



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 R010 7

COD. ATO2 APE10116

DATA **OTTOBRE 2019** 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	

**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. Eleonora Accorsi

Consulenti:
 Prof. Ing. Francesco Federico
 Prof. Ing. Quintilio Napoleoni
 GEEG - Geotechnical and Environmental Engineering Group
 IAAT - Italian Association For Trenchless Technology



**CALCOLI PRELIMINARI
 DELLE STRUTTURE
 Allegato 3/3**

INDICE

1	PREMESSA	18
2	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....	19
	2.1 NORMATIVE, RACCOMANDAZIONI E LINEE GUIDA.....	19
3	DESCRIZIONE DELLE OPERE	23
	3.1 NODO S.....	26
	3.2 POZZO DI DISSIPAZIONE PZ2.....	27
	3.3 NUOVO BIPARTITORE BIP	27
	3.4 CANALE DI SCARICO BIPARTITORE	30
	3.5 MANUFATTI DI COLLEGAMENTO AL PESCHIERA DESTRO	33
4	MATERIALI	39
	4.1 POZZI E MANUFATTI.....	39
	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
5	NODO S.....	42
	5.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO TECNICO	46
	5.2 INQUADRAMENTO SISMICO	49

5.3	SCHEMA DI CALCOLO	50
5.4	ANALISI DEI CARICHI	54
5.4.1	ANALISI DELLE AZIONI VERTICALI	54
	Peso proprio	54
	Azioni solaio di piano di calpestio +401.20m slm.....	55
5.4.2	AZIONI SULLE PARETI LATERALI	62
	Spinta statica del terreno condizione di carico n.7	63
	Spinta del terreno al disopra delle paratie	64
	Spinta del terreno in presenza della paratia.....	65
	Paratia di monte	66
	Paratia di valle.....	80
5.4.3	SPINTA STATICA DELL’ACQUA DI FALDA.....	92
5.4.4	SPINTA STATICA DELL’ACQUA DI INVASO	94
5.4.5	INCREMENTO DELLA SPINTA IDROSTATICA IN FASE DINAMICA	97
	Pareti esterne sottoposte alla falda.....	97
	Pareti dell’invaso non sottoposte alla falda	99
	Pareti dell’invaso sottoposte alla falda.....	104
5.5	SPETTRI DI PROGETTO	106
5.5.1	SPETTRO DI RISPOSTA SLD	106
5.5.2	SPETTRO DI RISPOSTA SLV.....	109
5.5.3	SPETTRO DI PROGETTO	112
5.6	COMBINAZIONI DI CARICO	113
5.6.1	COMBINAZIONI DI CARICO SLU/SLV - DIREZIONE – X + 30% Y	113
5.6.2	COMBINAZIONI DI CARICO SLE.	114

5.7	VALUTAZIONE DELLA COSTANTE DI SOTTOFONDO.....	115
5.8	ANALISI STRUTTURALE SISMICA	116
5.9	MODELLAZIONE DELLA RISPOSTA DEL TERRENO SULLE PARETI PERIMETRALI	120
5.9.1	CALCOLO REAZIONI DEL TERRENO LATERALE LATO PIAZZALE	122
5.9.2	CALCOLO REAZIONI DEL TERRENO LATERALE LATO TERRE ARMATE	128
5.10	VERIFICHE	132
5.10.1	INCIDENZE	132
5.10.2	RISULTATI ARMATURE	134
5.10.3	VERIFICHE SLU/SLV	146
	Verifiche Shell e piastre	146
	Verifiche Aste	148
5.10.4	VERIFICHE SLE	149
5.10.5	RAPPRESENTAZIONE GRAFICA SOLLECITAZIONI.....	155
5.10.6	CONFIGURAZIONE DEFORMATE.....	165
6	POZZO DI DISSIPAZIONE PZ2	168
6.1	INQUADRAMENTO GEOLOGICO TECNICO	171
6.2	INQUADRAMENTO SISMICO	174
6.3	SCHEMA DI CALCOLO.....	177
6.3.1	DIMENSIONAMENTO DELLA STRUTTURA FUORI TERRA.....	183
6.4	ANALISI DEI CARICHI	184
6.4.1	ANALISI DELLE AZIONI VERTICALI	184
	Azioni solaio di copertura quota+ 273.85 m slm.....	184
	Piastre piano 267.25m slm	185
	Piastre piano 261.70 – 256.30 – 250.90m slm.....	188

Piastra di fondazione 244.20m slm	188
6.4.2 AZIONI SULLE PARETI LATERALI	191
Parete lato area di estrazione della TBM	191
Pareti lati rimanenti	193
6.5 SPETTRI DI PROGETTO	196
6.5.1 SPETTRO DI RISPOSTA SLD	197
6.5.2 SPETTRO DI RISPOSTA SLV.....	199
6.5.3 SPETTRO DI PROGETTO	202
6.6 COMBINAZIONI DI CARICO	207
6.6.1 COMBINAZIONI DI CARICO SLU/SLV.....	207
6.6.2 COMBINAZIONI DI CARICO SLE	207
6.7 VALUTAZIONE DELLA COSTANTE DI SOTTOFONDO.....	208
6.8 ANALISI STRUTTURALE SISMICA	210
6.9 MODELLAZIONE DELLA RISPOSTA DEL TERRENO SULLE PARETI PERIMETRALI	213
6.10 VERIFICHE	222
6.10.1 INCIDENZE	222
6.10.2 VERIFICHE SLU/SLV	230
Verifiche Shell e piastre	230
Verifiche Aste	232
6.10.3 VERIFICHE SLE.....	233
6.10.4 RAPPRESENTAZIONE GRAFICA SOLLECITAZIONI.....	236
6.10.5 CONFIGURAZIONE DEFORMATE.....	242
7 MANUFATTO BIPARTITORE.....	248
7.1 SOFTWARE DI CALCOLO	248

7.2	INQUADRAMENTO GEOTECNICO	249
7.3	INQUADRAMENTO SISMICO.....	252
7.4	SCHEMA DI CALCOLO.....	255
7.5	ANALISI DEI CARICHI	260
7.5.1	PESO PROPRIO	260
7.5.2	AZIONI SOLAIO DI COPERTURA	261
7.5.3	AZIONI SOLAIO A QUOTA PIANO CAMPAGNA.....	263
7.5.4	AZIONI PLATEA DI FONDAZIONE	265
7.5.5	CARROPONTE.....	268
7.5.6	SPINTA STATICA DEL TERRENO.....	270
7.5.7	SPINTA STATICA DELL’ACQUA DI INVASO	271
7.5.8	SPINTA STATICA DOVUTA AL SOVRACCARICO	273
7.5.9	SPETTRI DI PROGETTO	274
	▪ Spettro di Risposta SLD.....	275
	▪ Spettro di Risposta SLV.....	276
7.5.10	ANALISI STRUTTURALE SISMICA	277
	▪ Incremento dinamico della spinta del terreno per presenza di sisma	278
	▪ Incremento spinta idrostatica in fase dinamica	279
7.5.11	VALUTAZIONE DELLA COSTANTE DI SOTTOFONDO	281
7.6	COMBINAZIONI DI CARICO	286
7.7	CRITERI DI VERIFICA	292
7.7.1	ORIENTAMENTO DEGLI ASSI LOCALI PER GLI ELEMENTI SHELL	293
7.7.2	DIAGRAMMI DELLE SOLLECITAZIONI E VERIFICHE	294
	Fondazione.....	294

Fondazione – SLU-SLV	294
Fondazione – SLE – RARA	297
Fondazione – SLE – Frequente.....	299
Fondazione – SLE – Quasi Permanente	300
Verifiche	301
Setti perimetrali interrati.....	313
Setti perimetrali interrati – Mappe sollecitazioni SLU - SLV.....	313
Setti perimetrali interrati– Mappe sollecitazioni SLE - RARA.....	318
Setti perimetrali interrati – Mappe sollecitazioni SLE - FREQUENTE.....	319
Setti perimetrali interrati – Mappe sollecitazioni SLE – Quasi permanente	321
Verifiche	322
Setti interni interrati.....	336
Setti interni interrati – Mappe sollecitazioni SLU - SLV	336
Setti interni interrati– Mappe sollecitazioni SLE - RARA.....	343
Setti interni interrati– Mappe sollecitazioni SLE – FREQUENTE	344
Setti interni interrati – Mappe sollecitazioni SLE – Quasi permanente	346
Verifiche	347
Solaio quota piano campagna	358
Solaio quota piano campagna – Mappe sollecitazioni SLU - SLV	358
Solaio quota piano campagna – Mappe sollecitazioni SLE - RARA	362
Solaio quota piano campagna – Mappe sollecitazioni SLE - Frequente.....	364
Solaio quota piano campagna – Mappe sollecitazioni SLE – Quasi permanente.....	366
Verifiche	367
Setti perimetrali fuori terra.....	381
Setti perimetrali fuori terra – SLU ed SLV	381

Setti perimetrali fuori terra – SLE RARA.....	383
Setti perimetrali fuori terra – SLE Frequente	384
Setti perimetrali fuori terra – SLE Quasi permanente.....	385
Verifiche	386
Setti interni fuori terra	394
Setti interni fuori terra – SLU ed SLV.....	394
Setti interni fuori terra– SLE RARA	396
Setti interni fuori terra – SLE Frequente	397
Setti interni fuori terra – SLE Quasi permanente	398
Verifiche	399
Solaio copertura.....	404
Solaio copertura – Mappe sollecitazioni SLU - SLV.....	404
Solaio copertura – Mappe sollecitazioni SLE - RARA.....	408
Solaio copertura – Mappe sollecitazioni SLE - Frequente	410
Solaio copertura – Mappe sollecitazioni SLE – Quasi permanente	411
Verifiche	413
Travi solaio a quota p.c.....	425
Travi solaio a quota p.c.– Mappe sollecitazioni SLU - SLV.....	425
Travi solaio a quota p.c.– Mappe sollecitazioni SLE - RARA.....	427
Travi solaio a quota p.c.– Mappe sollecitazioni SLE - Frequente	429
Travi solaio a quota p.c.– Mappe sollecitazioni SLE – Quasi permanente	430
Verifiche	431
7.8 CONFIGURAZIONI DEFORMATE	438
7.9 RIEPILOGO INCIDENZE	446
8 CANALE DI SCARICO BIPARTITORE: OPERE MINORI	447

8.1 SOFTWARE DI CALCOLO	448
8.2 INQUADRAMENTO GEOTECNICO	448
8.3 INQUADRAMENTO SISMICO.....	451
8.4 SCHEMA DI CALCOLO.....	453
8.5 ANALISI DEI CARICHI - SEZIONE 1	460
8.5.1 PESO PROPRIO	460
8.5.2 AZIONI COPERTURA	460
8.5.3 AZIONI PLATEA DI FONDAZIONE	463
8.5.4 SPINTA STATICA DEL TERRENO.....	464
8.5.5 SPINTA STATICA DELL’ACQUA DI INVASO	466
8.5.6 SPINTA STATICA DOVUTA AL SOVRACCARICO	468
8.5.7 ANALISI STRUTTURALE SISMICA	469
▪ Incremento dinamico della spinta del terreno per presenza di sisma	470
▪ Incremento spinta idrostatica in fase dinamica	471
▪ Forze di inerzia della struttura in fase dinamica.....	472
8.5.8 VALUTAZIONE DELLA COSTANTE DI SOTTOFONDO	473
8.6 ANALISI DEI CARICHI - SEZIONE 10	476
8.6.1 PESO PROPRIO	476
8.6.2 AZIONI PLATEA DI FONDAZIONE	476
8.6.3 SPINTA STATICA DEL TERRENO.....	478
8.6.4 SPINTA STATICA DELL’ACQUA DI INVASO	480
8.6.5 SPINTA STATICA DOVUTA AL SOVRACCARICO	482
8.6.6 ANALISI STRUTTURALE SISMICA	483

▪ Incremento dinamico della spinta del terreno per presenza di sisma	484
▪ Incremento spinta idrostatica in fase dinamica	485
▪ Forze di inerzia della struttura in fase dinamica	487
8.6.7 VALUTAZIONE DELLA COSTANTE DI SOTTOFONDO	487
8.7 COMBINAZIONI DI CARICO	491
8.8 CRITERI DI VERIFICA	498
8.8.1 ORIENTAMENTO DEGLI ASSI LOCALI.....	498
8.9 DIAGRAMMI DELLE SOLLECITAZIONI	499
8.9.1 SEZIONE S1	499
▪ SLU-SLV.....	499
▪ SLE – RARA	502
▪ SLE – Frequente.....	503
▪ SLE – Quasi Permanente	504
8.9.2 SEZIONE S10.....	505
▪ SLU-SLV.....	506
▪ SLE – RARA	508
▪ SLE – Frequente.....	509
▪ SLE – Quasi Permanente	510
8.10 VERIFICHE	511
8.10.1 SEZIONE S1	511
8.10.2 SEZIONE S10.....	522
8.11 CONFIGURAZIONI DEFORMATE	530
8.11.1 SEZIONE S1	530
8.11.2 SEZIONE S10.....	532

RIEPILOGO INCIDENZE	535
9 MANUFATTI DI COLLEGAMENTO AL PESCHIERA DESTRO	536
9.1 SOFTWARE DI CALCOLO	537
9.2 INQUADRAMENTO GEOTECNICO	537
9.3 INQUADRAMENTO SISMICO.....	540
9.4 SCHEMA DI CALCOLO.....	543
9.5 ANALISI DEI CARICHI - MANUFATTO 1	551
9.5.1 PESO PROPRIO	551
9.5.2 AZIONI SOLAIO DI COPERTURA	551
9.5.3 AZIONI SOLAIO A QUOTA PIANO CAMPAGNA.....	552
9.5.4 AZIONI SOLAIO A QUOTA +163.64 (LIVELLO-1).....	554
9.5.5 AZIONI SOLAIO A QUOTA +171.94 (LIVELLO-2).....	555
9.5.6 AZIONI PLATEA DI FONDAZIONE	556
9.5.7 CARROPONTE.....	559
9.5.8 SPINTA STATICA DEL TERRENO.....	561
9.5.9 SPINTA STATICA DELL’ACQUA DI INVASO	563
9.5.10 SPINTA STATICA DOVUTA AL SOVRACCARICO	564
9.5.11 SPETTRI DI PROGETTO	565
▪ Spettro di Risposta SLD.....	566
▪ Spettro di Risposta SLV.....	566
9.5.12 ANALISI STRUTTURALE SISMICA	567
▪ Incremento dinamico della spinta del terreno per presenza di sisma	568
▪ Incremento spinta idrostatica in fase dinamica	570

9.5.13	VALUTAZIONE DELLA COSTANTE DI SOTTOFONDO	572
9.6	ANALISI DEI CARICHI - MANUFATTO 2	577
9.6.1	PESO PROPRIO	577
9.6.2	AZIONI SOLAIO DI COPERTURA	577
9.6.3	AZIONI SOLAIO A QUOTA +163.64 (LIVELLO-1).....	579
9.6.4	AZIONI SOLAIO A QUOTA +171.94 (LIVELLO-2).....	580
9.6.5	AZIONI PLATEA DI FONDAZIONE	581
9.6.6	SPINTA STATICA DEL TERRENO.....	583
9.6.7	SPETTRI DI PROGETTO	585
	▪ Spettro di Risposta SLD.....	585
	▪ Spettro di Risposta SLV.....	586
9.6.8	ANALISI STRUTTURALE SISMICA	587
	▪ Incremento dinamico della spinta del terreno per presenza di sisma	588
9.6.9	VALUTAZIONE DELLA COSTANTE DI SOTTOFONDO	590
9.7	COMBINAZIONI DI CARICO	595
9.8	CRITERI DI VERIFICA	602
9.8.1	ORIENTAMENTO DEGLI ASSI LOCALI PER GLI ELEMENTI SHELL	602
9.8.2	STATO DI SOLLECITAZIONE E VERIFICHE – MANUFATTO1	603
	Fondazione.....	603
	Fondazione – SLU-SLV	603
	Fondazione – SLE – RARA	607
	Fondazione – SLE – Frequente.....	608
	Fondazione – SLE – Quasi Permanente	610
	Verifiche.....	612

Setti perimetrali livello -3.....	627
Setti perimetrali livello -3 – Mappe sollecitazioni SLU - SLV	627
Setti perimetrali livello -3 – Mappe sollecitazioni SLE -RARA.....	631
Setti perimetrali livello -3 – Mappe sollecitazioni SLE - FREQUENTE.....	632
Setti perimetrali livello -3 – Mappe sollecitazioni SLE – Quasi permanente	634
Verifiche	636
Setti interni livello -3	652
Setti interni livello -3 – Mappe sollecitazioni SLU - SLV	652
Setti interni livello -3 – Mappe sollecitazioni SLE - RARA	654
Setti interni livello -3 – Mappe sollecitazioni SLE – FREQUENTE	656
Setti interni livello -3 – Mappe sollecitazioni SLE – Quasi permanente	657
Verifiche	659
Solaio a quota +163.64m.....	675
Solaio a quota +163.64m – Mappe sollecitazioni SLU - SLV.....	675
Solaio a quota +163.64m– Mappe sollecitazioni SLE - RARA.....	678
Solaio a quota +163.64m– Mappe sollecitazioni SLE - Frequente	679
Solaio a quota +163.64m– Mappe sollecitazioni SLE – Quasi permanente	680
Verifiche.....	682
Setti perimetrali livello -2.....	699
Setti perimetrali livello -2 – Mappe sollecitazioni SLU - SLV	699
Setti perimetrali livello -2 – Mappe sollecitazioni SLE -RARA.....	702
Setti perimetrali livello -2 – Mappe sollecitazioni SLE - FREQUENTE.....	703
Setti perimetrali livello -2 – Mappe sollecitazioni SLE – Quasi permanente	705
Verifiche	706
Setti interni livello -2.....	723

Setti interni livello -2 – Mappe sollecitazioni SLU - SLV	723
Setti interni livello -2 – Mappe sollecitazioni SLE - RARA	726
Setti interni livello -2 – Mappe sollecitazioni SLE – FREQUENTE	727
Setti interni livello -2 – Mappe sollecitazioni SLE – Quasi permanente	728
Verifiche	730
Solaio a quota +171.94m.....	746
Solaio a quota +171.94m – Mappe sollecitazioni SLU - SLV.....	746
Solaio a quota +171.94m – Mappe sollecitazioni SLE - RARA.....	749
Solaio a quota +171.94m – Mappe sollecitazioni SLE - Frequente	750
Solaio a quota +171.94m – Mappe sollecitazioni SLE – Quasi permanente	751
Verifiche	753
Setti perimetrali livello -1	770
Setti perimetrali livello -1 – Mappe sollecitazioni SLU - SLV	770
Setti perimetrali livello -1 – Mappe sollecitazioni SLE -RARA	773
Setti perimetrali livello -1 – Mappe sollecitazioni SLE - FREQUENTE.....	774
Setti perimetrali livello -1 – Mappe sollecitazioni SLE – Quasi permanente	776
Verifiche	777
Setti interni livello -1	794
Setti interni livello - 1 – Mappe sollecitazioni SLU - SLV	794
Setti interni livello -1 – Mappe sollecitazioni SLE - RARA	796
Setti interni livello -1 – Mappe sollecitazioni SLE – FREQUENTE	797
Setti interni livello -1 – Mappe sollecitazioni SLE – Quasi permanente	799
Verifiche	800
Solaio a quota p.c.	818
Solaio a quota p.c. – Mappe sollecitazioni SLU - SLV	818

Solaio a quota p.c. – Mappe sollecitazioni SLE - RARA	821
Solaio a quota p.c. – Mappe sollecitazioni SLE - Frequente	823
Solaio a quota p.c. – Mappe sollecitazioni SLE – Quasi permanente.....	824
Verifiche	825
Setti perimetrali fuori terra.....	838
Setti perimetrali fuori terra – SLU ed SLV	838
Setti perimetrali fuori terra – SLE RARA.....	839
Setti perimetrali fuori terra – SLE Frequente	840
Setti perimetrali fuori terra – SLE Quasi permanente.....	841
Verifiche	841
Solaio copertura.....	851
Solaio copertura – Mappe sollecitazioni SLU - SLV.....	851
Solaio copertura – Mappe sollecitazioni SLE - RARA.....	854
Solaio copertura – Mappe sollecitazioni SLE - Frequente	855
Solaio copertura – Mappe sollecitazioni SLE – Quasi permanente	857
Verifiche	858
Travi solaio a quota +163.64 m	871
Travi solaio a quota +163.64 m– Mappe sollecitazioni SLU ed SLV	871
Travi solaio a quota +163.64 m– Mappe SLE RARA	874
Travi solaio a quota +163.64 m– Mappe SLE Frequente.....	875
Verifiche	877
Travi solaio a quota +171.94 m	885
Travi solaio a quota +171.94m– Mappe sollecitazioni SLU e SLV	885
Travi solaio a quota +171.94m– Mappe sollecitazioni SLE RARA	887
Travi solaio a quota +171.94m– Mappe sollecitazioni SLE Frequente	889

Verifiche	890
Travi solaio a quota p.c.	897
Travi solaio a quota p.c.– Mappe sollecitazioni SLU ed SLV.....	897
Travi solaio a quota p.c.– Mappe sollecitazioni SLE RARA	899
Travi solaio a quota p.c.– Mappe sollecitazioni SLE Frequente.....	901
Verifiche	902
9.8.3 STATO DI SOLLECITAZIONE E VERIFICHE – MANUFATTO2	909
Fondazione.....	909
Fondazione – SLU-SLV	909
Fondazione – SLE – RARA.....	912
Fondazione – SLE – Frequente.....	913
Fondazione – SLE – Quasi Permanente	915
Verifiche.....	916
Setti perimetrali livello -3.....	933
Setti perimetrali livello -3 – Mappe sollecitazioni SLU - SLV.....	933
Setti perimetrali livello -3 – Mappe sollecitazioni SLE -RARA.....	935
Setti perimetrali livello -3 – Mappe sollecitazioni SLE - FREQUENTE.....	936
Setti perimetrali livello -3 – Mappe sollecitazioni SLE – Quasi permanente	938
Verifiche.....	939
Solaio a quota +163.64m.....	952
Solaio a quota +163.64m – Mappe sollecitazioni SLU - SLV.....	952
Solaio a quota +163.64m – Mappe sollecitazioni SLE - RARA.....	955
Solaio a quota +163.64m – Mappe sollecitazioni SLE - Frequente	956
Solaio a quota +163.64m – Mappe sollecitazioni SLE – Quasi permanente	957
Verifiche.....	959

Setti perimetrali livello -2.....	976
Setti perimetrali livello -2 – Mappe sollecitazioni SLU - SLV	976
Setti perimetrali livello -2 – Mappe sollecitazioni SLE -RARA.....	979
Setti perimetrali livello -2 – Mappe sollecitazioni SLE - FREQUENTE.....	980
Setti perimetrali livello -2 – Mappe sollecitazioni SLE – Quasi permanente	982
Verifiche	983
Solaio a quota +171.94m.....	1000
Solaio a quota +171.94m – Mappe sollecitazioni SLU - SLV.....	1000
Solaio a quota +171.94m – Mappe sollecitazioni SLE - RARA.....	1003
Solaio a quota +171.94m – Mappe sollecitazioni SLE - Frequente	1004
Solaio a quota +171.94m – Mappe sollecitazioni SLE – Quasi permanente	1006
Verifiche	1007
Setti perimetrali livello -1.....	1024
Setti perimetrali livello -1 – Mappe sollecitazioni SLU - SLV.....	1024
Setti perimetrali livello -1 – Mappe sollecitazioni SLE -RARA.....	1027
Setti perimetrali livello -1 – Mappe sollecitazioni SLE - FREQUENTE.....	1029
Setti perimetrali livello -1 – Mappe sollecitazioni SLE – Quasi permanente	1030
Verifiche.....	1031
Solaio a quota p.c.	1048
Solaio a quota p.c. – Mappe sollecitazioni SLU - SLV	1048
Solaio a quota p.c. – Mappe sollecitazioni SLE - RARA	1051
Solaio a quota p.c. – Mappe sollecitazioni SLE - Frequente.....	1052
Solaio a quota p.c. – Mappe sollecitazioni SLE – Quasi permanente.....	1053
Verifiche	1055
Travi solaio a quota +163.64 m	1070

Travi solaio a quota +163.64 m – Mappe sollecitazioni SLU ed SLV	1070
Travi solaio a quota +163.64 m – Mappe sollecitazioni SLE RARA	1071
Travi solaio a quota +163.64 m – Mappe sollecitazioni SLE Frequente	1072
Verifiche	1073
Travi solaio a quota +171.94m – Mappe sollecitazioni SLU ed SLV	1076
Travi solaio a quota +171.94m – Mappe sollecitazioni SLE RARA	1077
Travi solaio a quota +171.94m – Mappe sollecitazioni SLE Frequente	1078
Verifiche	1079
Travi solaio a quota p.c.	1083
Travi solaio a quota p.c. – Mappe sollecitazioni SLU ed SLV	1083
Verifiche	1086
Trave di coronamento foro livello -2	1090
Trave di coronamento foro livello -2 Mappe sollecitazioni SLU ed SLV	1090
Verifiche	1093
9.9 CONFIGURAZIONI DEFORMATE	1096
9.9.1 MANUFATTO1	1096
9.9.2 MANUFATTO2	1101
9.9.3 DIMENSIONAMENTO GIUNTO TECNICO	1104
9.10 RIEPILOGO INCIDENZE	1106

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:

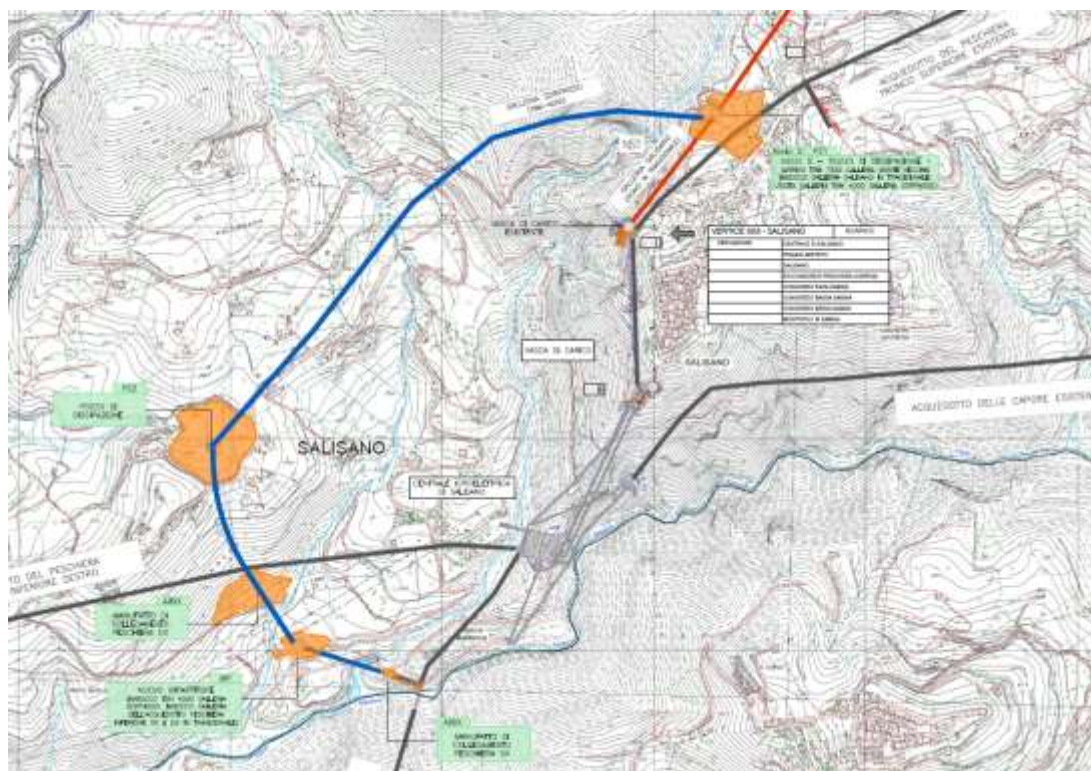


Figura 1-1 – Planimetria di dettaglio

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).

