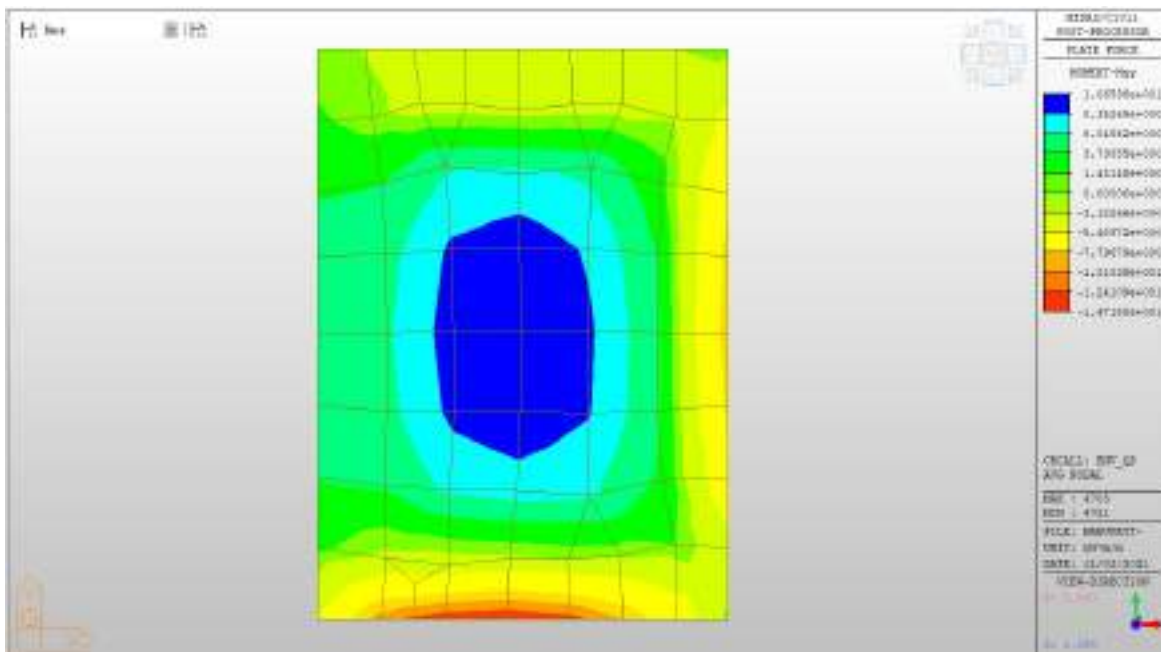
MXX min, Frequente= - 10kNm/m



**Solaio copertura – Mappe sollecitazioni SLE – Quasi permanente**

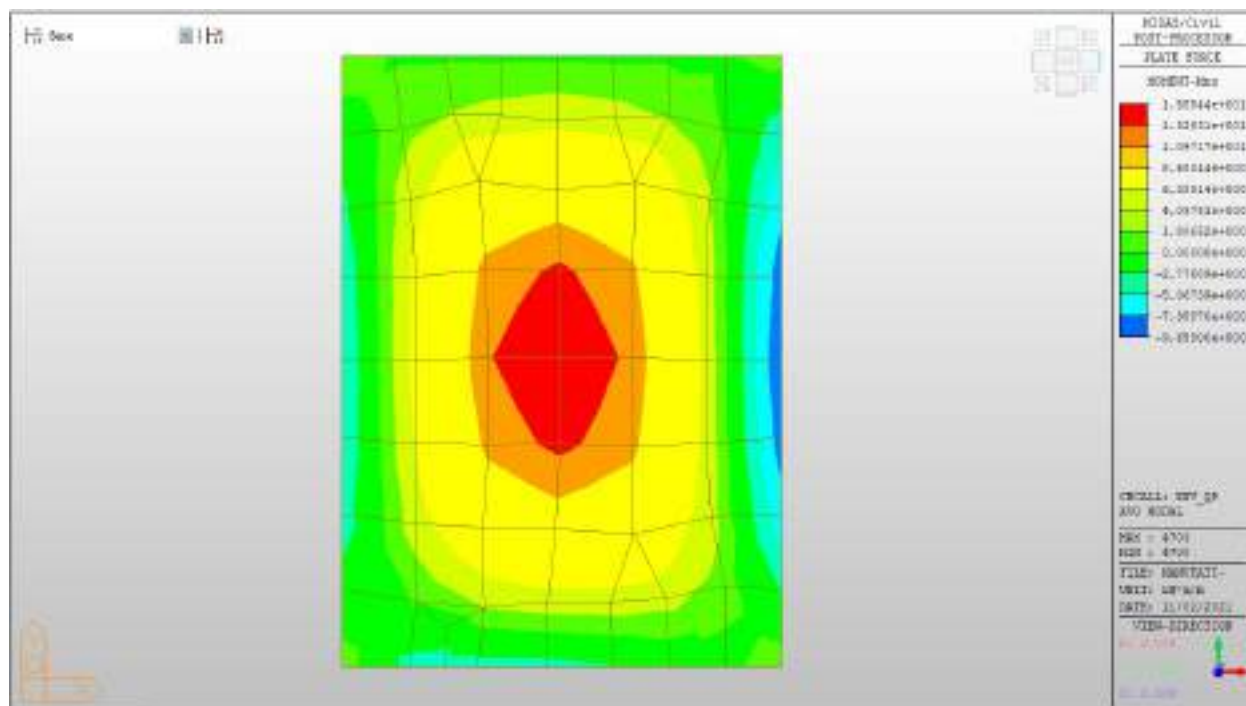
MY<sub>Y</sub> max, QP= +12kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

MY<sub>Y</sub> min, QP= - 16kNm/m



MX<sub>X</sub> max, QP= +16 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

MX<sub>X</sub> min, QP= -10kNm/m



## Verifiche

Si riportano di seguito le verifiche effettuate. La sezione risulta essere armata con 7 $\phi$ 22 al lembo superiore e 7 $\phi$ 22 al lembo inferiore in entrambe le direzioni.

### Verifica momento verticale MYY

#### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	30.0	cm
Barre inferiori:	7 $\phi$ 22	(26.6 cm <sup>2</sup> )
Barre superiori:	7 $\phi$ 22	(26.6 cm <sup>2</sup> )
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	5.0	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	5.0	cm

**ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
VY	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale
MT	Momento torcente [kN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0.00	166.00	0.00	0.00
2	0.00	-230.00	0.00	0.00

**COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx	Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	14.00
2	0.00	-18.00

**COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx	Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	12.00 (63.00)
2	0.00	-16.00 (-63.00)

**COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	12.00 (63.00)
2	0.00	-16.00 (-63.00)

**RISULTATI DEL CALCOLO**

**Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate**

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 3.9 cm  
Interferro netto minimo barre longitudinali: 12.8 cm

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE**

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
N Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)  
Mx Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico  
N ult Sforzo normale ultimo [kN] nella sezione (positivo se di compress.)  
Mx ult Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico  
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult, Mx ult) e (N, Mx)  
Verifica positiva se tale rapporto risulta  $\geq 1.000$   
Yneutro Ordinata [cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X, Y, O sez.  
Mx sn. Momento flettente allo snervamento [kNm]  
x/d Rapp. di duttilità a rottura solo se N = 0 (travi)  
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	N ult	Mx ult	Mis.Sic.	Yn	M sn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	0.00	166.00	0.04	230.98	1.391	24.4	222.19	0.22	0.72	26.6 (4.5)
2	S	0.00	-230.00	0.04	-230.98	1.004	5.6	-222.19	0.22	0.72	26.6 (4.5)



**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO**

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	-0.00457	30.0	0.00036	25.0	-0.01220	5.0
2	0.00350	-0.00457	0.0	0.00036	5.0	-0.01220	25.0

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max	Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa]
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sc min	Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa]
Yc min	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [Mpa]
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Dw Eff.	Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff.	Area di congl. [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
As eff.	Area Barre tese di acciaio [cm <sup>2</sup> ] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
D barre	Distanza media in cm tra le barre tese efficaci utilizzata nel calcolo di fessurazione (se Dbarre >14Ø viene posto Dbarre=14Ø nel calcolo di fess. [B.6.6.3 Circ. 252/96])

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	---------	---------	---------	---------

**ACEA ENGINEERING LABORATORIES RESEARCH INNOVATION SPA**

1	S	1.00	30.0	0.00	20.6	-24.7	25.0	10.3	1028	26.6	15.0
2	S	1.28	0.0	0.00	9.4	-31.7	5.0	10.3	1028	26.6	15.0

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE**

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
ScI max	Massima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [Mpa]
ScI min	Minima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [Mpa]
Sc Eff	Tensione al limite dello spessore teso efficace nello STATO I [Mpa]
K3	Coeff. di normativa = 0,25 (ScI min + ScEff)/(2 ScI min)
Beta12	Prodotto dei Coeff. di aderenza Beta1*Beta2
Psi	= 1-Beta12*(Ssr/Ss) <sup>2</sup> = 1-Beta12*(fctm/ScI min) <sup>2</sup> = 1-Beta12*(Mfess/M) <sup>2</sup> [B.6.6 DM96]
e sm	Deformazione unitaria media tra le fessure . Tra parentesi il valore minimo = 0.4 Ss/Es
srm	Distanza media in mm tra le fessure
wk	Apertura delle fessure in mm = 1,7*Eps*Srm. Tra parentesi è indicato il valore limite.
M fess.	Momento di prima fessurazione [kNm]

N°Comb	Ver	ScI max	ScI min	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	0.69	-0.69	-2.2	0.164	1.00	0.400	0.000049 (0.000049)	164	0.014	63.00
2	S	0.89	-0.89	-2.8	0.164	1.00	0.400	0.000063 (0.000063)	164	0.018	-63.00

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	0.85	30.0	0.00	20.6	-21.1	25.0	10.3	1028	26.6	15.0
2	S	1.14	0.0	0.00	9.4	-28.2	5.0	10.3	1028	26.6	15.0

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE**

N°Comb	Ver	ScI max	ScI min	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	0.59	-0.59	-1.9	0.164	0.50	0.400	0.000042 (0.000042)	164	0.012 (0.30)	63.00

**ACEA ENGINEERING LABORATORIES RESEARCH INNOVATION SPA**

2	S	0.79	-0.79	-2.5	0.164	0.50	0.400	0.000056 (0.000056)	164	0.016 (0.30)	-63.00
---	---	------	-------	------	-------	------	-------	---------------------	-----	--------------	--------

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	0.85	30.0	0.00	20.6	-21.1	25.0	10.3	1028	26.6	15.0
2	S	1.14	0.0	0.00	9.4	-28.2	5.0	10.3	1028	26.6	15.0

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE**

N°Comb	Ver	Sclmax	Sclmin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	0.59	-0.59	-1.9	0.164	0.50	0.400	0.000042 (0.000042)	164	0.012 (0.20)	63.00
2	S	0.79	-0.79	-2.5	0.164	0.50	0.400	0.000056 (0.000056)	164	0.016 (0.20)	-63.00

**Verifica momento orizzontale MXX**

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE**

Base:	100.0	cm
Altezza:	30.0	cm
Barre inferiori:	7Ø22	(26.6 cm²)
Barre superiori:	7Ø22	(26.6 cm²)
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	5.0	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	5.0	cm

**ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
VY	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale
MT	Momento torcente [kN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0.00	244.00	0.00	0.00
2	0.00	-16.00	0.00	0.00

**COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	18.00
2	0.00	-12.00

**COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	16.00 (70.26)
2	0.00	-10.00 (-70.26)

**COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
---------	---	----

1	0.00	16.00 (70.26)
2	0.00	-10.00 (-70.26)

**RISULTATI DEL CALCOLO**

**Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate**

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	1.9 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	13.5 cm

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE**

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico
N ult	Sforzo normale ultimo [kN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx ult	Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult,Mx ult) e (N,Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta $\geq 1.000$
Yneutro	Ordinata [cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X,Y,O sez.
Mx sn.	Momento flettente allo snervamento [kNm]
x/d	Rapp. di duttilità a rottura solo se N = 0 (travi)
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	N ult	Mx ult	Mis.Sic.	Yn	M sn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	0.00	244.00	0.07	258.04	1.058	26.1	248.85	0.15	0.70	26.6 (4.8)
2	S	0.00	-16.00	0.07	-258.04	16.127	3.9	-248.85	0.15	0.70	26.6 (4.8)

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO**

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)

**ACEA ENGINEERING LABORATORIES RESEARCH INNOVATION SPA**

es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	-0.00795	30.0	0.00083	27.0	-0.02054	3.0
2	0.00350	-0.00795	0.0	0.00083	3.0	-0.02054	27.0

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max	Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa]
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sc min	Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa]
Yc min	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [Mpa]
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Dw Eff.	Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff.	Area di congl. [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
As eff.	Area Barre tese di acciaio [cm <sup>2</sup> ] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
D barre	Distanza media in cm tra le barre tese efficaci utilizzata nel calcolo di fessurazione (se Dbarre >14Ø viene posto Dbarre=14Ø nel calcolo di fess. [B.6.6.3 Circ. 252/96])

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	1.01	30.0	0.00	20.6	-28.3	27.0	10.3	1028	26.6	0.0
2	S	0.68	0.0	0.00	9.4	-18.9	3.0	10.3	1028	26.6	0.0

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE**

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sclmax	Massima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [Mpa]

**ACEA ENGINEERING LABORATORIES RESEARCH INNOVATION SPA**

Sclmin	Minima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [Mpa]
Sc Eff	Tensione al limite dello spessore teso efficace nello STATO I [Mpa]
K3	Coeff. di normativa = $0,25 (Sclmin + ScEff)/(2 Sclmin)$
Beta12	Prodotto dei Coeff. di aderenza $Beta1 * Beta2$
Psi	$= 1 - Beta12 * (Ssr/Ss)^2 = 1 - Beta12 * (fctm/Sclmin)^2 = 1 - Beta12 * (Mfess/M)^2$ [B.6.6 DM96]
e sm	Deformazione unitaria media tra le fessure . Tra parentesi il valore minimo = $0.4 Ss/Es$
srm	Distanza media in mm tra le fessure
wk	Apertura delle fessure in mm = $1,7 * Eps * Srm$ . Tra parentesi è indicato il valore limite.
M fess.	Momento di prima fessurazione [kNm]

N°Comb	Ver	Sclmax	Sclmin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	0.79	-0.79	-2.5	0.164	1.00	0.400	0.000057 (0.000057)	94	0.009	70.26
2	S	0.53	-0.53	-1.7	0.164	1.00	0.400	0.000038 (0.000038)	94	0.006	-70.26

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	0.90	30.0	0.00	20.6	-25.1	27.0	10.3	1028	26.6	0.0
2	S	0.56	0.0	0.00	9.4	-15.7	3.0	10.3	1028	26.6	0.0

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE**

N°Comb	Ver	Sclmax	Sclmin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	0.71	-0.71	-2.2	0.164	0.50	0.400	0.000050 (0.000050)	94	0.008 (0.30)	70.26
2	S	0.44	-0.44	-1.4	0.164	0.50	0.400	0.000031 (0.000031)	94	0.005 (0.30)	-70.26

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	0.90	30.0	0.00	20.6	-25.1	27.0	10.3	1028	26.6	0.0
2	S	0.56	0.0	0.00	9.4	-15.7	3.0	10.3	1028	26.6	0.0

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE**

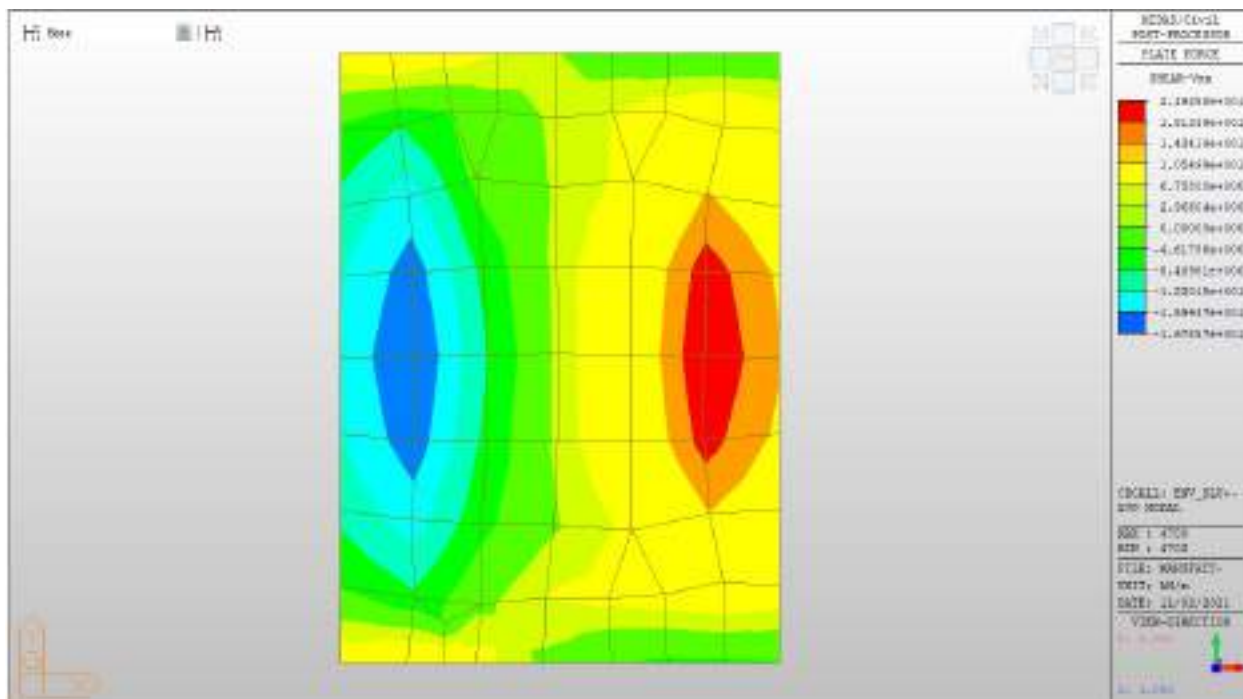
N°Comb	Ver	ScImax	ScImin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	0.71	-0.71	-2.2	0.164	0.50	0.400	0.000050 (0.000050)	94	0.008 (0.20)	70.26
2	S	0.44	-0.44	-1.4	0.164	0.50	0.400	0.000031 (0.000031)	94	0.005 (0.20)	-70.26

Nei confronti delle azioni di taglio, la sezione risulta verificata senza disporre specifica armatura a taglio. Si dispongono comunque spilli  $\phi 10/400 \times 400$ .

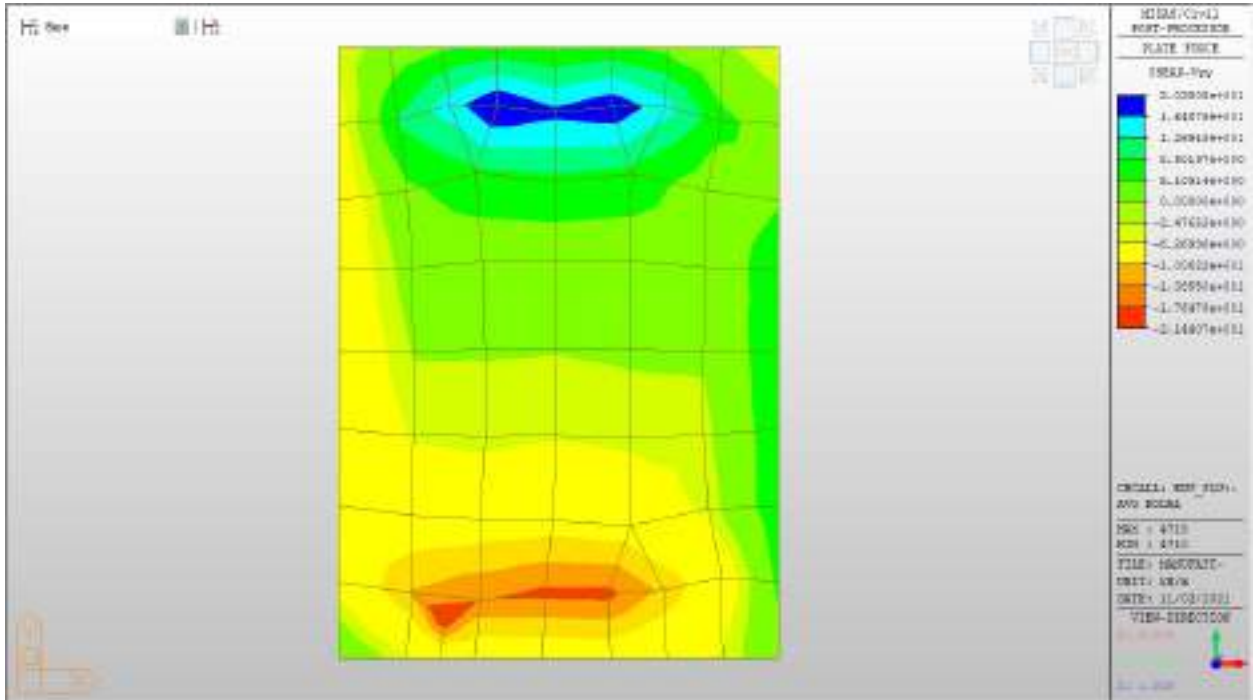
Di seguito la verifica per la sollecitazione massima di taglio:

Taglio massimo

V MAX, SLV-SLU= 22 kN/m







**Verifica a taglio (SLU)**

$V_{ed} =$	<b>22</b>	kN	Taglio agente verticale
$H =$	<b>300</b>	mm	altezza sezione di calcolo
$B_c =$	1000	mm	larghezza sezione di calcolo
CLS =	C32/40	-	classe del calcestruzzo
$f_{ck} =$	30.7	N/mm <sup>2</sup>	resistenza caratteristica a compressione
$f_{cd} =$	17.4	N/mm <sup>2</sup>	resistenza di progetto a compressione
$c =$	50	mm	copriferro
$b_{st} =$	<b>3</b>	-	braccia delle staffe
$\Phi_{st} =$	<b>10</b>	mm	diametro staffe
$s =$	<b>400</b>	mm	passo staffe
$A_{st} =$	196	mm <sup>2</sup>	area staffe
$d =$	250	mm	altezza utile sezione
$\rho_l =$	0.00000	-	rapporto geometrico armatura longitudinale

**verifica sezione con armatura:**

$\alpha =$	90	°	angolo di inclinazione delle staffe
$\theta =$	22	°	inclinazione delle bielle compresse di cls
$f'_{cd} =$	8.7	N/mm <sup>2</sup>	resistenza a compressione ridotta del cls d'anima
$\alpha_c =$	1.000	-	coefficiente maggiorativo per compressione
$f_{yd} =$	391.3	N/mm <sup>2</sup>	resistenza a snervamento dell'acciaio
$V_{Rsd} =$	<b>107.0</b>	<b>kN</b>	<b>taglio resistente relativo alle armature tese</b>
$V_{Rcd} =$	<b>680.0</b>	<b>kN</b>	<b>taglio resistente relativo alle bielle compresse</b>
$V_{Rd} =$	<b>107.0</b>	<b>kN</b>	<b>ok!</b>

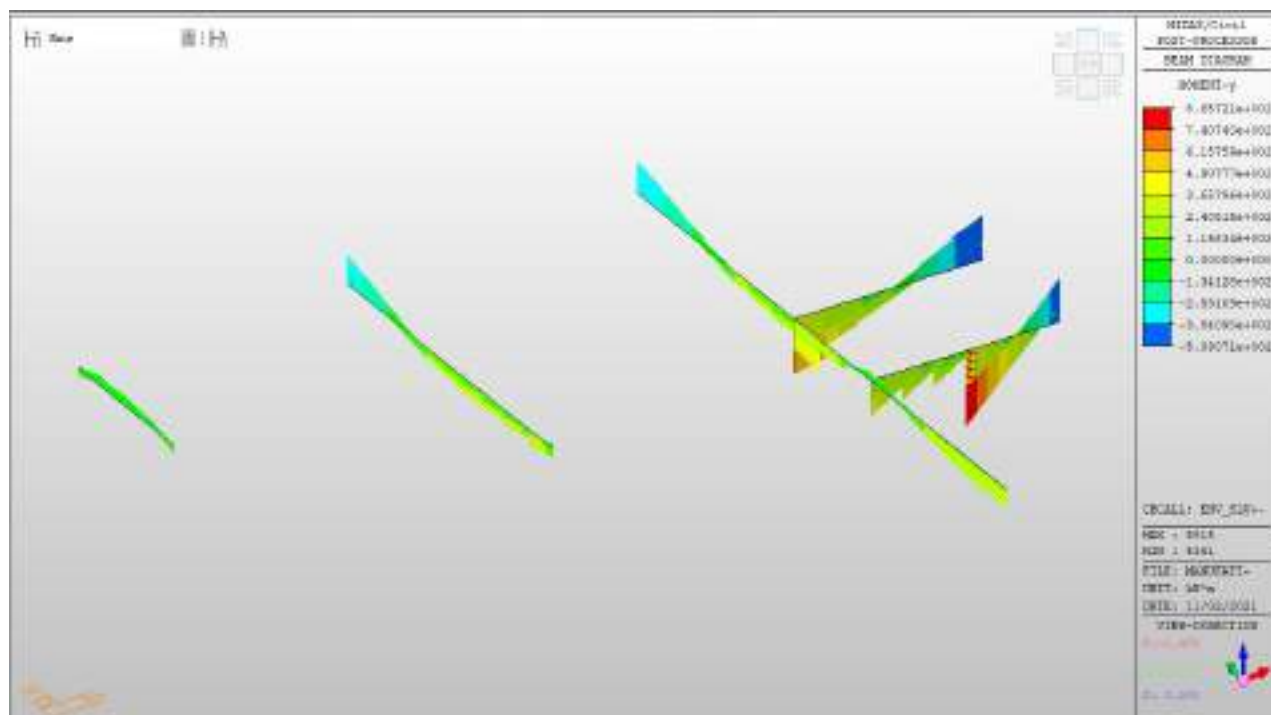
**C.S. ( $V_{Rd}/V_{ed,v}$ ) = 5.75**

**Travi solaio a quota +163.64 m**

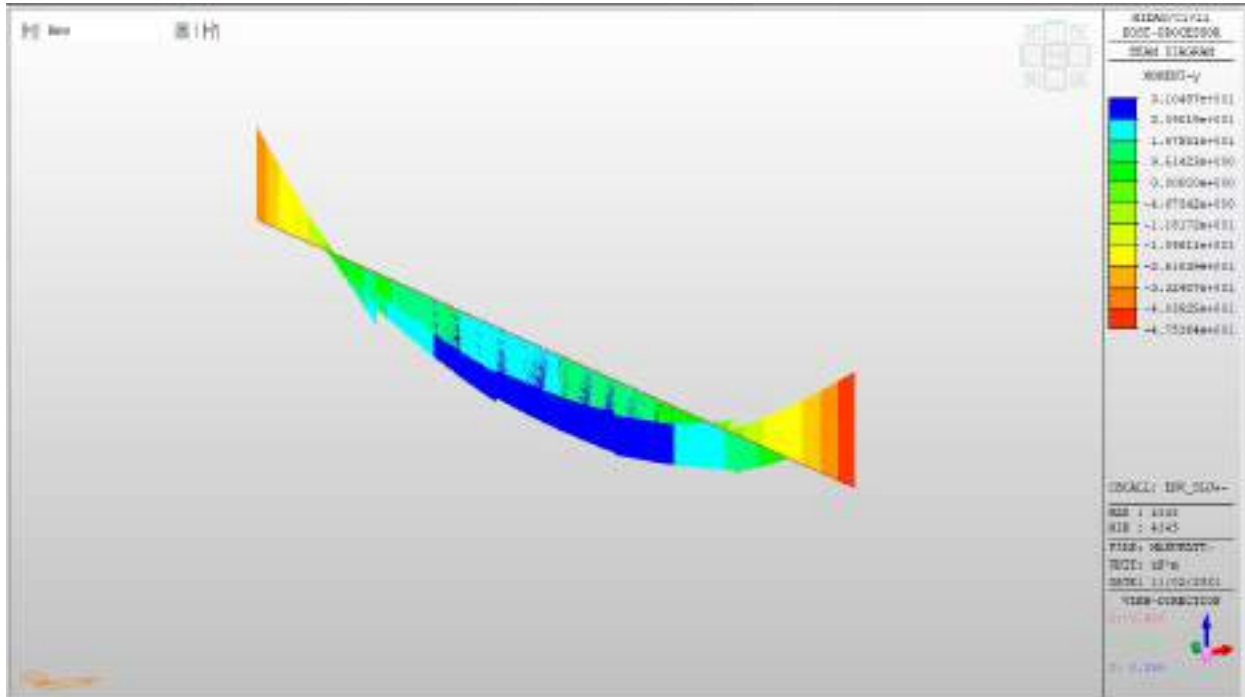
**Travi solaio a quota +163.64 m– Mappe sollecitazioni SLU ed SLV**

Si riportano di seguito gli involuipi delle mappe delle sollecitazioni per le combinazioni allo stato limite ultimo (sismiche e statiche) e di esercizio per le travi a spessore ed emergenti presenti in corrispondenza dei fori del solaio posto a quota +163.64m.

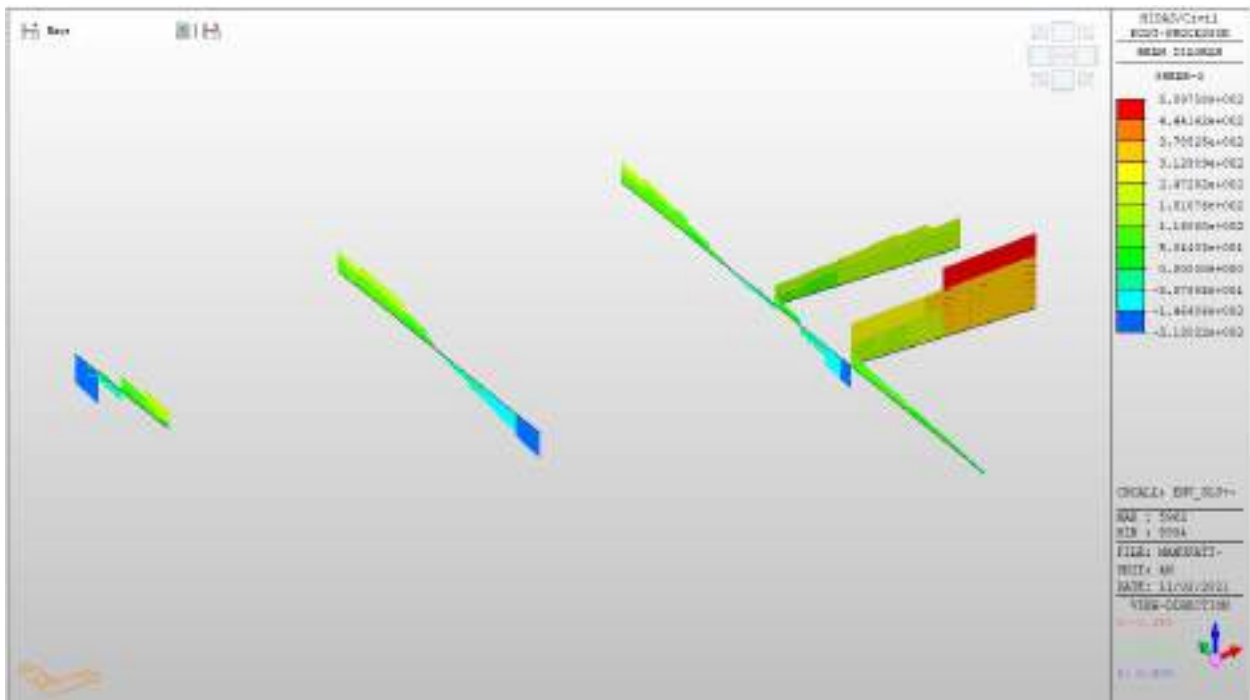
Momento MY, SLU+SLV (travi 60x120cm)



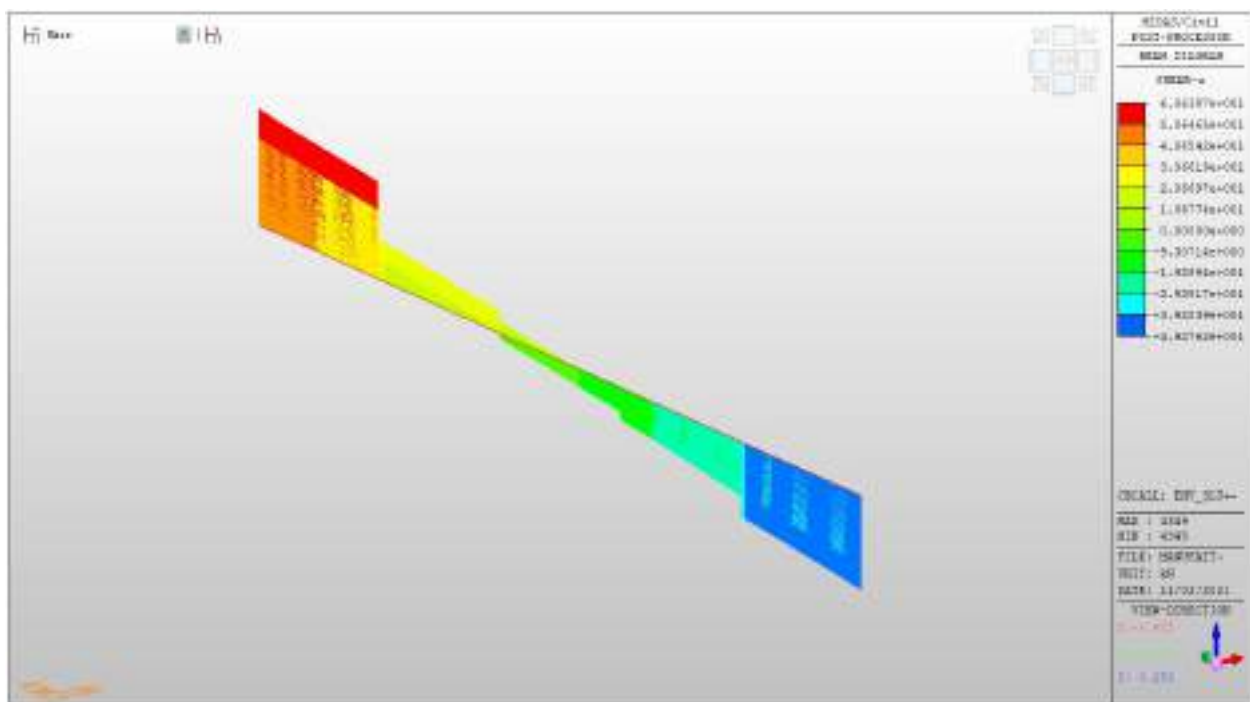
Momento MY, SLU+SLV (travi 60x60cm)



Taglio FZ, SLU+SLV (travi 60x120cm)

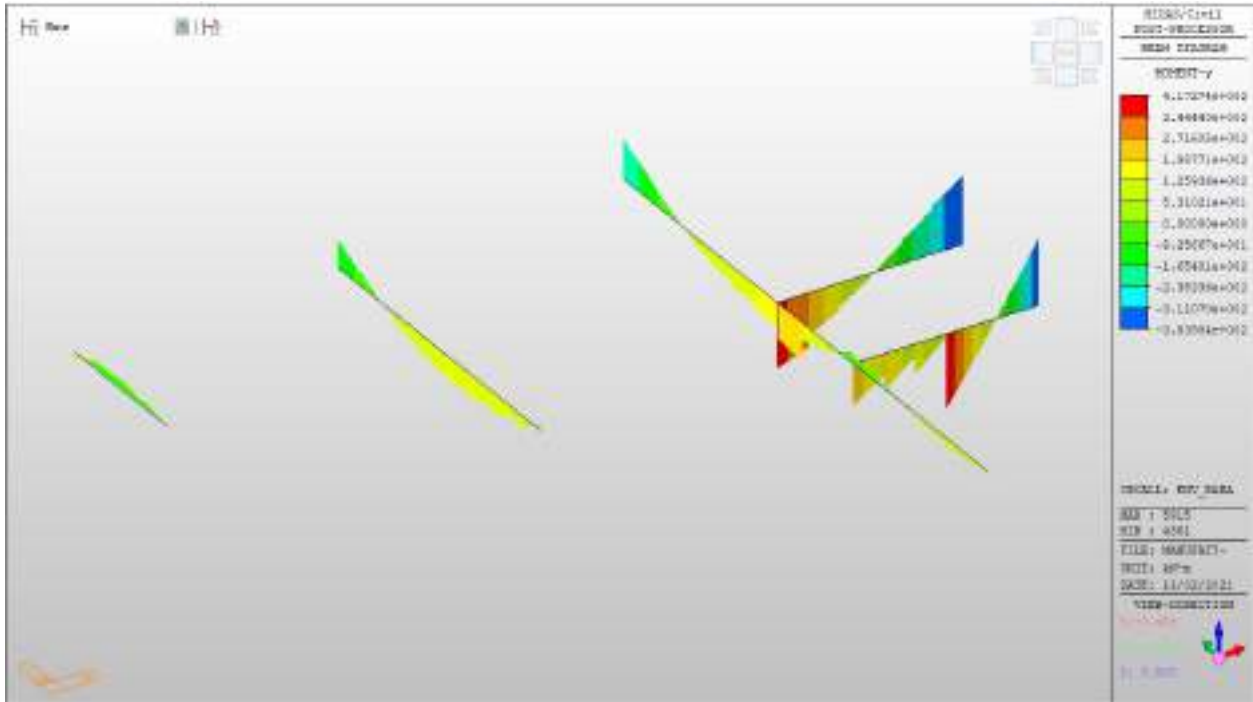


Taglio FZ, SLU+SLV (travi 60x60cm)

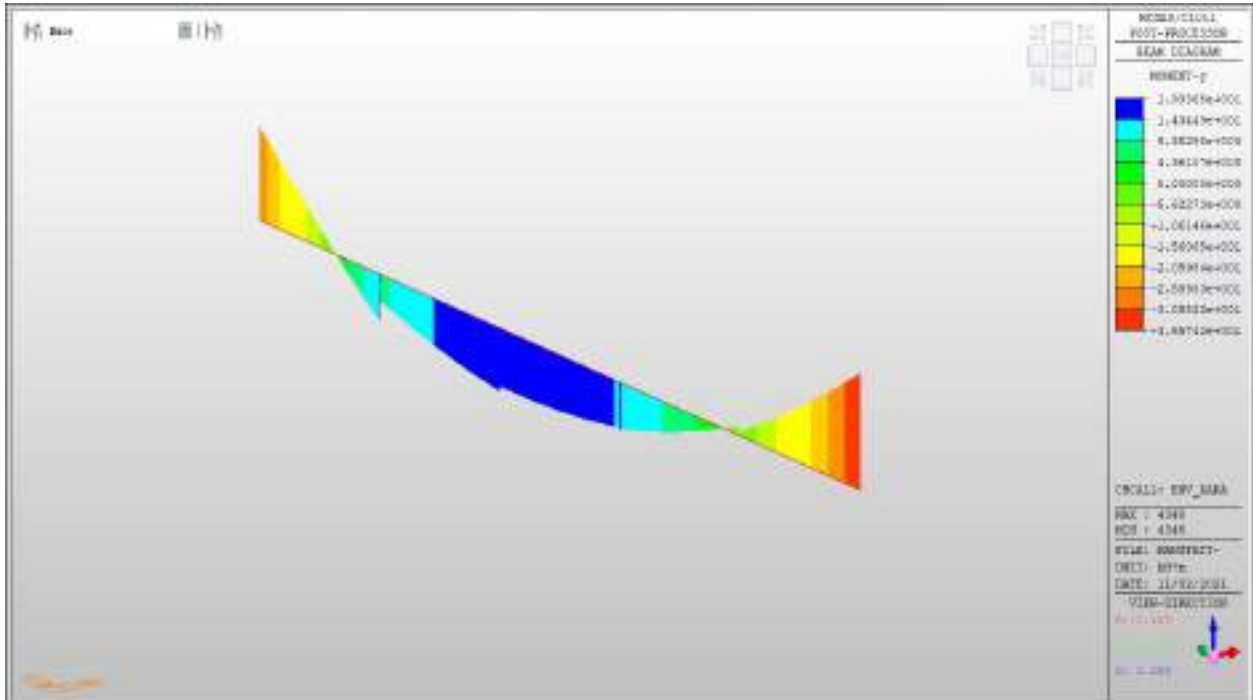


**Travi solaio a quota +163.64 m– Mappe SLE RARA**

Momento MY, RARA (travi 60x120cm)

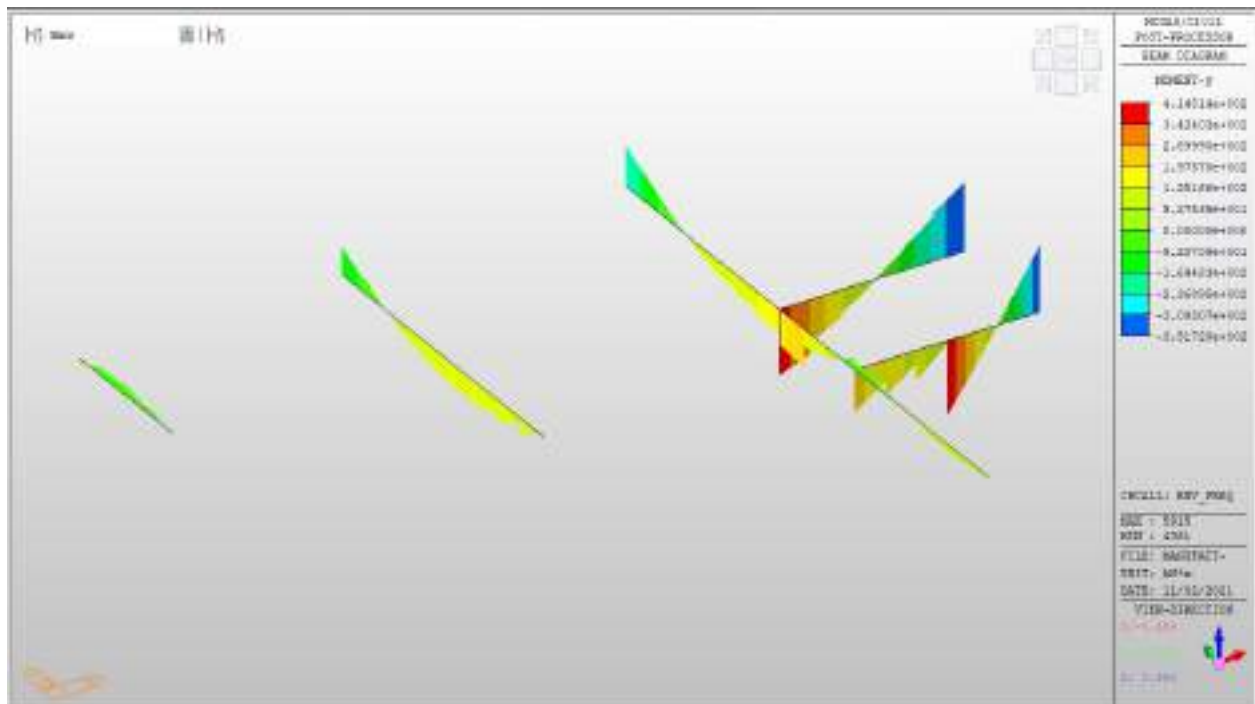


Momento MY, RARA (travi 60x60cm)

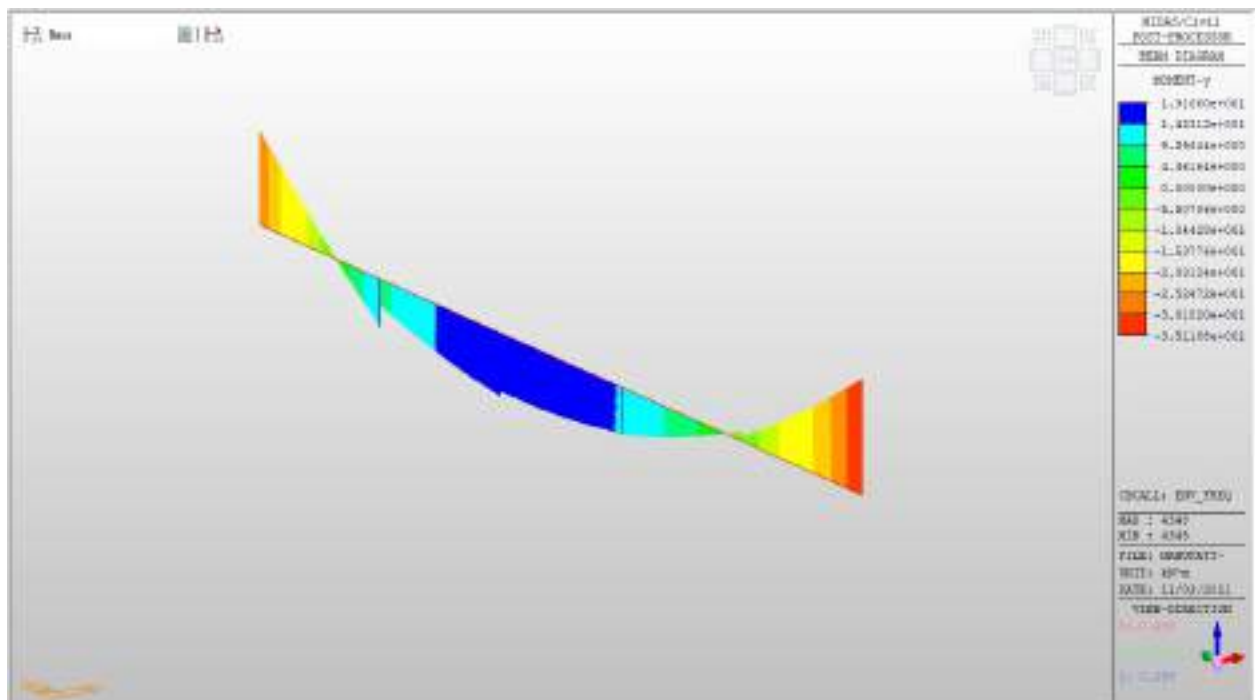


**Travi solaio a quota +163.64 m– Mappe SLE Frequente**

Momento MY, Frequente (travi 60x120cm)



Momento MY, Frequente (travi 60x60cm)





### **Verifiche**

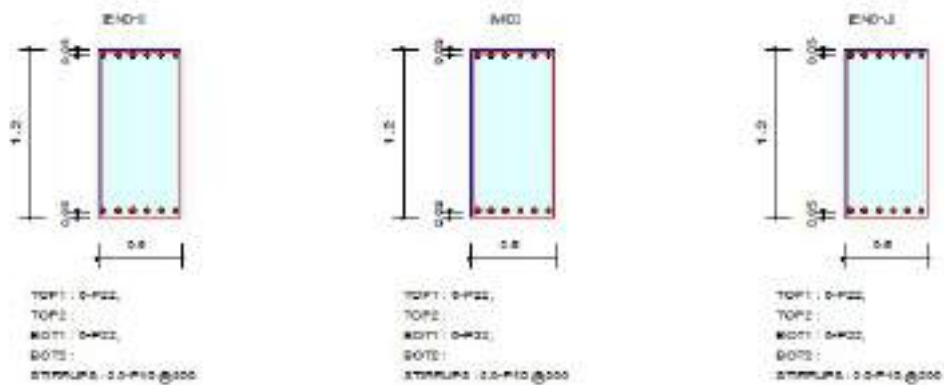
Le travi emergenti 60x120 sono armate con 6 $\phi$ 22 al lembo superiore e 6 $\phi$ 22 al lembo inferiore. Per le azioni di taglio, si dispongono staffe a 2 bracci  $\phi$ 10/20 cm.

Le travi a spessore 60x60 sono armate con 4 $\phi$ 22 al lembo superiore e 4 $\phi$ 22 al lembo inferiore. Per le azioni di taglio, si dispongono staffe a 4 bracci  $\phi$ 10/20 cm.

Verifiche a momento e taglio ( travi emergenti 60x120cm)

Design Code : Eurocode2-2:05  
 Unit System : kN, m  
 Material Data :  $f_{ck} = 32000$ ,  $f_{yk} = 480000$ ,  $f_{yw} = 480000$  MPa  
 Beam Span : 1.1 m  
 Section Property : 60x120 (No : 2)

## 2. Section Diagram



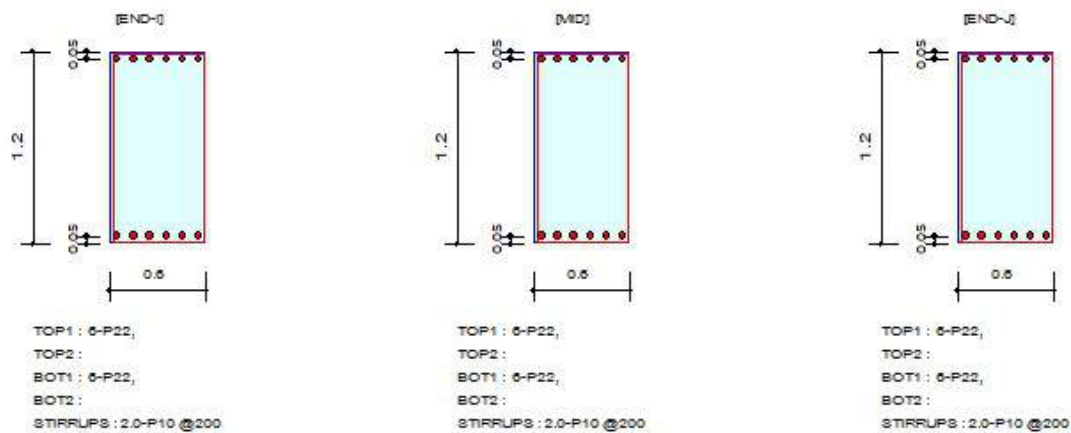
## 3. Bending Moment Capacity

	END-I	MD	END-J
Negative Moment (M <sub>Ed</sub> )	399.18	470.10	309.07
(-) Load Combination No.	30-	21	21
Factored Strength (M <sub>Rd</sub> )	985.18	985.18	985.18
Check Ratio (M <sub>Ed</sub> /M <sub>Rd</sub> )	0.4032	0.4772	0.3127
Positive Moment (M <sub>Ed</sub> )	865.72	776.72	606.74
(+) Load Combination No.	28+	28+	28-
Factored Strength (M <sub>Rd</sub> )	985.18	985.18	985.18
Check Ratio (M <sub>Ed</sub> /M <sub>Rd</sub> )	0.8787	0.7884	0.6057
Using Rebar Top (A <sub>s_top</sub> )	0.0023	0.0023	0.0023
Using Rebar Bot (A <sub>s_bot</sub> )	0.0023	0.0023	0.0023

## 4. Shear Capacity

	END-I	MD	END-J
Load Combination No.	31+	31+	31+
Factored Shear Force (V <sub>Ed</sub> )	499.41	506.31	309.78
Shear Strength by Conc (V <sub>Rdc</sub> )	287.93	287.93	287.93
Shear Strength by Rebar (V <sub>Rd1</sub> )	781.90	781.90	781.90
Using Shear Reinf (A <sub>sw</sub> )	0.0002	0.0002	0.0002
Using Stirrups Spacing	2.0-F10 @ 200	2.0-F10 @ 200	2.0-F10 @ 200
Check Ratio	0.6306	0.6304	0.6437

## 2. Section Diagram



## 3. Stress Check

	END-I		MID		END-J	
	Concrete	Rebar	Concrete	Rebar	Concrete	Rebar
(-) Load Combination No.	41	41	41	41	41	41
Stress(s)	1750.37	19824.30	2084.14	23604.48	2256.85	25560.61
Allowable Stress(sa)	3023.81	360000.00	3023.81	360000.00	3023.81	360000.00
Stress Ratio(s/sa)	0.5789	0.0551	0.6892	0.0656	0.7464	0.0710
(+) Load Combination No.	37	37	37	37	38	38
Stress(s)	2453.02	27782.39	2086.09	23626.56	1868.59	21163.26
Allowable Stress(sa)	3023.81	360000.00	3023.81	360000.00	3023.81	360000.00
Stress Ratio(s/sa)	0.8112	0.0772	0.6899	0.0656	0.6180	0.0588

## 7. Crack Control

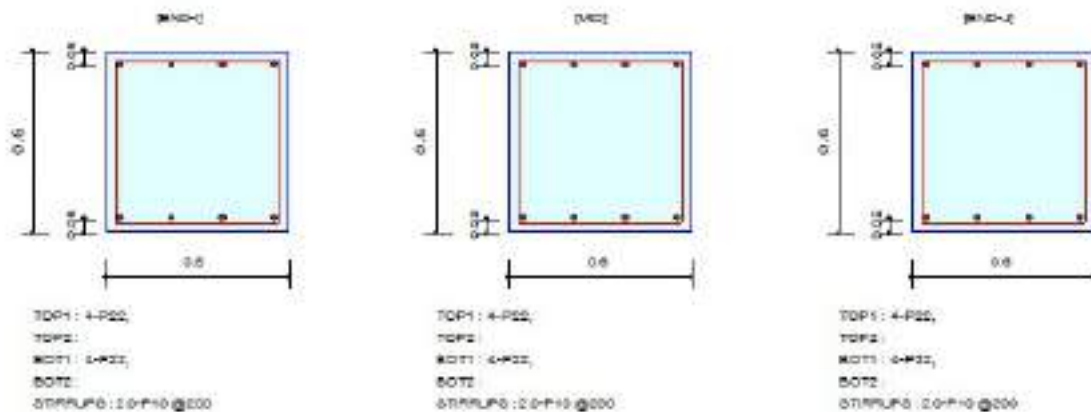
	END-I	MID	END-J
(-) Load Combination No.	51	51	51
Crack Width(w)	0.000	0.000	0.000
Allowable Crack Width(wa)	0.000	0.000	0.000
Check Ratio(w/wa)	0.0490	0.0583	0.0631
(+) Load Combination No.	46	46	46
Crack Width(w)	0.000	0.000	0.000
Allowable Crack Width(wa)	0.000	0.000	0.000
Check Ratio(w/wa)	0.0685	0.0583	0.0524

## 5. Deflection Control

$L/3 = 0.003067 > 0.0000$  (LCB:33, POS: 0.4m from END-I)..... O.K

Verifiche a momento e taglio (travi a spessore 60x60cm)

## 2. Section Diagram



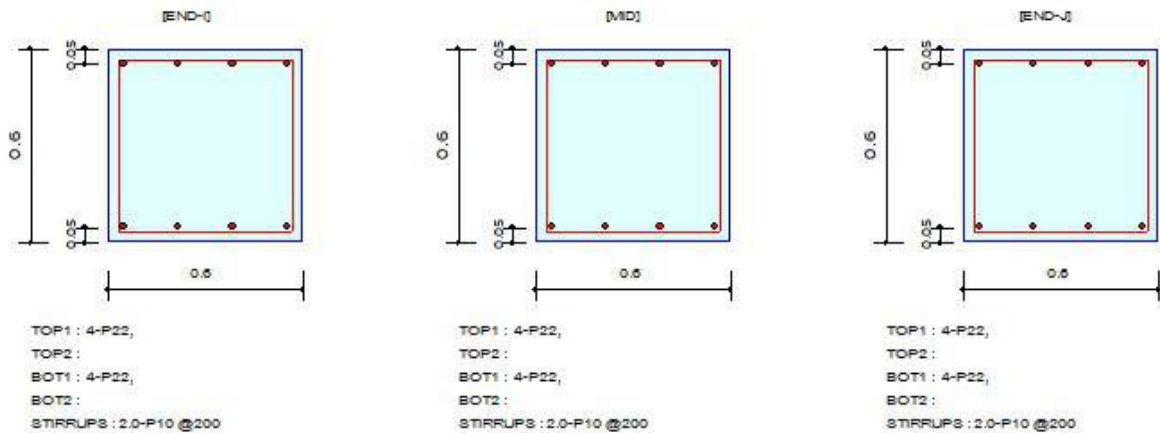
## 3. Bending Moment Capacity

	END-I	MD	END-J
Negative Moment ( $M_{Ed}$ )	47.64	34.90	38.18
(-) Load Combination No.	22	23	22
Factored Strength ( $M_{Rd}$ )	310.00	310.00	310.00
Check Ratio ( $M_{Ed}/M_{Rd}$ )	0.1533	0.1125	0.1231
Positive Moment ( $M_{Ed}$ )	31.05	30.75	30.54
(+) Load Combination No.	31+	31+	31+
Factored Strength ( $M_{Rd}$ )	310.00	310.00	310.00
Check Ratio ( $M_{Ed}/M_{Rd}$ )	0.1001	0.0992	0.0980
Using Rebar Top ( $A_{s\_top}$ )	0.0015	0.0015	0.0015
Using Rebar Bot ( $A_{s\_bot}$ )	0.0015	0.0015	0.0015

## 4. Shear Capacity

	END-I	MD	END-J
Load Combination No.	31-	31-	22
Factored Shear Force ( $V_{Ed}$ )	32.88	37.80	60.84
Shear Strength by Conc. ( $V_{Rdc}$ )	155.64	155.64	155.64
Shear Strength by Rebar ( $V_{Rds}$ )	378.74	378.74	378.74
Using Shear Reinf. ( $A_{sw}$ )	0.0002	0.0002	0.0002
Using Stirrups Spacing	2.0-P10 @200	2.0-P10 @200	2.0-P10 @200
Check Ratio	0.3398	0.3704	0.3896

## 2. Section Diagram



## 3. Stress Check

	END-I		MID		END-J	
	Concrete	Rebar	Concrete	Rebar	Concrete	Rebar
(-) Load Combination No.	42	42	43	43	42	42
Stress(s)	823.63	8480.26	602.96	6208.12	666.47	6862.04
Allowable Stress(sa)	3023.81	360000.00	3023.81	360000.00	3023.81	360000.00
Stress Ratio(s/sa)	0.2724	0.0236	0.1994	0.0172	0.2204	0.0191
(+) Load Combination No.	43	43	37	37	37	37
Stress(s)	447.70	4609.55	412.83	4250.52	412.83	4250.52
Allowable Stress(sa)	3023.81	360000.00	3023.81	360000.00	3023.81	360000.00
Stress Ratio(s/sa)	0.1481	0.0128	0.1365	0.0118	0.1365	0.0118

## 7. Crack Control

	END-I	MID	END-J
(-) Load Combination No.	51	51	51
Crack Width(w)	0.000	0.000	0.000
Allowable Crack Width(wa)	0.000	0.000	0.000
Check Ratio(w/wa)	0.0258	0.0189	0.0210
(+) Load Combination No.	51	46	46
Crack Width(w)	0.000	0.000	0.000
Allowable Crack Width(wa)	0.000	0.000	0.000
Check Ratio(w/wa)	0.0141	0.0130	0.0130

## 5. Deflection Control

$L/4 = 0.004240 > 0.0000$  (LCB:32, POS: 0.5m from END-I)..... O.K  
A194PD K010 8 – Relazione Geotecnica “Sorpasso di Salisano” - Allegato 3



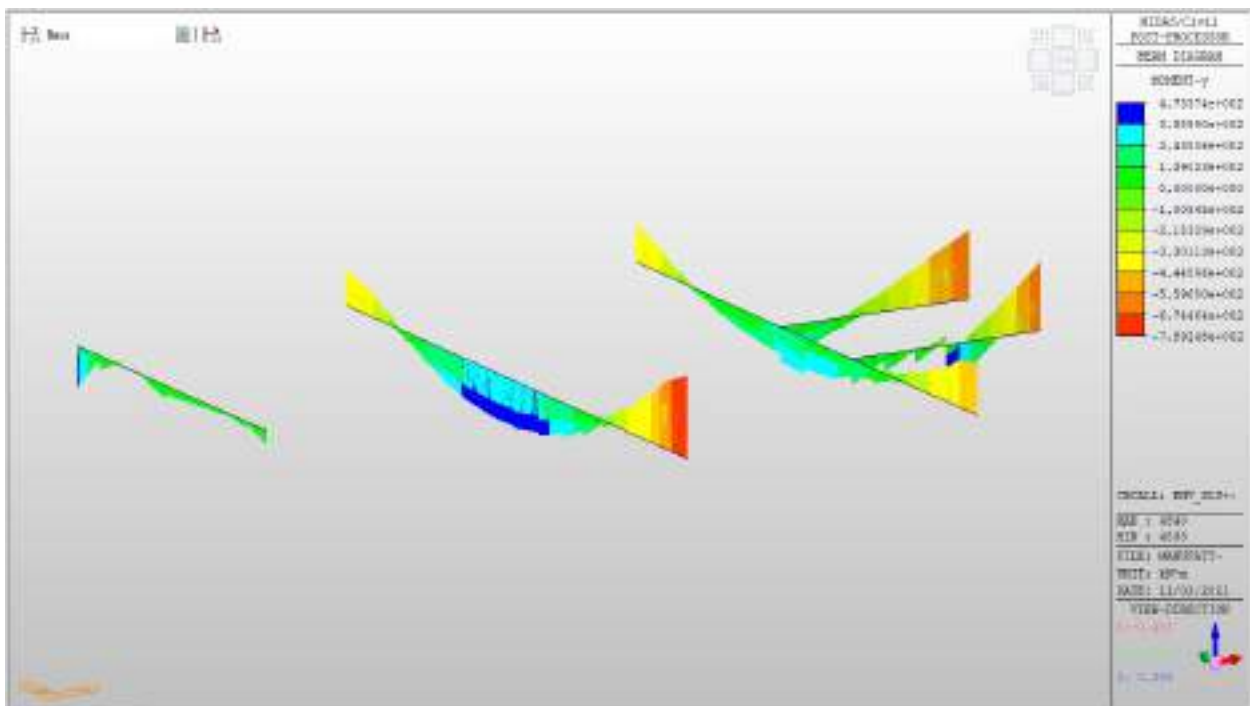


**Travi solaio a quota +171.94 m**

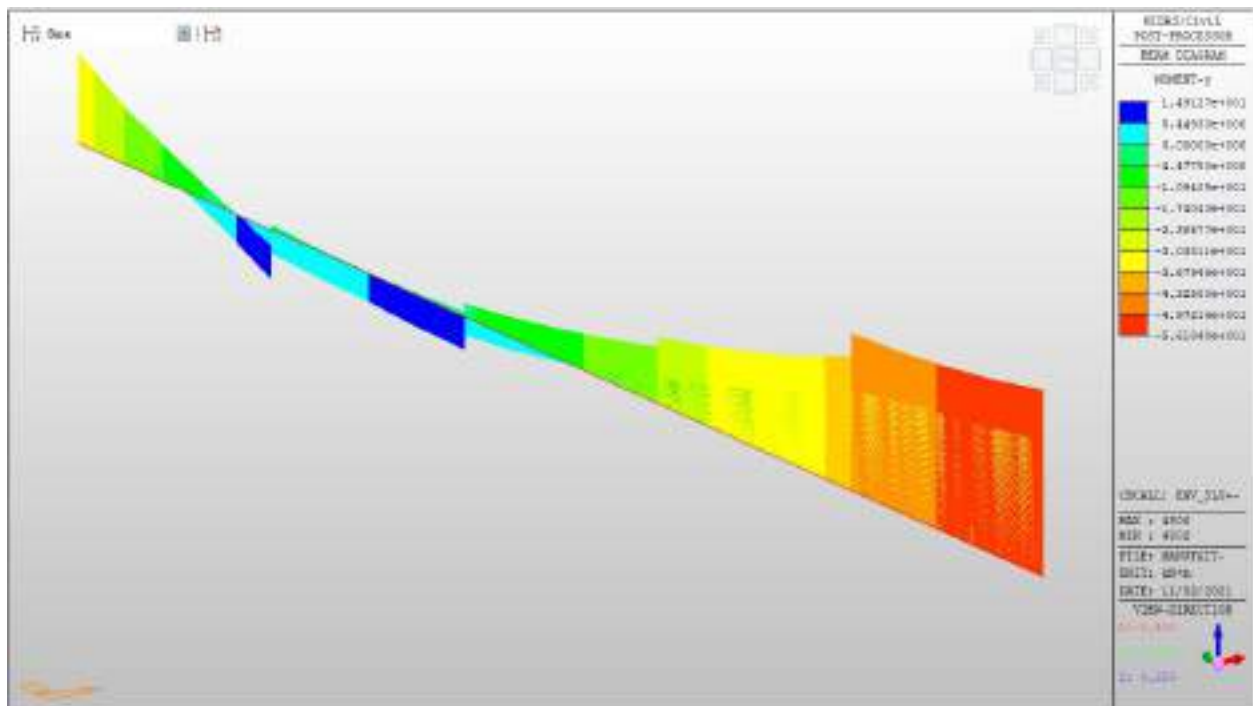
**Travi solaio a quota +171.94m– Mappe sollecitazioni SLU e SLV**

Si riportano di seguito gli involuپی delle mappe delle sollecitazioni per le combinazioni allo stato limite ultimo (sismiche e statiche) e di esercizio per le travi a spessore ed emergenti presenti in corrispondenza dei fori del solaio posto a quota +171.94 m.