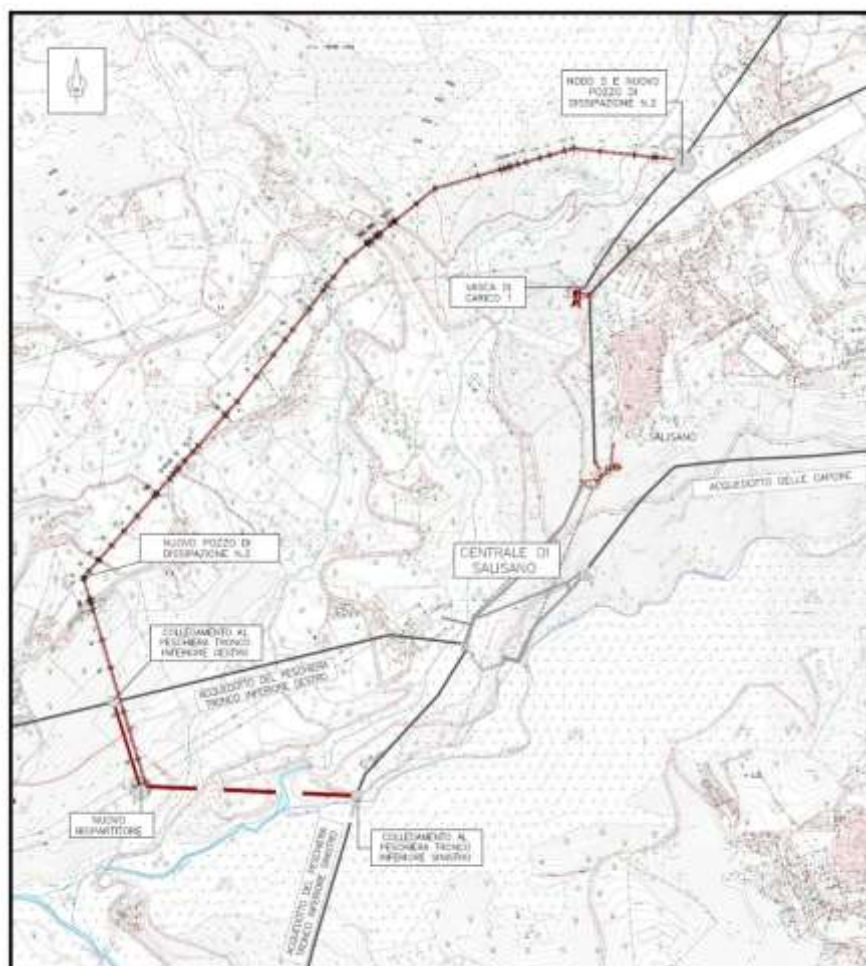
- DAUB-German Tunnelling Committee (ITA/AITES): Recommendations for selecting and evaluating tunnel boring machines (5/1997).
- STUVA-(Germany - Studiengesellschaft für unterirdische Verkehrsanlagen - Società per lo studio infrastrutture sotterranee): Recommendations for the Use of Gaskets for sealing 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 m³/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.



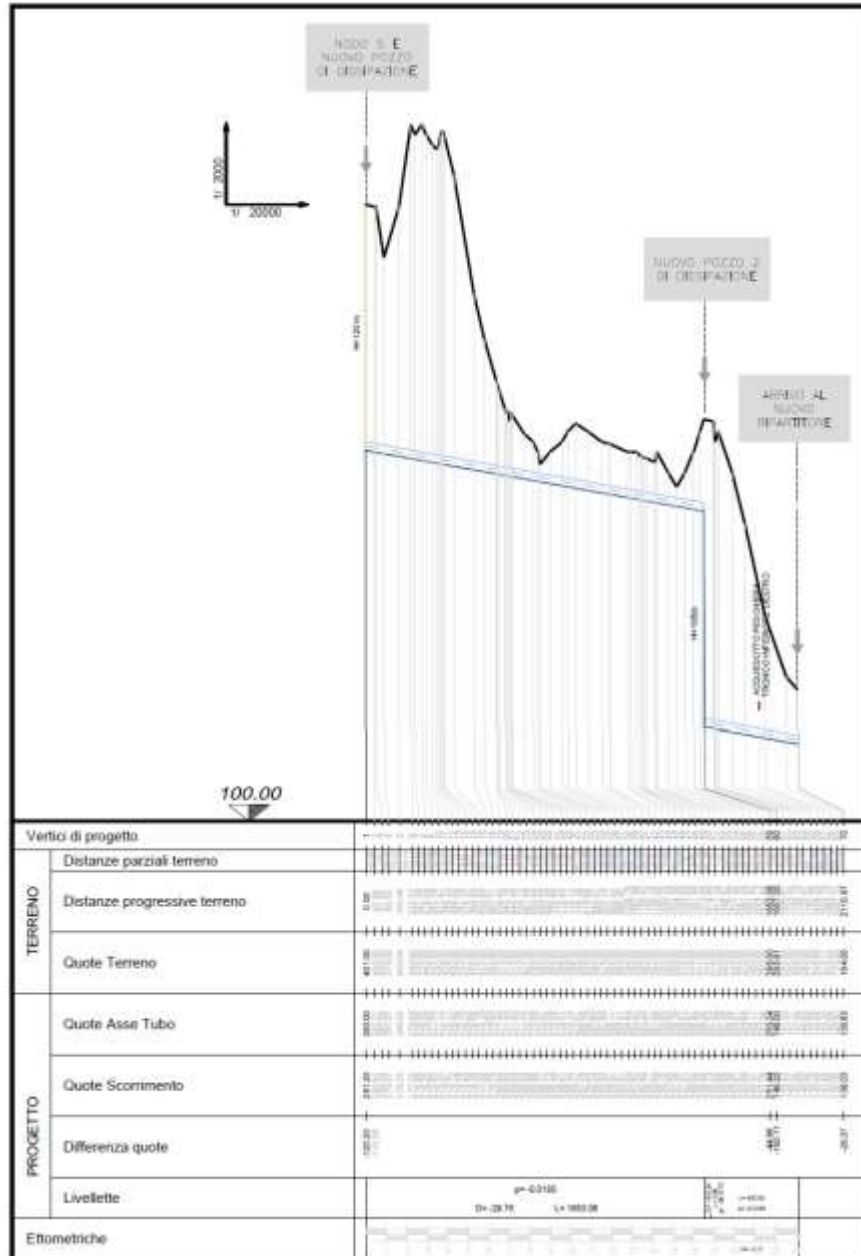


Figura 3.1 - Planimetria e sezione di dettaglio del by-pass del Nodo di Salisano

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 Φ 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 Φ 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 Φ 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’atra 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.

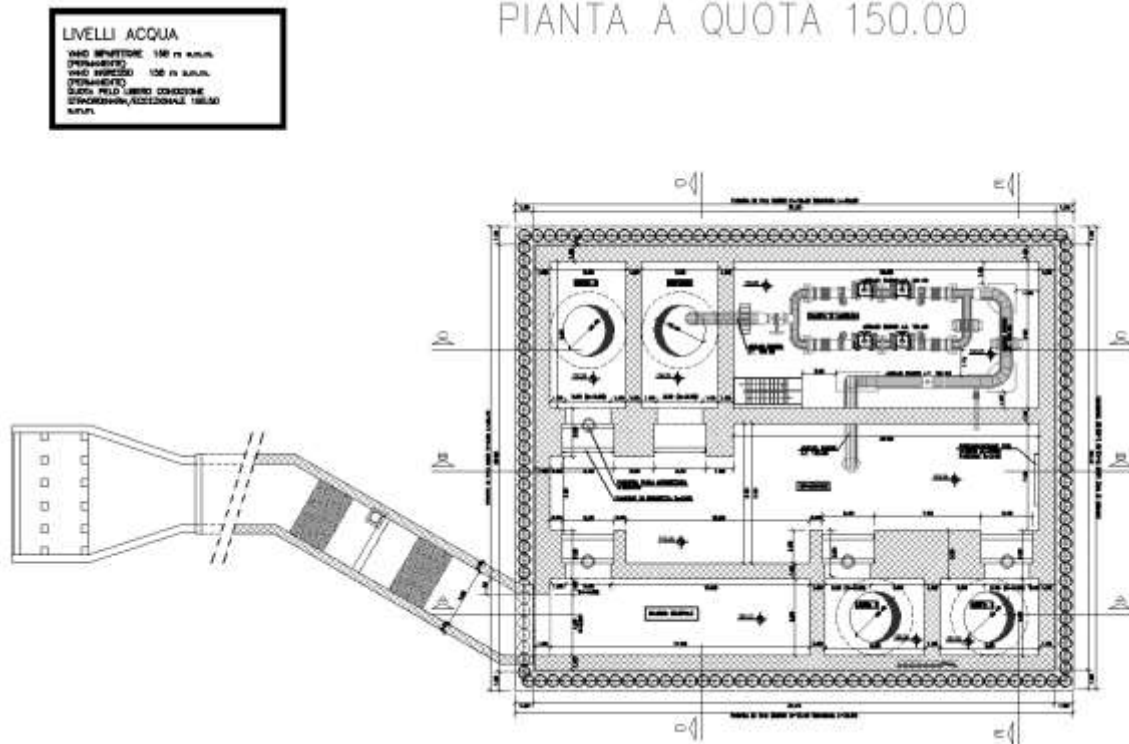


Figura 3-2 – Pianta Bipartitore

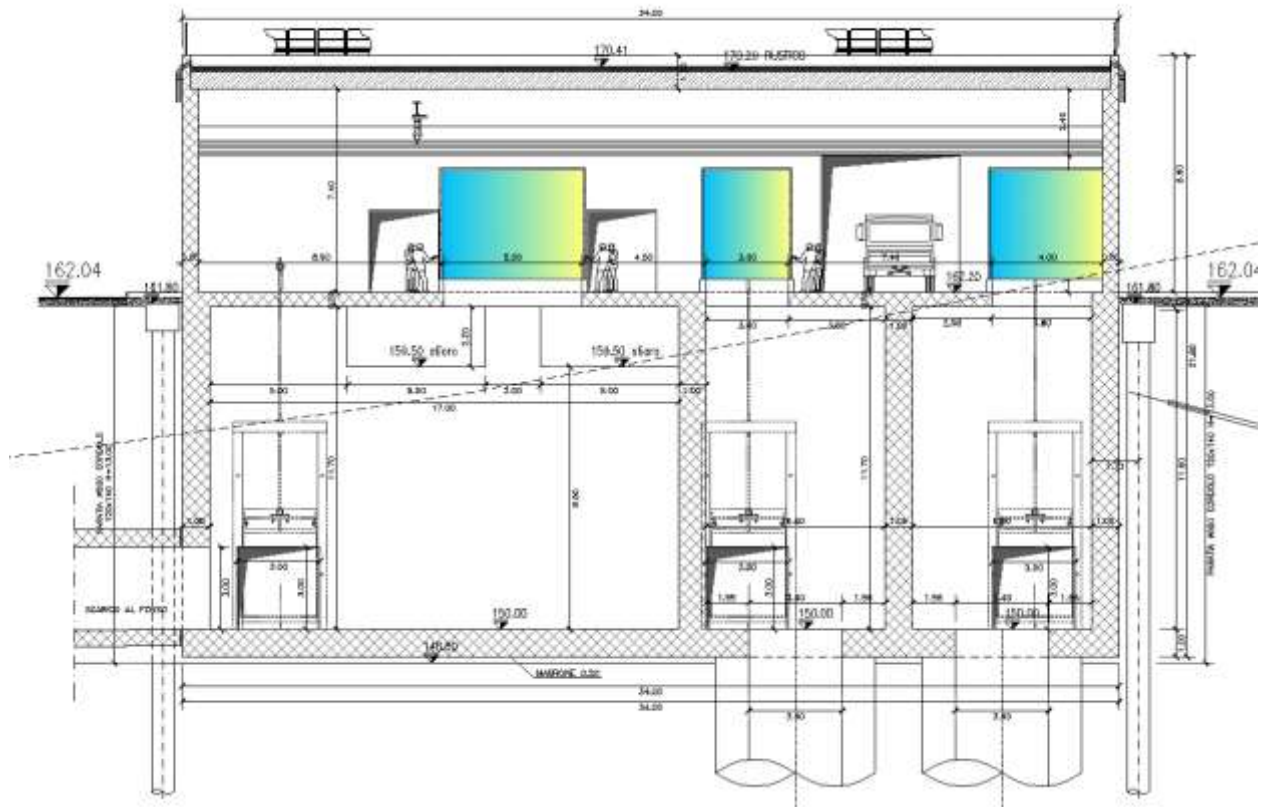


Figura 3-3 – Sezione Bipartite

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 $\varnothing 300$.

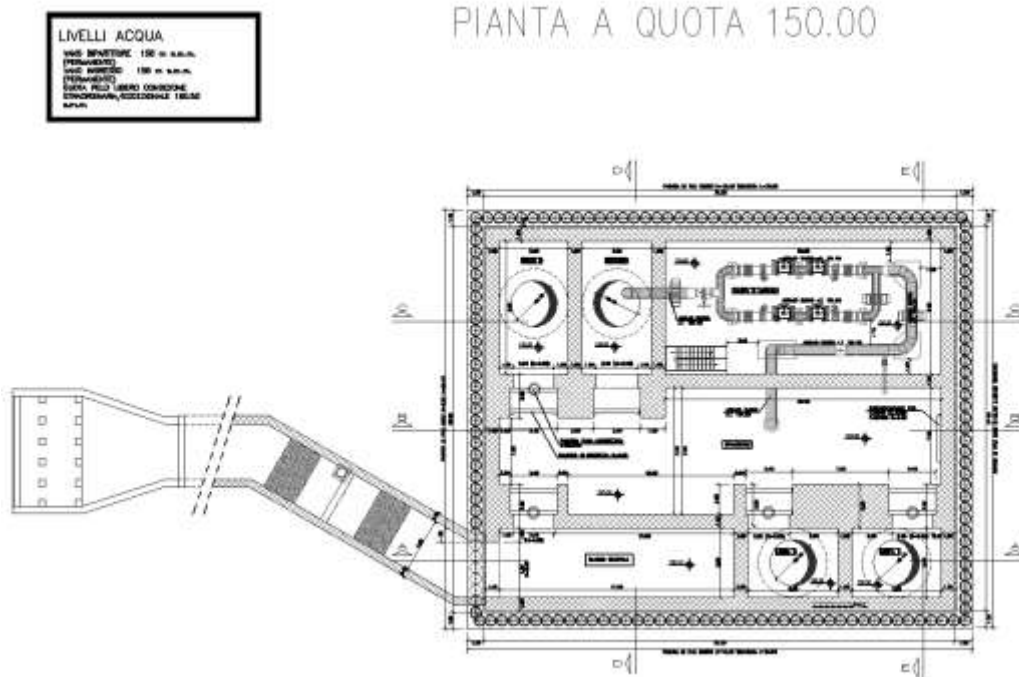


Figura 3-4 – Pianta del Bipartitore e del Canale di scarico

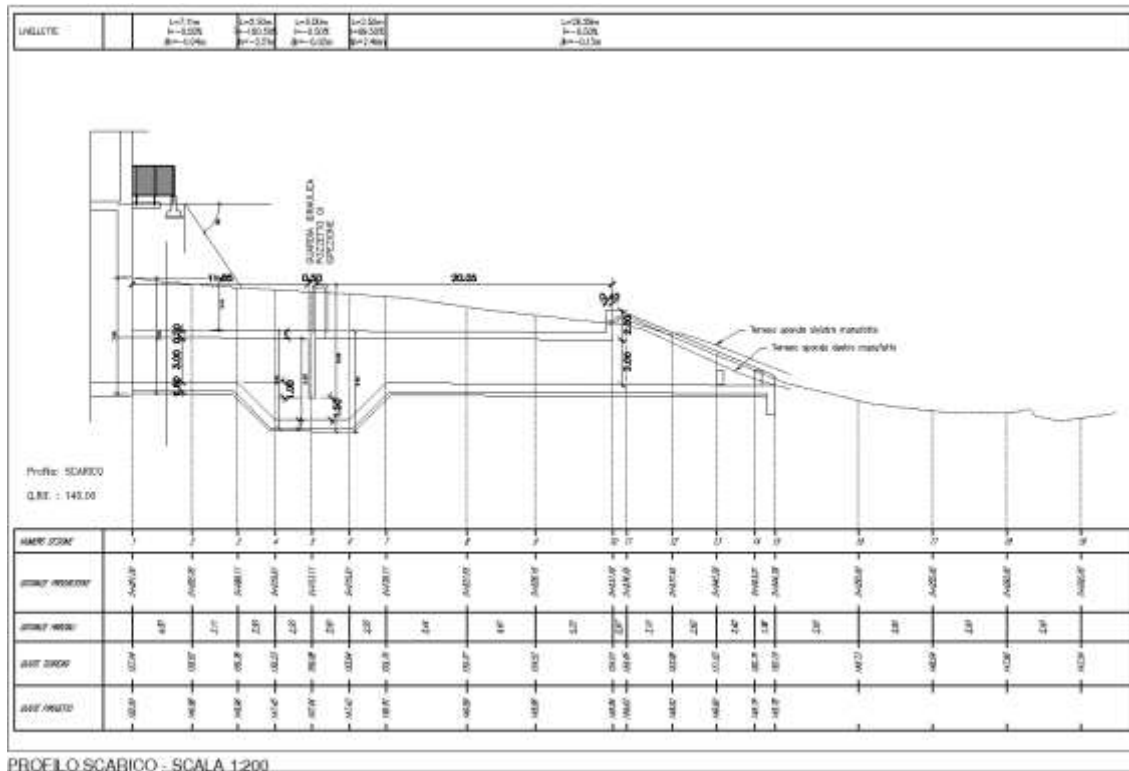


Figura 3-5 – Sezione longitudinale del Canale di Scarico

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 $\varnothing 250$.

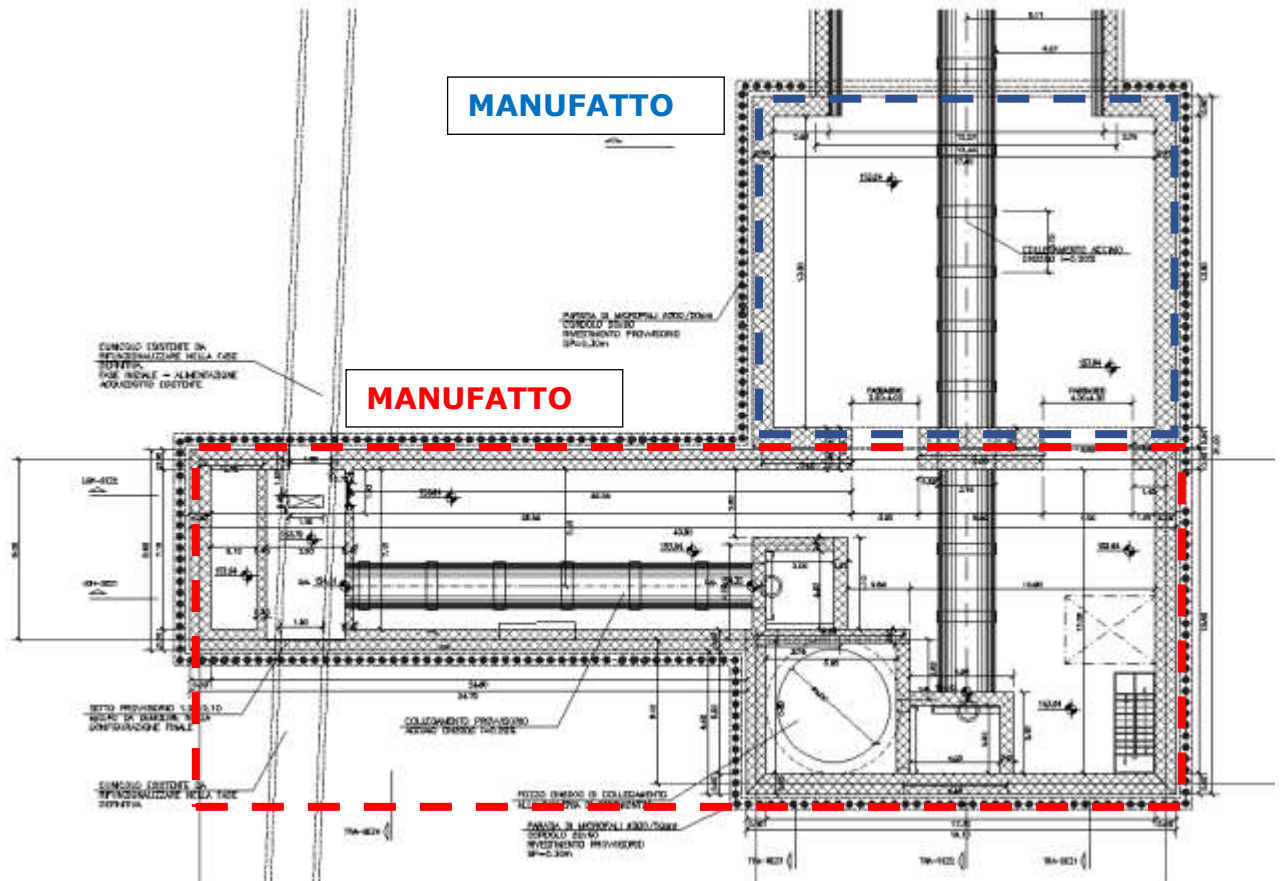


Figura 3-6 – Pianta MANUFATTO 1 e MANUFATTO 2

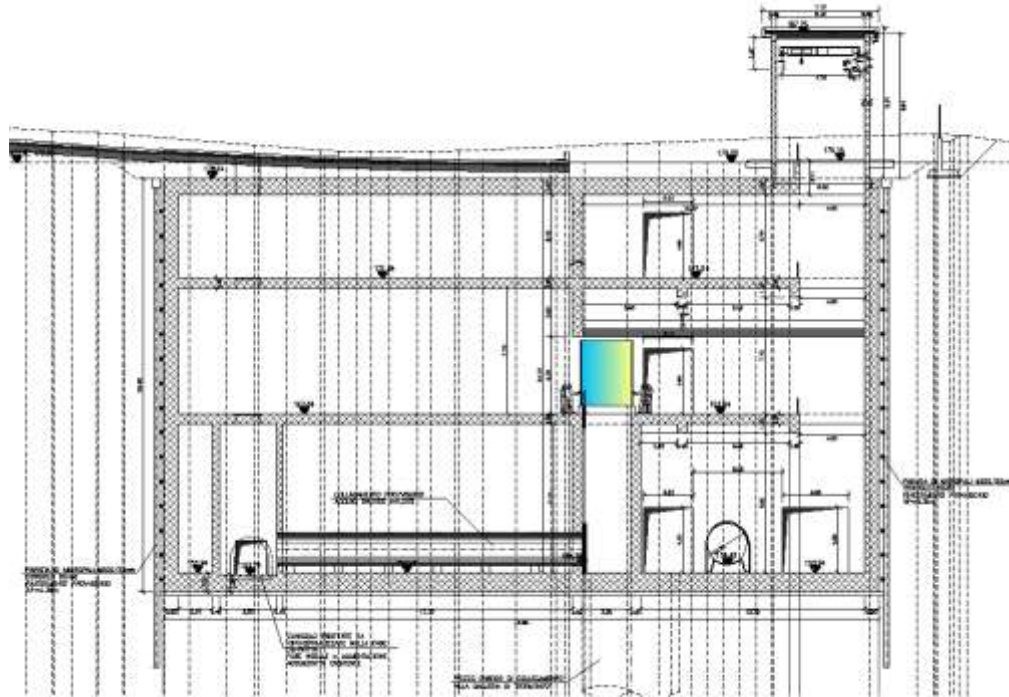


Figura 3-7 – Sezione MANUFATTO 1

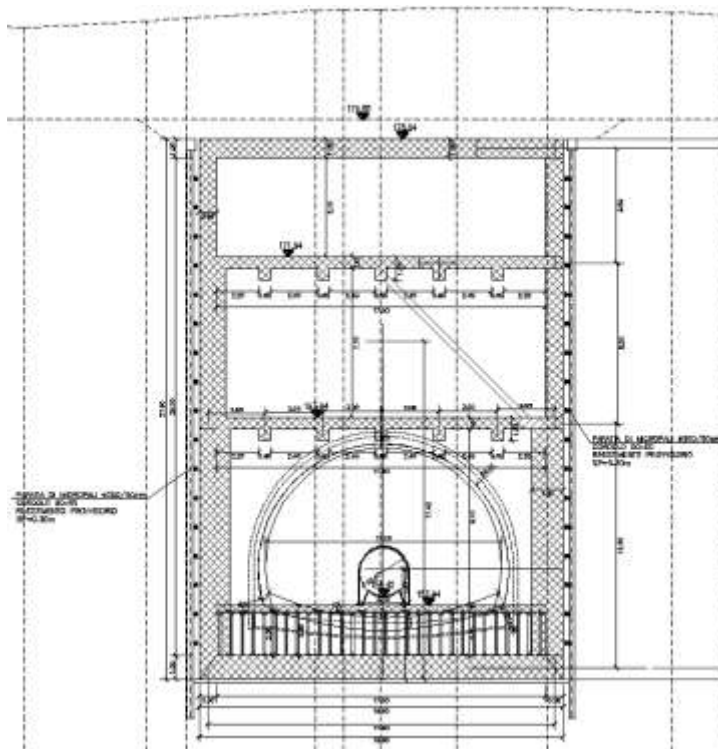


Figura 3-8 – Sezione MANUFATTO 2

Le due strutture nel complesso presentano un interramento 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 slm, 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

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

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 ²]	241	552	804	1,018	1,257	1,735	804	1,018
Peso teorico per metro ¹	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_m	[kN]	255	580	845	1,070	1,320	1,820	845	1,070
Max. forza di tiro iniziale ² $P_{m0,max} = S_n \times 0.8 \times f_{p,k}$		[kN]	204	464	676	856	1,056	1,457	676	856
Max. forza sovratensione ³ $P_{0,max} = S_n \times 0.95 \times f_{p0,tk}$		[kN]	219	499	722	912	1,131	1,566	722	912

Figura 4.1 – Caratteristiche minime barre filettate

5 NODO S

Il progetto prevede il dimensionamento strutturale del manufatto di carico NODO S, opera che si trova a monte del Pozzo 2. Il manufatto di carico è composto da un unico volume per lo più interrato, in particolare risulta interrato da quota 409.15m slm sino al piano di fondazione a quota 384.50m slm. Le dimensioni esterne alla base 36.40×36.30, di altezza massima pari a 35.70m, di cui circa 27.65m risultano completamente interrati mentre la restante parte è fuori terra