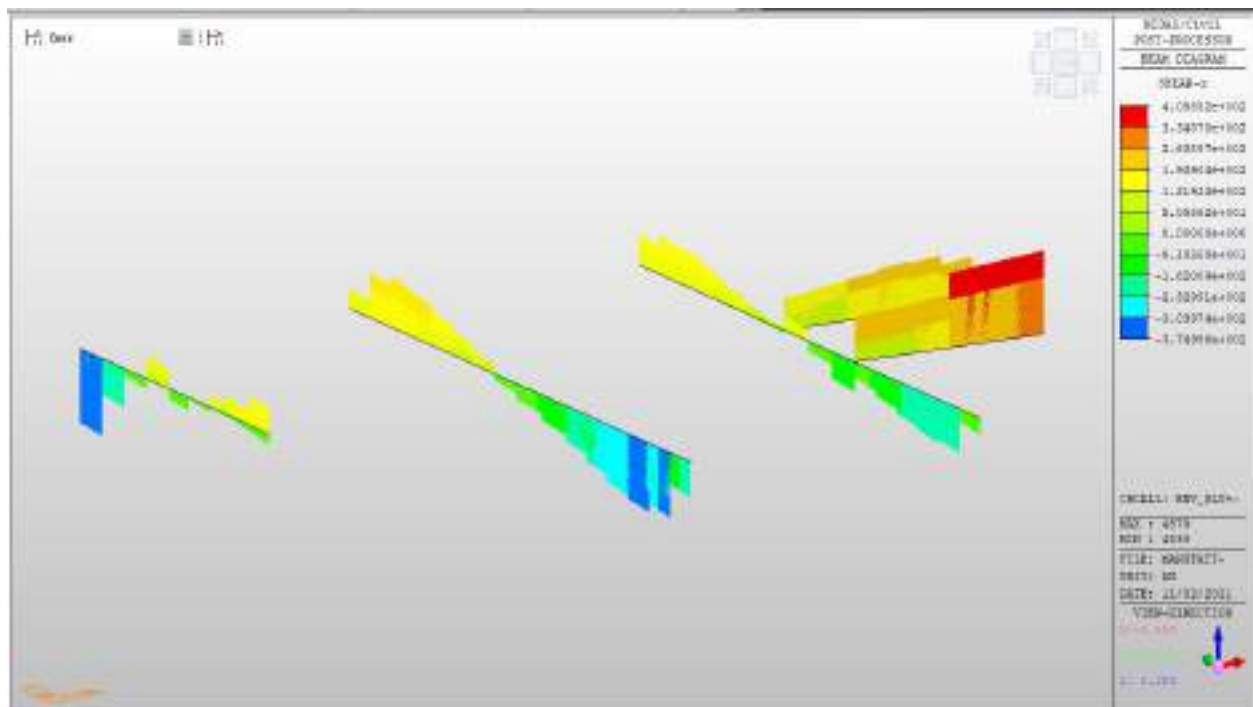
Momento MY, SLU+SLV (travi 60x120cm)



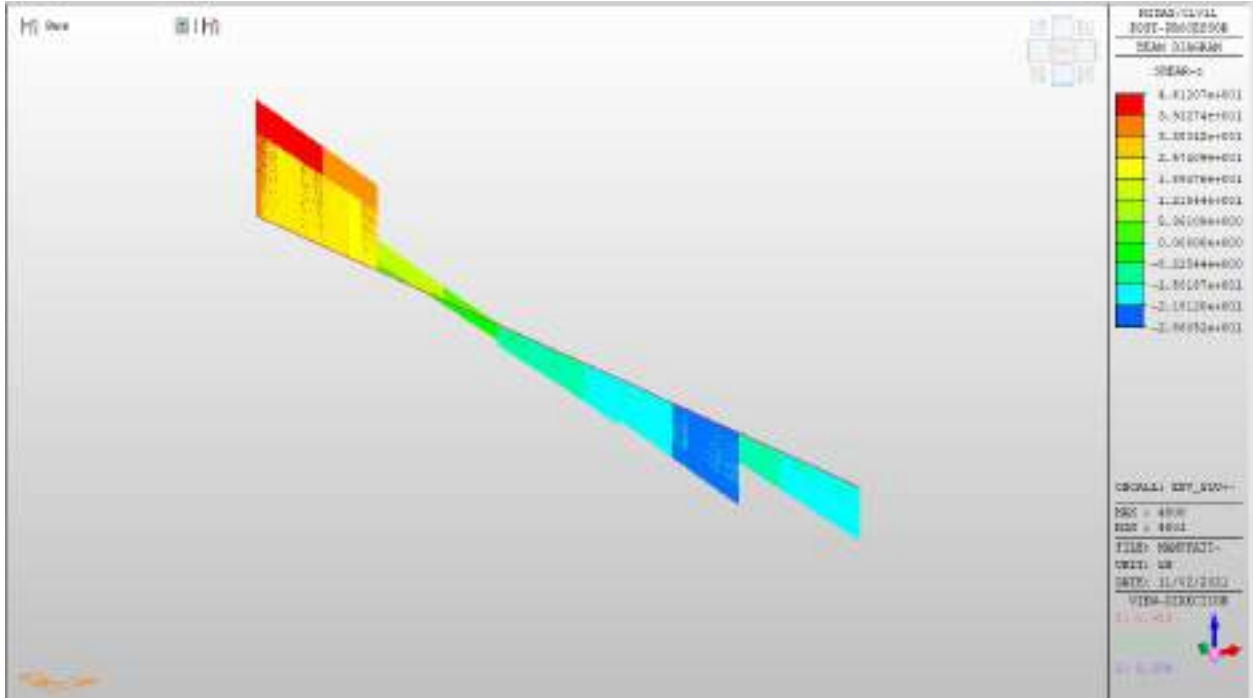
Momento MY, SLU+SLV (travi 60x60cm)



Taglio FZ, SLU+SLV (travi 60x120cm)

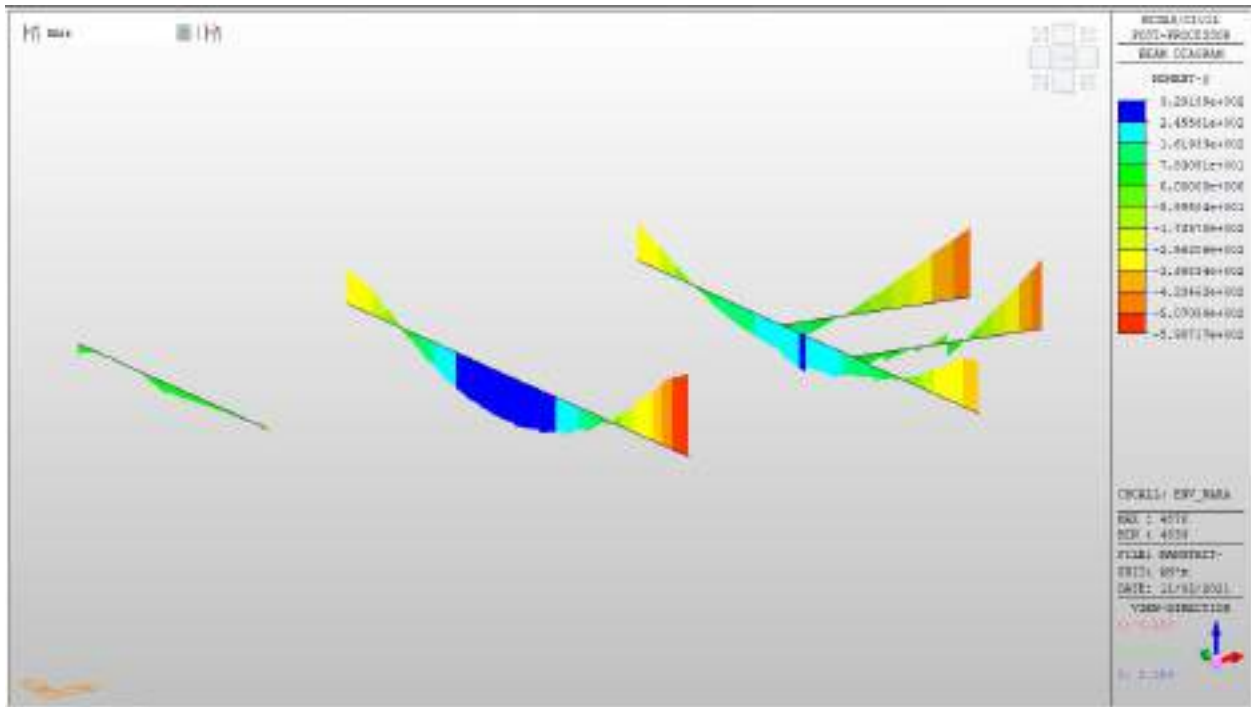


Taglio FZ, SLU+SLV (travi 60x60cm)

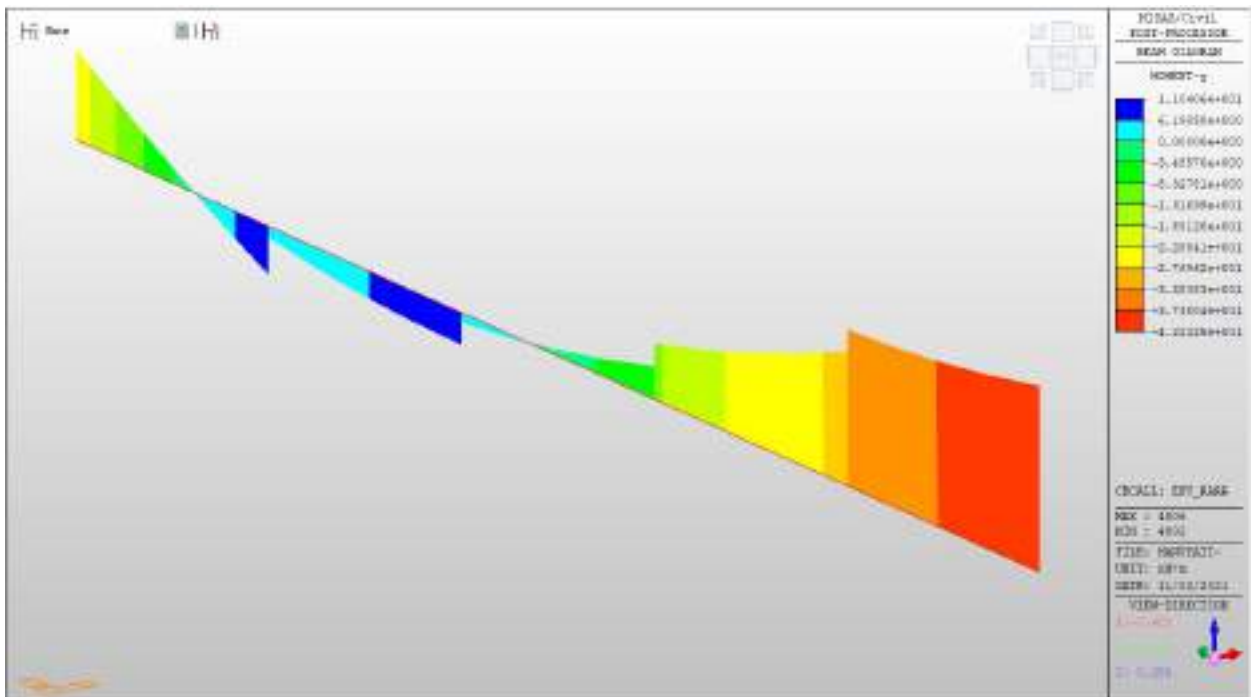


**Travi solaio a quota +171.94m– Mappe sollecitazioni SLE RARA**

Momento MY, RARA (travi 60x120cm)

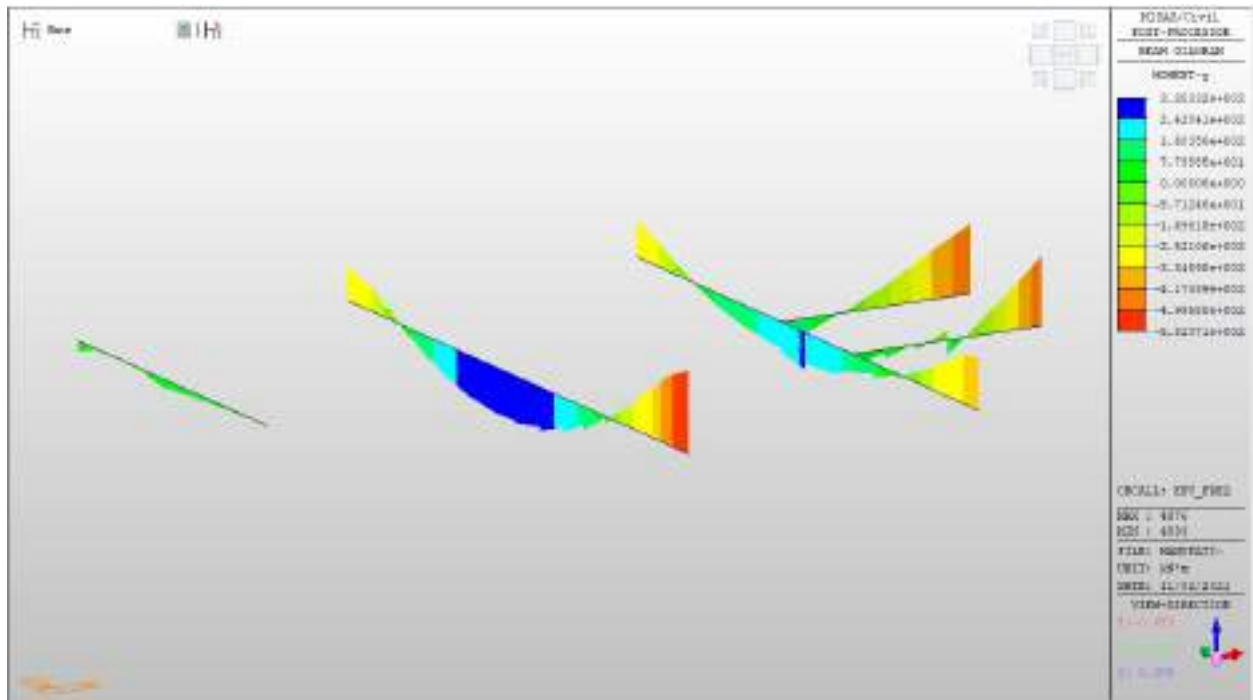


Momento MY, RARA (travi 60x60cm)

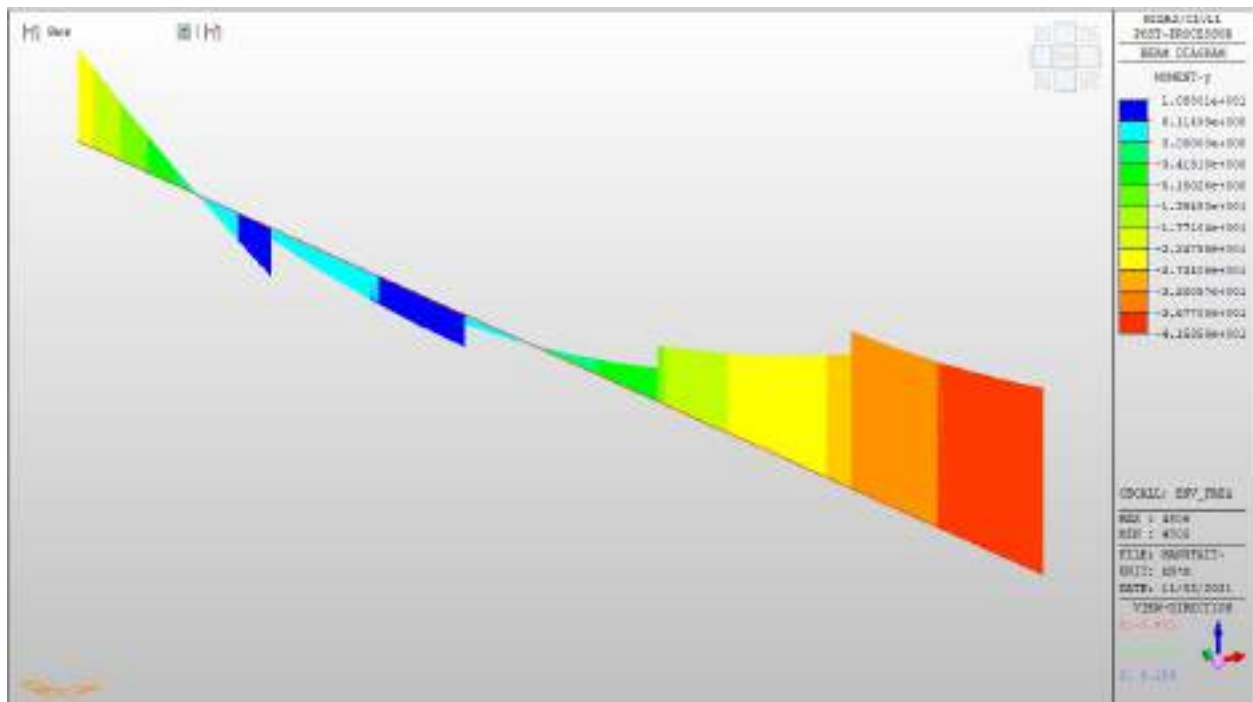


**Travi solaio a quota +171.94m– Mappe sollecitazioni SLE Frequente**

Momento MY, Frequente (travi 60x120cm)



Momento MY, Frequente (travi 60x60cm)



## Verifiche

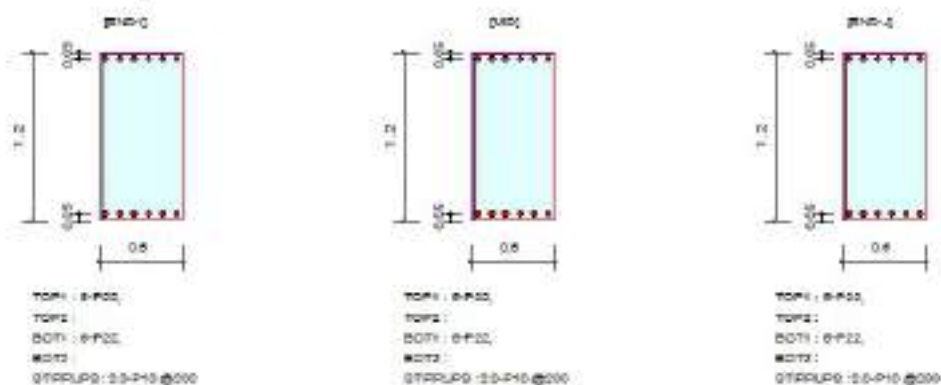
Le travi emergenti 60x120 sono armate con 6 $\phi$ 22 al lembo superiore e 6 $\phi$ 22 al lembo inferiore. Per le azioni di taglio, si dispongono staffe a 2 bracci  $\phi$ 10/20 cm.

Le travi a spessore 60x60 sono armate con 4 $\phi$ 22 al lembo superiore e 4 $\phi$ 22 al lembo inferiore. Per le azioni di taglio, si dispongono staffe a 4 bracci  $\phi$ 10/20 cm.

*Verifiche a momento e taglio ( travi emergenti 60x120cm)*

Design Code : Eurocode2-2.05  
 Unit System : kN, m  
 Material Data : fck = 32000, fyk = 450000, fyw = 450000 KPa  
 Beam Span : 0.786667 m  
 Section Property : 90x120 (No : 2)

## 2. Section Diagram



## 3. Bending Moment Capacity

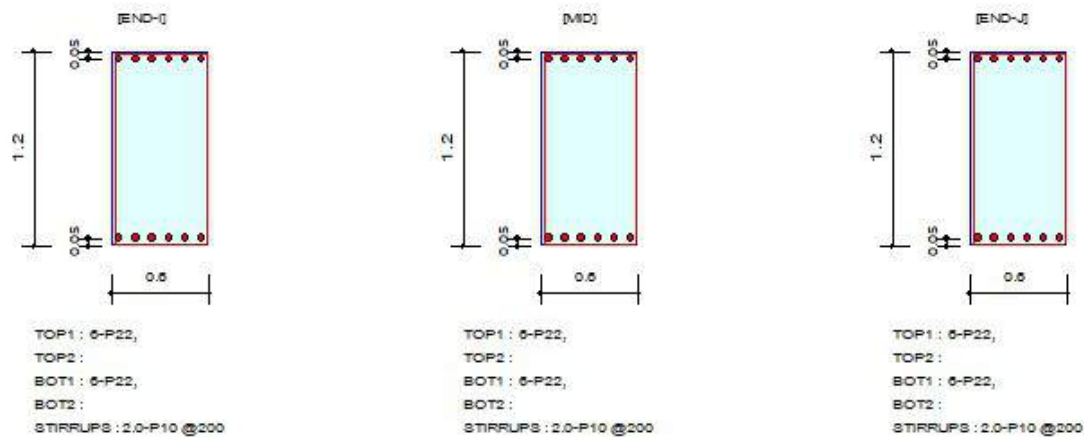
	END-I	END	END-J
Negative Moment (M <sub>Ed</sub> )	789.25	751.44	679.26
(-) Load Combination No.	22	22	22
Factored Strength (M <sub>Rd</sub> )	985.18	985.18	985.18
Check Ratio (M <sub>Ed</sub> /M <sub>Rd</sub> )	0.8011	0.7627	0.6896
Positive Moment (M <sub>Ed</sub> )	473.07	431.34	442.89
(+) Load Combination No.	28-	16	16
Factored Strength (M <sub>Rd</sub> )	985.18	985.18	985.18
Check Ratio (M <sub>Ed</sub> /M <sub>Rd</sub> )	0.4805	0.4379	0.4496
Using Rebar Top (A <sub>s_top</sub> )	0.0023	0.0023	0.0023
Using Rebar Bot (A <sub>s_bot</sub> )	0.0023	0.0023	0.0023

## 4. Shear Capacity

	END-I	END	END-J
Load Combination No.	28-	28-	28-
Factored Shear Force (V <sub>Ed</sub> )	393.50	402.40	405.85
Shear Strength by Conc (V <sub>RdC</sub> )	287.83	287.83	287.83
Shear Strength by Rebar (V <sub>RdS</sub> )	791.60	791.60	791.60
Using Shear Reinf. (A <sub>sw</sub> )	0.0002	0.0002	0.0002
Using Stirrups Spacing	2.0-P10 @200	2.0-P10 @200	2.0-P10 @200
Check Ratio	0.4994	0.5081	0.5125



## 2. Section Diagram



## 3. Stress Check

	END-I		MID		END-J	
	Concrete	Rebar	Concrete	Rebar	Concrete	Rebar
(-) Load Combination No.	42	42	36	36	42	42
Stress(s)	2878.45	32600.70	2712.20	30717.83	2993.26	33900.99
Allowable Stress(sa)	3023.81	360000.00	3023.81	360000.00	3023.81	360000.00
Stress Ratio(s/sa)	0.9519	0.0906	0.8969	0.0853	0.9899	0.0942
(+) Load Combination No.	36	36	36	36	36	36
Stress(s)	1874.45	21229.62	1886.57	21366.92	1935.20	21917.59
Allowable Stress(sa)	3023.81	360000.00	3023.81	360000.00	3023.81	360000.00
Stress Ratio(s/sa)	0.6199	0.0590	0.6239	0.0594	0.6400	0.0609

## 7. Crack Control

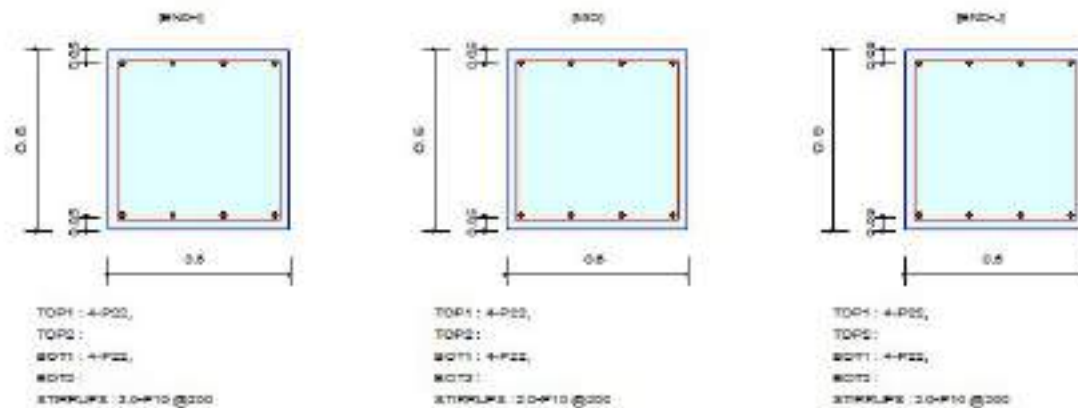
	END-I	MID	END-J
(-) Load Combination No.	51	51	51
Crack Width(w)	0.000	0.000	0.000
Allowable Crack Width(wa)	0.000	0.000	0.000
Check Ratio(w/wa)	0.6789	0.6328	0.0829
(+) Load Combination No.	46	46	46
Crack Width(w)	0.000	0.000	0.000
Allowable Crack Width(wa)	0.000	0.000	0.000
Check Ratio(w/wa)	0.0521	0.0525	0.0538

## 5. Deflection Control

$L/3 = 0.003533 > 0.0000$  (LCB:37, POS: 0.4m from END-I)..... O.K

Verifiche a momento e taglio (travi a spessore 60x60cm)

2. Section Diagram



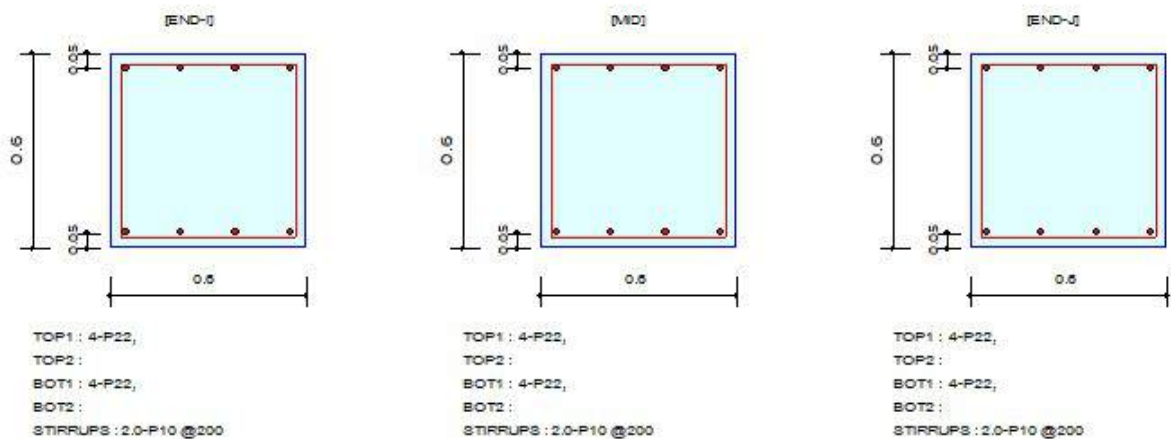
3. Bending Moment Capacity

	END-I	MID	END-J
Negative Moment (M <sub>Ed</sub> )	56.18	52.73	48.30
(-) Load Combination No.	22	22	22
Factored Strength (M <sub>Rd</sub> )	310.09	310.09	310.09
Check Ratio (M <sub>Ed</sub> /M <sub>Rd</sub> )	0.1812	0.1701	0.1558
Positive Moment (M <sub>Ed</sub> )	14.91	9.55	8.08
(+) Load Combination No.	18	18	29
Factored Strength (M <sub>Rd</sub> )	310.09	310.09	310.09
Check Ratio (M <sub>Ed</sub> /M <sub>Rd</sub> )	0.0481	0.0308	0.0261
Using Rebar Top (A <sub>s_top</sub> )	0.0015	0.0015	0.0015
Using Rebar Bot (A <sub>s_bot</sub> )	0.0015	0.0015	0.0015

4. Shear Capacity

	END-I	MID	END-J
Load Combination No.	15	16	15
Factored Shear Force (V <sub>Ed</sub> )	36.82	43.02	46.12
Shear Strength by Cono (V <sub>Rdc</sub> )	155.64	155.64	155.64
Shear Strength by Rebar (V <sub>Rds</sub> )	378.74	378.74	378.74
Using Shear Reinf (A <sub>sw</sub> )	0.0002	0.0002	0.0002
Using Stirrups Spacing	2.0-P10 @200	2.0-P10 @200	2.0-P10 @200
Check Ratio	0.2366	0.2764	0.2963

## 2. Section Diagram



## 3. Stress Check

	END-I		MID		END-J	
	Concrete	Rebar	Concrete	Rebar	Concrete	Rebar
(-) Load Combination No.	42	42	42	42	42	42
Stress(s)	977.56	10065.11	916.71	9438.63	838.92	8637.65
Allowable Stress(sa)	3023.81	360000.00	3023.81	360000.00	3023.81	360000.00
Stress Ratio(s/sa)	0.3233	0.0280	0.3032	0.0262	0.2774	0.0240
(+) Load Combination No.	38	38	38	38	37	37
Stress(s)	255.62	2631.89	162.27	1670.71	108.94	1121.62
Allowable Stress(sa)	3023.81	360000.00	3023.81	360000.00	3023.81	360000.00
Stress Ratio(s/sa)	0.0845	0.0073	0.0537	0.0046	0.0360	0.0031

## 7. Crack Control

	END-I	MID	END-J
(-) Load Combination No.	51	51	51
Crack Width(w)	0.000	0.000	0.000
Allowable Crack Width(wa)	0.000	0.000	0.000
Check Ratio(w/wa)	0.0305	0.0286	0.0262
(+) Load Combination No.	46	46	46
Crack Width(w)	0.000	0.000	0.000
Allowable Crack Width(wa)	0.000	0.000	0.000
Check Ratio(w/wa)	0.0080	0.0051	0.0034

## 5. Deflection Control

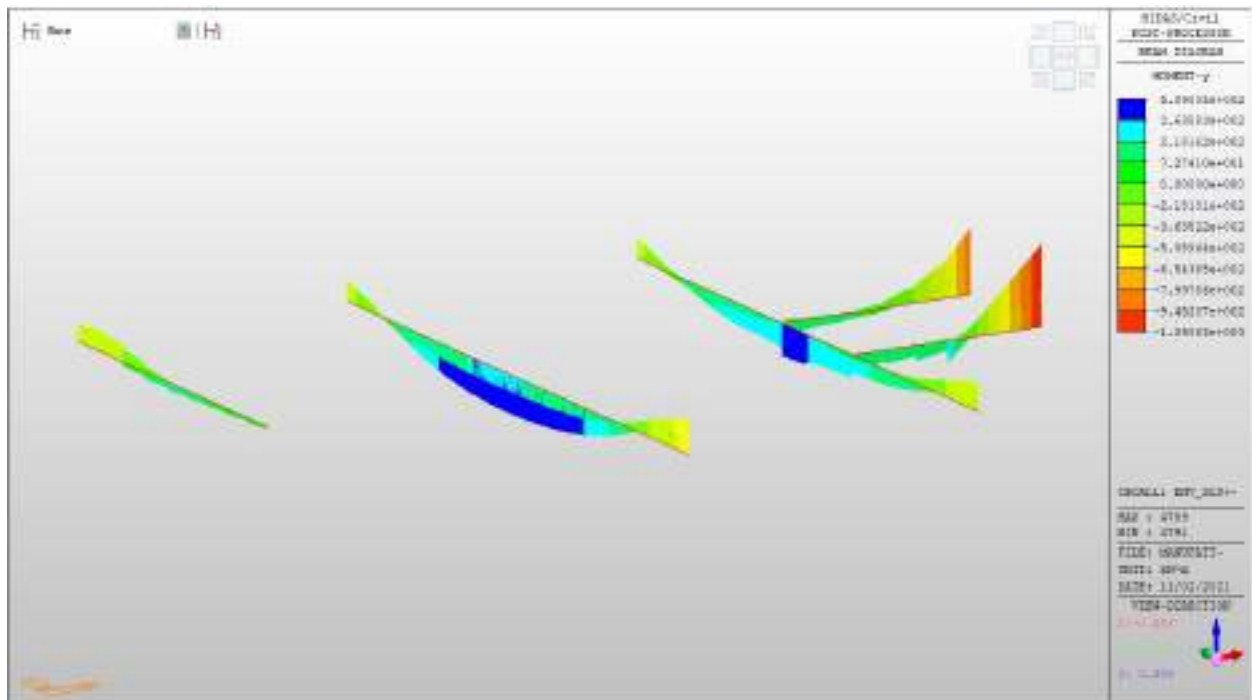
L/4 = 0.004240 > 0.0000 (LCB:37, POS: 0.5m from END-I)..... O.K

**Travi solaio a quota p.c.**

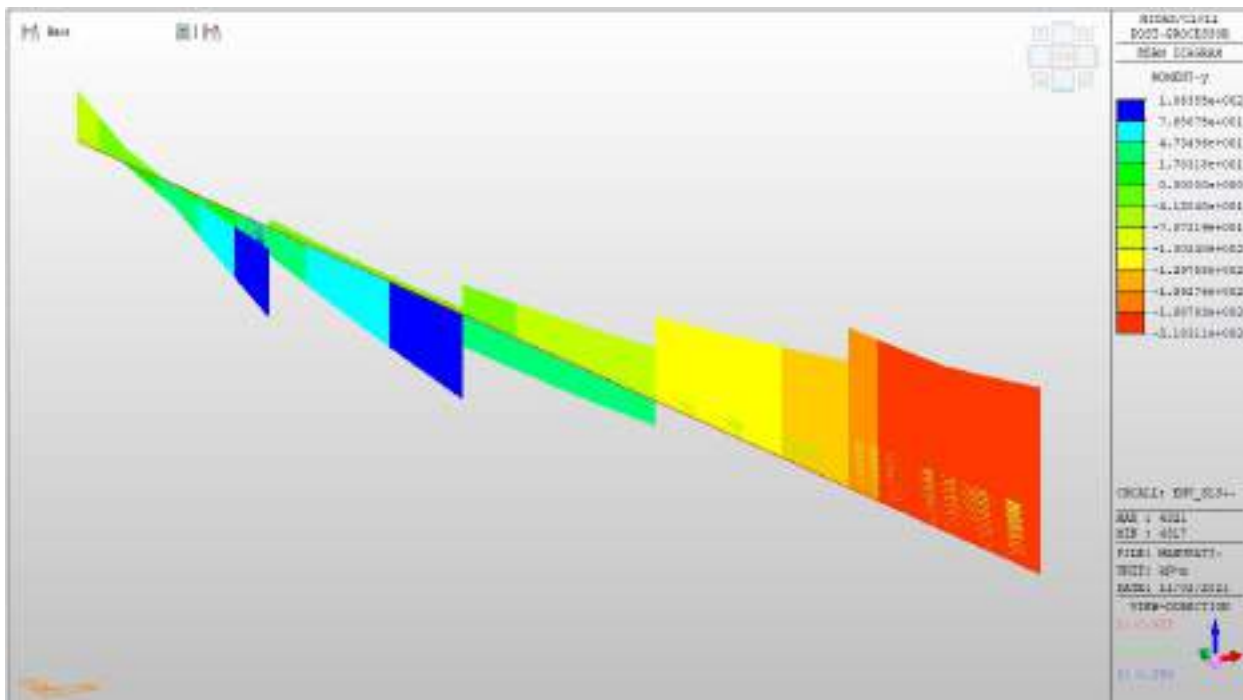
Si riportano di seguito gli involuipi delle mappe delle sollecitazioni per le combinazioni allo stato limite ultimo (sismiche e statiche) e di esercizio per le travi a spessore ed emergenti presenti in corrispondenza dei fori del solaio posto a quota p.c.

**Travi solaio a quota p.c.– Mappe sollecitazioni SLU ed SLV**

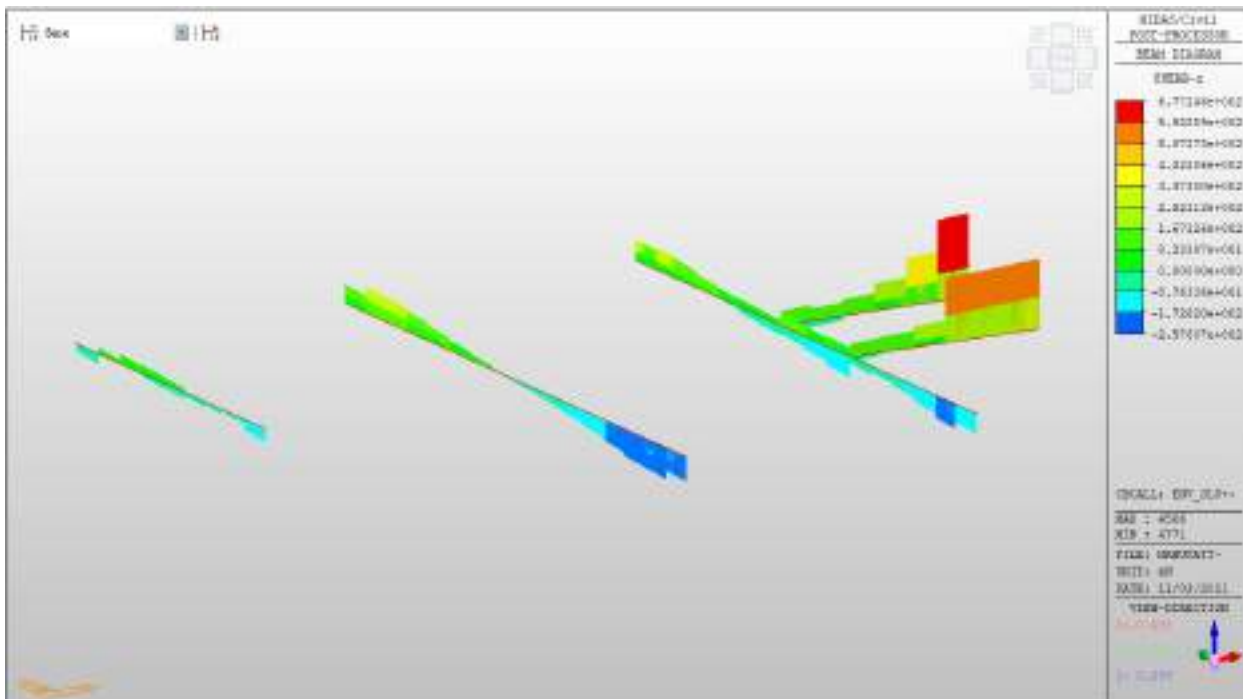
Momento MY, SLU+SLV (travi 60x120cm)



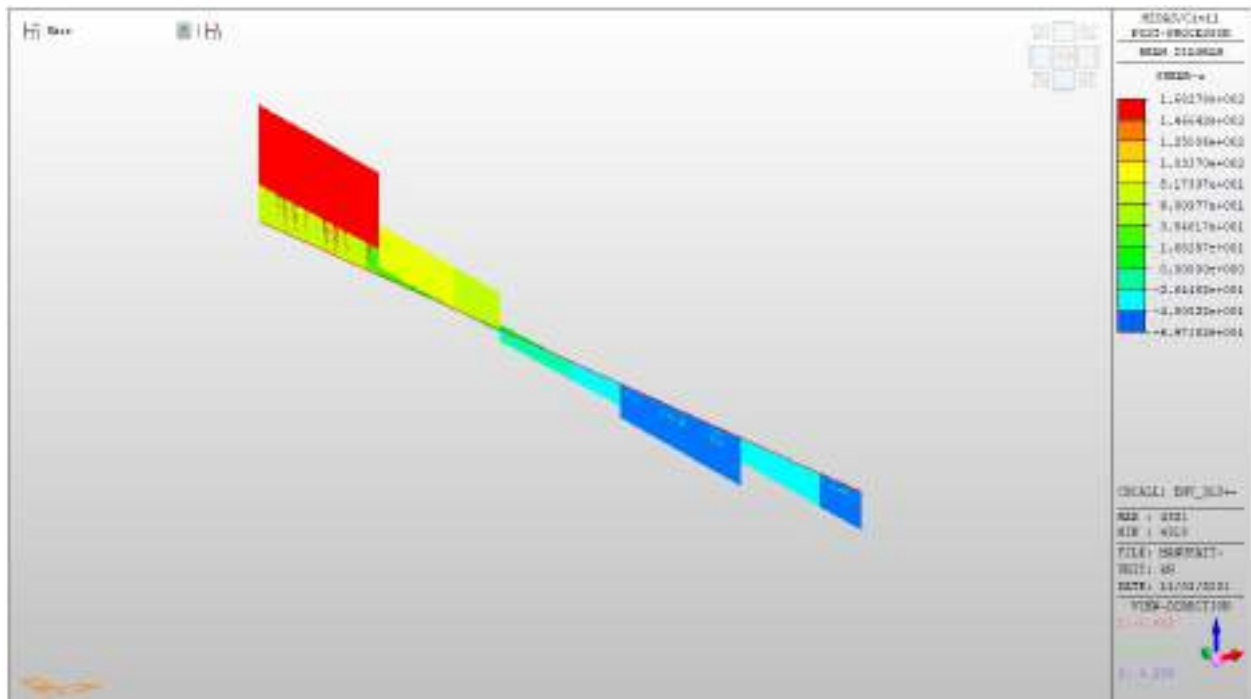
Momento MY, SLU+SLV (travi 60x100cm)



Taglio FZ, SLU+SLV (travi 60x120cm)

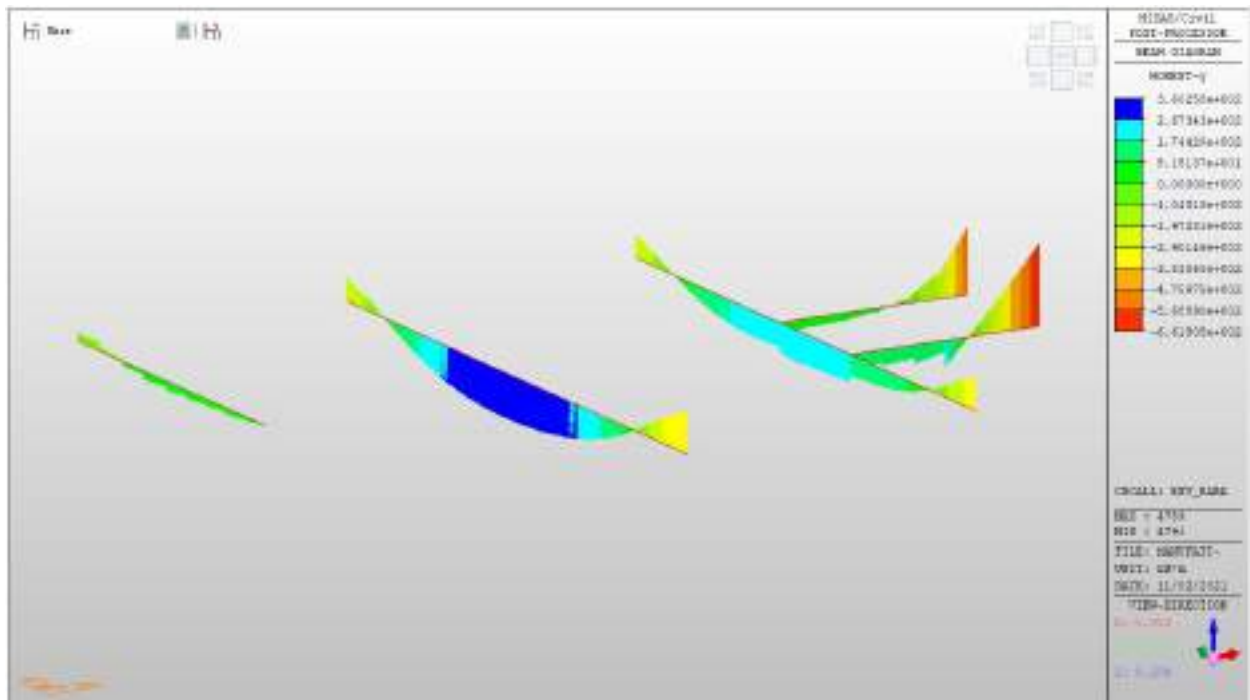


Taglio FZ, SLU+SLV (travi 60x100cm)

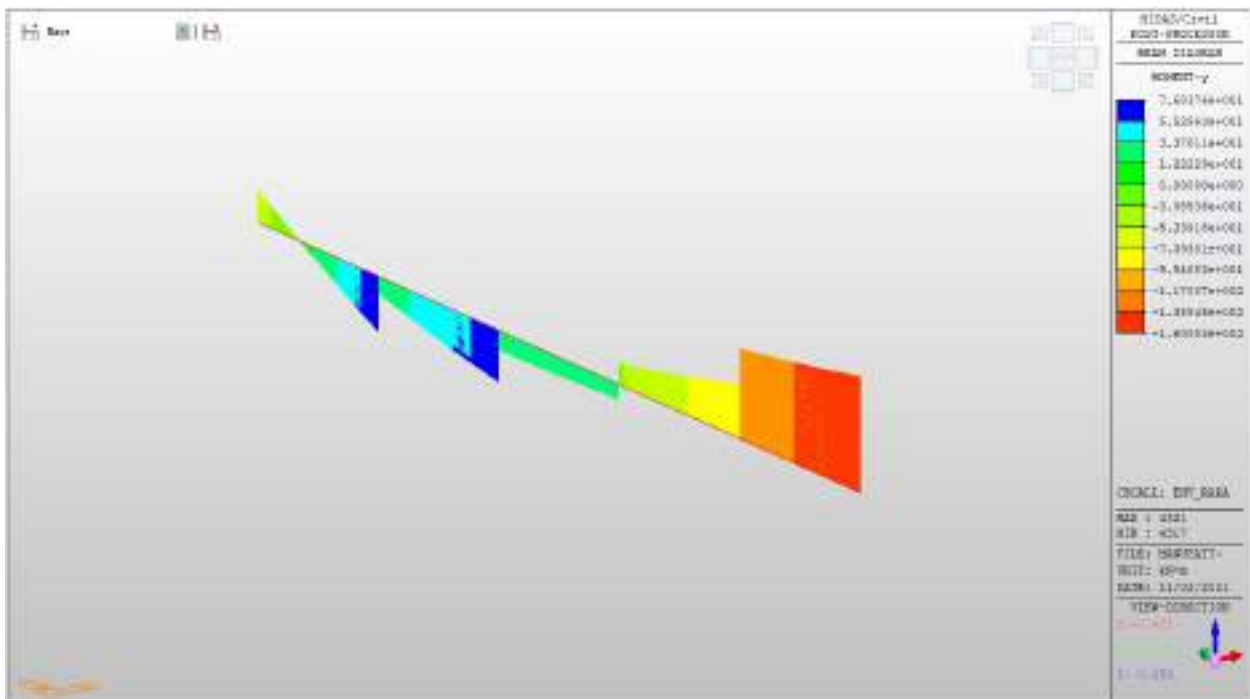


**Travi solaio a quota p.c. – Mappe sollecitazioni SLE RARA**

Momento MY, RARA (travi 60x120cm)

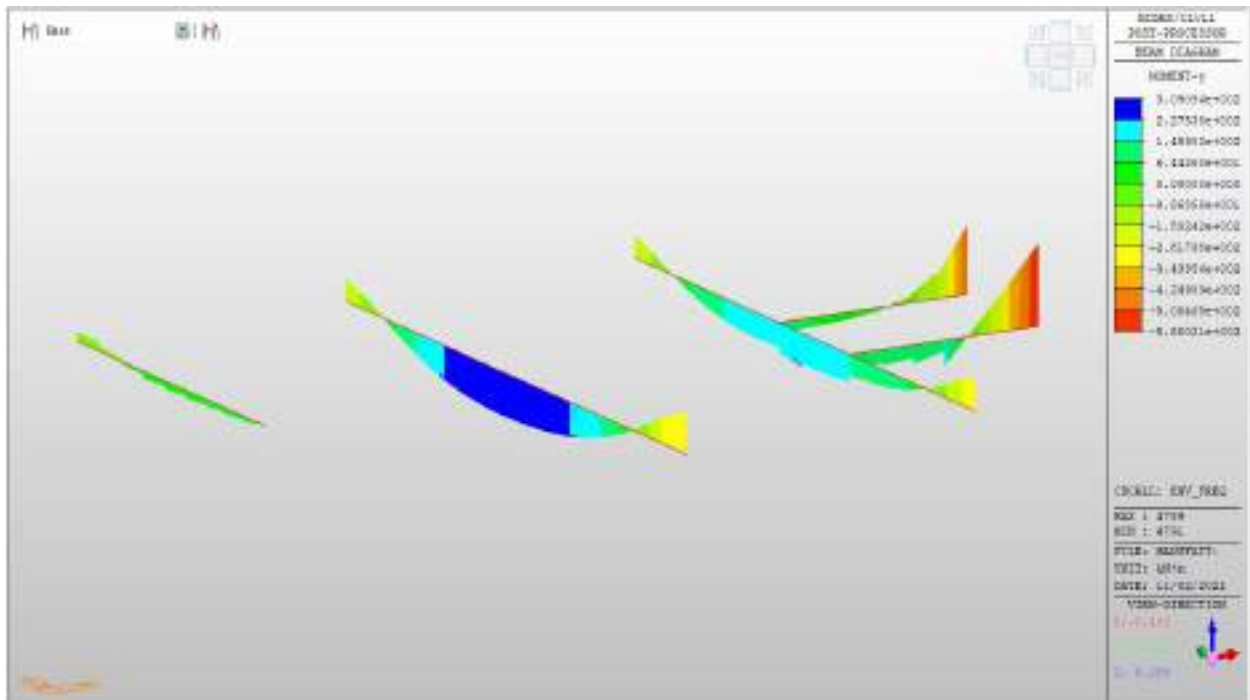


Momento MY, RARA (travi 60x100cm)



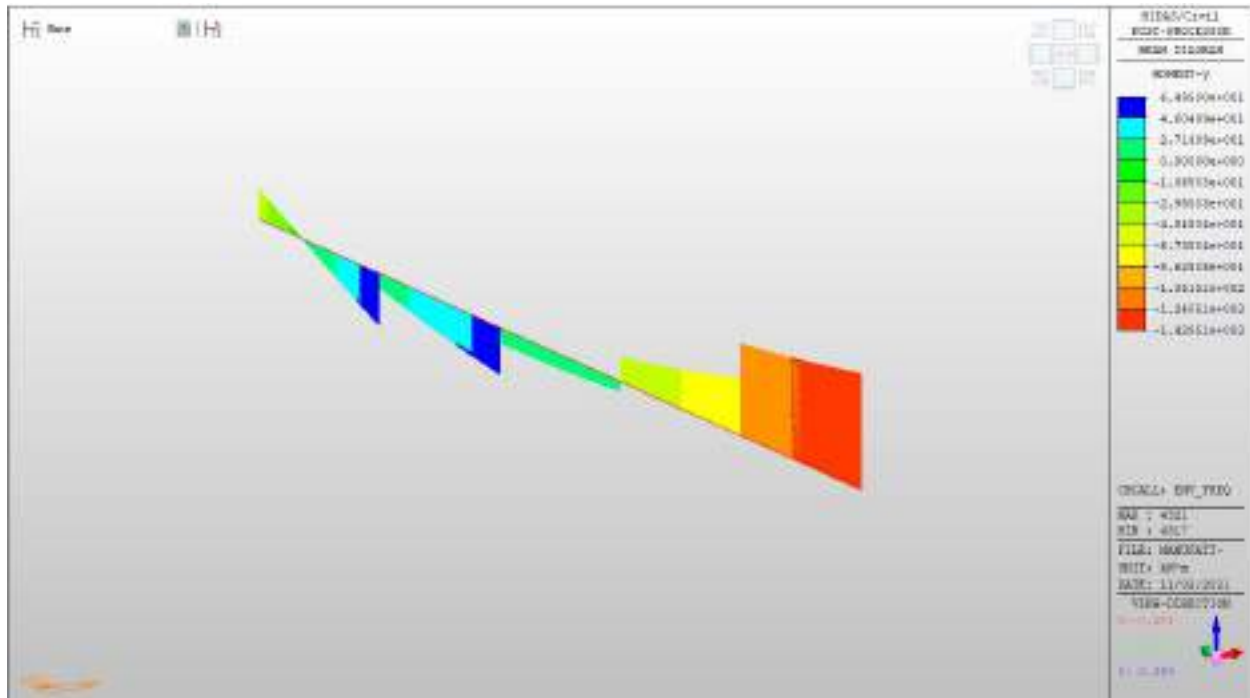
**Travi solaio a quota p.c.– Mappe sollecitazioni SLE Frequente**

Momento MY, Frequente (travi 60x120cm)



Momento MY, Frequente (travi 60x100cm)





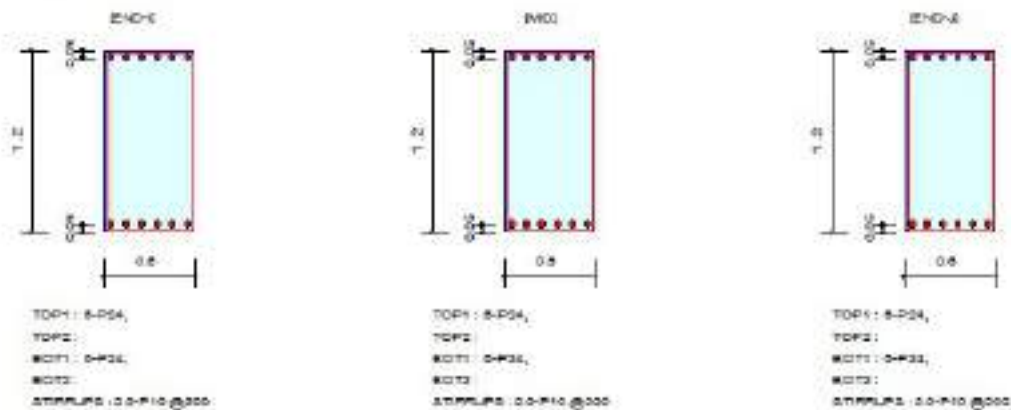
### Verifiche

Le travi emergenti 60x120 sono armate con 6 $\phi$ 24 al lembo superiore e 6 $\phi$ 24 al lembo inferiore. Per le azioni di taglio, si dispongono staffe a 2 bracci  $\phi$ 10/20 cm.

Le travi a spessore 60x100 sono armate con 4 $\phi$ 22 al lembo superiore e 4 $\phi$ 22 al lembo inferiore. Per le azioni di taglio, si dispongono staffe a 4 bracci  $\phi$ 10/20 cm.

Verifiche a momento e taglio ( travi emergenti 60x120cm)

2. Section Diagram



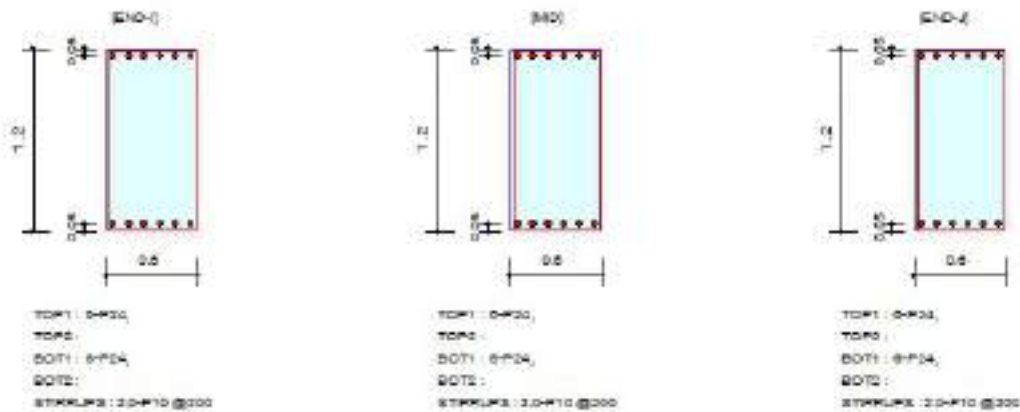
3. Bending Moment Capacity

	END-I	MID	END-J
Negative Moment ( $M_{Ed}$ )	767.17	982.15	1060.83
(-) Load Combination No.	28+	28+	28+
Factored Strength ( $M_{Rd}$ )	1168.44	1168.44	1168.44
Check Ratio ( $M_{Ed}/M_{Rd}$ )	0.6556	0.8406	0.9334
Positive Moment ( $M_{Ed}$ )	509.00	509.00	507.94
(+) Load Combination No.	17	17	17
Factored Strength ( $M_{Rd}$ )	1168.44	1168.44	1168.44
Check Ratio ( $M_{Ed}/M_{Rd}$ )	0.4356	0.4356	0.4347
Using Rebar Top ( $A_{s\_top}$ )	0.0027	0.0027	0.0027
Using Rebar Bot ( $A_{s\_bot}$ )	0.0027	0.0027	0.0027

4. Shear Capacity

	END-I	MID	END-J
Load Combination No.	22	22	22
Factored Shear Force ( $V_{Ed}$ )	663.79	672.76	677.25
Shear Strength by Conc. ( $V_{Rdc}$ )	272.86	272.86	272.86
Shear Strength by Rebar ( $V_{Rds}$ )	791.90	791.90	791.90
Using Shear Reinf. ( $A_{sw}$ )	0.0002	0.0002	0.0002
Using Stirrups Spacing	2.0-P10 @200	2.0-P10 @200	2.0-P10 @200
Check Ratio	0.8382	0.8495	0.8552

## 2. Section Diagram



## 3. Stress Check

	END-I		MID		END-J	
	Concrete	Rebar	Concrete	Rebar	Concrete	Rebar
(-) Load Combination No.	37	37	47	47	34	34
Stress(s)	2483.29	28125.21	2972.19	33662.39	2961.83	33545.01
Allowable Stress(sa)	3023.81	380000.00	3023.81	380000.00	3023.81	380000.00
Stress Ratio(s/sa)	0.8212	0.0781	0.9829	0.0935	0.9795	0.0932
(+) Load Combination No.	37	37	37	37	37	37
Stress(s)	2058.00	23308.46	2058.00	23308.46	2053.24	23254.53
Allowable Stress(sa)	3023.81	380000.00	3023.81	380000.00	3023.81	380000.00
Stress Ratio(s/sa)	0.6805	0.0617	0.6805	0.0617	0.6790	0.0616

## 7. Crack Control

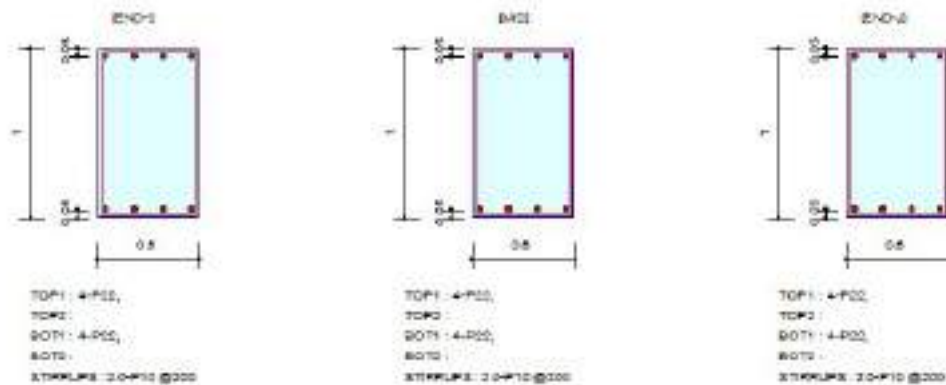
	END-I	MID	END-J
(-) Load Combination No.	47	47	47
Crack Width(w)	0.000	0.000	0.000
Allowable Crack Width(wa)	0.000	0.000	0.000
Check Ratio(w/wa)	0.0588	0.0791	0.5441
(+) Load Combination No.	47	47	47
Crack Width(w)	0.000	0.000	0.000
Allowable Crack Width(wa)	0.000	0.000	0.000
Check Ratio(w/wa)	0.0470	0.0470	0.0469

## 5. Deflection Control

L/S = 0.009067 > 0.0009 [LCB 32, POS: 0.4m from END-I]..... O.K

Verifiche a momento e taglio (travi a spessore 60x100cm)

2. Section Diagram



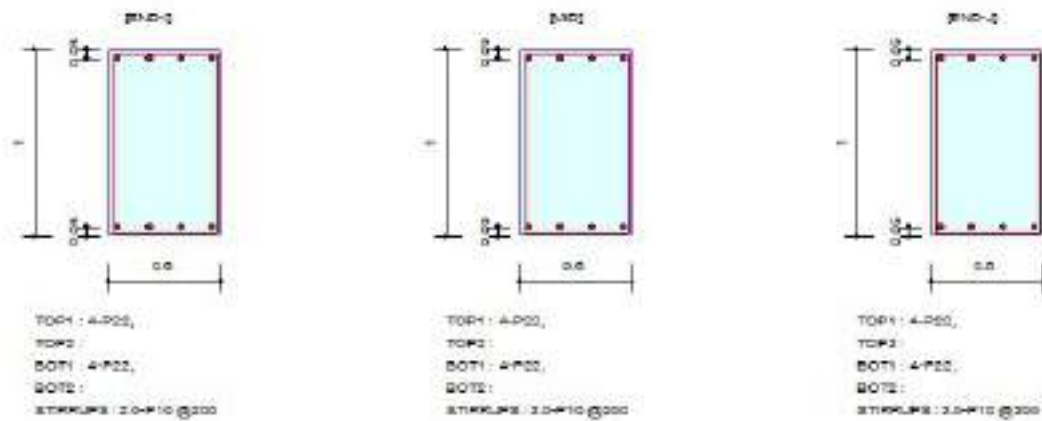
3. Bending Moment Capacity

	END-I	MD	END-J
Negative Moment ( $M_{Ed}$ )	218.31	204.38	189.49
(-) Load Combination No.	17	17	31-
Factored Strength ( $M_{Rd}$ )	546.36	546.36	546.36
Check Ratio ( $M_{Ed}/M_{Rd}$ )	0.3998	0.3740	0.3468
Positive Moment ( $M_{Ed}$ )	106.39	85.10	51.83
(+) Load Combination No.	22	22	22
Factored Strength ( $M_{Rd}$ )	546.36	546.36	546.36
Check Ratio ( $M_{Ed}/M_{Rd}$ )	0.1947	0.1558	0.0946
Using Rebar Top ( $A_{s\_top}$ )	0.0015	0.0015	0.0015
Using Rebar Bot ( $A_{s\_bot}$ )	0.0015	0.0015	0.0015

4. Shear Capacity

	END-I	MD	END-J
Load Combination No.	22	22	22
Factored Shear Force ( $V_{Ed}$ )	152.78	163.11	158.28
Shear Strength by Conc ( $V_{Rdc}$ )	203.91	203.91	203.91
Shear Strength by Rebar ( $V_{Rds}$ )	654.18	654.18	654.18
Using Shear Reinf. ( $A_{sw}$ )	0.0002	0.0002	0.0002
Using Stirrups Spacing	2.0-P10 @200	2.0-P10 @200	2.0-P10 @200
Check Ratio	0.7482	0.7999	0.8253

## 2. Section Diagram



## 3. Stress Check

	END-I		MID		END-J	
	Concrete	Rebar	Concrete	Rebar	Concrete	Rebar
(-) Load Combination No.	37	37	37	37	37	37
Stress( $\sigma$ )	1404.47	15617.54	1312.01	14589.32	1154.80	12841.18
Allowable Stress( $\sigma_a$ )	3023.81	360000.00	3023.81	360000.00	3023.81	360000.00
Stress Ratio( $\sigma/\sigma_a$ )	0.4645	0.0434	0.4339	0.0405	0.3819	0.0357
(+) Load Combination No.	42	42	42	42	42	42
Stress( $\sigma$ )	874.13	7496.20	535.82	5957.16	329.05	3647.83
Allowable Stress( $\sigma_a$ )	3023.81	360000.00	3023.81	360000.00	3023.81	360000.00
Stress Ratio( $\sigma/\sigma_a$ )	0.2229	0.0208	0.1775	0.0166	0.1085	0.0101

## 7. Crack Control

	END-I	MID	END-J
(-) Load Combination No.	47	47	47
Crack Width( $w$ )	0.000	0.000	0.000
Allowable Crack Width( $w_a$ )	0.000	0.000	0.000
Check Ratio( $w/w_a$ )	0.0429	0.0403	0.0359
(+) Load Combination No.	52	52	52
Crack Width( $w$ )	0.000	0.000	0.000
Allowable Crack Width( $w_a$ )	0.000	0.000	0.000
Check Ratio( $w/w_a$ )	0.0105	0.0150	0.0091

## 5. Deflection Control

L4 = 0.004240 > 0.0000 (LCB:32, POS: 0.5m from END-I)..... O.K

### 9.8.3 Stato di sollecitazione e verifiche – MANUFATTO2

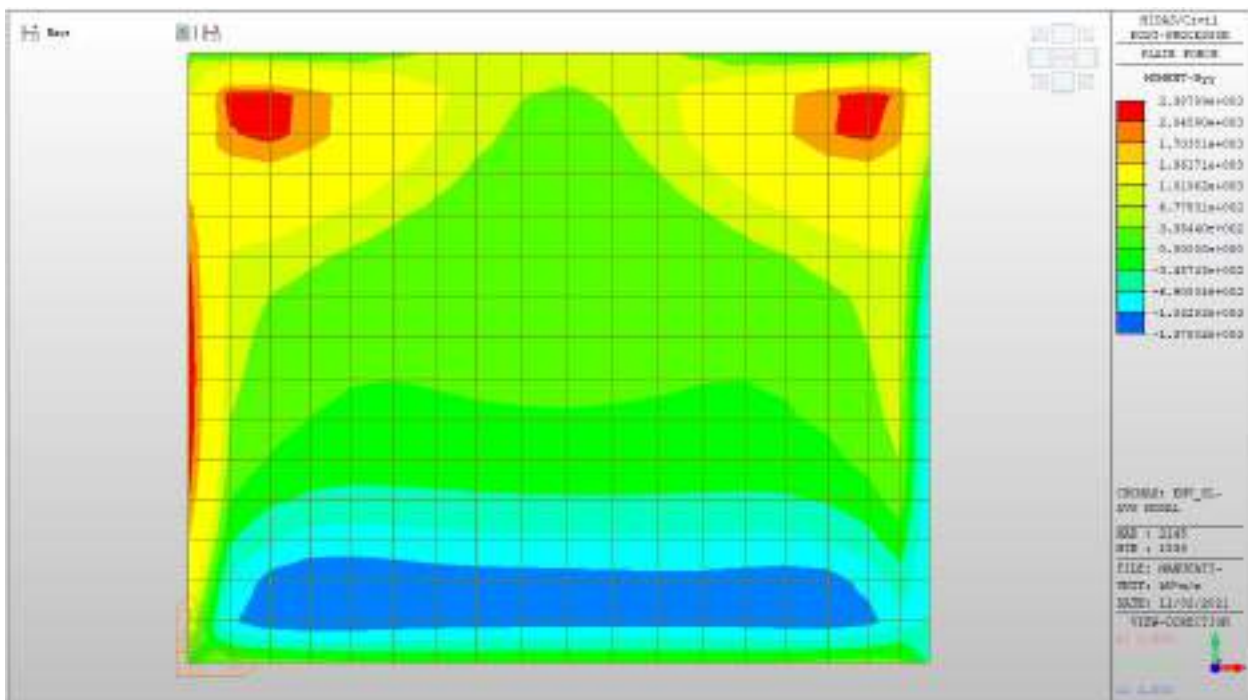
#### Fondazione

#### Fondazione – SLU-SLV

Si riportano di seguito gli involuپی delle mappe delle sollecitazioni per le combinazioni allo stato limite ultimo (sismiche e statiche) e di esercizio per il piano di fondazione.

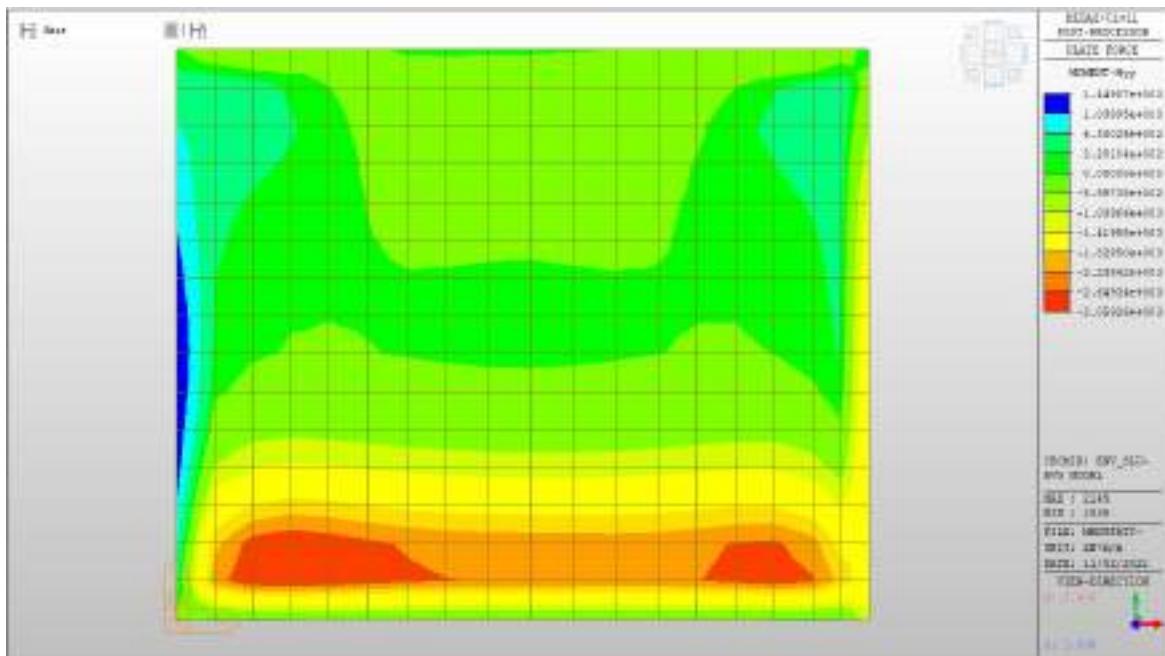
MYX max, SLV-SLU = +1362 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull'intera area)

MYX max, SLV-SLU = +2390 kNm/m (soll. di verifica armatura zone di raffittimento)



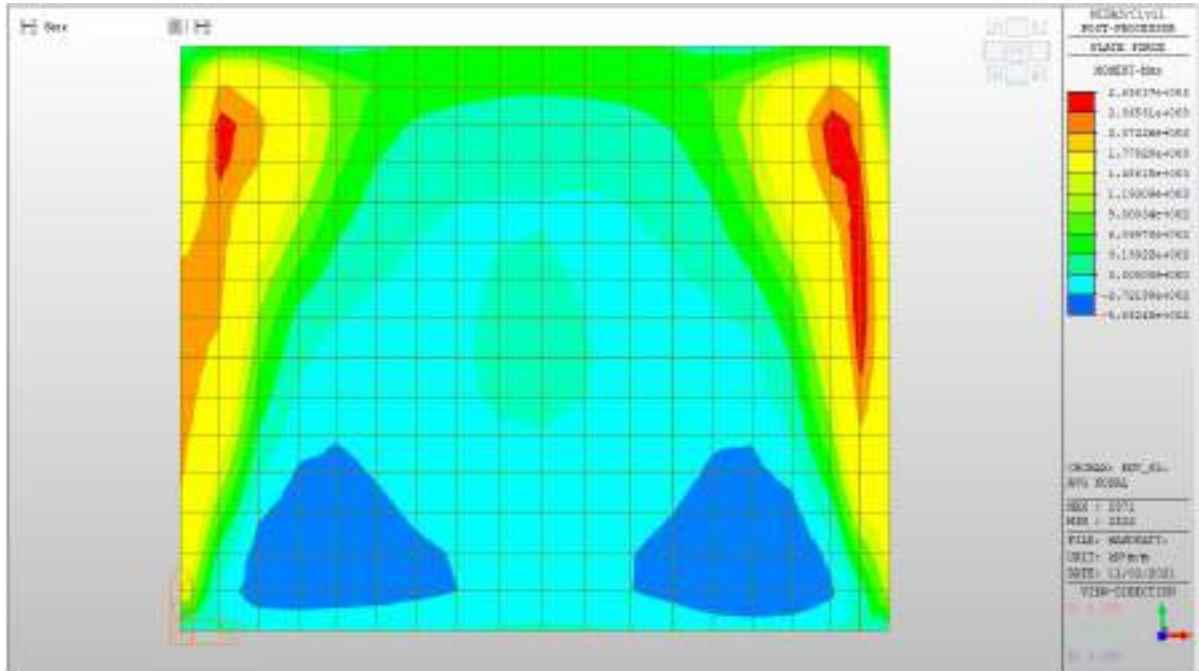
MYX min, SLV-SLU = -1830kNm/m (soll. di verifica armatura media sull'intera area)

MYX min, SLV-SLU = -3060kNm/m (soll. di verifica armatura zone di raffittimento)



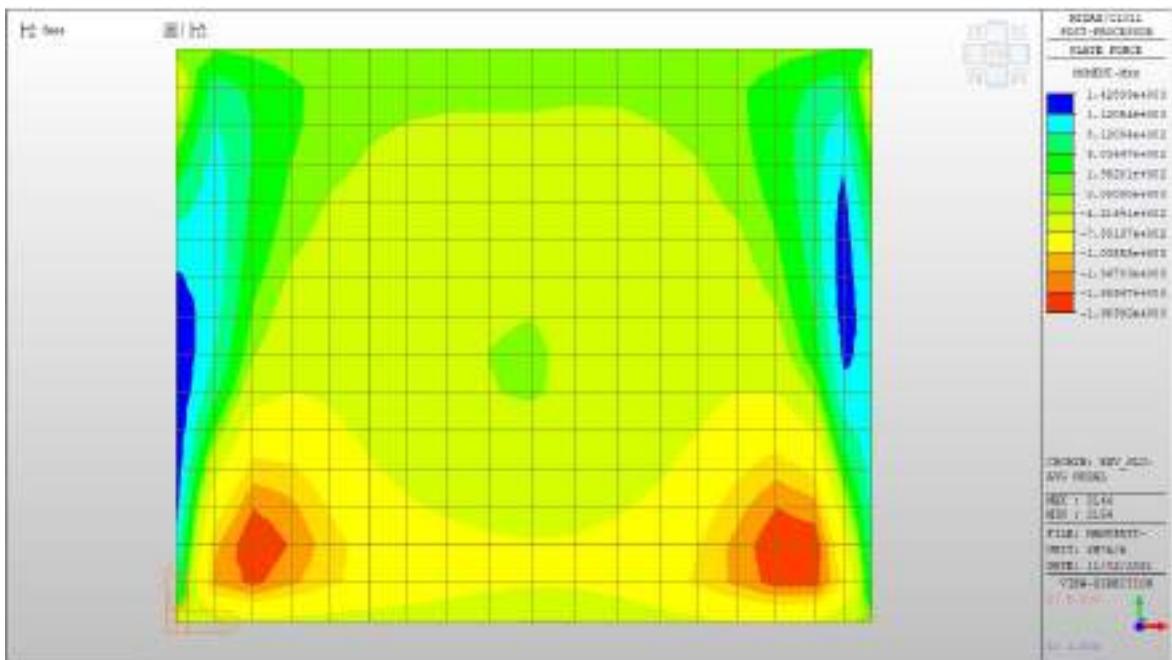
MXX max, SLV-SLU= +1780 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

MXX max, SLV-SLU= +2660 kNm/m (soll. di verifica armatura zone di raffittimento)



MXX min, SLV-SLU= -1040 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

MXX min, SLV-SLU= -1964 kNm/m (soll. di verifica armatura zone di raffittimento)

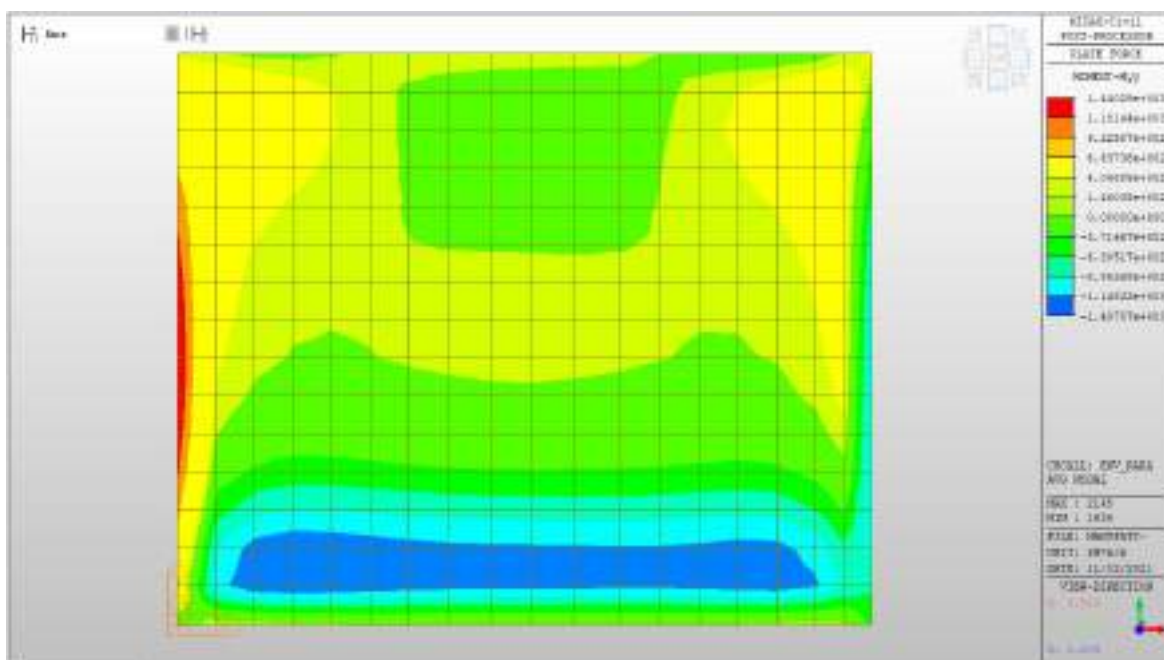




**Fondazione – SLE – RARA**

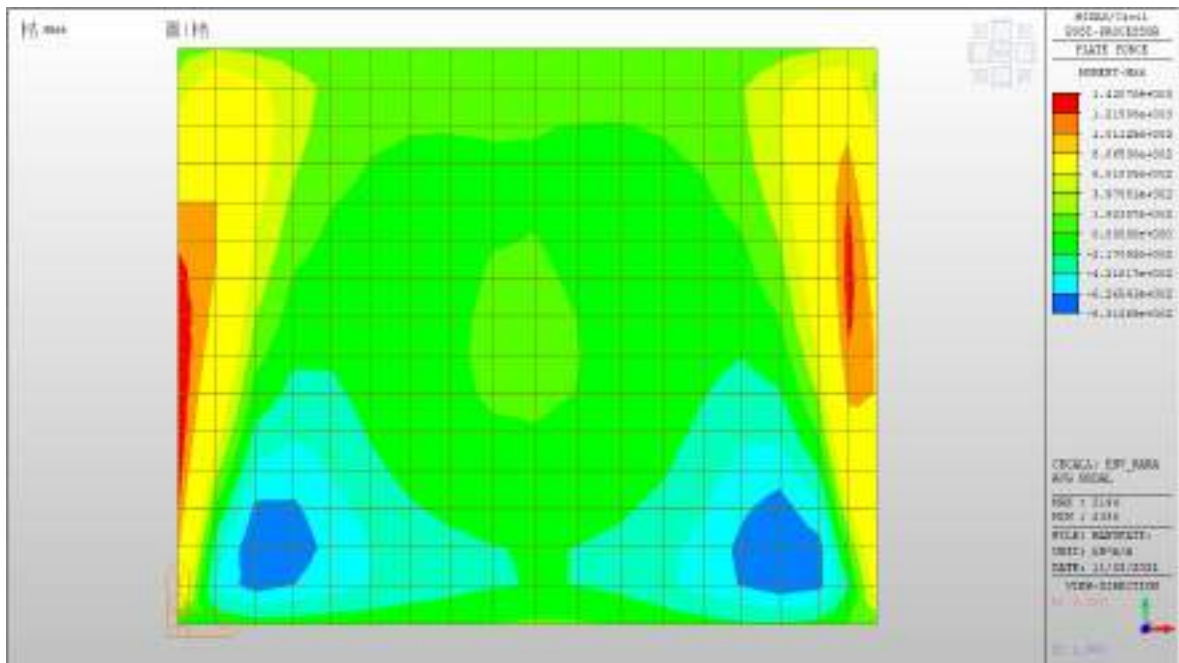
MYX max, RARA= +664 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

MYX min, RARA= -630 kNm/m



MXX max, RARA= +806 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

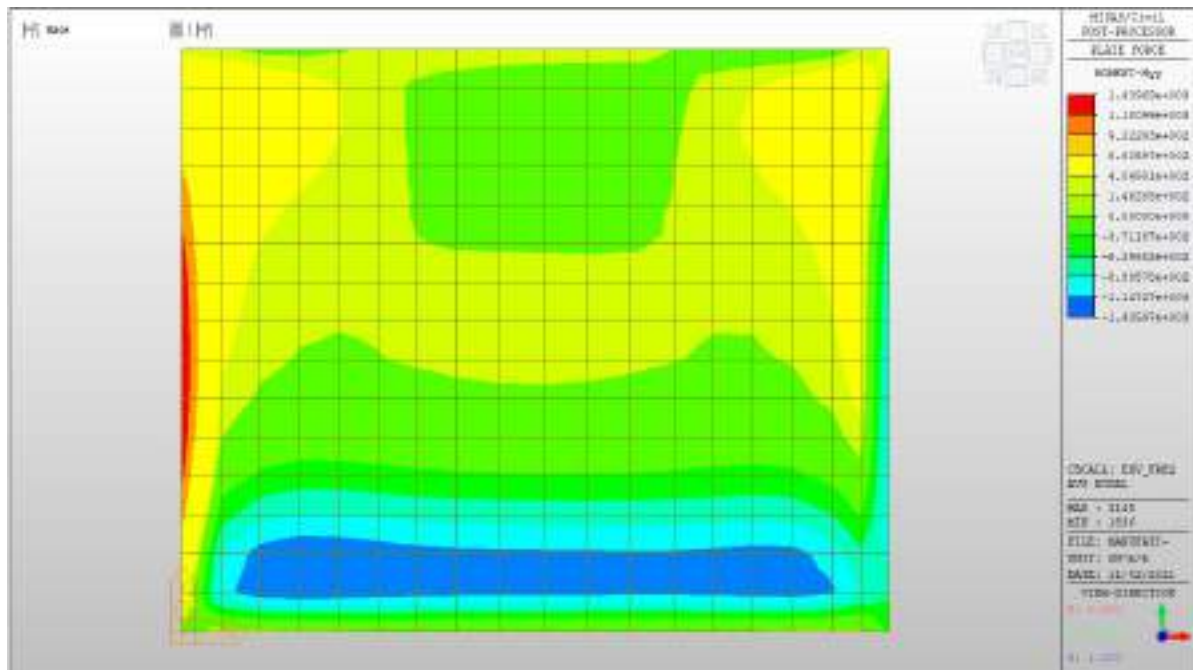
MXX min, RARA= -218 kNm/m



**Fondazione – SLE – Frequente**

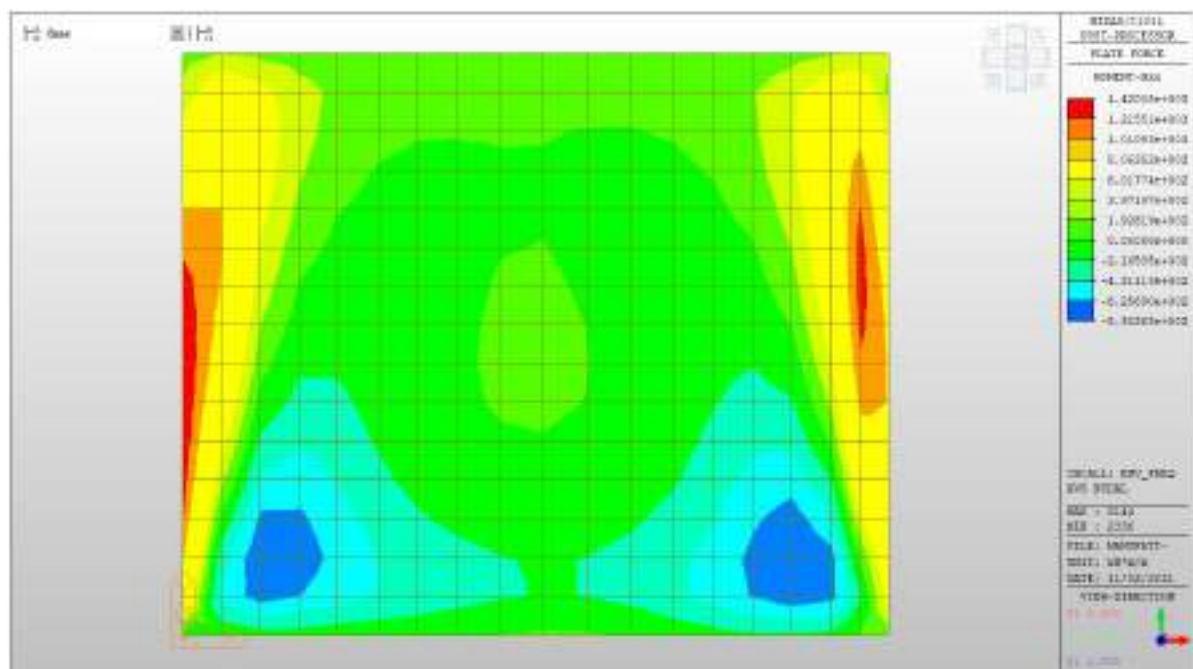
MY max, Frequente= +664kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

MY min, Frequente= -630 kNm/m



MXX max, Frequente= +806kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

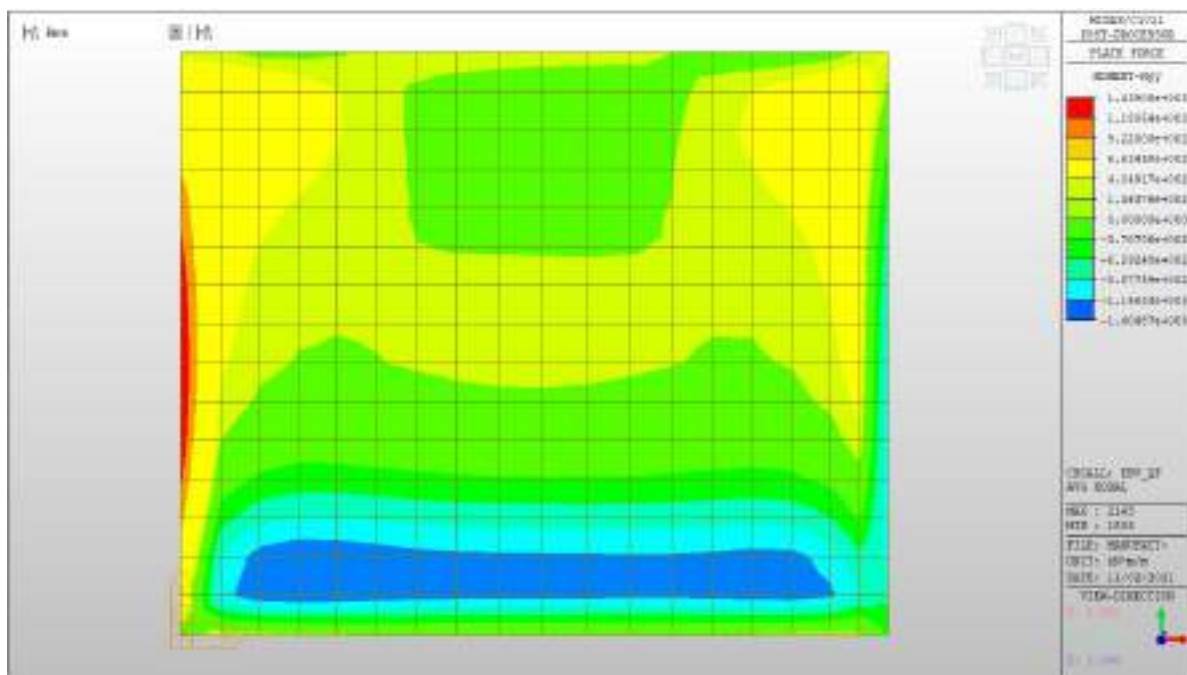
MXX min, Frequente= - 218kNm/m



**Fondazione – SLE – Quasi Permanente**

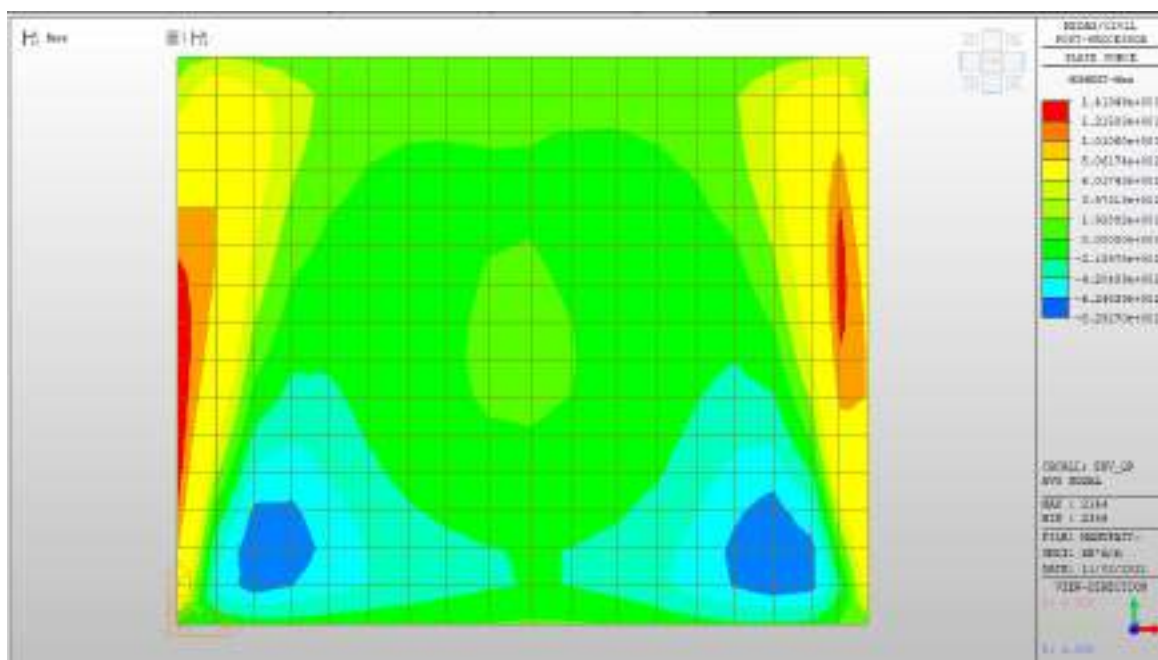
MYX max, QP= +664kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

MYX min, QP= - 630kNm/m



MXX max, QP= +806kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

MXX min, QP= -216kNm/m



## Verifiche

Si riportano di seguito le verifiche effettuate. La sezione risulta essere armata con  $7\phi 26$  al lembo superiore e  $7\phi 26$  al lembo inferiore in entrambe le direzioni.

Nelle zone di raffittimento la sezione risulta essere armata con  $7+7\phi 26$  al lembo superiore e  $7+7\phi 26$  al lembo inferiore in entrambe le direzioni, su due livelli.

### Verifica momento verticale MYY (armatura media sull'intera area)

#### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	150.0	cm

**ACEA ENGINEERING LABORATORIES RESEARCH INNOVATION SPA**

Barre inferiori:	7Ø26	(37.2 cm <sup>2</sup> )
Barre superiori:	7Ø26	(37.2 cm <sup>2</sup> )
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	5.0	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	5.0	cm

**ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
VY	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale
MT	Momento torcente [kN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0.00	1362.00	0.00	0.00
2	0.00	-1830.00	0.00	0.00

**COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx	Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	664.00
2	0.00	-630.00

**COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx	Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
---------	---	----

1	0.00	664.00 (1388.31)
2	0.00	-630.00 (-1388.31)

**COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)	
Mx	Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione	

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	664.00 (1388.31)
2	0.00	-630.00 (-1388.31)

**RISULTATI DEL CALCOLO**

**Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate**

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	3.7 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	12.4 cm

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE**

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico
N ult	Sforzo normale ultimo [kN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx ult	Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult, Mx ult) e (N, Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta $\geq 1.000$
Yneutro	Ordinata [cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X,Y,O sez.
Mx sn.	Momento flettente allo snervamento [kNm]
x/d	Rapp. di duttilità a rottura solo se N = 0 (travi)
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	N ult	Mx ult	Mis.Sic.	Yn	M sn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	0.00	1362.00	0.14	2058.67	1.512	143.6	1982.09	0.04	0.70	37.2 (26.0)
2	S	0.00	-1830.00	0.14	-2058.67	1.125	6.4	-1982.09	0.04	0.70	37.2 (26.0)

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO**

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00312	-0.02819	150.0	0.00068	145.0	-0.06750	5.0
2	0.00312	-0.02819	0.0	0.00068	5.0	-0.06750	145.0

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max	Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa]
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sc min	Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa]
Yc min	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [Mpa]
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Dw Eff.	Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff.	Area di congl. [cm²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)



**ACEA ENGINEERING LABORATORIES RESEARCH INNOVATION SPA**

As eff. Area Barre tese di acciaio [cm<sup>2</sup>] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)  
 D barre Distanza media in cm tra le barre tese efficaci utilizzata nel calcolo di fessurazione  
 (se Dbarre >14Ø viene posto Dbarre=14Ø nel calcolo di fess. [B.6.6.3 Circ. 252/96])

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	2.41	150.0	0.00	118.7	-131.5	145.0	23.2	2320	37.2	15.0
2	S	2.29	0.0	0.00	31.3	-124.8	5.0	23.2	2320	37.2	15.0

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE**

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
 Sclmax Massima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [Mpa]  
 Sclmin Minima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [Mpa]  
 Sc Eff Tensione al limite dello spessore teso efficace nello STATO I [Mpa]  
 K3 Coeff. di normativa = 0,25 (Sclmin + ScEff)/(2 Sclmin)  
 Beta12 Prodotto dei Coeff. di aderenza Beta1\*Beta2  
 Psi = 1-Beta12\*(Ssr/Ss)<sup>2</sup> = 1-Beta12\*(fctm/Sclmin)<sup>2</sup> = 1-Beta12\*(Mfess/M)<sup>2</sup> [B.6.6 DM96]  
 e sm Deformazione unitaria media tra le fessure . Tra parentesi il valore minimo = 0.4 Ss/Es  
 srm Distanza media in mm tra le fessure  
 wk Apertura delle fessure in mm = 1,7\*Eps\*Sm. Tra parentesi è indicato il valore limite.  
 M fess. Momento di prima fessurazione [kNm]

N°Comb	Ver	Sclmax	Sclmin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	1.48	-1.48	-10.2	0.211	1.00	0.400	0.000263 (0.000263)	241	0.108	1388.31
2	S	1.41	-1.41	-9.7	0.211	1.00	0.400	0.000250 (0.000250)	241	0.102	-1388.31

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	2.41	150.0	0.00	118.7	-131.5	145.0	23.2	2320	37.2	15.0
2	S	2.29	0.0	0.00	31.3	-124.8	5.0	23.2	2320	37.2	15.0

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE**

N°Comb	Ver	ScImax	ScImin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	1.48	-1.48	-10.2	0.211	0.50	0.400	0.000263 (0.000263)	241	0.108 (0.30)	1388.31
2	S	1.41	-1.41	-9.7	0.211	0.50	0.400	0.000250 (0.000250)	241	0.102 (0.30)	-1388.31

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	2.41	150.0	0.00	118.7	-131.5	145.0	23.2	2320	37.2	15.0
2	S	2.29	0.0	0.00	31.3	-124.8	5.0	23.2	2320	37.2	15.0

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE**

N°Comb	Ver	ScImax	ScImin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	1.48	-1.48	-10.2	0.211	0.50	0.400	0.000263 (0.000263)	241	0.108 (0.20)	1388.31
2	S	1.41	-1.41	-9.7	0.211	0.50	0.400	0.000250 (0.000250)	241	0.102 (0.20)	-1388.31

**Verifica momento verticale MYY (armatura zone di raffittimento)**

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE**

Base:	100.0	cm
Altezza:	150.0	cm
Barre inferiori:	14Ø26	(74.3 cm <sup>2</sup> )
Barre superiori:	14Ø26	(74.3 cm <sup>2</sup> )
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	10.0	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	10.0	cm

**ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
VY	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale
MT	Momento torcente [kN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0.00	2390.00	0.00	0.00
2	0.00	-3060.00	0.00	0.00
3	0.00	2660.00	0.00	0.00
4	0.00	-1964.00	0.00	0.00

## RISULTATI DEL CALCOLO

### Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	8.7 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	3.6 cm

## METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico
N ult	Sforzo normale ultimo [kN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx ult	Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult, Mx ult) e (N, Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta $\geq 1.000$
Yneutro	Ordinata [cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X, Y, O sez.
Mx sn.	Momento flettente allo snervamento [kNm]
x/d	Rapp. di duttilità a rottura solo se N = 0 (travi)
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	N ult	Mx ult	Mis.Sic.	Yn	M sn	x/d	C.Rid.	As Tesa
--------	-----	---	----	-------	--------	----------	----	------	-----	--------	---------

**ACEA ENGINEERING LABORATORIES RESEARCH INNOVATION SPA**

1	S	0.00	2390.00	0.07	3872.52	1.620	137.6	3722.84	0.09	0.70	74.3 (25.1)
2	S	0.00	-3060.00	0.07	-3872.52	1.266	12.4	-3722.84	0.09	0.70	74.3 (25.1)
3	S	0.00	2660.00	0.07	3872.52	1.456	137.6	3722.84	0.09	0.70	74.3 (25.1)
4	S	0.00	-1964.00	0.07	-3872.52	1.972	12.4	-3722.84	0.09	0.70	74.3 (25.1)

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO**

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	-0.01461	150.0	0.00068	140.0	-0.03593	10.0
2	0.00350	-0.01461	0.0	0.00068	10.0	-0.03593	140.0
3	0.00350	-0.01461	150.0	0.00068	140.0	-0.03593	10.0
4	0.00350	-0.01461	0.0	0.00068	10.0	-0.03593	140.0

**Verifica momento orizzontale MXX (armatura media sull'intera area)**

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE**

Base:	100.0	cm
Altezza:	150.0	cm
Barre inferiori:	7Ø26	(37.2 cm²)
Barre superiori:	7Ø26	(37.2 cm²)
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	5.0	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	5.0	cm

**ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
VY	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale
MT	Momento torcente [kN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0.00	1780.00	0.00	0.00
2	0.00	-1040.00	0.00	0.00

**COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx	Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	806.00
2	0.00	-218.00

**COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx	Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	806.00 (1388.31)
2	0.00	-218.00 (-1388.31)

**COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	806.00 (1388.31)
2	0.00	-216.00 (-1388.31)

**RISULTATI DEL CALCOLO**

**Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate**

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 3.7 cm  
Interferro netto minimo barre longitudinali: 12.4 cm

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE**

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
N Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)  
Mx Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico  
N ult Sforzo normale ultimo [kN] nella sezione (positivo se di compress.)  
Mx ult Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico  
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult, Mx ult) e (N, Mx)  
Verifica positiva se tale rapporto risulta  $\geq 1.000$   
Yneutro Ordinata [cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X, Y, O sez.  
Mx sn. Momento flettente allo snervamento [kNm]  
x/d Rapp. di duttilità a rottura solo se N = 0 (travi)  
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	N ult	Mx ult	Mis.Sic.	Yn	M sn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	0.00	1780.00	0.14	2058.67	1.157	143.6	1982.09	0.04	0.70	37.2 (26.0)
2	S	0.00	-1040.00	0.14	-2058.67	1.979	6.4	-1982.09	0.04	0.70	37.2 (26.0)

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO**

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00312	-0.02819	150.0	0.00068	145.0	-0.06750	5.0
2	0.00312	-0.02819	0.0	0.00068	5.0	-0.06750	145.0

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max	Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa]
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sc min	Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa]
Yc min	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [Mpa]
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Dw Eff.	Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff.	Area di congl. [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
As eff.	Area Barre tese di acciaio [cm <sup>2</sup> ] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
D barre	Distanza media in cm tra le barre tese efficaci utilizzata nel calcolo di fessurazione (se Dbarre >14Ø viene posto Dbarre=14Ø nel calcolo di fess. [B.6.6.3 Circ. 252/96])

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	---------	---------	---------	---------

**ACEA ENGINEERING LABORATORIES RESEARCH INNOVATION SPA**

1	S	2.92	150.0	0.00	118.7	-159.7	145.0	23.2	2320	37.2	15.0
2	S	0.79	0.0	0.00	31.3	-43.2	5.0	23.2	2320	37.2	15.0

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE**

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
ScI max	Massima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [Mpa]
ScI min	Minima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [Mpa]
Sc Eff	Tensione al limite dello spessore teso efficace nello STATO I [Mpa]
K3	Coeff. di normativa = 0,25 (ScI min + ScEff)/(2 ScI min)
Beta12	Prodotto dei Coeff. di aderenza Beta1*Beta2
Psi	= 1-Beta12*(Ssr/Ss) <sup>2</sup> = 1-Beta12*(fctm/ScI min) <sup>2</sup> = 1-Beta12*(Mfess/M) <sup>2</sup> [B.6.6 DM96]
e sm	Deformazione unitaria media tra le fessure . Tra parentesi il valore minimo = 0.4 Ss/Es
srm	Distanza media in mm tra le fessure
wk	Apertura delle fessure in mm = 1,7*Eps*Srm. Tra parentesi è indicato il valore limite.
M fess.	Momento di prima fessurazione [kNm]

N°Comb	Ver	ScI max	ScI min	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	1.80	-1.80	-12.4	0.211	1.00	0.400	0.000319 (0.000319)	241	0.131	1388.31
2	S	0.49	-0.49	-3.4	0.211	1.00	0.400	0.000086 (0.000086)	241	0.035	-1388.31

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	2.92	150.0	0.00	118.7	-159.7	145.0	23.2	2320	37.2	15.0
2	S	0.79	0.0	0.00	31.3	-43.2	5.0	23.2	2320	37.2	15.0

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE**

N°Comb	Ver	ScI max	ScI min	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	1.80	-1.80	-12.4	0.211	0.50	0.400	0.000319 (0.000319)	241	0.131 (0.30)	1388.31



**ACEA ENGINEERING LABORATORIES RESEARCH INNOVATION SPA**

2	S	0.49	-0.49	-3.4	0.211	0.50	0.400	0.000086 (0.000086)	241	0.035 (0.30)	-1388.31
---	---	------	-------	------	-------	------	-------	---------------------	-----	--------------	----------

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	2.92	150.0	0.00	118.7	-159.7	145.0	23.2	2320	37.2	15.0
2	S	0.78	0.0	0.00	31.3	-42.8	5.0	23.2	2320	37.2	15.0

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE**

N°Comb	Ver	Sclmax	Sclmin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	1.80	-1.80	-12.4	0.211	0.50	0.400	0.000319 (0.000319)	241	0.131 (0.20)	1388.31
2	S	0.48	-0.48	-3.3	0.211	0.50	0.400	0.000086 (0.000086)	241	0.035 (0.20)	-1388.31

**Verifica momento orizzontale MXX (armatura zone di raffittimento)**

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE**

Base:	100.0	cm
Altezza:	150.0	cm
Barre inferiori:	14Ø26	(74.3 cm <sup>2</sup> )
Barre superiori:	14Ø26	(74.3 cm <sup>2</sup> )
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	10.0	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	10.0	cm

**ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
VY	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale
MT	Momento torcente [kN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0.00	2390.00	0.00	0.00
2	0.00	-3060.00	0.00	0.00
3	0.00	2660.00	0.00	0.00
4	0.00	-1964.00	0.00	0.00

**RISULTATI DEL CALCOLO**

**Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate**

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	8.7 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	3.6 cm

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE**

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico
N ult	Sforzo normale ultimo [kN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx ult	Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult, Mx ult) e (N, Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta $\geq 1.000$
Yneutro	Ordinata [cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X,Y,O sez.
Mx sn.	Momento flettente allo snervamento [kNm]
x/d	Rapp. di duttilità a rottura solo se N = 0 (travi)
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	N ult	Mx ult	Mis.Sic.	Yn	M sn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	0.00	2390.00	0.07	3872.52	1.620	137.6	3722.84	0.09	0.70	74.3 (25.1)
2	S	0.00	-3060.00	0.07	-3872.52	1.266	12.4	-3722.84	0.09	0.70	74.3 (25.1)
3	S	0.00	2660.00	0.07	3872.52	1.456	137.6	3722.84	0.09	0.70	74.3 (25.1)
4	S	0.00	-1964.00	0.07	-3872.52	1.972	12.4	-3722.84	0.09	0.70	74.3 (25.1)

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO**

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

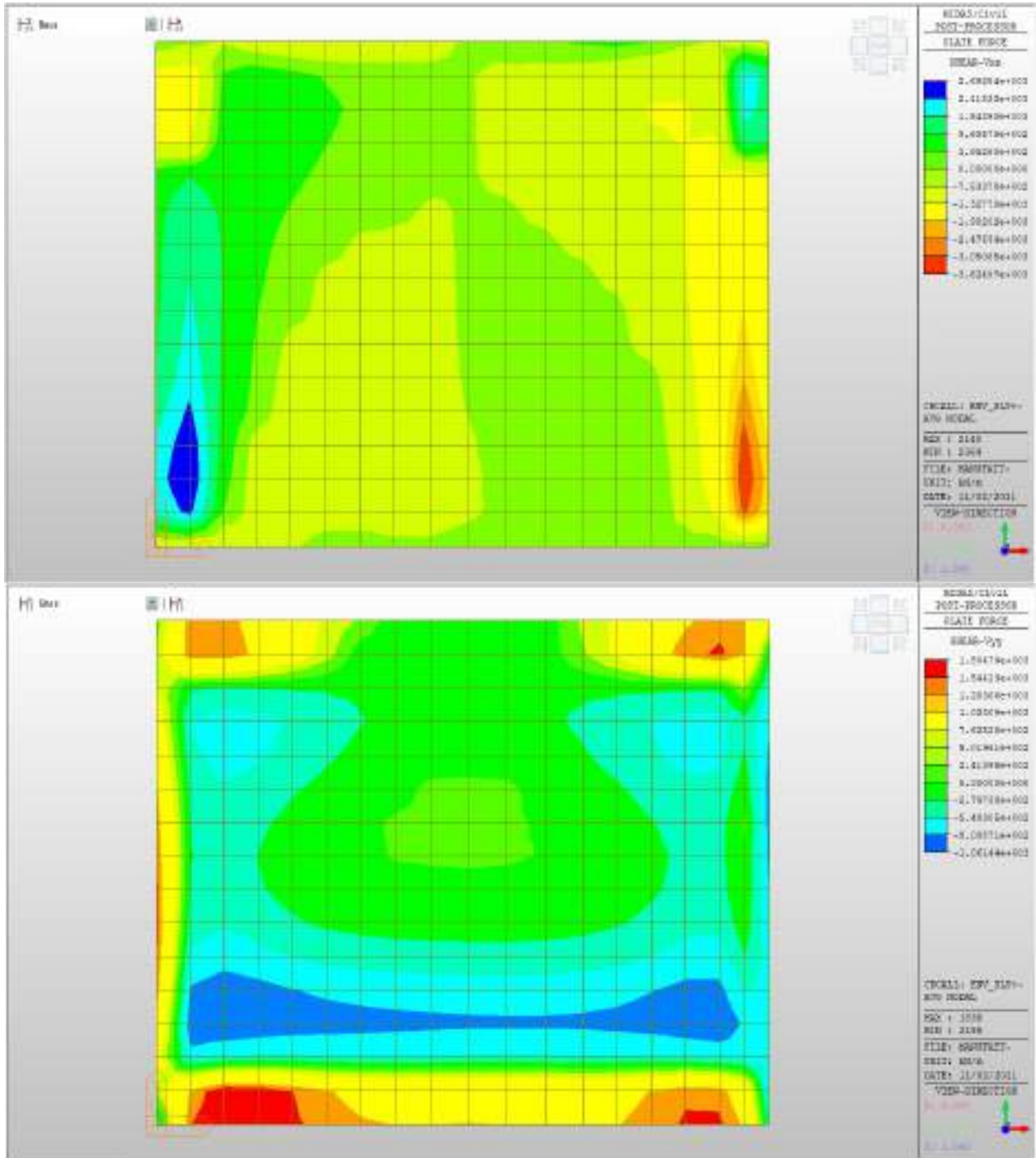
N°Comb	ec max	ec 3/7	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	-0.01461	150.0	0.00068	140.0	-0.03593	10.0
2	0.00350	-0.01461	0.0	0.00068	10.0	-0.03593	140.0
3	0.00350	-0.01461	150.0	0.00068	140.0	-0.03593	10.0
4	0.00350	-0.01461	0.0	0.00068	10.0	-0.03593	140.0

Nei confronti delle azioni di taglio, si dispongono nelle zone a ridosso dei setti dove si hanno sollecitazioni maggiori, spilli  $\phi 12/200 \times 200$ .

Di seguito la verifica per la sollecitazione massima di taglio:

**Taglio massimo**

V MAX, SLV-SLU= 3626kN/m



**Verifica a taglio (SLU)**

$V_{ed} =$	<b>3626</b>	kN	Taglio agente verticale
$H =$	<b>1500</b>	mm	altezza sezione di calcolo
$B_c =$	1000	mm	larghezza sezione di calcolo
CLS =	C32/40	-	classe del calcestruzzo
$f_{ck} =$	30.7	N/mm <sup>2</sup>	resistenza caratteristica a compressione
$f_{cd} =$	17.4	N/mm <sup>2</sup>	resistenza di progetto a compressione
$c =$	50	mm	copriferro
$b_{st} =$	<b>5</b>	-	braccia delle staffe
$\Phi_{st} =$	<b>12</b>	mm	diametro staffe
$s =$	<b>200</b>	mm	passo staffe
$A_{st} =$	565	mm <sup>2</sup>	area staffe
$d =$	1450	mm	altezza utile sezione
$\rho_l =$	0.00000	-	rapporto geometrico armatura longitudinale

**verifica sezione con armatura:**

$\alpha =$	90	°	angolo di inclinazione delle staffe
$\theta =$	22	°	inclinazione delle bielle compresse di cls
$f'_{cd} =$	8.7	N/mm <sup>2</sup>	resistenza a compressione ridotta del cls d'anima
$\alpha_c =$	1.000	-	coefficiente maggiorativo per compressione
$f_{yd} =$	391.3	N/mm <sup>2</sup>	resistenza a snervamento dell'acciaio
$V_{Rsd} =$	<b>3646.7</b>	<b>kN</b>	<b>taglio resistente relativo alle armature tese</b>
$V_{Rcd} =$	<b>3886.5</b>	<b>kN</b>	<b>taglio resistente relativo alle bielle compresse</b>
$V_{Rd} =$	<b>3646.7</b>	<b>kN</b>	<b>ok!</b>

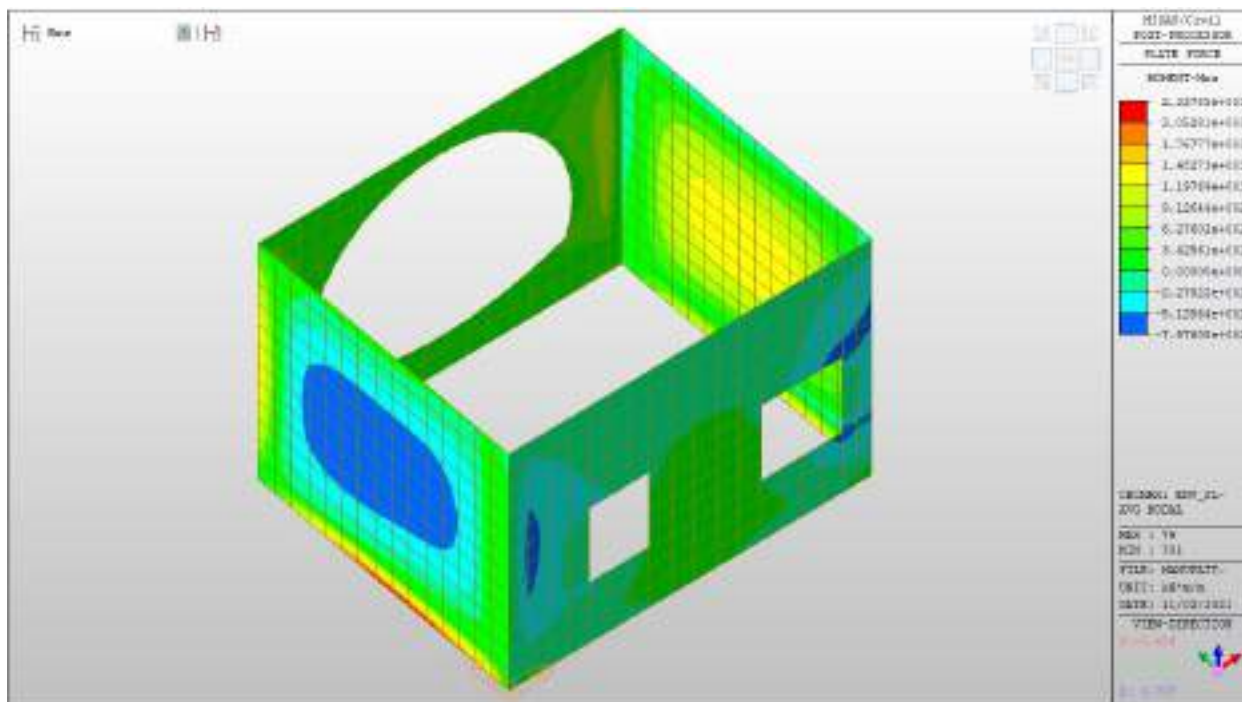
**C.S. ( $V_{Rd}/V_{ed,v}$ ) = 1.01**

### Setti perimetrali livello -3

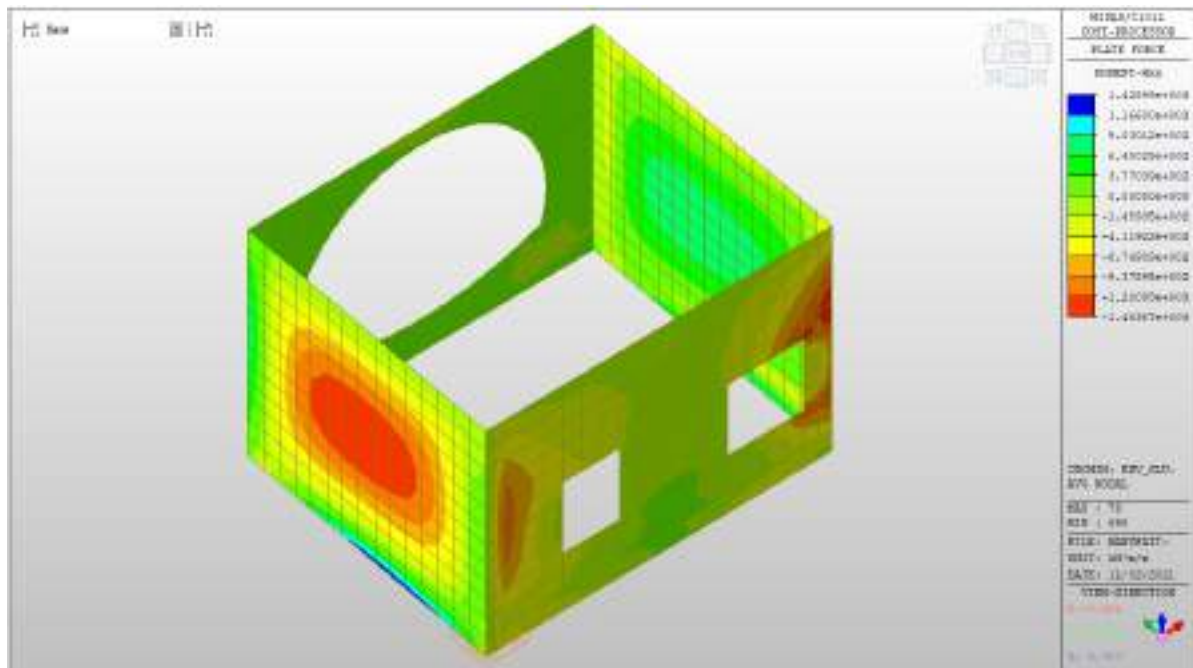
### Setti perimetrali livello -3 – Mappe sollecitazioni SLU - SLV

Si riportano di seguito gli involuipi delle mappe delle sollecitazioni per le combinazioni allo stato limite ultimo (sismiche e statiche) e di esercizio per i setti perimetrali posti al piano interrato.

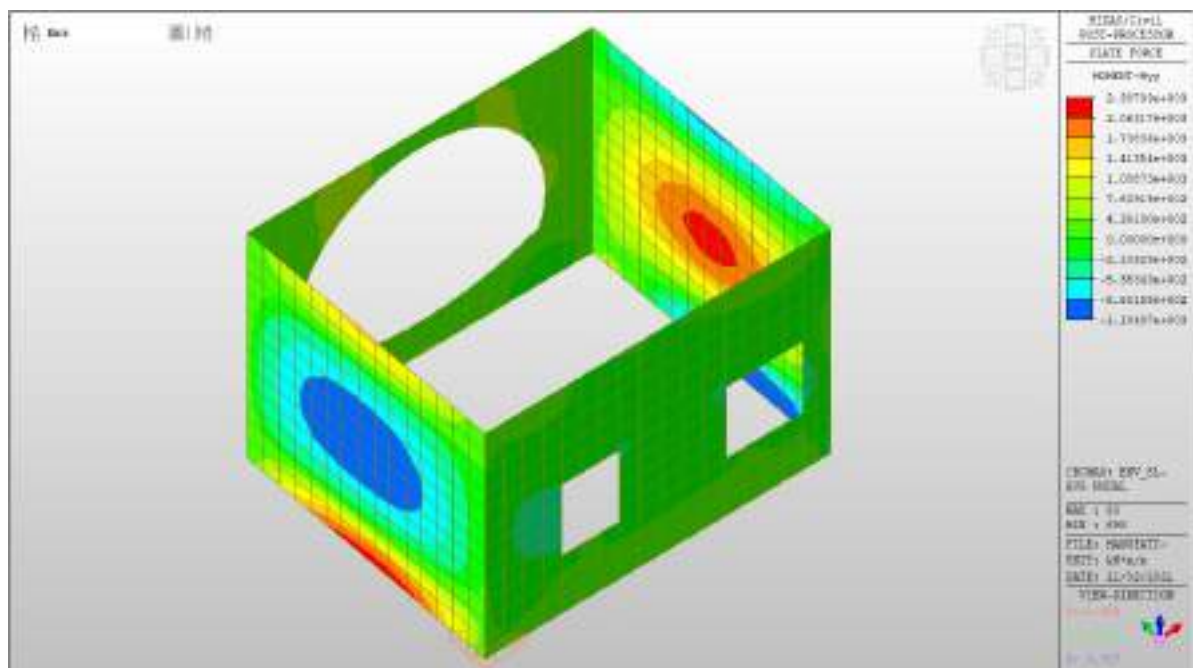
MXX max, SLV-SLU= +2338 kNm/m



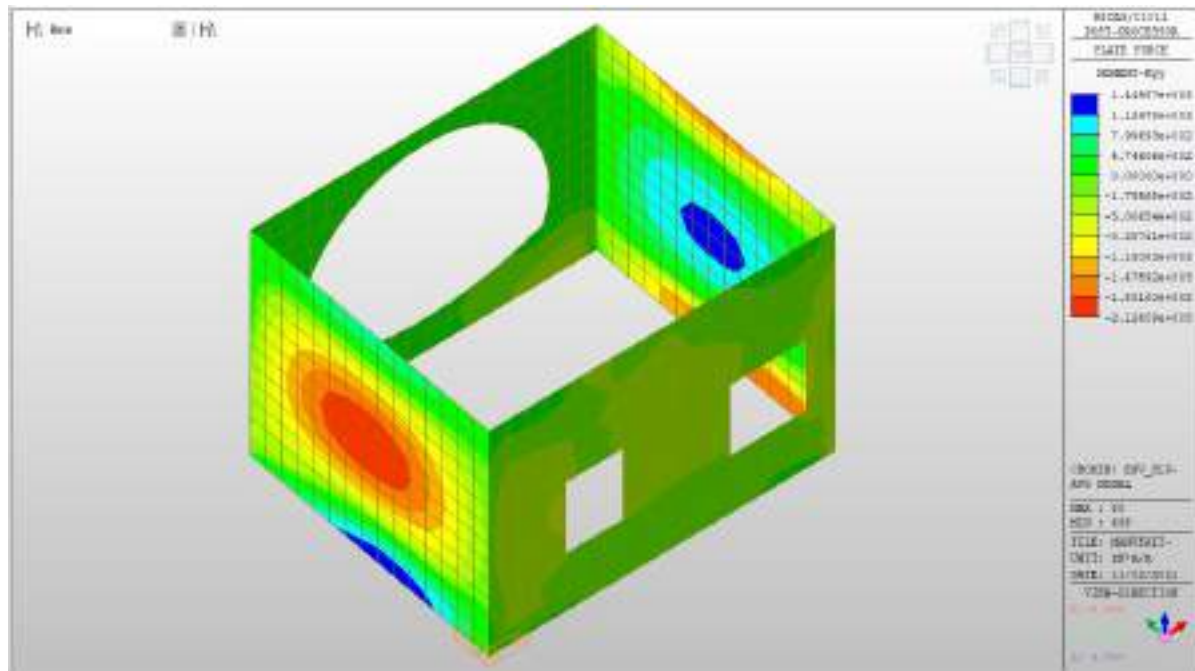
MXX min, SLV-SLU= -1464 kNm/m



MYX max, SLV-SLU = +2388 kNm/m



MYX min, SLV-SLU = -2126kNm/m

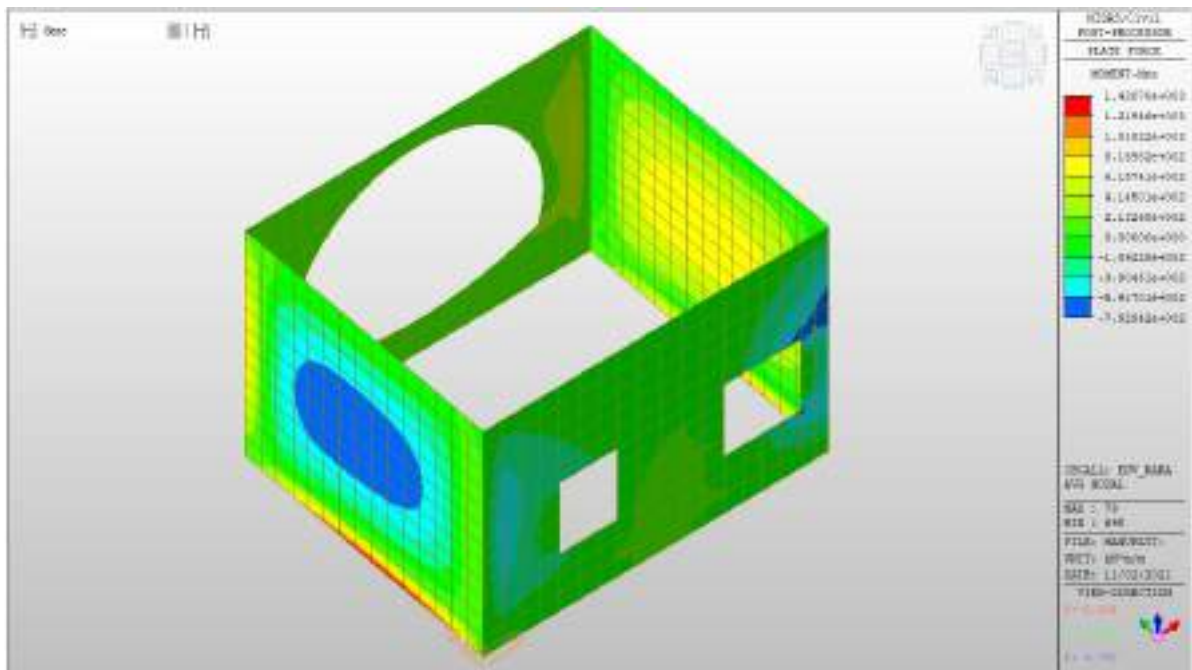


**Setti perimetrali livello -3 – Mappe sollecitazioni SLE -RARA**

MXX max, RARA= +1420 kNm/m

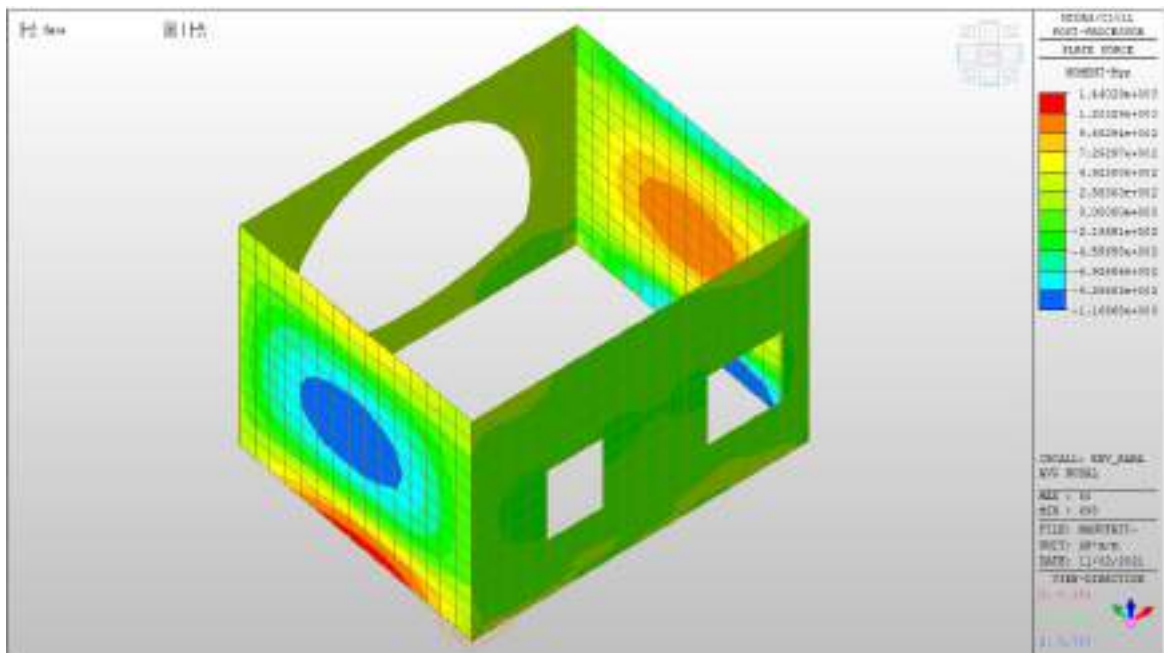
MXX min, RARA= -792 kNm/m





MY max, RARA= +1440 kNm/m

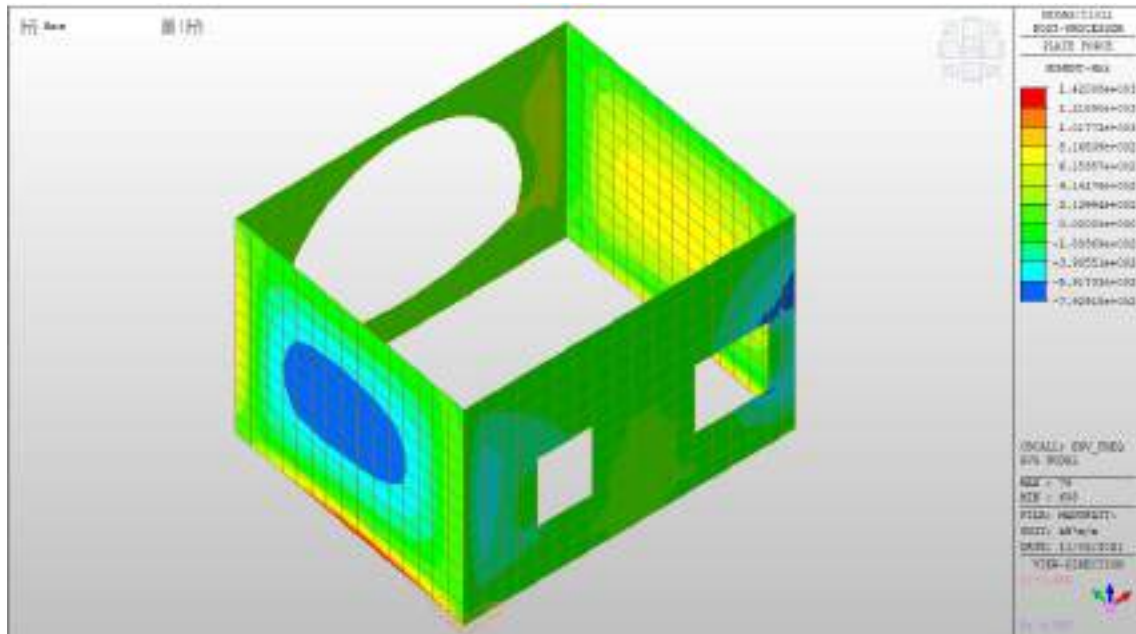
MY min, RARA= -1166 kNm/m



**Setti perimetrali livello -3 – Mappe sollecitazioni SLE - FREQUENTE**

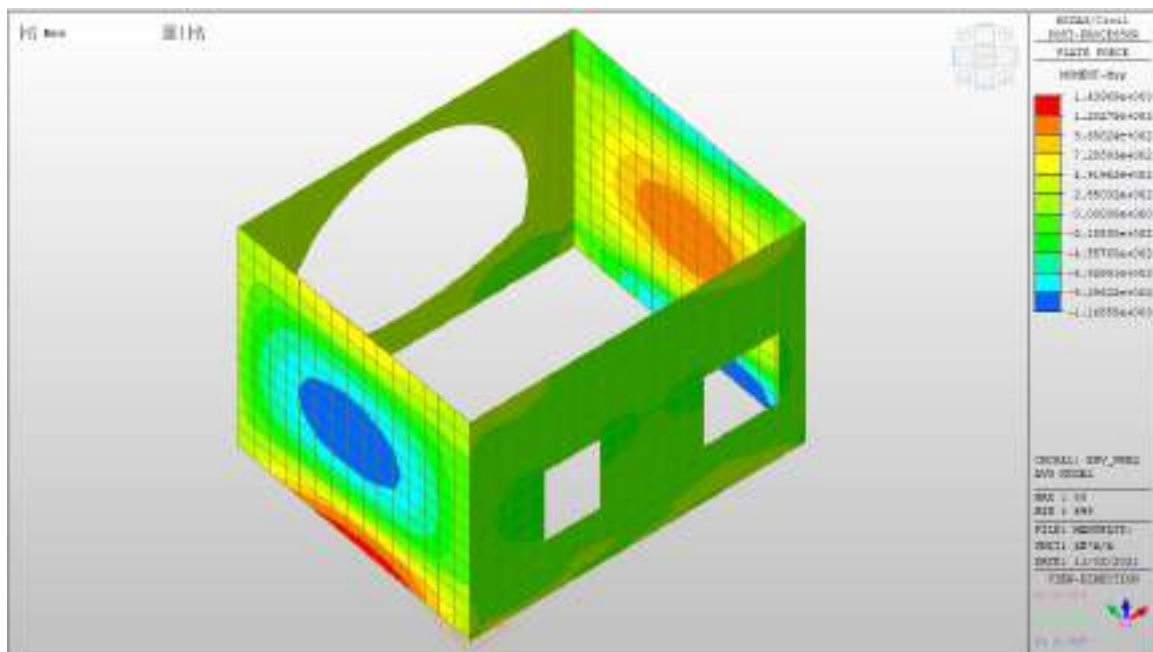
MXX max, Frequente= +1420kNm/m

MXX min, Frequente= -794kNm/m



MYX max, Frequente= +1440kNm/m

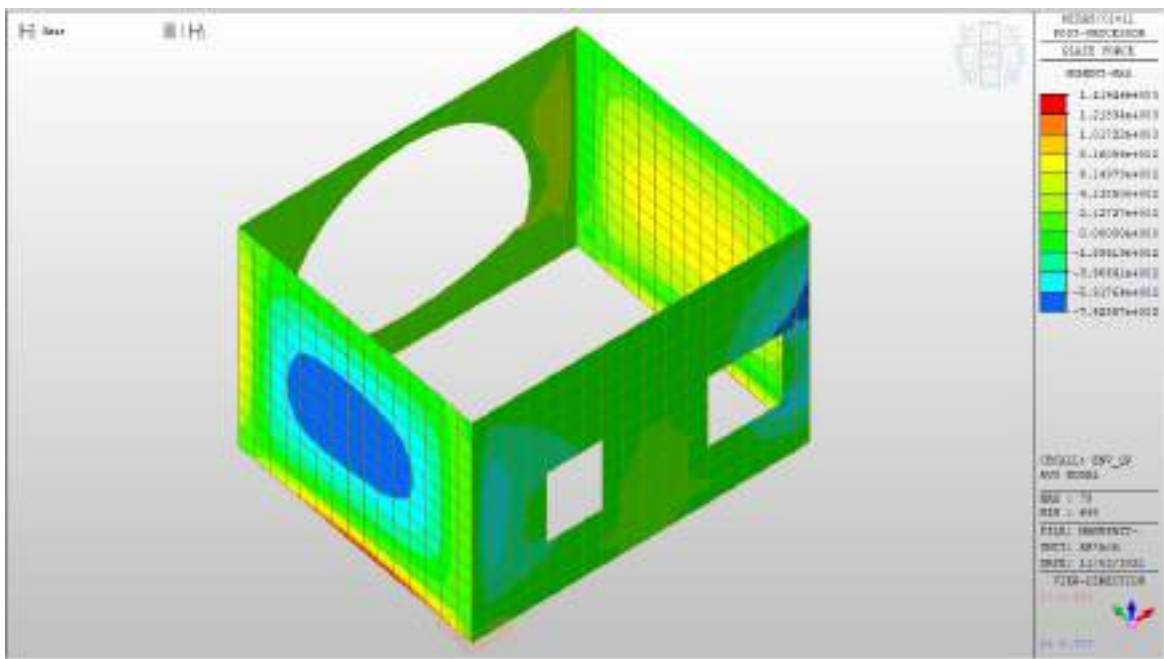
MYX min, Frequente= -1166 kNm/m



**Setti perimetrali livello -3 – Mappe sollecitazioni SLE – Quasi permanente**

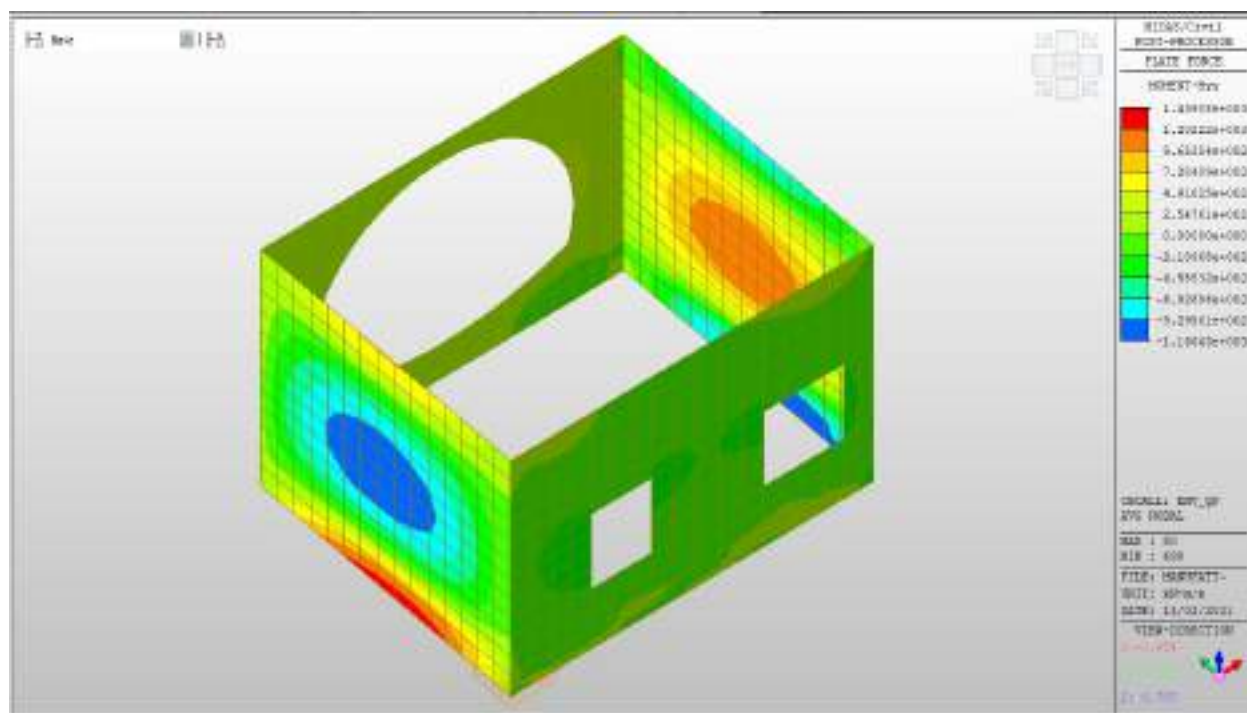
MXX max, QP= +1420kNm/m

MXX min, QP= -794kNm/m



MYY max, QP= +1440kNm/m

MYY min, QP= - 1166kNm/m



## Verifiche

Si riportano di seguito le verifiche effettuate. La sezione risulta essere armata con 7+7 $\phi$ 26 al lembo superiore e 7+7 $\phi$ 26 al lembo inferiore in entrambe le direzioni, su due livelli.

### Verifica momento verticale MXX

#### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	120.0	cm
Barre inferiori:	14 $\phi$ 26	(74.3 cm <sup>2</sup> )
Barre superiori:	14 $\phi$ 26	(74.3 cm <sup>2</sup> )
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	7.0	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	7.0	cm

**ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
VY	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale
MT	Momento torcente [kN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0.00	2338.00	0.00	0.00
2	0.00	-1464.00	0.00	0.00

**COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx	Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	1420.00
2	0.00	-792.00

**COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx	Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	1420.00 (1067.63)
2	0.00	-794.00 (-1067.63)

**COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	1420.00 (1067.63)
2	0.00	-794.00 (-1067.63)

**RISULTATI DEL CALCOLO**

**Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate**

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 5.7 cm  
Interferro netto minimo barre longitudinali: 4.0 cm

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE**

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
N Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)  
Mx Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico  
N ult Sforzo normale ultimo [kN] nella sezione (positivo se di compress.)  
Mx ult Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico  
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult, Mx ult) e (N, Mx)  
Verifica positiva se tale rapporto risulta  $\geq 1.000$   
Yneutro Ordinata [cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X,Y,O sez.  
Mx sn. Momento flettente allo snervamento [kNm]  
x/d Rapp. di duttilità a rottura solo se N = 0 (travi)  
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	N ult	Mx ult	Mis.Sic.	Yn	M sn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	0.00	2338.00	0.24	3127.01	1.337	110.3	3001.95	0.09	0.70	74.3 (20.2)
2	S	0.00	-1464.00	0.24	-3127.01	2.136	9.7	-3001.95	0.09	0.70	74.3 (20.2)

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO**

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	-0.01511	120.0	0.00097	113.0	-0.03740	7.0
2	0.00350	-0.01511	0.0	0.00097	7.0	-0.03740	113.0

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max	Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa]
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sc min	Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa]
Yc min	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [Mpa]
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Dw Eff.	Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff.	Area di congl. [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
As eff.	Area Barre tese di acciaio [cm <sup>2</sup> ] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
D barre	Distanza media in cm tra le barre tese efficaci utilizzata nel calcolo di fessurazione (se Dbarre >14Ø viene posto Dbarre=14Ø nel calcolo di fess. [B.6.6.3 Circ. 252/96])

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	---------	---------	---------	---------

**ACEA ENGINEERING LABORATORIES RESEARCH INNOVATION SPA**

1	S	5.32	120.0	0.00	86.0	-185.2	113.0	25.2	2520	74.3	6.6
2	S	2.98	0.0	0.00	34.2	-103.3	7.0	25.2	2520	74.3	6.6

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE**

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
ScImax	Massima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [Mpa]
ScImin	Minima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [Mpa]
K3	=0,125 per flessione; = 0,25 (ScImin + ScImax)/(2 ScImin) per trazione eccentrica
Beta12	Prodotto dei Coeff. di aderenza Beta1*Beta2
Psi	= 1-Beta12*(Ssr/Ss) <sup>2</sup> = 1-Beta12*(fctm/ScImin) <sup>2</sup> = 1-Beta12*(Mfess/M) <sup>2</sup> [B.6.6 DM96]
e sm	Deformazione unitaria media tra le fessure . Tra parentesi il valore minimo = 0.4 Ss/Es
srm	Distanza media in mm tra le fessure
wk	Apertura delle fessure in mm = 1,7*Eps*Srm. Tra parentesi è indicato il valore limite.
M fess.	Momento di prima fessurazione [kNm]

N°Comb	Ver	ScImax	ScImin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	4.12	-4.12	---	0.125	1.00	0.435	0.000403 (0.000370)	171	0.117	1067.63
2	S	2.30	-2.30	---	0.125	1.00	0.400	0.000207 (0.000207)	171	0.060	-1067.63

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	5.32	120.0	0.00	86.0	-185.2	113.0	25.2	2520	74.3	6.6
2	S	2.99	0.0	0.00	34.2	-103.6	7.0	25.2	2520	74.3	6.6

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE**

N°Comb	Ver	ScImax	ScImin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	4.12	-4.12	---	0.125	0.50	0.717	0.000664 (0.000370)	171	0.193 (0.30)	1067.63
2	S	2.31	-2.31	---	0.125	0.50	0.400	0.000207 (0.000207)	171	0.060 (0.30)	-1067.63



**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	5.32	120.0	0.00	86.0	-185.2	113.0	25.2	2520	74.3	6.6
2	S	2.99	0.0	0.00	34.2	-103.6	7.0	25.2	2520	74.3	6.6

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE**

N°Comb	Ver	Sclmax	Sclmin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	4.12	-4.12	---	0.125	0.50	0.717	0.000664 (0.000370)	171	0.193 (0.20)	1067.63
2	S	2.31	-2.31	---	0.125	0.50	0.400	0.000207 (0.000207)	171	0.060 (0.20)	-1067.63

**Verifica momento orizzontale MYY**

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE**

Base:	100.0	cm
Altezza:	120.0	cm
Barre inferiori:	14Ø26	(74.3 cm²)
Barre superiori:	14Ø26	(74.3 cm²)
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	7.0	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	7.0	cm

**ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
Vy	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale
MT	Momento torcente [kN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
---------	---	----	----	----

**ACEA ENGINEERING LABORATORIES RESEARCH INNOVATION SPA**

1	0.00	2338.00	0.00	0.00
2	0.00	-2126.00	0.00	0.00

**COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	1440.00
2	0.00	-1166.00

**COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	1440.00 (1067.63)
2	0.00	-1166.00 (-1067.63)

**COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	1440.00 (1067.63)
2	0.00	-1166.00 (-1067.63)

**RISULTATI DEL CALCOLO**

**Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate**

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 5.7 cm  
Interferro netto minimo barre longitudinali: 4.0 cm

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE**

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
N Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)  
Mx Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico  
N ult Sforzo normale ultimo [kN] nella sezione (positivo se di compress.)  
Mx ult Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico  
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult,Mx ult) e (N,Mx)  
Verifica positiva se tale rapporto risulta  $\geq 1.000$   
Yneutro Ordinata [cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X,Y,O sez.  
Mx sn. Momento flettente allo snervamento [kNm]  
x/d Rapp. di duttilità a rottura solo se N = 0 (travi)  
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	N ult	Mx ult	Mis.Sic.	Yn	M sn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	0.00	2338.00	0.24	3127.01	1.337	110.3	3001.95	0.09	0.70	74.3 (20.2)
2	S	0.00	-2126.00	0.24	-3127.01	1.471	9.7	-3001.95	0.09	0.70	74.3 (20.2)

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO**

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione  
ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace  
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)  
Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)  
es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)  
Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

**ACEA ENGINEERING LABORATORIES RESEARCH INNOVATION SPA**

N°Comb	ec max	ec 3/7	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	-0.01511	120.0	0.00097	113.0	-0.03740	7.0
2	0.00350	-0.01511	0.0	0.00097	7.0	-0.03740	113.0

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max	Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata [Mpa]
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sc min	Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata [Mpa]
Yc min	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [Mpa]
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Dw Eff.	Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff.	Area di congl. [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
As eff.	Area Barre tese di acciaio [cm <sup>2</sup> ] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
D barre	Distanza media in cm tra le barre tese efficaci utilizzata nel calcolo di fessurazione (se Dbarre >14Ø viene posto Dbarre=14Ø nel calcolo di fess. [B.6.6.3 Circ. 252/96])

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	5.40	120.0	0.00	86.0	-187.8	113.0	25.2	2520	74.3	6.6
2	S	4.37	0.0	0.00	34.0	-152.1	7.0	25.2	2520	74.3	6.6

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE**

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sclmax	Massima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [Mpa]
Sclmin	Minima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [Mpa]
K3	=0,125 per flessione; = 0,25 (Sclmin + Sclmax)/(2 Sclmin) per trazione eccentrica
Beta12	Prodotto dei Coeff. di aderenza Beta1*Beta2
Psi	= 1-Beta12*(Ssr/Ss) <sup>2</sup> = 1-Beta12*(fctm/Sclmin) <sup>2</sup> = 1-Beta12*(Mfess/M) <sup>2</sup> [B.6.6 DM96]
e sm	Deformazione unitaria media tra le fessure . Tra parentesi il valore minimo = 0.4 Ss/Es
srm	Distanza media in mm tra le fessure

**ACEA ENGINEERING LABORATORIES RESEARCH INNOVATION SPA**

wk Apertura delle fessure in mm =  $1,7 \cdot \text{Eps} \cdot \text{Srm}$ . Tra parentesi è indicato il valore limite.  
M fess. Momento di prima fessurazione [kNm]

N°Comb	Ver	ScImax	ScImin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	4.18	-4.18	---	0.125	1.00	0.450	0.000423 (0.000376)	171	0.123	1067.63
2	S	3.39	-3.39	---	0.125	1.00	0.400	0.000304 (0.000304)	171	0.089	-1067.63

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	5.40	120.0	0.00	86.0	-187.8	113.0	25.2	2520	74.3	6.6
2	S	4.37	0.0	0.00	34.0	-152.1	7.0	25.2	2520	74.3	6.6

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE**

N°Comb	Ver	ScImax	ScImin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	4.18	-4.18	---	0.125	0.50	0.725	0.000681 (0.000376)	171	0.198 (0.30)	1067.63
2	S	3.39	-3.39	---	0.125	0.50	0.581	0.000442 (0.000304)	171	0.129 (0.30)	-1067.63

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	5.40	120.0	0.00	86.0	-187.8	113.0	25.2	2520	74.3	6.6
2	S	4.37	0.0	0.00	34.0	-152.1	7.0	25.2	2520	74.3	6.6

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE**

N°Comb	Ver	ScImax	ScImin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
--------	-----	--------	--------	--------	----	--------	-----	------	-----	----	---------

ACEA ENGINEERING LABORATORIES RESEARCH INNOVATION SPA

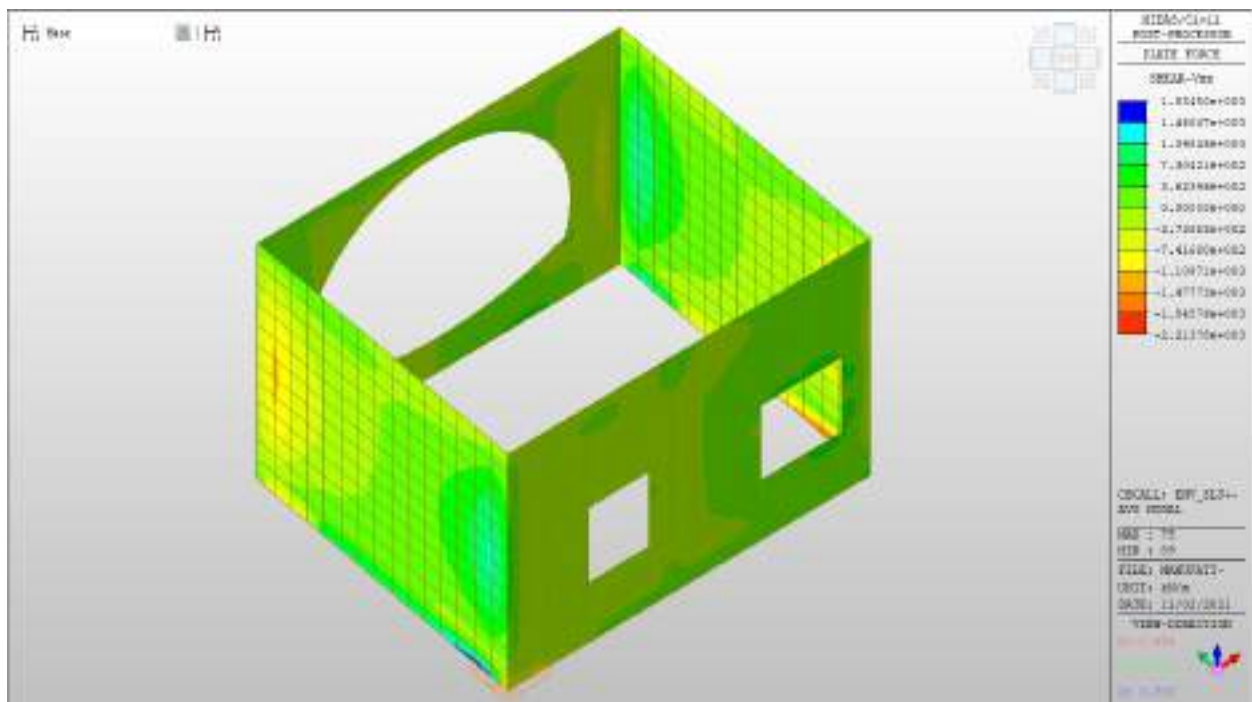
1	S	4.18	-4.18	---	0.125	0.50	0.725	0.000681 (0.000376)	171	0.198 (0.20)	1067.63
2	S	3.39	-3.39	---	0.125	0.50	0.581	0.000442 (0.000304)	171	0.129 (0.20)	-1067.63

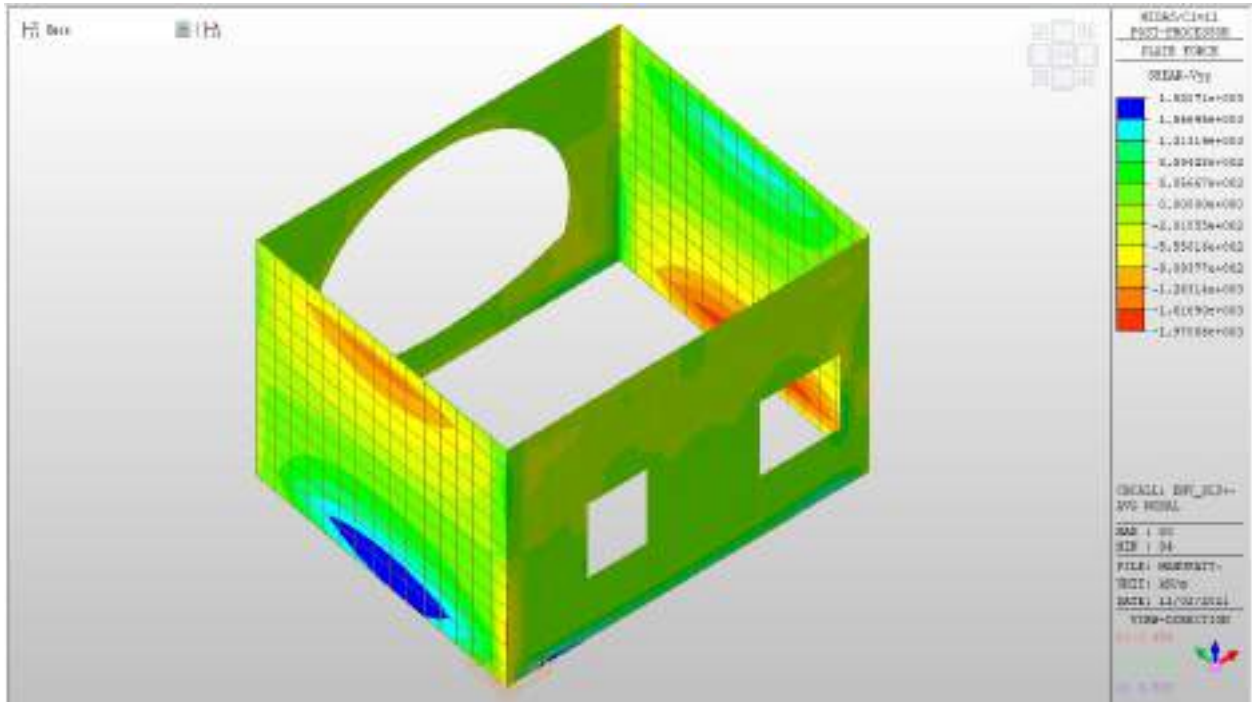
Nei confronti delle azioni di taglio, si dispongono nelle zone di incastro con i setti interni e con gli orizzontamenti, dove si hanno sollecitazioni maggiori, spilli  $\phi 12/200 \times 200$ .