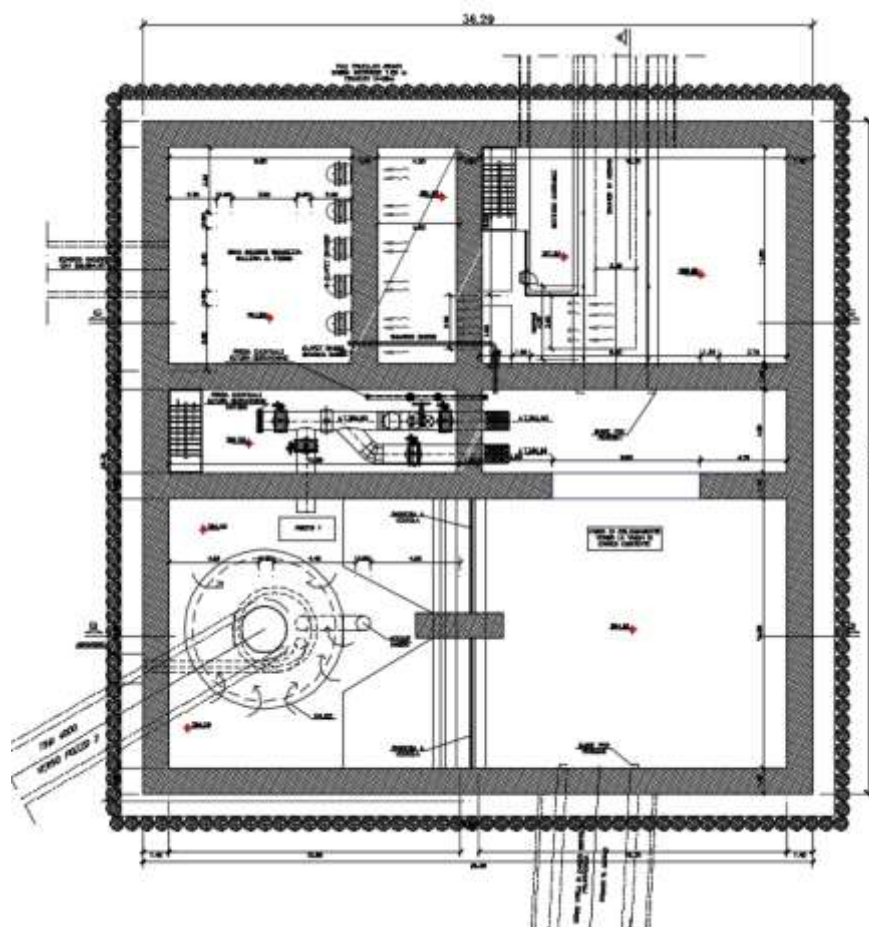


Figura 5.1 – Manufatto Nodo S

La struttura ha quindi forma pressoché quadrata ed è composta da pareti esterne di spessore pari ad 1.40 sino a quota 401.20m slm, 1 m per il restante tratto sino al piano di calpestio 409.20m slm e 60cm per il tratto fuori terra. Anche le pareti di compartimentazione interna rispettano gli stessi spessori sino alle quote indicate. La platea ha spessore pari a 160cm e si dispone su due quote 381.60 e 384.50, nella camera di scarico, il riempimento previsto risulterebbe di 2.90m, è stata prevista quindi una piastra interna dello spessore di 100cm disposta sopra la fondazione e poggiante su nervature ortogonali costituite da setti:

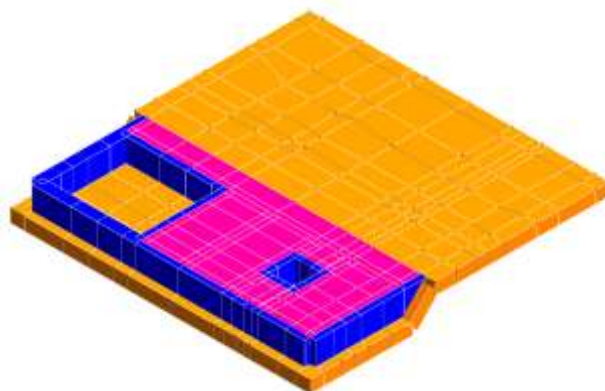


Figura 5.2 – Rappresentazione delle diverse posizioni delle piastre di fondo

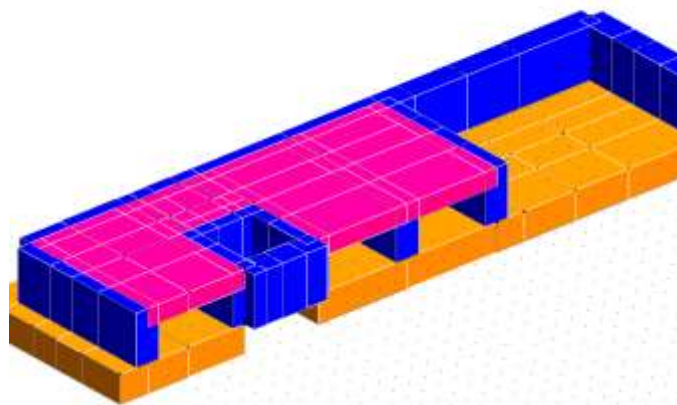


Figura 5.3 – Rappresentazione dello schema di appoggio della contropiastra di fondo

Per l’edificazione della struttura è previsto un prescavo sorretto da paratie di pali $\varnothing 800$ affiancati e disposti per tutto il perimetro. Nella fase provvisoria assolveranno al sostegno delle terre e presentano tre ordini di tiranti, per una altezza di paramento massima di circa 21m. Nella fase finale saranno rese solidali alla struttura, per mezzo di cordoli di appoggio che, potranno essere realizzati durante la elevazione delle pareti perimetrali. La prateria eserciterà quindi delle azioni di taglio sui cordoli variabili per condizioni di interrimento e riporti e di fase statica o sismica.

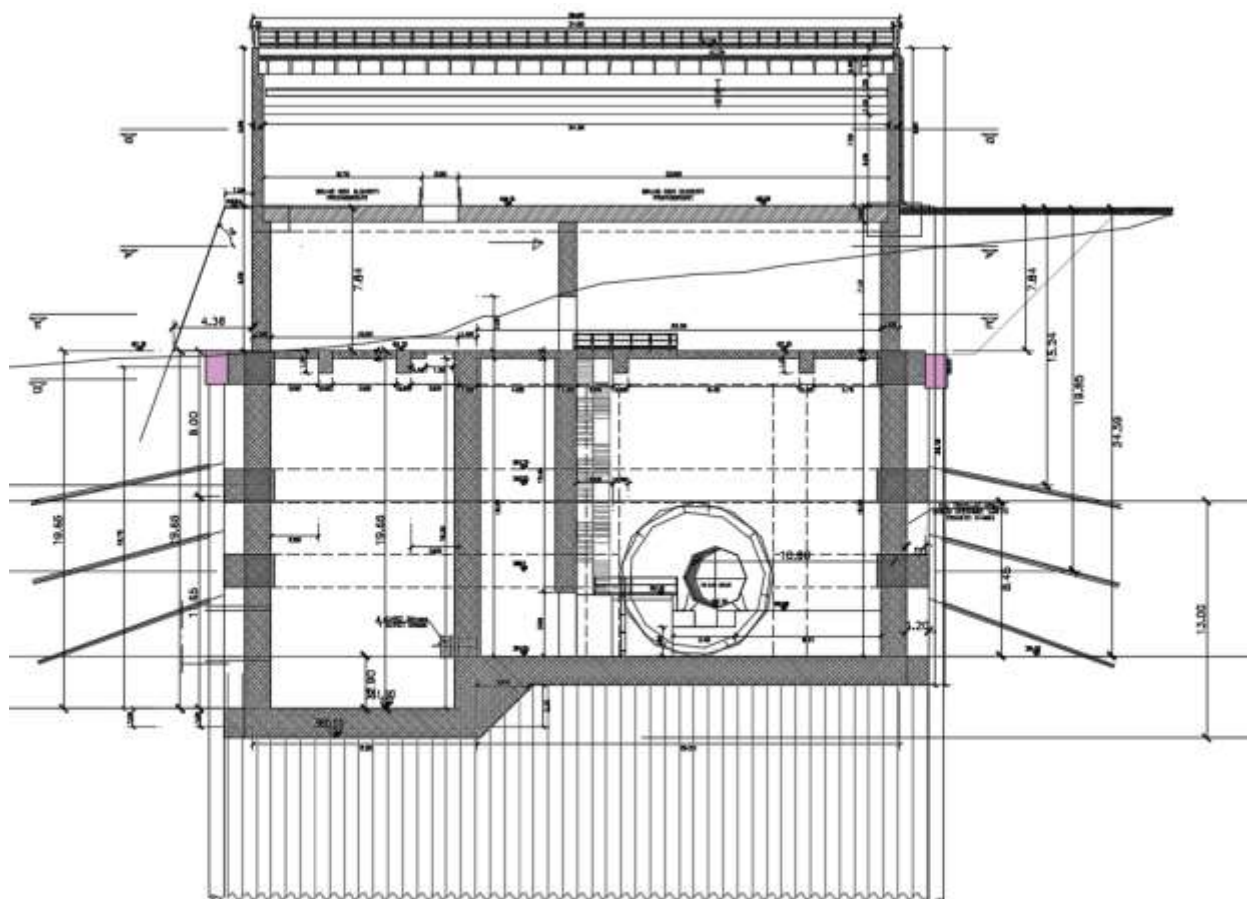


Figura 5.4 – Sezione manufatto

La falda è presente sino a quota 393.0 m slm, interessando quindi la struttura con le sue azioni sulle pareti sino a circa 12m dall'estradosso superiore della fondazione, La falda è stata considerata come spinta idrostatica ed idrodinamica su tutto il perimetro del manufatto sino alle quote indicate.

All'interno del manufatto gli unici piani di calpestio presenti si trovano a quota +401.20m e 409.20m slm, essendo per i primi 20m del manufatto non previsti elementi orizzontali interferenti con i tiranti idraulici interni, che possono raggiungere

altezze di circa 15m allo sfioro. Nel manufatto si accede dall’alto, tramite un piazzale ottenuto con un riempimento in materiale idoneo ai rilevati, interrimento successivo alla edificazione del manufatto stesso, così come il restante perimetro sarà mitigato paesaggisticamente mediante il posizionamento di terre armate.

Sia il piano di copertura che gran parte del piano interno a quota +409.20m slm sono realizzabili con elementi prefabbricati in c.a.p. anche carrabili per il primo tratto interno, mentre a quota + 401,20 il piano di calpestio è costituito da una tessitura nelle due direzioni principali, di un graticcio di travi sulle quali poggia una soletta di 40cm. Ai piani di calpestio, sono previste delle asole per la ispezione, per la movimentazione e sostituzione degli organi idraulici di controllo e per il calo dei mezzi di ispezione della galleria.

5.1 Inquadramento Geologico Tecnico

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	w_h (kN/m ³)	σ'_c (MPa)	f_t (MPa)	RMR	GSI	c' (MPa)	ϕ' (°)	E_m (MPa)
SCZ	Calcari marnosi e marne calcaree di colore grigio e marrone	6	26.0	82.90	4.61	III (51.16)	45	3.67	27	9421
MAI (4-POD)	Calcari micritici ben stratificati	7	26.0	74.92	4.16	III (51.83)	49	3.59	28	10361
SBI	Calcari e calcari marnosi di colore bianco	7	25.8	85.10	4.73	III (51.42)	51	3.91	28	9836
SAA	Calcari micritici, calcari marnosi e marne di colore rosa, arancione e nocciola	3	25.9	75.21	4.18	III (53.33)	48	3.14	27	6015
VAS	Calcari marnosi, marne e marne argillose dal rosa al rosso al grigio	2	26.3	105.46 *	5.86 *	III (51.00)	28	3.07	21	1348
FUC	Calcari, calcari marnosi, marne e marne argillose arenacee	1	25.7	101.40 *	5.63 *	III (48.00)	25	2.78	20	1050

* Parametri di resistenza ottenuti dalle prove di Point Load condotte sulle formazioni che presentano alterazioni, in quanto riferiti alla sola componente arenacea

k₁₁ Litologia: MAI GSI: 55 RMR: 50 (II) Jv: 12	k₁₆ Litologia: SAA GSI: 50 RMR: 51 (II) Jv: 15	k₁₉ Litologia: VAS GSI: 40 RMR: 53 (II) Jv: 7.2	k₂₇ Litologia: MAI GSI: 60 RMR: 60 (II) Jv: 8.8	k₁₃ Litologia: FUC GSI: 30 RMR: 48 (II) Jv: 18	k₁₇ Litologia: MAI GSI: 35 RMR: 43 (II) Jv: 18.4	k₂₄ Litologia: SBI GSI: 55 RMR: 41 (II) Jv: 22.9	k₂₈ Litologia: MAI GSI: 25 RMR: 41 (II) Jv: 24	k₁₅ Litologia: SBI GSI: 45 RMR: 51 (II) Jv: 14.9	k₁₈ Litologia: SBI GSI: 55 RMR: 56 (II) Jv: 12.8	k₂₅ Litologia: SBI GSI: 60 RMR: 56 (II) Jv: 10.8
--	--	---	---	--	--	--	--	--	--	--

DEPOSITI E COPERTURE QUATERNARE		Valori medi da prove SPT				Valori medi da prove penetrometriche			Modulo ty statico da geosensica		Range valori da prove di laboratorio						
Unità litotecnica	Descrizione	n° prove	C_u (MPa)	ϕ' (°)	E_d (MPa)	n° prove	E_p (MPa)	ϕ'_{max} (°)	E_p (MPa)	n° prove	ρ_v (kN/m ³)	prova d'angolo diretto		prova edometrica		SI	
												c' (MPa)	ϕ' (°)	σ_{max} (MPa)	σ_{min} (MPa)	σ_{max} (MPa)	σ_{min} (MPa)
AI1 (Piana San Vittorino)	Argilla arenosa con sabbie fini e limi compatte	9	53	-	4	-	-	-	-	9	18-20	0-40	22-38	1.0	4.8	7.5	-
AI2 (Vale del Salco)	Sabbie e ghiaie medio-fine con ghiaie eterodimensionali (fasi gravitose)	32	-	31	11	-	-	-	-	7	18-21	7-11	27-38	4.3	6.1	33.4	-
AI3 (Vale del Tesoro)	Sabbie fini limose con clasti arenacei	6	-	33	10	-	-	-	-	8	18-21	10-12	26-38	5.5	4.3	7.0	-
AI4 (Piana di Anani)	Argille giallastre in matrici limose sabbiose con limi sabbioso-fine	17	-	31	12	-	-	-	-	3	17-19	0-30	24-30	3.2	4.7	4.6	-
FI1	Argille limose con intercalazioni sabbiose fini	33	-	33	25	-	-	-	-	4	17-19	35-45	38-39	4.0	6.7	7.3	150-300
GR	Argillarenate fortemente orientate da orientati a molto orientati	/	/	/	/	8	108	42	102	7	18-19						
MS	Argillarenate (MS) orientati: con clasti sabbiosi, limi e calcari	/	/	/	/	1	133	41	102	1	20						
GR	Argillarenate di orientamento a (suscettibile orientati)	12	-	38	25	7	90	41	127	8	17.5-20						

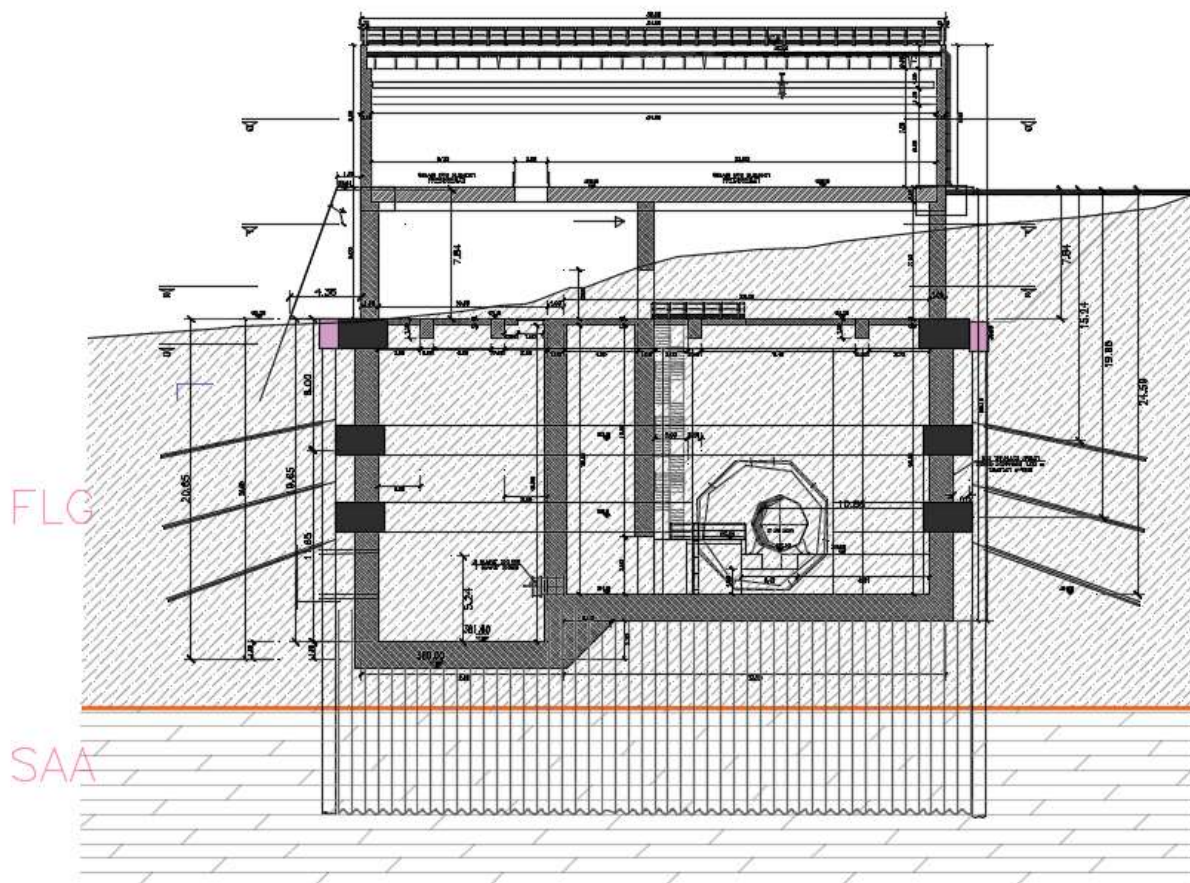


Figura 5.5 – Sezione stratigrafica longitudinale

FLG

$\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$

$c' = 45 \text{ kPa}$

$\varphi' = 18^\circ$

$E_{ed} = 6.5 \text{ MPa}$

$\nu = 0.2$

SAA

$\gamma = 26 \text{ kN/m}^3$

$c' = 3.14 \text{ Mpa}$

$$\varphi' = 27^\circ$$

$$E_m = 10361 \text{ MPa}$$

$$\nu = 0.2$$

$$E_y = 11512.2 \text{ MPa}$$

Posizione della falda 393.0m slm

La struttura come anticipato sarà edificata all’interno di uno scavo e nel perimetro, a riempimento finale rispetto alle pareti di scavo, sarà depositato terreno di rinfiacco opportunamente compattato. Per le caratteristiche di progetto del terreno di rinfiacco si rimanda al paragrafo relativo al calcolo delle spinte orizzontali esercitate sul manufatto sia in condizioni statiche che sismiche

5.2 Inquadramento Sismico

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

- Vita Nominale: 100 anni
- Classe d’uso: IV
- Zona Sismica Coordinate WGS84 ; Long. Est - 12.74702; Lat Est : 42,26223
- Categoria Suolo B
- Parametri indipendenti di pericolosità sismica

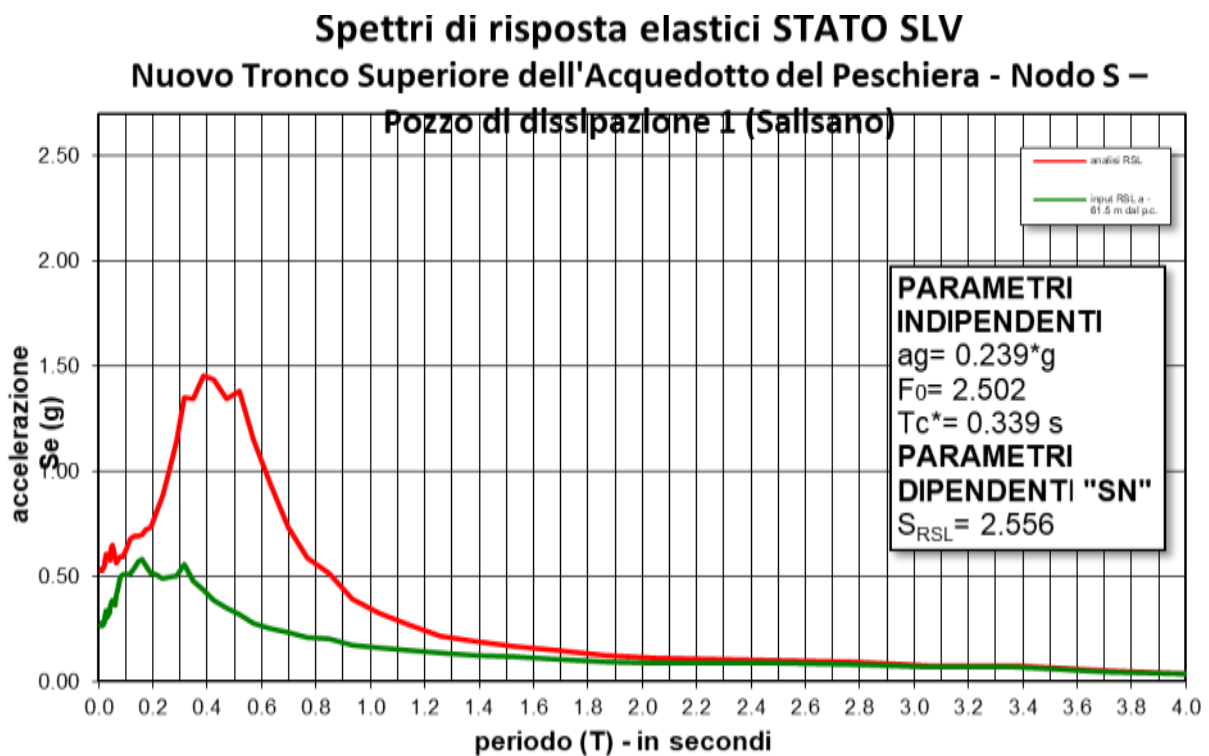
Parametri di Pericolosità Sismica

Stato Limite	Tr	$a_g = A_g/g$	F_o	T^*_c
<i>Operatività (SLO)</i>	120	0.094	2.442	0.294
<i>Danno (SLD)</i>	201	0.116	2.415	0.302
<i>Salvag. Vita (SLV)</i>	1898	0.236	2.496	0.334
<i>Collasso (SLC)</i>	3899	0.254	2.509	0.338

- Quota Zero sismico: 409.20m slm, quota piazzale esterno (+27.65m dell'estradosso della fondazione)

- 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 dello spettro SLV nel modello di calcolo



5.3 Schema di calcolo

La struttura è stata verificata mediante modellazione ad elementi finiti, con modello composto da elementi shell, piastre e pareti, travi e pilastri.

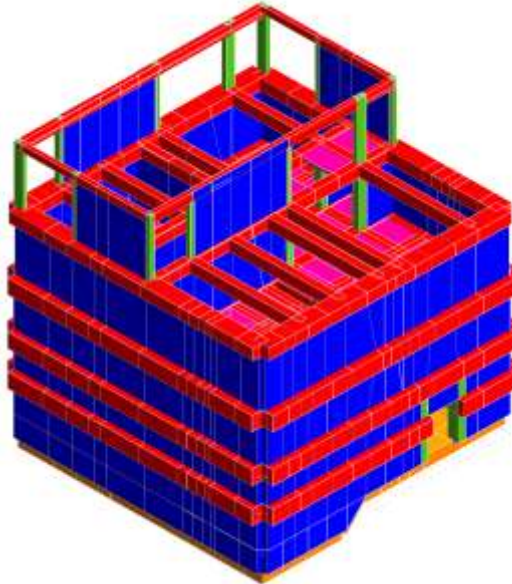


Figura 5.6 – Modello F.E.M. della struttura

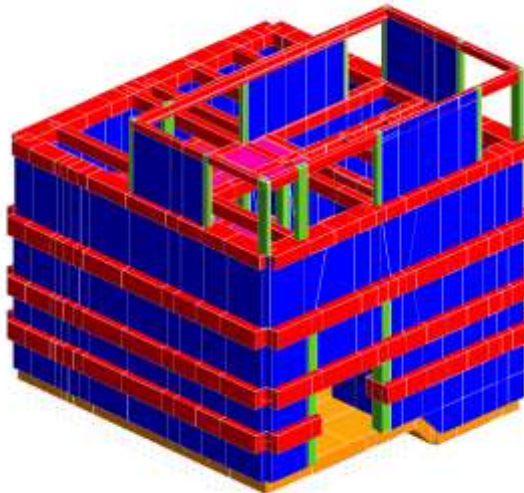


Figura 5.7 – Modello F.E.M. della struttura

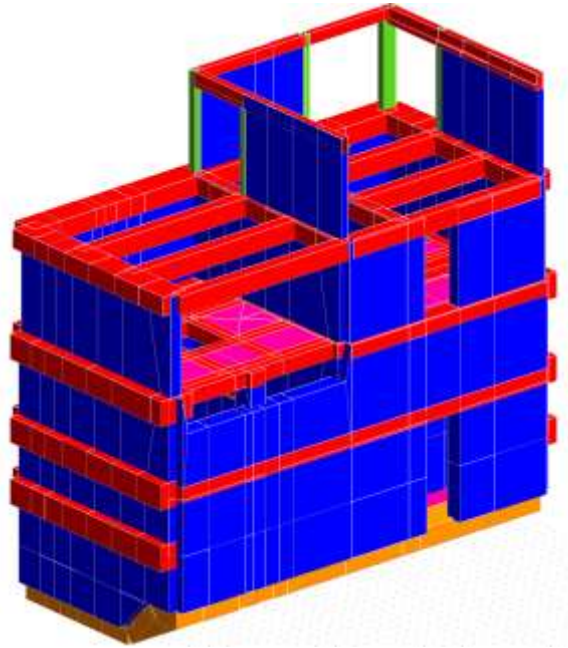
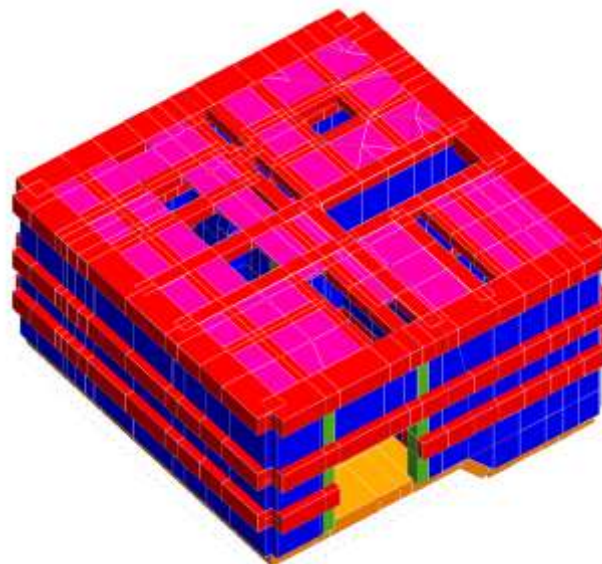
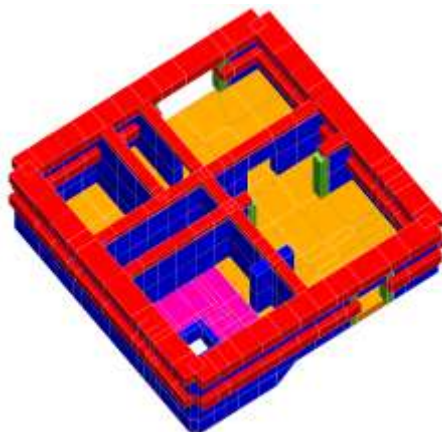


Figura 5.8 – Modello F.E.M. della struttura – visione delle geometrie interne lato sfioro



***Figura 5.9 – Modello F.E.M. della struttura – visione delle geometrie impalcato
quota 401.20***



***Figura 5.10 – Modello F.E.M. della struttura - visione delle geometrie impalcato
quota 394.75***

Perimetralmente, la struttura è circondata da una paratia tirantata di pali, che nella fase provvisoria costituirà il sostegno delle terre in condizioni statiche, mentre nella fase di esercizio, risulterà vincolata alla struttura mediante la edificazione di cordoli perimetrali disposti su 3 ordini oltre il collegamento alla base della fondazione.