Di seguito la verifica per la sollecitazione massima di taglio:

Taglio massimo

V MAX, SLV-SLU= 2214kN/m





**Verifica a taglio (SLU)**

$V_{ed} =$	<b>2214</b>	kN	Taglio agente verticale
$H =$	<b>1200</b>	mm	altezza sezione di calcolo
$B_c =$	1000	mm	larghezza sezione di calcolo
CLS =	C32/40	-	classe del calcestruzzo
$f_{ck} =$	30.7	N/mm <sup>2</sup>	resistenza caratteristica a compressione
$f_{cd} =$	17.4	N/mm <sup>2</sup>	resistenza di progetto a compressione
$c =$	50	mm	copriferro
$b_{st} =$	<b>5</b>	-	braccia delle staffe
$\Phi_{st} =$	<b>12</b>	mm	diametro staffe
$s =$	<b>200</b>	mm	passo staffe
$A_{st} =$	565	mm <sup>2</sup>	area staffe
$d =$	1150	mm	altezza utile sezione
$\rho_l =$	0.00000	-	rapporto geometrico armatura longitudinale

**verifica sezione con armatura:**

$\alpha =$	90	°	angolo di inclinazione delle staffe
$\theta =$	22	°	inclinazione delle bielle compresse di cls
$f'_{cd} =$	8.7	N/mm <sup>2</sup>	resistenza a compressione ridotta del cls d'anima
$\alpha_c =$	1.000	-	coefficiente maggiorativo per compressione
$f_{yd} =$	391.3	N/mm <sup>2</sup>	resistenza a snervamento dell'acciaio
$V_{Rsd} =$	<b>2834.2</b>	<b>kN</b>	<b>taglio resistente relativo alle armature tese</b>
$V_{Rcd} =$	<b>3127.9</b>	<b>kN</b>	<b>taglio resistente relativo alle bielle compresse</b>
$V_{Rd} =$	<b>2834.2</b>	<b>kN</b>	<b>ok!</b>

**C.S. ( $V_{Rd}/V_{ed,v}$ ) = 1.28**



**Solaio a quota +163.64m**

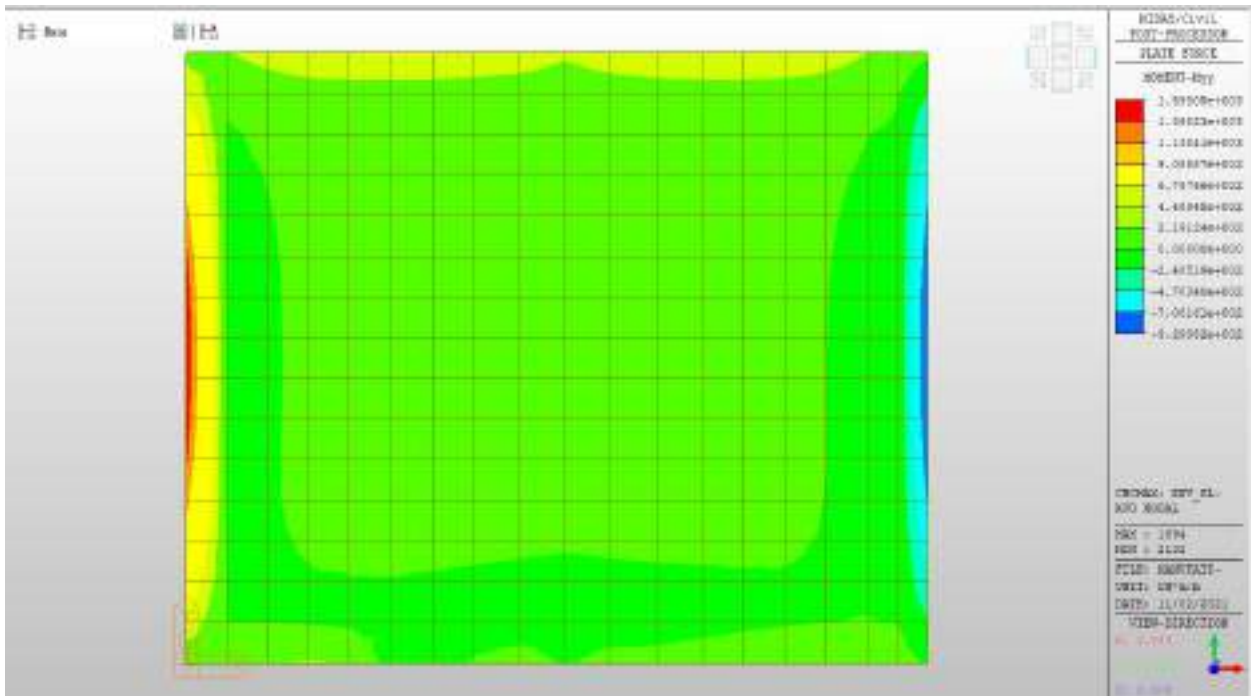
**Solaio a quota +163.64m – Mappe sollecitazioni SLU - SLV**

Si riportano di seguito gli involuipi delle mappe delle sollecitazioni per le combinazioni allo stato limite ultimo (sismiche e statiche) e di esercizio per solaio posto a quota +163.64m.

Momento verticale

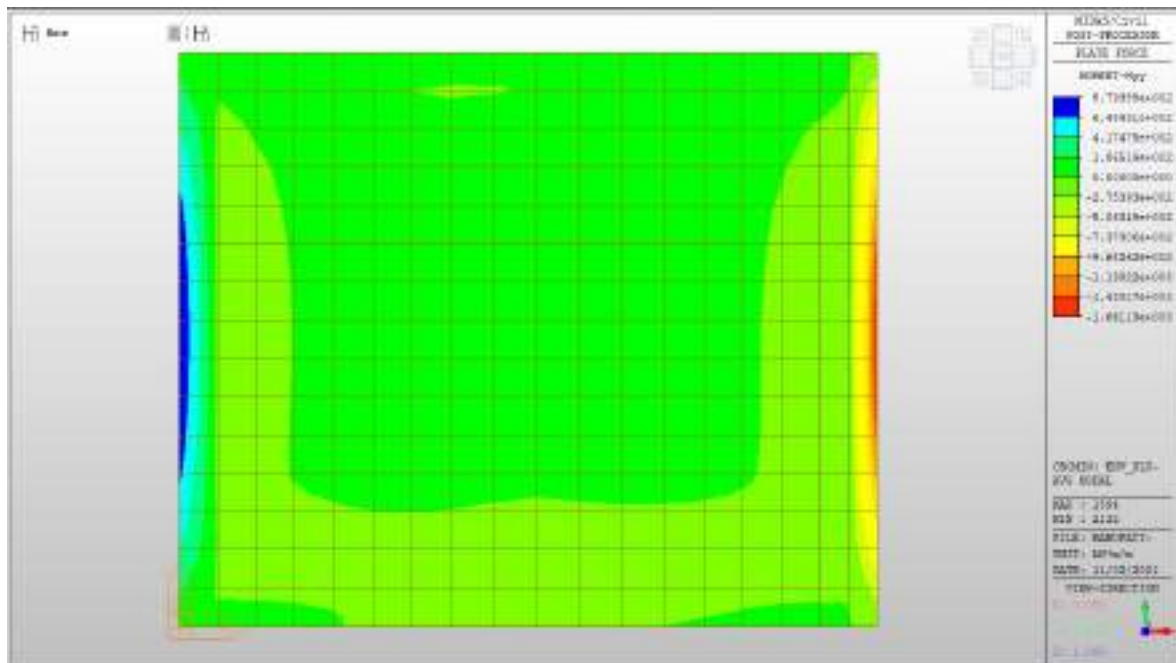
MYX max, SLV-SLU = +678 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

MYX max, SLV-SLU = +1600 kNm/m (soll. di verifica armatura zone di raffittimento)



MYX min, SLV-SLU = -506 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

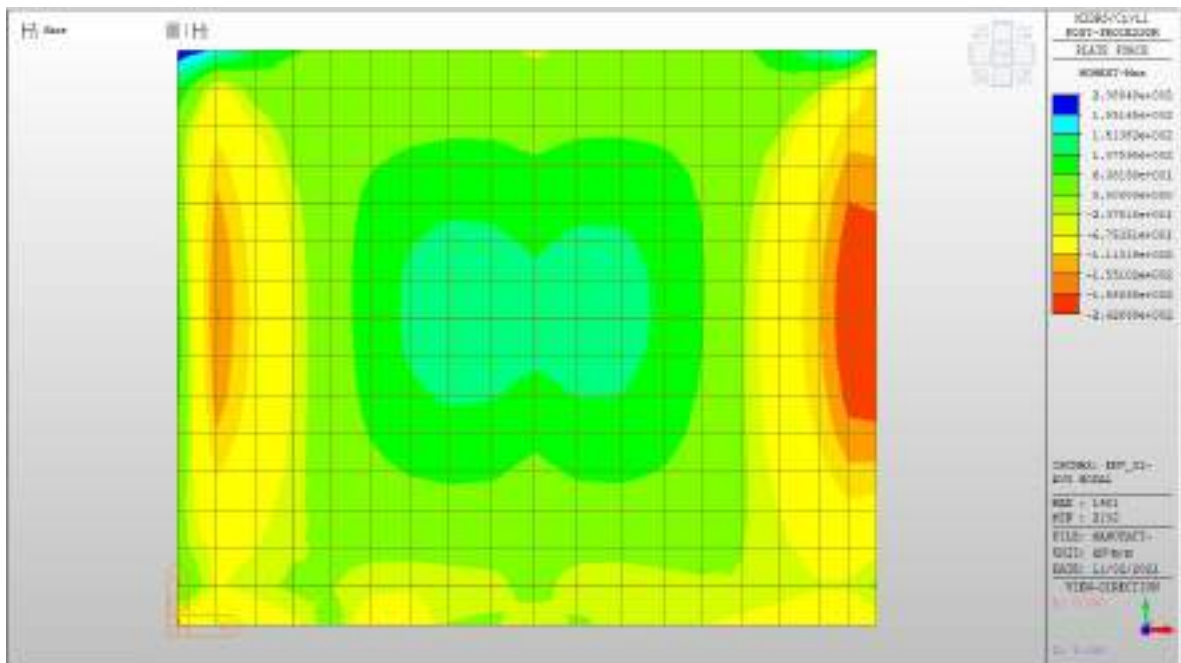
MYX min, SLV-SLU = -1661 kNm/m (soll. di verifica armatura zone di raffittimento)



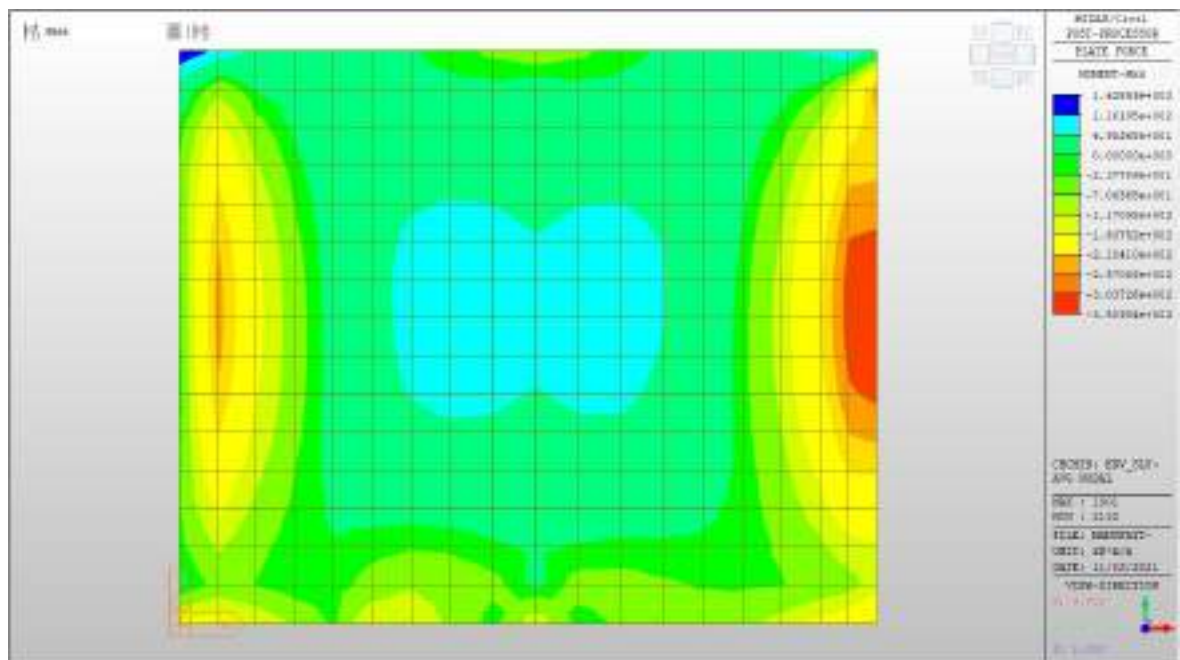
Momento orizzontale

MXX max, SLV-SLU= +111 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

MXX max, SLV-SLU= +242 kNm/m (soll. di verifica armatura zone di raffittimento)



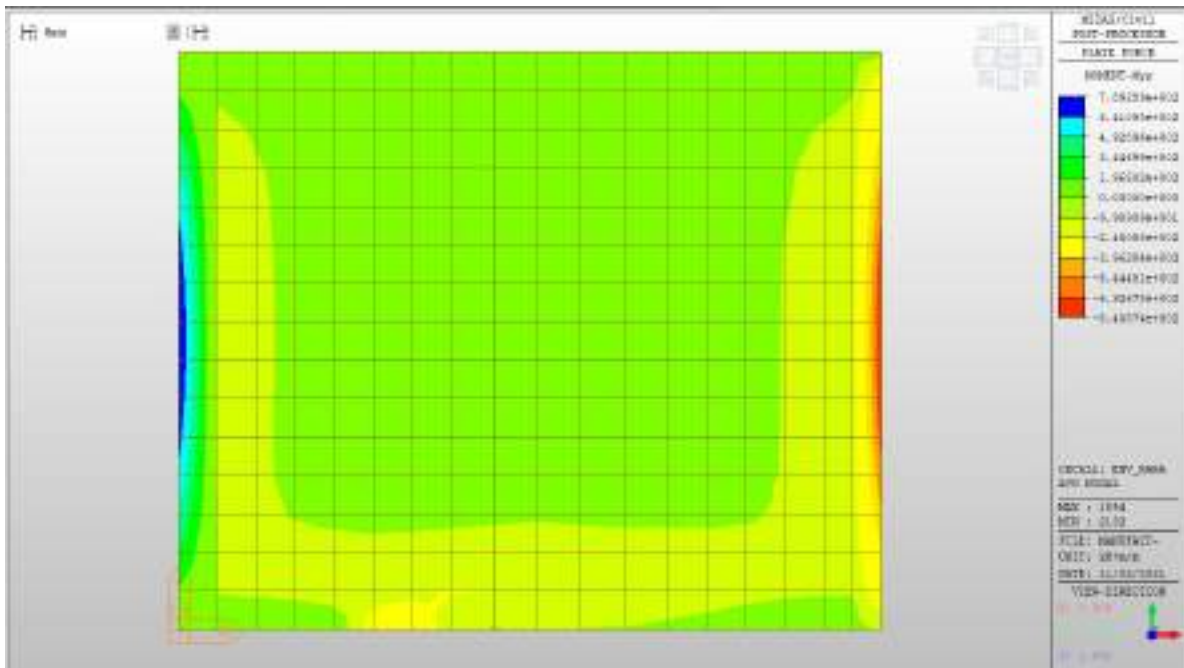
MXX min, SLV-SLU= -210 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)  
MXX min, SLV-SLU= -350 kNm/m (soll. di verifica armatura zone di raffittimento)



**Solaio a quota +163.64m – Mappe sollecitazioni SLE - RARA**

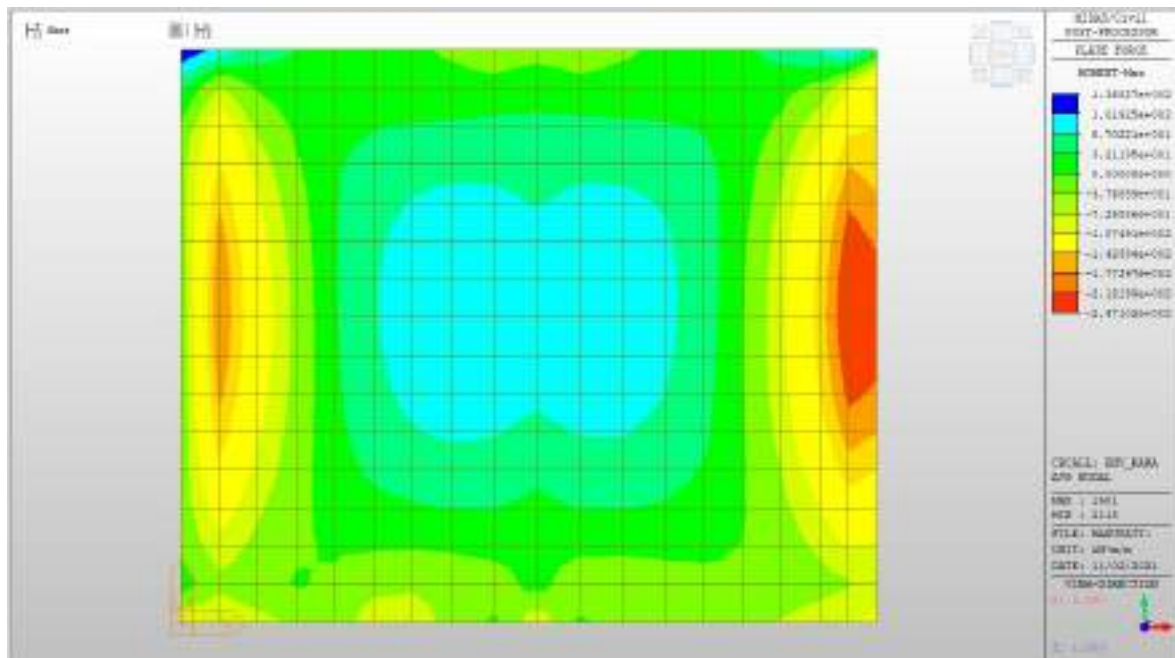
MYX max, RARA= +344 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

MYX min, RARA= -396 kNm/m



MXX max, RARA= +32 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

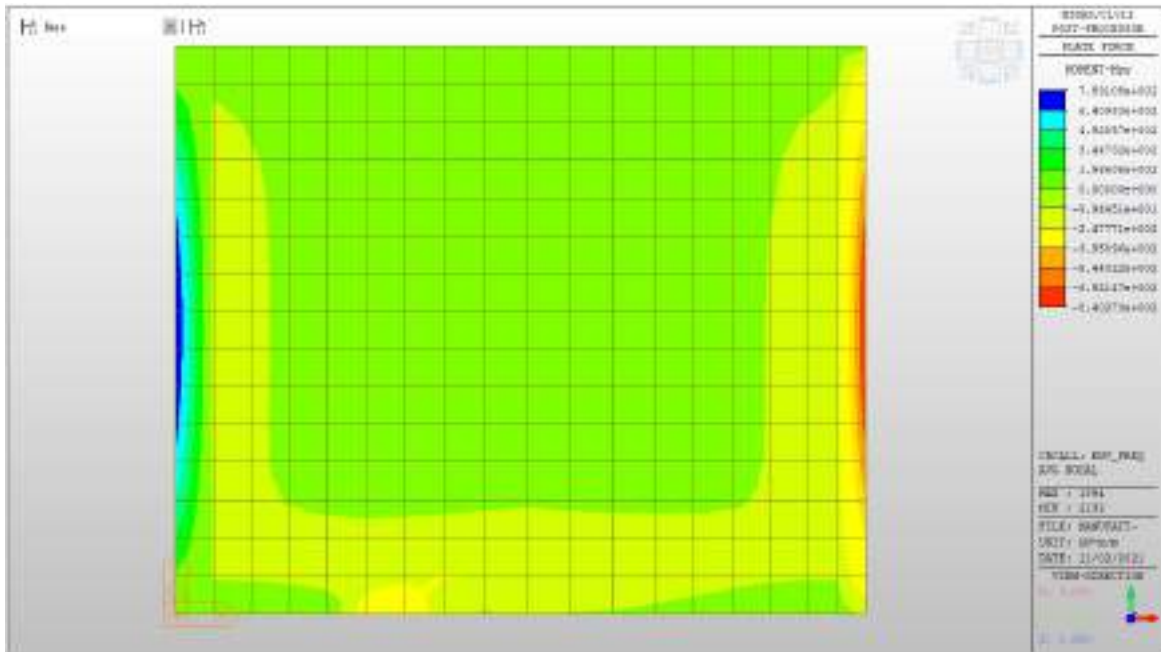
MXX min, RARA= -144 kNm/m



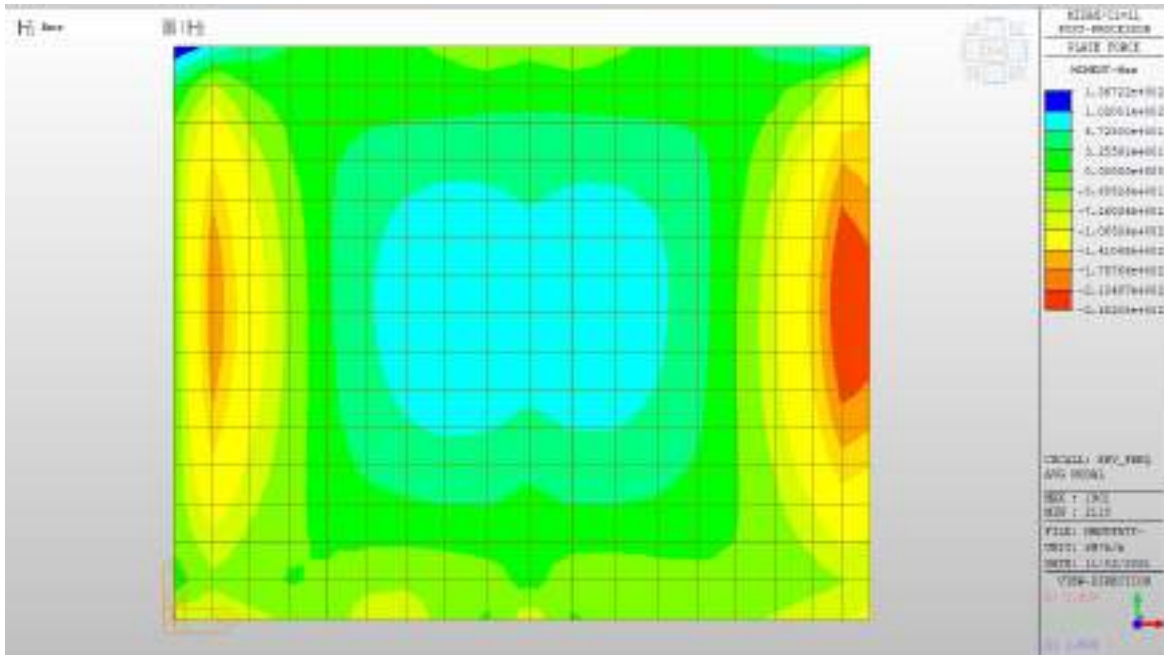
**Solaio a quota +163.64m – Mappe sollecitazioni SLE - Frequente**

MYX max, Frequente= +344 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

MYX min, Frequente= -396 kNm/m



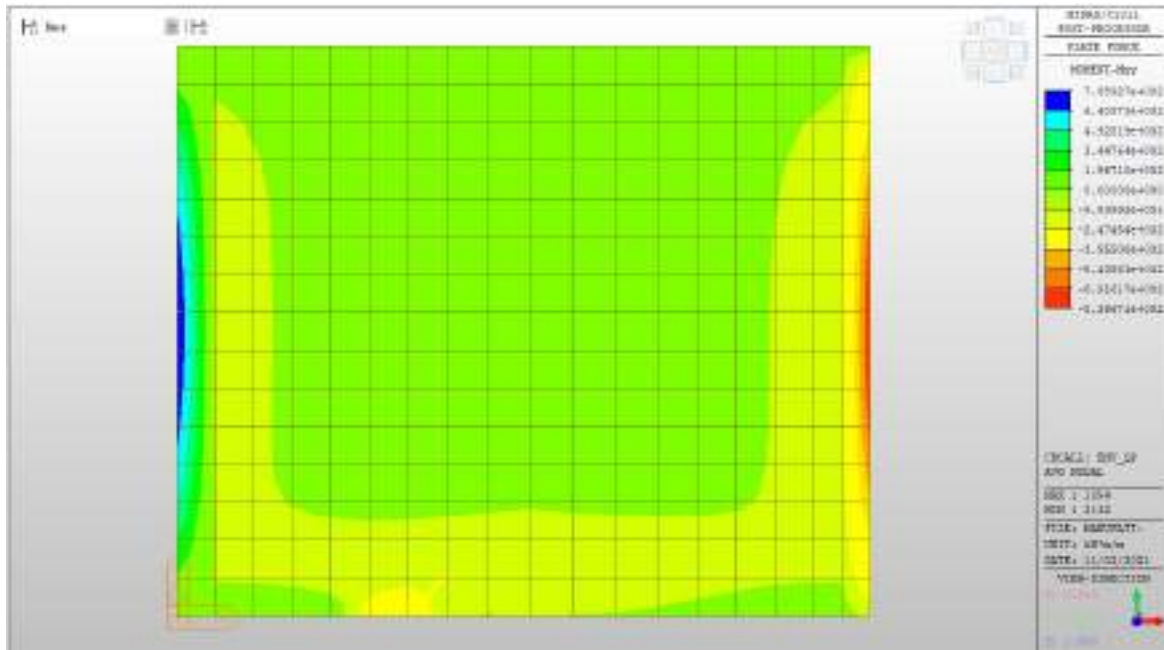
MXX max, Frequente= +34kNm/m (soll. di verifica armatura media sull'intera area)  
MXX min, Frequente= -142kNm/m



**Solaio a quota +163.64m – Mappe sollecitazioni SLE – Quasi permanente**

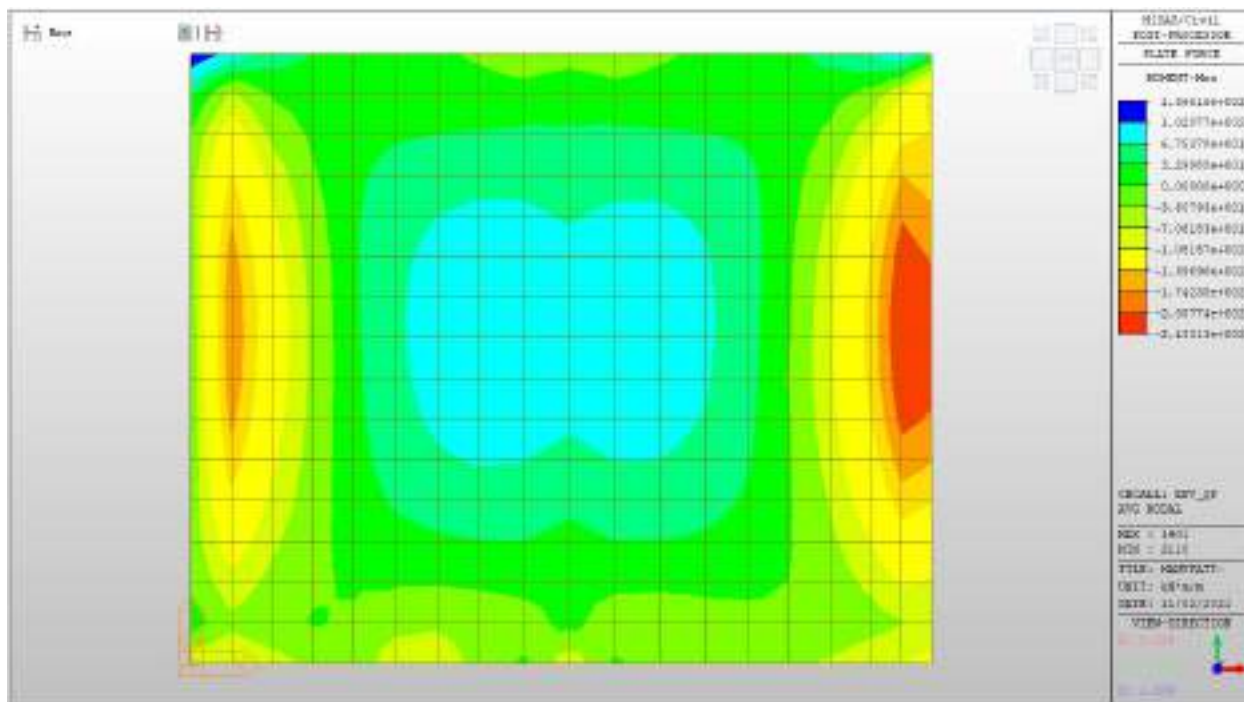
MY max, QP= +196kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

MY min, QP= - 247kNm/m



MXX max, QP= +34kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

MXX min, QP= -140kNm/m



## Verifiche

Si riportano di seguito le verifiche effettuate. La sezione risulta essere armata con  $7\phi 26$  al lembo superiore e  $7\phi 26$  al lembo inferiore in entrambe le direzioni.

Nelle zone di raffittimento la sezione risulta essere armata con  $10+10\phi 26$  al lembo superiore e  $10+10\phi 26$  al lembo inferiore in entrambe le direzioni, su due livelli.

### Verifica momento verticale MYY (armatura media sull'intera area)

#### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	60.0	cm
Barre inferiori:	$7\phi 26$	(37.2 cm <sup>2</sup> )
Barre superiori:	$7\phi 26$	(37.2 cm <sup>2</sup> )



**ACEA ENGINEERING LABORATORIES RESEARCH INNOVATION SPA**

Coprif.Inf.(dal baric. barre): 5.0 cm

Coprif.Sup.(dal baric. barre): 5.0 cm

**ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)  
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione  
Vy Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale  
MT Momento torcente [kN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0.00	678.00	0.00	0.00
2	0.00	-506.00	0.00	0.00

**COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	344.00
2	0.00	-392.00

**COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	344.00 (258.01)

**ACEA ENGINEERING LABORATORIES RESEARCH INNOVATION SPA**

2                      0.00    -396.00 (-258.01)

**COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N                      Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
Mx                      Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	196.00 (258.01)
2	0.00	-247.00 (-258.01)

**RISULTATI DEL CALCOLO**

**Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate**

Copriferro netto minimo barre longitudinali:            3.7    cm  
Interferro netto minimo barre longitudinali:            12.4    cm

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE**

Ver                      S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
N                      Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)  
Mx                      Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico  
N ult                      Sforzo normale ultimo [kN] nella sezione (positivo se di compress.)  
Mx ult                      Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico  
Mis.Sic.                      Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult, Mx ult) e (N, Mx)  
Verifica positiva se tale rapporto risulta  $\geq 1.000$   
Yneutro                      Ordinata [cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X,Y,O sez.  
Mx sn.                      Momento flettente allo snervamento [kNm]  
x/d                      Rapp. di duttilità a rottura solo se N = 0 (travi)  
C.Rid.                      Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	N ult	Mx ult	Mis.Sic.	Yn	M sn	x/d	C.Rid.	As Tesa
--------	-----	---	----	-------	--------	----------	----	------	-----	--------	---------

**ACEA ENGINEERING LABORATORIES RESEARCH INNOVATION SPA**

1	S	0.00	678.00	0.25	750.05	1.106	53.8	721.48	0.11	0.70	37.2 (9.9)
2	S	0.00	-506.00	0.25	-750.05	1.482	6.2	-721.48	0.11	0.70	37.2 (9.9)

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO**

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	-0.01098	60.0	0.00069	55.0	-0.02746	5.0
2	0.00350	-0.01098	0.0	0.00069	5.0	-0.02746	55.0

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max	Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa]
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sc min	Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa]
Yc min	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [Mpa]
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Dw Eff.	Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff.	Area di congl. [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
As eff.	Area Barre tese di acciaio [cm <sup>2</sup> ] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
D barre	Distanza media in cm tra le barre tese efficaci utilizzata nel calcolo di fessurazione (se Dbarre >14Ø viene posto Dbarre=14Ø nel calcolo di fess. [B.6.6.3 Circ. 252/96])

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	5.58	60.0	0.00	43.0	-186.8	55.0	21.5	2149	37.2	15.0
2	S	6.36	0.0	0.00	17.0	-212.9	5.0	21.5	2149	37.2	15.0

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE**

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
ScI max	Massima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [Mpa]
ScI min	Minima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [Mpa]
K3	=0,125 per flessione; = 0,25 (ScI min + ScI max)/(2 ScI min) per trazione eccentrica
Beta12	Prodotto dei Coeff. di aderenza Beta1*Beta2
Psi	= 1-Beta12*(Ssr/Ss) <sup>2</sup> = 1-Beta12*(fctm/ScI min) <sup>2</sup> = 1-Beta12*(Mfess/M) <sup>2</sup> [B.6.6 DM96]
e sm	Deformazione unitaria media tra le fessure . Tra parentesi il valore minimo = 0.4 Ss/Es
srm	Distanza media in mm tra le fessure
wk	Apertura delle fessure in mm = 1,7*Eps*Srm. Tra parentesi è indicato il valore limite.
M fess.	Momento di prima fessurazione [kNm]

N°Comb	Ver	ScI max	ScI min	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	4.13	-4.13	---	0.125	1.00	0.437	0.000409 (0.000374)	179	0.124	258.01
2	S	4.71	-4.71	---	0.125	1.00	0.567	0.000603 (0.000426)	179	0.184	-258.01

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	5.58	60.0	0.00	43.0	-186.8	55.0	21.5	2149	37.2	15.0
2	S	6.42	0.0	0.00	17.0	-215.1	5.0	21.5	2149	37.2	15.0

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE**

N°Comb	Ver	ScI max	ScI min	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
--------	-----	---------	---------	--------	----	--------	-----	------	-----	----	---------

**ACEA ENGINEERING LABORATORIES RESEARCH INNOVATION SPA**

1	S	4.13	-4.13	---	0.125	0.50	0.719	0.000671 (0.000374)	179	0.205 (0.30)	258.01
2	S	4.76	-4.76	---	0.125	0.50	0.788	0.000847 (0.000430)	179	0.258 (0.30)	-258.01

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	3.18	60.0	0.00	43.0	-106.5	55.0	21.5	2149	37.2	15.0
2	S	4.01	0.0	0.00	17.0	-134.2	5.0	21.5	2149	37.2	15.0

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE**

N°Comb	Ver	Sclmax	Sclmin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	2.35	-2.35	---	0.125	0.50	0.400	0.000213 (0.000213)	179	0.065 (0.20)	258.01
2	S	2.97	-2.97	---	0.125	0.50	0.454	0.000305 (0.000268)	179	0.093 (0.20)	-258.01

**Verifica momento verticale MYY (armatura zone di raffittimento)**

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE**

Base:	100.0	cm
Altezza:	60.0	cm
Barre inferiori:	20Ø26	(106.2 cm²)
Barre superiori:	20Ø26	(106.2 cm²)
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	10.0	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	10.0	cm

**ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
VY	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale
MT	Momento torcente [kN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0.00	1600.00	0.00	0.00
2	0.00	-1661.00	0.00	0.00
3	0.00	242.00	0.00	0.00
4	0.00	-350.00	0.00	0.00

### RISULTATI DEL CALCOLO

#### Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 8.7 cm

#### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico
N ult	Sforzo normale ultimo [kN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx ult	Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult,Mx ult) e (N,Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
Yneutro	Ordinata [cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X,Y,O sez.
Mx sn.	Momento flettente allo snervamento [kNm]
x/d	Rapp. di duttilità a rottura solo se N = 0 (travi)
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	N ult	Mx ult	Mis.Sic.	Yn	M sn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	0.00	1600.00	0.19	1751.53	1.095	46.2	1710.05	0.28	0.79	106.2 (9.0)
2	S	0.00	-1661.00	0.19	-1751.53	1.055	13.8	-1710.05	0.28	0.79	106.2 (9.0)
3	S	0.00	242.00	0.19	1751.53	7.238	46.2	1710.05	0.28	0.79	106.2 (9.0)
4	S	0.00	-350.00	0.19	-1751.53	5.004	13.8	-1710.05	0.28	0.79	106.2 (9.0)

#### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	-0.00302	60.0	0.00097	50.0	-0.00917	10.0
2	0.00350	-0.00302	0.0	0.00097	10.0	-0.00917	50.0
3	0.00350	-0.00302	60.0	0.00097	50.0	-0.00917	10.0
4	0.00350	-0.00302	0.0	0.00097	10.0	-0.00917	50.0

**Verifica momento orizzontale MXX (armatura media sull'intera area)**

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE**

Base:	100.0	cm
Altezza:	60.0	cm
Barre inferiori:	7Ø26	(37.2 cm <sup>2</sup> )
Barre superiori:	7Ø26	(37.2 cm <sup>2</sup> )
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	5.0	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	5.0	cm

**ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione

**ACEA ENGINEERING LABORATORIES RESEARCH INNOVATION SPA**

VY Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale

MT Momento torcente [kN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0.00	111.00	0.00	0.00
2	0.00	-210.00	0.00	0.00

**COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)

Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	32.00
2	0.00	-144.00

**COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)

Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	34.00 (258.01)
2	0.00	-142.00 (-258.01)

**COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)

Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione



N°Comb.	N	Mx
1	0.00	34.00 (258.01)
2	0.00	-140.00 (-258.01)

### RISULTATI DEL CALCOLO

#### Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	3.7 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	12.4 cm

#### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico
N ult	Sforzo normale ultimo [kN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx ult	Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult, Mx ult) e (N, Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta $\geq 1.000$
Yneutro	Ordinata [cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X,Y,O sez.
Mx sn.	Momento flettente allo snervamento [kNm]
x/d	Rapp. di duttilità a rottura solo se N = 0 (travi)
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	N ult	Mx ult	Mis.Sic.	Yn	M sn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	0.00	111.00	0.25	750.05	6.757	53.8	721.48	0.11	0.70	37.2 (9.9)
2	S	0.00	-210.00	0.25	-750.05	3.572	6.2	-721.48	0.11	0.70	37.2 (9.9)

#### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)

**ACEA ENGINEERING LABORATORIES RESEARCH INNOVATION SPA**

es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	-0.01098	60.0	0.00069	55.0	-0.02746	5.0
2	0.00350	-0.01098	0.0	0.00069	5.0	-0.02746	55.0

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max	Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa]
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sc min	Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa]
Yc min	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [Mpa]
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Dw Eff.	Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff.	Area di congl. [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
As eff.	Area Barre tese di acciaio [cm <sup>2</sup> ] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
D barre	Distanza media in cm tra le barre tese efficaci utilizzata nel calcolo di fessurazione (se Dbarre >14Ø viene posto Dbarre=14Ø nel calcolo di fess. [B.6.6.3 Circ. 252/96])

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	0.52	60.0	0.00	42.9	-17.4	55.0	21.5	2149	37.2	15.0
2	S	2.34	0.0	0.00	17.1	-78.2	5.0	21.5	2149	37.2	15.0

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE**

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sclmax	Massima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [Mpa]
Sclmin	Minima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [Mpa]
K3	=0,125 per flessione; = 0,25 (Sclmin + Sclmax)/(2 Sclmin) per trazione eccentrica

**ACEA ENGINEERING LABORATORIES RESEARCH INNOVATION SPA**

Beta12	Prodotto dei Coeff. di aderenza Beta1*Beta2
Psi	= 1-Beta12*(Ssr/Ss) <sup>2</sup> = 1-Beta12*(fctm/ScImin) <sup>2</sup> = 1-Beta12*(Mfess/M) <sup>2</sup> [B.6.6 DM96]
e sm	Deformazione unitaria media tra le fessure . Tra parentesi il valore minimo = 0.4 Ss/Es
srm	Distanza media in mm tra le fessure
wk	Apertura delle fessure in mm = 1,7*Eps*Srm. Tra parentesi è indicato il valore limite.
M fess.	Momento di prima fessurazione [kNm]

N°Comb	Ver	ScI max	ScI min	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	0.38	-0.38	---	0.125	1.00	0.400	0.000035 (0.000035)	179	0.011	258.01
2	S	1.73	-1.73	---	0.125	1.00	0.400	0.000156 (0.000156)	179	0.048	-258.01

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	0.55	60.0	0.00	42.9	-18.5	55.0	21.5	2149	37.2	15.0
2	S	2.31	0.0	0.00	17.1	-77.1	5.0	21.5	2149	37.2	15.0

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE**

N°Comb	Ver	ScI max	ScI min	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	0.41	-0.41	---	0.125	0.50	0.400	0.000037 (0.000037)	179	0.011 (0.30)	258.01
2	S	1.71	-1.71	---	0.125	0.50	0.400	0.000154 (0.000154)	179	0.047 (0.30)	-258.01

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	0.55	60.0	0.00	42.9	-18.5	55.0	21.5	2149	37.2	15.0
2	S	2.28	0.0	0.00	17.1	-76.0	5.0	21.5	2149	37.2	15.0

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE**

N°Comb	Ver	Sclmax	Sclmin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	0.41	-0.41	---	0.125	0.50	0.400	0.000037 (0.000037)	179	0.011 (0.20)	258.01
2	S	1.68	-1.68	---	0.125	0.50	0.400	0.000152 (0.000152)	179	0.046 (0.20)	-258.01

**Verifica momento orizzontale MXX (armatura zone di raffittimento)**

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE**

Base:	100.0	cm
Altezza:	60.0	cm
Barre inferiori:	20Ø26	(106.2 cm <sup>2</sup> )
Barre superiori:	20Ø26	(106.2 cm <sup>2</sup> )
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	10.0	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	10.0	cm

**ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
VY	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale
MT	Momento torcente [kN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0.00	1600.00	0.00	0.00
2	0.00	-1661.00	0.00	0.00
3	0.00	242.00	0.00	0.00
4	0.00	-350.00	0.00	0.00

**RISULTATI DEL CALCOLO**

**Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate**

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 8.7 cm

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE**

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico
N ult	Sforzo normale ultimo [kN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx ult	Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult,Mx ult) e (N,Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta $\geq 1.000$
Yneutro	Ordinata [cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X,Y,O sez.
Mx sn.	Momento flettente allo snervamento [kNm]
x/d	Rapp. di duttilità a rottura solo se N = 0 (travi)
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	N ult	Mx ult	Mis.Sic.	Yn	M sn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	0.00	1600.00	0.19	1751.53	1.095	46.2	1710.05	0.28	0.79	106.2 (9.0)
2	S	0.00	-1661.00	0.19	-1751.53	1.055	13.8	-1710.05	0.28	0.79	106.2 (9.0)
3	S	0.00	242.00	0.19	1751.53	7.238	46.2	1710.05	0.28	0.79	106.2 (9.0)
4	S	0.00	-350.00	0.19	-1751.53	5.004	13.8	-1710.05	0.28	0.79	106.2 (9.0)

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO**

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	-0.00302	60.0	0.00097	50.0	-0.00917	10.0
2	0.00350	-0.00302	0.0	0.00097	10.0	-0.00917	50.0

ACEA ENGINEERING LABORATORIES RESEARCH INNOVATION SPA

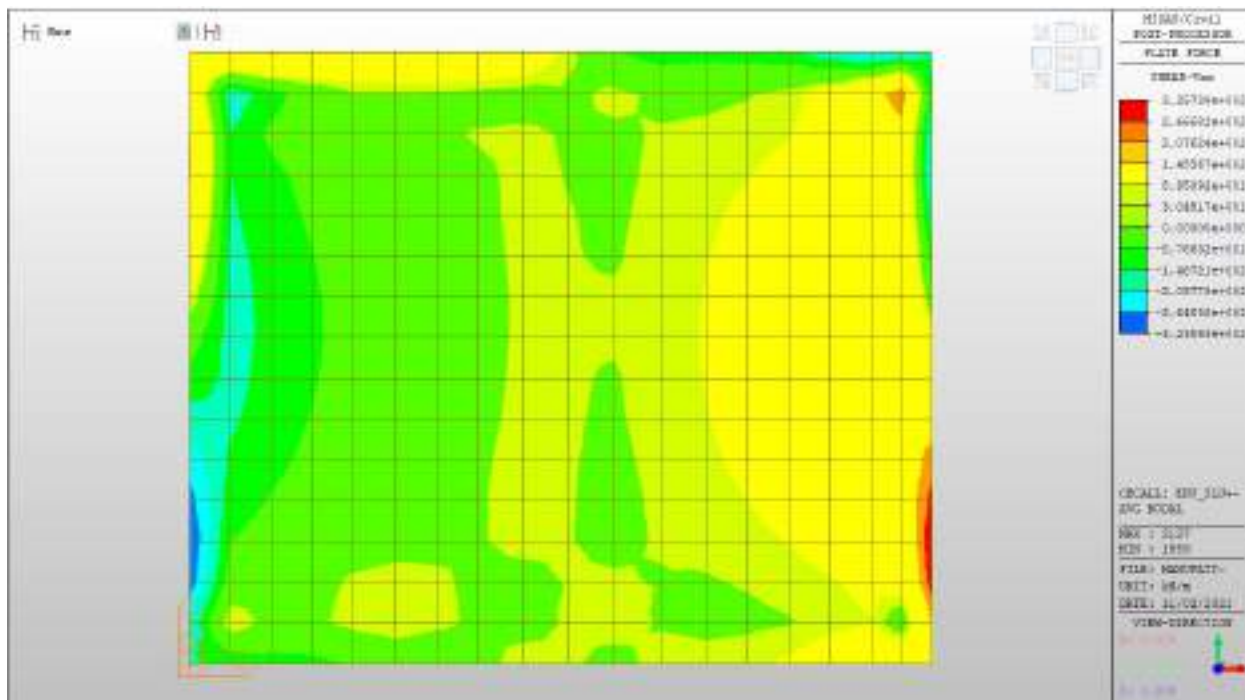
3	0.00350	-0.00302	60.0	0.00097	50.0	-0.00917	10.0
4	0.00350	-0.00302	0.0	0.00097	10.0	-0.00917	50.0

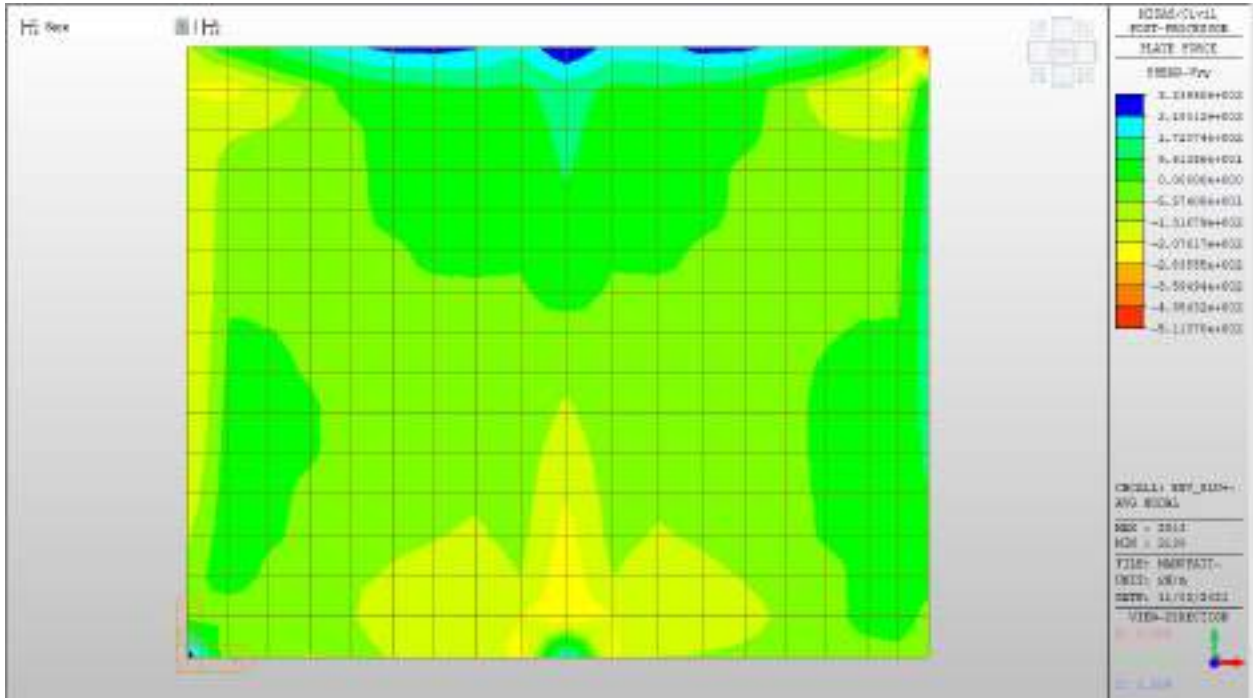
Nei confronti delle azioni di taglio si dispongono spilli  $\phi 10/200 \times 200$ , nelle zone in corrispondenza dei setti che risultano maggiormente sollecitate.

Di seguito la verifica per la sollecitazione massima di taglio:

Taglio massimo

V MAX, SLV-SLU= 512kN/m





**Verifica a taglio (SLU)**

$V_{ed} =$	<b>512</b>	kN	Taglio agente verticale
$H =$	<b>600</b>	mm	altezza sezione di calcolo
$B_c =$	1000	mm	larghezza sezione di calcolo
CLS =	C32/40	-	classe del calcestruzzo
$f_{ck} =$	30.7	N/mm <sup>2</sup>	resistenza caratteristica a compressione
$f_{cd} =$	17.4	N/mm <sup>2</sup>	resistenza di progetto a compressione
$c =$	50	mm	copriferro
$b_{st} =$	<b>5</b>	-	braccia delle staffe
$\Phi_{st} =$	<b>10</b>	mm	diametro staffe
$s =$	<b>200</b>	mm	passo staffe
$A_{st} =$	393	mm <sup>2</sup>	area staffe
$d =$	550	mm	altezza utile sezione
$\rho_l =$	0.00000	-	rapporto geometrico armatura longitudinale

**verifica sezione con armatura:**

$\alpha =$	90	°	angolo di inclinazione delle staffe
$\theta =$	22	°	inclinazione delle bielle compresse di cls
$f'_{cd} =$	8.7	N/mm <sup>2</sup>	resistenza a compressione ridotta del cls d'anima
$\alpha_c =$	1.000	-	coefficiente maggiorativo per compressione
$f_{yd} =$	391.3	N/mm <sup>2</sup>	resistenza a snervamento dell'acciaio
$V_{Rsd} =$	<b>941.3</b>	<b>kN</b>	<b>taglio resistente relativo alle armature tese</b>
$V_{Rcd} =$	<b>1496.0</b>	<b>kN</b>	<b>taglio resistente relativo alle bielle compresse</b>
$V_{Rd} =$	<b>941.3</b>	<b>kN</b>	<b>ok!</b>

**C.S. ( $V_{Rd}/V_{ed,v}$ ) = 1.84**



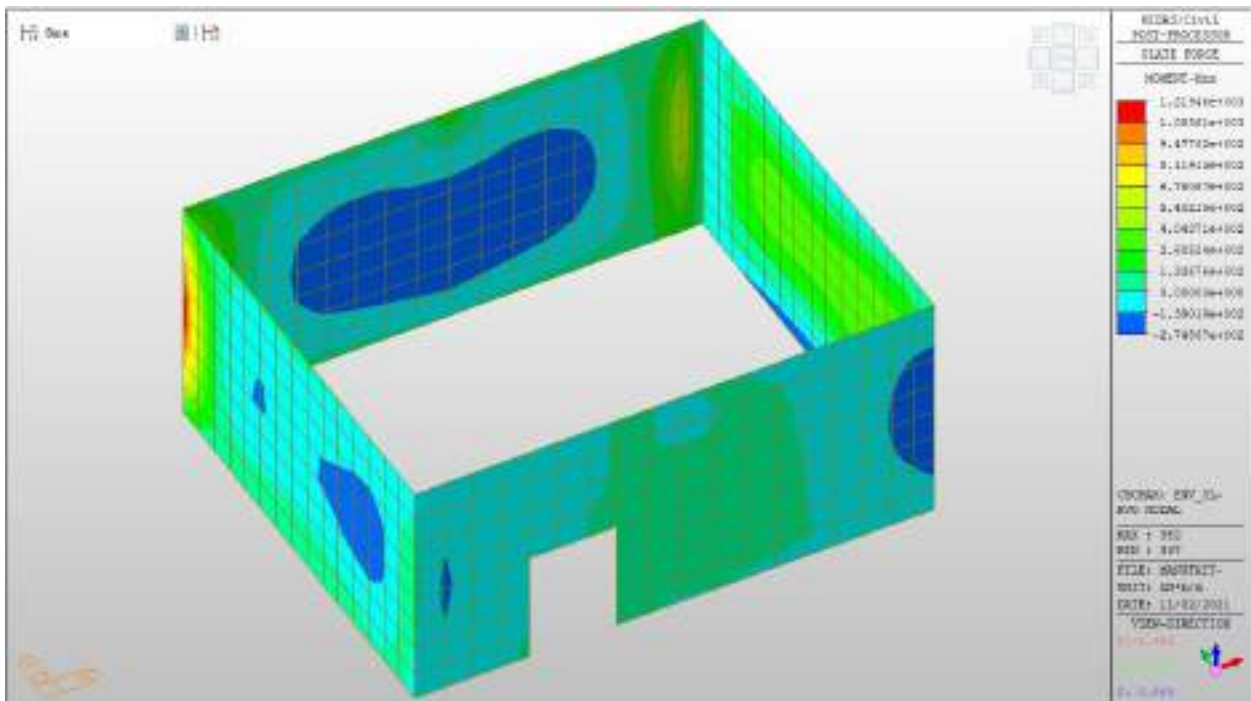
## Setti perimetrali livello -2

### Setti perimetrali livello -2 – Mappe sollecitazioni SLU - SLV

Si riportano di seguito gli involuipi delle mappe delle sollecitazioni per le combinazioni allo stato limite ultimo (sismiche e statiche) e di esercizio per i setti perimetrali posti al piano interrato.

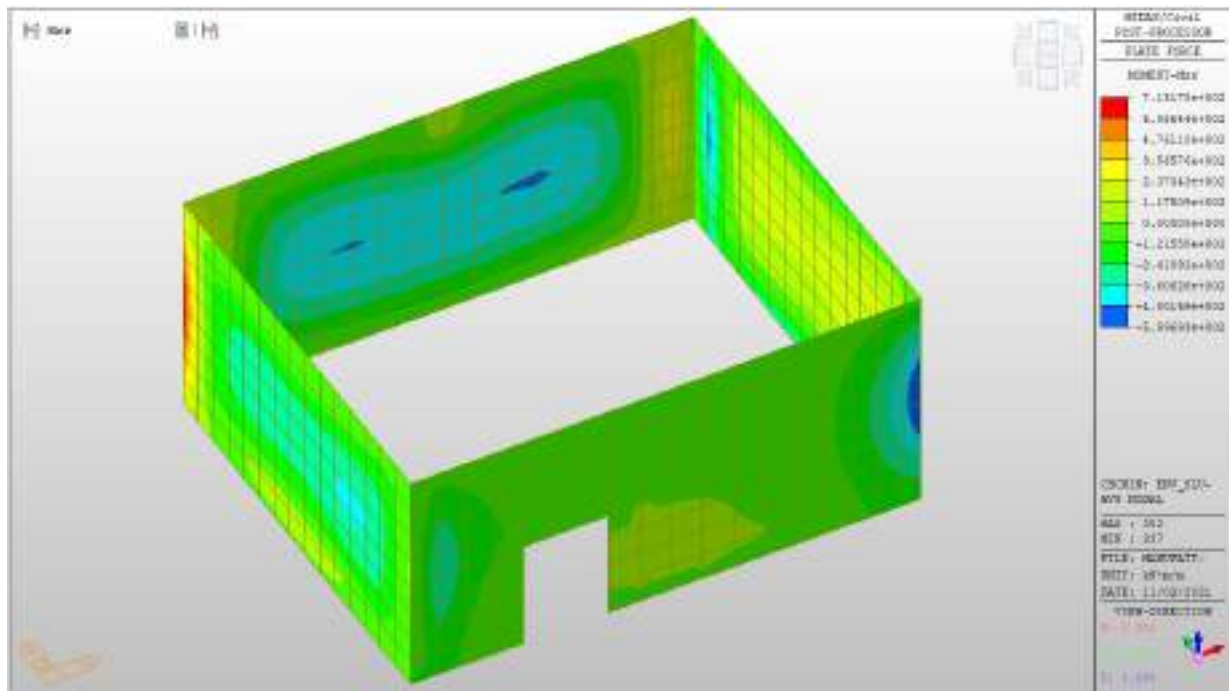
MXX max, SLV-SLU= +812 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

MXX max, SLV-SLU= +1220kNm/m (soll. di verifica armatura zone di raffittimento)



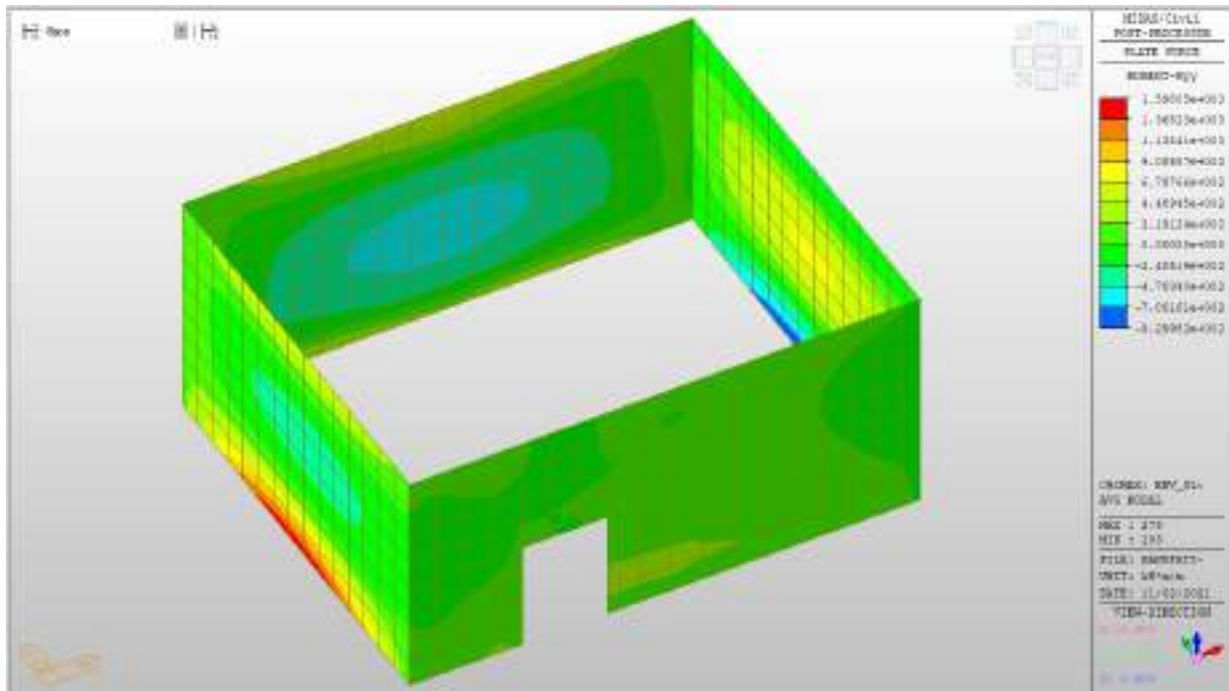
MXX min, SLV-SLU= -242 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

MXX min, SLV-SLU= -600 kNm/m (soll. di verifica armatura zone di raffittimento)



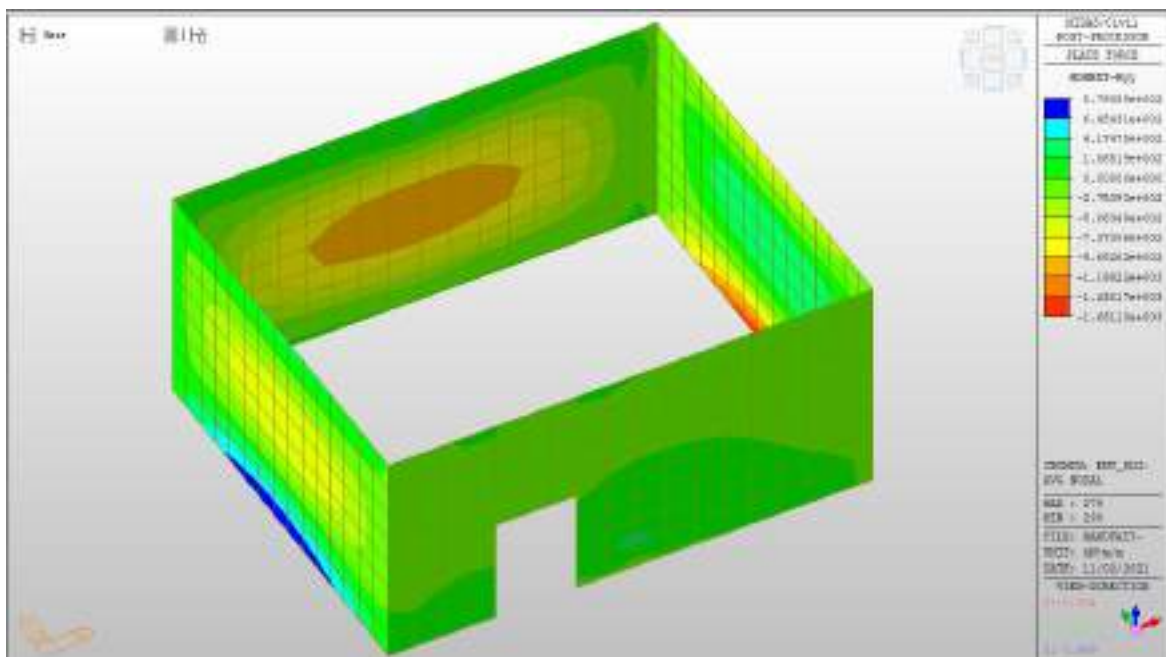
MY max, SLV-SLU = +910 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull'intera area)

MY max, SLV-SLU = +1600 kNm/m (soll. di verifica armatura zone di raffittimento)



MYI min, SLV-SLU = -968 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull'intera area)

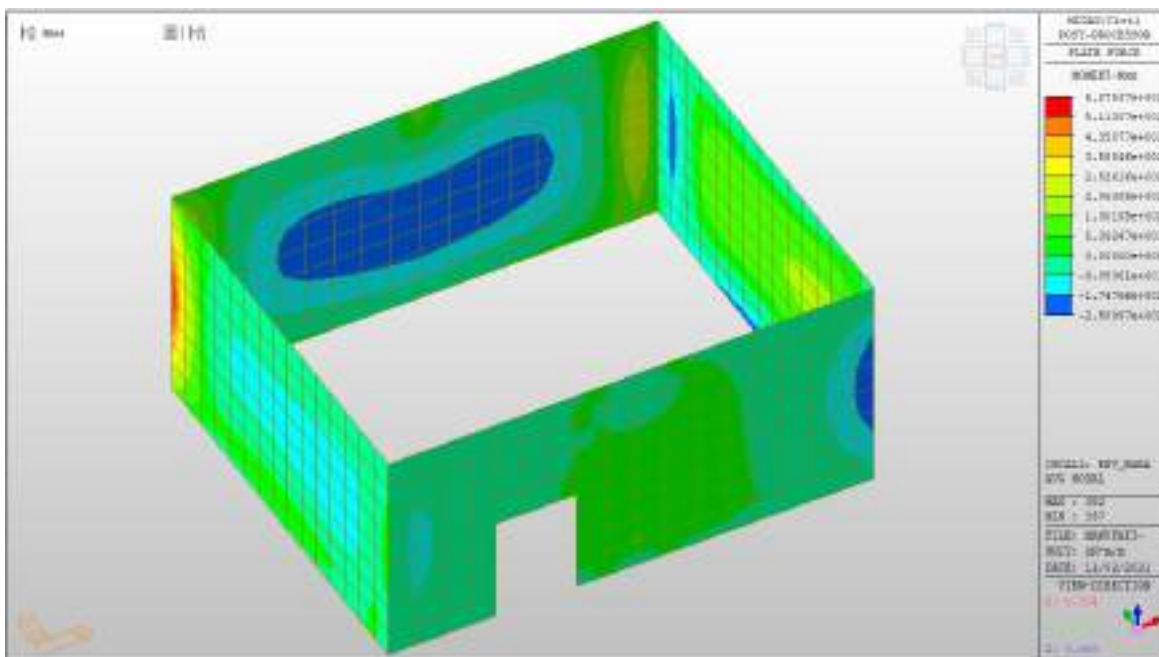
MYI min, SLV-SLU = -1662 kNm/m (soll. di verifica armatura zone di raffittimento)



**Setti perimetrali livello -2 – Mappe sollecitazioni SLE -RARA**

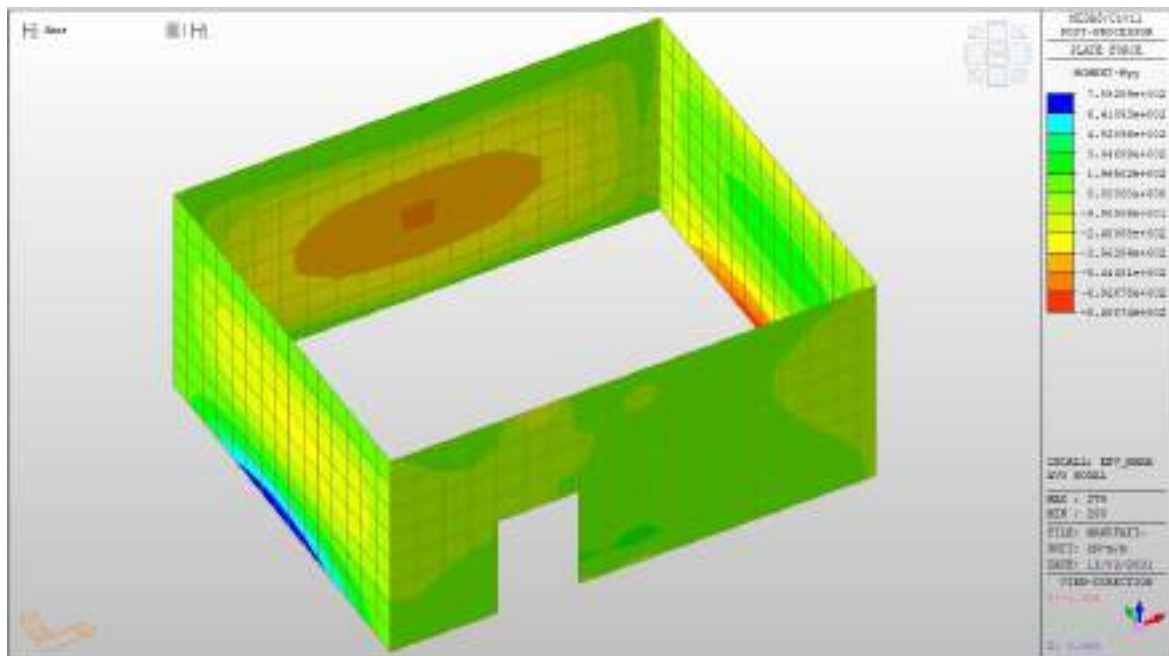
MXX max, RARA= +360 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

MXX min, RARA= -100 kNm/m



MYX max, RARA= +346 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

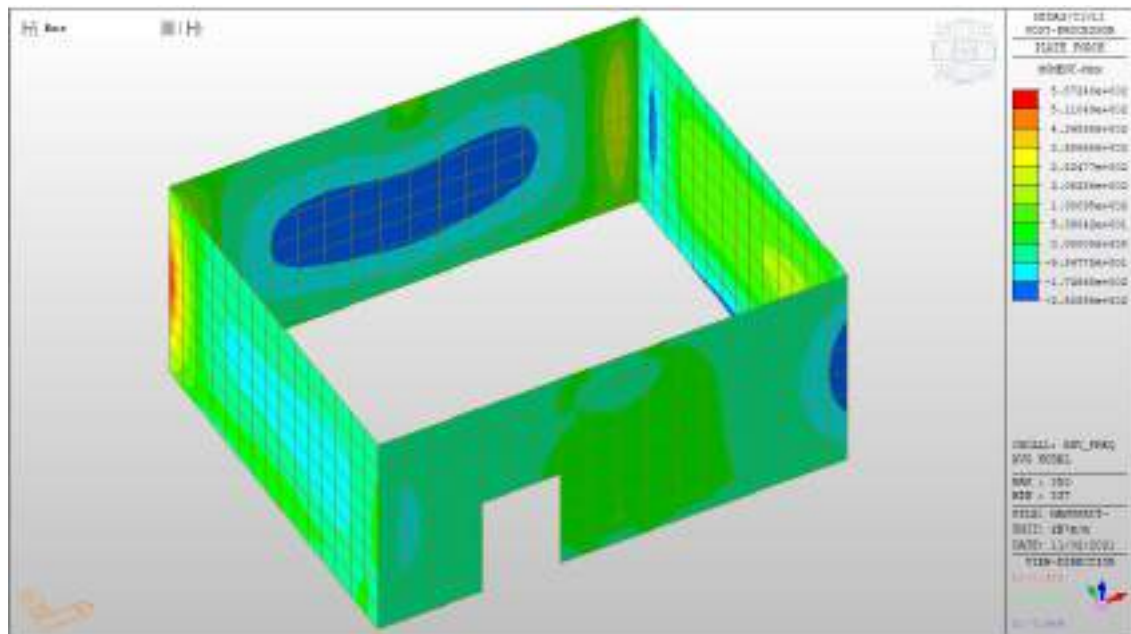
MYX min, RARA= -396 kNm/m



**Setti perimetrali livello -2 – Mappe sollecitazioni SLE - FREQUENTE**

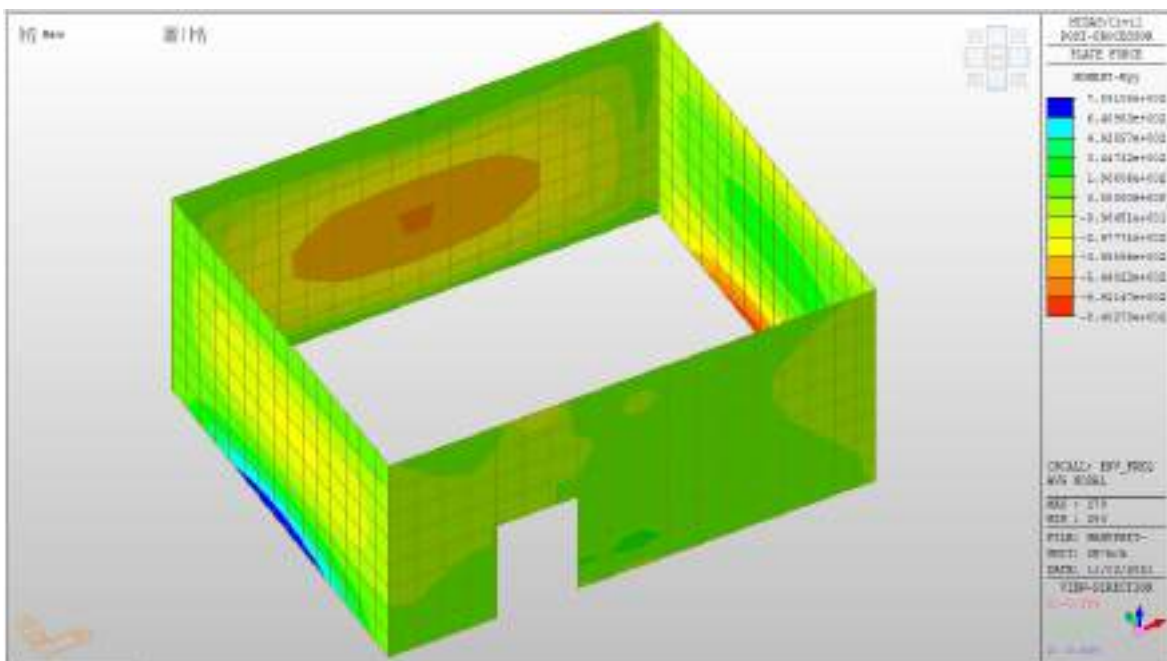
MXX max, Frequente= +360kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

MXX min, Frequente= - 176 kNm/m



MYX max, Frequente= +346 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

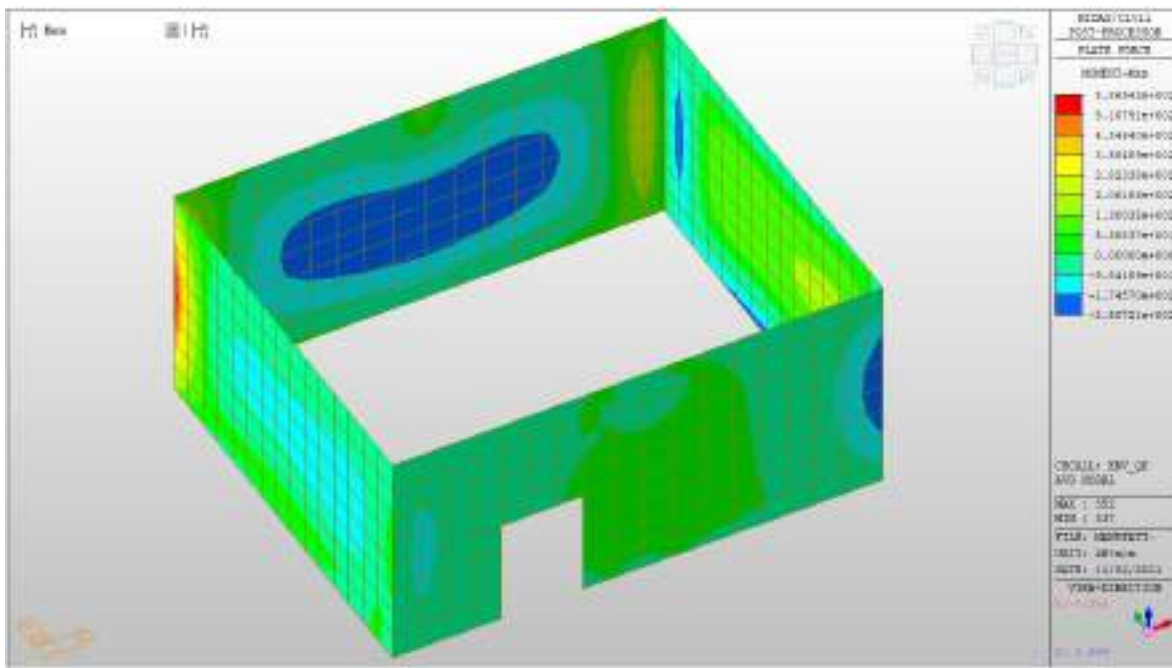
MYX min, Frequente= -396 kNm/m



**Setti perimetrali livello -2 – Mappe sollecitazioni SLE – Quasi permanente**

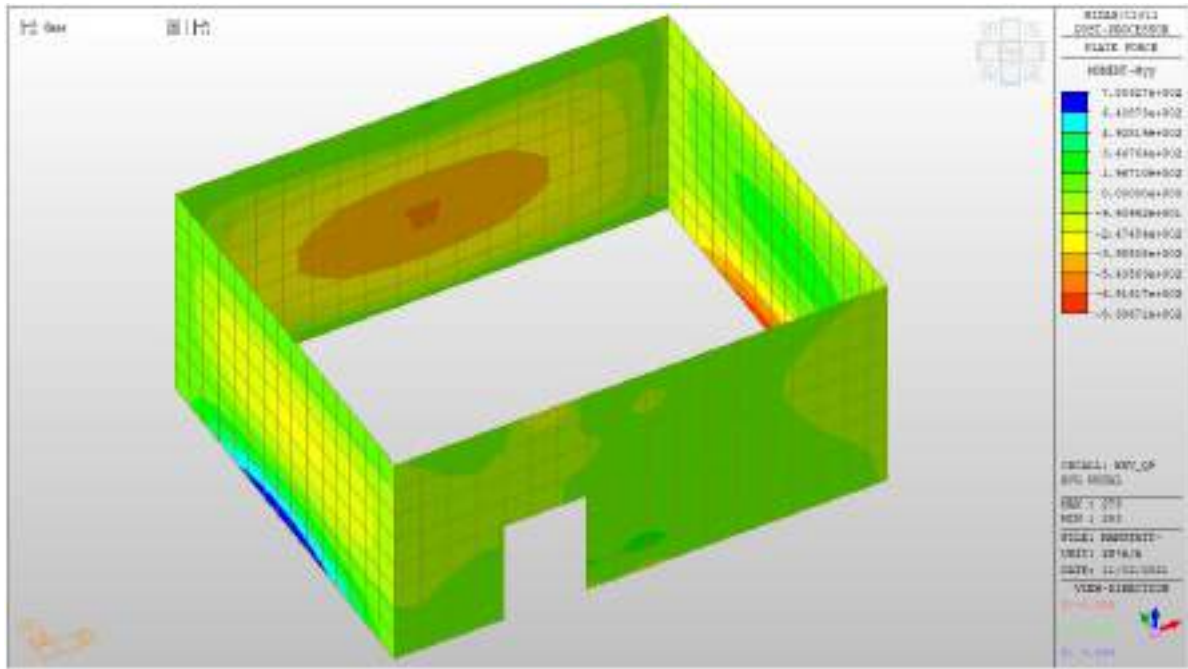
MXX max, QP= +360kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

MXX min, QP= -176kNm/m



MYY max, QP= +346kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

MYY min, QP= - 396kNm/m



**Verifiche**

Si riportano di seguito le verifiche effettuate. La sezione risulta essere armata con 7 $\phi$ 24 al lembo superiore e 7 $\phi$ 24 al lembo inferiore in entrambe le direzioni.

Nelle zone di raffittimento la sezione risulta essere armata con 7+7 $\phi$ 24 al lembo superiore e 7+7 $\phi$ 24 al lembo inferiore in entrambe le direzioni, su due livelli.

Verifica momento orizzontale MXX (armatura media sull’intera area)

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE**

Base:	100.0	cm
Altezza:	100.0	cm
Barre inferiori:	7 $\phi$ 24	(31.7 cm <sup>2</sup> )
Barre superiori:	7 $\phi$ 24	(31.7 cm <sup>2</sup> )



**ACEA ENGINEERING LABORATORIES RESEARCH INNOVATION SPA**

Coprif.Inf.(dal baric. barre): 5.0 cm

Coprif.Sup.(dal baric. barre): 5.0 cm

**ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)  
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione  
Vy Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale  
MT Momento torcente [kN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0.00	812.00	0.00	0.00
2	0.00	-242.00	0.00	0.00

**COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	360.00
2	0.00	-100.00

**COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	360.00 (635.94)

2                      0.00    -176.00 (-635.94)

**COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)	
Mx	Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione	
N°Comb.	N	Mx
1	0.00	360.00 (635.94)
2	0.00	-176.00 (-635.94)

**RISULTATI DEL CALCOLO**

**Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate**

Copriferro netto minimo barre longitudinali:      3.8    cm  
Interferro netto minimo barre longitudinali:      12.6    cm

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE**

Ver                      S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
N                          Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)  
Mx                        Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico  
N ult                     Sforzo normale ultimo [kN] nella sezione (positivo se di compress.)  
Mx ult                    Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico  
Mis.Sic.                Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult, Mx ult) e (N, Mx)  
Verifica positiva se tale rapporto risulta  $\geq 1.000$   
Yneutro                 Ordinata [cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X,Y,O sez.  
Mx sn.                   Momento flettente allo snervamento [kNm]  
x/d                       Rapp. di duttilità a rottura solo se N = 0 (travi)  
C.Rid.                    Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	N ult	Mx ult	Mis.Sic.	Yn	M sn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	0.00	812.00	0.27	1138.19	1.402	94.1	1094.71	0.06	0.70	31.7 (17.0)
2	S	0.00	-242.00	0.27	-1138.19	4.703	5.9	-1094.71	0.06	0.70	31.7 (17.0)

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO**

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	-0.02190	100.0	0.00054	95.0	-0.05281	5.0
2	0.00350	-0.02190	0.0	0.00054	5.0	-0.05281	95.0

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max	Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa]
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sc min	Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa]
Yc min	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [Mpa]
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Dw Eff.	Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff.	Area di congl. [cm²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
As eff.	Area Barre tese di acciaio [cm²] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
D barre	Distanza media in cm tra le barre tese efficaci utilizzata nel calcolo di fessurazione (se Dbarre >14Ø viene posto Dbarre=14Ø nel calcolo di fess. [B.6.6.3 Circ. 252/96])

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	2.71	100.0	0.00	77.2	-129.1	95.0	21.8	2180	31.7	15.0
2	S	0.75	0.0	0.00	22.8	-35.9	5.0	21.8	2180	31.7	15.0

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE**

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sclmax	Massima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [Mpa]
Sclmin	Minima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [Mpa]
Sc Eff	Tensione al limite dello spessore teso efficace nello STATO I [Mpa]
K3	Coeff. di normativa = 0,25 (Sclmin + ScEff)/(2 Sclmin)
Beta12	Prodotto dei Coeff. di aderenza Beta1*Beta2
Psi	= 1-Beta12*(Ssr/Ss) <sup>2</sup> = 1-Beta12*(fctm/Sclmin) <sup>2</sup> = 1-Beta12*(Mfess/M) <sup>2</sup> [B.6.6 DM96]
e sm	Deformazione unitaria media tra le fessure . Tra parentesi il valore minimo = 0.4 Ss/Es
srm	Distanza media in mm tra le fessure
wk	Apertura delle fessure in mm = 1,7*Eps*Srm. Tra parentesi è indicato il valore limite.
M fess.	Momento di prima fessurazione [kNm]

N°Comb	Ver	Sclmax	Sclmin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	1.75	-1.75	-9.9	0.196	1.00	0.400	0.000258 (0.000258)	235	0.103	635.94
2	S	0.49	-0.49	-2.7	0.196	1.00	0.400	0.000072 (0.000072)	235	0.029	-635.94

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	2.71	100.0	0.00	77.2	-129.1	95.0	21.8	2180	31.7	15.0
2	S	1.33	0.0	0.00	22.8	-63.1	5.0	21.8	2180	31.7	15.0

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE**

N°Comb	Ver	Sclmax	Sclmin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	1.75	-1.75	-9.9	0.196	0.50	0.400	0.000258 (0.000258)	235	0.103 (0.30)	635.94
2	S	0.86	-0.86	-4.8	0.196	0.50	0.400	0.000126 (0.000126)	235	0.050 (0.30)	-635.94

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	2.71	100.0	0.00	77.2	-129.1	95.0	21.8	2180	31.7	15.0
2	S	1.33	0.0	0.00	22.8	-63.1	5.0	21.8	2180	31.7	15.0

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE**

N°Comb	Ver	Sclmax	Sclmin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	1.75	-1.75	-9.9	0.196	0.50	0.400	0.000258 (0.000258)	235	0.103 (0.20)	635.94
2	S	0.86	-0.86	-4.8	0.196	0.50	0.400	0.000126 (0.000126)	235	0.050 (0.20)	-635.94

**Verifica momento orizzontale MXX (armatura zone di raffittimento)**

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE**

Base:	100.0	cm
Altezza:	100.0	cm
Barre inferiori:	14Ø24	(63.3 cm <sup>2</sup> )
Barre superiori:	14Ø24	(63.3 cm <sup>2</sup> )
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	10.0	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	10.0	cm

**ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
VY	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale
MT	Momento torcente [kN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0.00	1220.00	0.00	0.00
2	0.00	-600.00	0.00	0.00
3	0.00	1600.00	0.00	0.00
4	0.00	-1662.00	0.00	0.00

**RISULTATI DEL CALCOLO**

**Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate**

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	8.8 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	3.8 cm

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE**

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico
N ult	Sforzo normale ultimo [kN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx ult	Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult, Mx ult) e (N, Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta $\geq 1.000$
Yneutro	Ordinata [cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X,Y,O sez.
Mx sn.	Momento flettente allo snervamento [kNm]
x/d	Rapp. di duttilità a rottura solo se N = 0 (travi)
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	N ult	Mx ult	Mis.Sic.	Yn	M sn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	0.00	1220.00	0.00	2074.10	1.700	88.2	1994.87	0.13	0.70	63.3 (16.1)
2	S	0.00	-600.00	0.00	-2074.10	3.457	11.8	-1994.87	0.13	0.70	63.3 (16.1)
3	S	0.00	1600.00	0.00	2074.10	1.296	88.2	1994.87	0.13	0.70	63.3 (16.1)
4	S	0.00	-1662.00	0.00	-2074.10	1.248	11.8	-1994.87	0.13	0.70	63.3 (16.1)

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO**

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)

**ACEA ENGINEERING LABORATORIES RESEARCH INNOVATION SPA**

Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	-0.00920	100.0	0.00054	90.0	-0.02317	10.0
2	0.00350	-0.00920	0.0	0.00054	10.0	-0.02317	90.0
3	0.00350	-0.00920	100.0	0.00054	90.0	-0.02317	10.0
4	0.00350	-0.00920	0.0	0.00054	10.0	-0.02317	90.0

**Verifica momento verticale MYY (armatura media sull'intera area)**

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE**

Base:	100.0	cm
Altezza:	100.0	cm
Barre inferiori:	7Ø24	(31.7 cm²)
Barre superiori:	7Ø24	(31.7 cm²)
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	5.0	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	5.0	cm

**ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
VY	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale
MT	Momento torcente [kN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0.00	910.00	0.00	0.00
2	0.00	-968.00	0.00	0.00

**COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
 Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)  
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	346.00
2	0.00	-396.00

**COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
 Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)  
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	346.00 (635.94)
2	0.00	-396.00 (-635.94)

**COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
 Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)  
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	346.00 (635.94)
2	0.00	-396.00 (-635.94)

**RISULTATI DEL CALCOLO**

---



**Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate**

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	3.8 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	12.6 cm

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE**

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico
N ult	Sforzo normale ultimo [kN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx ult	Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult, Mx ult) e (N, Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta $\geq 1.000$
Yneutro	Ordinata [cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X, Y, O sez.
Mx sn.	Momento flettente allo snervamento [kNm]
x/d	Rapp. di duttilità a rottura solo se N = 0 (travi)
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	N ult	Mx ult	Mis.Sic.	Yn	M sn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	0.00	910.00	0.27	1138.19	1.251	94.1	1094.71	0.06	0.70	31.7 (17.0)
2	S	0.00	-968.00	0.27	-1138.19	1.176	5.9	-1094.71	0.06	0.70	31.7 (17.0)

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO**

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X, Y, O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X, Y, O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X, Y, O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

**ACEA ENGINEERING LABORATORIES RESEARCH INNOVATION SPA**

1	0.00350	-0.02190	100.0	0.00054	95.0	-0.05281	5.0
2	0.00350	-0.02190	0.0	0.00054	5.0	-0.05281	95.0

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max	Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa]
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sc min	Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa]
Yc min	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [Mpa]
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Dw Eff.	Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff.	Area di congl. [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
As eff.	Area Barre tese di acciaio [cm <sup>2</sup> ] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
D barre	Distanza media in cm tra le barre tese efficaci utilizzata nel calcolo di fessurazione (se Dbarre >14Ø viene posto Dbarre=14Ø nel calcolo di fess. [B.6.6.3 Circ. 252/96])

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	2.61	100.0	0.00	77.2	-124.1	95.0	21.8	2180	31.7	15.0
2	S	2.98	0.0	0.00	22.8	-142.0	5.0	21.8	2180	31.7	15.0

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE**

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sclmax	Massima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [Mpa]
Sclmin	Minima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [Mpa]
Sc Eff	Tensione al limite dello spessore teso efficace nello STATO I [Mpa]
K3	Coeff. di normativa = 0,25 (Sclmin + ScEff)/(2 Sclmin)
Beta12	Prodotto dei Coeff. di aderenza Beta1*Beta2
Psi	= 1-Beta12*(Ssr/Ss) <sup>2</sup> = 1-Beta12*(fctm/Sclmin) <sup>2</sup> = 1-Beta12*(Mfess/M) <sup>2</sup> [B.6.6 DM96]
e sm	Deformazione unitaria media tra le fessure . Tra parentesi il valore minimo = 0.4 Ss/Es
srm	Distanza media in mm tra le fessure
wk	Apertura delle fessure in mm = 1,7*Eps*Srm. Tra parentesi è indicato il valore limite.
M fess.	Momento di prima fessurazione [kNm]

**ACEA ENGINEERING LABORATORIES RESEARCH INNOVATION SPA**

N°Comb	Ver	ScImax	ScImin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	1.69	-1.69	-9.5	0.196	1.00	0.400	0.000248 (0.000248)	235	0.099	635.94
2	S	1.93	-1.93	-10.9	0.196	1.00	0.400	0.000284 (0.000284)	235	0.114	-635.94

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	2.61	100.0	0.00	77.2	-124.1	95.0	21.8	2180	31.7	15.0
2	S	2.98	0.0	0.00	22.8	-142.0	5.0	21.8	2180	31.7	15.0

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE**

N°Comb	Ver	ScImax	ScImin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	1.69	-1.69	-9.5	0.196	0.50	0.400	0.000248 (0.000248)	235	0.099 (0.30)	635.94
2	S	1.93	-1.93	-10.9	0.196	0.50	0.400	0.000284 (0.000284)	235	0.114 (0.30)	-635.94

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	2.61	100.0	0.00	77.2	-124.1	95.0	21.8	2180	31.7	15.0
2	S	2.98	0.0	0.00	22.8	-142.0	5.0	21.8	2180	31.7	15.0

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE**

N°Comb	Ver	ScImax	ScImin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	1.69	-1.69	-9.5	0.196	0.50	0.400	0.000248 (0.000248)	235	0.099 (0.20)	635.94
2	S	1.93	-1.93	-10.9	0.196	0.50	0.400	0.000284 (0.000284)	235	0.114 (0.20)	-635.94

Verifica momento verticale MYY (armatura zone di raffittimento)

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE**

Base:	100.0	cm
Altezza:	100.0	cm
Barre inferiori:	14Ø24	(63.3 cm <sup>2</sup> )
Barre superiori:	14Ø24	(63.3 cm <sup>2</sup> )
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	10.0	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	10.0	cm

**ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
VY	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale
MT	Momento torcente [kN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0.00	1220.00	0.00	0.00
2	0.00	-600.00	0.00	0.00
3	0.00	1600.00	0.00	0.00
4	0.00	-1662.00	0.00	0.00

**RISULTATI DEL CALCOLO**

**Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate**

Copri ferro netto minimo barre longitudinali:	8.8	cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	3.8	cm

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE**

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico
N ult	Sforzo normale ultimo [kN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx ult	Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult,Mx ult) e (N,Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta $\geq 1.000$
Yneutro	Ordinata [cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X,Y,O sez.
Mx sn.	Momento flettente allo snervamento [kNm]
x/d	Rapp. di duttilità a rottura solo se N = 0 (travi)
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	N ult	Mx ult	Mis.Sic.	Yn	M sn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	0.00	1220.00	0.00	2074.10	1.700	88.2	1994.87	0.13	0.70	63.3 (16.1)
2	S	0.00	-600.00	0.00	-2074.10	3.457	11.8	-1994.87	0.13	0.70	63.3 (16.1)
3	S	0.00	1600.00	0.00	2074.10	1.296	88.2	1994.87	0.13	0.70	63.3 (16.1)
4	S	0.00	-1662.00	0.00	-2074.10	1.248	11.8	-1994.87	0.13	0.70	63.3 (16.1)

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO**

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

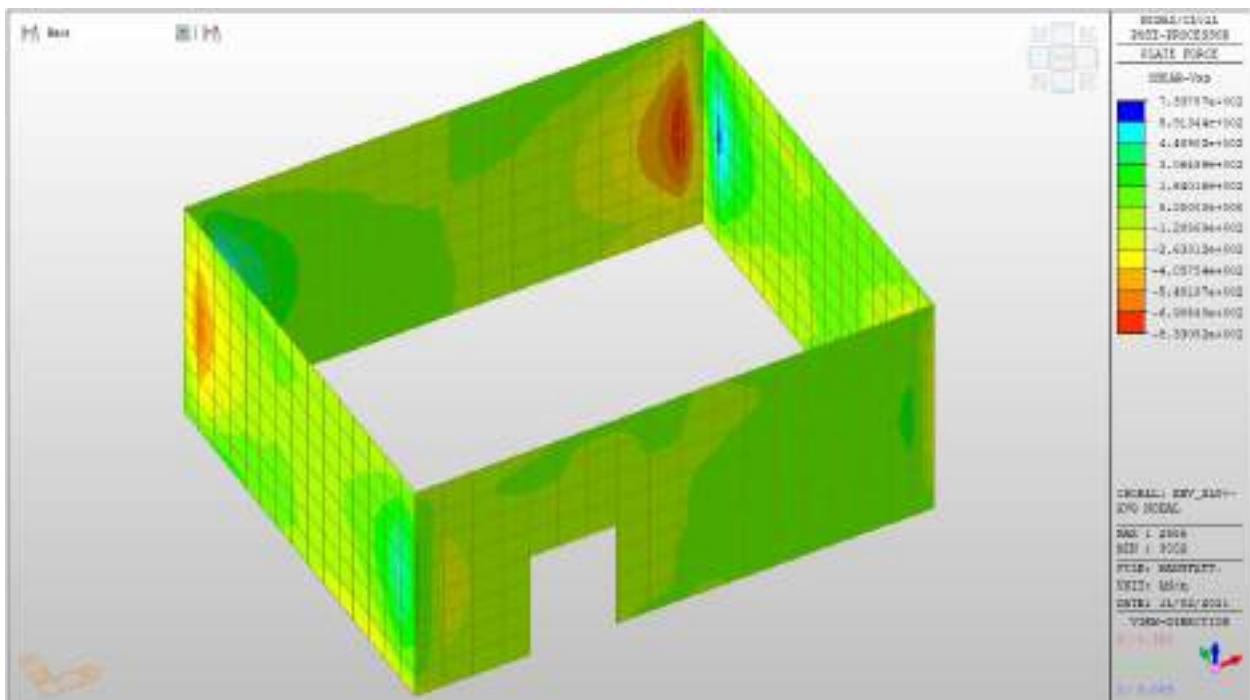
N°Comb	ec max	ec 3/7	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	-0.00920	100.0	0.00054	90.0	-0.02317	10.0
2	0.00350	-0.00920	0.0	0.00054	10.0	-0.02317	90.0
3	0.00350	-0.00920	100.0	0.00054	90.0	-0.02317	10.0
4	0.00350	-0.00920	0.0	0.00054	10.0	-0.02317	90.0

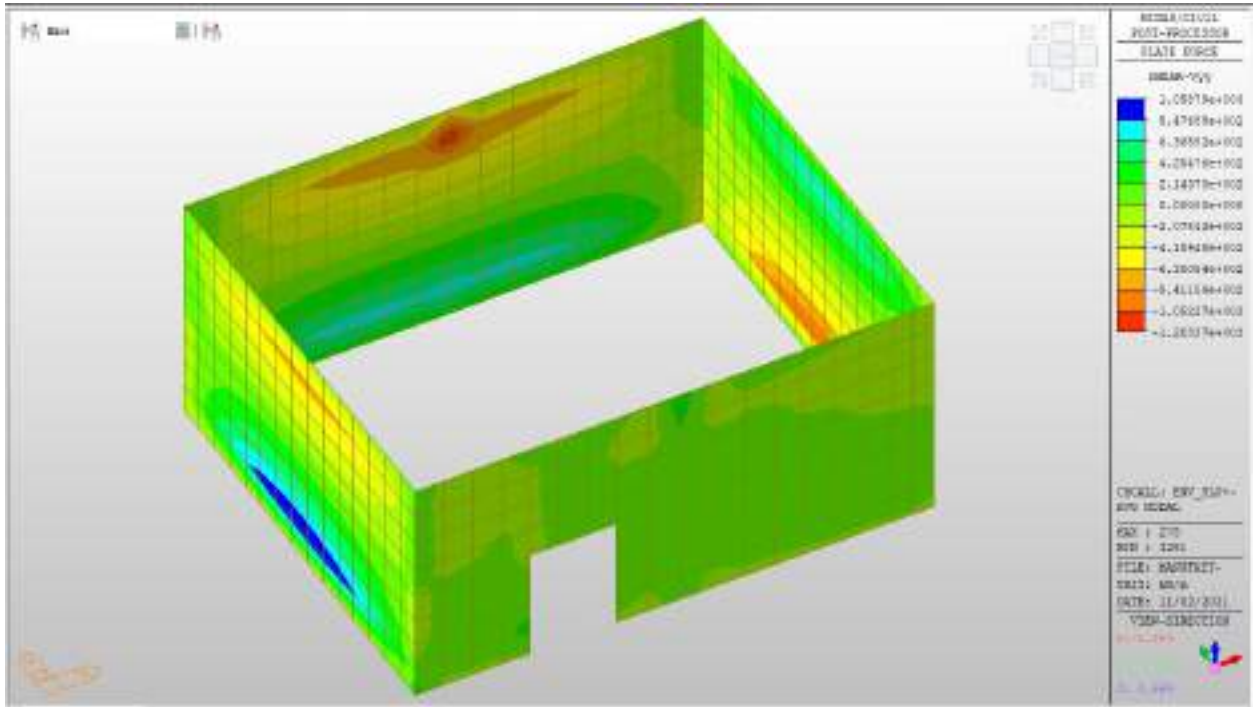
Nei confronti delle azioni di taglio, si dispongono nelle zone di incastro con gli orizzontamenti, dove si hanno sollecitazioni maggiori, spilli  $\phi 10/200 \times 200$ .

Di seguito la verifica per la sollecitazione massima di taglio:

Taglio massimo

V MAX, SLV-SLU= 1264kN/m





**Verifica a taglio (SLU)**

$V_{ed} =$	<b>1264</b>	kN	Taglio agente verticale
$H =$	<b>1000</b>	mm	altezza sezione di calcolo
$B_c =$	1000	mm	larghezza sezione di calcolo
CLS =	C32/40	-	classe del calcestruzzo
$f_{ck} =$	30.7	N/mm <sup>2</sup>	resistenza caratteristica a compressione
$f_{cd} =$	17.4	N/mm <sup>2</sup>	resistenza di progetto a compressione
$c =$	50	mm	copriferro
$b_{st} =$	<b>5</b>	-	braccia delle staffe
$\Phi_{st} =$	<b>10</b>	mm	diametro staffe
$s =$	<b>200</b>	mm	passo staffe
$A_{st} =$	393	mm <sup>2</sup>	area staffe
$d =$	950	mm	altezza utile sezione
$\rho_l =$	0.00000	-	rapporto geometrico armatura longitudinale

**verifica sezione con armatura:**

$\alpha =$	90	°	angolo di inclinazione delle staffe
$\theta =$	22	°	inclinazione delle bielle compresse di cls
$f'_{cd} =$	8.7	N/mm <sup>2</sup>	resistenza a compressione ridotta del cls d'anima
$\alpha_c =$	1.000	-	coefficiente maggiorativo per compressione
$f_{yd} =$	391.3	N/mm <sup>2</sup>	resistenza a snervamento dell'acciaio
$V_{Rsd} =$	<b>1625.9</b>	<b>kN</b>	<b>taglio resistente relativo alle armature tese</b>
$V_{Rcd} =$	<b>2584.0</b>	<b>kN</b>	<b>taglio resistente relativo alle bielle compresse</b>
$V_{Rd} =$	<b>1625.9</b>	<b>kN</b>	<b>ok!</b>

**C.S. ( $V_{Rd}/V_{ed,v}$ ) = 1.29**



**Solaio a quota +171.94m**

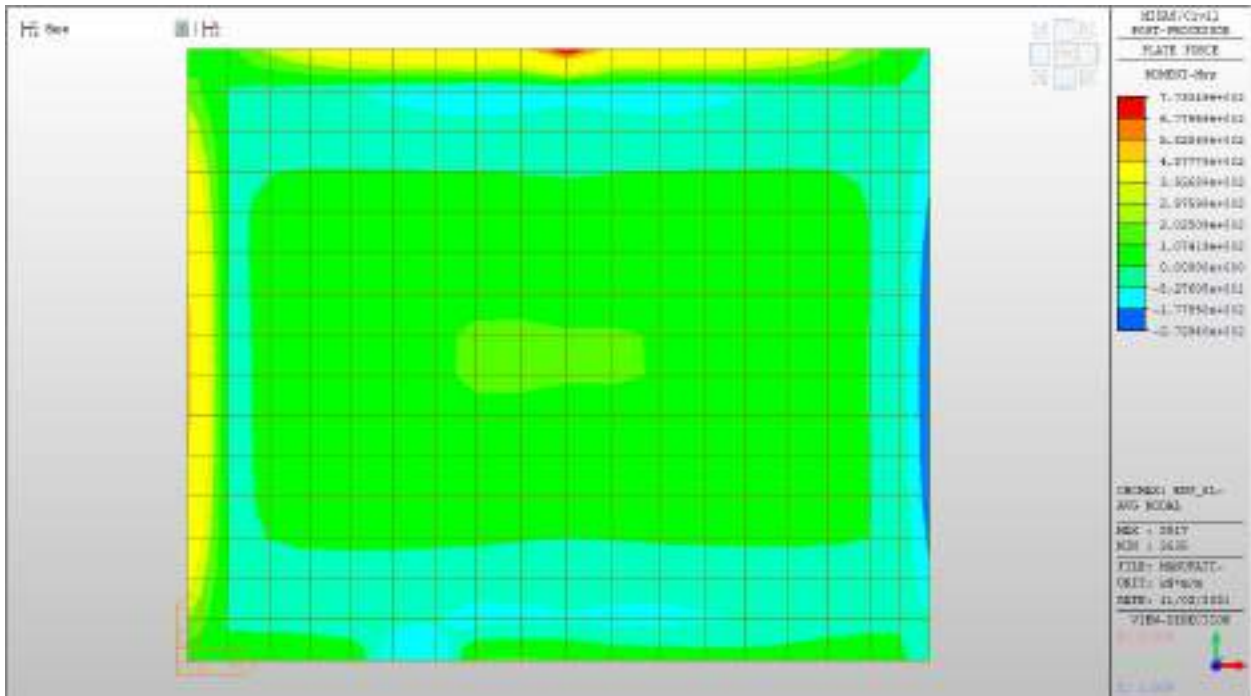
**Solaio a quota +171.94m – Mappe sollecitazioni SLU - SLV**

Si riportano di seguito gli involuipi delle mappe delle sollecitazioni per le combinazioni allo stato limite ultimo (sismiche e statiche) e di esercizio per solaio posto a quota +171.94m.

Momento verticale

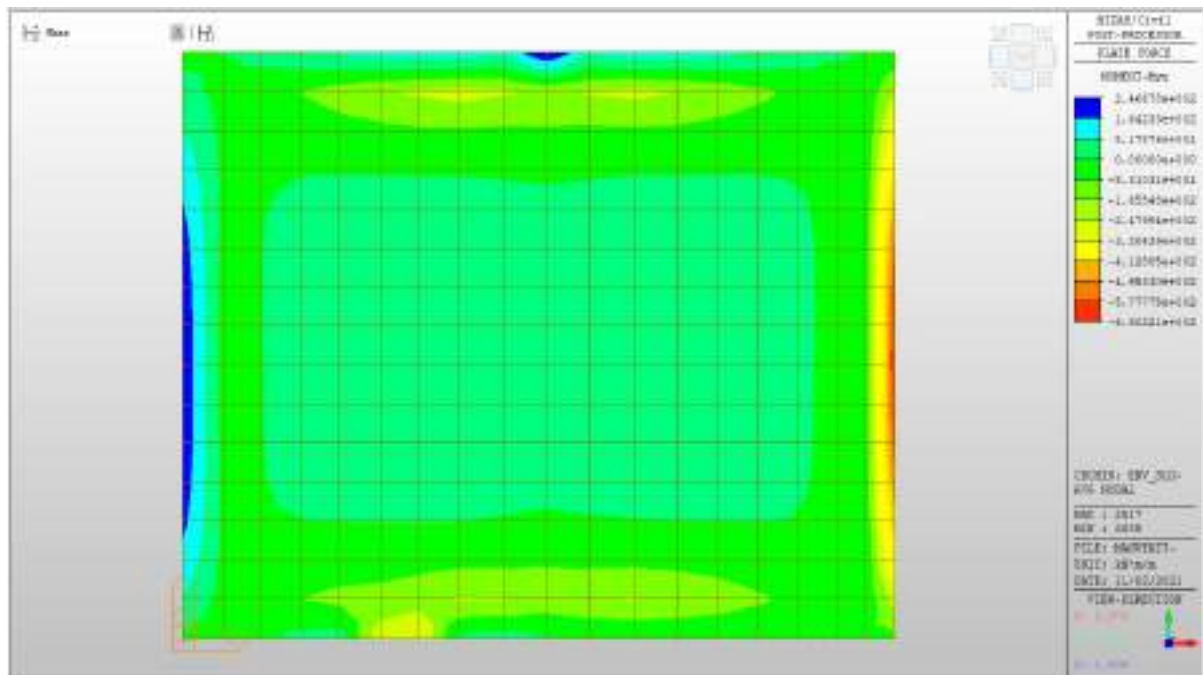
MYX max, SLV-SLU = +488 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

MYX max, SLV-SLU = +774 kNm/m (soll. di verifica armatura zone di raffittimento)



MYX min, SLV-SLU = -414 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

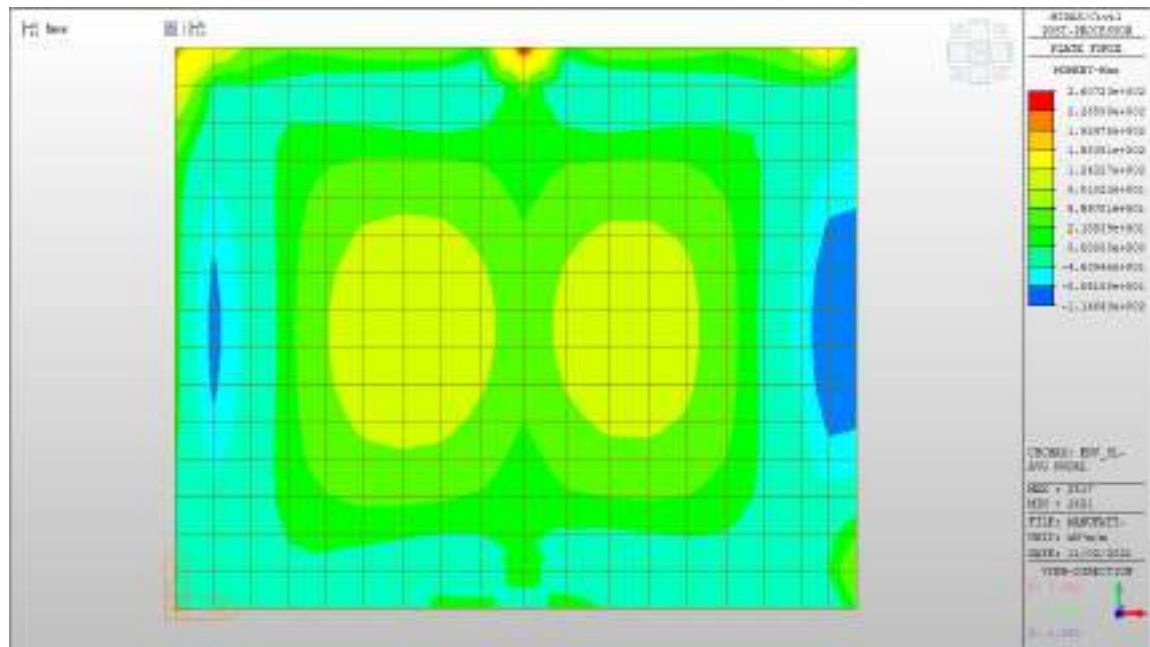
MYX min, SLV-SLU = -660 kNm/m (soll. di verifica armatura zone di raffittimento)



Momento orizzontale

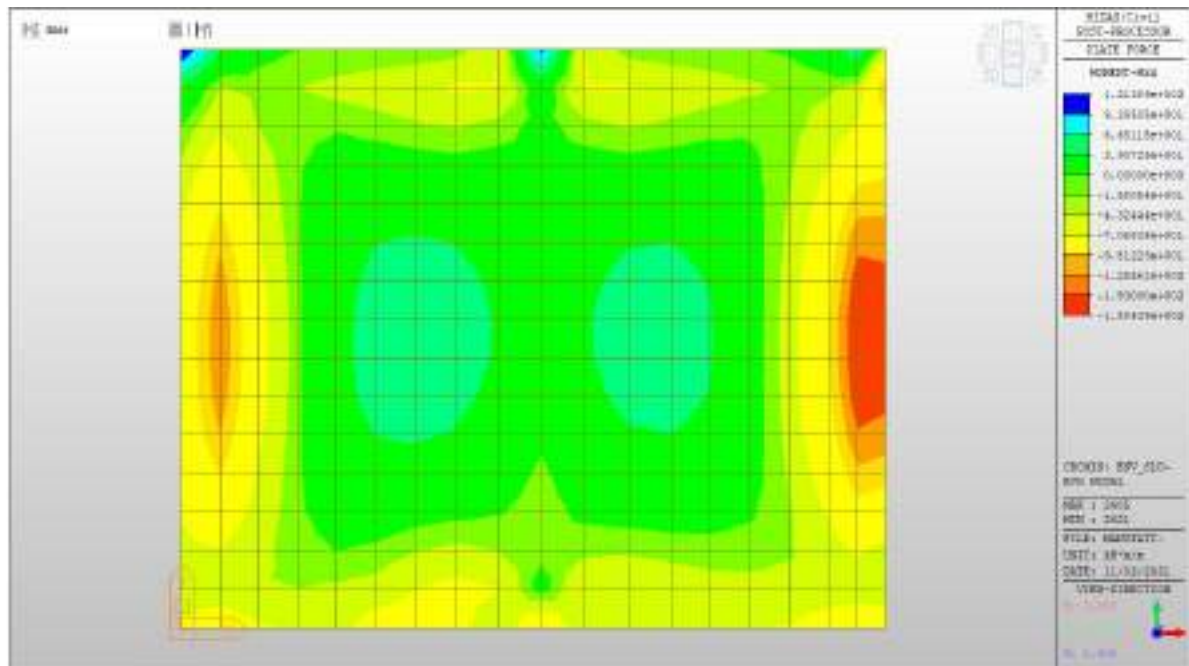
MXX max, SLV-SLU= +158 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

MXX max, SLV-SLU= +260 kNm/m (soll. di verifica armatura zone di raffittimento)



MXM min, SLV-SLU= -98 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

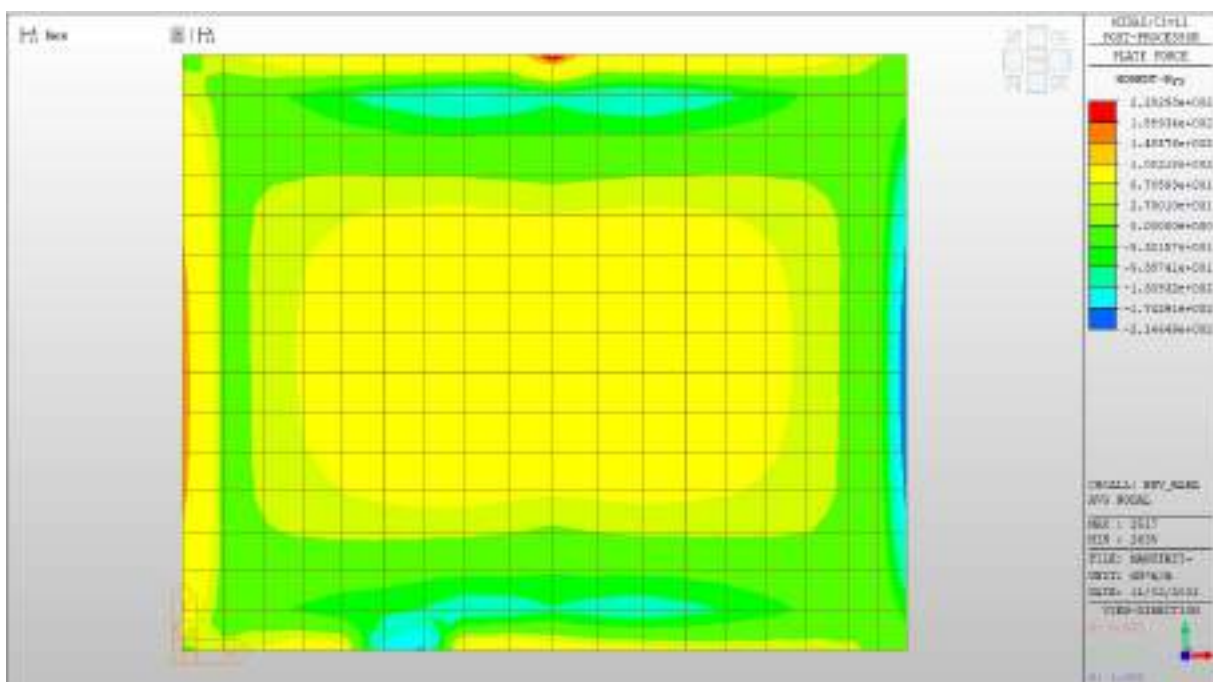
MXM min, SLV-SLU= -180 kNm/m (soll. di verifica armatura zone di raffittimento)



**Solaio a quota +171.94m – Mappe sollecitazioni SLE - RARA**

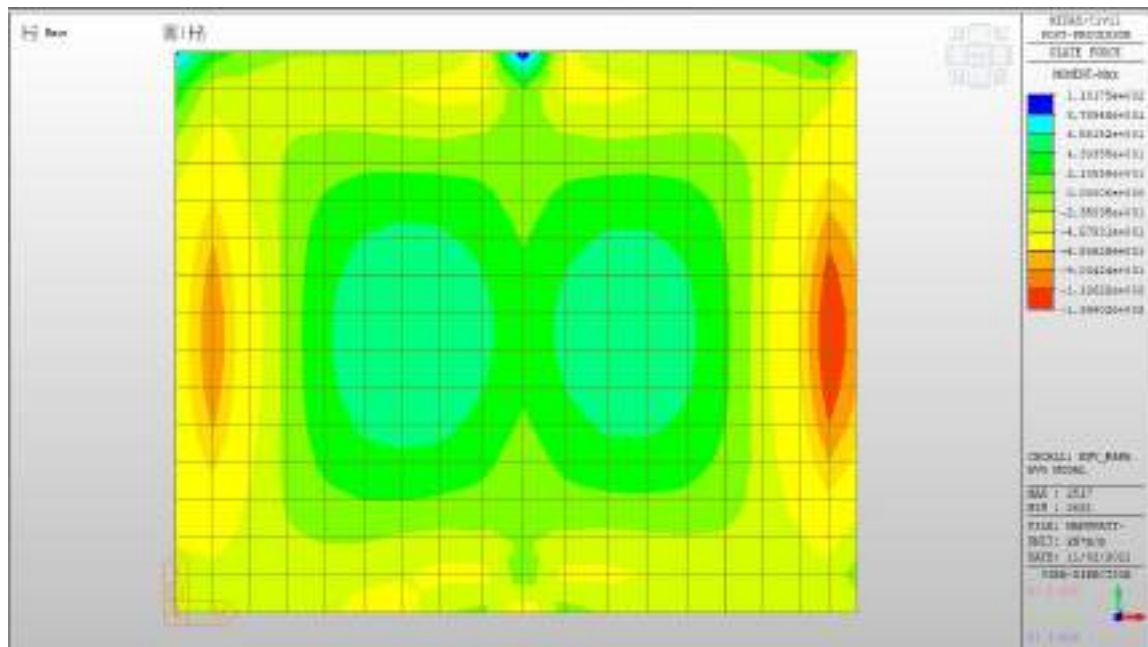
MYX max, RARA= +108 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

MYX min, RARA= -94 kNm/m



MXX max, RARA= +44 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

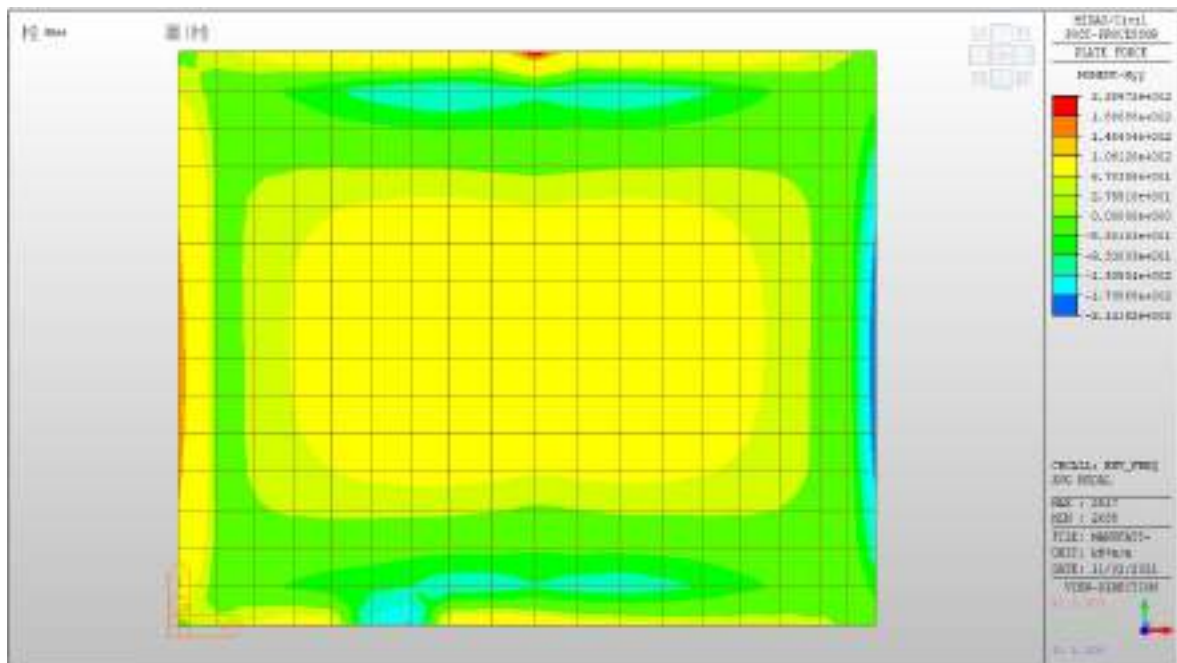
MXX min, RARA= -68 kNm/m



**Solaio a quota +171.94m – Mappe sollecitazioni SLE - Frequente**

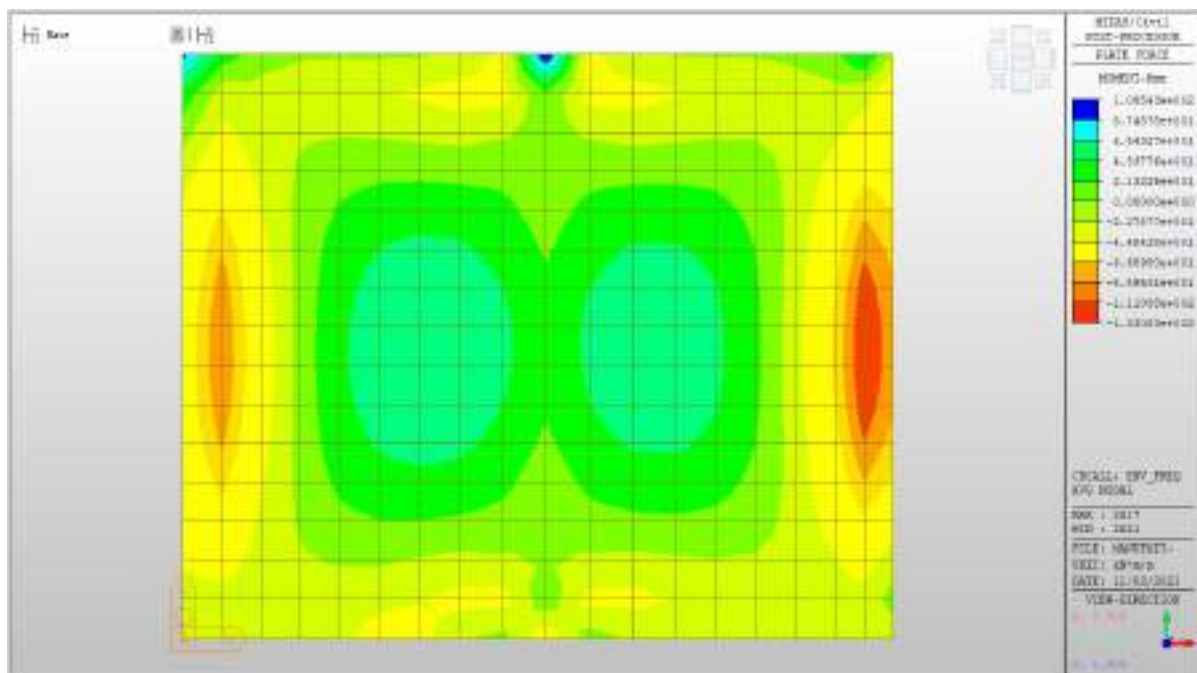
MYX max, Frequente= +108 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

MYX min, Frequente= -94 kNm/m



MXX max, Frequente= +44 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull'intera area)

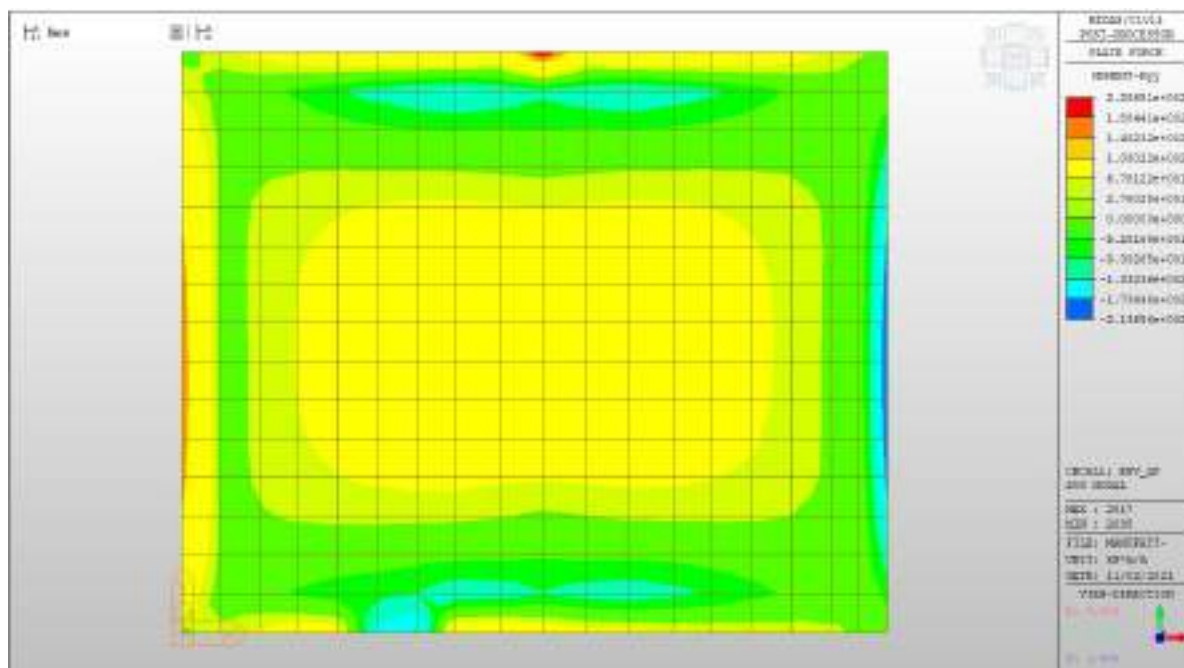
MXX min, Frequente= - 68 kNm/m



**Solaio a quota +171.94m – Mappe sollecitazioni SLE – Quasi permanente**

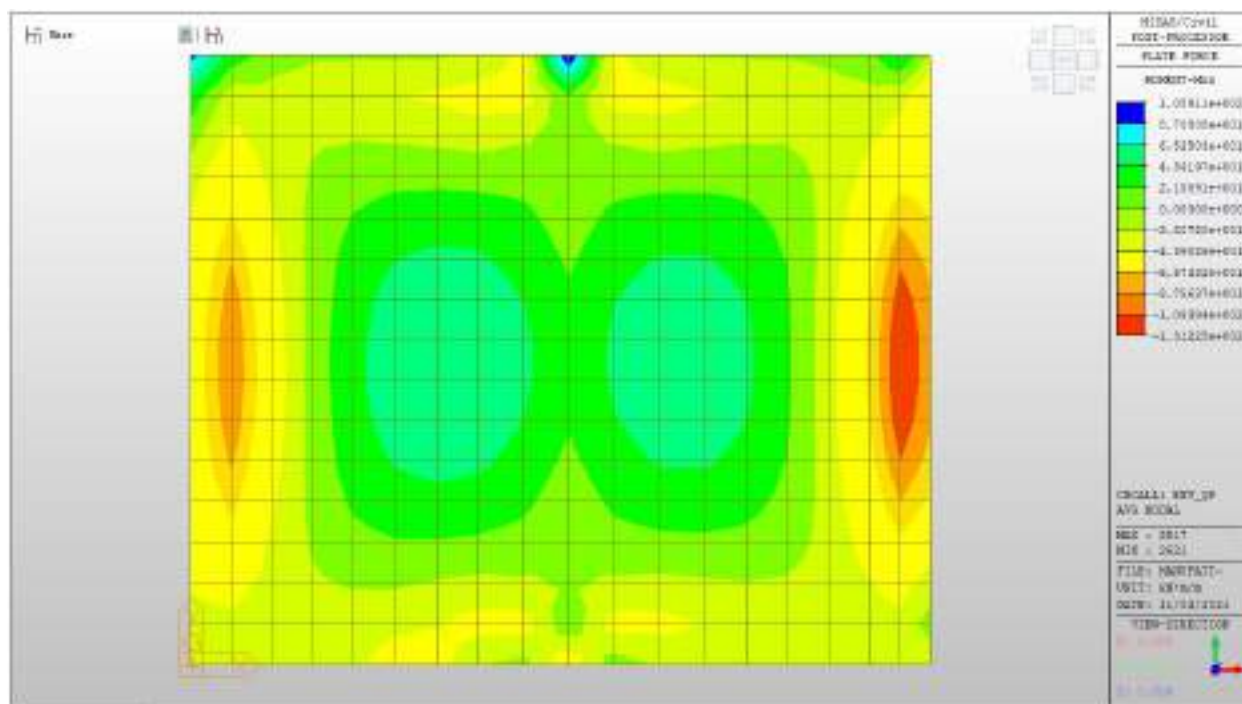
MYX max, QP= +108kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

MYX min, QP= - 94kNm/m



MXX max, QP= +44kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

MXX min, QP= -66kNm/m



## Verifiche

Si riportano di seguito le verifiche effettuate. La sezione risulta essere armata con 7 $\phi$ 22 al lembo superiore e 7 $\phi$ 22 al lembo inferiore in entrambe le direzioni.

Nelle zone di raffittimento la sezione risulta essere armata con 10 $\phi$ 22 al lembo superiore e 10 $\phi$ 22 al lembo inferiore in entrambe le direzioni.

### Verifica momento verticale MYY (armatura media sull'intera area)

#### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	60.0	cm
Barre inferiori:	7 $\phi$ 22	(26.6 cm <sup>2</sup> )



Barre superiori:	7Ø22	(26.6 cm <sup>2</sup> )
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	5.0	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	5.0	cm

**ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
VY	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale
MT	Momento torcente [kN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0.00	488.00	0.00	0.00
2	0.00	-414.00	0.00	0.00

**COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx	Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	108.00
2	0.00	-94.00

**COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx	Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
---------	---	----

**ACEA ENGINEERING LABORATORIES RESEARCH INNOVATION SPA**

1	0.00	108.00 (237.56)
2	0.00	-94.00 (-237.56)

**COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)	
Mx	Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione	

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	108.00 (237.56)
2	0.00	-94.00 (-237.56)

**RISULTATI DEL CALCOLO**

**Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate**

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	3.9 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	12.8 cm

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE**

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico
N ult	Sforzo normale ultimo [kN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx ult	Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult, Mx ult) e (N, Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta $\geq 1.000$
Yneutro	Ordinata [cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X, Y, O sez.
Mx sn.	Momento flettente allo snervamento [kNm]
x/d	Rapp. di duttilità a rottura solo se N = 0 (travi)
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	N ult	Mx ult	Mis.Sic.	Yn	M sn	x/d	C.Rid.	As Tesa
--------	-----	---	----	-------	--------	----------	----	------	-----	--------	---------

**ACEA ENGINEERING LABORATORIES RESEARCH INNOVATION SPA**

1	S	0.00	488.00	-0.05	543.33	1.113	54.4	521.53	0.10	0.70	26.6 (9.9)
2	S	0.00	-414.00	-0.05	-543.33	1.312	5.6	-521.53	0.10	0.70	26.6 (9.9)

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO**

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	-0.01265	60.0	0.00036	55.0	-0.03104	5.0
2	0.00350	-0.01265	0.0	0.00036	5.0	-0.03104	55.0

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max	Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa]
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sc min	Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa]
Yc min	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [Mpa]
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Dw Eff.	Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff.	Area di congl. [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
As eff.	Area Barre tese di acciaio [cm <sup>2</sup> ] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
D barre	Distanza media in cm tra le barre tese efficaci utilizzata nel calcolo di fessurazione (se Dbarre >14Ø viene posto Dbarre=14Ø nel calcolo di fess. [B.6.6.3 Circ. 252/96])

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	---------	---------	---------	---------

**ACEA ENGINEERING LABORATORIES RESEARCH INNOVATION SPA**

1	S	2.09	60.0	0.00	44.7	-81.3	55.0	20.4	2040	26.6	15.0
2	S	1.82	0.0	0.00	15.3	-70.8	5.0	20.4	2040	26.6	15.0

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE**

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sclmax	Massima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [Mpa]
Sclmin	Minima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [Mpa]
Sc Eff	Tensione al limite dello spessore teso efficace nello STATO I [Mpa]
K3	Coeff. di normativa = 0,25 (Sclmin + ScEff)/(2 Sclmin)
Beta12	Prodotto dei Coeff. di aderenza Beta1*Beta2
Psi	= 1-Beta12*(Ssr/Ss) <sup>2</sup> = 1-Beta12*(fctm/Sclmin) <sup>2</sup> = 1-Beta12*(Mfess/M) <sup>2</sup> [B.6.6 DM96]
e sm	Deformazione unitaria media tra le fessure . Tra parentesi il valore minimo = 0.4 Ss/Es
srm	Distanza media in mm tra le fessure
wk	Apertura delle fessure in mm = 1,7*Eps*Srm. Tra parentesi è indicato il valore limite.
M fess.	Momento di prima fessurazione [kNm]

N°Comb	Ver	Sclmax	Sclmin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	1.41	-1.41	-4.5	0.165	1.00	0.400	0.000163 (0.000163)	219	0.061	237.56
2	S	1.23	-1.23	-3.9	0.165	1.00	0.400	0.000142 (0.000142)	219	0.053	-237.56

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	2.09	60.0	0.00	44.7	-81.3	55.0	20.4	2040	26.6	15.0
2	S	1.82	0.0	0.00	15.3	-70.8	5.0	20.4	2040	26.6	15.0

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE**

N°Comb	Ver	Sclmax	Sclmin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	1.41	-1.41	-4.5	0.165	0.50	0.400	0.000163 (0.000163)	219	0.061 (0.30)	237.56
2	S	1.23	-1.23	-3.9	0.165	0.50	0.400	0.000142 (0.000142)	219	0.053 (0.30)	-237.56

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	2.09	60.0	0.00	44.7	-81.3	55.0	20.4	2040	26.6	15.0
2	S	1.82	0.0	0.00	15.3	-70.8	5.0	20.4	2040	26.6	15.0

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE**

N°Comb	Ver	ScImax	ScImin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	1.41	-1.41	-4.5	0.165	0.50	0.400	0.000163 (0.000163)	219	0.061 (0.20)	237.56
2	S	1.23	-1.23	-3.9	0.165	0.50	0.400	0.000142 (0.000142)	219	0.053 (0.20)	-237.56

**Verifica momento verticale MYY (armatura zone di raffittimento)**

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE**

Base:	100.0	cm
Altezza:	60.0	cm
Barre inferiori:	10Ø22	(38.0 cm <sup>2</sup> )
Barre superiori:	10Ø22	(38.0 cm <sup>2</sup> )
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	4.0	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	4.0	cm

**ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)				
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione				
VY	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale				
MT	Momento torcente [kN m]				
N°Comb.	N	Mx	Vy	MT	

1	0.00	774.00	0.00	0.00
2	0.00	-660.00	0.00	0.00
3	0.00	260.00	0.00	0.00
4	0.00	-180.00	0.00	0.00

**RISULTATI DEL CALCOLO**

**Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate**

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	2.9 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	8.0 cm

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE**

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico
N ult	Sforzo normale ultimo [kN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx ult	Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult, Mx ult) e (N, Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta $\geq 1.000$
Yneutro	Ordinata [cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X,Y,O sez.
Mx sn.	Momento flettente allo snervamento [kNm]
x/d	Rapp. di duttilità a rottura solo se N = 0 (travi)
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	N ult	Mx ult	Mis.Sic.	Yn	M sn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	0.00	774.00	-0.27	787.84	1.018	54.6	757.21	0.10	0.70	38.0 (10.0)
2	S	0.00	-660.00	-0.27	-787.84	1.194	5.4	-757.21	0.10	0.70	38.0 (10.0)
3	S	0.00	260.00	-0.27	787.84	3.030	54.6	757.21	0.10	0.70	38.0 (10.0)
4	S	0.00	-180.00	-0.27	-787.84	4.377	5.4	-757.21	0.10	0.70	38.0 (10.0)

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO**

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	-0.01332	60.0	0.00088	56.0	-0.03312	4.0
2	0.00350	-0.01332	0.0	0.00088	4.0	-0.03312	56.0
3	0.00350	-0.01332	60.0	0.00088	56.0	-0.03312	4.0
4	0.00350	-0.01332	0.0	0.00088	4.0	-0.03312	56.0

**Verifica momento orizzontale MXX (armatura media sull'intera area)**

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE**

Base:	100.0	cm
Altezza:	60.0	cm
Barre inferiori:	7Ø22	(26.6 cm²)
Barre superiori:	7Ø22	(26.6 cm²)
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	5.0	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	5.0	cm

**ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
VY	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale
MT	Momento torcente [kN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0.00	158.00	0.00	0.00

**ACEA ENGINEERING LABORATORIES RESEARCH INNOVATION SPA**

2                    0.00                    -98.00                    0.00                    0.00

**COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N                    Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
Mx                    Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	44.00
2	0.00	-68.00

**COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N                    Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
Mx                    Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	44.00 (237.56)
2	0.00	-68.00 (-237.56)

**COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N                    Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
Mx                    Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	44.00 (237.56)
2	0.00	-66.00 (-237.56)

**RISULTATI DEL CALCOLO**

**Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate**



Copriferro netto minimo barre longitudinali: 3.9 cm

Interferro netto minimo barre longitudinali: 12.8 cm

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE**

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico
N ult	Sforzo normale ultimo [kN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx ult	Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult,Mx ult) e (N,Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
Yneutro	Ordinata [cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X,Y,O sez.
Mx sn.	Momento flettente allo snervamento [kNm]
x/d	Rapp. di duttilità a rottura solo se N = 0 (travi)
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	N ult	Mx ult	Mis.Sic.	Yn	M sn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	0.00	158.00	-0.05	543.33	3.439	54.4	521.53	0.10	0.70	26.6 (9.9)
2	S	0.00	-98.00	-0.05	-543.33	5.544	5.6	-521.53	0.10	0.70	26.6 (9.9)

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO**

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	-0.01265	60.0	0.00036	55.0	-0.03104	5.0
2	0.00350	-0.01265	0.0	0.00036	5.0	-0.03104	55.0

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max	Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata [Mpa]
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sc min	Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata [Mpa]
Yc min	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [Mpa]
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Dw Eff.	Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff.	Area di congl. [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
As eff.	Area Barre tese di acciaio [cm <sup>2</sup> ] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
D barre	Distanza media in cm tra le barre tese efficaci utilizzata nel calcolo di fessurazione (se Dbarre >14Ø viene posto Dbarre=14Ø nel calcolo di fess. [B.6.6.3 Circ. 252/96])

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	0.86	60.0	0.00	44.5	-33.1	55.0	20.4	2040	26.6	15.0
2	S	1.33	0.0	0.00	15.5	-51.2	5.0	20.4	2040	26.6	15.0

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE**

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sclmax	Massima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [Mpa]
Sclmin	Minima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [Mpa]
Sc Eff	Tensione al limite dello spessore teso efficace nello STATO I [Mpa]
K3	Coeff. di normativa = 0,25 (Sclmin + ScEff)/(2 Sclmin)
Beta12	Prodotto dei Coeff. di aderenza Beta1*Beta2
Psi	= 1-Beta12*(Ssr/Ss) <sup>2</sup> = 1-Beta12*(fctm/Sclmin) <sup>2</sup> = 1-Beta12*(Mfess/M) <sup>2</sup> [B.6.6 DM96]
e sm	Deformazione unitaria media tra le fessure . Tra parentesi il valore minimo = 0.4 Ss/Es
srm	Distanza media in mm tra le fessure
wk	Apertura delle fessure in mm = 1,7*Eps*Srm. Tra parentesi è indicato il valore limite.
M fess.	Momento di prima fessurazione [kNm]

N°Comb	Ver	Sclmax	Sclmin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
--------	-----	--------	--------	--------	----	--------	-----	------	-----	----	---------

**ACEA ENGINEERING LABORATORIES RESEARCH INNOVATION SPA**

1	S	0.57	-0.57	-1.8	0.165	1.00	0.400	0.000066 (0.000066)	219	0.025	237.56
2	S	0.89	-0.89	-2.8	0.165	1.00	0.400	0.000102 (0.000102)	219	0.038	-237.56

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	0.86	60.0	0.00	44.5	-33.1	55.0	20.4	2040	26.6	15.0
2	S	1.33	0.0	0.00	15.5	-51.2	5.0	20.4	2040	26.6	15.0

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE**

N°Comb	Ver	Sclmax	Sclmin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	0.57	-0.57	-1.8	0.165	0.50	0.400	0.000066 (0.000066)	219	0.025 (0.30)	237.56
2	S	0.89	-0.89	-2.8	0.165	0.50	0.400	0.000102 (0.000102)	219	0.038 (0.30)	-237.56

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	0.86	60.0	0.00	44.5	-33.1	55.0	20.4	2040	26.6	15.0
2	S	1.29	0.0	0.00	15.5	-49.7	5.0	20.4	2040	26.6	15.0

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE**

N°Comb	Ver	Sclmax	Sclmin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	0.57	-0.57	-1.8	0.165	0.50	0.400	0.000066 (0.000066)	219	0.025 (0.20)	237.56
2	S	0.86	-0.86	-2.8	0.165	0.50	0.400	0.000099 (0.000099)	219	0.037 (0.20)	-237.56

**Verifica momento orizzontale MXX (armatura zone di raffittimento)**

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE**

Base:	100.0	cm
Altezza:	60.0	cm
Barre inferiori:	10Ø22	(38.0 cm <sup>2</sup> )
Barre superiori:	10Ø22	(38.0 cm <sup>2</sup> )
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	4.0	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	4.0	cm

**ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)			
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione			
Vy	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale			
MT	Momento torcente [kN m]			
N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0.00	774.00	0.00	0.00
2	0.00	-660.00	0.00	0.00
3	0.00	260.00	0.00	0.00
4	0.00	-180.00	0.00	0.00

**RISULTATI DEL CALCOLO**

**Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate**

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	2.9	cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	8.0	cm

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE**

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico

N ult	Sforzo normale ultimo [kN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx ult	Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult, Mx ult) e (N, Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta $\geq 1.000$
Yneutro	Ordinata [cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X, Y, O sez.
Mx sn.	Momento flettente allo snervamento [kNm]
x/d	Rapp. di duttilità a rottura solo se N = 0 (travi)
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	N ult	Mx ult	Mis.Sic.	Yn	M sn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	0.00	774.00	-0.27	787.84	1.018	54.6	757.21	0.10	0.70	38.0 (10.0)
2	S	0.00	-660.00	-0.27	-787.84	1.194	5.4	-757.21	0.10	0.70	38.0 (10.0)
3	S	0.00	260.00	-0.27	787.84	3.030	54.6	757.21	0.10	0.70	38.0 (10.0)
4	S	0.00	-180.00	-0.27	-787.84	4.377	5.4	-757.21	0.10	0.70	38.0 (10.0)

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO**

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X, Y, O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X, Y, O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X, Y, O sez.)

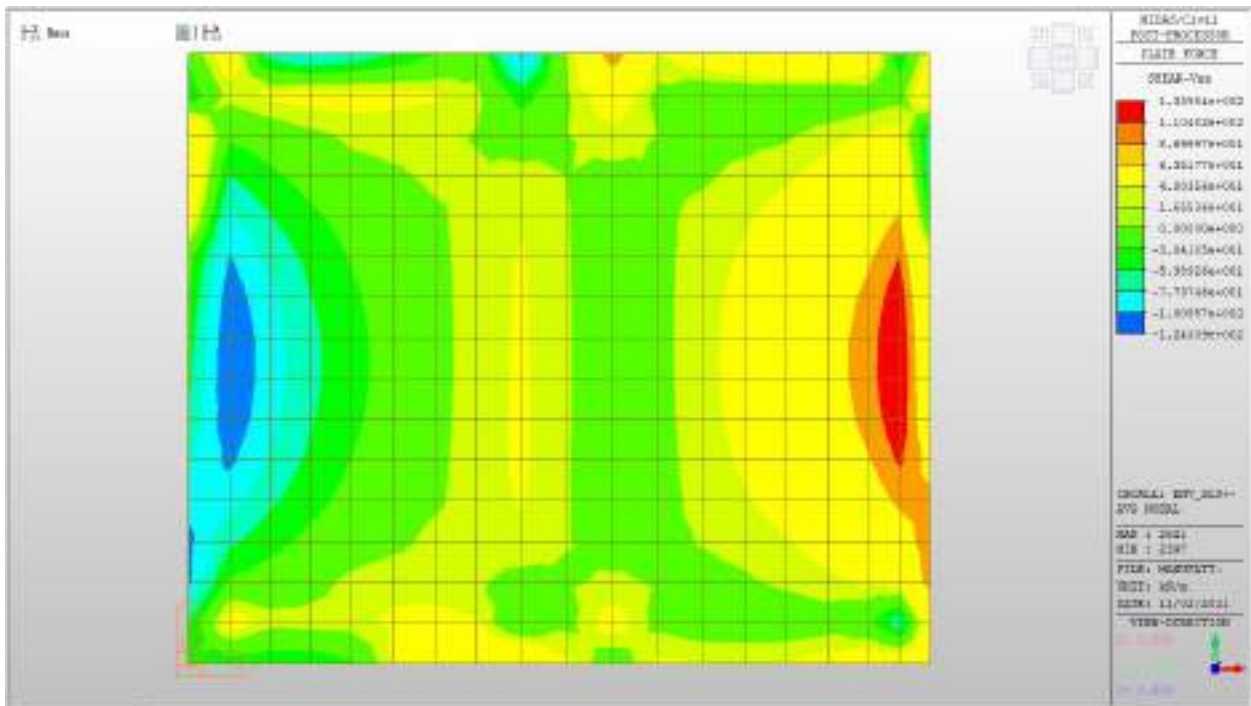
N°Comb	ec max	ec 3/7	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	-0.01332	60.0	0.00088	56.0	-0.03312	4.0
2	0.00350	-0.01332	0.0	0.00088	4.0	-0.03312	56.0
3	0.00350	-0.01332	60.0	0.00088	56.0	-0.03312	4.0
4	0.00350	-0.01332	0.0	0.00088	4.0	-0.03312	56.0

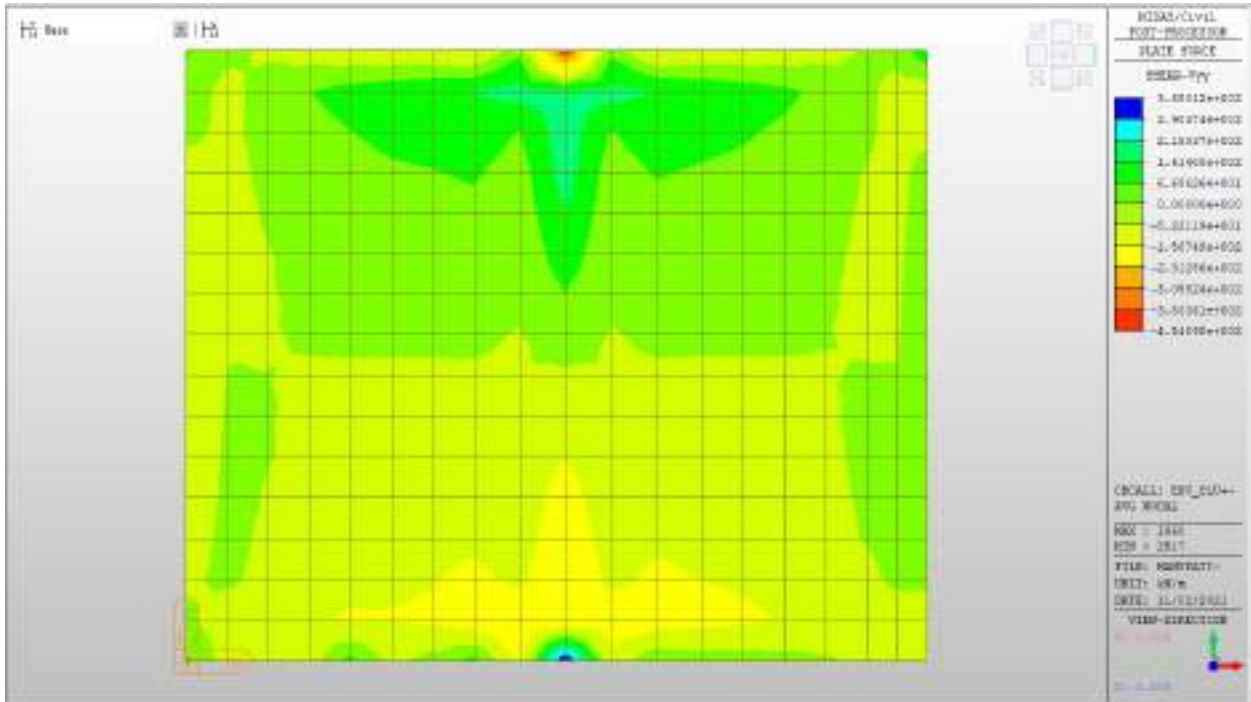
Nei confronti delle azioni di taglio si dispongono spilli  $\phi 10/200 \times 200$  nelle zone in corrispondenza dei setti che risultano maggiormente sollecitate.