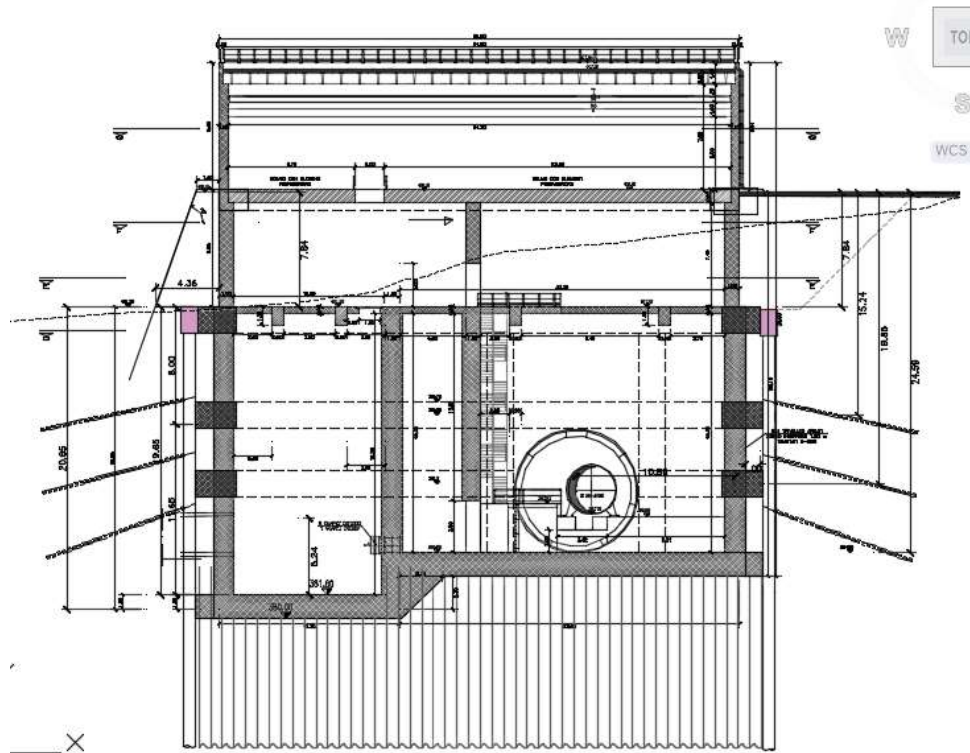


Figura 5.11 – Sezione trasversale del manufatto

5.4 Analisi dei carichi

5.4.1 Analisi delle azioni verticali

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.).

Azioni solaio di piano di calpestio +401.20m slm

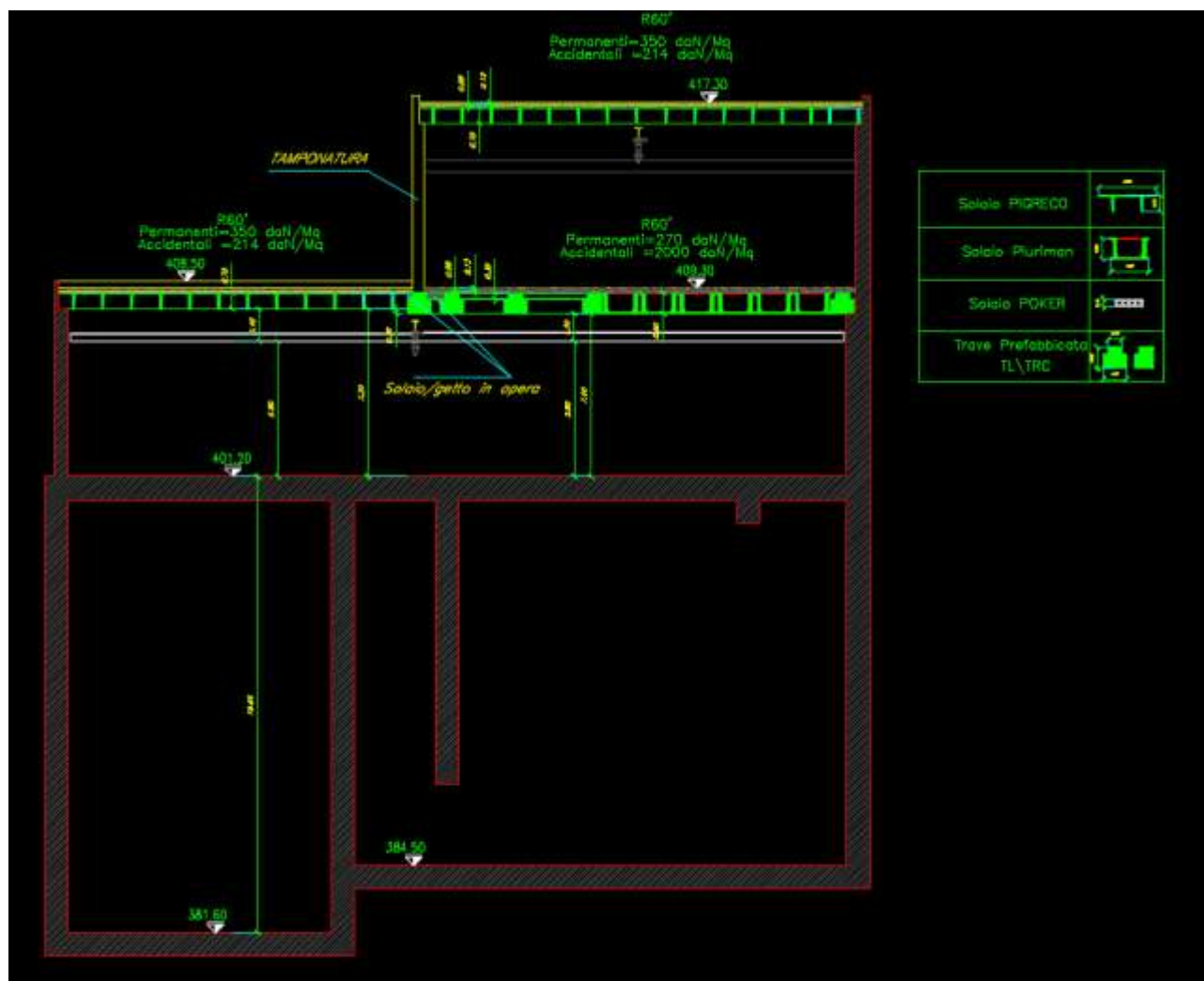


Figura 5.12 – Individuazione fattibilità con elementi portanti di piano prefabbricati (MANINI prefabbricati o equivalenti)

Azioni solaio di copertura quota +417.20m slm

Solaio tipo PIGRECO

Peso Proprio

- Peso proprio elementi in c.a.p. = 3.62 kN/m²
- Soletta di completamento, 0.05×25 kN/m³_{cls} = 1.25 kN/m²

Peso Permanente Portato

- Massetto all. pendenze 14 kN/m³ sp. medio 10cm = 1.40
kN/m²
 - Impianti 10×17kN/m³ = 1.00 kN/m²
- Sommano portati = 2.50 kN/m²

Carichi accidentali

- Carico accidentale coperture 1.0 kN/m² = 1.00 kN/m²
- Carico accidentale Neve = 1,14 kN/m²

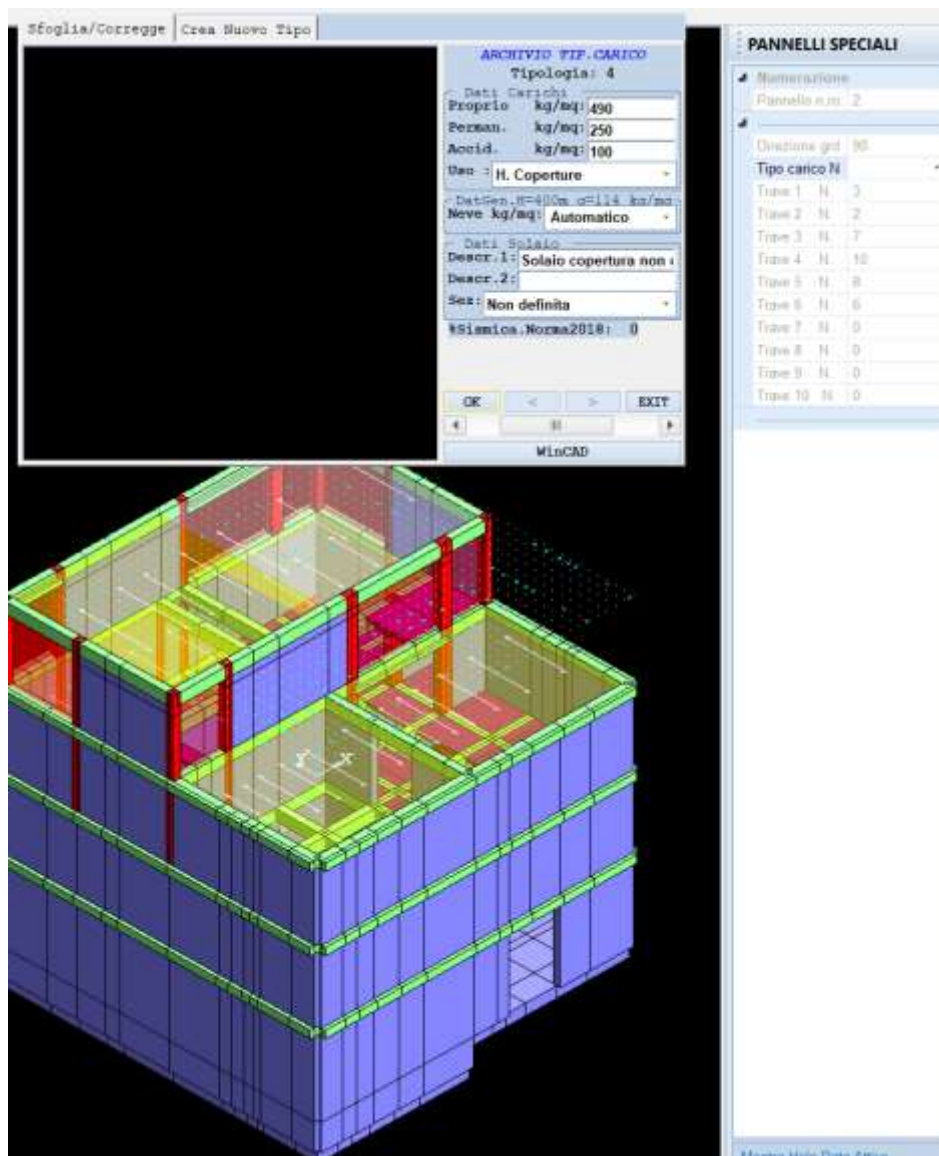


Figura 5.13 – definizione carichi per pannelli al piano di copertura

Azioni solaio di copertura quota+ 409.50 m slm

Solaio tipo PIGRECO

Peso Proprio

- Peso proprio elementi in c.a.p.

= 3.62 kN/m²

- Soletta di completamento, $0.05 \times 25 \text{ kN/m}^3_{\text{cls}}$ = 1.25 kN/m^2

Peso Permanente Portato

- Massetto all. pendenze 14 kN/m^3 sp. medio 10cm = 1.40
 kN/m^2
- Impianti = 1.00 kN/m^2
- Sommano portati = 2.50 kN/m^2
- Carico accidentale coperture 1.0 kN/m^2 = 1.00 kN/m^2 .
- Carico accidentale Neve = $1,14 \text{ kN/m}^2$.

Pannelli S2+S3

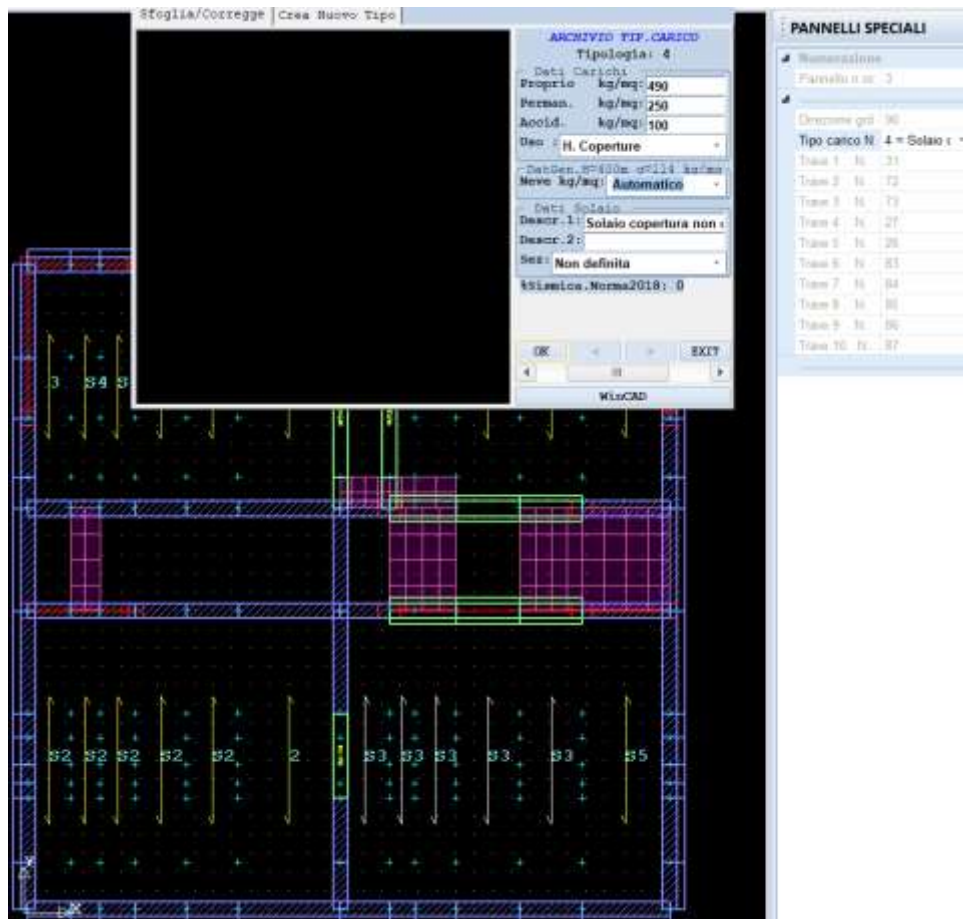


Figura 5.14 – definizione carichi per pannelli al piano terra area non carrabile

Azioni solaio interno carrabile quota+ 409.20 m slm

Solaio tipo POKER o equivalente

Peso Proprio

- Peso proprio elementi in c.a.p. = 3.42 kN/m²
- Soletta di completamento, 0.1m×25 kN/m³_{cls} = 2.50 kN/m²
- Impianti = 1.40 kN/m²
- Carico accidentale = 20.0 kN/m².

Pannello S1

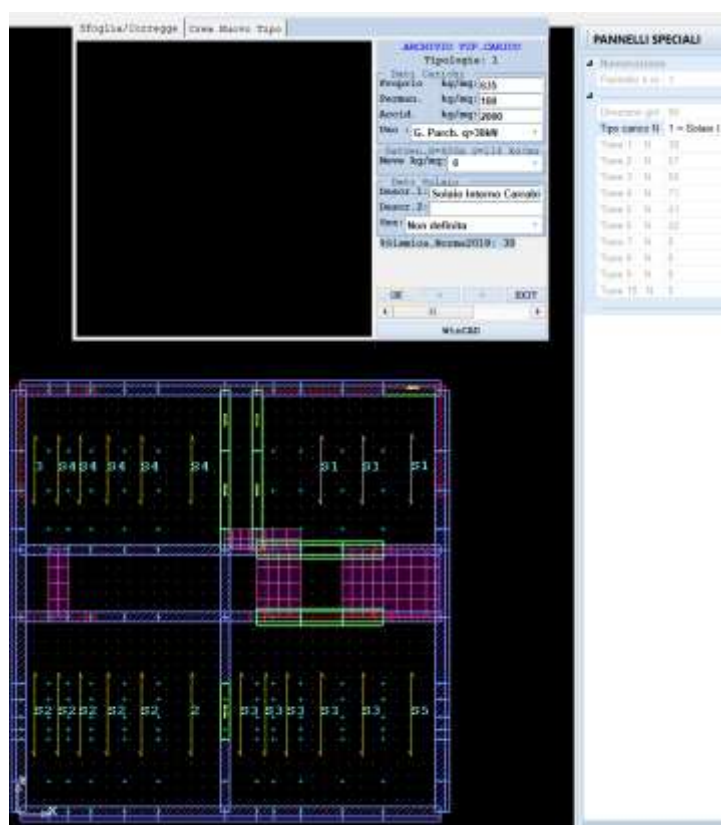


Figura 5.15 – definizione carichi per pannelli al piano terra

Azioni solaio interno non carrabile quota+ 409.20 m slm

Solaio tipo PIGRECO

Peso Proprio

- Peso proprio elementi in c.a.p. = 3.62 kN/m²
- Soletta di completamento, 0.05×25 kN/m³_{cls} = 1.25 kN/m²

- Deposito materiali d’uso = 2.50 kN/m²
- Impianti = 1.00 kN/m²
- Carico accidentale (non previsto in fase sismica) = 6.00 kN/m².

Pannello S4

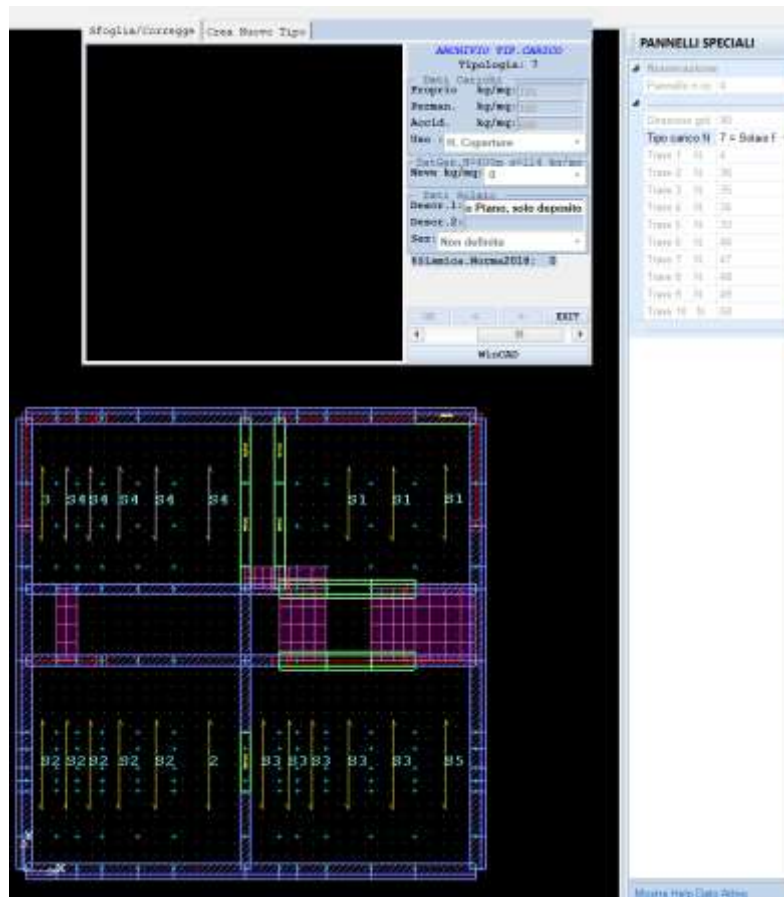


Figura 5.16 – definizione carichi per pannelli al piano terra

Azioni piano quota+ 401.20 m slm

Solaio tipo PIGRECO

Peso Proprio

- Peso soletta s=40. = 10.00 kN/m²
- Impianti = 1.00 kN/m²

- Carico accidentale (previsto in fase sismica) = 4.00 kN/m².

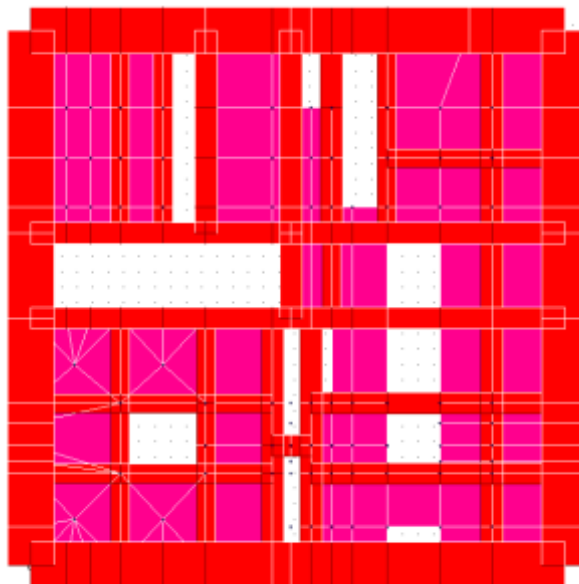


Figura 5.17 – piastre spessore 40cm al piano interrato

5.4.2 Azioni sulle pareti Lateralali

La presenza della falda è stata osservata a 393m slm. Dato che nelle condizioni di esercizio si verrebbero a creare condizioni di spinta “drenate” del terreno per la probabile formazione di un tirante al tergo della paratia, essendo di fatto la paratia non impermeabile, le spinte del terreno sulla paratia sono state calcolate in

condizioni drenate ed aggiunta una condizione di carico sul manufatto che tenga conto del fatto che si viene a formare una colonna d’acqua esternamente dal piano di fondazione (+381.60m slm) sino a quota 393.50m slm

Spinta statica del terreno condizione di carico n.7

Azioni sulle Pareti laterali

Come anticipato, la struttura è circondata da una paratia, che nella fase di esercizio è vincolata alla struttura mediante la edificazione di cordoli di contatto. La spinta del terreno è stata quindi considerata per il primo tratto come spinta dovuta al terreno di rinfianco con classico andamento in funzione dell’approfondimento del setto mentre, a partire dalle quote dei cordoli, la spinta del terreno è stata considerata come carico lineare orizzontale sulle aste che definiscono i cordoli della struttura, in quanto non vi è contatto diretto del terreno data l’interposizione della paratia tra il manufatto ed il terreno

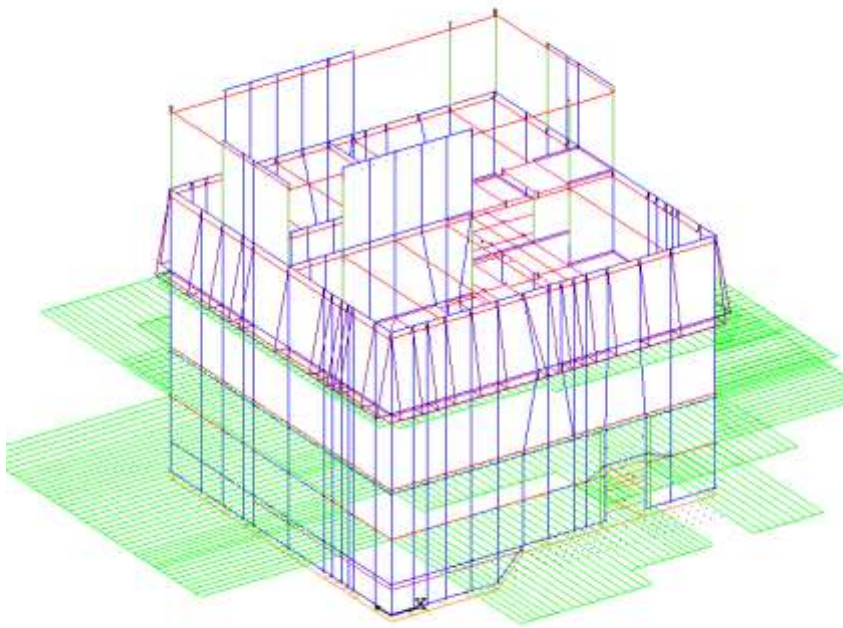


Figura 5.18 – Spinte terre: carichi triangolari sulle pareti al disopra della paratia e tagli sui cordoli

Spinta del terreno al disopra delle paratie

Dati terreno di rifianco

- Peso terreno saturo $\gamma_{\text{sat}} = 18 \text{ kN/m}^3$;
- angolo d’attrito interno $\phi' = 27^\circ$
- sovraccarico accidentale sul terreno $= 20 \text{ kN/m}^2$.

Combinazione A1-M1

$$\sigma_{hM1} (z = 8.0 \text{ m}) = K_{0M1} \cdot \gamma_{\text{nat}} \cdot z = 0,546 \cdot 18 \cdot 8 = 78.6 \text{ kN/m}^2$$

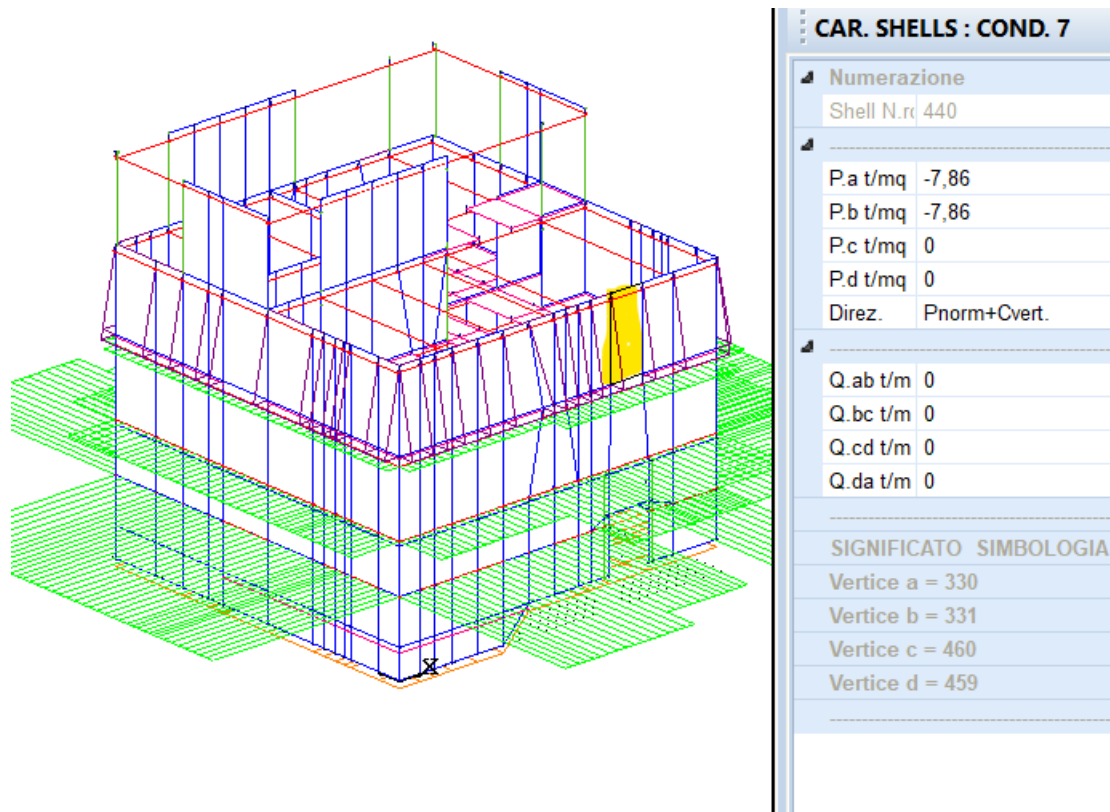


Figura 5.19 – definizione carichi spinta del terreno al di sopra della paratia

Spinta del terreno in presenza della paratia

In particolare, per il calcolo del taglio sui cordoli è stato considerato separatamente un modello di asta verticale con vincoli di cerniera alle quote dei cordoli strutturali e della fondazione e di un incastro al disotto della quota fondazione, stimato dalla lettura delle deformate della paratia calcolata separatamente.

Infatti, sebbene la paratia abbia funzione di sostegno dello scavo in fase transitoria di cantiere e pertanto risulta dimensionata attraverso le classiche metodologie dello scavo per fasi oramai consolidate nell’ingegneria geotecnica, durante la vita utile del manufatto l’opera di sostegno perde di fatto i livelli di vincolo rappresentati dai tiranti provvisori (in quanto progettati per contrastare le azioni durante lo scavo e

impossibilitati ad avere manutenzioni ordinarie quali la ritesatura e pertanto non agenti a lungo termine); risulta quindi solamente ancorata al manufatto interno attraverso le connessioni rappresentate dai cordoli di piano. Pertanto, in fase di esercizio definitivo la paratia risulta vincolata ai cordoli di piano e sottoposta ad un sistema di forze determinate dalla pressione del terreno.

Gli schemi di taglio offerti dalla paratia sulla struttura sono stati quindi suddivisi in due tipologie di seguito riportate.

Paratia di monte

Per paratia di monte si intende la paratia disposta sul lato piazzale dove le condizioni di: interramento, sovrapposizione di un terrapieno per definire il piazzale di manovra, differente quota tra l’ultimo cordolo ed il piano di fondazione (distanza verticale tra i nodi 6 e 3 dello schema statico del palo successivamente raffigurato, comportano una condizione di esercizio diversa dalla paratia di valle;



Figura 5.20 – schema statico paratia di monte

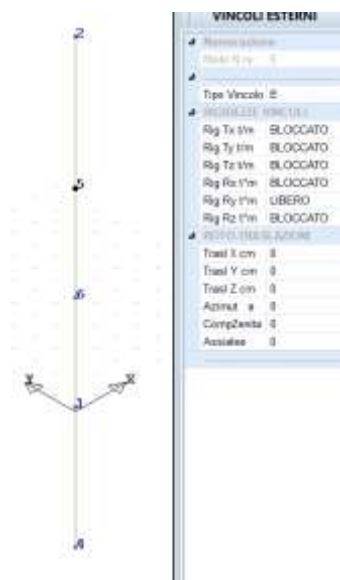


Figura 5.21 – Vincolo offerto dalla struttura alle altezze dei cordoli e della paratia, vale per i nodi 2,3,5,6,1

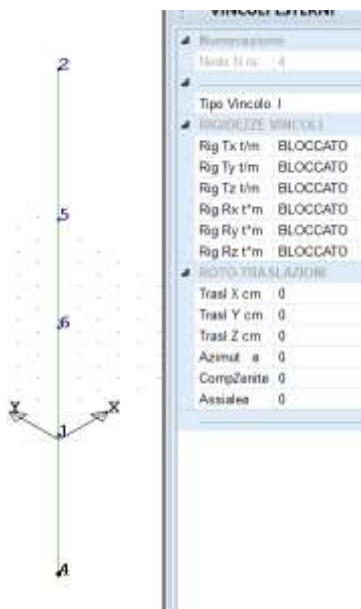


Figura 5.22 - Vincolo di incastro dovuto all’interramento della paratia al disotto del piano di scavo, nella sezione litologica risalente ai calcari

- Peso terreno saturo $\gamma_{\text{sat}} = 18 \text{ kN/m}^3$;
- angolo d’attrito interno $\phi' = 18^\circ$
- coesione efficace $c' = 45 \text{ Kpa}$
- sovraccarico accidentale sul terreno $= 20 \text{ kN/m}^2$

Combinazione A1-M1

$$\sigma_{hM1}(z=8.7\text{m})=K_{0M1} \cdot \gamma_{\text{sat}} \cdot z - 2c'(K_{0M1})^{0.5}=0,691 \cdot 18 \cdot 8 - 2 \cdot 45 \cdot (0.691)^{0.5}= 33.4 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_{hM1}(z=15.3\text{m})=K_{0M1} \cdot \gamma_{\text{sat}} \cdot z - 2c'(K_{0M1})^{0.5}=0,691 \cdot 18 \cdot 15.3 - 2 \cdot 45 \cdot (0.691)^{0.5}=114.49 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_{hM1}(z=20.0\text{m})=K_{0M1} \cdot \gamma_{\text{sat}} \cdot z - 2c'(K_{0M1})^{0.5}=0,691 \cdot 18 \cdot 20 - 2 \cdot 45 \cdot (0.691)^{0.5}=173.9 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_{hM1}(z = 24.6 \text{ m}) = K_{0M1} \cdot \gamma_{\text{sat}} \cdot z - 2c'(K_{0M1})^{0.5} = 0,691 \cdot 18 \cdot 24.6 - 2 \cdot 45 \cdot (0.691)^{0.5}=231.2 \text{ kN/m}^2$$

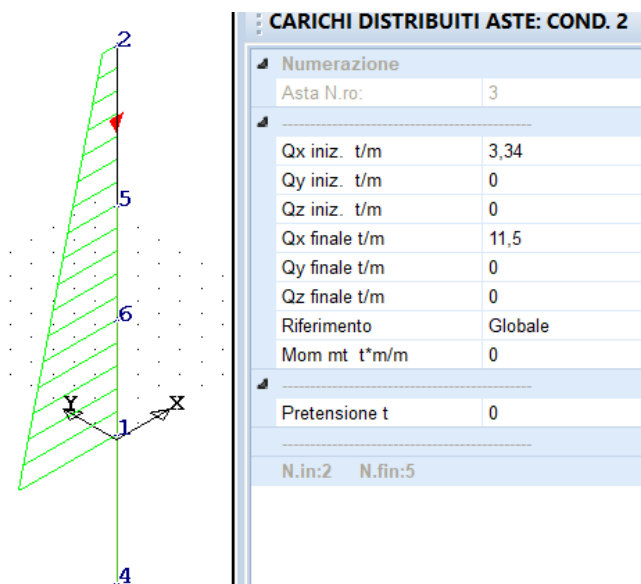


Figura 5.23 - Carico al metro lineare di palo tra primo e secondo cordolo

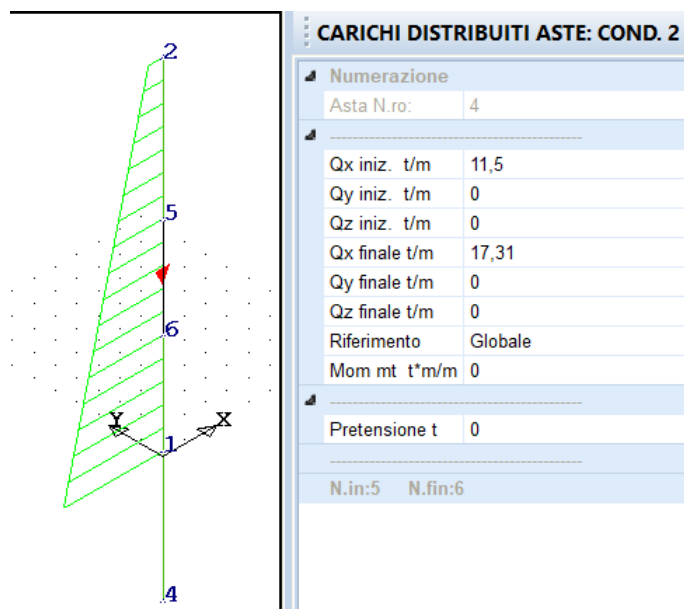


Figura 5.24 - Carico al metro lineare di palo tra secondo e terzo cordolo

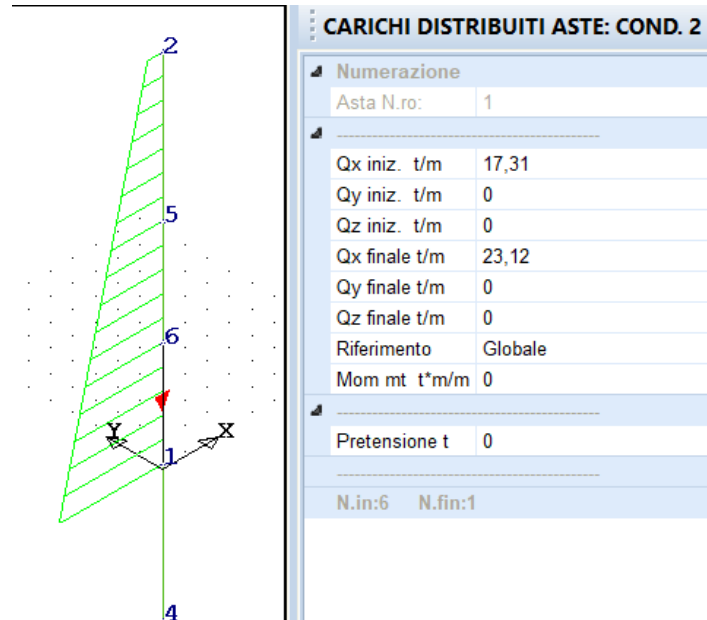


Figura 5.25 - Carico al metro lineare di palo per metro di paratia, tra il terzo cordolo e la platea di base

Incremento di spinta del terreno per presenza di sovraccarico sul piazzale $q=20\text{kN/m}^2$:

$$\Delta\sigma_h(z) = K_0 \cdot q_{acc} = 0.53 \cdot 20 = 13.8 \text{ kN/m}^2.$$

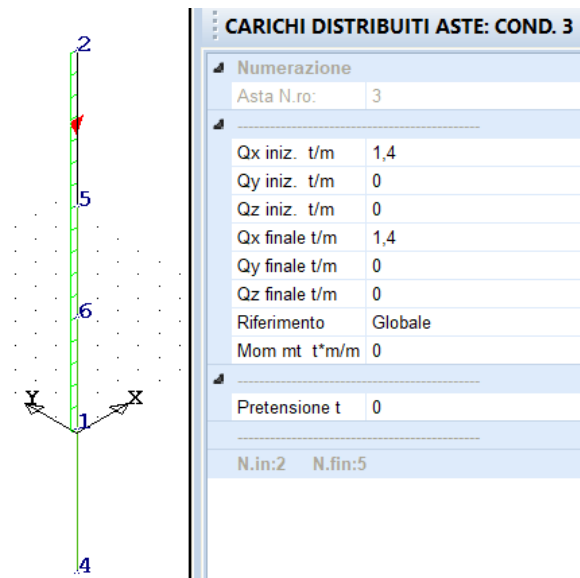


Figura 5.26 - Assegnazione incremento della spinta del terreno per presenza di sovraccarico sul piazzale

Incremento dinamico della spinta del terreno per presenza di sisma

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

- **ag/g=0.26**, che differisce dal valore della accelerazione stimata al piano di campagna in base a quanto riportato nella relazione geologica allegata al presente progetto.

Per cui si ha

$$p_E = k_h \cdot \gamma^* \cdot H = 0.26 \cdot 18 \cdot 24.60 = 114.6 \text{ kN/m}^2.$$

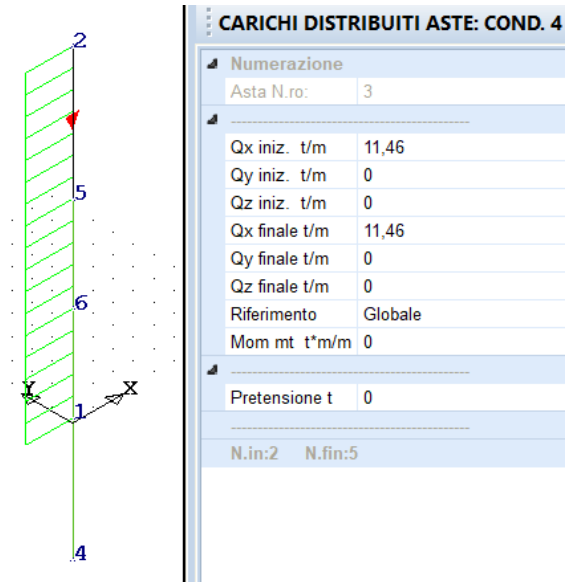


Figura 5.27 - Assegnazione incremento dinamico della spinta del terreno

Di seguito si riportano i valori del taglio derivati dalla assegnazione dei carichi sul metro di paratia

REAZIONI VINCOLARI COMBINAZIONE 1– Spinta statica del terreno						
Nodo 3D	Fx (t)	Fy (t)	Fz (t)	Mx (t*m)	My (t*m)	Mz (t*m)
1	-51,255	0,000	6,707	0,000		0,000
2	-14,679	0,000	4,084	0,000		0,000
4	4,849	0,000	3,770	0,000	9,514	0,000
5	-64,635	0,000	7,021	0,000		0,000
6	-84,358	0,000	5,875	0,000		0,000

Figura 5.28 - Reazioni vincolari del modello paratia per spinta del terreno in condizioni statiche

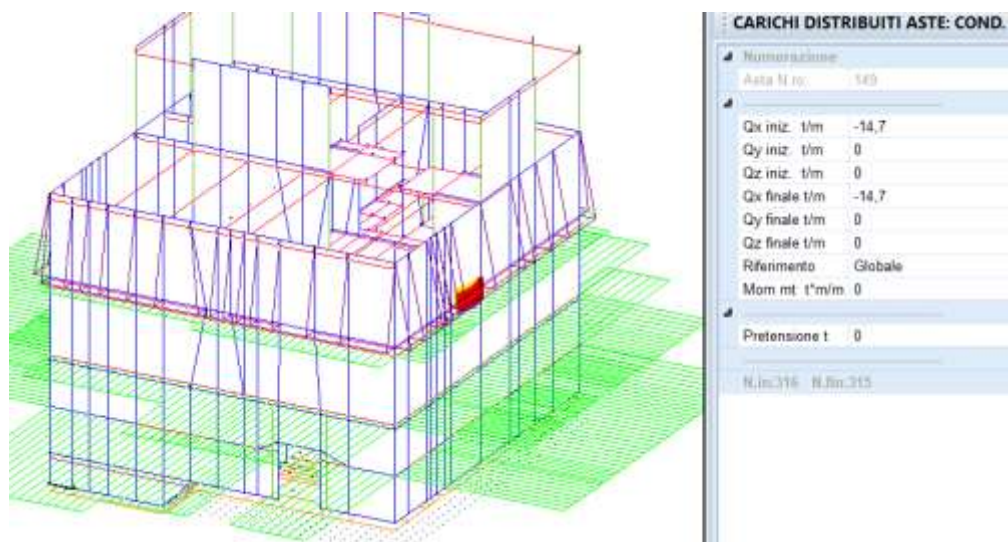


Figura 5.29 - Assegnazione reazione alla spinta della paratia primo cordolo

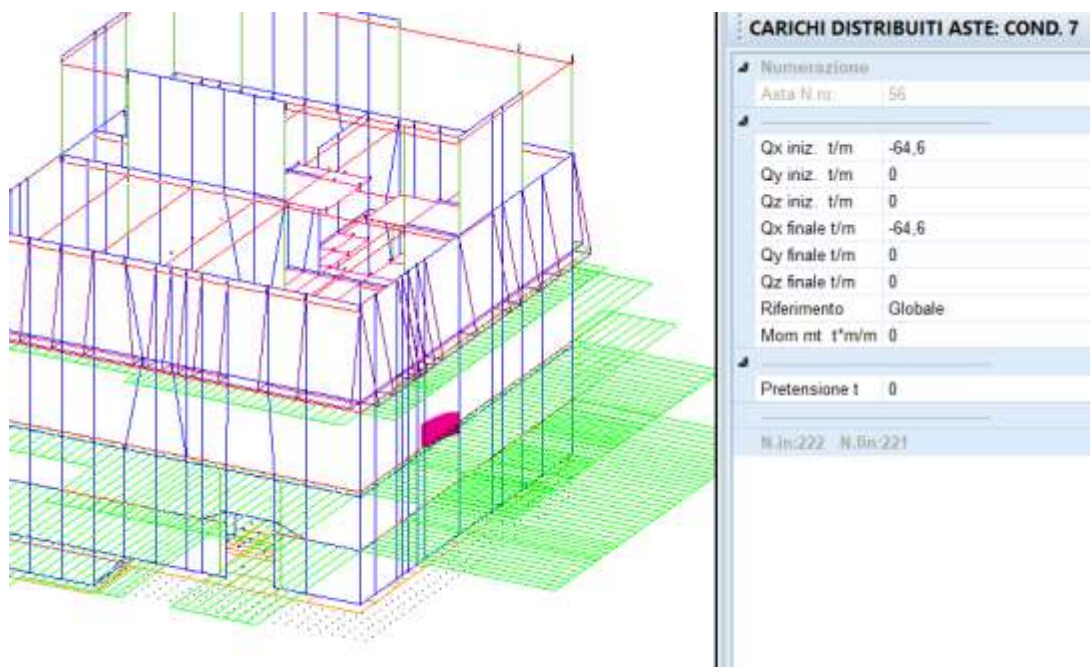


Figura 5.30 - Assegnazione reazione alla spinta della paratia secondo cordolo

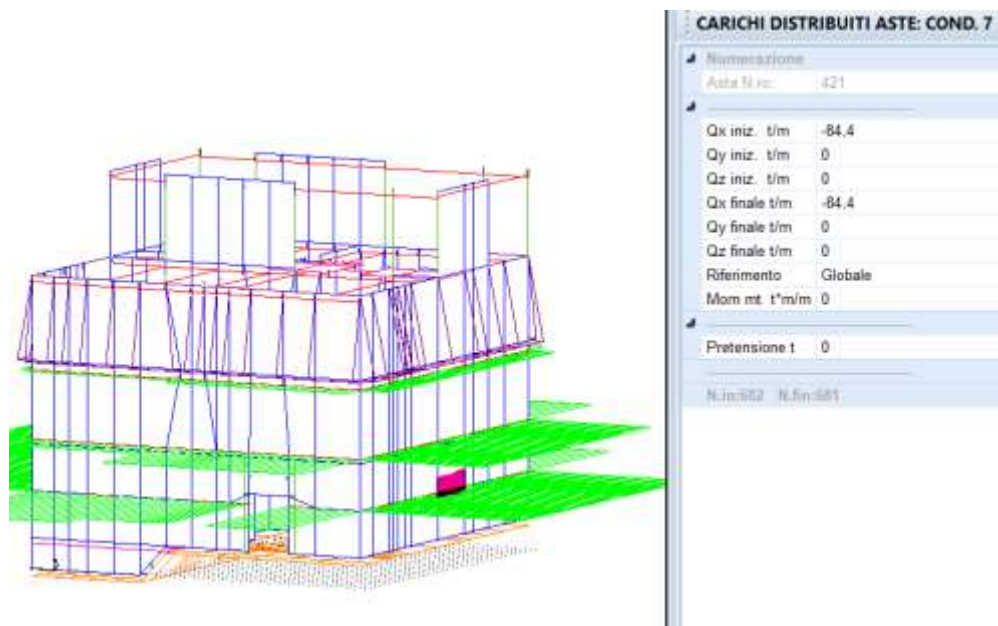


Figura 5.31 - Assegnazione reazione alla spinta della paratia terzo cordolo

REAZIONI VINCOLARI COMBINAZIONE 2- incremento della spinta per sovraccarico						
Nodo 3D	Fx (t)	Fy (t)	Fz (t)	Mx (t*m)	My (t*m)	Mz (t*m)
1	-3,455	0,000	6,707	0,000		0,000
2	-3,718	0,000	4,084	0,000		0,000
4	0,344	0,000	3,770	0,000	0,675	0,000
5	-9,351	0,000	7,021	0,000		0,000
6	-6,010	0,000	5,875	0,000		0,000

Figura 5.32 - Reazioni Fx schema di vincolo della paratia, successivamente riportate sul modello strutturale

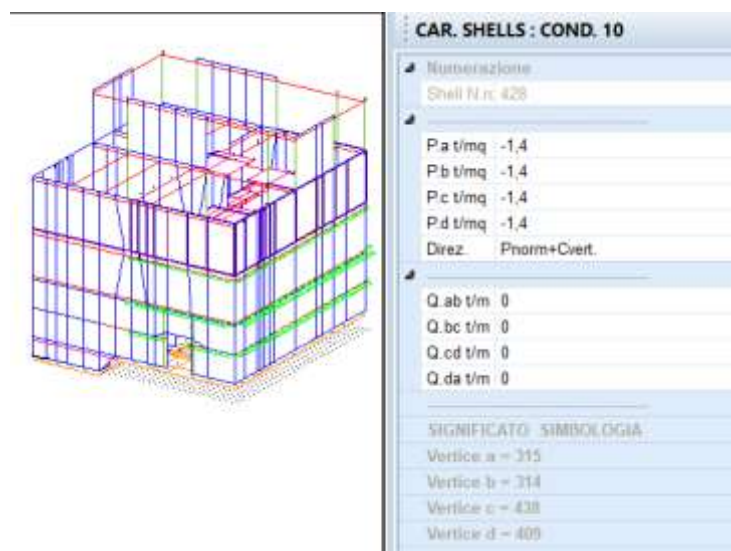


Figura 5.33 - Assegnazione incremento della spinta del terreno sulla altezza parete senza paratia, per sovraccarico sul perimetro piazzale

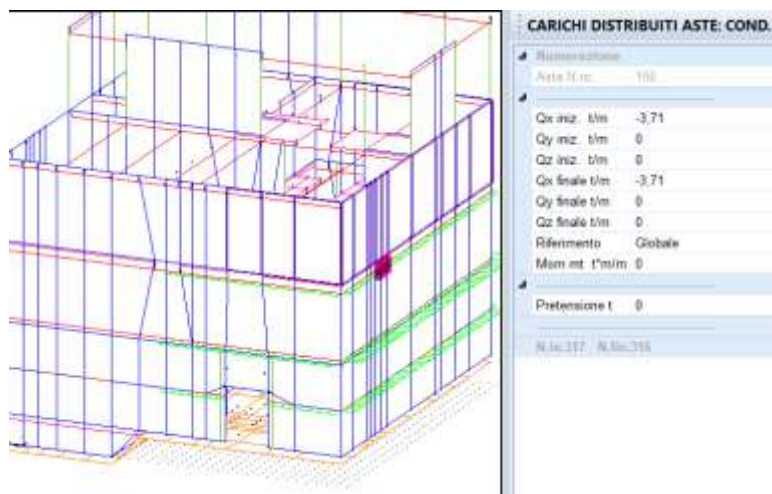


Figura 5.34 - Assegnazione incremento della spinta del terreno per sovraccarico sul perimetro piazzale

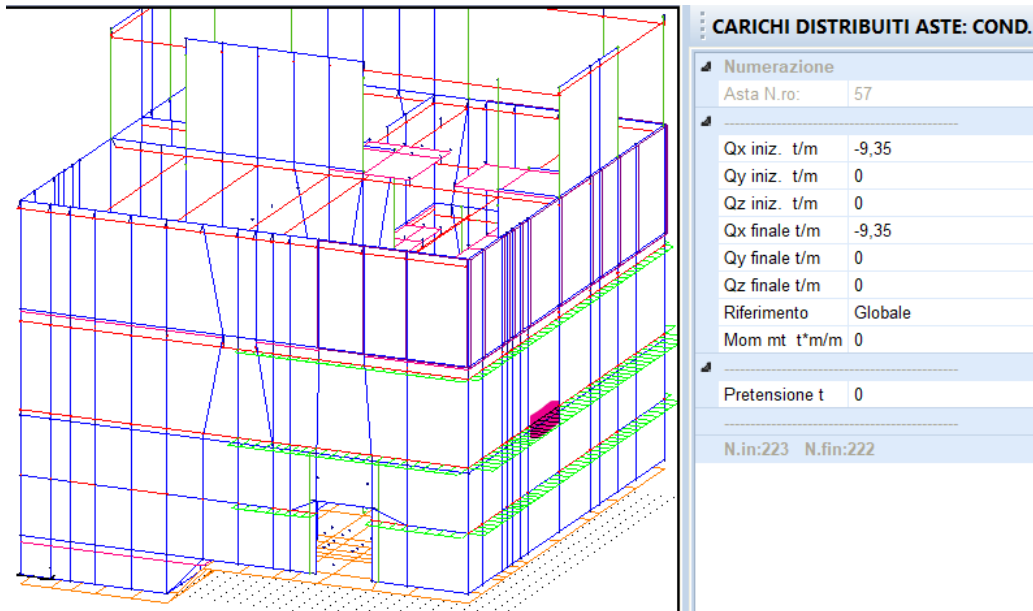


Figura 5.35 - Assegnazione incremento della spinta del terreno per sovraccarico sul perimetro piazzale

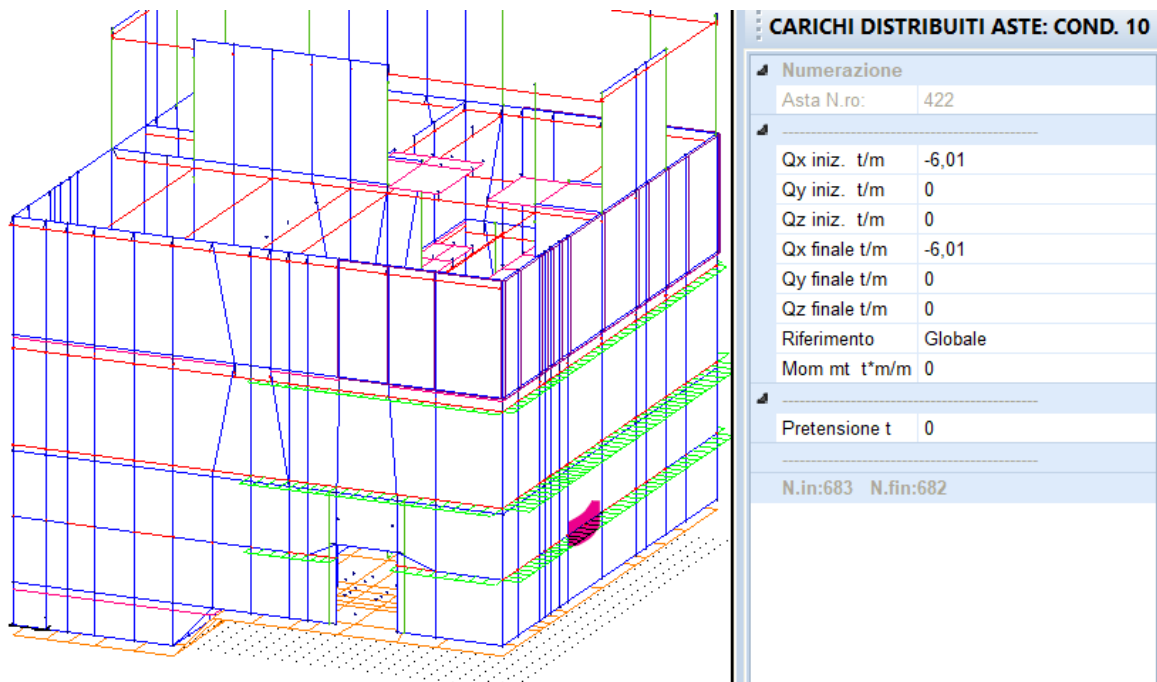


Figura 5.36 - Assegnazione incremento della spinta del terreno per sovraccarico sul perimetro piazzale