Di seguito la verifica per la sollecitazione massima di taglio:

Taglio massimo

V MAX, SLV-SLU= 454kN/m





**Verifica a taglio (SLU)**

$V_{ed} =$	<b>454</b>	kN	Taglio agente verticale
$H =$	<b>600</b>	mm	altezza sezione di calcolo
$B_c =$	1000	mm	larghezza sezione di calcolo
CLS =	C32/40	-	classe del calcestruzzo
$f_{ck} =$	30.7	N/mm <sup>2</sup>	resistenza caratteristica a compressione
$f_{cd} =$	17.4	N/mm <sup>2</sup>	resistenza di progetto a compressione
$c =$	50	mm	copriferro
$b_{st} =$	<b>5</b>	-	braccia delle staffe
$\Phi_{st} =$	<b>10</b>	mm	diametro staffe
$s =$	<b>200</b>	mm	passo staffe
$A_{st} =$	393	mm <sup>2</sup>	area staffe
$d =$	550	mm	altezza utile sezione
$\rho_l =$	0.00000	-	rapporto geometrico armatura longitudinale

**verifica sezione con armatura:**

$\alpha =$	90	°	angolo di inclinazione delle staffe
$\theta =$	22	°	inclinazione delle bielle compresse di cls
$f'_{cd} =$	8.7	N/mm <sup>2</sup>	resistenza a compressione ridotta del cls d'anima
$\alpha_c =$	1.000	-	coefficiente maggiorativo per compressione
$f_{yd} =$	391.3	N/mm <sup>2</sup>	resistenza a snervamento dell'acciaio
$V_{Rsd} =$	<b>941.3</b>	<b>kN</b>	<b>taglio resistente relativo alle armature tese</b>
$V_{Rcd} =$	<b>1496.0</b>	<b>kN</b>	<b>taglio resistente relativo alle bielle compresse</b>
$V_{Rd} =$	<b>941.3</b>	<b>kN</b>	<b>ok!</b>

**C.S. ( $V_{Rd}/V_{ed,v}$ ) = 2.07**



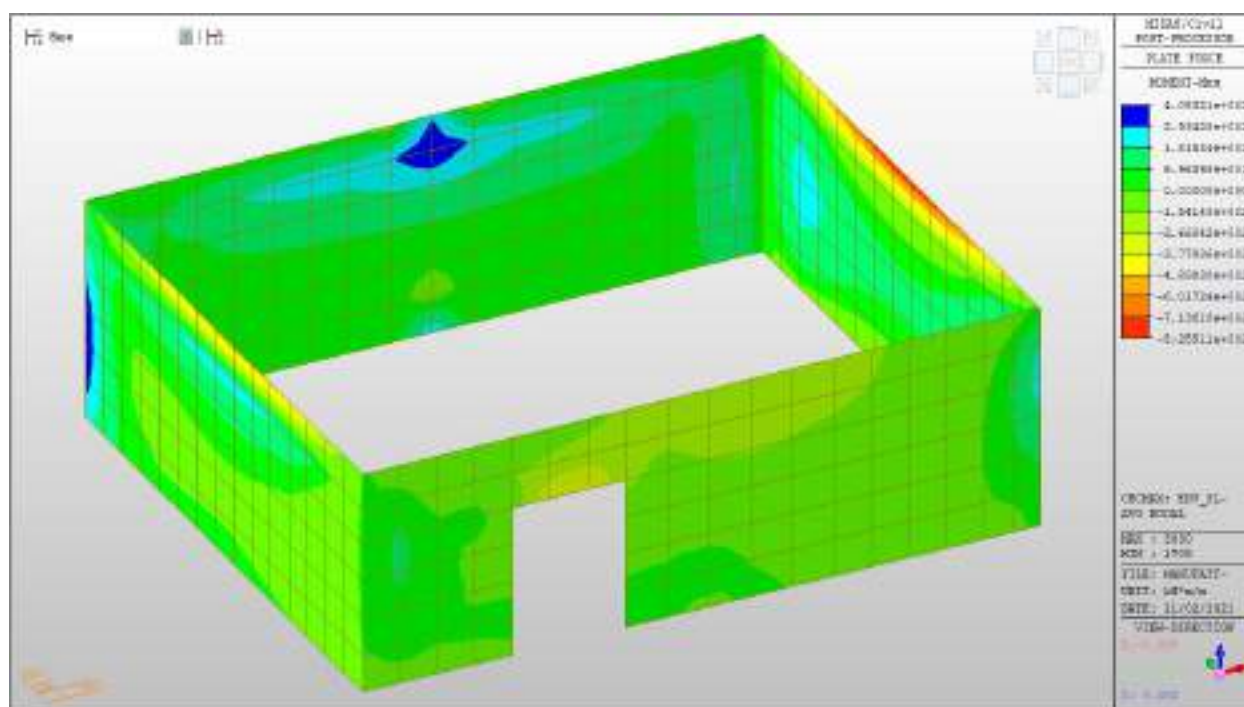
## Setti perimetrali livello -1

### Setti perimetrali livello -1 – Mappe sollecitazioni SLU - SLV

Si riportano di seguito gli involuipi delle mappe delle sollecitazioni per le combinazioni allo stato limite ultimo (sismiche e statiche) e di esercizio per i setti perimetrali posti al piano interrato.

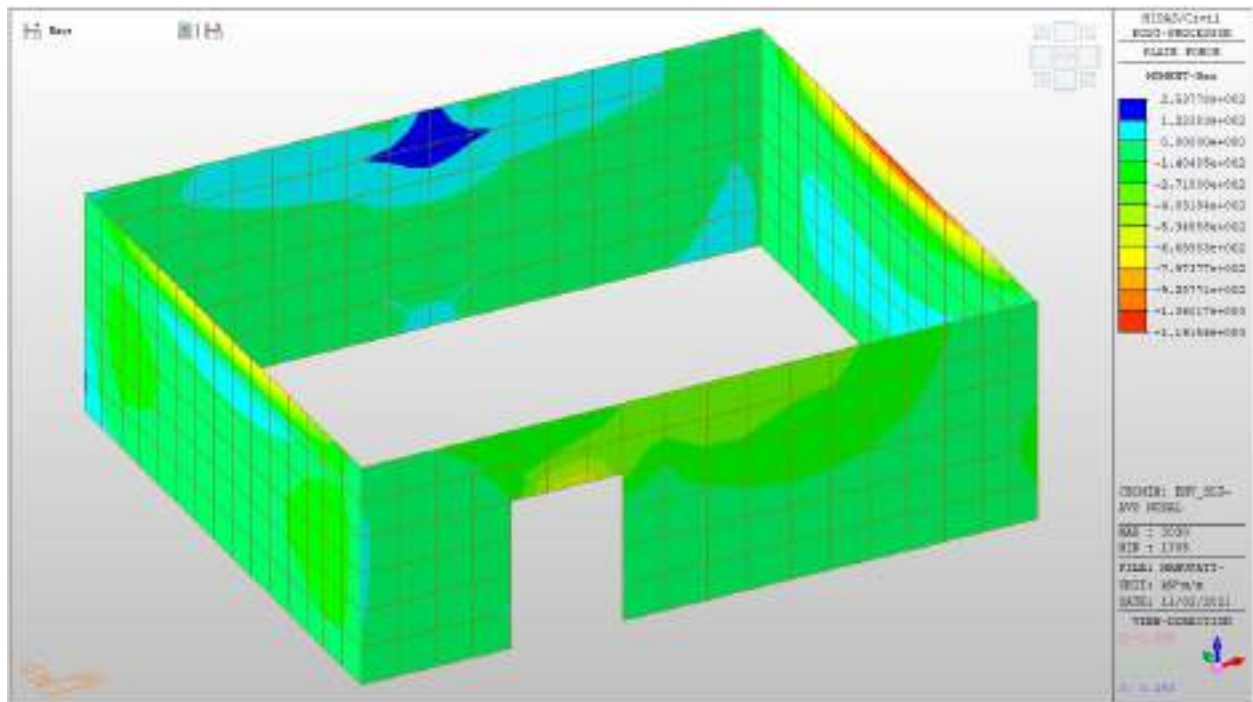
MXX max, SLV-SLU= +70 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

MXX max, SLV-SLU= +405 kNm/m (soll. di verifica armatura zone di raffittimento)



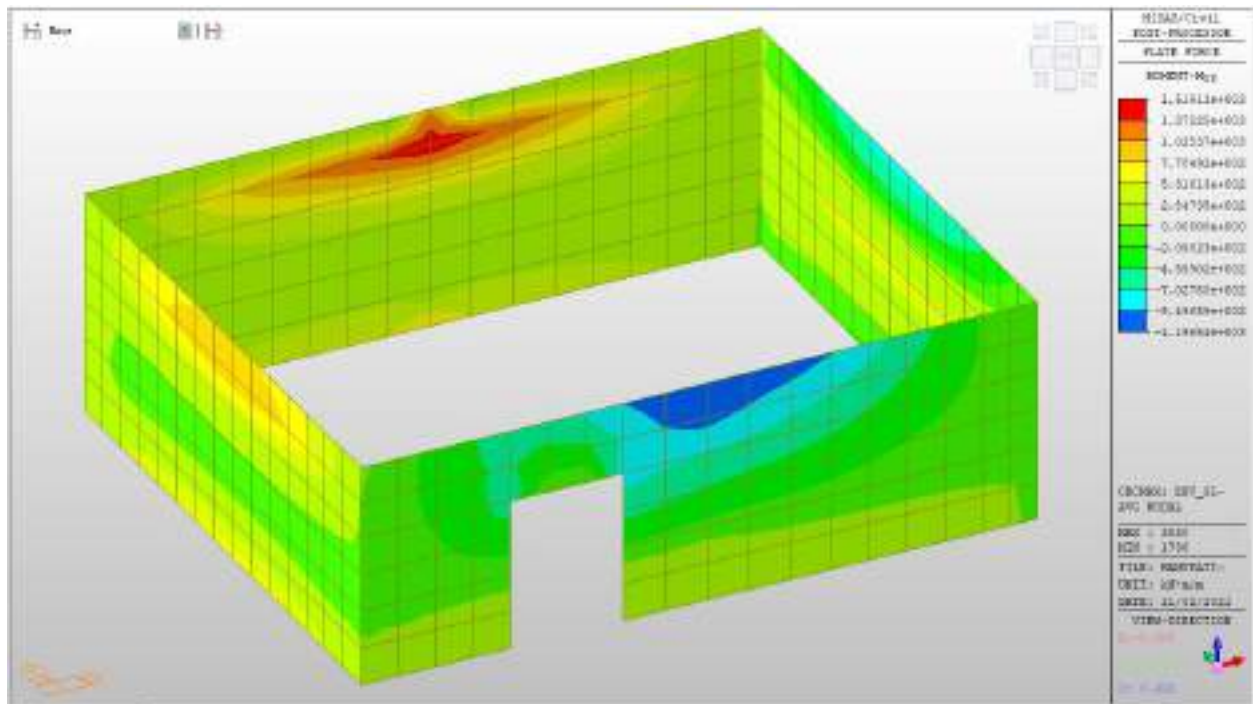
MXX min, SLV-SLU= -800 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

MXX min, SLV-SLU= -1192 kNm/m (soll. di verifica armatura zone di raffittimento)



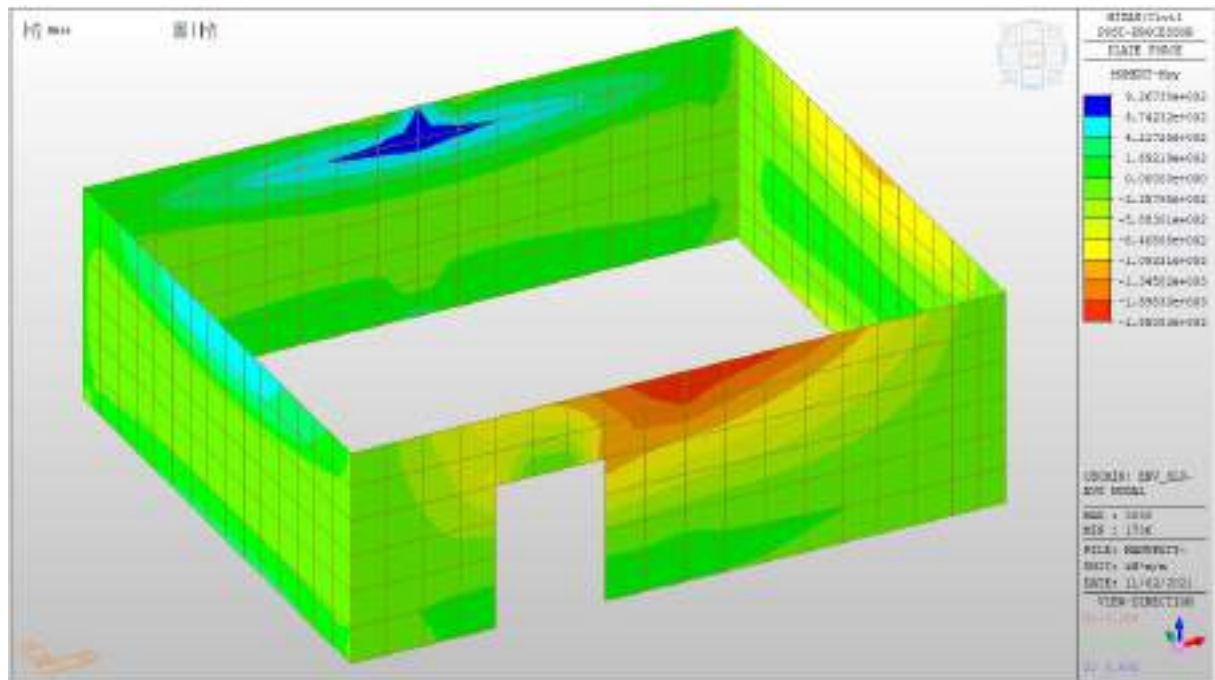
MY max, SLV-SLU = +778 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull'intera area)

MY max, SLV-SLU = +1520 kNm/m (soll. di verifica armatura zone di raffittimento)



MY min, SLV-SLU = -1094 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull'intera area)

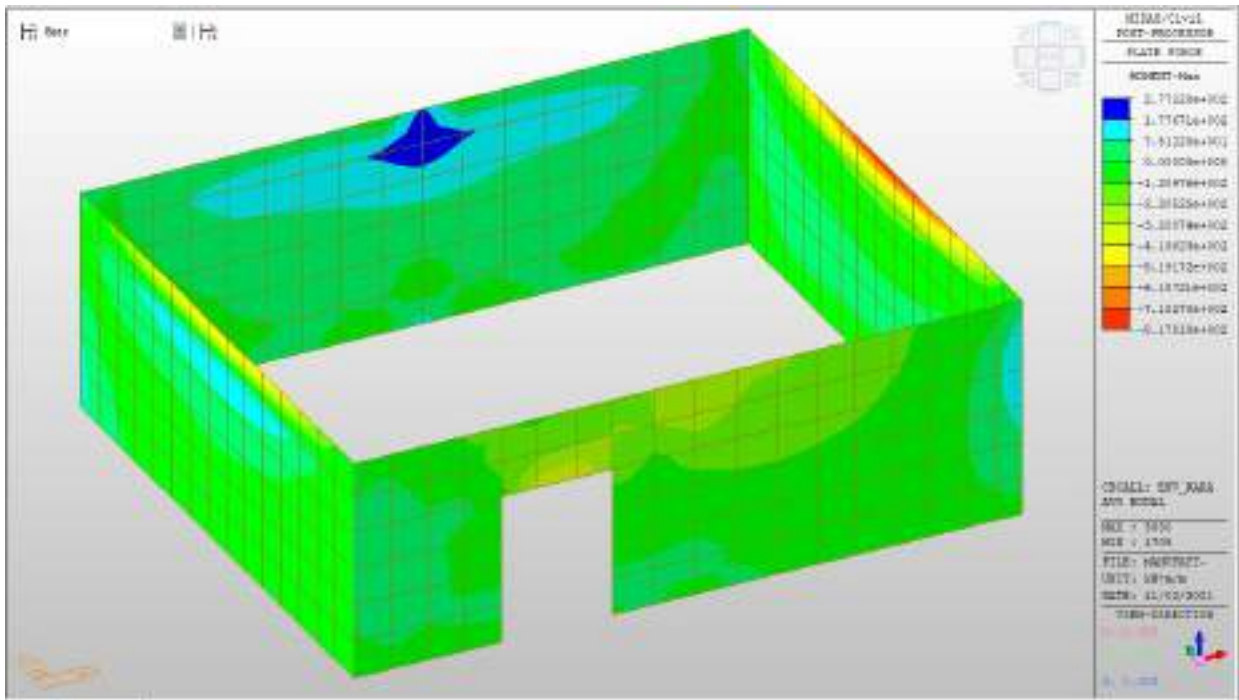
MY min, SLV-SLU = -1850kNm/m (soll. di verifica armatura zone di raffittimento)



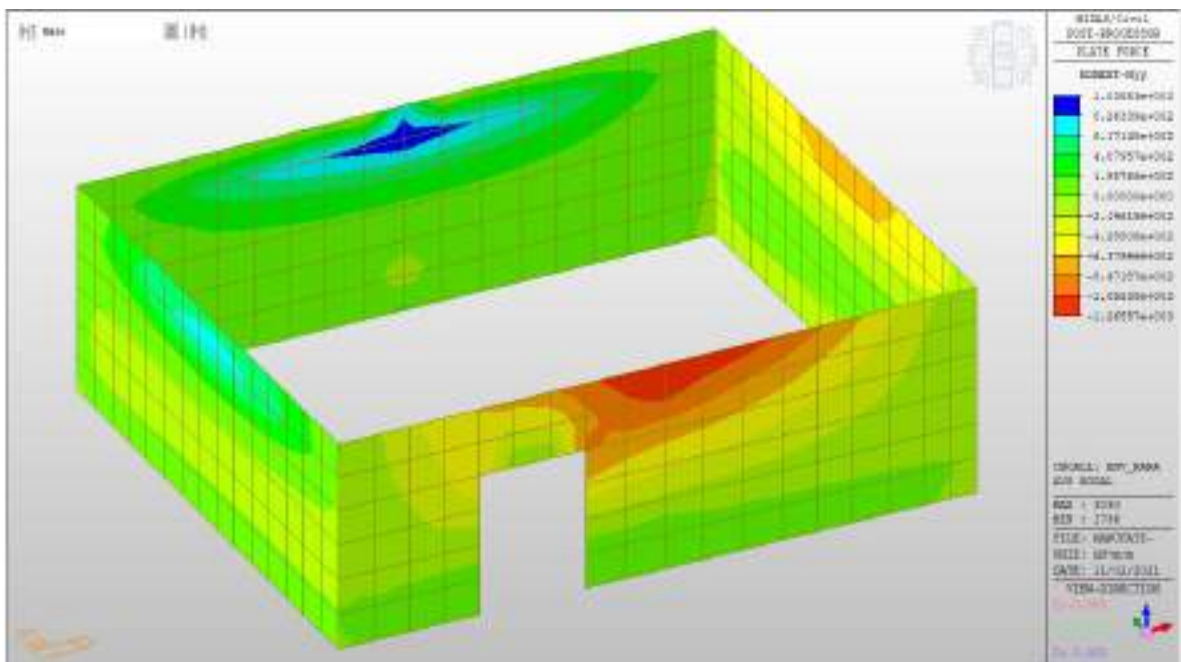
**Setti perimetrali livello -1 – Mappe sollecitazioni SLE -RARA**

MXX max, RARA= +178 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

MXX min, RARA= -520 kNm/m



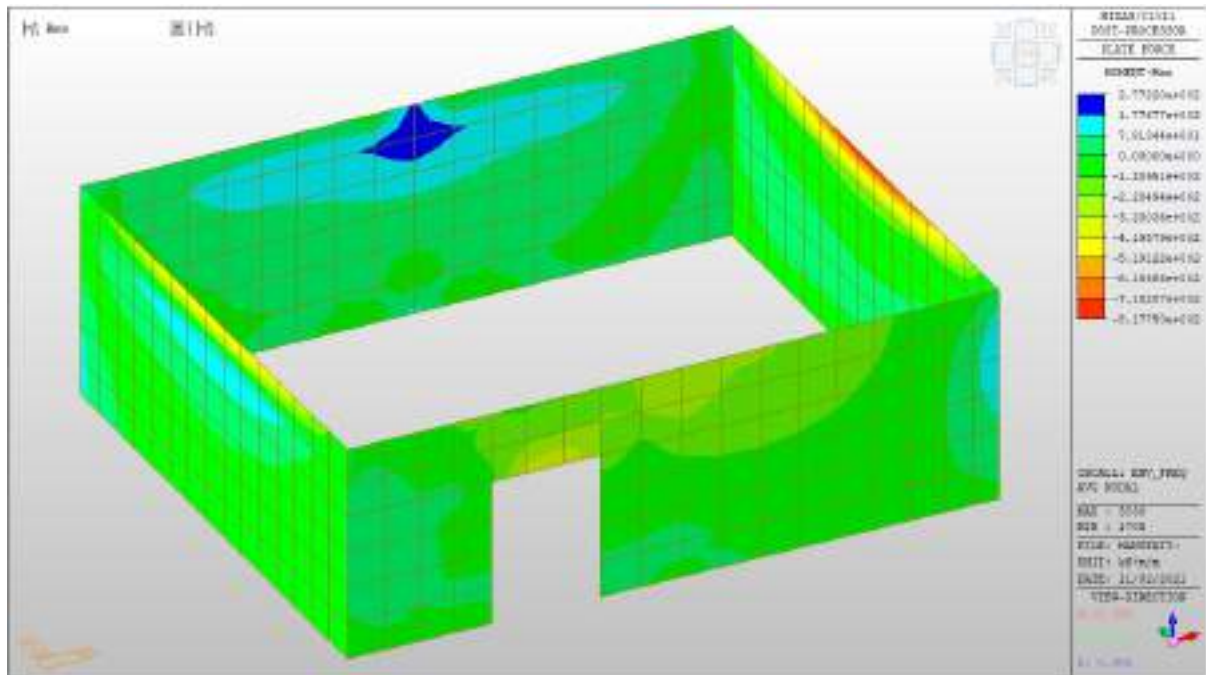
MYX max, RARA= +408 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)  
 MYX min, RARA= -640 kNm/m



**Setti perimetrali livello -1 – Mappe sollecitazioni SLE - FREQUENTE**

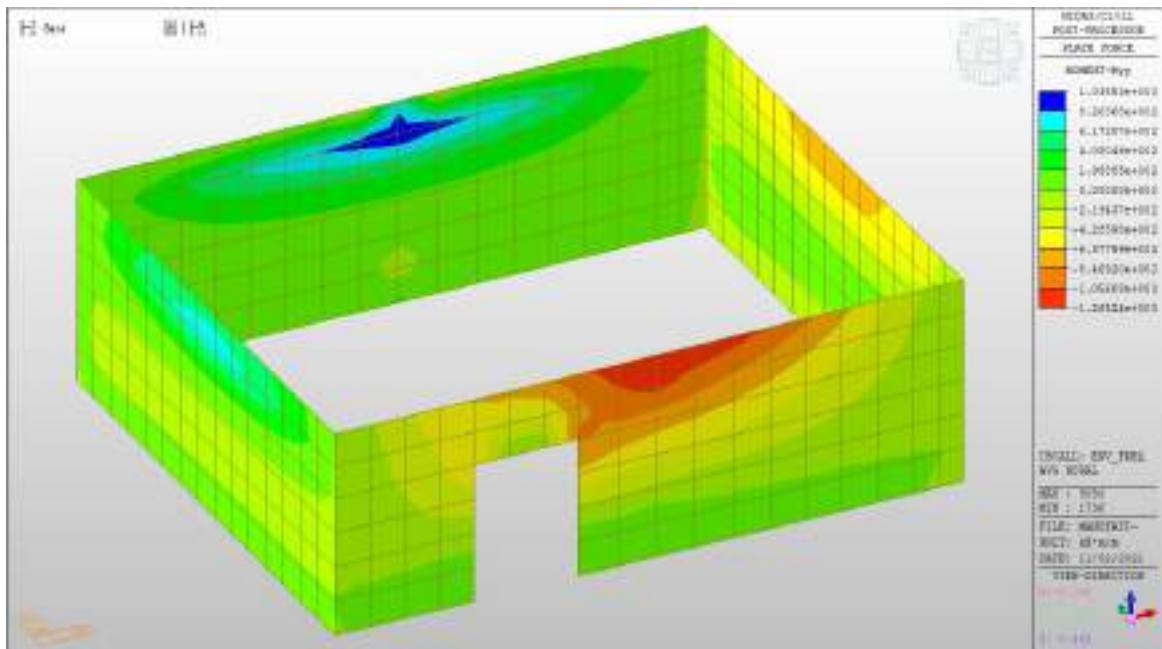
MXX max, Frequente= +178kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

MXX min, Frequente= - 520kNm/m



MYY max, Frequente= +410 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

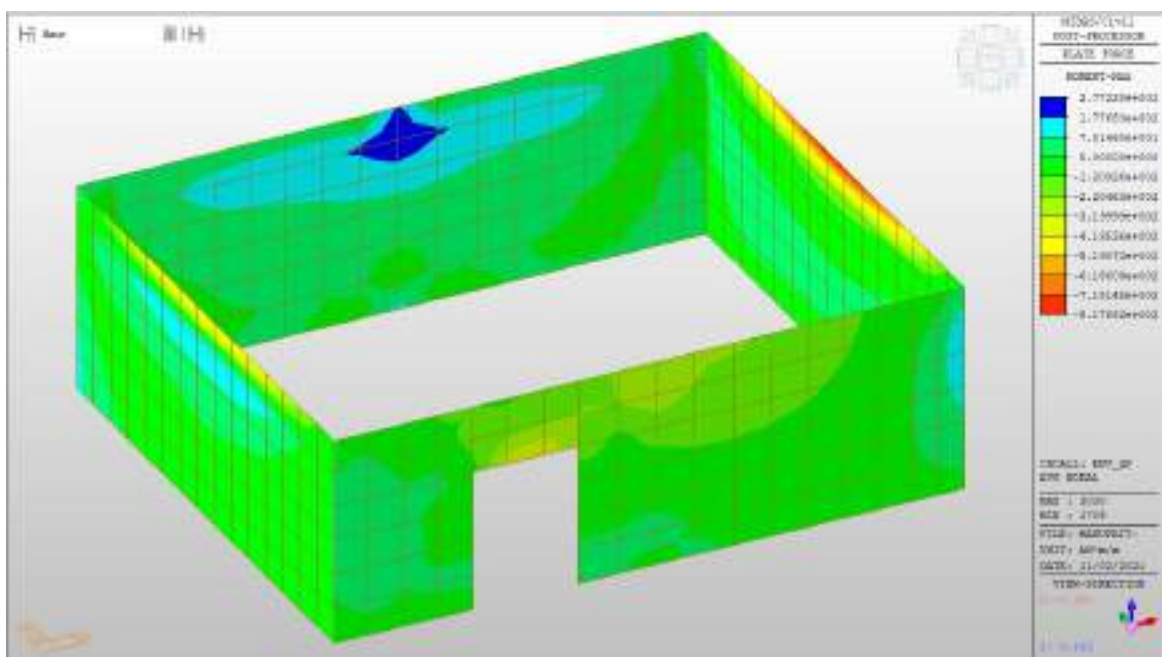
MYY min, Frequente= -640 kNm/m



**Setti perimetrali livello -1 – Mappe sollecitazioni SLE – Quasi permanente**

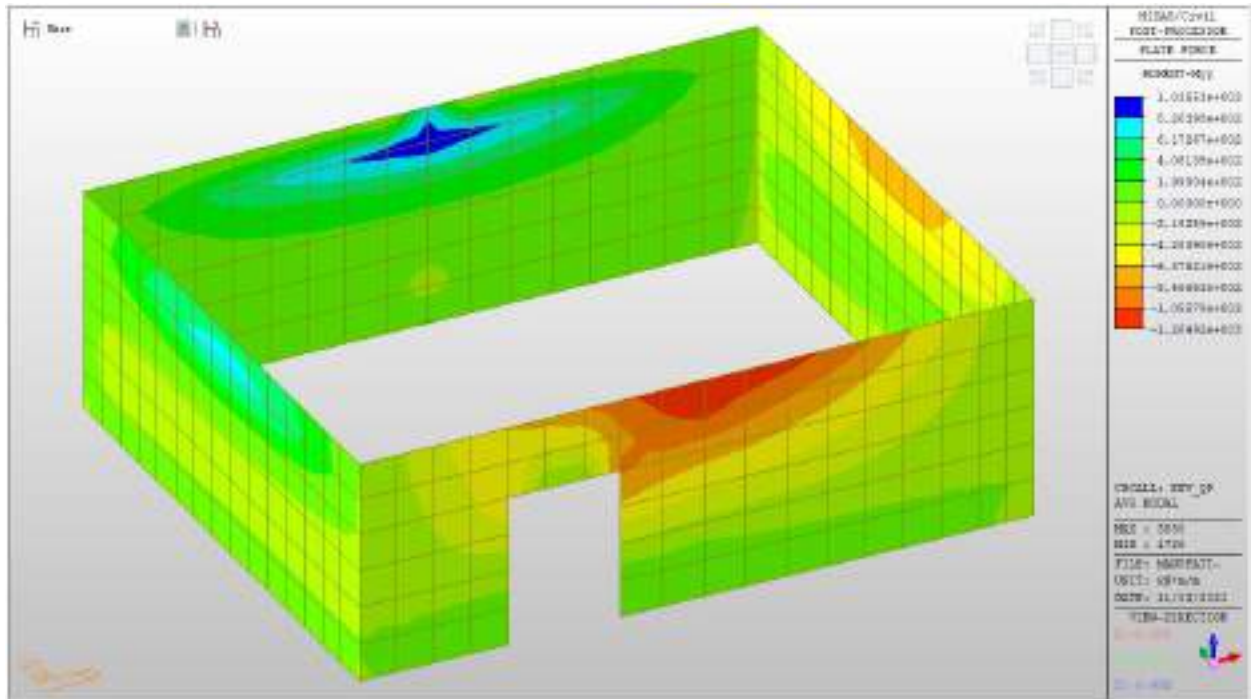
MX max, QP= +178kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

MY min, QP= -520kNm/m



MYX max, QP= +408kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

MYX min, QP= - 640kNm/m



## Verifiche

Si riportano di seguito le verifiche effettuate. La sezione risulta essere armata con  $7\phi 24$  al lembo superiore e  $7\phi 24$  al lembo inferiore in entrambe le direzioni.

Nelle zone di raffittimento la sezione risulta essere armata con  $7+7\phi 24$  al lembo superiore e  $7+7\phi 24$  al lembo inferiore in entrambe le direzioni, su due livelli.

### Verifica momento orizzontale MXX (armatura media sull’intera area)

#### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	100.0	cm



**ACEA ENGINEERING LABORATORIES RESEARCH INNOVATION SPA**

Barre inferiori:	7Ø24	(31.7 cm <sup>2</sup> )
Barre superiori:	7Ø24	(31.7 cm <sup>2</sup> )
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	5.0	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	5.0	cm

**ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
VY	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale
MT	Momento torcente [kN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0.00	70.00	0.00	0.00
2	0.00	-800.00	0.00	0.00

**COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx	Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	178.00
2	0.00	-520.00

**COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx	Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
---------	---	----

1	0.00	178.00 (635.94)
2	0.00	-520.00 (-635.94)

**COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)	
Mx	Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione	

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	178.00 (635.94)
2	0.00	-520.00 (-635.94)

**RISULTATI DEL CALCOLO**

**Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate**

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	3.8 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	12.6 cm

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE**

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico
N ult	Sforzo normale ultimo [kN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx ult	Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult, Mx ult) e (N, Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta $\geq 1.000$
Yneutro	Ordinata [cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X, Y, O sez.
Mx sn.	Momento flettente allo snervamento [kNm]
x/d	Rapp. di duttilità a rottura solo se N = 0 (travi)
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]

**ACEA ENGINEERING LABORATORIES RESEARCH INNOVATION SPA**

N°Comb	Ver	N	Mx	N ult	Mx ult	Mis.Sic.	Yn	M sn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	0.00	70.00	0.27	1138.19	16.260	94.1	1094.71	0.06	0.70	31.7 (17.0)
2	S	0.00	-800.00	0.27	-1138.19	1.423	5.9	-1094.71	0.06	0.70	31.7 (17.0)

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO**

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	-0.02190	100.0	0.00054	95.0	-0.05281	5.0
2	0.00350	-0.02190	0.0	0.00054	5.0	-0.05281	95.0

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max	Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa]
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sc min	Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa]
Yc min	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [Mpa]
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Dw Eff.	Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff.	Area di congl. [cm²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)

**ACEA ENGINEERING LABORATORIES RESEARCH INNOVATION SPA**

As eff. Area Barre tese di acciaio [cm<sup>2</sup>] ricadente nell’area efficace(verifica fess.)  
 D barre Distanza media in cm tra le barre tese efficaci utilizzata nel calcolo di fessurazione  
 (se Dbarre >14Ø viene posto Dbarre=14Ø nel calcolo di fess. [B.6.6.3 Circ. 252/96])

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	1.34	100.0	0.00	77.2	-63.8	95.0	21.8	2180	31.7	15.0
2	S	3.92	0.0	0.00	22.8	-186.5	5.0	21.8	2180	31.7	15.0

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE**

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
 Sclmax Massima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [Mpa]  
 Sclmin Minima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [Mpa]  
 Sc Eff Tensione al limite dello spessore teso efficace nello STATO I [Mpa]  
 K3 Coeff. di normativa = 0,25 (Sclmin + ScEff)/(2 Sclmin)  
 Beta12 Prodotto dei Coeff. di aderenza Beta1\*Beta2  
 Psi = 1-Beta12\*(Ssr/Ss)<sup>2</sup> = 1-Beta12\*(fctm/Sclmin)<sup>2</sup> = 1-Beta12\*(Mfess/M)<sup>2</sup> [B.6.6 DM96]  
 e sm Deformazione unitaria media tra le fessure . Tra parentesi il valore minimo = 0.4 Ss/Es  
 srm Distanza media in mm tra le fessure  
 wk Apertura delle fessure in mm = 1,7\*Eps\*Sm. Tra parentesi è indicato il valore limite.  
 M fess. Momento di prima fessurazione [kNm]

N°Comb	Ver	Sclmax	Sclmin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	0.87	-0.87	-4.9	0.196	1.00	0.400	0.000128 (0.000128)	235	0.051	635.94
2	S	2.53	-2.53	-14.3	0.196	1.00	0.400	0.000373 (0.000373)	235	0.149	-635.94

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	1.34	100.0	0.00	77.2	-63.8	95.0	21.8	2180	31.7	15.0
2	S	3.92	0.0	0.00	22.8	-186.5	5.0	21.8	2180	31.7	15.0

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE**

**ACEA ENGINEERING LABORATORIES RESEARCH INNOVATION SPA**

N°Comb	Ver	ScImax	ScImin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	0.87	-0.87	-4.9	0.196	0.50	0.400	0.000128 (0.000128)	235	0.051 (0.30)	635.94
2	S	2.53	-2.53	-14.3	0.196	0.50	0.400	0.000373 (0.000373)	235	0.149 (0.30)	-635.94

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	1.34	100.0	0.00	77.2	-63.8	95.0	21.8	2180	31.7	15.0
2	S	3.92	0.0	0.00	22.8	-186.5	5.0	21.8	2180	31.7	15.0

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE**

N°Comb	Ver	ScImax	ScImin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	0.87	-0.87	-4.9	0.196	0.50	0.400	0.000128 (0.000128)	235	0.051 (0.20)	635.94
2	S	2.53	-2.53	-14.3	0.196	0.50	0.400	0.000373 (0.000373)	235	0.149 (0.20)	-635.94

**Verifica momento orizzontale MXX (armatura zone di raffittimento)**

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE**

Base:	100.0	cm
Altezza:	100.0	cm
Barre inferiori:	14Ø24	(63.3 cm <sup>2</sup> )
Barre superiori:	14Ø24	(63.3 cm <sup>2</sup> )
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	10.0	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	10.0	cm

**ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
VY	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale
MT	Momento torcente [kN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0.00	405.00	0.00	0.00
2	0.00	-1192.00	0.00	0.00
3	0.00	1520.00	0.00	0.00
4	0.00	-1850.00	0.00	0.00

**RISULTATI DEL CALCOLO**

**Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate**

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	8.8 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	3.8 cm

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE**

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico
N ult	Sforzo normale ultimo [kN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx ult	Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult, Mx ult) e (N, Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta $\geq 1.000$
Yneutro	Ordinata [cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X,Y,O sez.
Mx sn.	Momento flettente allo snervamento [kNm]
x/d	Rapp. di duttilità a rottura solo se N = 0 (travi)
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	N ult	Mx ult	Mis.Sic.	Yn	M sn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	0.00	405.00	0.00	2074.10	5.121	88.2	1994.87	0.13	0.70	63.3 (16.1)
2	S	0.00	-1192.00	0.00	-2074.10	1.740	11.8	-1994.87	0.13	0.70	63.3 (16.1)
3	S	0.00	1520.00	0.00	2074.10	1.365	88.2	1994.87	0.13	0.70	63.3 (16.1)
4	S	0.00	-1850.00	0.00	-2074.10	1.121	11.8	-1994.87	0.13	0.70	63.3 (16.1)

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO**

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	-0.00920	100.0	0.00054	90.0	-0.02317	10.0
2	0.00350	-0.00920	0.0	0.00054	10.0	-0.02317	90.0
3	0.00350	-0.00920	100.0	0.00054	90.0	-0.02317	10.0
4	0.00350	-0.00920	0.0	0.00054	10.0	-0.02317	90.0

**Verifica momento verticale MYY (armatura media sull'intera area)**

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE**

Base:	100.0	cm
Altezza:	100.0	cm
Barre inferiori:	7Ø24	(31.7 cm²)
Barre superiori:	7Ø24	(31.7 cm²)

**ACEA ENGINEERING LABORATORIES RESEARCH INNOVATION SPA**

Coprif.Inf.(dal baric. barre):           5.0    cm  
Coprif.Sup.(dal baric. barre):           5.0    cm

**ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N    Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)  
Mx   Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione  
  con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione  
Vy    Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale  
MT    Momento torcente [kN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0.00	778.00	0.00	0.00
2	0.00	-1094.00	0.00	0.00

**COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N    Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
Mx   Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)  
  con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	408.00
2	0.00	-640.00

**COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N    Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
Mx   Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)  
  con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	410.00 (635.94)



**ACEA ENGINEERING LABORATORIES RESEARCH INNOVATION SPA**

2                      0.00    -640.00 (-635.94)

**COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N                      Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
Mx                      Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	408.00 (635.94)
2	0.00	-640.00 (-635.94)

**RISULTATI DEL CALCOLO**

**Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate**

Copriferro netto minimo barre longitudinali:            3.8    cm  
Interferro netto minimo barre longitudinali:            12.6    cm

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE**

Ver                      S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
N                      Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)  
Mx                      Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico  
N ult                      Sforzo normale ultimo [kN] nella sezione (positivo se di compress.)  
Mx ult                      Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico  
Mis.Sic.                      Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult, Mx ult) e (N, Mx)  
Verifica positiva se tale rapporto risulta  $\geq 1.000$   
Yneutro                      Ordinata [cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X,Y,O sez.  
Mx sn.                      Momento flettente allo snervamento [kNm]  
x/d                      Rapp. di duttilità a rottura solo se N = 0 (travi)  
C.Rid.                      Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	N ult	Mx ult	Mis.Sic.	Yn	M sn	x/d	C.Rid.	As Tesa
--------	-----	---	----	-------	--------	----------	----	------	-----	--------	---------

**ACEA ENGINEERING LABORATORIES RESEARCH INNOVATION SPA**

1	S	0.00	778.00	0.27	1138.19	1.463	94.1	1094.71	0.06	0.70	31.7 (17.0)
2	S	0.00	-1094.00	0.27	-1138.19	1.040	5.9	-1094.71	0.06	0.70	31.7 (17.0)

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO**

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	-0.02190	100.0	0.00054	95.0	-0.05281	5.0
2	0.00350	-0.02190	0.0	0.00054	5.0	-0.05281	95.0

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max	Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa]
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sc min	Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa]
Yc min	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [Mpa]
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Dw Eff.	Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff.	Area di congl. [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
As eff.	Area Barre tese di acciaio [cm <sup>2</sup> ] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
D barre	Distanza media in cm tra le barre tese efficaci utilizzata nel calcolo di fessurazione (se Dbarre >14Ø viene posto Dbarre=14Ø nel calcolo di fess. [B.6.6.3 Circ. 252/96])

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	3.07	100.0	0.00	77.2	-146.3	95.0	21.8	2180	31.7	15.0
2	S	4.82	0.0	0.00	22.8	-229.5	5.0	21.8	2180	31.7	15.0

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE**

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
ScI max	Massima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [Mpa]
ScI min	Minima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [Mpa]
K3	=0,125 per flessione; = 0,25 (ScI min + ScI max)/(2 ScI min) per trazione eccentrica
Beta12	Prodotto dei Coeff. di aderenza Beta1*Beta2
Psi	= 1-Beta12*(Ssr/Ss) <sup>2</sup> = 1-Beta12*(fctm/ScI min) <sup>2</sup> = 1-Beta12*(Mfess/M) <sup>2</sup> [B.6.6 DM96]
e sm	Deformazione unitaria media tra le fessure . Tra parentesi il valore minimo = 0.4 Ss/Es
srm	Distanza media in mm tra le fessure
wk	Apertura delle fessure in mm = 1,7*Eps*Srm. Tra parentesi è indicato il valore limite.
M fess.	Momento di prima fessurazione [kNm]

N°Comb	Ver	ScI max	ScI min	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	1.99	-1.99	---	0.125	1.00	0.400	0.000293 (0.000293)	189	0.094	635.94
2	S	3.12	-3.12	---	0.125	1.00	0.400	0.000459 (0.000459)	189	0.147	-635.94

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	3.09	100.0	0.00	77.2	-147.0	95.0	21.8	2180	31.7	15.0
2	S	4.82	0.0	0.00	22.8	-229.5	5.0	21.8	2180	31.7	15.0

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE**

N°Comb	Ver	ScI max	ScI min	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
--------	-----	---------	---------	--------	----	--------	-----	------	-----	----	---------

**ACEA ENGINEERING LABORATORIES RESEARCH INNOVATION SPA**

1	S	2.00	-2.00	---	0.125	0.50	0.400	0.000294 (0.000294)	189	0.094 (0.30)	635.94
2	S	3.12	-3.12	---	0.125	0.50	0.506	0.000581 (0.000459)	189	0.186 (0.30)	-635.94

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	3.07	100.0	0.00	77.2	-146.3	95.0	21.8	2180	31.7	15.0
2	S	4.82	0.0	0.00	22.8	-229.5	5.0	21.8	2180	31.7	15.0

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE**

N°Comb	Ver	Sclmax	Sclmin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	1.99	-1.99	---	0.125	0.50	0.400	0.000293 (0.000293)	189	0.094 (0.20)	635.94
2	S	3.12	-3.12	---	0.125	0.50	0.506	0.000581 (0.000459)	189	0.186 (0.20)	-635.94

**Verifica momento verticale MYY (armatura zone di raffittimento)**

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE**

Base:	100.0	cm
Altezza:	100.0	cm
Barre inferiori:	14Ø24	(63.3 cm <sup>2</sup> )
Barre superiori:	14Ø24	(63.3 cm <sup>2</sup> )
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	10.0	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	10.0	cm

**ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione

VY                      Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale  
 MT                      Momento torcente [kN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0.00	405.00	0.00	0.00
2	0.00	-1192.00	0.00	0.00
3	0.00	1520.00	0.00	0.00
4	0.00	-1850.00	0.00	0.00

**RISULTATI DEL CALCOLO**
**Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate**

Copriferro netto minimo barre longitudinali:      8.8 cm  
 Interferro netto minimo barre longitudinali:      3.8 cm

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE**

Ver                      S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
 N                        Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)  
 Mx                      Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico  
 N ult                    Sforzo normale ultimo [kN] nella sezione (positivo se di compress.)  
 Mx ult                   Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico  
 Mis.Sic.                Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult, Mx ult) e (N, Mx)  
                               Verifica positiva se tale rapporto risulta  $\geq 1.000$   
 Yneutro                Ordinata [cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X,Y,O sez.  
 Mx sn.                   Momento flettente allo snervamento [kNm]  
 x/d                      Rapp. di duttilità a rottura solo se N = 0 (travi)  
 C.Rid.                   Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	N ult	Mx ult	Mis.Sic.	Yn	M sn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	0.00	405.00	0.00	2074.10	5.121	88.2	1994.87	0.13	0.70	63.3 (16.1)
2	S	0.00	-1192.00	0.00	-2074.10	1.740	11.8	-1994.87	0.13	0.70	63.3 (16.1)
3	S	0.00	1520.00	0.00	2074.10	1.365	88.2	1994.87	0.13	0.70	63.3 (16.1)

4 S 0.00 -1850.00 0.00 -2074.10 1.121 11.8 -1994.87 0.13 0.70 63.3 (16.1)

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO**

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

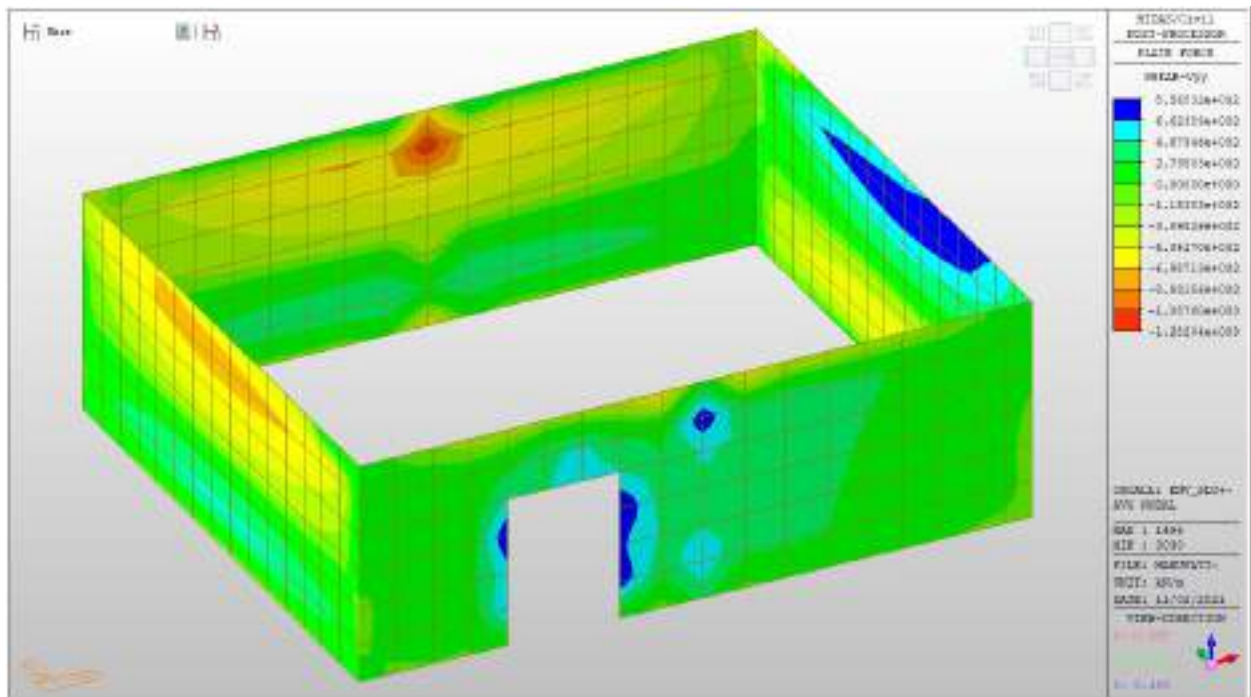
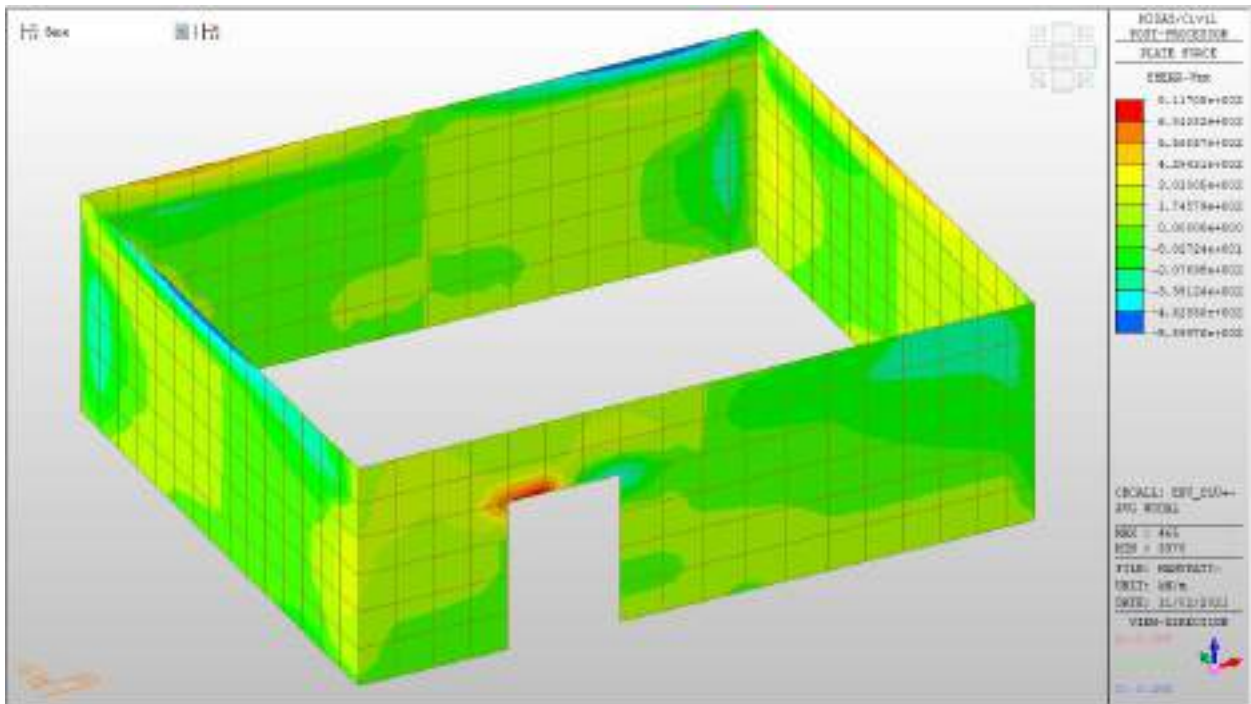
N°Comb	ec max	ec 3/7	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	-0.00920	100.0	0.00054	90.0	-0.02317	10.0
2	0.00350	-0.00920	0.0	0.00054	10.0	-0.02317	90.0
3	0.00350	-0.00920	100.0	0.00054	90.0	-0.02317	10.0
4	0.00350	-0.00920	0.0	0.00054	10.0	-0.02317	90.0

Nei confronti delle azioni di taglio, si dispongono nelle zone di incastro con gli orizzontamenti, dove si hanno sollecitazioni maggiori, spilli  $\phi 10/200 \times 200$ .

Di seguito la verifica per la sollecitazione massima di taglio:

Taglio massimo

V MAX, SLV-SLU= 1282 kN/m



**Verifica a taglio (SLU)**

$V_{ed} =$	<b>1282</b>	kN	Taglio agente verticale
$H =$	<b>1000</b>	mm	altezza sezione di calcolo
$B_c =$	1000	mm	larghezza sezione di calcolo
CLS =	C32/40	-	classe del calcestruzzo
$f_{ck} =$	30.7	N/mm <sup>2</sup>	resistenza caratteristica a compressione
$f_{cd} =$	17.4	N/mm <sup>2</sup>	resistenza di progetto a compressione
$c =$	50	mm	copriferro
$b_{st} =$	<b>5</b>	-	braccia delle staffe
$\Phi_{st} =$	<b>10</b>	mm	diametro staffe
$s =$	<b>200</b>	mm	passo staffe
$A_{st} =$	393	mm <sup>2</sup>	area staffe
$d =$	950	mm	altezza utile sezione
$\rho_l =$	0.00000	-	rapporto geometrico armatura longitudinale

**verifica sezione con armatura:**

$\alpha =$	90	°	angolo di inclinazione delle staffe
$\theta =$	22	°	inclinazione delle bielle compresse di cls
$f'_{cd} =$	8.7	N/mm <sup>2</sup>	resistenza a compressione ridotta del cls d'anima
$\alpha_c =$	1.000	-	coefficiente maggiorativo per compressione
$f_{yd} =$	391.3	N/mm <sup>2</sup>	resistenza a snervamento dell'acciaio
$V_{Rsd} =$	<b>1625.9</b>	<b>kN</b>	<b>taglio resistente relativo alle armature tese</b>
$V_{Rcd} =$	<b>2584.0</b>	<b>kN</b>	<b>taglio resistente relativo alle bielle compresse</b>
$V_{Rd} =$	<b>1625.9</b>	<b>kN</b>	<b>ok!</b>

**C.S. ( $V_{Rd}/V_{ed,v}$ ) = 1.27**



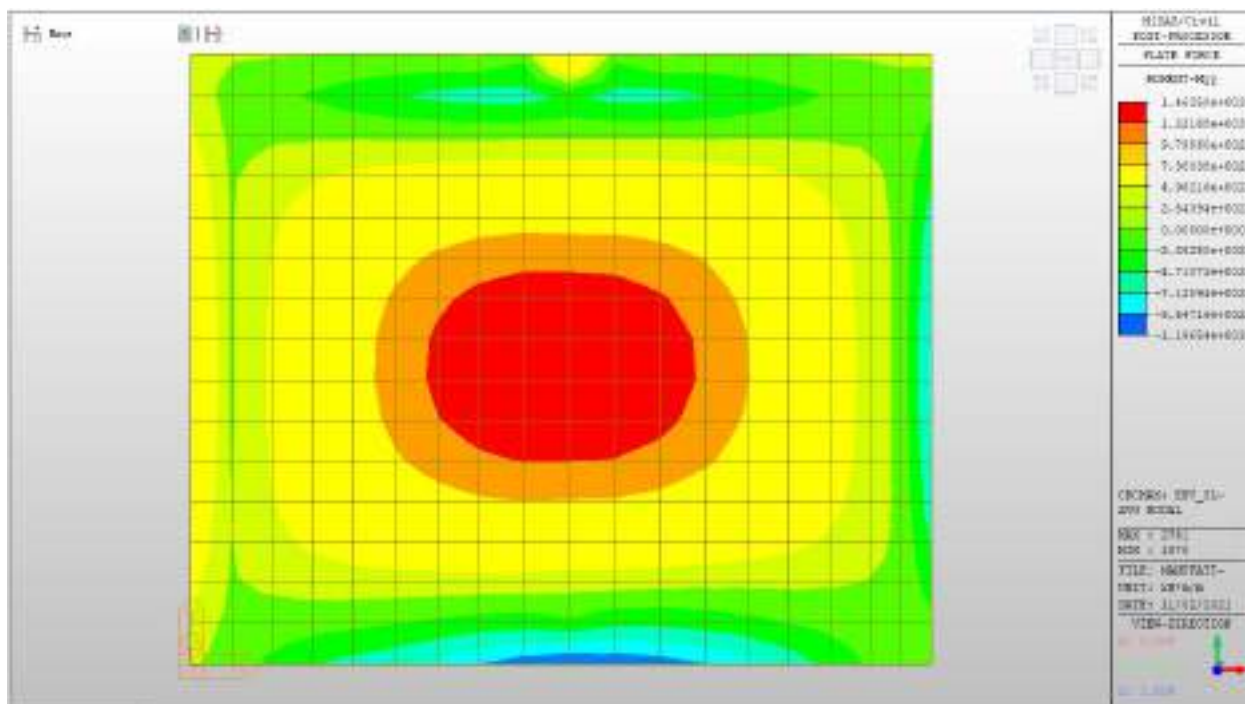
**Solaio a quota p.c.**

**Solaio a quota p.c. – Mappe sollecitazioni SLU - SLV**

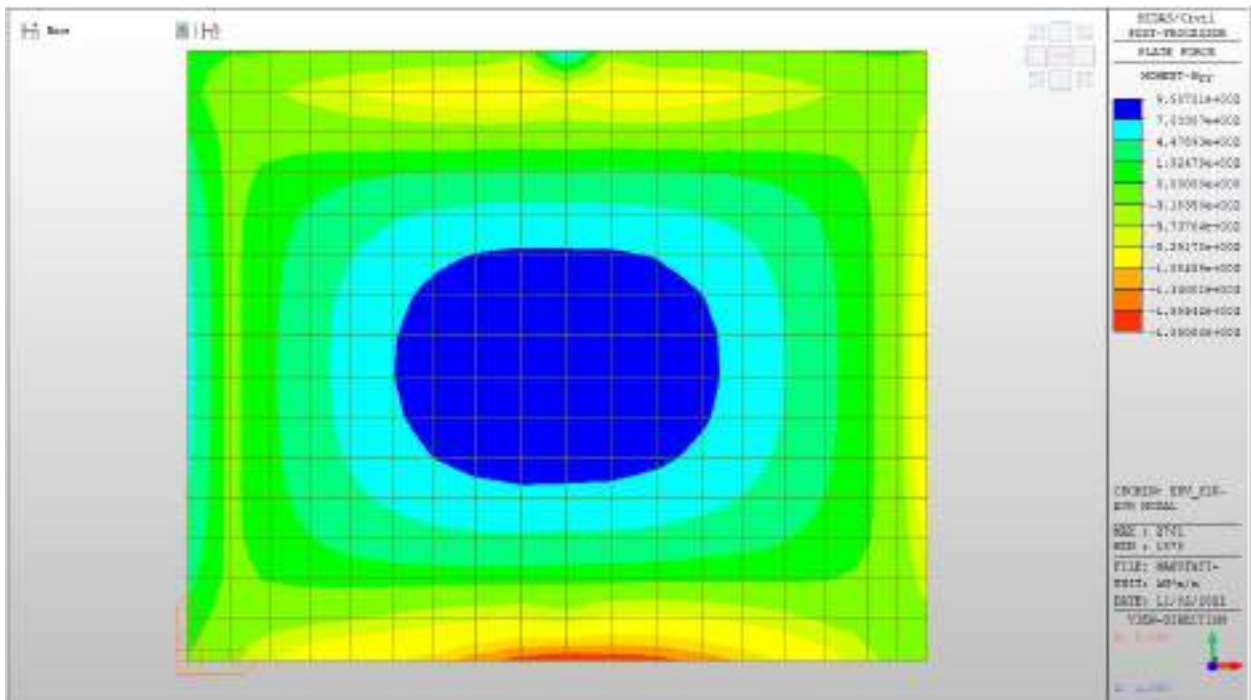
Si riportano di seguito gli involuipi delle mappe delle sollecitazioni per le combinazioni allo stato limite ultimo (sismiche e statiche) e di esercizio per solaio posto a quota piano campagna.

Momento verticale

MYX max, SLV-SLU = +1463 kNm/m

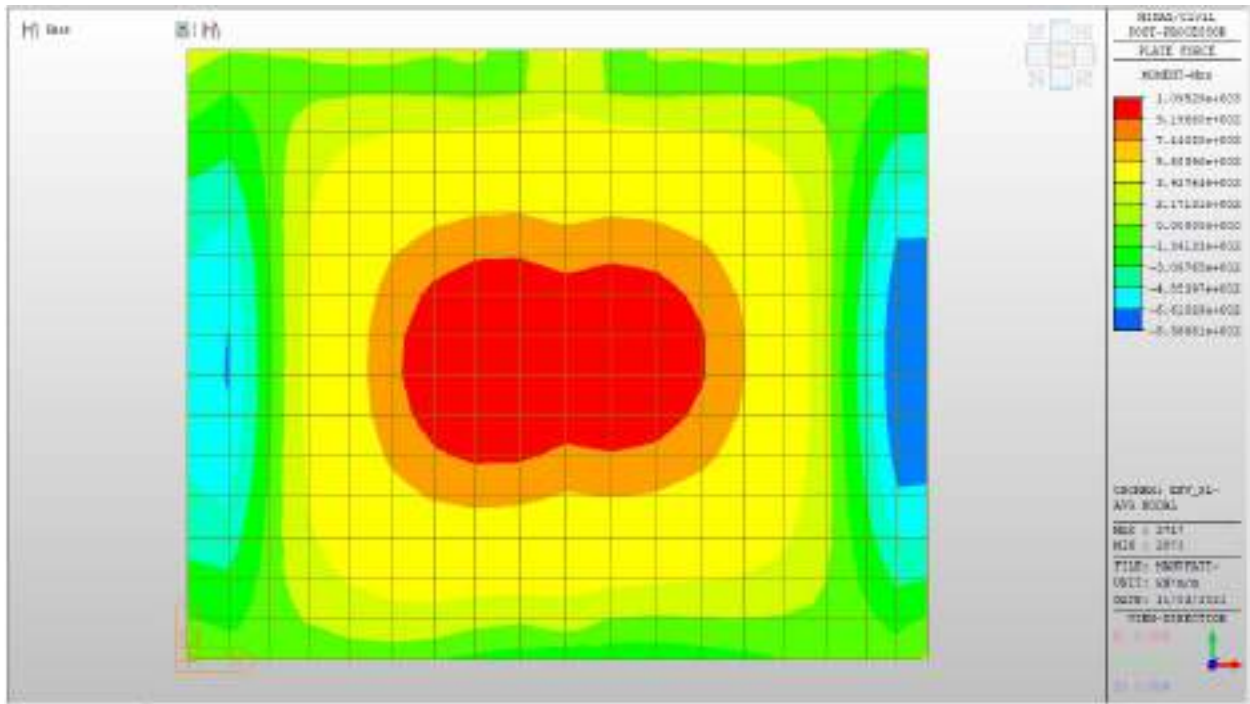


MYX min, SLV-SLU = -1850 kNm/m

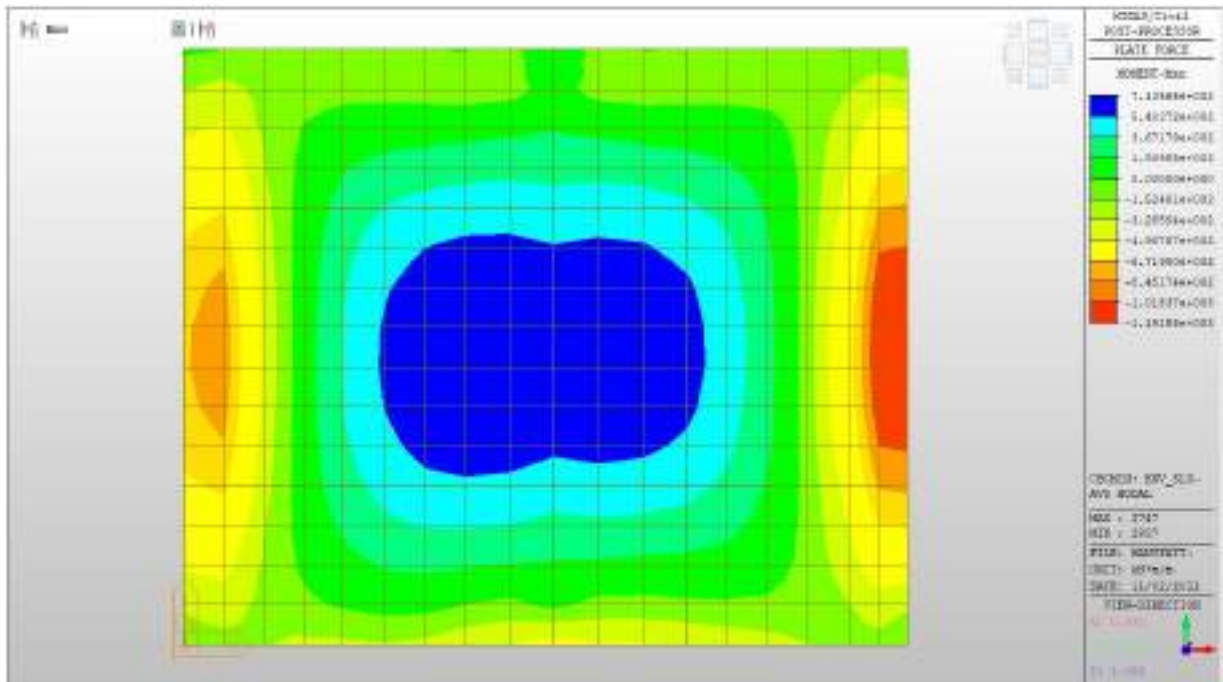


Momento orizzontale

MXX max, SLV-SLU= +1095 kNm/m



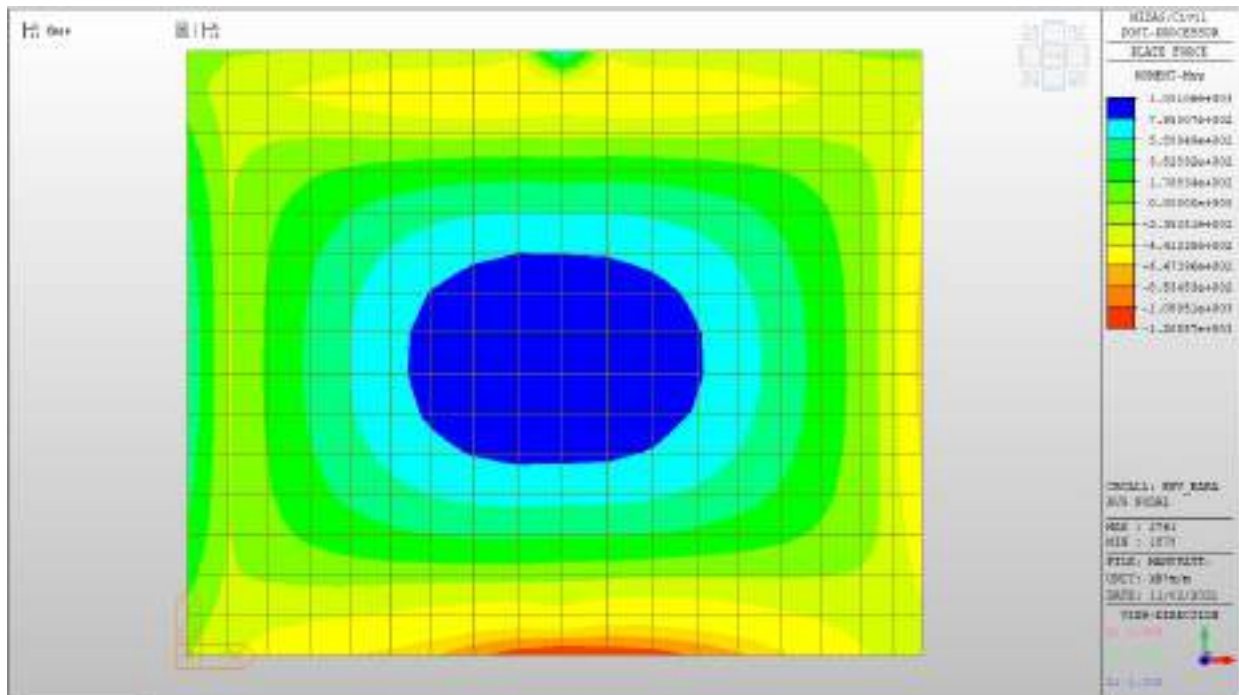
MXX min, SLV-SLU= -1192kNm/m



**Solaio a quota p.c. – Mappe sollecitazioni SLE - RARA**

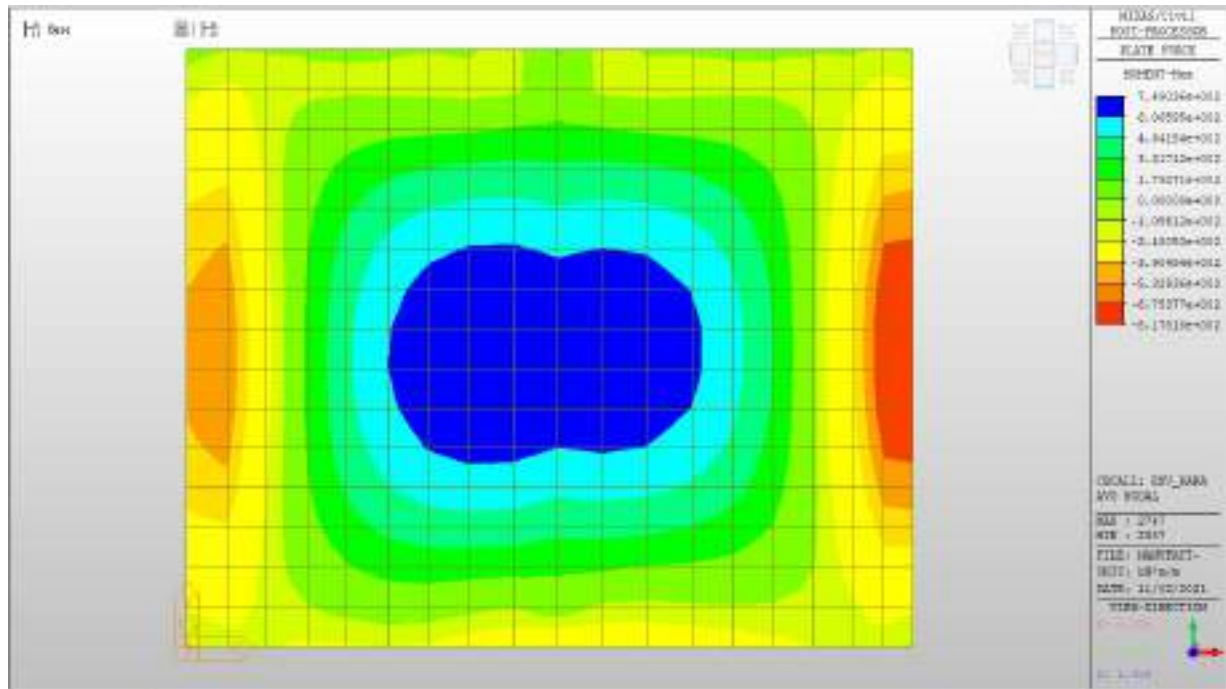
MYX max, RARA= +1000 kNm/m

MYX min, RARA= -1265 kNm/m



MXX max, RARA= +750 kNm/m

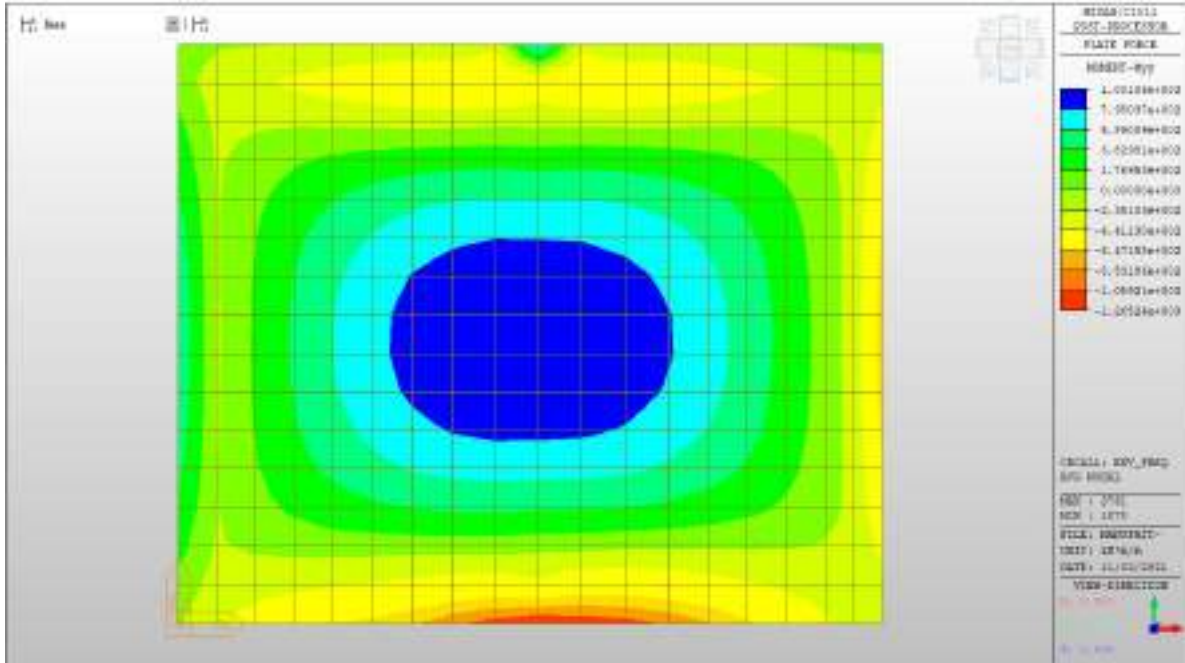
MXX min, RARA= -818 kNm/m



**Solaio a quota p.c. – Mappe sollecitazioni SLE - Frequente**

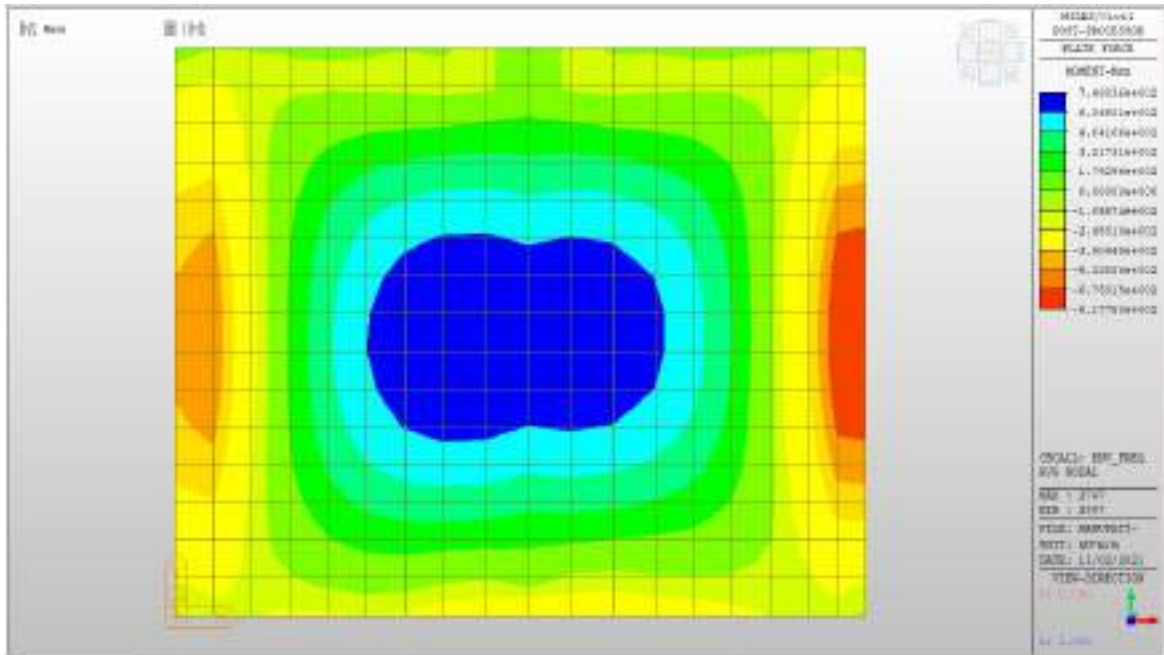
MYY max, Frequente= +1000 kNm/m

MYY min, Frequente= -1265 kNm/m



MXX max, Frequente= +750kNm/m

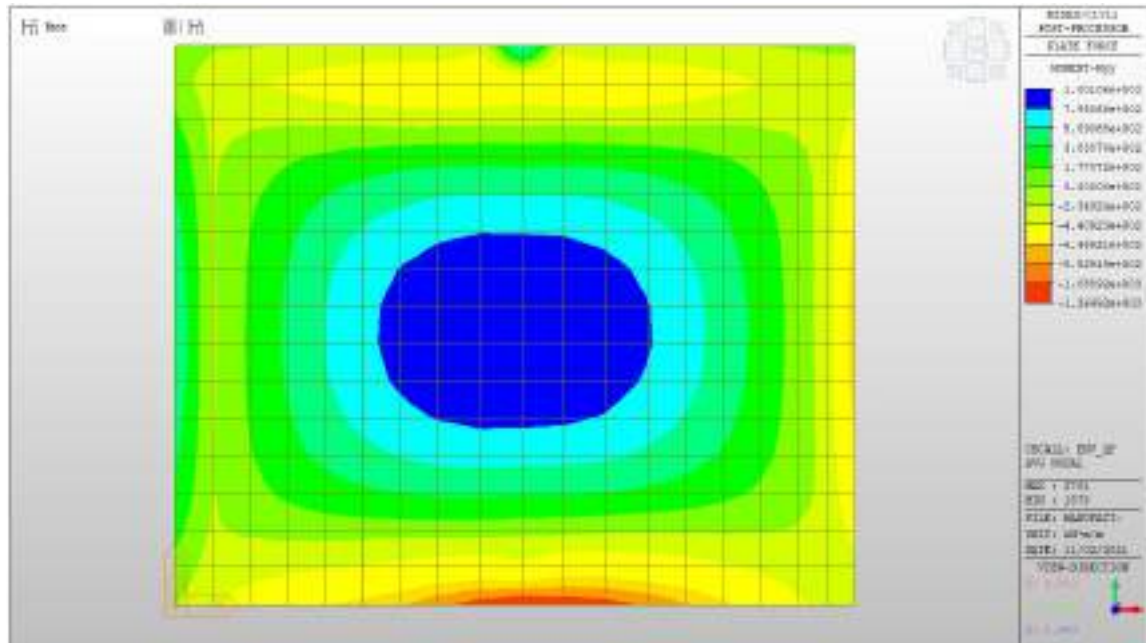
MXX min, Frequente= - 818kNm/m



**Solaio a quota p.c. – Mappe sollecitazioni SLE – Quasi permanente**

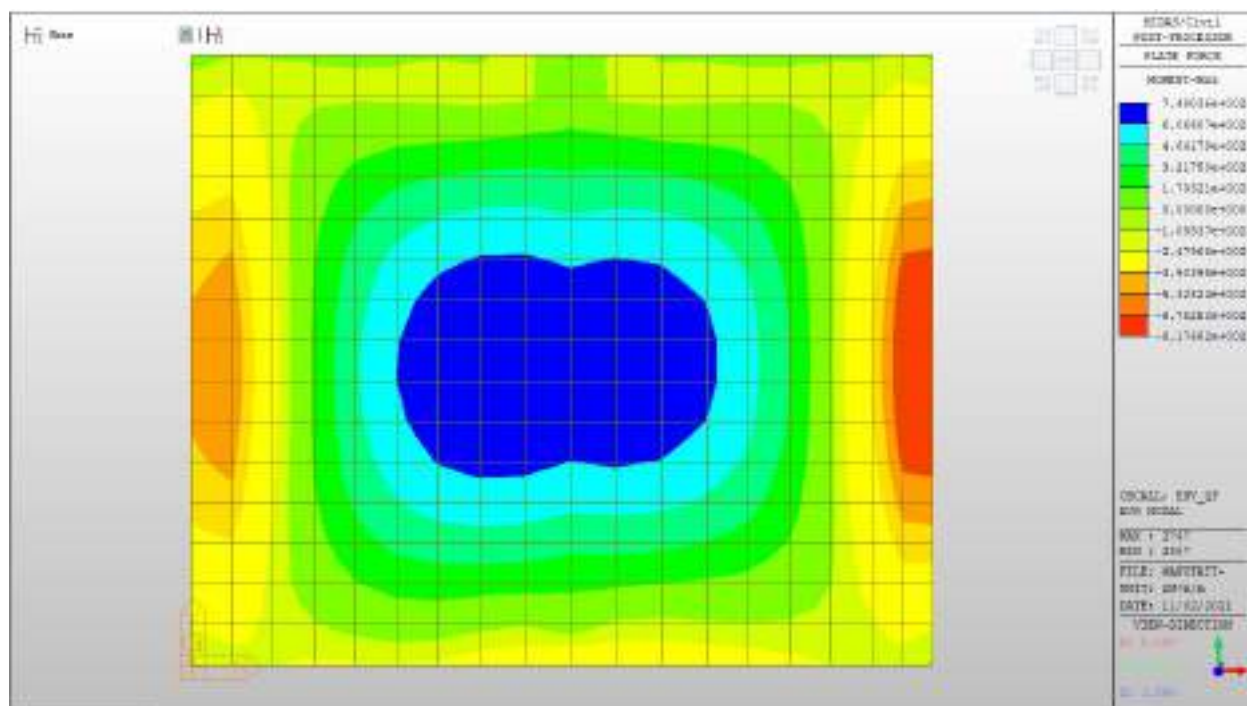
MYX max, QP= +1000kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

MYX min, QP= - 1265kNm/m



MXX max, QP= +750kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

MXX min, QP= -818kNm/m



## Verifiche

Si riportano di seguito le verifiche effettuate. La sezione risulta essere armata con 7+7 $\phi$ 24 al lembo superiore e 7+7 $\phi$ 24 al lembo inferiore in entrambe le direzioni, su due livelli.