REAZIONI VINCOLARI COMBINAZIONE 3 - incremento dinamico della spinta del terreno						
Nodo 3D	Fx (t)	Fy (t)	Fz (t)	Mx (t*m)	My (t*m)	Mz (t*m)
1	-28,279	0,000	6,707	0,000		0,000
2	-30,438	0,000	4,084	0,000		0,000
4	2,816	0,000	3,770	0,000	5,525	0,000
5	-76,547	0,000	7,021	0,000		0,000
6	-49,193	0,000	5,875	0,000		0,000

Figura 5.37 - T_b. reazioni Fx schema di vincolo della paratia, successivamente riportate sul modello strutturale

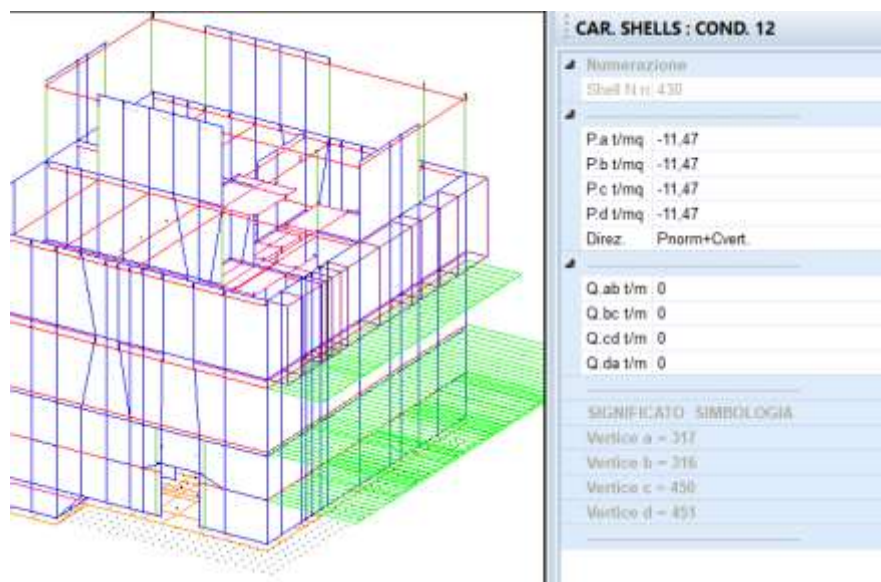


Figura 5.38 - Incremento dinamico della spinta del terreno sul tratto di parete libero dalla paratia Sisma direzione -X

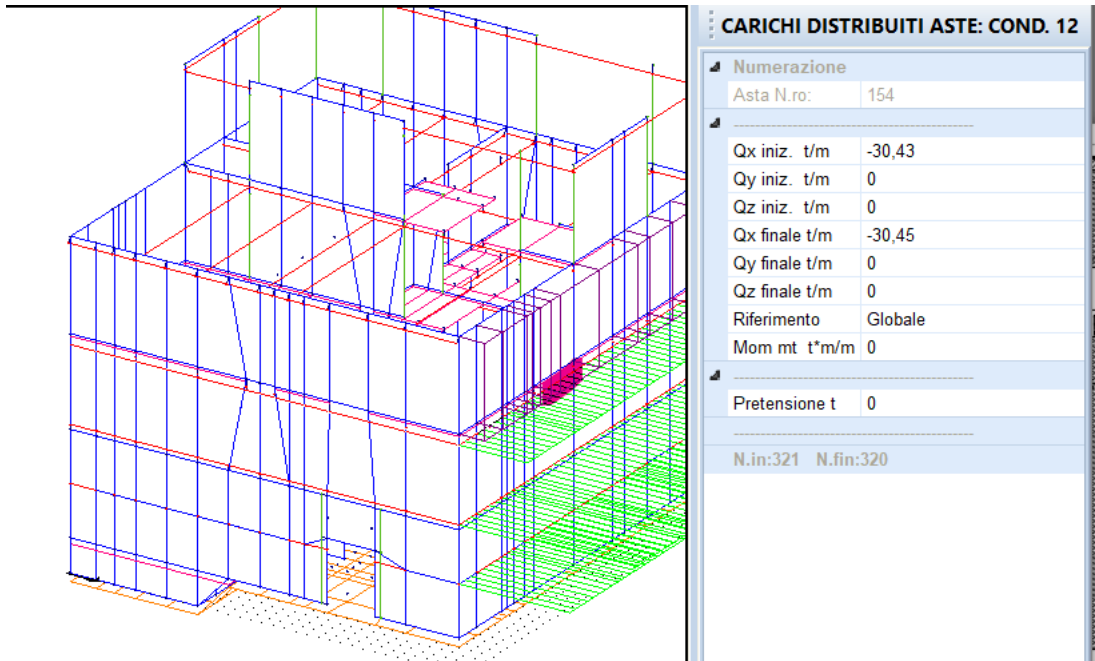


Figura 5.39 - Incremento dinamico della spinta del terreno sul primo cordolo della paratia - Sisma direzione -X

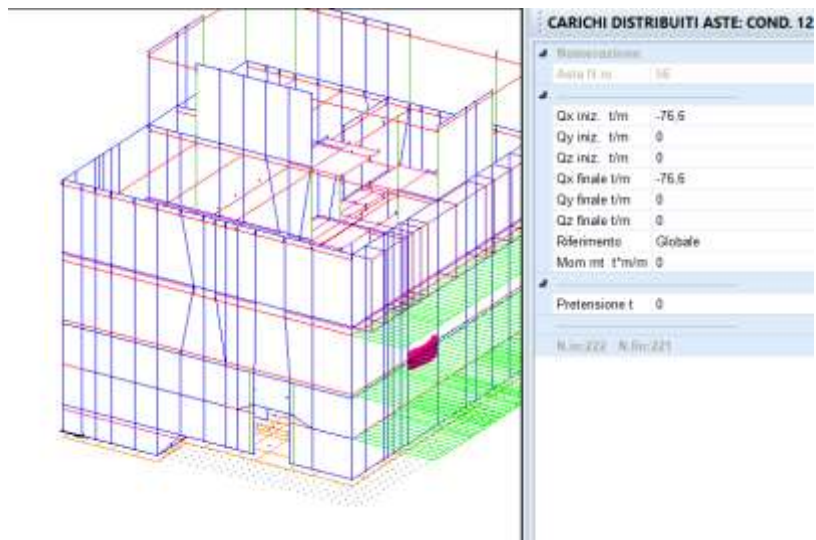


Figura 5.40 - Incremento dinamico della spinta del terreno sul secondo cordolo della paratia - Sisma direzione -X

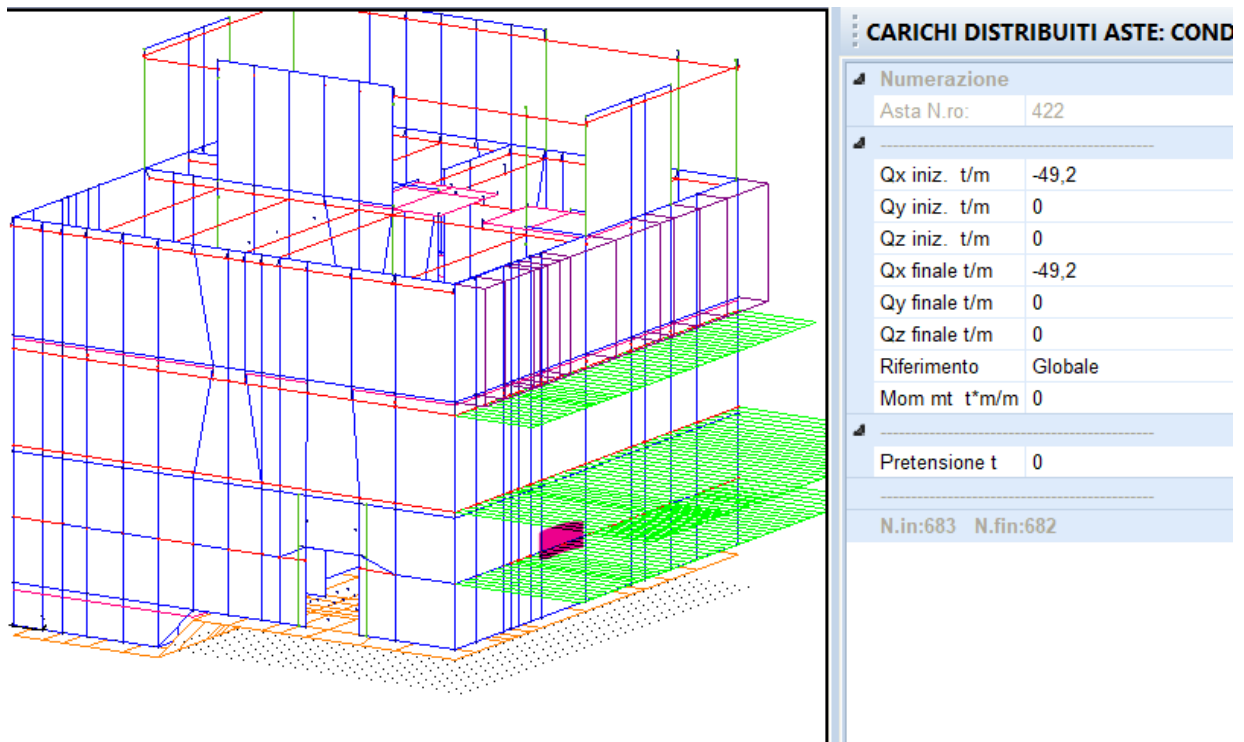


Figura 5.41 - Incremento dinamico della spinta del terreno sul terzo cordolo della paratia - Sisma direzione -X

I valori del taglio soprariportati sono stati assegnati per tutto il perimetro della paratia definita di monte, dove vi è presenza di un riempimento e sovraccarichi accidentali da mezzi pesanti, e per quanto concerne le azioni in fase sismica il procedimento è stato seguito per i casi di Sisma in

- **X** (condizione di carico 11);
- **- X** (condizione di carico 12);
- **Y** (condizione di carico 13);
- **-Y** (condizione di carico 14);

Paratia di valle

Per paratia di monte si intende la paratia disposta sul lato dove son opresenti le terre armate, area non soggetta a transito di veicoli



Figura 5.42 - schema statico paratia di valle

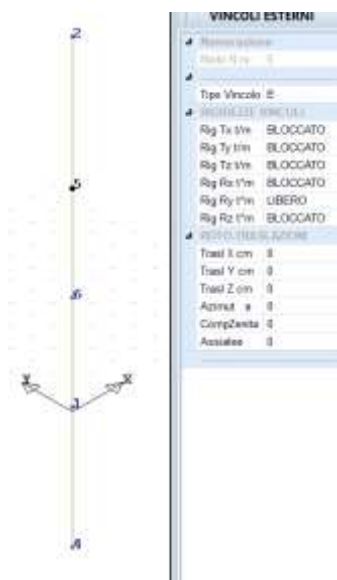


Figura 5.43 - Vincolo offerto dalla struttura alle altezze dei cordoli e della paratia, vale per i nodi 2,3,5,6,1

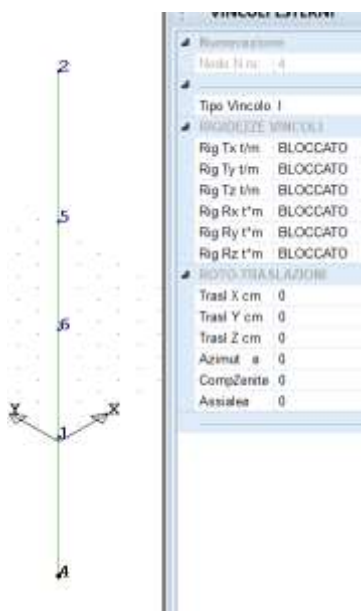


Figura 5.44 - Vincolo di incastro dovuto all’interramento della paratia al disotto del piano di scavo, nella sezione litologica risalente ai calcari

Dati geotecnici utilizzati per il calcolo della spinta del terreno

- Peso terreno saturo $\gamma_{\text{sat}} = 18 \text{ kN/m}^3$;
- angolo d’attrito interno $\phi' = 18^\circ$
- coesione efficace $c' = 45 \text{ Kpa}$
- sovraccarico permanente sul terreno terra armata = 96 kN/m^2

Combinazione A1-M1

$$\sigma_{\text{hM1}} (z = 0 \text{ m}) = K_{\text{OM1}} \cdot \gamma_{\text{sat}} \cdot z - 2c'(K_{\text{OM1}})^{0.5} + K_{\text{OM1}} \cdot q_{\text{terra armata sat}} = 0,691 \cdot 18 \cdot 0 - 2 \cdot 45 \cdot (0,691)^{0.5} + 0,691 \cdot 96 = -8.5 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_{\text{hM1}} (z = 6.5 \text{ m}) = K_{\text{OM1}} \cdot \gamma_{\text{sat}} \cdot z - 2c'(K_{\text{OM1}})^{0.5} + K_{\text{OM1}} \cdot q_{\text{terra armata sat}} = 0,691 \cdot 18 \cdot 6.5 - 2 \cdot 45 \cdot (0,691)^{0.5} + 0,691 \cdot 96 = 72.4 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_{\text{hM1}} (z = 11.2 \text{ m}) = K_{\text{OM1}} \cdot \gamma_{\text{sat}} \cdot z - 2c'(K_{\text{OM1}})^{0.5} + K_{\text{OM1}} \cdot q_{\text{terra armata sat}} = 0,691 \cdot 18 \cdot 11.2 - 2 \cdot 45 \cdot (0,691)^{0.5} + 0,691 \cdot 96 = 130.8 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_{\text{hM1}} (z = 18.8 \text{ m}) = K_{\text{OM1}} \cdot \gamma_{\text{sat}} \cdot z - 2c'(K_{\text{OM1}})^{0.5} + K_{\text{OM1}} \cdot q_{\text{terra armata sat}} = 0,691 \cdot 18 \cdot 18.8 - 2 \cdot 45 \cdot (0,691)^{0.5} + 0,691 \cdot 96 = 224.7 \text{ kN/m}^2$$

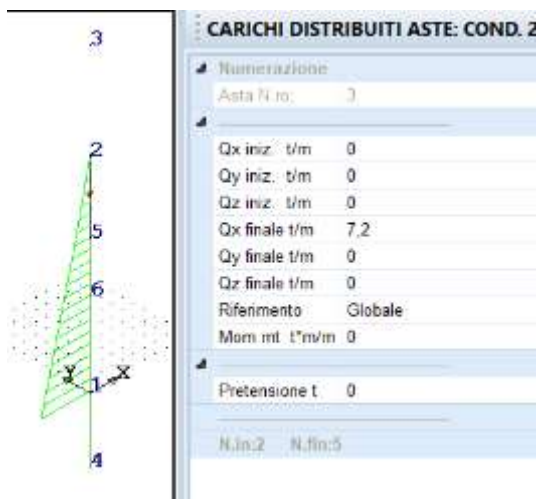


Figura 5.45 - Carico al metro lineare di palo tra primo e secondo cordolo

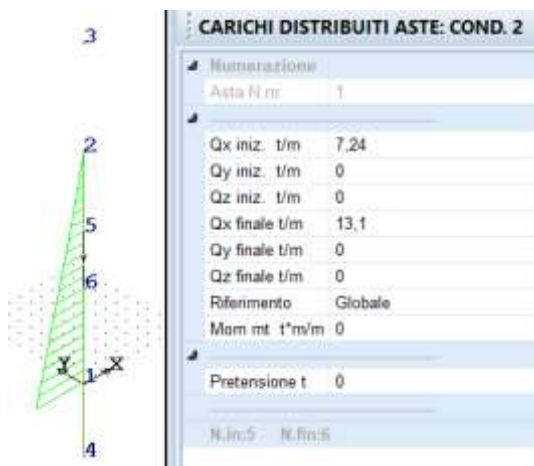


Figura 5.46 - Carico al metro lineare di palo tra secondo e terzo cordolo

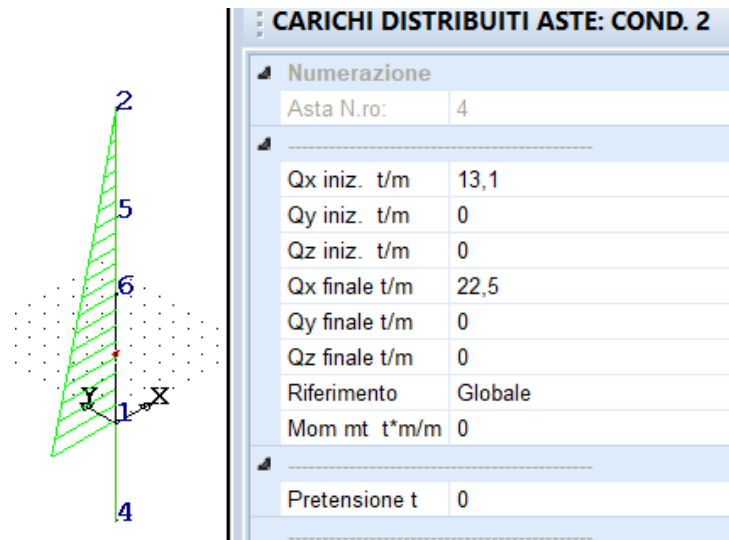


Figura 5.47 - Carico al metro lineare di palo per metro di paratia, tra il terzo cordolo e la platea di base

Incremento di spinta del terreno per presenza di sovraccarico sul piazzale
 $q=20\text{kN/m}^2$:

$$\Delta\sigma_h(z) = K_0 \cdot q_{acc} = 0.691 \cdot 4 = 0.27 \text{ kN/m}^2.$$

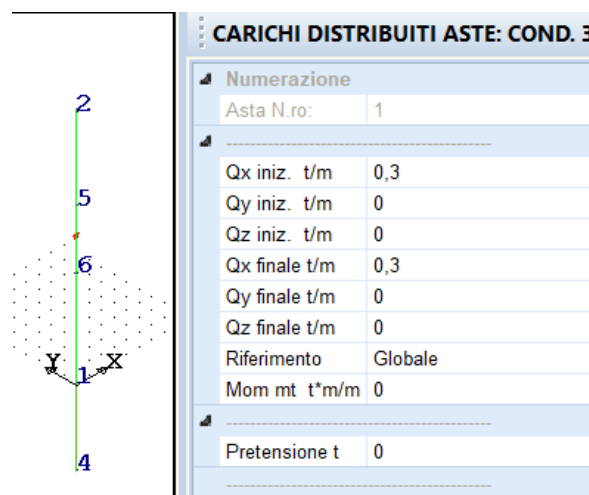


Figura 5.48 - Assegnazione incremento della spinta del terreno per presenza di sovraccarico per manutenzione sulla sommità

Incremento dinamico della spinta del terreno per presenza di sisma

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

- $ag/g=0.26$, che differisce dal valore della accelerazione stimata al piano di campagna in base a quanto riportato nella relazione geologica allegata al presente progetto.

Per cui si ha

$$p_E = k_h \cdot \gamma^* \cdot H = 0.26 \cdot 18 \cdot 18.80 = 87.9 \text{ kN/m}^2.$$

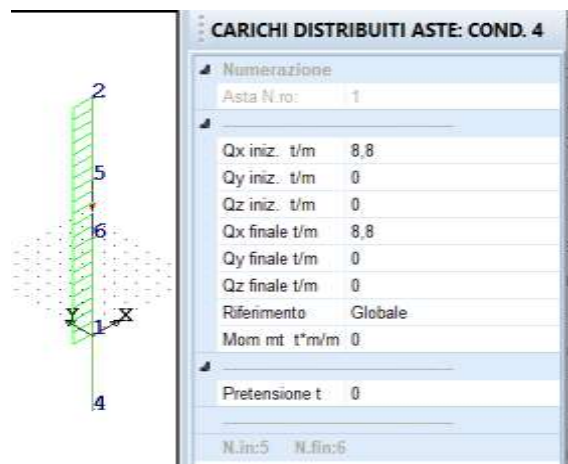


Figura 5.49 - Assegnazione incremento dinamico della spinta del terreno

Di seguito si riportano i valori del taglio derivati dalla assegnazione dei carichi sul metro di paratia

REAZIONI VINCOLARI COMBINAZIONE 2- S.L.V. TERRENO STATICA						
Nodo 3D	Fx (t)	Fy (t)	Fz (t)	Mx (t*m)	My (t*m)	Mz (t*m)

REAZIONI VINCOLARI COMBINAZIONE 2- S.L.V. TERRENO STATICA						
Nodo 3D	Fx (t)	Fy (t)	Fz (t)	Mx (t*m)	My (t*m)	Mz (t*m)
1	-87,446	0,000	8,545	0,000		0,000
2	-6,383	0,000	4,084	0,000		0,000
4	14,902	0,000	3,770	0,000	29,239	0,000
5	-25,717	0,000	7,006	0,000		0,000
6	-101,326	0,000	7,697	0,000		0,000

Figura 5.50 - Reazioni vincolari del modello paratia per spinta del terreno in condizioni statiche

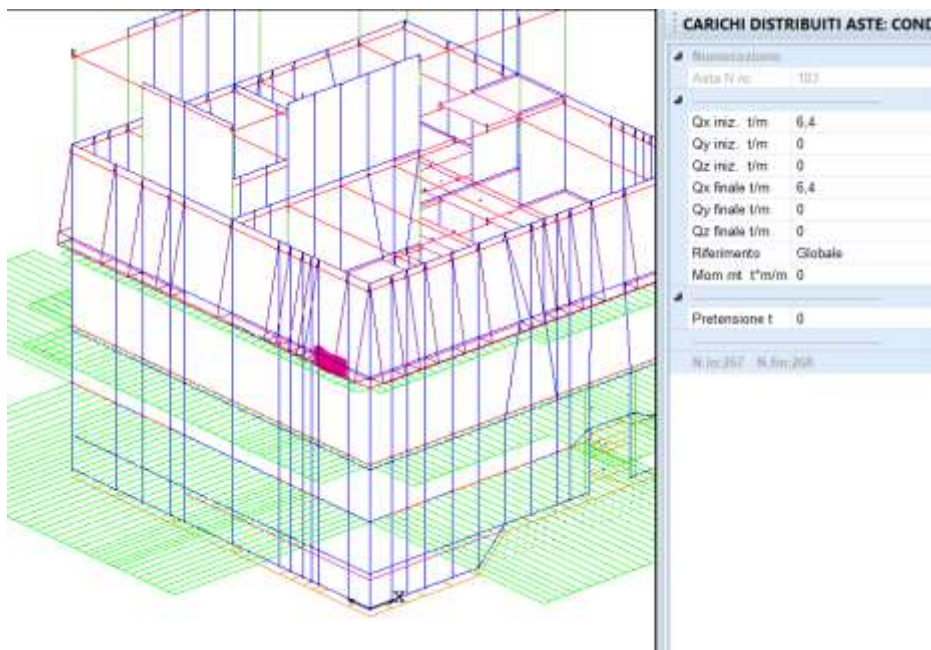


Figura 5.51 - Assegnazione reazione alla spinta della paratia primo cordolo

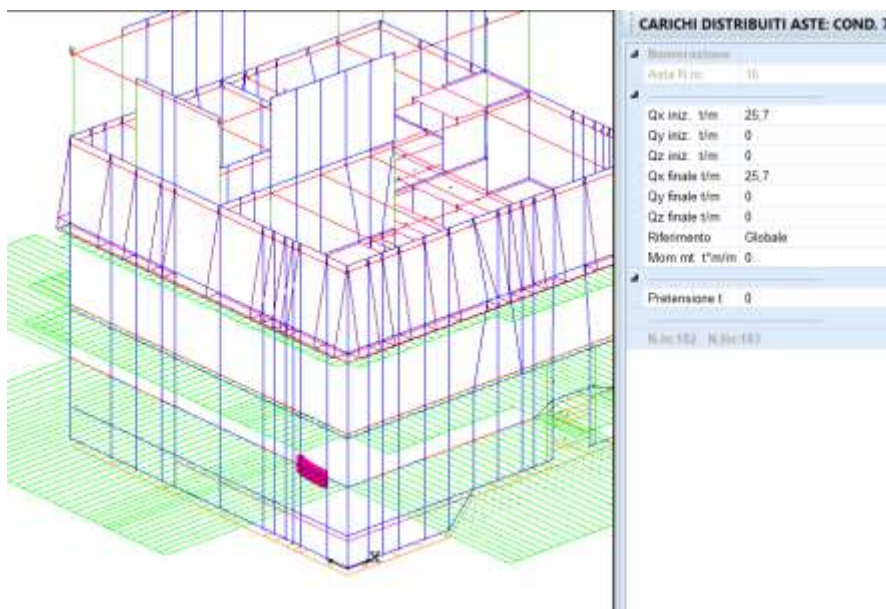


Figura 5.52 - Assegnazione reazione alla spinta della paratia secondo cordolo

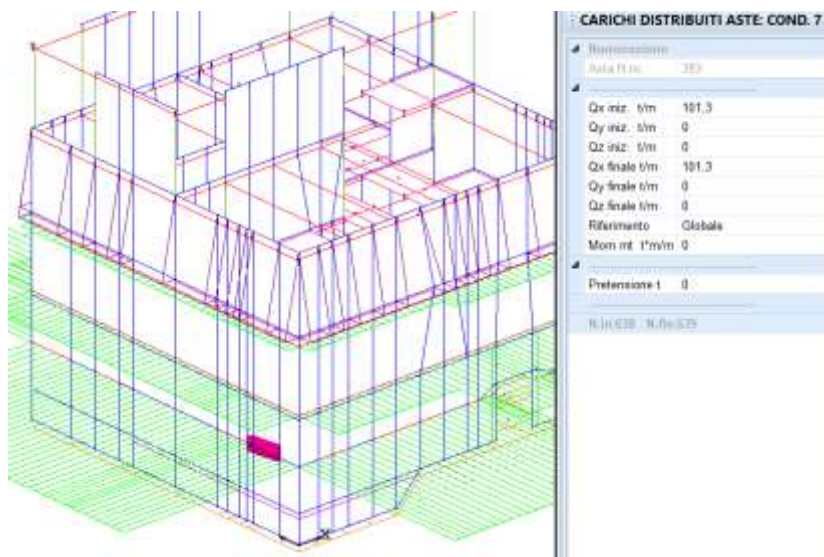


Figura 5.53 - Assegnazione reazione alla spinta della paratia terzo cordolo

Nodo 3D	Fx (t)	Fy (t)	Fz (t)	Mx (t*m)	My (t*m)	Mz (t*m)
1	-1,364	0,000	8,545	0,000		0,000
2	-0,818	0,000	4,084	0,000		0,000
4	0,245	0,000	3,770	0,000	0,481	0,000
5	-1,801	0,000	7,006	0,000		0,000
6	-1,887	0,000	7,697	0,000		0,000

Figura 5.54 - reazioni Fx schema di vincolo della paratia, successivamente riportate sul modello strutturale

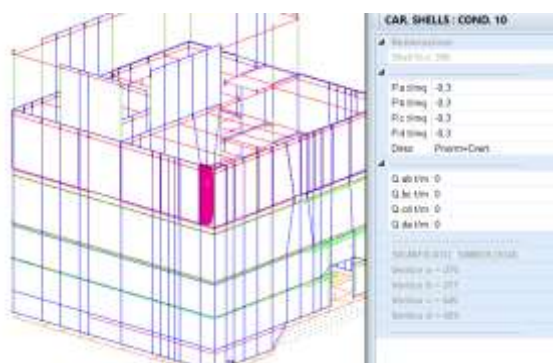


Figura 5.55 - Assegnazione incremento della spinta del terreno sulla altezza parete senza paratia, per sovraccarico sul perimetro terre armate

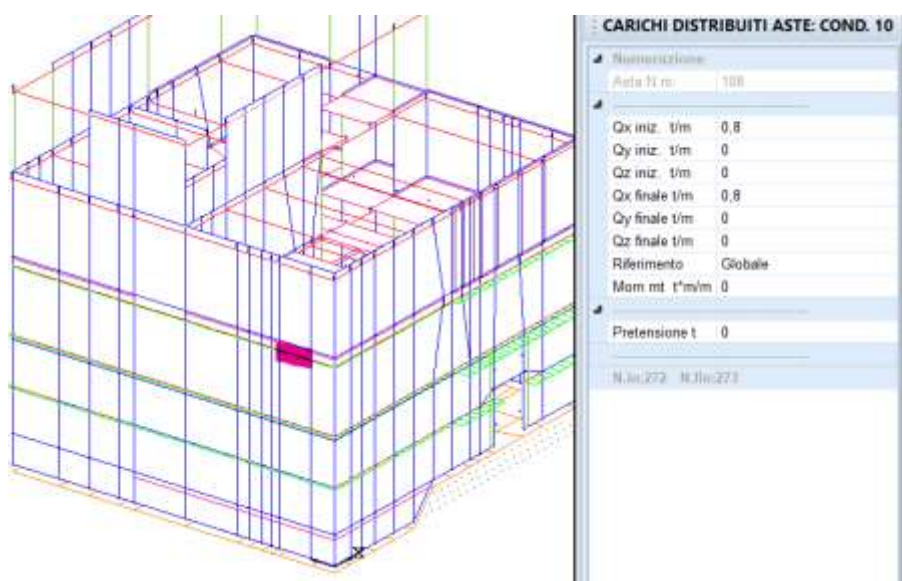


Figura 5.56 - Assegnazione incremento della spinta del terreno per sovraccarico al primo cordolo sul perimetro terre armate

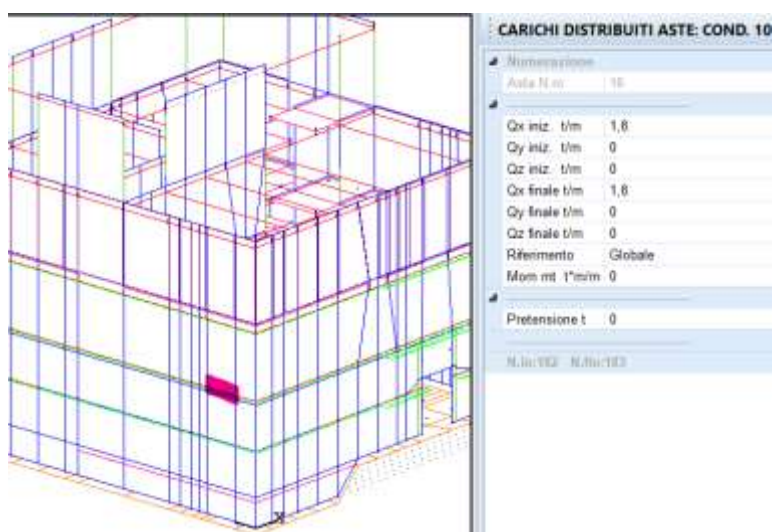


Figura 5.57 - Assegnazione incremento della spinta del terreno per sovraccarico al secondo cordolo sul perimetro piazzale

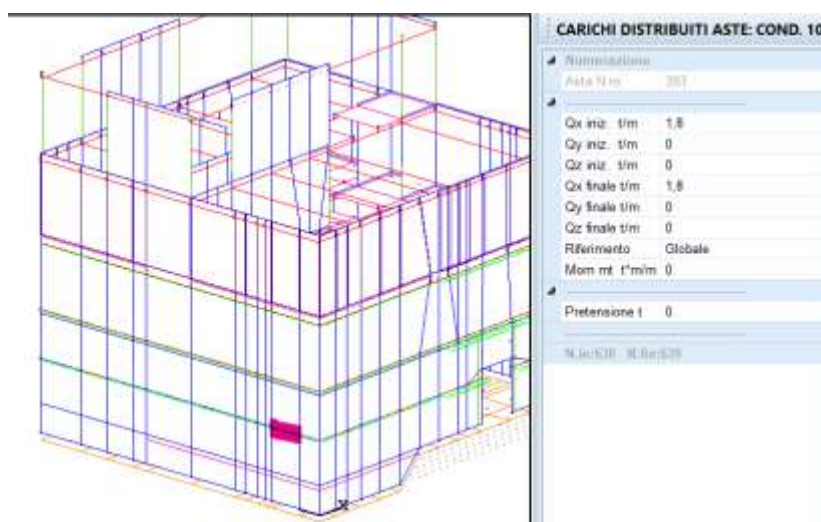


Figura 5.58 - Assegnazione incremento della spinta del terreno per sovraccarico al terzo cordolo sul perimetro piazzale

REAZIONI VINCOLARI COMBINAZIONE 4- S.L.V. SISMA TERRE						
Nodo 3D	Fx (t)	Fy (t)	Fz (t)	Mx (t*m)	My (t*m)	Mz (t*m)
1	-75,926	0,000	8,545	0,000		0,000
2	-45,556	0,000	4,084	0,000		0,000
4	13,641	0,000	3,770	0,000	26,766	0,000
5	-100,241	0,000	7,006	0,000		0,000
6	-105,043	0,000	7,697	0,000		0,000

Figura 5.59 - reazioni Fx schema di vincolo della paratia, successivamente riportate sul modello strutturale

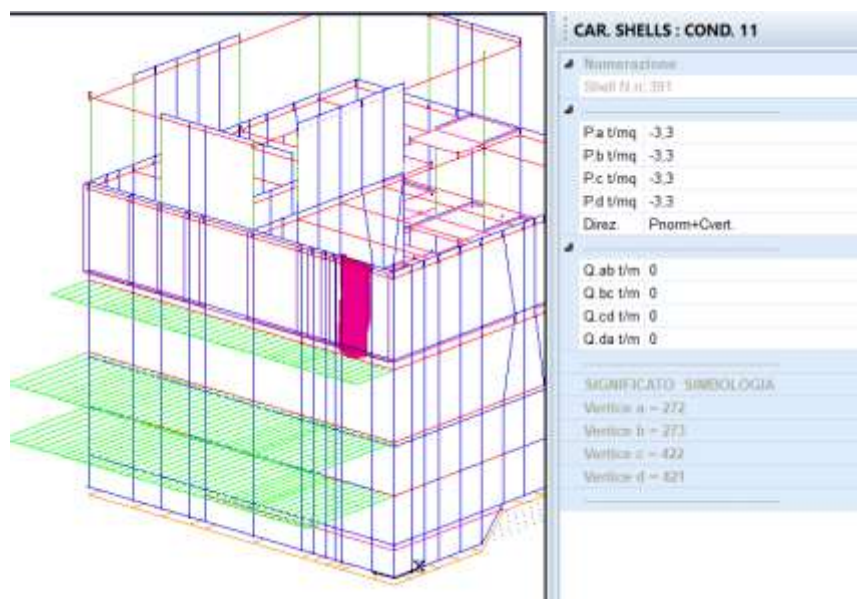


Figura 5.60 - Incremento dinamico della spinta del terreno sul tratto di parete libero dalla paratia Sisma direzione X

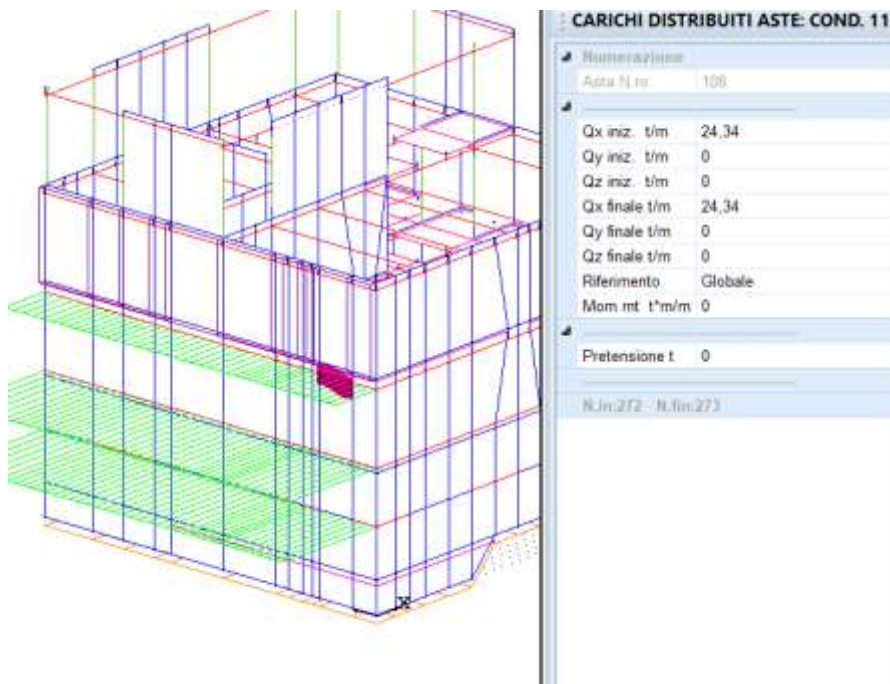
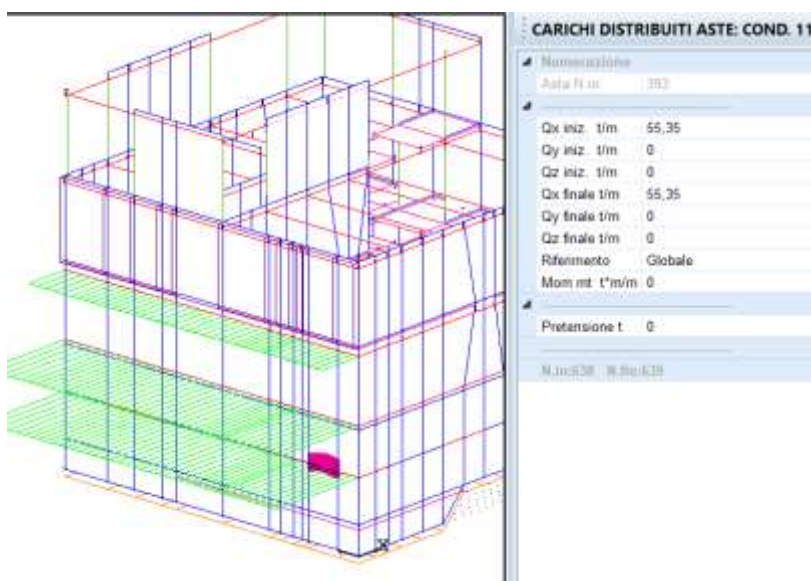


Figura 5.61 - Incremento dinamico della spinta del terreno sul primo cordolo della paratia - Sisma direzione X



***Figura 5.62 - Incremento dinamico della spinta del terreno sul terzo cordolo della
paratia - Sisma direzione X***

I valori del taglio soprariportati sono stati assegnati per tutto il perimetro della paratia definita di valle, dove vi è presenza della terra armata e sovraccarichi accidentali da mezzi di manutenzione, e per quanto concerne le azioni in fase sismica il procedimento è stato seguito per i casi di Sisma in

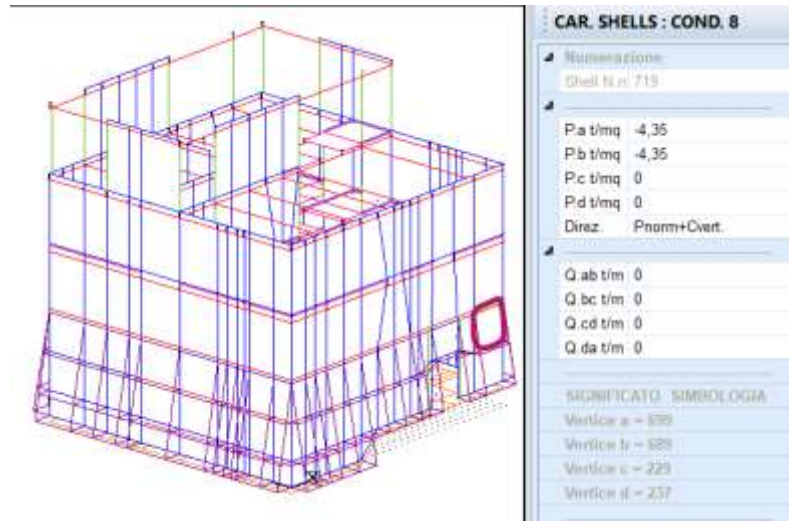
- **X** (condizione di carico 11);
- **- X** (condizione di carico 12);
- **Y** (condizione di carico 13);
- **-Y** (condizione di carico 14);

5.4.3 Spinta statica dell’acqua di falda

La falda è disposta a quota circa 393m slm

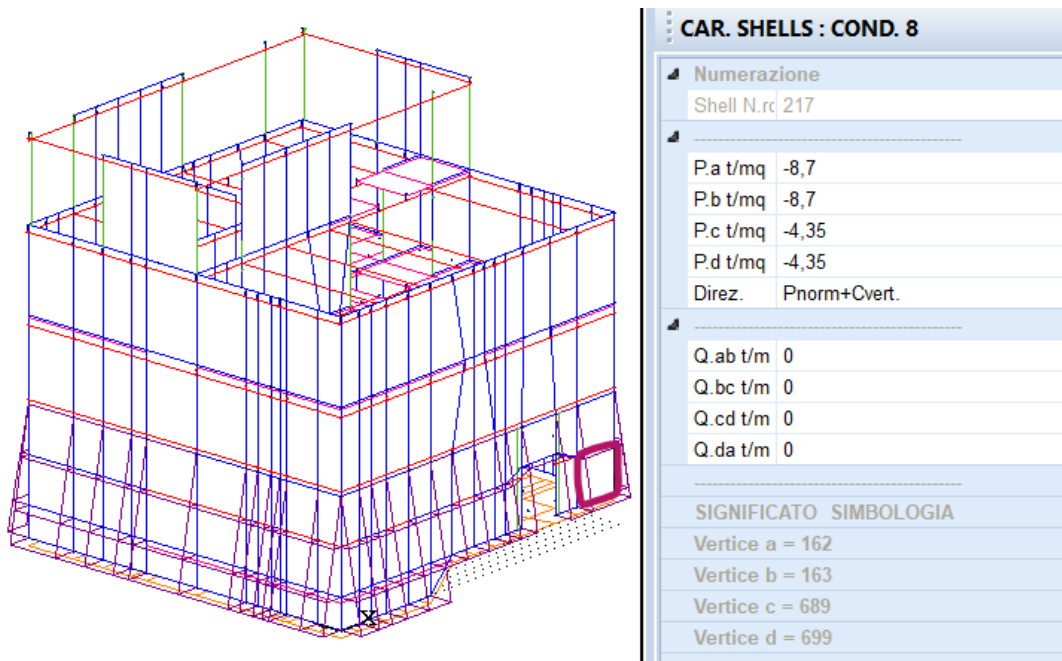
La base del manufatto a quota 384.50 e 381.60 per il punto piu interrato

$$p_{w \max}(z' = 4.35 \text{ m}) = \gamma_w \cdot z' = 10 \cdot 4.35 = 43.5 \text{ kN/m}^2$$



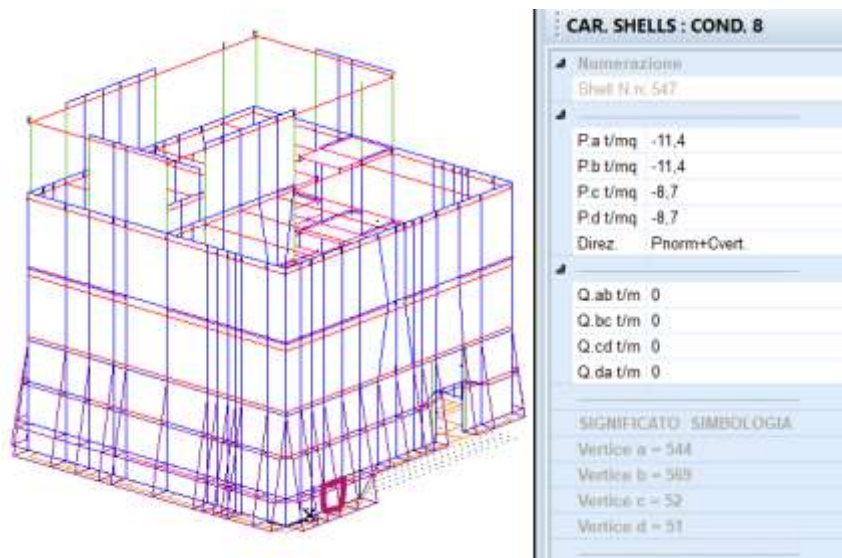
**Figura 5.63 - Assegnazione pressioni dovute alla presenza di falda tra le quote
+393.0m slm e 385.65m slm**

$$p_{w \max}(z' = 8.7 \text{ m}) = \gamma_w \cdot z' = 10 \cdot 8.7 = 87 \text{ kN/m}^2$$



**Figura 5.64 - Assegnazione pressioni dovute alla presenza di falda tra le quote
+385.65m slm e 384.50m slm**

$$p_{w \max}(z' = 11.4 \text{ m}) = \gamma_w \cdot z' = 10 \cdot 11.4 = 114 \text{ kN/m}^2$$



**Figura 5.65 - Assegnazione pressioni dovute alla presenza di falda tra le quote
+384.50 m slm e 381.60m slm**

5.4.4 Spinta statica dell'acqua di invaso

All'interno del manufatto, su una frazione dello stesso è presente un tirante d'acqua presente nelle condizioni di esercizio, il tirante massimo risulta pari a quello che si determina sullo sfioro a ventola presente nel manufatto che compreso il battente sul tirante per lo sfioro della portata di progetto si è stimato in circa 15.5m

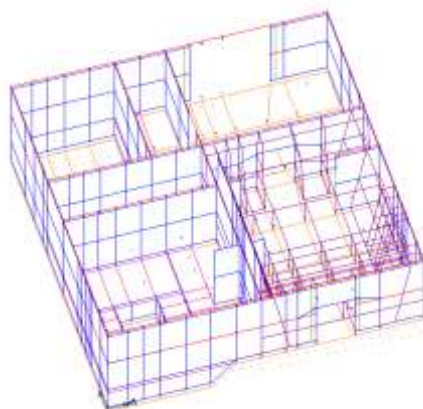


Figura 5.66 - Frazione del manufatto dove è previsto l’invaso delle acque di provenienza da monte del Nodo S

Platea di fondazione

$$p_w (z' = 15.50 \text{ m}) = \gamma_w \cdot z' = 10 \cdot 15.50 = 155 \text{ kN/m}^2$$

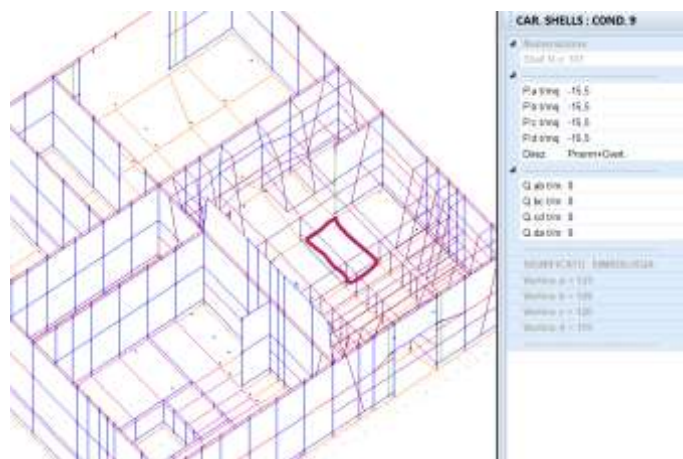


Figura 5.67 - Cpressione idrostatica dell’invaso interno sulla platea

Pareti bordo vasca

Spinta idrostatica tra le profondità 11.1 e 15.5 di tirante

$$p_{w \max}(z' = 11.1 \text{ m}) = \gamma_w \cdot z' = 10 \cdot 11.1 = 111 \text{ kN/m}^2$$

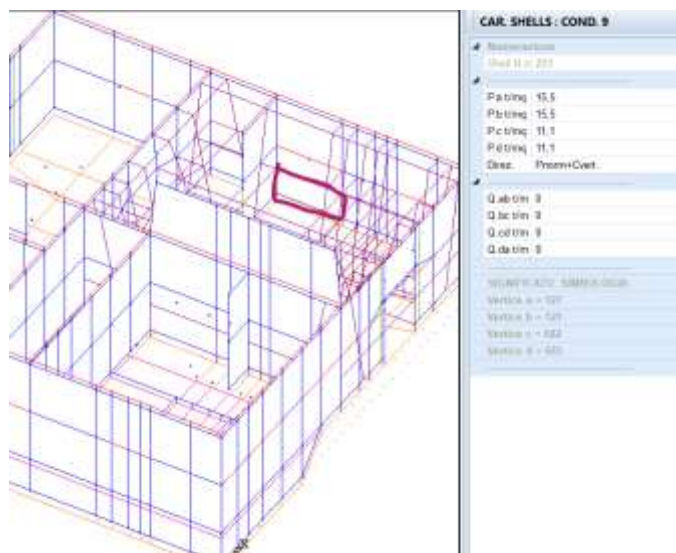


Figura 5.68 - pressione idrostatica dell’invaso interno sulle pareti

$$p_{w \max}(z' = 6.7 \text{ m}) = \gamma_w \cdot z' = 10 \cdot 6.7 = 67 \text{ kN/m}^2$$

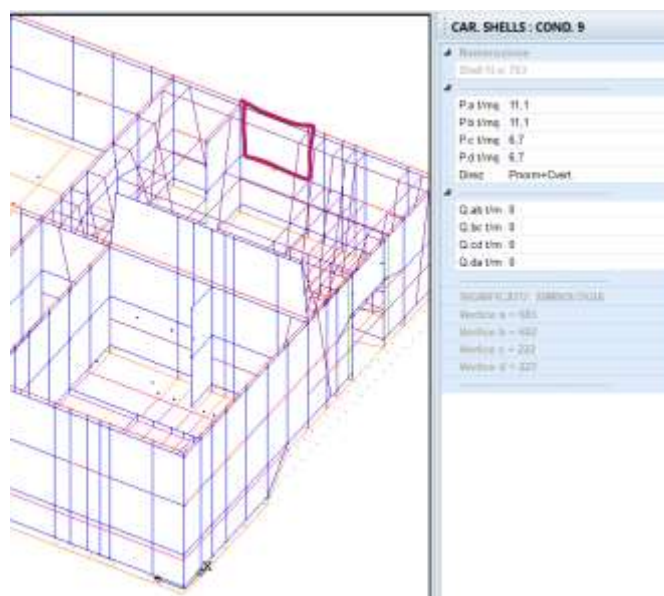


Figura 5.69 - pressione idrostatica dell’invaso interno sulle pareti

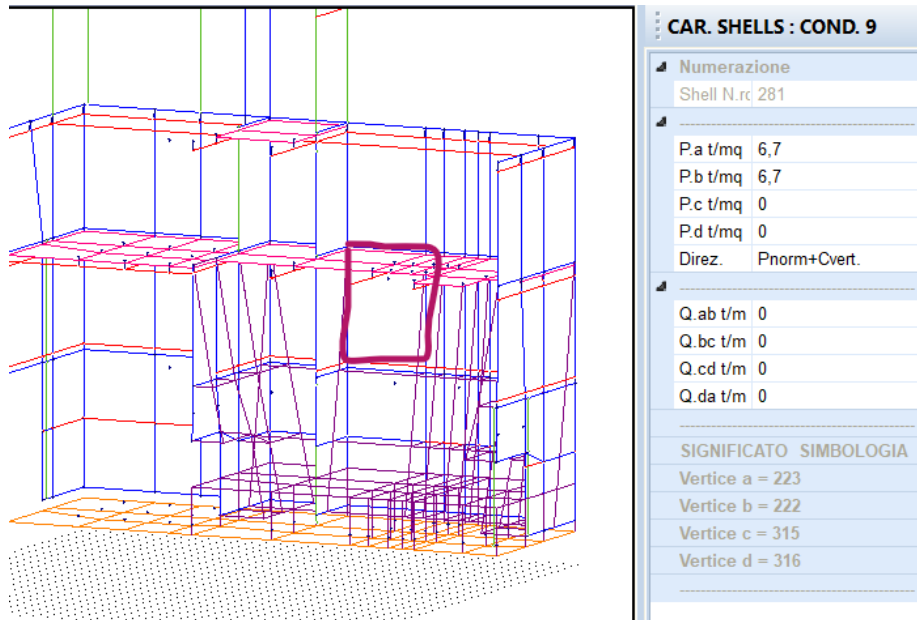


Figura 5.70 - pressione idrostatica dell’invaso interno sulle pareti

5.4.5 Incremento della spinta idrostatica in fase dinamica

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

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

Data la presenza di falda è stato considerato anche il relativo incremento della spinta in fase dinamica sulle pareti dove non è presente l’invaso così come incremento in fase per quelle dove è presente l’invaso.