### Verifica momento verticale MYY

#### CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale  
Classe Conglomerato: C32/40



**ACEA ENGINEERING LABORATORIES RESEARCH INNOVATION SPA**

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	100.0
3	50.0	100.0
4	50.0	0.0

**DATI BARRE ISOLATE**

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-46.0	4.0	24
2	-46.0	96.0	24
3	46.0	96.0	24
4	46.0	4.0	24
5	46.0	10.0	24
6	46.0	90.0	24
7	-46.0	10.0	24
8	-46.0	90.0	24

**DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE**

N°Gen.	Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
N°Barra Ini.	Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione
N°Barra Fin.	Numero della barra finale cui si riferisce la generazione
N°Barre	Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione
Ø	Diametro in mm delle barre della generazione

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	4	5	24
2	7	5	5	24
3	8	6	5	24
4	2	3	5	24

**ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)
Mx	Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
My	Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
Vy	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y
Vx	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	1463.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	-1850.00	0.00	0.00	0.00

**COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	1000.00	0.00
2	0.00	-1265.00	0.00

**COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

**ACEA ENGINEERING LABORATORIES RESEARCH INNOVATION SPA**

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	1000.00 (735.54)	0.00 (0.00)
2	0.00	-1265.00 (-735.54)	0.00 (0.00)

**COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)		
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione		
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione		

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	1000.00 (735.54)	0.00 (0.00)
2	0.00	-1265.00 (-735.54)	0.00 (0.00)

**RISULTATI DEL CALCOLO**

**Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate**

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	2.8 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	3.6 cm

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE**

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My	Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N ult	Sforzo normale ultimo [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
Mx ult	Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My ult	Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult,Mx ult,My ult) e (N,Mx,My) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Tesa	Area armature [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa (solo travi). Tra parentesi l'area minima di normativa

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N ult	Mx ult	My ult	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	1463.00	0.00	0.00	2218.13	0.00	1.516	63.3(17.2)
2	S	0.00	-1850.00	0.00	0.00	-2218.13	0.00	1.199	63.3(17.2)

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO**

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	-0.01267	-50.0	100.0	0.00199	-46.0	96.0	-0.03271	-46.0	4.0
2	0.00350	-0.01267	-50.0	0.0	0.00199	-46.0	4.0	-0.03271	-46.0	96.0

**POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA**

a, b, c	Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d	Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless.(travi)
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000377229	-0.034222865	0.097	0.700
2	0.000000000	-0.000377229	0.003500000	0.097	0.700

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE**

**ACEA ENGINEERING LABORATORIES RESEARCH INNOVATION SPA**

Ver	S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max	Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff.	Area di calcestruzzo [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff.	Area barre [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure
D barre	Distanza tra le barre tese [cm] ai fini del calcolo dell'apertura fessure
Beta12	Prodotto dei coeff. di aderenza delle barre Beta1*Beta2

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	5.51	50.0	100.0	-195.3	30.7	4.0	2100	63.3	6.0	1.00
2	S	6.97	-50.0	0.0	-247.1	30.7	96.0	2100	63.3	6.0	1.00

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE**

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	5.51	50.0	100.0	-195.3	30.7	4.0	2100	63.3	6.0	0.50
2	S	6.97	-50.0	0.0	-247.1	30.7	96.0	2100	63.3	6.0	0.50

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]**

	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a $f_{ctm}$
Ver.	Esito della verifica
S1	Massima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione non fessurata
S2	Minima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione fessurata
k2	= 0.4 per barre ad aderenza migliorata
k3	= 0.125 per flessione e presso-flessione; $= (e1 + e2)/(2 \cdot e1)$ per trazione eccentrica
Ø	Diametro [mm] medio delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff
Cf	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
Psi	$= 1 - \text{Beta}12 \cdot (Ssr/Ss)^2 = 1 - \text{Beta}12 \cdot (f_{ctm}/S2)^2 = 1 - \text{Beta}12 \cdot (M_{fess}/M)^2$ [B.6.6 DM96]
e sm	Deformazione unitaria media tra le fessure [4.3.1.7.1.3 DM96]. Il valore limite = $0.4 \cdot Ss/Es$ è tra parentesi
srm	Distanza media tra le fessure [mm]
wk	Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure = $1.7 \cdot e \cdot sm \cdot srm$ . Valore limite tra parentesi

**ACEA ENGINEERING LABORATORIES RESEARCH INNOVATION SPA**

		MX fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]											
		MY fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]											
Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess	
1	S	-4.2	0	0.125	24	28.0	0.729	0.00071 (0.00039)	108	0.131 (0.30)	735.54	0.00	
2	S	-5.3	0	0.125	24	28.0	0.831	0.00103 (0.00049)	108	0.188 (0.30)	-735.54	0.00	

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE**

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	5.51	50.0	100.0	-195.3	30.7	4.0	2100	63.3	6.0	0.50
2	S	6.97	-50.0	0.0	-247.1	30.7	96.0	2100	63.3	6.0	0.50

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]**

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-4.2	0	0.125	24	28.0	0.729	0.00071 (0.00039)	108	0.131 (0.20)	735.54	0.00
2	S	-5.3	0	0.125	24	28.0	0.831	0.00103 (0.00049)	108	0.188 (0.20)	-735.54	0.00

**Verifica momento orizzontale MXX**

**CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO**

Forma del Dominio: Poligonale  
Classe Conglomerato: C32/40

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	100.0
3	50.0	100.0
4	50.0	0.0

**DATI BARRE ISOLATE**

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-46.0	4.0	24
2	-46.0	96.0	24
3	46.0	96.0	24
4	46.0	4.0	24
5	46.0	10.0	24
6	46.0	90.0	24
7	-46.0	10.0	24
8	-46.0	90.0	24

**DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE**

N°Gen.	Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
N°Barra Ini.	Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione
N°Barra Fin.	Numero della barra finale cui si riferisce la generazione
N°Barre	Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione
Ø	Diametro in mm delle barre della generazione

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	4	5	24
2	7	5	5	24
3	8	6	5	24
4	2	3	5	24

**ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)
Mx	Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
My	Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
Vy	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y
Vx	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	1095.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	-1192.00	0.00	0.00	0.00

**COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	756.00	0.00
2	0.00	-818.00	0.00

**COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	750.00 (735.54)	0.00 (0.00)
2	0.00	-818.00 (-735.54)	0.00 (0.00)

**COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)



con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	750.00 (735.54)	0.00 (0.00)
2	0.00	-818.00 (-735.54)	0.00 (0.00)

### RISULTATI DEL CALCOLO

#### Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	2.8 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	3.6 cm

#### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My	Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N ult	Sforzo normale ultimo [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
Mx ult	Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My ult	Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult,Mx ult,My ult) e (N,Mx,My) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Tesa	Area armature [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa (solo travi). Tra parentesi l'area minima di normativa

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N ult	Mx ult	My ult	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	1095.00	0.00	0.00	2218.13	0.00	2.026	63.3(17.2)
2	S	0.00	-1192.00	0.00	0.00	-2218.13	0.00	1.861	63.3(17.2)

#### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)

**ACEA ENGINEERING LABORATORIES RESEARCH INNOVATION SPA**

Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	-0.01267	-50.0	100.0	0.00199	-46.0	96.0	-0.03271	-46.0	4.0
2	0.00350	-0.01267	-50.0	0.0	0.00199	-46.0	4.0	-0.03271	-46.0	96.0

**POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA**

a, b, c	Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d	Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless. (travi)
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000377229	-0.034222865	0.097	0.700
2	0.000000000	-0.000377229	0.003500000	0.097	0.700

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE**

Ver	S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max	Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff.	Area di calcestruzzo [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff.	Area barre [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure
D barre	Distanza tra le barre tese [cm] ai fini del calcolo dell'apertura fessure
Beta12	Prodotto dei coeff. di aderenza delle barre $\beta_1 \cdot \beta_2$

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	4.17	50.0	100.0	-147.7	30.7	4.0	2100	63.3	6.0	1.00
2	S	4.51	-50.0	0.0	-159.8	30.7	96.0	2100	63.3	6.0	1.00

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE**

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	4.13	50.0	100.0	-146.5	30.7	4.0	2100	63.3	6.0	0.50
2	S	4.51	-50.0	0.0	-159.8	30.7	96.0	2100	63.3	6.0	0.50

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]**

La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a  $f_{ctm}$

Ver.	Esito della verifica
S1	Massima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione non fessurata
S2	Minima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione fessurata
k2	= 0.4 per barre ad aderenza migliorata
k3	= 0.125 per flessione e presso-flessione; $= (e1 + e2)/(2 \cdot e1)$ per trazione eccentrica
Ø	Diametro [mm] medio delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff
Cf	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
Psi	$= 1 - \text{Beta}12 \cdot (Ssr/Ss)^2 = 1 - \text{Beta}12 \cdot (f_{ctm}/S2)^2 = 1 - \text{Beta}12 \cdot (M_{fess}/M)^2$ [B.6.6 DM96]
e sm	Deformazione unitaria media tra le fessure [4.3.1.7.1.3 DM96]. Il valore limite = $0.4 \cdot Ss/Es$ è tra parentesi
srm	Distanza media tra le fessure [mm]
wk	Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure = $1.7 \cdot e \cdot srm$ . Valore limite tra parentesi
MX fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
MY fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-3.2	0	0.125	24	28.0	0.519	0.00038 (0.00029)	108	0.070 (0.30)	735.54	0.00
2	S	-3.4	0	0.125	24	28.0	0.596	0.00048 (0.00032)	108	0.087 (0.30)	-735.54	0.00

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE**

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	4.13	50.0	100.0	-146.5	30.7	4.0	2100	63.3	6.0	0.50
2	S	4.51	-50.0	0.0	-159.8	30.7	96.0	2100	63.3	6.0	0.50

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]**

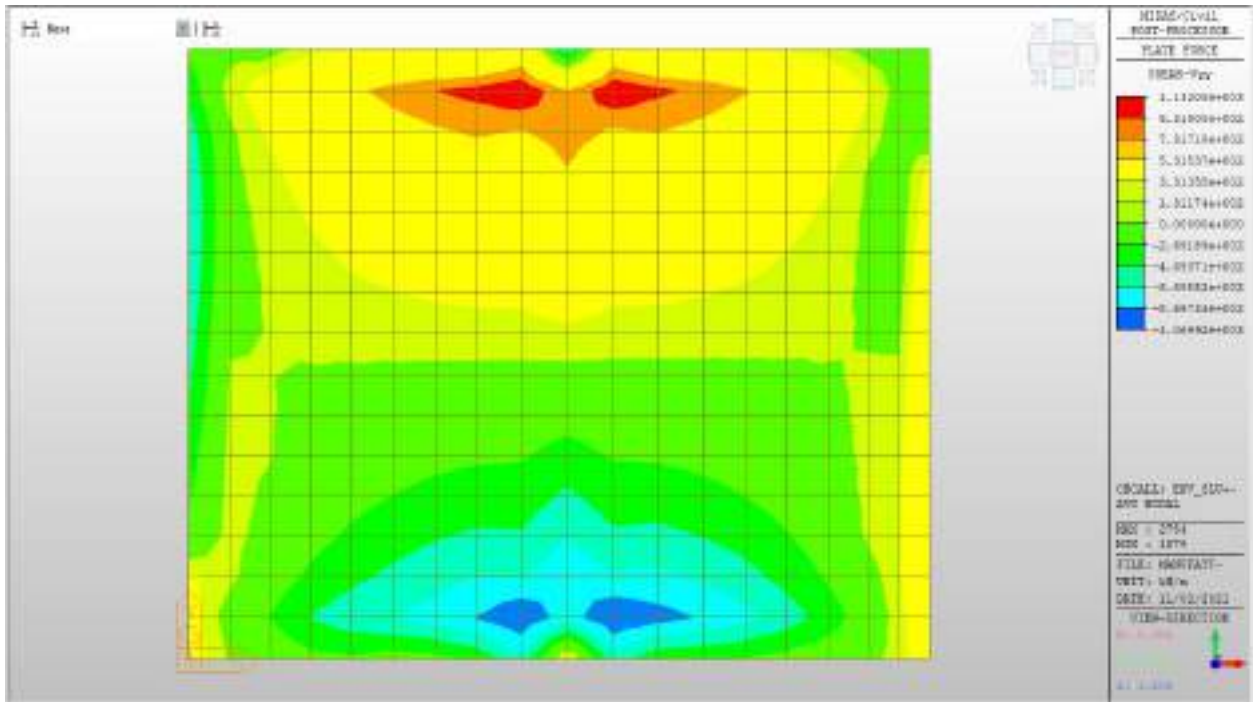
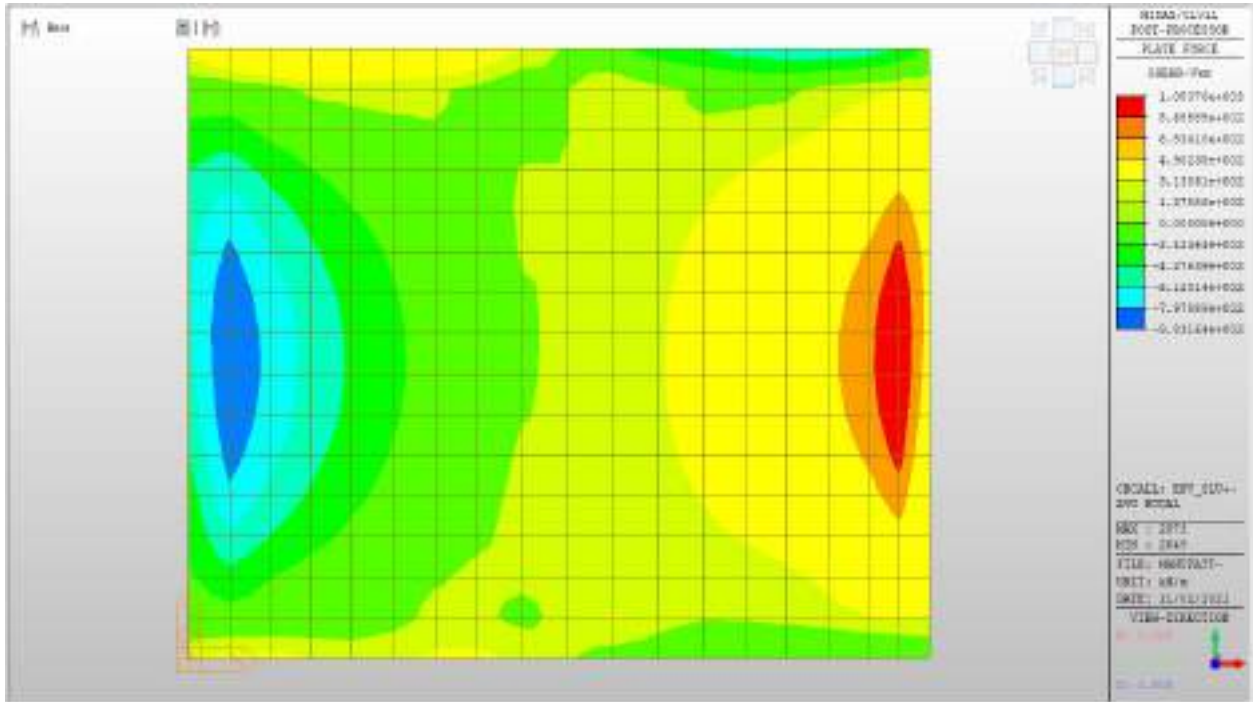
Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-3.2	0	0.125	24	28.0	0.519	0.00038 (0.00029)	108	0.070 (0.20)	735.54	0.00
2	S	-3.4	0	0.125	24	28.0	0.596	0.00048 (0.00032)	108	0.087 (0.20)	-735.54	0.00

Nei confronti delle azioni di taglio si dispongono spilli  $\phi 10/200 \times 200$  nelle zone in corrispondenza dei setti, che risultano più sollecitate.

Di seguito la verifica per la sollecitazione massima di taglio:

**Taglio massimo**

V MAX, SLV-SLU= 1132 kN/m (soll. di verifica armatura zone di raffittimento)



**Verifica a taglio (SLU)**

$V_{ed} =$	<b>1132</b>	kN	Taglio agente verticale
$H =$	<b>1000</b>	mm	altezza sezione di calcolo
$B_c =$	1000	mm	larghezza sezione di calcolo
CLS =	C32/40	-	classe del calcestruzzo
$f_{ck} =$	30.7	N/mm <sup>2</sup>	resistenza caratteristica a compressione
$f_{cd} =$	17.4	N/mm <sup>2</sup>	resistenza di progetto a compressione
$c =$	50	mm	copriferro
$b_{st} =$	<b>5</b>	-	braccia delle staffe
$\Phi_{st} =$	<b>10</b>	mm	diametro staffe
$s =$	<b>200</b>	mm	passo staffe
$A_{st} =$	393	mm <sup>2</sup>	area staffe
$d =$	950	mm	altezza utile sezione
$\rho_l =$	0.00000	-	rapporto geometrico armatura longitudinale

**verifica sezione con armatura:**

$\alpha =$	90	°	angolo di inclinazione delle staffe
$\theta =$	22	°	inclinazione delle bielle compresse di cls
$f'_{cd} =$	8.7	N/mm <sup>2</sup>	resistenza a compressione ridotta del cls d'anima
$\alpha_c =$	1.000	-	coefficiente maggiorativo per compressione
$f_{yd} =$	391.3	N/mm <sup>2</sup>	resistenza a snervamento dell'acciaio
$V_{Rsd} =$	<b>1625.9</b>	<b>kN</b>	<b>taglio resistente relativo alle armature tese</b>
$V_{Rcd} =$	<b>2584.0</b>	<b>kN</b>	<b>taglio resistente relativo alle bielle compresse</b>
$V_{Rd} =$	<b>1625.9</b>	<b>kN</b>	<b>ok!</b>

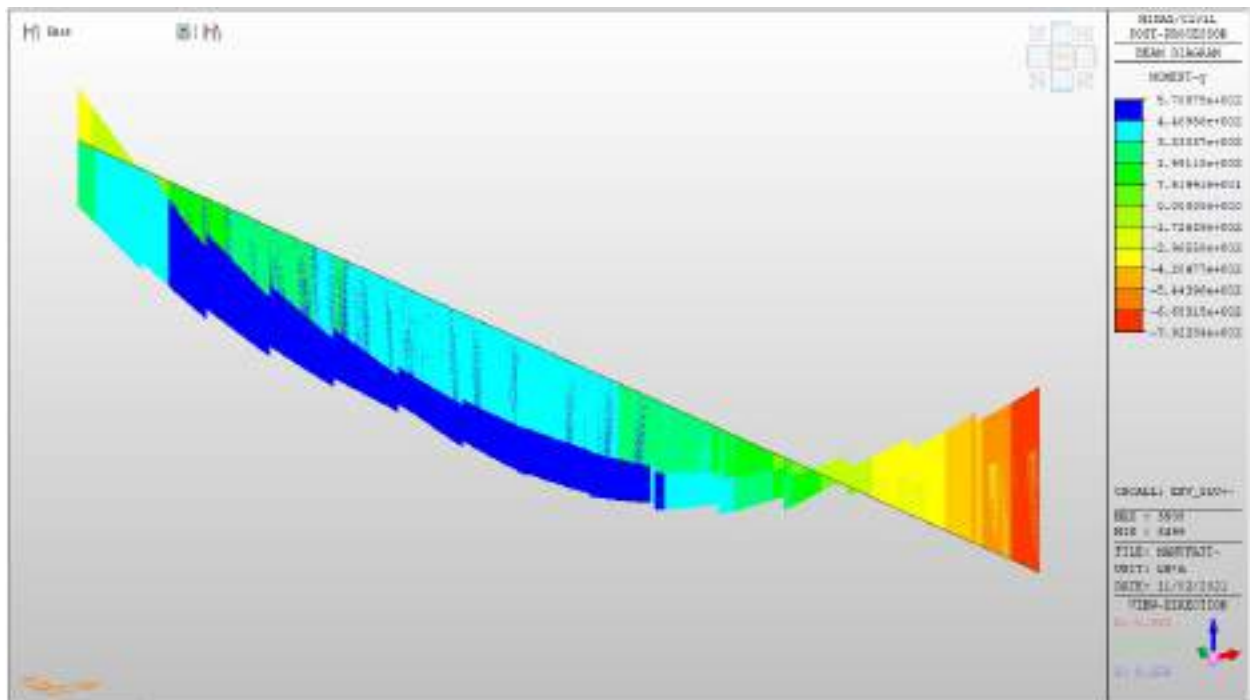
**C.S. ( $V_{Rd}/V_{ed,v}$ ) = 1.44**

**Travi solaio a quota +163.64 m**

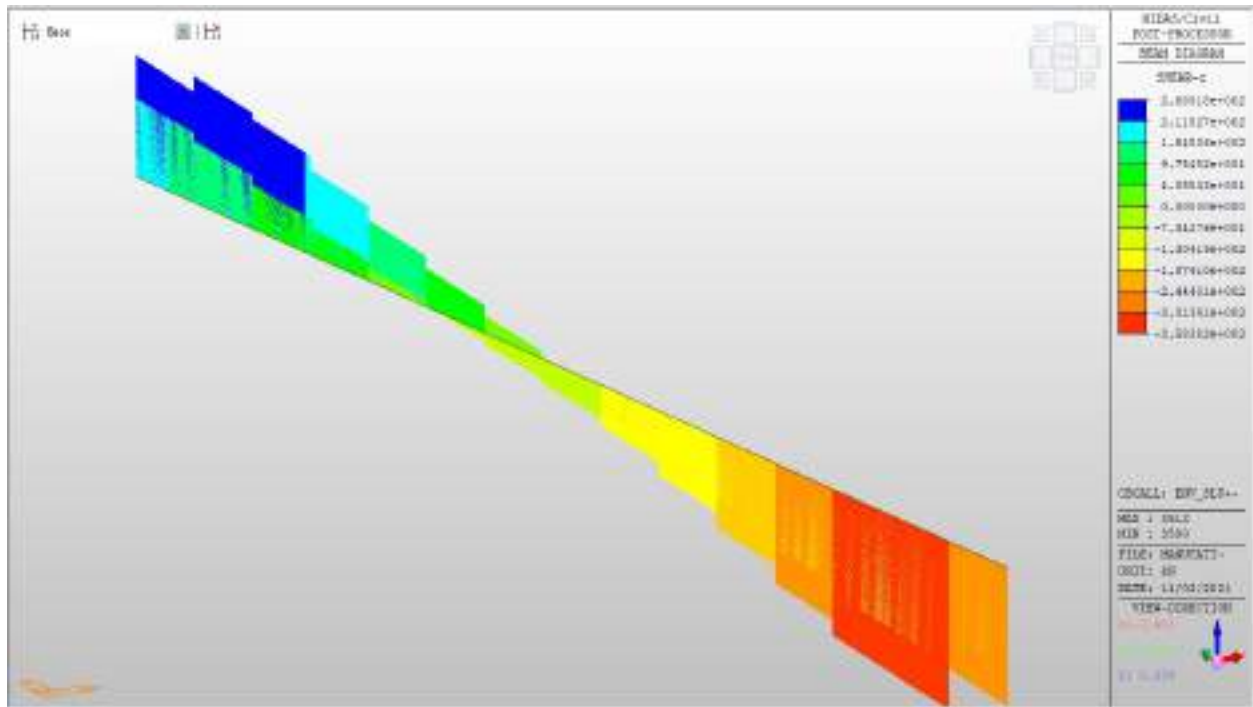
**Travi solaio a quota +163.64 m – Mappe sollecitazioni SLU ed SLV**

Si riportano di seguito gli involuipi delle mappe delle sollecitazioni per le combinazioni allo stato limite ultimo (sismiche e statiche) e di esercizio per le travi emergenti presenti in corrispondenza del solaio posto a quota +163.64m.

Momento MY, SLU+SLV (travi 60x120cm)



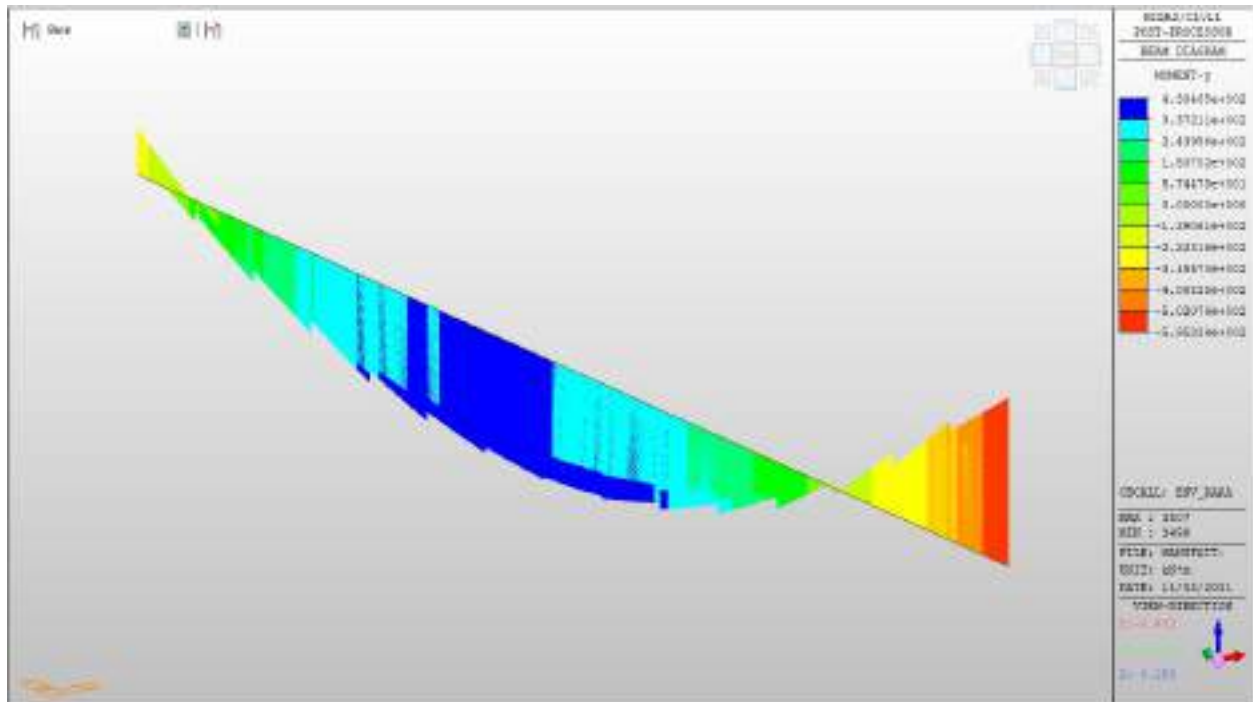
Taglio FZ, SLU+SLV (travi 60x120cm)



**Travi solaio a quota +163.64 m – Mappe sollecitazioni SLE RARA**

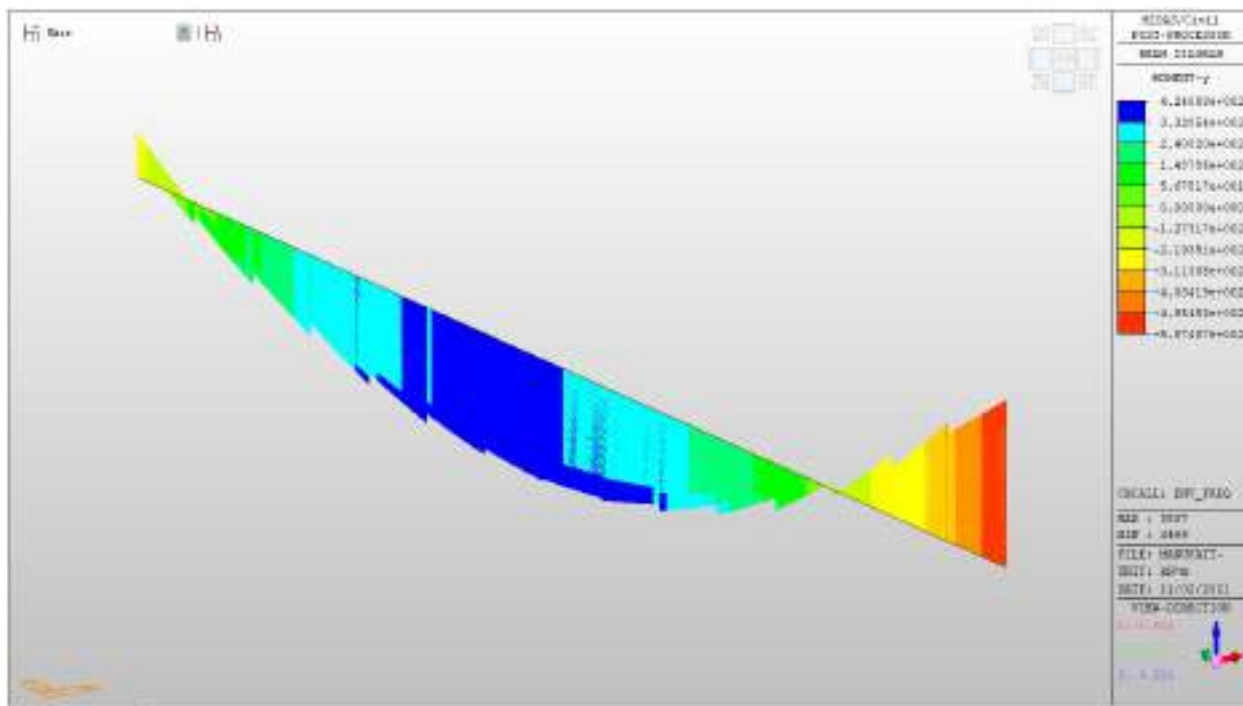
Momento MY, RARA (travi 60x120cm)





**Travi solaio a quota +163.64 m – Mappe sollecitazioni SLE Frequente**

Momento MY, Frequente (travi 60x120cm)



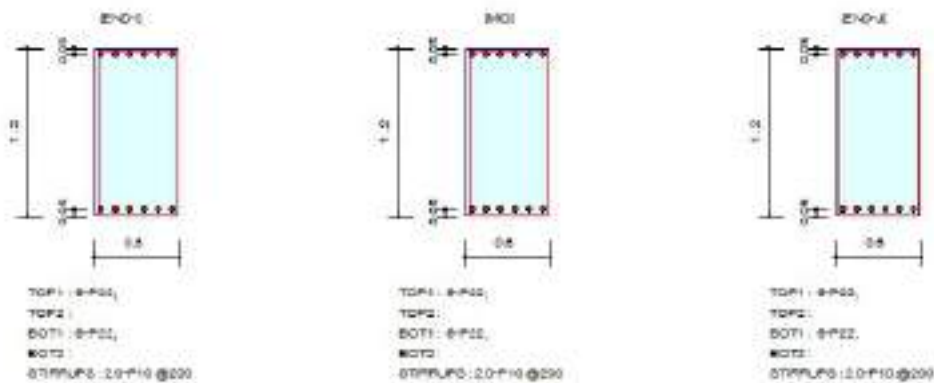
## Verifiche

Le travi emergenti 60x120 sono armate con 6 $\phi$ 22 al lembo superiore e 6 $\phi$ 22 al lembo inferiore. Per le azioni di taglio, si dispongono staffe a 2 bracci  $\phi$ 10/20 cm.

Verifiche a momento e taglio ( travi emergenti 60x120cm)

Design Code : EUROCODE-EN1992  
 Unit System : kN, m  
 Material Data :  $f_{ck} = 22000$ ,  $f_{yk} = 450000$ ,  $f_{yw} = 450000$  KPa  
 Beam Span : 0.98 m  
 Section Property : 60x120 (No : 1)

## 2. Section Diagram



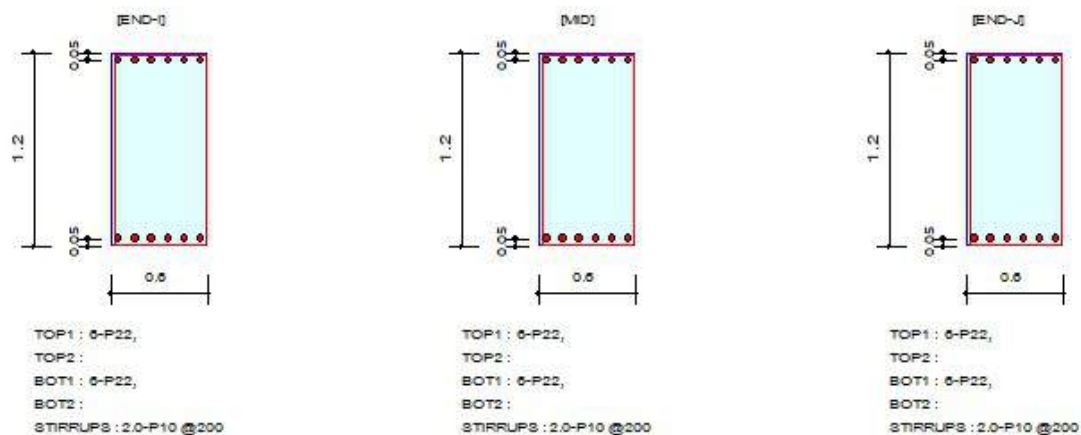
## 3. Bending Moment Capacity

	END-I	MID	END-J
Negative Moment ( $M_{Ed}$ )	792.23	720.70	981.83
(-) Load Combination No.	1	1	1
Factored Strength ( $M_{Rd}$ )	985.18	985.18	985.18
Check Ratio ( $M_{Ed}/M_{Rd}$ )	0.8041	0.7315	0.9905
Positive Moment ( $M_{Ed}$ )	570.88	585.27	580.34
(+) Load Combination No.	1	1	1
Factored Strength ( $M_{Rd}$ )	985.18	985.18	985.18
Check Ratio ( $M_{Ed}/M_{Rd}$ )	0.5793	0.5738	0.5885
Using Rebar Top ( $A_{s\_top}$ )	0.0023	0.0023	0.0023
Using Rebar Bot ( $A_{s\_bot}$ )	0.0023	0.0023	0.0023

## 4. Shear Capacity

	END-I	MID	END-J
Load Combination No.	1	1	1
Factored Shear Force ( $V_{Ed}$ )	358.38	352.65	341.18
Shear Strength by Conc. ( $V_{Rdc}$ )	257.53	257.53	257.53
Shear Strength by Rebar ( $V_{Rds}$ )	791.90	791.90	791.90
Using Shear Reinf. ( $A_{sw}$ )	0.0002	0.0002	0.0002
Using Stirrups Spacing	2.0-F10 @200	2.0-F10 @200	2.0-F10 @200
Check Ratio	0.4528	0.4452	0.4308

## 2. Section Diagram



## 3. Stress Check

	END-I		MID		END-J	
	Concrete	Rebar	Concrete	Rebar	Concrete	Rebar
(-) Load Combination No.	12	12	12	12	11	11
Stress(s)	2924.94	33127.23	2652.68	30043.65	2572.68	29137.61
Allowable Stress(sa)	3023.81	360000.00	3023.81	360000.00	3023.81	360000.00
Stress Ratio(s/sa)	0.9673	0.0920	0.8773	0.0835	0.8508	0.0809
(+) Load Combination No.	11	11	11	11	11	11
Stress(s)	2530.57	28660.66	2508.24	28407.82	2488.05	28179.08
Allowable Stress(sa)	3023.81	360000.00	3023.81	360000.00	3023.81	360000.00
Stress Ratio(s/sa)	0.8369	0.0796	0.8295	0.0789	0.8228	0.0783

## 7. Crack Control

	END-I	MID	END-J
(-) Load Combination No.	13	13	13
Crack Width(w)	0.000	0.000	0.000
Allowable Crack Width(wa)	0.000	0.000	0.000
Check Ratio(w/wa)	0.6879	0.5994	0.0713
(+) Load Combination No.	13	13	13
Crack Width(w)	0.000	0.000	0.000
Allowable Crack Width(wa)	0.000	0.000	0.000
Check Ratio(w/wa)	0.0702	0.0696	0.0690

## 5. Deflection Control

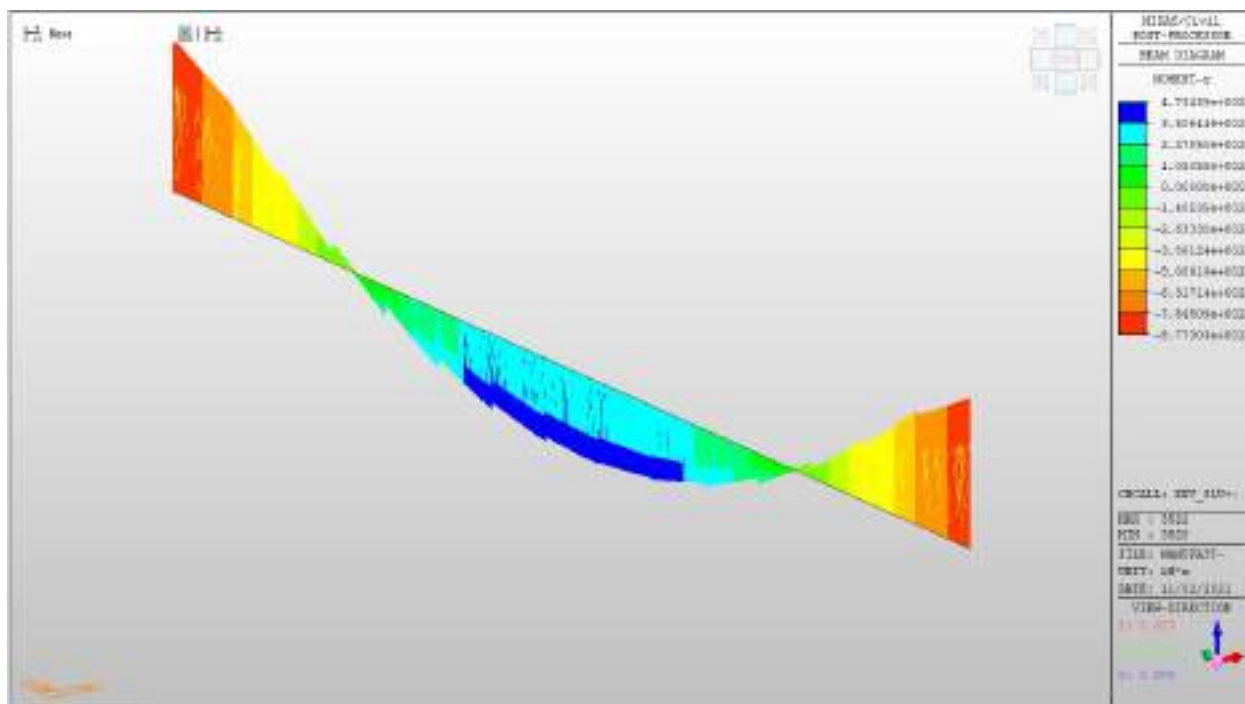
$L/3 = 0.003920 > 0.0000$  (LCB:11, POS: 0.5m from END-I)..... O.K

Travi solaio a quota +171.94m

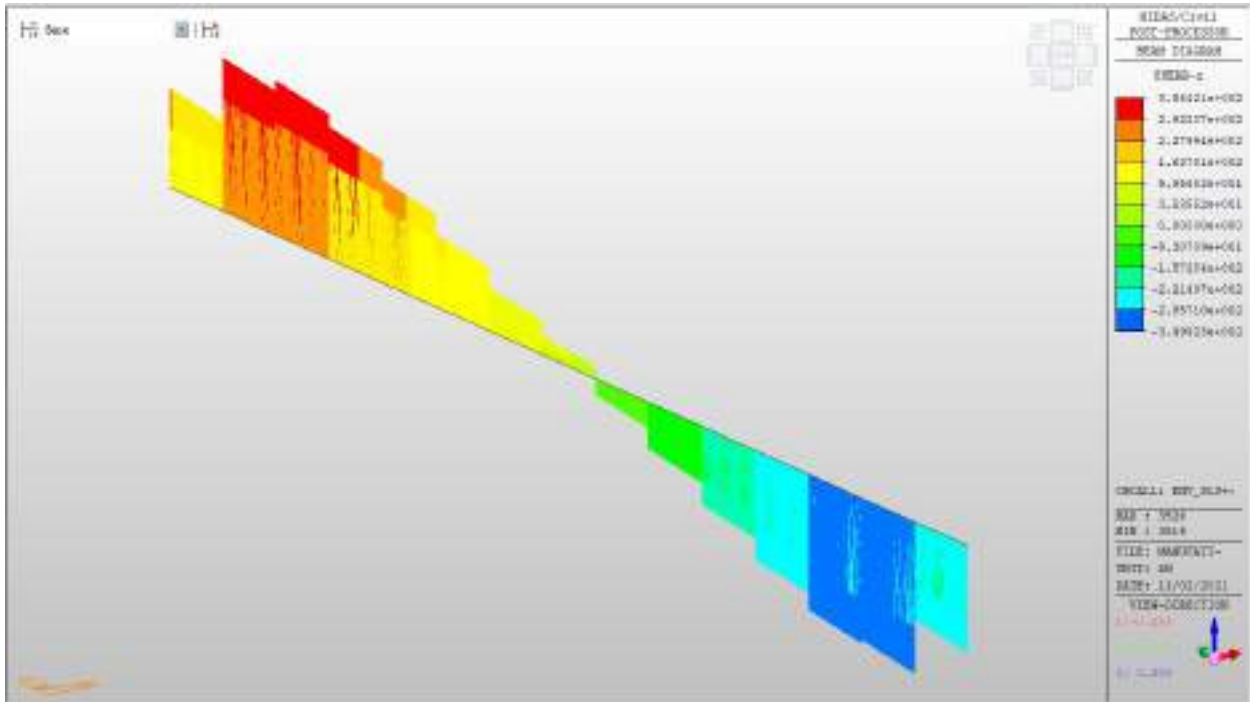
**Travi solaio a quota +171.94m – Mappe sollecitazioni SLU ed SLV**

Si riportano di seguito gli involuipi delle mappe delle sollecitazioni per le combinazioni allo stato limite ultimo (sismiche e statiche) e di esercizio per le travi emergenti presenti in corrispondenza del solaio posto a quota + 171.94m.

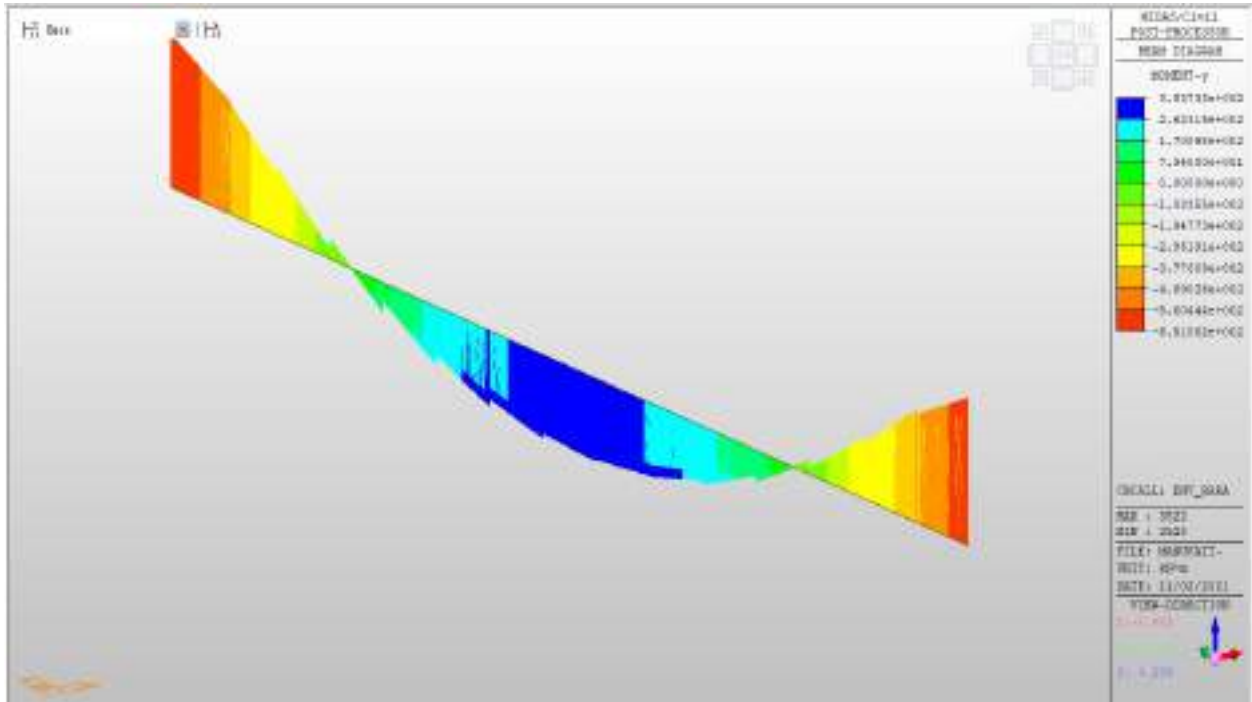
Momento MY, SLU+SLV (travi 60x120cm)



Taglio FZ, SLU+SLV (travi 60x120cm)

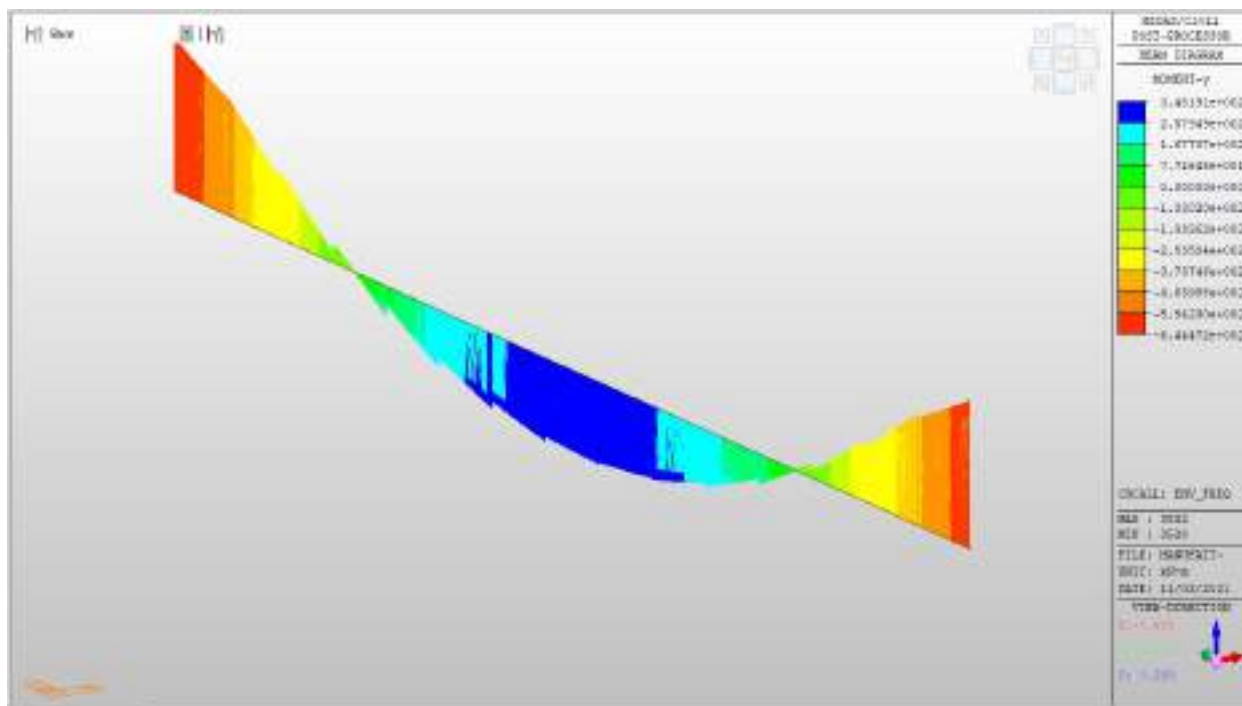


**Travi solaio a quota +171.94m – Mappe sollecitazioni SLE RARA**  
 Momento MY, RARA (travi 60x120cm)



**Travi solaio a quota +171.94m – Mappe sollecitazioni SLE Frequente**

Momento MY, Frequente (travi 60x120cm)



## Verifiche

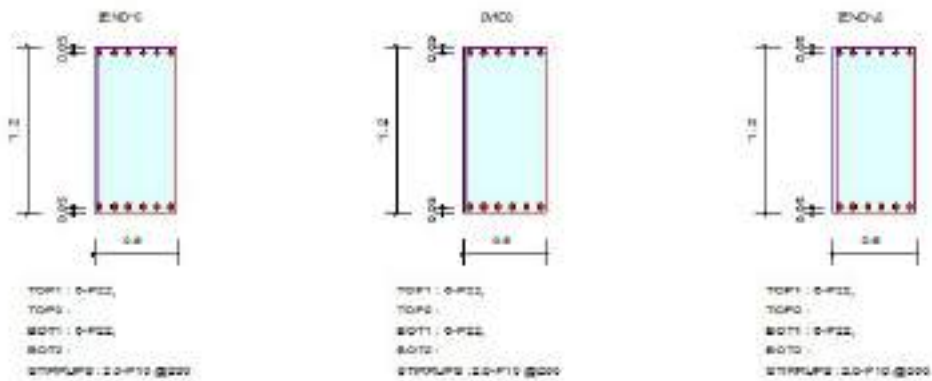
Le travi emergenti 60x120 sono armate con 6 $\phi$ 22 al lembo superiore e 6 $\phi$ 22 al lembo inferiore. Per le azioni di taglio, si dispongono staffe a 2 bracci  $\phi$ 10/20 cm.

Verifiche a momento e taglio ( travi emergenti 60x120cm)



Unit System : kN, m  
 Material Data :  $f_{ctk} = 32000$ ,  $f_{yk} = 450000$ ,  $f_{yw} = 450000$  KPa  
 Beam Span : 0.98 m  
 Section Property : 60x120 (No: 1)

**2. Section Diagram**



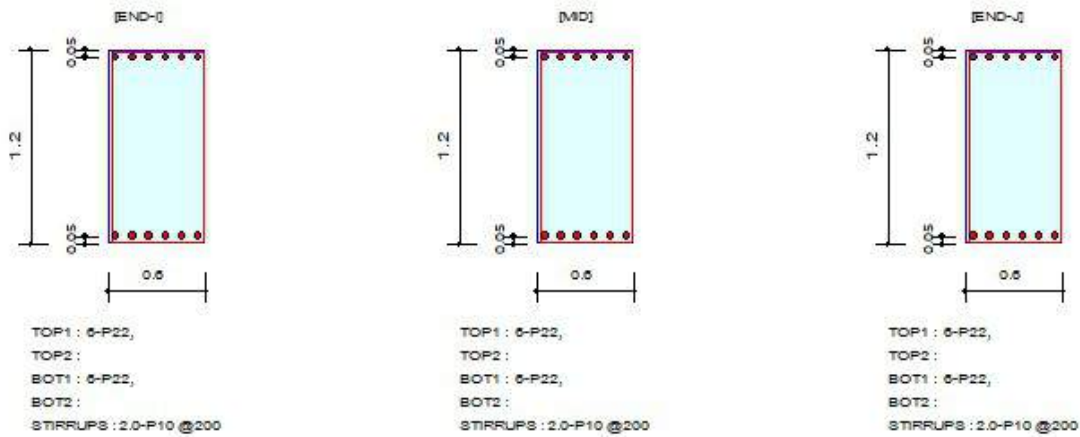
**3. Bending Moment Capacity**

	END-I	MID	END-J
Negative Moment ( $M_{Ed}$ )	660.80	621.78	677.30
(-) Load Combination No.	1	1	1
Factored Strength ( $M_{Rd}$ )	985.18	985.18	985.18
Check Ratio ( $M_{Ed}/M_{Rd}$ )	0.8735	0.8341	0.8905
Positive Moment ( $M_{Ed}$ )	473.44	484.38	458.08
(+) Load Combination No.	1	1	1
Factored Strength ( $M_{Rd}$ )	985.18	985.18	985.18
Check Ratio ( $M_{Ed}/M_{Rd}$ )	0.4806	0.4713	0.4650
Using Rebar Top ( $A_{s\_top}$ )	0.0023	0.0023	0.0023
Using Rebar Bot ( $A_{s\_bot}$ )	0.0023	0.0023	0.0023

**1. Shear Capacity**

	END-I	MID	END-J
Load Combination No.	1	1	1
Factored Shear Force ( $V_{Ed}$ )	340.92	350.69	356.42
Shear Strength by Conc. ( $V_{Rdc}$ )	257.53	257.53	257.53
Shear Strength by Rebar ( $V_{Rdb}$ )	791.90	791.90	791.90
Using Shear Reinf. ( $A_{sw}$ )	0.0002	0.0002	0.0002
Using Stirrups Spacing	2.0-P10 @200	2.0-P10 @200	2.0-P10 @200
Check Ratio	0.4419	0.4428	0.4501

## 2. Section Diagram



## 3. Stress Check

	END-I		MID		END-J	
	Concrete	Rebar	Concrete	Rebar	Concrete	Rebar
(-) Load Combination No.	12	12	11	11	11	11
Stress(s)	2783.97	31530.62	2581.51	29237.65	2958.88	33511.61
Allowable Stress(sa)	3023.81	360000.00	3023.81	360000.00	3023.81	360000.00
Stress Ratio(s/sa)	0.9207	0.0876	0.8537	0.0812	0.9785	0.0931
(+) Load Combination No.	11	11	11	11	11	11
Stress(s)	2079.49	23551.80	2042.01	23127.36	2013.39	22803.25
Allowable Stress(sa)	3023.81	360000.00	3023.81	360000.00	3023.81	360000.00
Stress Ratio(s/sa)	0.6877	0.0654	0.6753	0.0642	0.6658	0.0633

## 7. Crack Control

	END-I	MID	END-J
(-) Load Combination No.	13	13	13
Crack Width(w)	0.000	0.000	0.000
Allowable Crack Width(wa)	0.000	0.000	0.000
Check Ratio(w/wa)	0.7439	0.7151	0.7831
(+) Load Combination No.	13	13	13
Crack Width(w)	0.000	0.000	0.000
Allowable Crack Width(wa)	0.000	0.000	0.000
Check Ratio(w/wa)	0.0575	0.0565	0.0557

## 5. Deflection Control

$L/3 = 0.003920 > 0.0000$  (LCB:11, POS: 0.5m from END-I)..... O.K

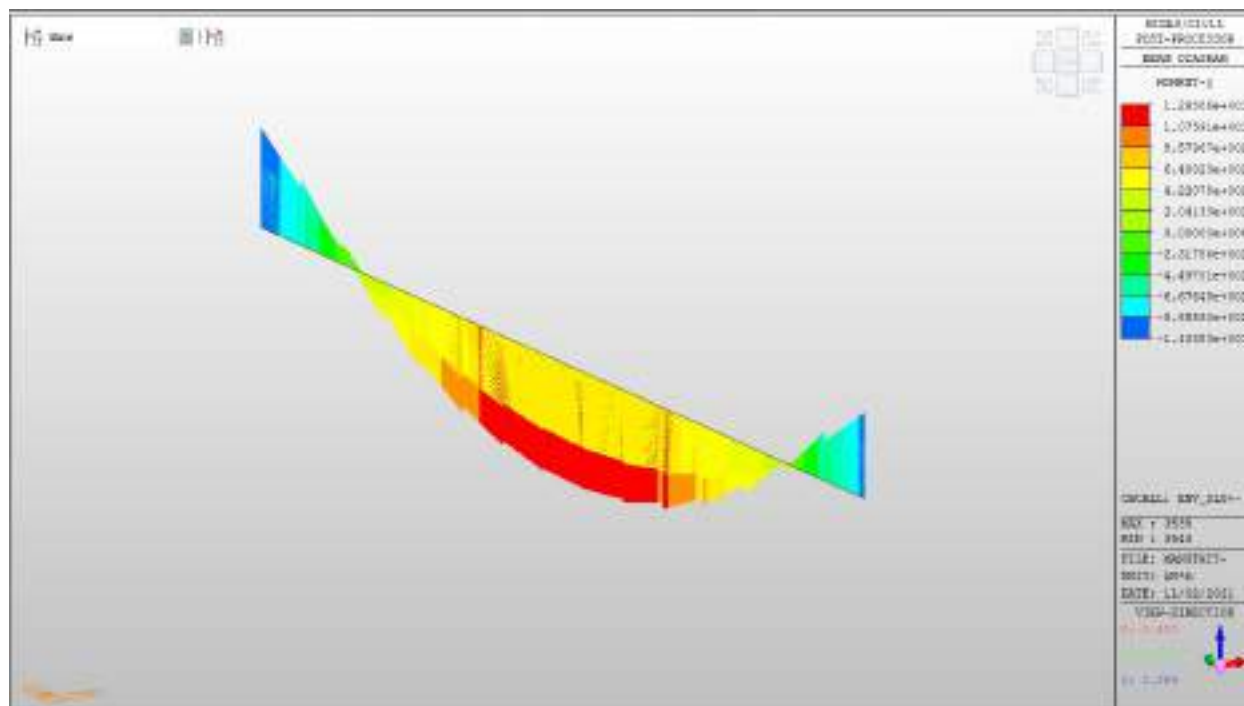


**Travi solaio a quota p.c.**

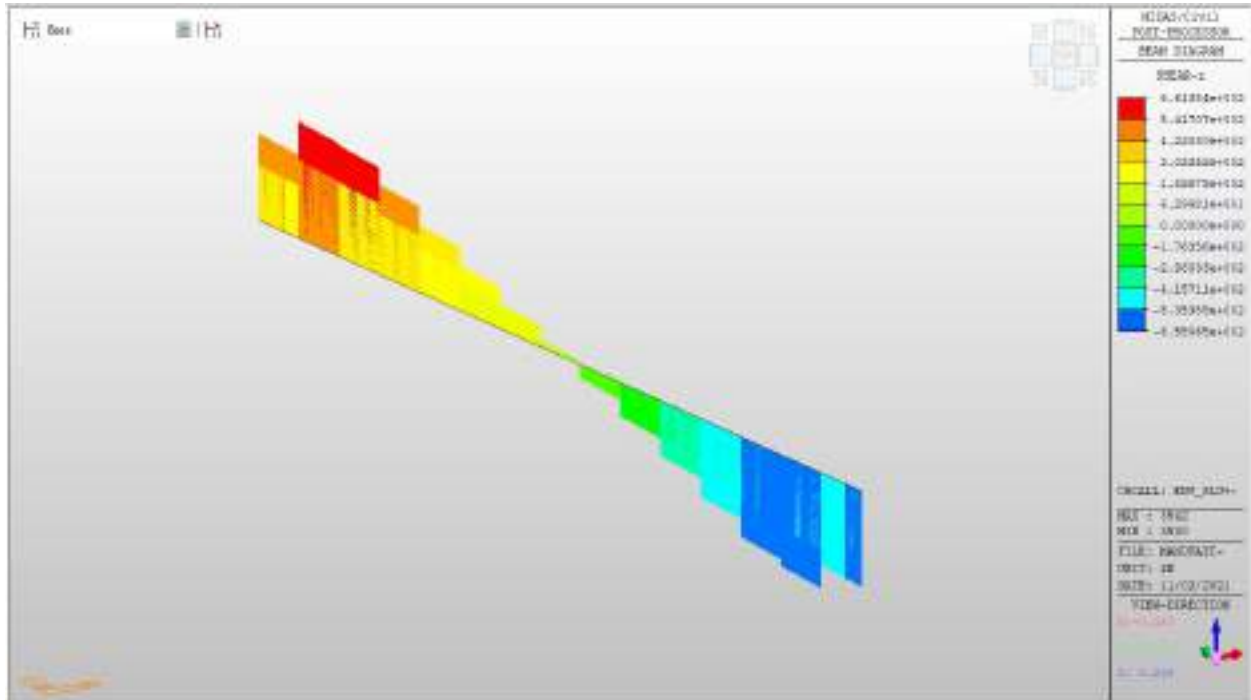
**Travi solaio a quota p.c. – Mappe sollecitazioni SLU ed SLV**

Si riportano di seguito gli involuipi delle mappe delle sollecitazioni per le combinazioni allo stato limite ultimo (sismiche e statiche) e di esercizio per le travi emergenti presenti in corrispondenza del solaio posto a quota p.c.

Momento MY, SLU+SLV (travi 60x120cm)

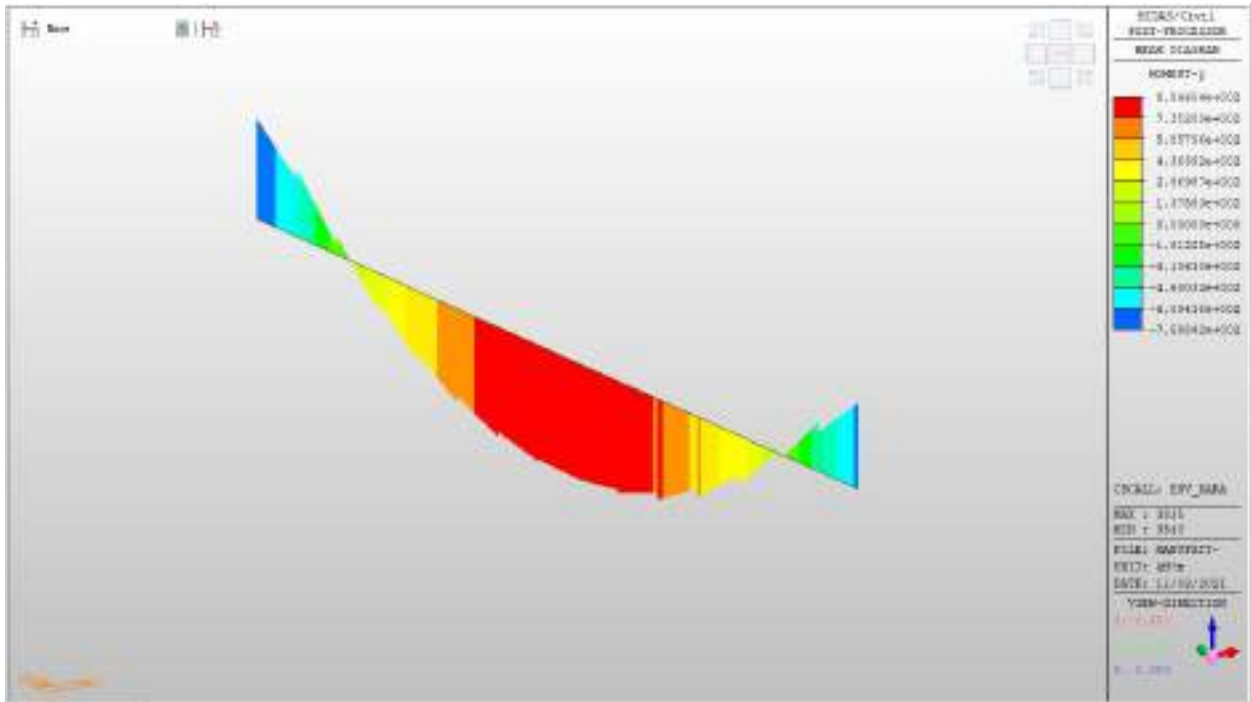


Taglio FZ, SLU+SLV (travi 60x120cm)



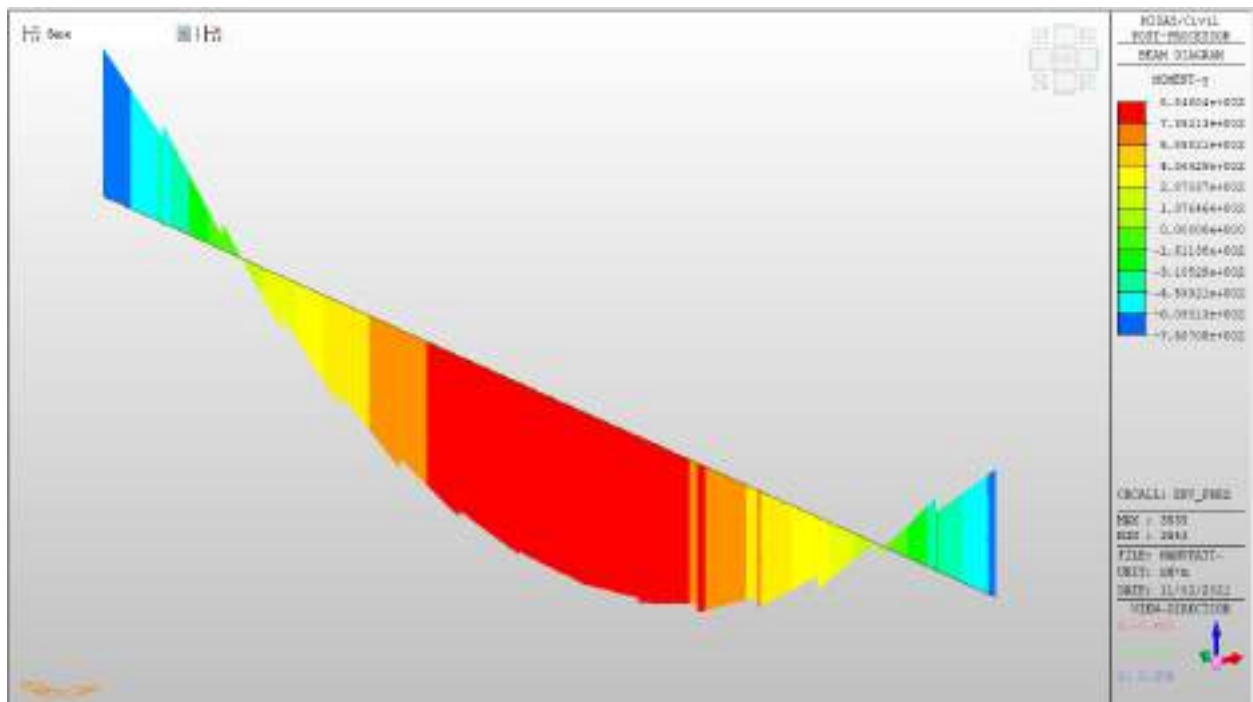
**Travi solaio a quota p.c. – Mappe sollecitazioni SLE RARA**

Momento MY, RARA (travi 60x120cm)



**Travi solaio a quota p.c. – Mappe sollecitazioni SLE Frequente**

Momento MY, Frequente (travi 60x120cm)

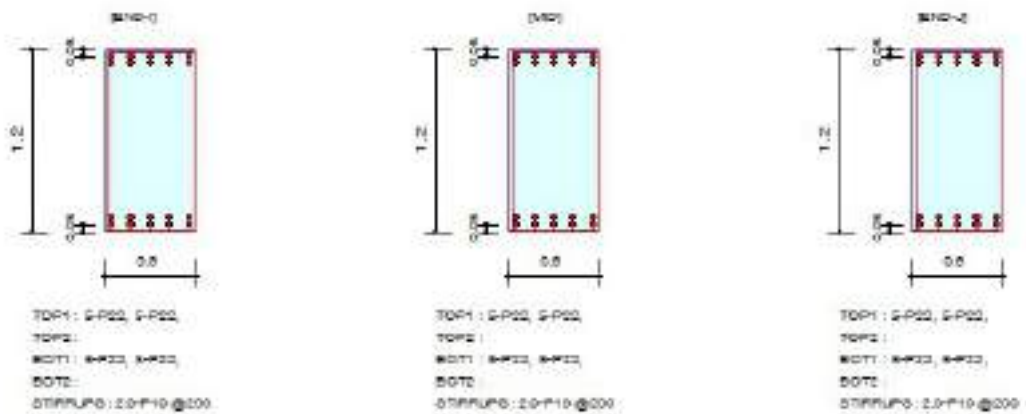


## Verifiche

Le travi emergenti 60x120 sono armate con 5+5 $\phi$ 22 al lembo superiore e 5+5 $\phi$ 22 al lembo inferiore. Per le azioni di taglio, si dispongono staffe a 2 bracci  $\phi$ 10/20 cm.

Verifiche a momento e taglio (travi emergenti 60x120cm)

## 2. Section Diagram



## 3. Bending Moment Capacity

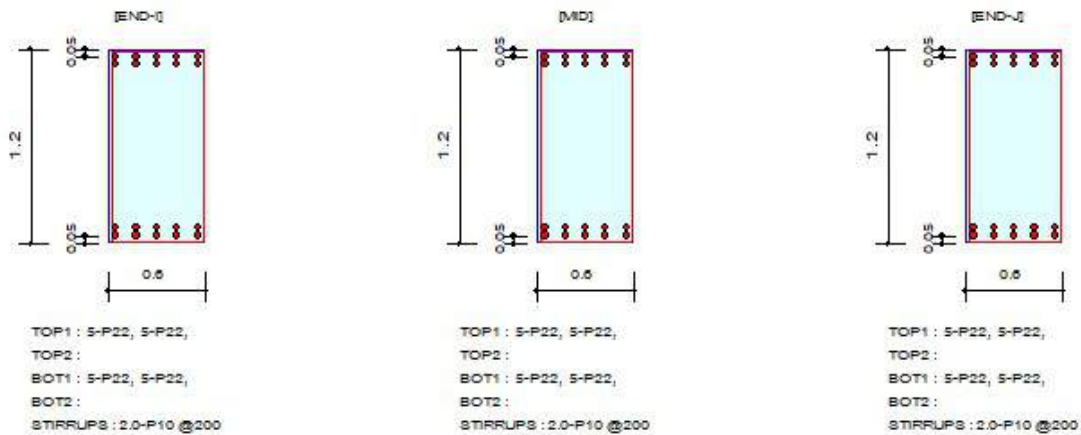
	END-I	MID	END-J
Negative Moment (M <sub>Ed</sub> )	956.40	983.65	1103.53
(-) Load Combination No.	1	1	1
Factored Strength (M <sub>Rd</sub> )	1560.10	1569.10	1560.10
Check Ratio (M <sub>Ed</sub> /M <sub>Rd</sub> )	0.6095	0.6259	0.7033
Positive Moment (M <sub>Ed</sub> )	1287.86	1292.92	1299.86
(+) Load Combination No.	1	1	1
Factored Strength (M <sub>Rd</sub> )	1560.10	1569.10	1560.10
Check Ratio (M <sub>Ed</sub> /M <sub>Rd</sub> )	0.8208	0.8176	0.8246
Using Rebar Top (A <sub>s_top</sub> )	0.0038	0.0038	0.0038
Using Rebar Bot (A <sub>s_bot</sub> )	0.0038	0.0038	0.0038

## 4. Shear Capacity

	END-I	MID	END-J
Load Combination No.	1	1	1
Factored Shear Force (V <sub>Ed</sub> )	655.65	655.65	651.38
Shear Strength by Conc (V <sub>Rdc</sub> )	301.87	301.87	301.87
Shear Strength by Rebar (V <sub>Rds</sub> )	774.69	774.69	774.69
Using Shear Reinf (A <sub>sw</sub> )	0.0002	0.0002	0.0002
Using Stirrups Spacing	2.0-P10 @200	2.0-P10 @200	2.0-P10 @200
Check Ratio	0.8466	0.8463	0.8537



**2. Section Diagram**



**3. Stress Check**

	END-I		MID		END-J	
	Concrete	Rebar	Concrete	Rebar	Concrete	Rebar
(-) Load Combination No.	11	11	11	11	11	11
Stress(s)	2809.45	30372.83	2145.71	23197.19	2748.01	29708.65
Allowable Stress(sa)	3023.81	360000.00	3023.81	360000.00	3023.81	360000.00
Stress Ratio(s/sa)	0.9291	0.0844	0.7096	0.0644	0.9088	0.0825
(+) Load Combination No.	12	12	12	12	12	12
Stress(s)	2914.95	31513.46	2898.48	31335.37	2891.15	31256.13
Allowable Stress(sa)	3023.81	360000.00	3023.81	360000.00	3023.81	360000.00
Stress Ratio(s/sa)	0.9640	0.0875	0.9586	0.0870	0.9561	0.0868

**7. Crack Control**

	END-I	MID	END-J
(-) Load Combination No.	13	13	13
Crack Width(w)	0.000	0.000	0.000
Allowable Crack Width(wa)	0.000	0.000	0.000
Check Ratio(w/wa)	0.3922	0.4150	0.4964
(+) Load Combination No.	14	14	14
Crack Width(w)	0.000	0.000	0.000
Allowable Crack Width(wa)	0.000	0.000	0.000
Check Ratio(w/wa)	0.6169	0.6139	0.6211

**5. Deflection Control**

L/3 = 0.003920 > 0.0000 (LCB:12, POS: 0.5m from END-I)..... O.K

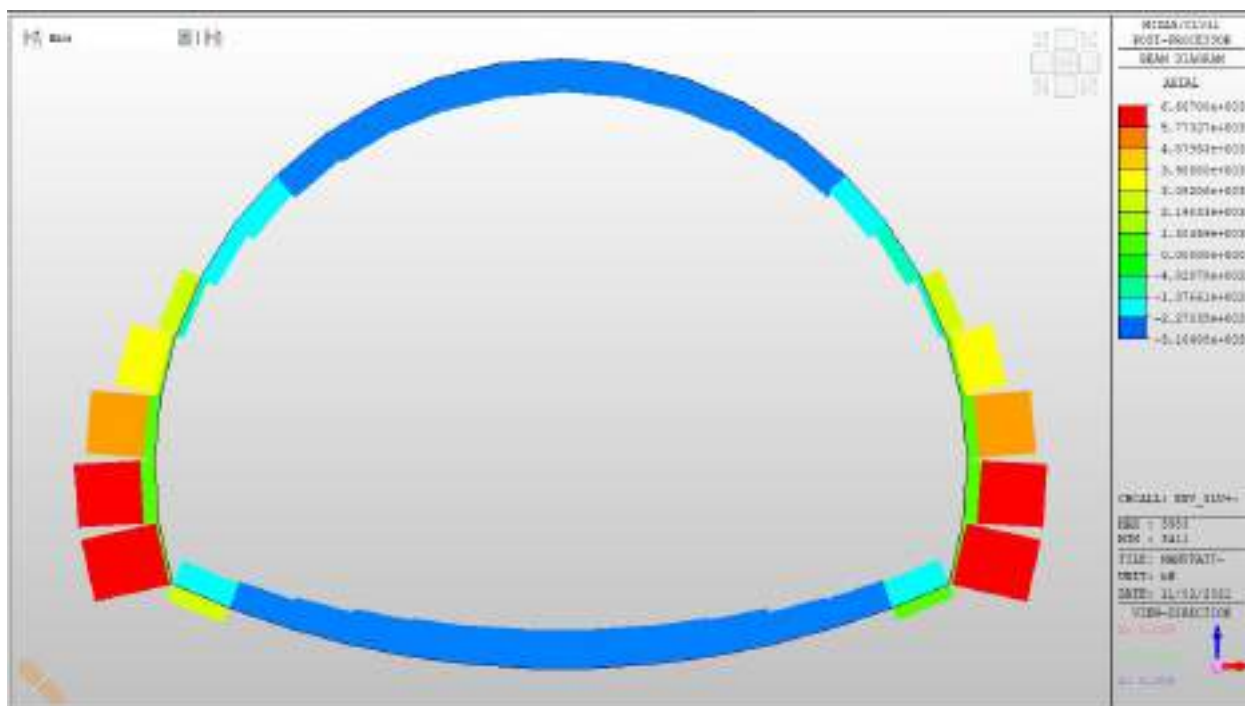


**Trave di coronamento foro livello -2**

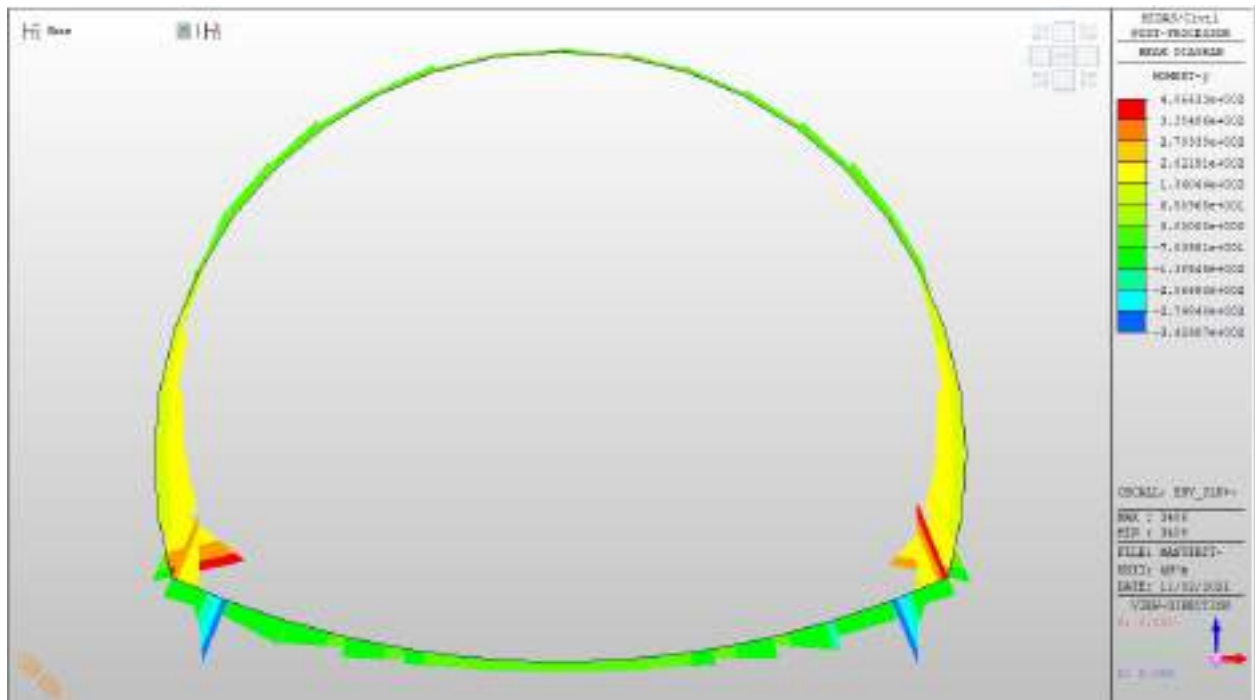
**Trave di coronamento foro livello -2 Mappe sollecitazioni SLU ed SLV**

Si riportano di seguito gli involuipi delle mappe delle sollecitazioni per le combinazioni allo stato limite ultimo (sismiche e statiche) e di esercizio per la trave di coronamento a spessore presente in corrispondenza dell’apertura posta al livello-3.

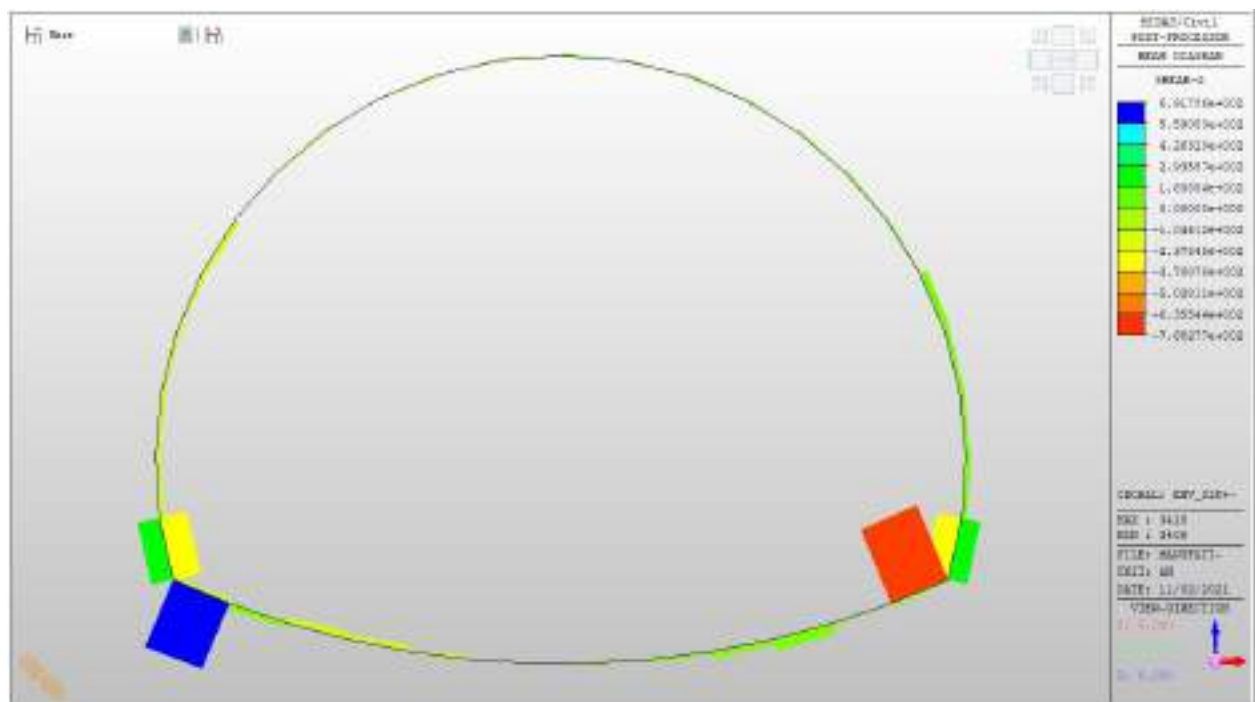
Sforzo normale FX, SLU+SLV (travi 60x120cm)



Momento MY, SLU+SLV (travi 60x120cm)

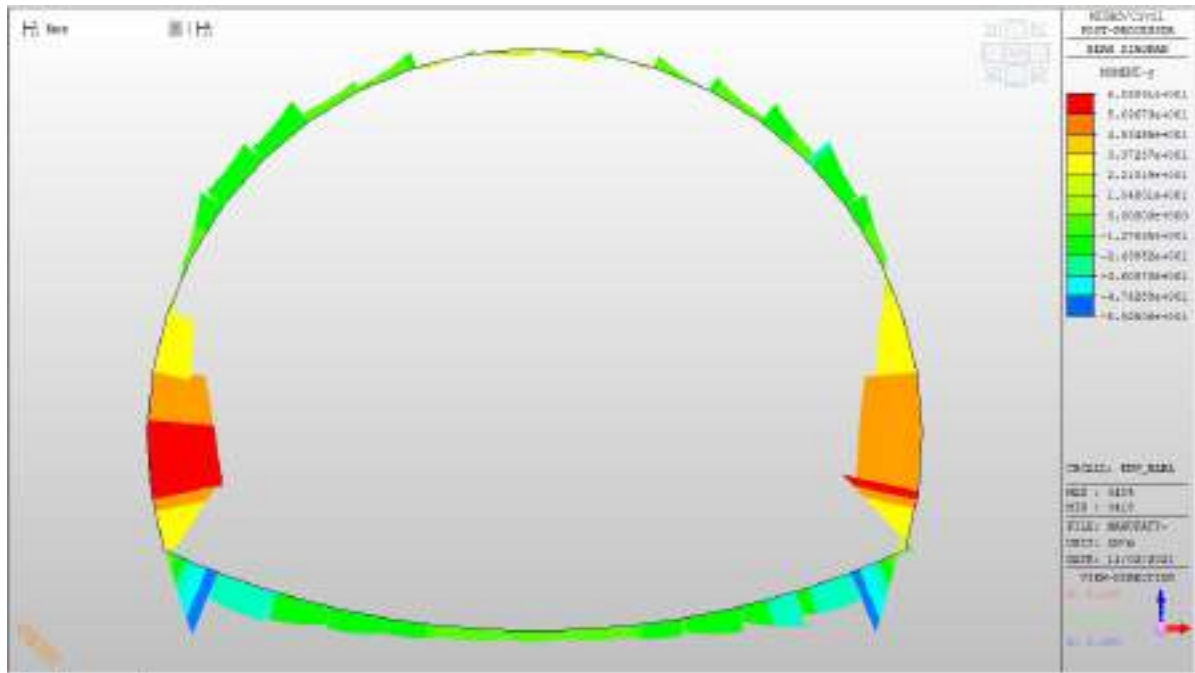


Taglio FZ, SLU+SLV (travi 60x120cm)



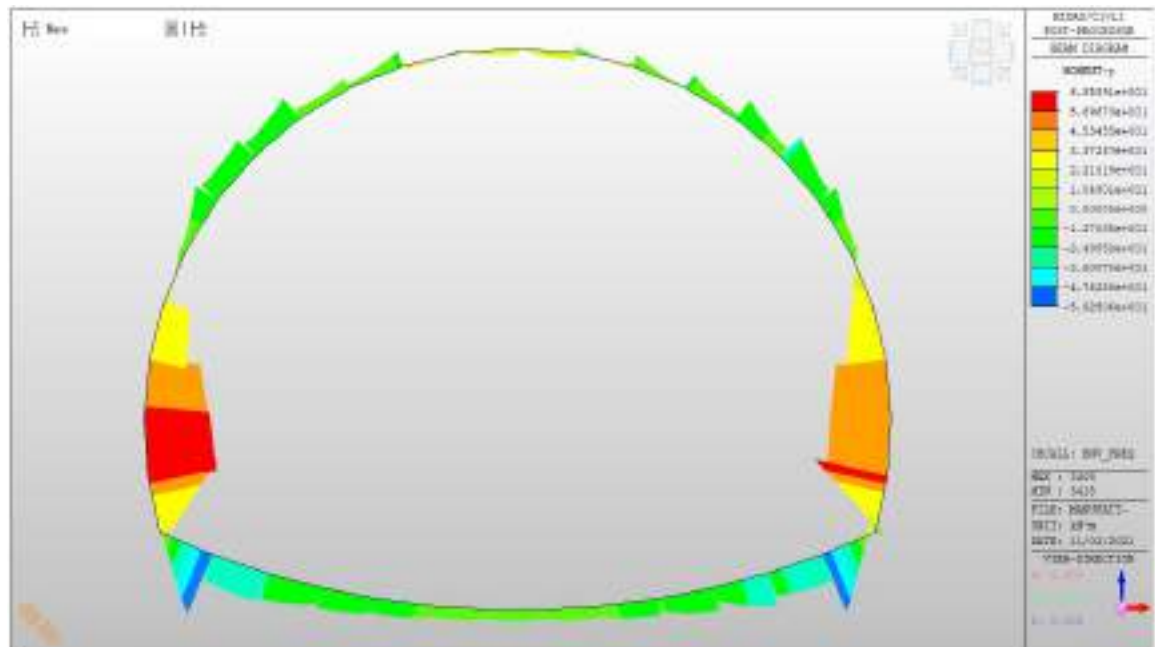
**Trave di coronamento foro livello -2 Mappe sollecitazioni SLE RARA**

Momento MY, RARA (travi 60x120cm)



**Trave di coronamento foro livello -2 Mappe sollecitazioni SLE Frequente**

Momento MY, Frequente (travi 60x120cm)

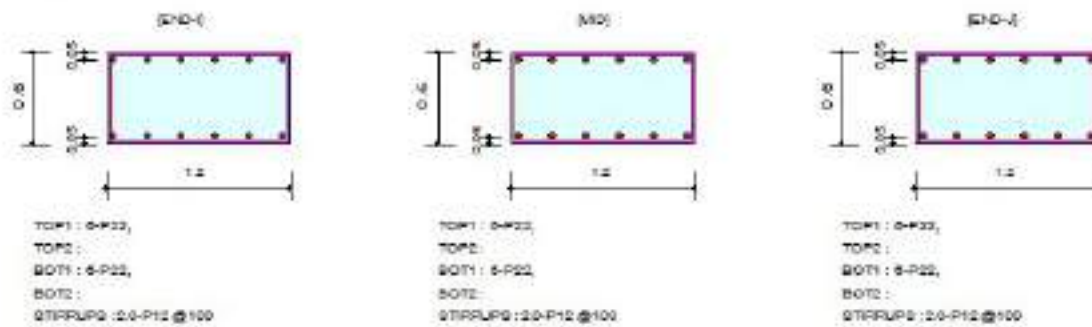


## Verifiche

Le travi di coronamento 120x60 sono armate con 6 $\phi$ 22 al lembo superiore e 6 $\phi$ 22 al lembo inferiore. Per le azioni di taglio, si dispongono staffe a 2 bracci  $\phi$ 12/10 cm.

Verifiche a momento e taglio (travi 120x60cm)

## 2. Section Diagram



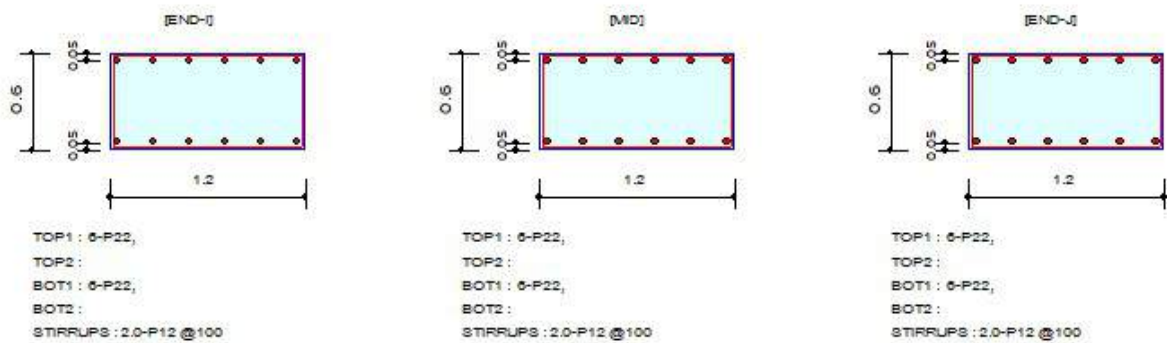
## 3. Bending Moment Capacity

	END-I	MID	END-J
Negative Moment (M <sub>Ed</sub> )	342.99	180.21	335.41
(-) Load Combination No.	9	9	10
Factored Strength (M <sub>Rd</sub> )	470.20	470.20	470.20
Check Ratio (M <sub>Ed</sub> /M <sub>Rd</sub> )	0.7293	0.3832	0.7132
Positive Moment (M <sub>Ed</sub> )	333.25	312.42	406.63
(+) Load Combination No.	10	10	9
Factored Strength (M <sub>Rd</sub> )	470.29	470.29	470.29
Check Ratio (M <sub>Ed</sub> /M <sub>Rd</sub> )	0.7086	0.6643	0.8646
Using Rebar Top (A <sub>s_top</sub> )	0.0023	0.0023	0.0023
Using Rebar Bot (A <sub>s_bot</sub> )	0.0023	0.0023	0.0023

## 4. Shear Capacity

	END-I	MID	END-J
Load Combination No.	9	9	9
Factored Shear Force (V <sub>Ed</sub> )	755.56	764.04	768.28
Shear Strength by Conc.(V <sub>Rdc</sub> )	282.82	282.82	282.82
Shear Strength by Rebar.(V <sub>Rds</sub> )	1083.47	1083.47	1083.47
Using Shear Reinf. (A <sub>sw</sub> )	0.0002	0.0002	0.0002
Using Stirrups Spacing	2.0-P12 @100	2.0-P12 @100	2.0-P12 @100
Check Ratio	0.6973	0.7082	0.7091

## 2. Section Diagram



## 3. Stress Check

	END-I		MID		END-J	
	Concrete	Rebar	Concrete	Rebar	Concrete	Rebar
(-) Load Combination No.	12	12	12	12	12	12
Stress(s)	694.56	7151.27	543.52	5596.14	715.69	7368.90
Allowable Stress(sa)	3023.81	450000.00	3023.81	450000.00	3023.81	450000.00
Stress Ratio(s/sa)	0.2297	0.0159	0.1797	0.0124	0.2367	0.0164
(+) Load Combination No.	12	12	12	12	12	12
Stress(s)	789.19	8125.62	753.32	7756.26	828.49	8530.31
Allowable Stress(sa)	3023.81	450000.00	3023.81	450000.00	3023.81	450000.00
Stress Ratio(s/sa)	0.2610	0.0181	0.2491	0.0172	0.2740	0.0190

## 7. Crack Control

	END-I	MID	END-J
(-) Load Combination No.	16	16	16
Crack Width(w)	0.000	0.000	0.000
Allowable Crack Width(wa)	0.000	0.000	0.000
Check Ratio(w/wa)	0.0263	0.0206	0.0271
(+) Load Combination No.	16	16	16
Crack Width(w)	0.000	0.000	0.000
Allowable Crack Width(wa)	0.000	0.000	0.000
Check Ratio(w/wa)	0.0299	0.0285	0.0314

## 5. Deflection Control

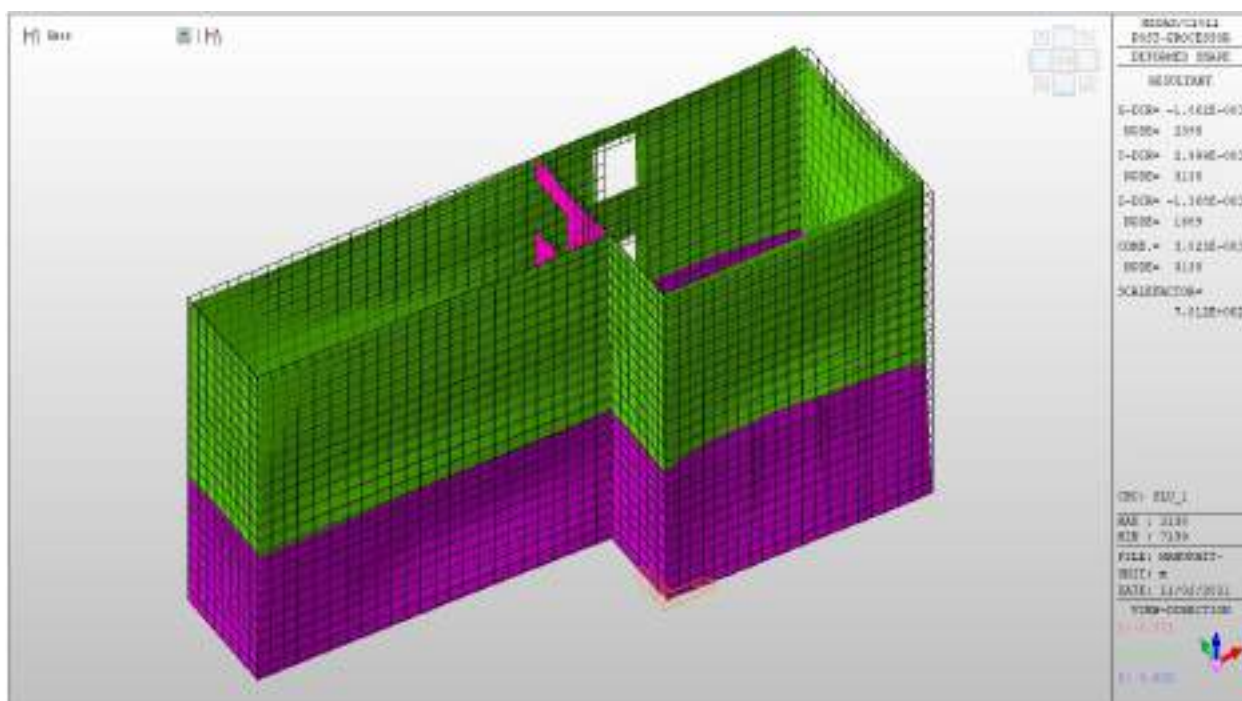
L/3 = 0.003914 > 0.0000 (LCB:12, POS: 0.5m from END-I)..... O.K



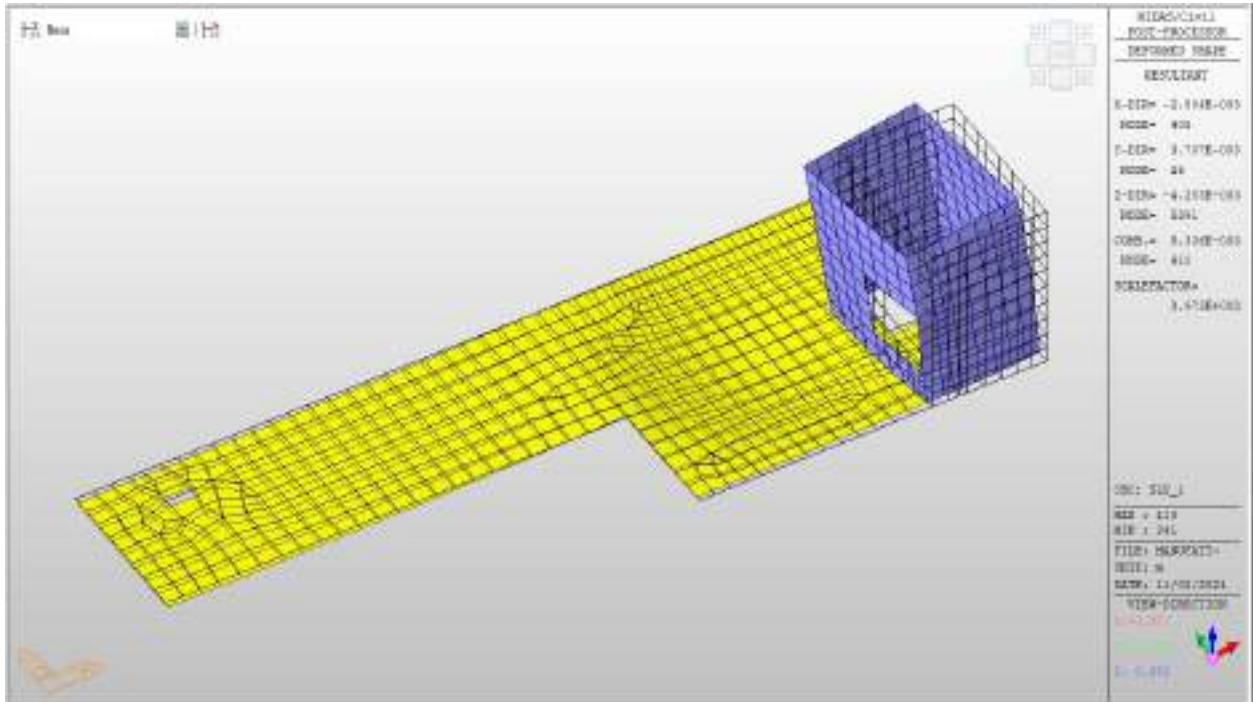
## 9.9 Configurazioni deformate

### 9.9.1 MANUFATTO1

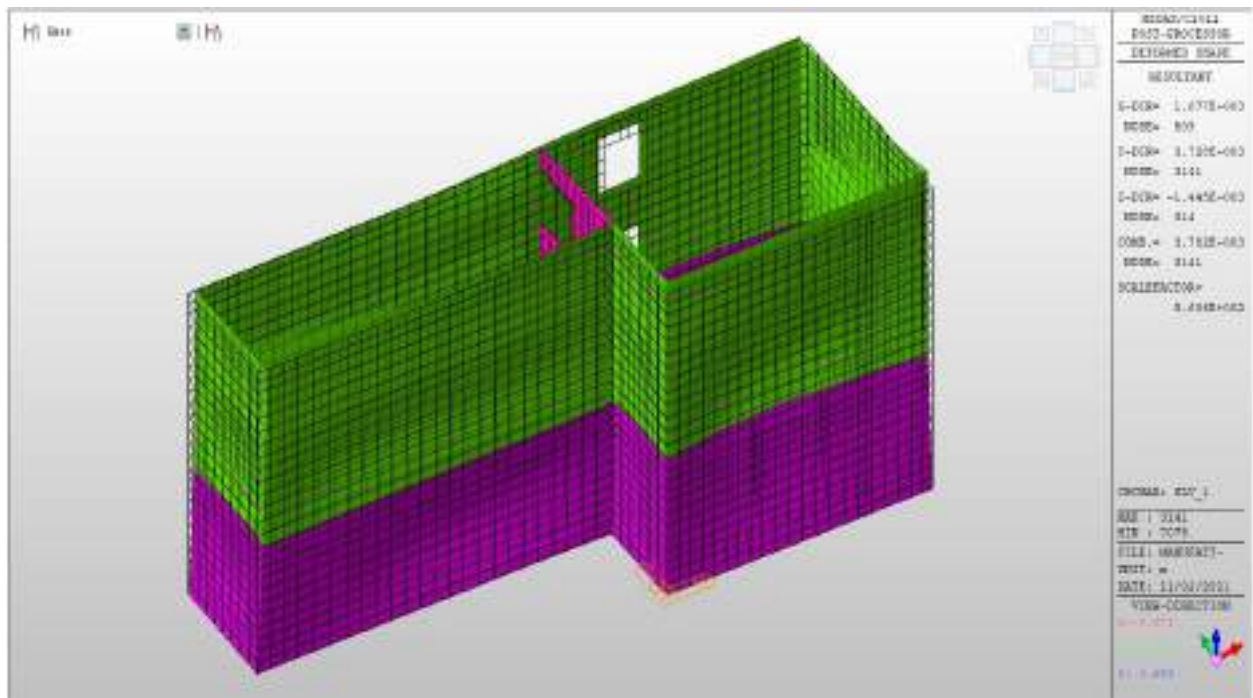
Si riportano nel seguito le configurazioni deformate della struttura denominata MANUFATTO1 per le combinazioni SLU, SLV e SLE più significative.



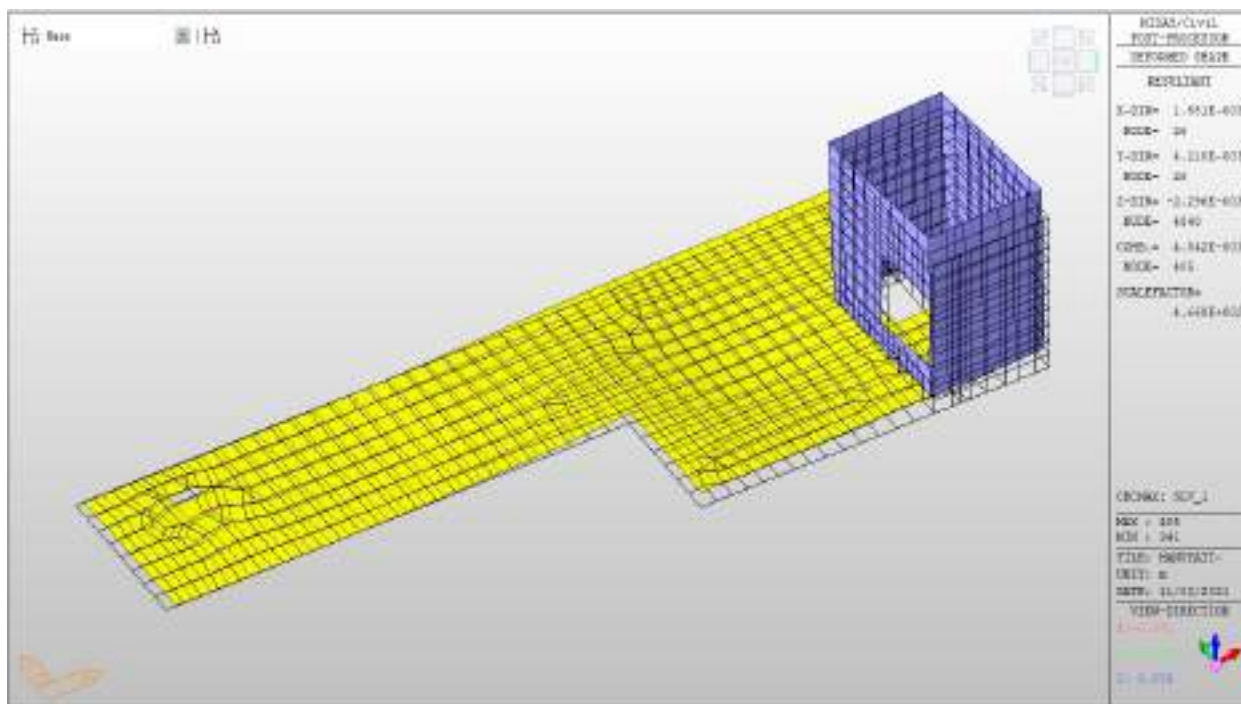
**Figura 9-61 – Deformata sottostruttura SLU comb. SLU\_1**



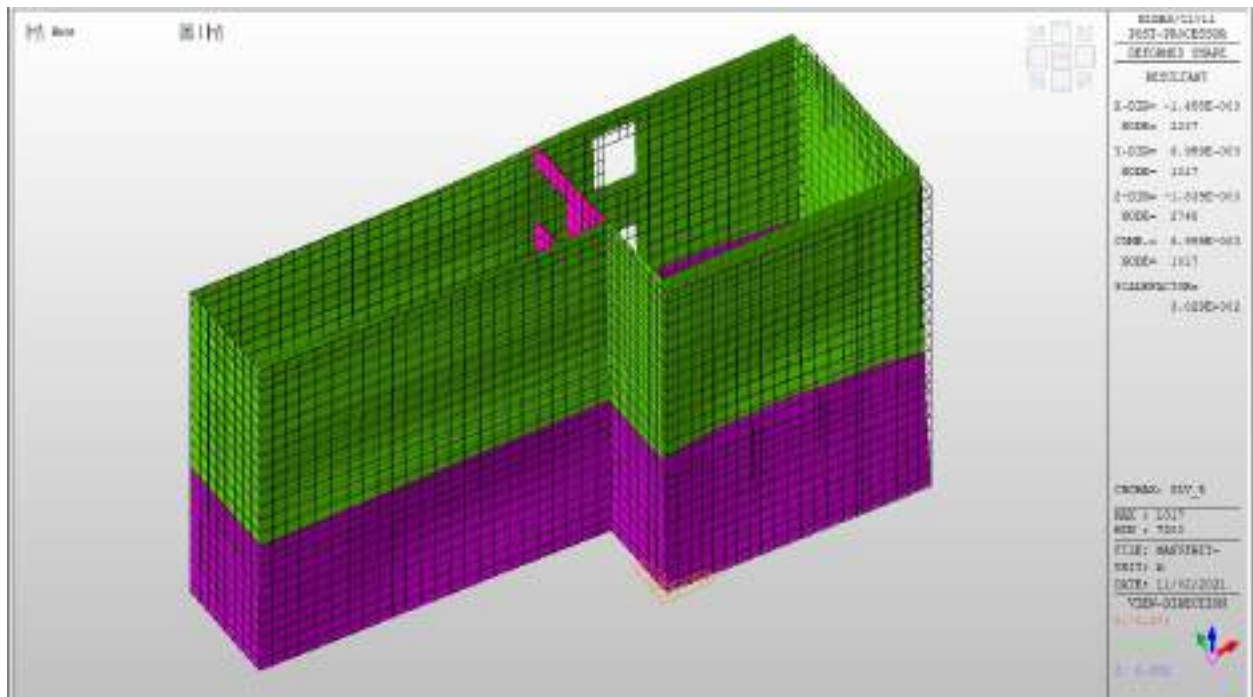
**Figura 9-62 – Deformata struttura fuori terra SLU comb. SLU\_1**



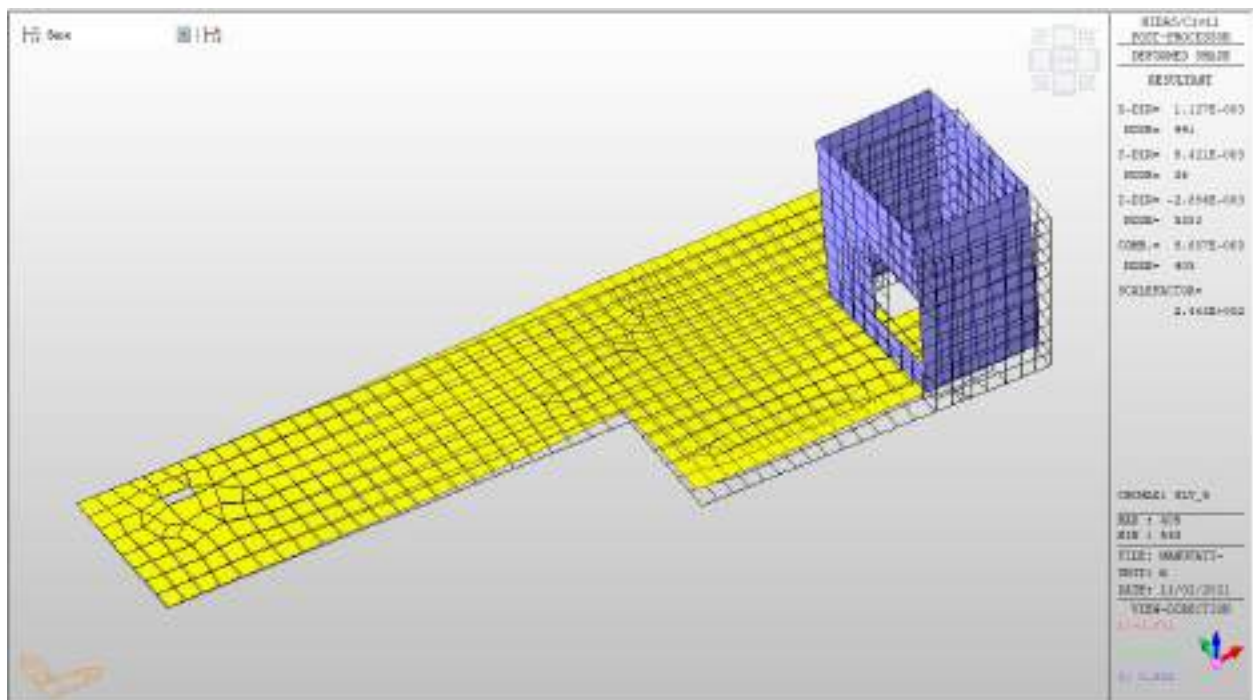
**Figura 9-63 – Deformata sottostruttura SLV comb. SLV\_1 (SISMA X+0.3Y)**



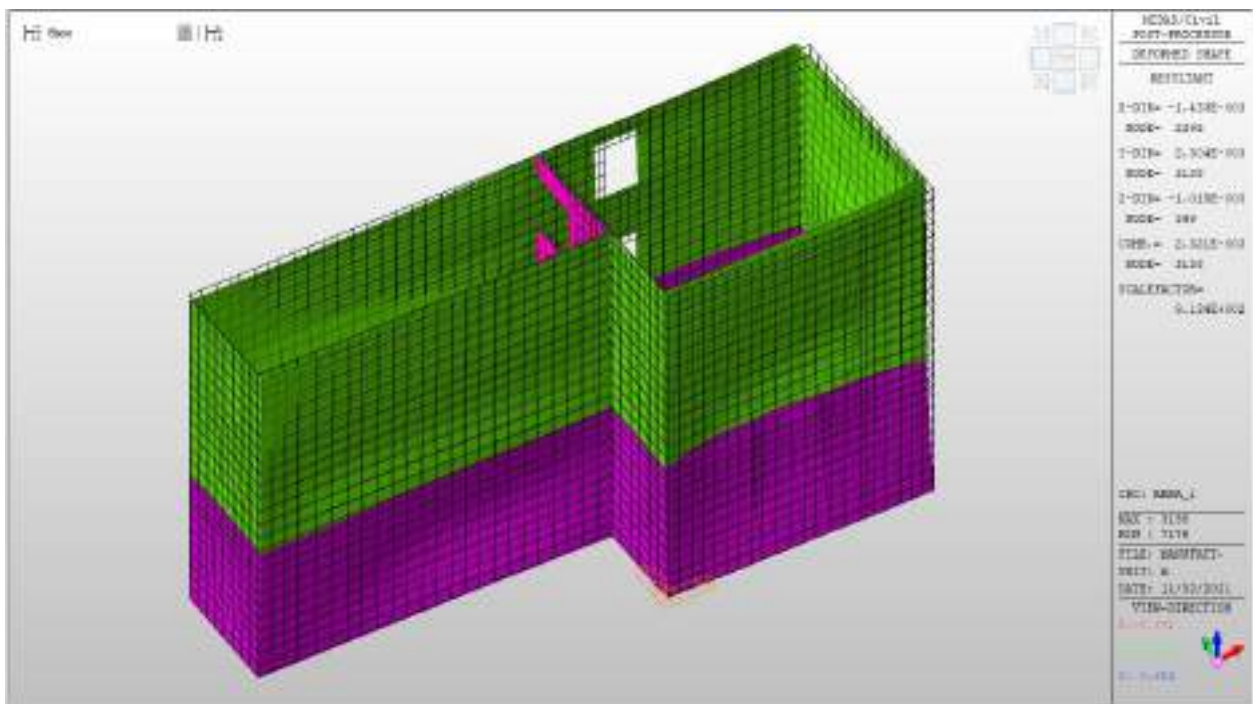
**Figura 9-64 – Deformata struttura fuori terra SLV comb. SLV\_1 (SISMA X+0.3Y)**



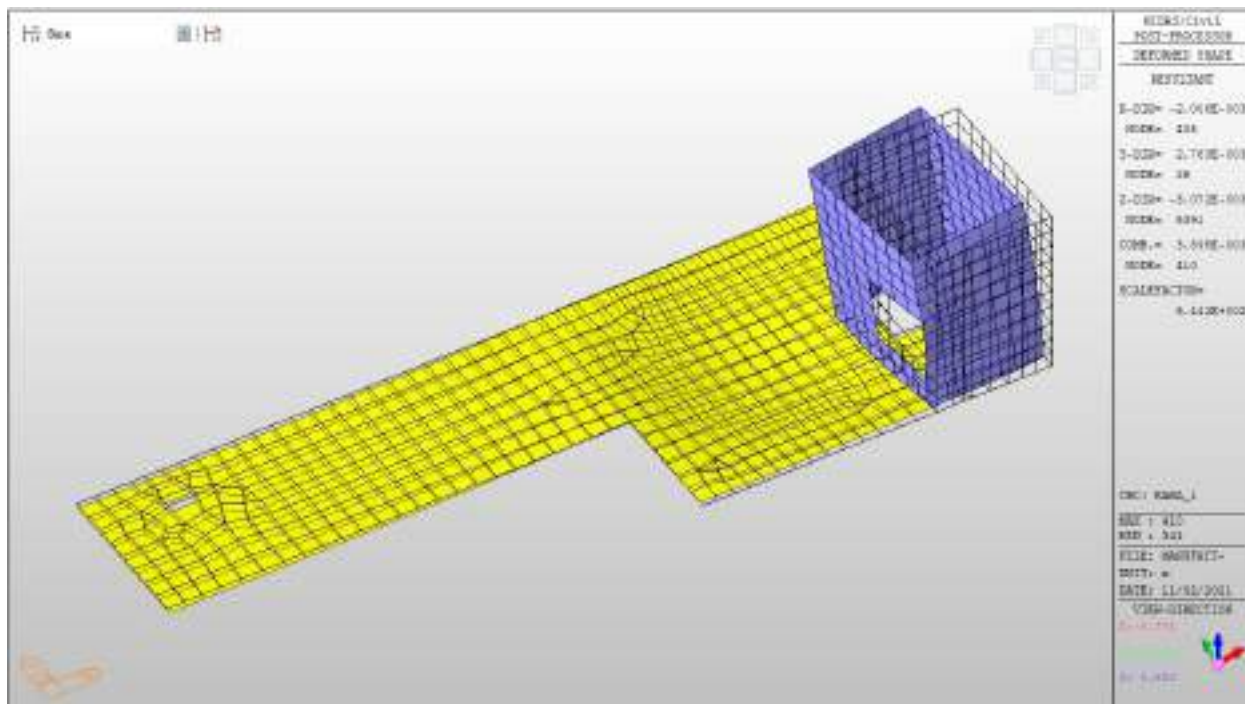
**Figura 9-65 – Deformata sottostruttura SLV comb. SLV\_5 (SISMA 0.3X+Y)**



**Figura 9-66 – Deformata struttura fuori terra SLV comb. SLV\_5 (SISMA 0.3X+Y)**



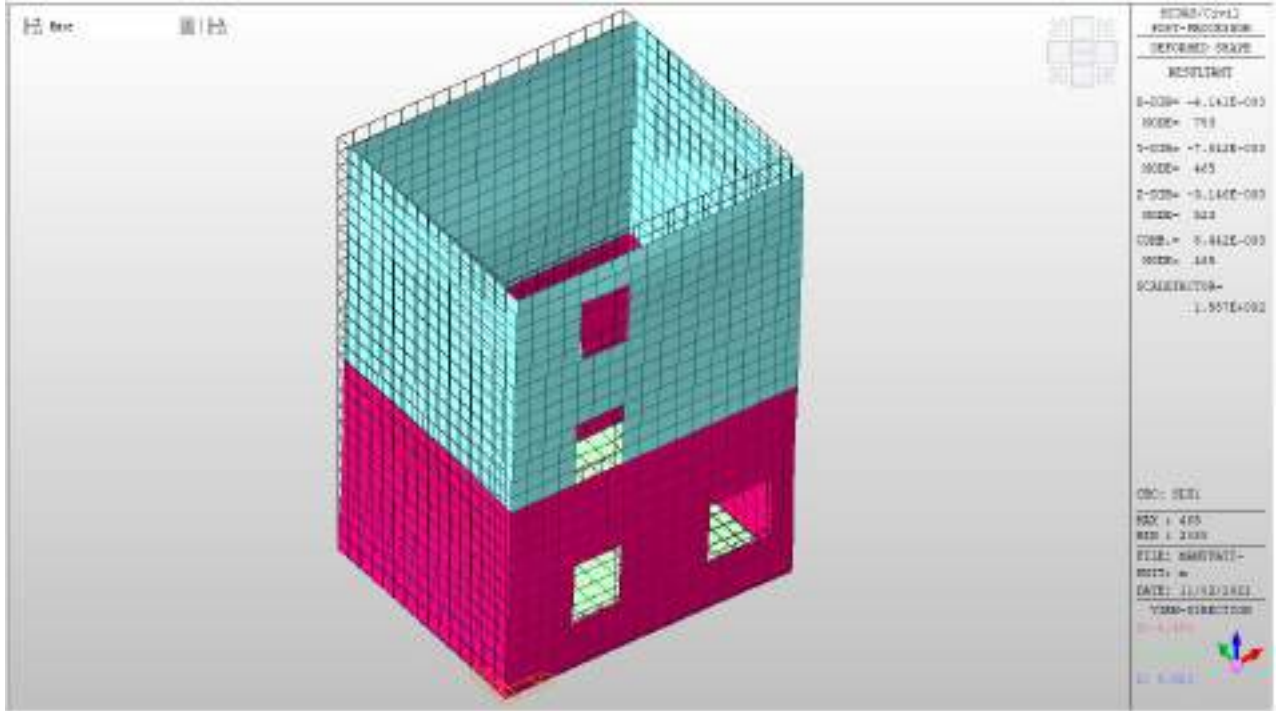
**Figura 9-67 – Deformata sottostruttura SLE- RARA comb. RARA\_1**



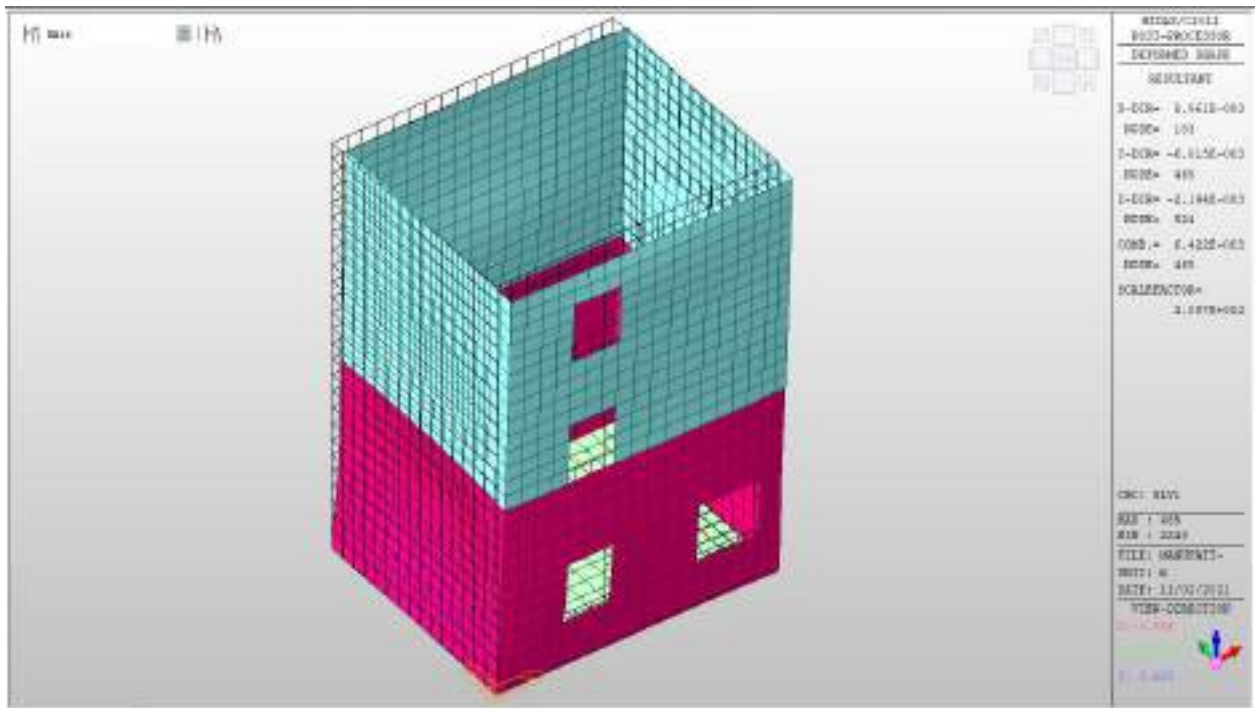
**Figura 9-68 – Deformata struttura fuori terra SLE- RARA comb. RARA\_1**

### 9.9.2 MANUFATTO2

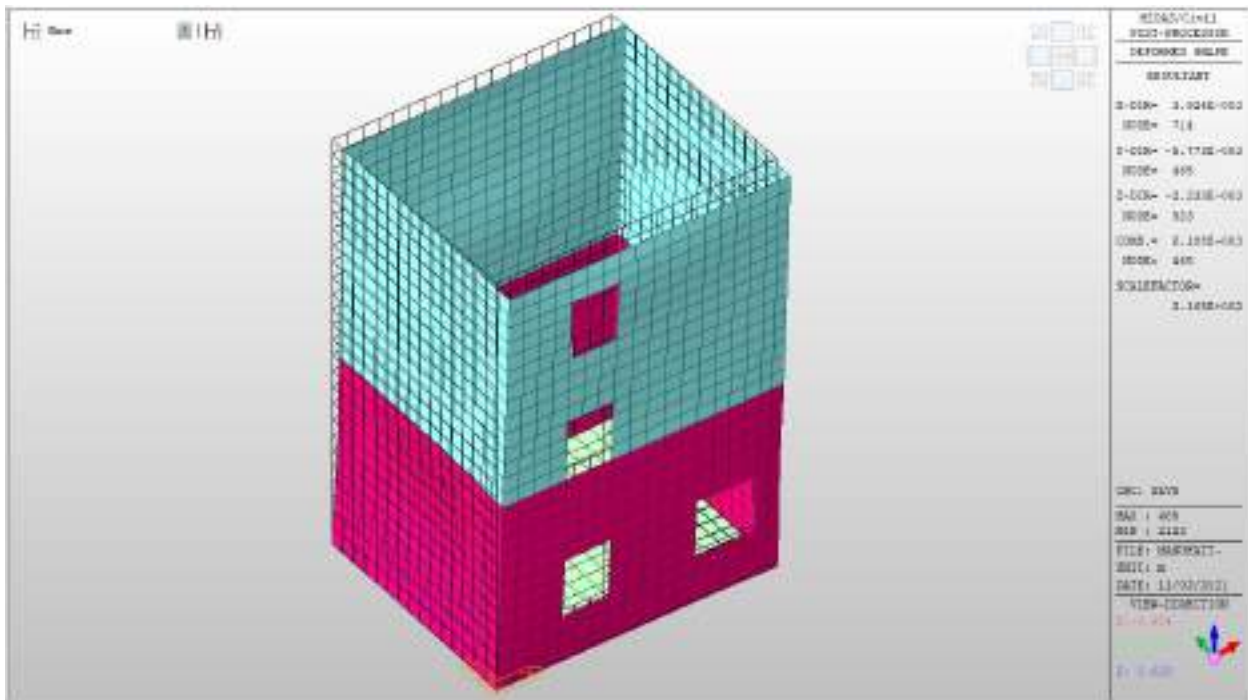
Si riportano nel seguito le configurazioni deformate della struttura denominata MANUFATTO 2 per le combinazioni SLU, SLV e SLE più significative.



**Figura 9-69 – Deformata sottostruttura SLU comb. SLU\_1**

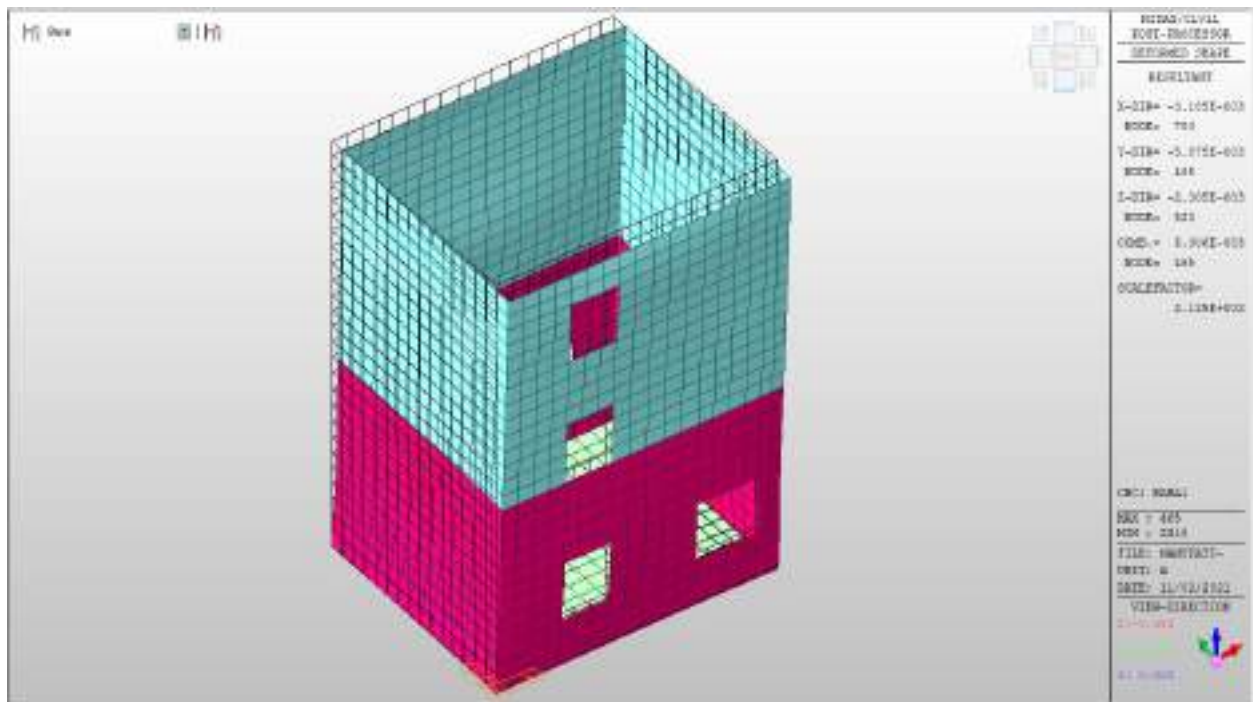


**Figura 9-70 – Deformata sottostruttura SLV comb. SLV\_1 (SISMA X+0.3Y)**



**Figura 9-71 – Deformata sottostruttura SLV comb. SLV\_5 (SISMA 0.3X+Y)**



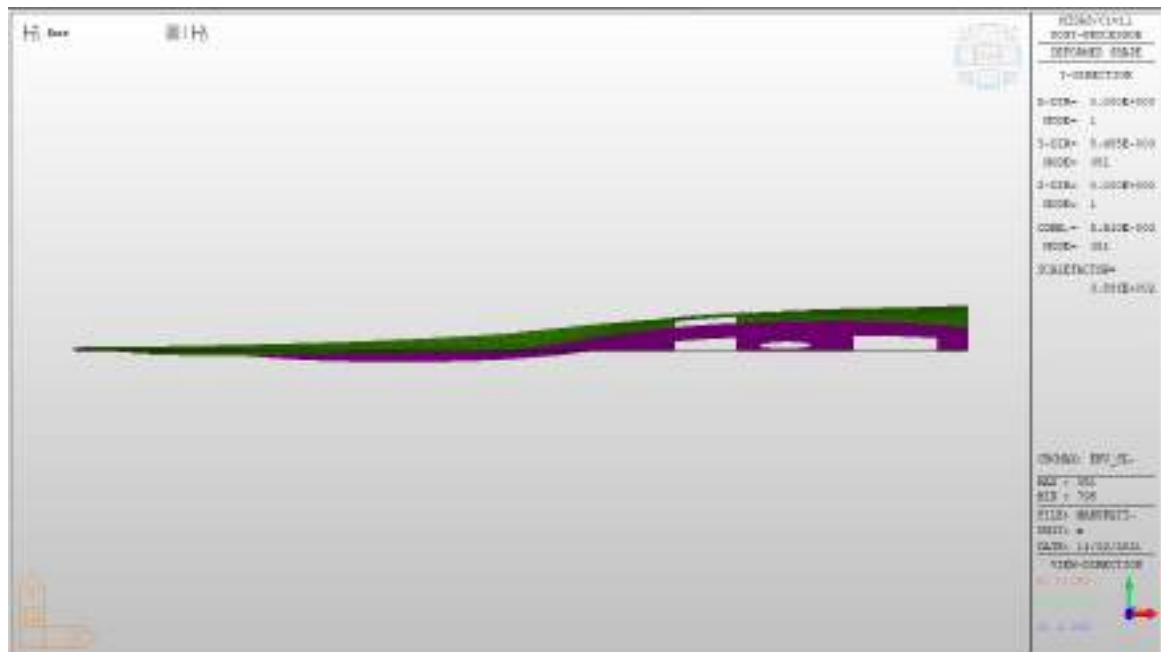


**Figura 9-72 – Deformata sottostruttura SLE- RARA comb. RARA\_1**

### 9.9.3 Dimensionamento giunto tecnico

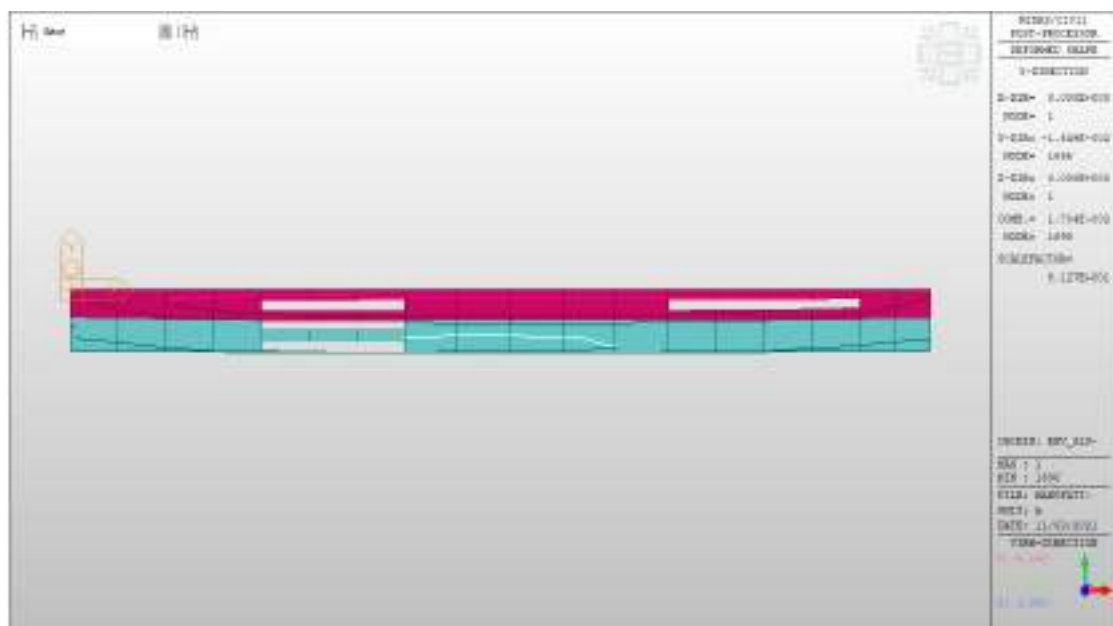
Si riportano nel seguito gli involuipi degli spostamenti massimi/ minimi allo SLU+SLV nella direzione principale Y della parete NORD del MANUFATTO1 e della parete SUD del MANUFATTO2.

$$DY(\max) = 5.45 \text{ mm}$$



**Figura 9-73 – Deformata sottostruttura SLU+SLV - Parete NORD MANUFATTO1**

DY(min)= -16.50 mm



**Figura 9-74 – Deformata sottostruttura SLU+SLV - Parete SUD MANUFATTO2**

Il giunto tecnico previsto in progetto tra i due manufatti viene determinato tenendo conto degli spostamenti massimi sopra indicati:

$$\text{distanza minima} = 5.45 + 16.50 = 23 \text{ mm} = 2.3 \text{ cm}$$

Tenendo conto degli effetti di spostamento cumulativi tra i due distinti elementi strutturali e con l’obiettivo di evitare fenomeni di martellamento si dispone, cautelativamente, un giunto tecnico di 10,00 cm.

## **9.10 Riepilogo incidenze**

Si riporta di seguito un riepilogo delle incidenze per i vari elementi strutturali dei due manufatti:

<b>MANUFATTO1</b>		
<b>ELEMENTO</b>	<b>spessore (m)</b>	<b>Incidenza (kg/m3)</b>
PLATEA	1.5	120
SETTI PERIMETRALI LIVELLO-3	1.2	140
SETTI INTERNI LIVELLO-3	0.6	200
SOLAIO QUOTA +163.64 m	0.6	260
SETTI PERIMETRALI LIVELLO-2	1	140
SETTI INTERNI LIVELLO-2	0.6	200
SOLAIO QUOTA +171.94 m	0.6	220
SETTI PERIMETRALI LIVELLO-1	1	140
SETTI INTERNI LIVELLO-1	0.6	200
SOLAIO QUOTA P.C.	1	140
SETTI PERIMETRALI FUORI TERRA	0.3	300

COPERTURA	0.3	300
TRAVI A SPESSORE	0.6x1.2	100
TRAVI EMERGENTI	0.6x0.6	100

<b>MANUFATTO2</b>		
<b>ELEMENTO</b>	<b>spessore (m)</b>	<b>Incidenza (kg/m3)</b>
PLATEA	1.5	120
SETTI PERIMETRALI LIVELLO-3	1.2	220
SOLAIO QUOTA +163.64 m	0.6	260
SETTI PERIMETRALI LIVELLO-2	1	140
SOLAIO QUOTA +171.94 m	0.6	200
SETTI PERIMETRALI LIVELLO-1	1	140
SOLAIO QUOTA P.C.	1	220
TRAVI A SPESSORE	0.6x1.2	100
TRAVE DI CORONAMENTO	1.2x0.6	100