Pareti esterne sottoposte alla falda

$$q_{\max} (z' = 4.35) = 0.26 \cdot 0,18 \cdot 10 \cdot [(11.4 \cdot 4.35)]^2 = 16.02 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{\max} (z' = 8.7) = 0.26 \cdot 0,18 \cdot 10 \cdot [(11.4 \cdot 8.7)]^2 = 22.66 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{\max} (z' = 11.4) = 0.26 \cdot 0,18 \cdot 10 \cdot [(11.4 \cdot 11.4)]^2 = 25.94 \text{ kN/m}^2$$

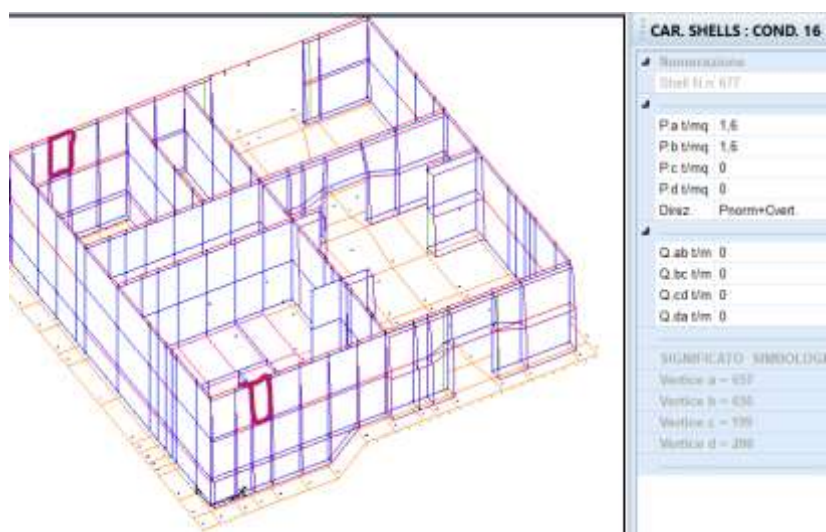


Figura 5.71 - Assegnazione sovrappressione idrostatica lato falda Sisma dir Y

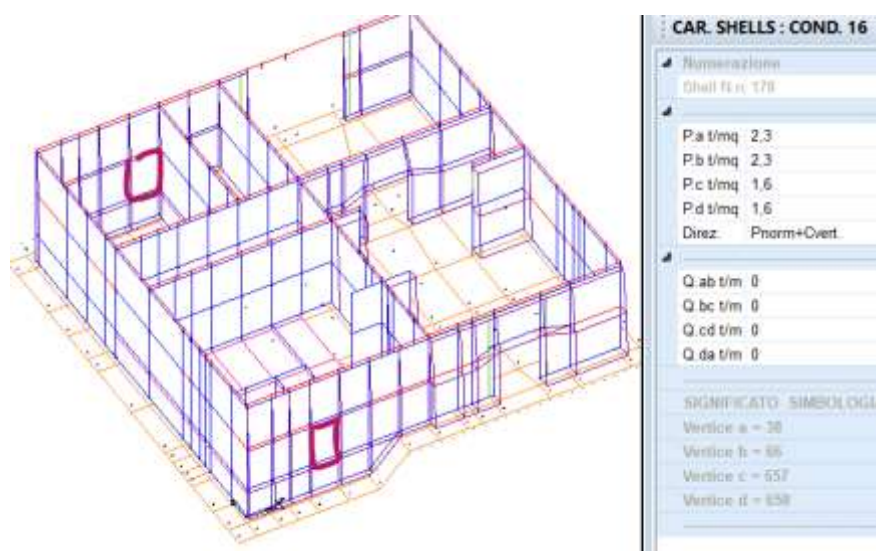


Figura 5.72 - Assegnazione sovrappressione idrostatica lato falda Sisma dir Y

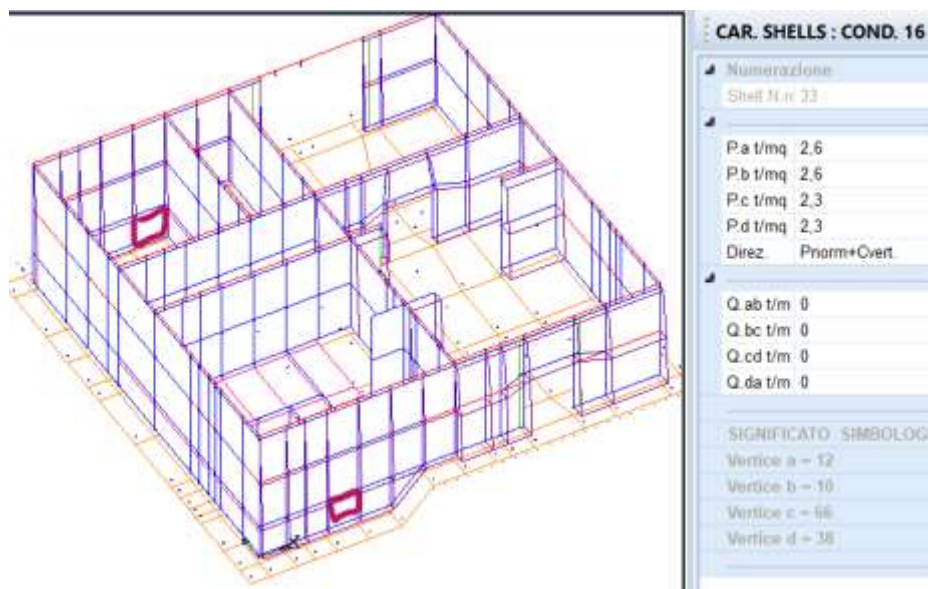


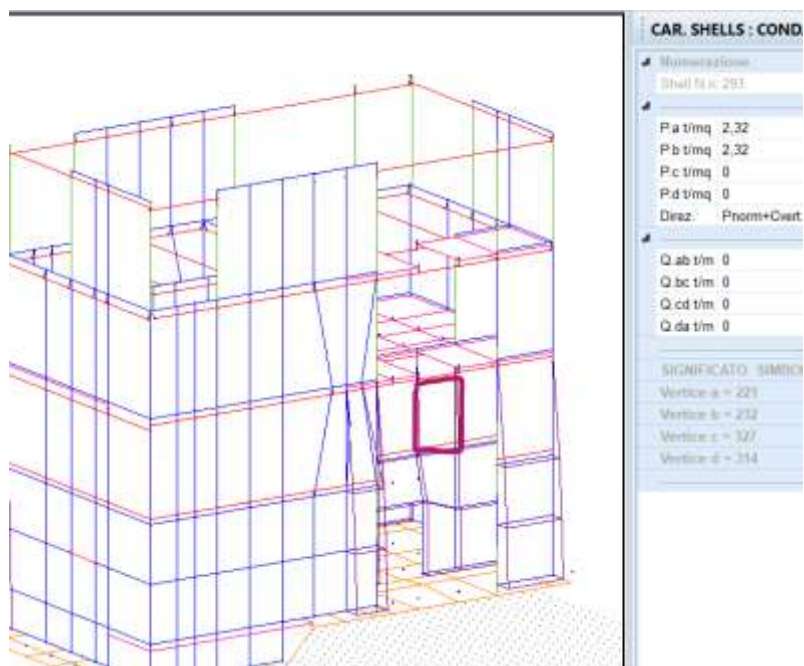
Figura 5.73 - Assegnazione sovrappressione idrostatica lato falda Sisma dir Y

Pareti dell'invaso non sottoposte alla falda

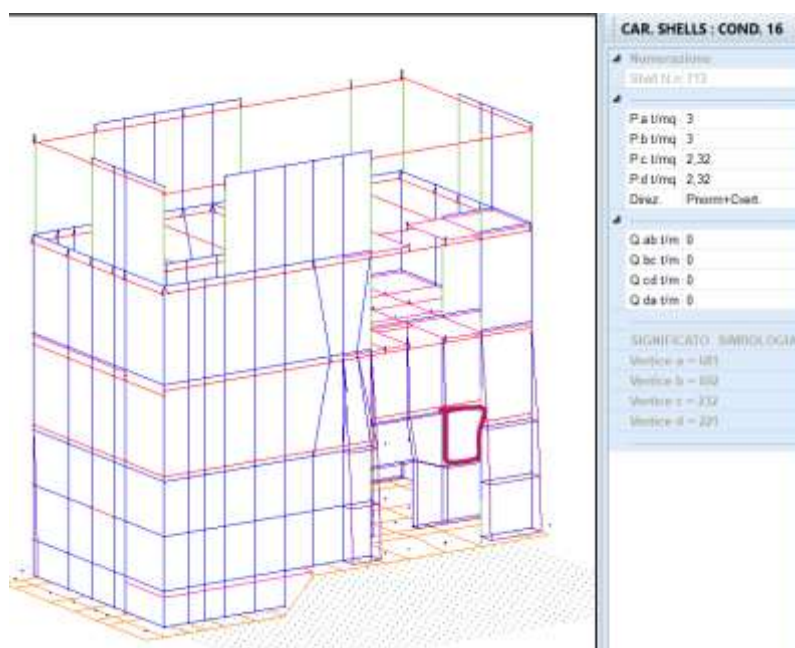
$$q_{\max} (z' = 6.7) = 0.26 \cdot 0,18 \cdot 10 \cdot [(15.5 \cdot 6.7)]^2 = 23.18 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{\max} (z' = 11.1) = 0.26 \cdot 0,18 \cdot 10 \cdot [(15.5 \cdot 11.1)]^2 = 29.84 \text{ kN/m}^2$$

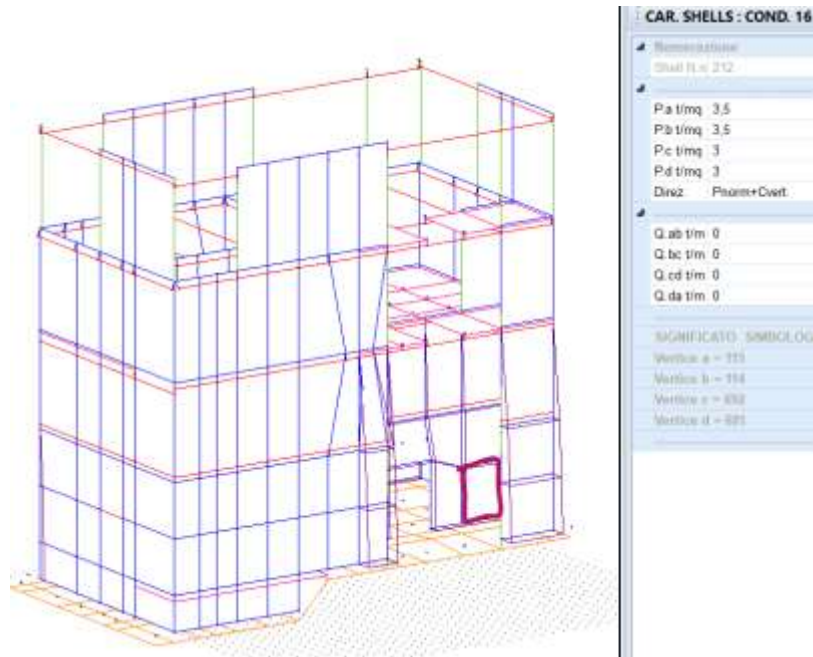
$$q_{\max} (z' = 15.5) = 0.26 \cdot 0,18 \cdot 10 \cdot [(15.5 \cdot 15.5)]^2 = 35.26 \text{ kN/m}^2$$



**Figura 5.74 - Assegnazione sovrappressione idrostatica parete interna invaso
 Sisma Y**



**Figura 5.75 - Assegnazione sovrappressione idrostatica parete interna invaso
Sisma Y**



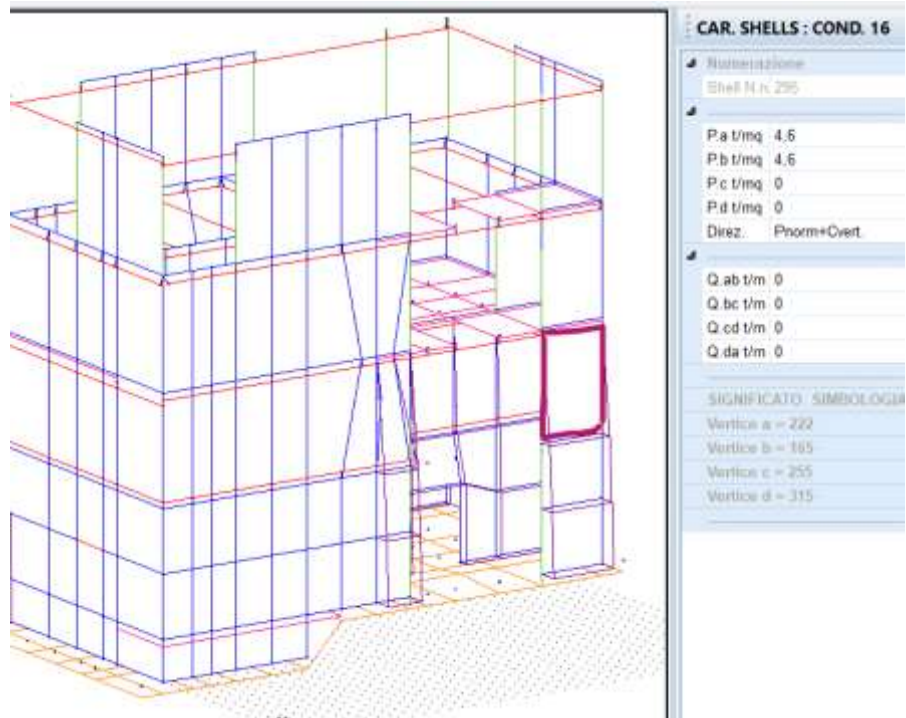
**Figura 5.76 - Assegnazione sovrappressione idrostatica parete interna invaso
Sisma Y**

Sulle pareti per le quali è presente un tirante su entrambi le facce è stato considerata la sovrapposizione della fase di depressione e sovrappressione

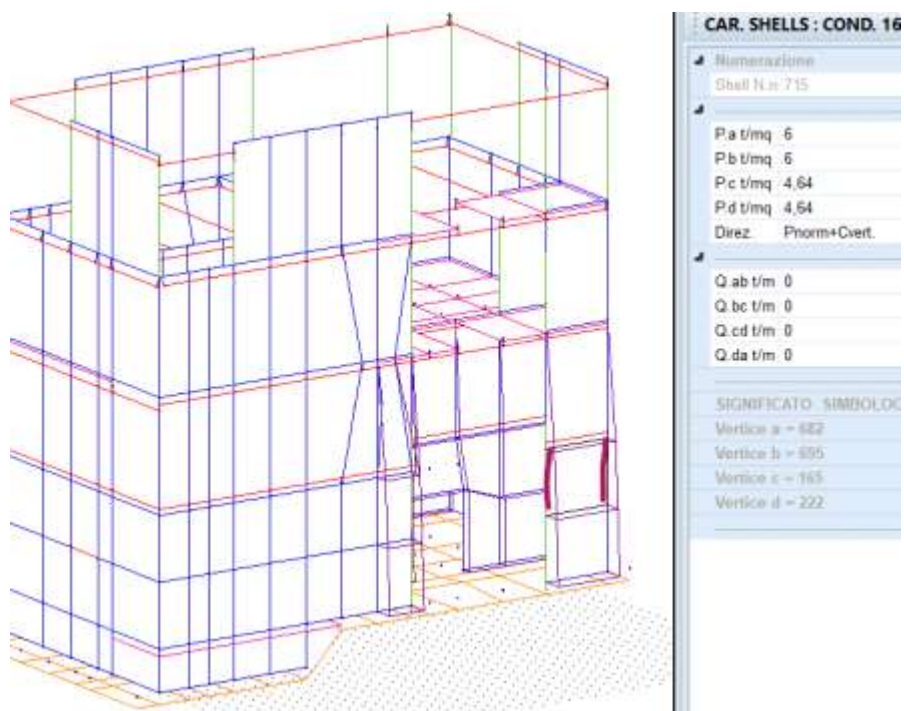
$$q_{\max}(z' = 6.7) = 2 \cdot 0.26 \cdot 0,18 \cdot 10 \cdot [(15.5 \cdot 6.7)]^2 = 46.37 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{\max}(z' = 11.1) = 2 \cdot 0.26 \cdot 0,18 \cdot 10 \cdot [(15.5 \cdot 11.1)]^2 = 59.68 \text{ kN/m}^2$$

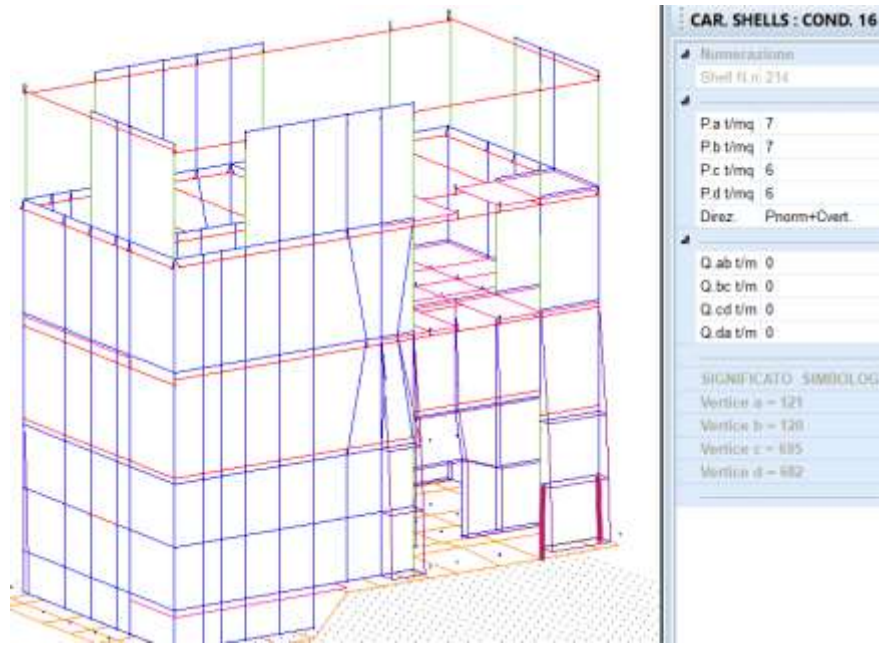
$$q_{\max}(z' = 15.5) = 2 \cdot 0.26 \cdot 0,18 \cdot 10 \cdot [(15.5 \cdot 15.5)]^2 = 70.53 \text{ kN/m}^2$$



**Figura 5.77 - Assegnazione sovrappressione idrostatica parete bagnata sui due lati
Sisma Y**



**Figura 5.78 - Assegnazione sovrappressione idrostatica parete bagnata sui due lati
Sisma Y**



**Figura 5.79 - Assegnazione sovrappressione idrostatica parete bagnata sui due lati
Sisma Y**

Pareti dell’invaso sottoposte alla falda

Per le pareti dove è possibile la concomitanza della sovrappressione della falda esterna e della depressione interna della parete di invaso si sono sommati i contributi delle due sovrappressioni ottenendo:

$$q_{\max} (z' = 11.10+4.35) = 29.84 + 16.02 = 45.86 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{\max} (z' = 15.50+8.70) = 35.26 + 22.66 = 57.92 \text{ kN/m}^2$$

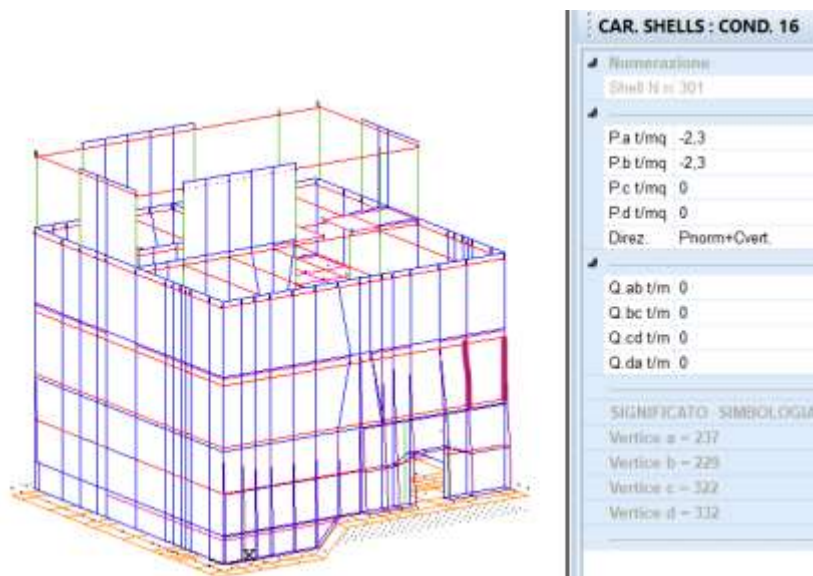


Figura 5.80 - Assegnazione sovrappressione idrodinamica di vaso Sisma in Y

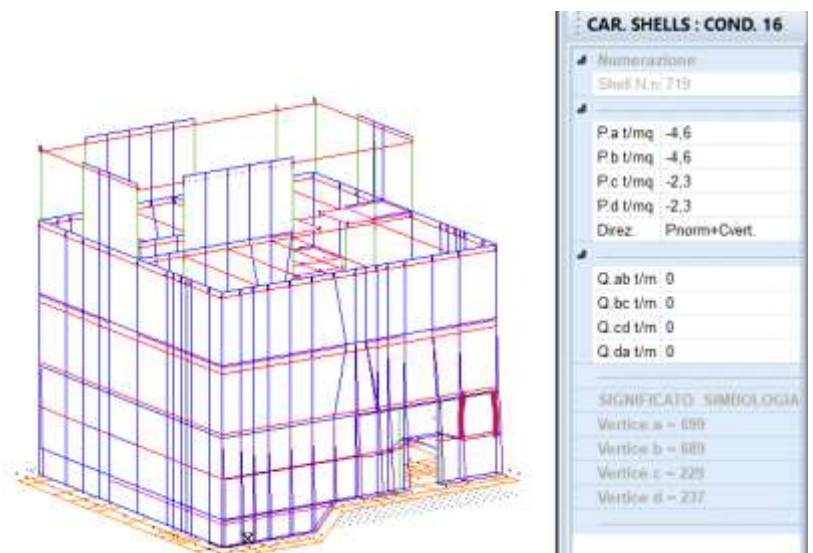


Figura 5.81 - Assegnazione sovrappressione idrodinamica di vaso + falda Sisma in Y

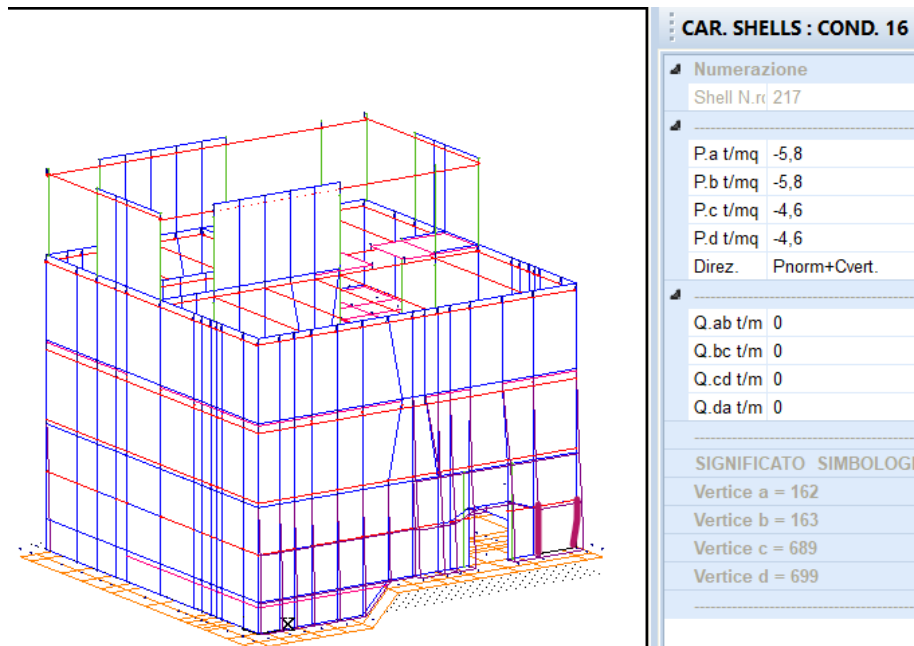


Figura 5.82 - Assegnazione sovrappressione idrodinamica di invaso + falda Sisma in Y

5.5 Spettri di progetto

Lo spettro di progetto è stato implementato sul modello di calcolo inserendo 30 punti dello spettro proveniente dalla analisi di Risposta Sismica Locale sul piano di coordinate $S_e(g)$ e T , per gli stati limite di riferimento SLD ed SLV.

5.5.1 Spettro di Risposta SLD

analisi RSL	
Periodo (sec)	S_e (g)
0,01	0,30
0,01	0,32

0,01	0,35
0,02	0,39
0,02	0,39
0,03	0,39
0,03	0,41
0,04	0,37
0,05	0,39
0,06	0,35
0,07	0,30
0,09	0,27
0,11	0,27
0,13	0,22
0,16	0,19
0,19	0,19
0,23	0,18
0,28	0,14
0,34	0,11
0,42	0,06
0,51	0,04
0,62	0,02
0,76	0,01
0,92	0,01
1,12	0,01
1,37	0,00
1,66	0,00
2,02	0,00
2,46	0,00
3,00	0,00

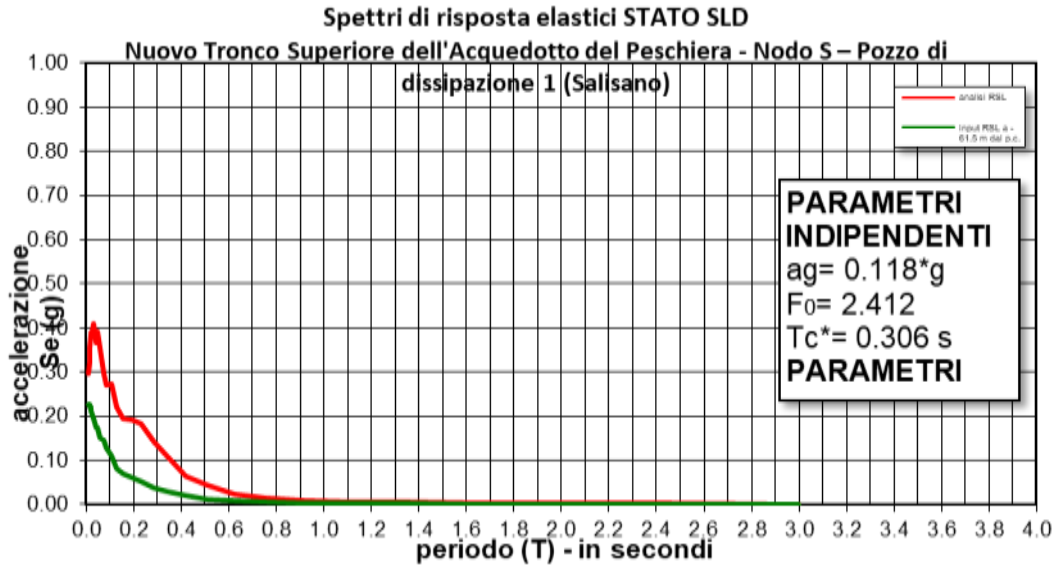


Figura 5.83 -Spettri di risposta da RSL. Stato SLD

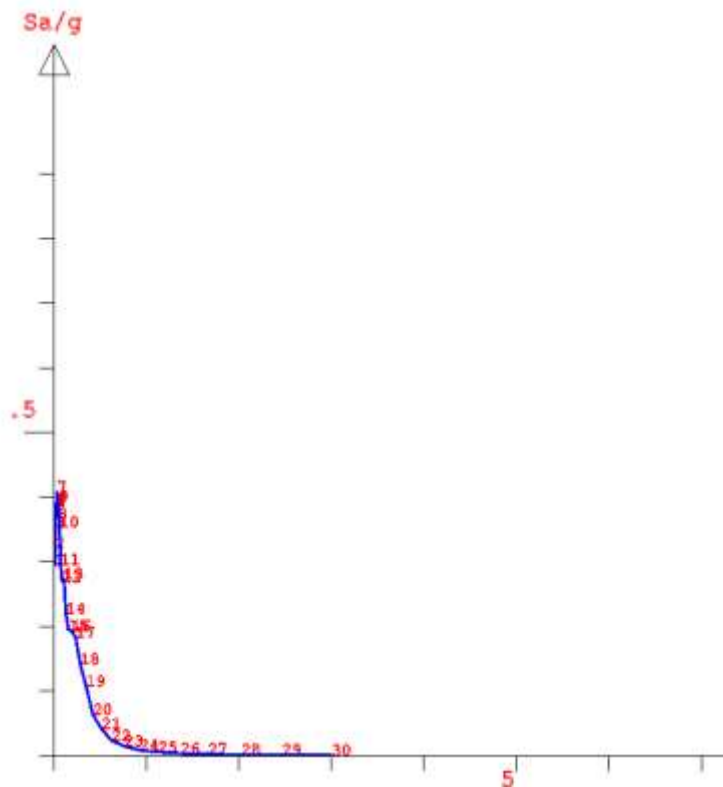


Figura 5.83 -Spettro di risposta da RSL. SLD X -Y riportato per punti sul modello di calcolo

5.5.2 Spettro di Risposta SLV

Di seguito si riportano i valori dello spettro SLV in X e in Y per 30 punti, implementato nel modello FEM per la analisi lineare pseudostatica

analisi RSL	
Periodo (sec)	Se (g)
0,010	0,520
0,012	0,523
0,015	0,536
0,018	0,534
0,022	0,549
0,027	0,585
0,033	0,586
0,040	0,576
0,048	0,605
0,059	0,583
0,071	0,574
0,087	0,587
0,106	0,622
0,129	0,661
0,157	0,643
0,191	0,660
0,233	0,738
0,283	0,856
0,345	0,951
0,420	0,953

0,511	0,823
0,622	0,572
0,757	0,356
0,922	0,240
1,122	0,152
1,366	0,099
1,663	0,073
2,024	0,055
2,464	0,043
3,000	0,031

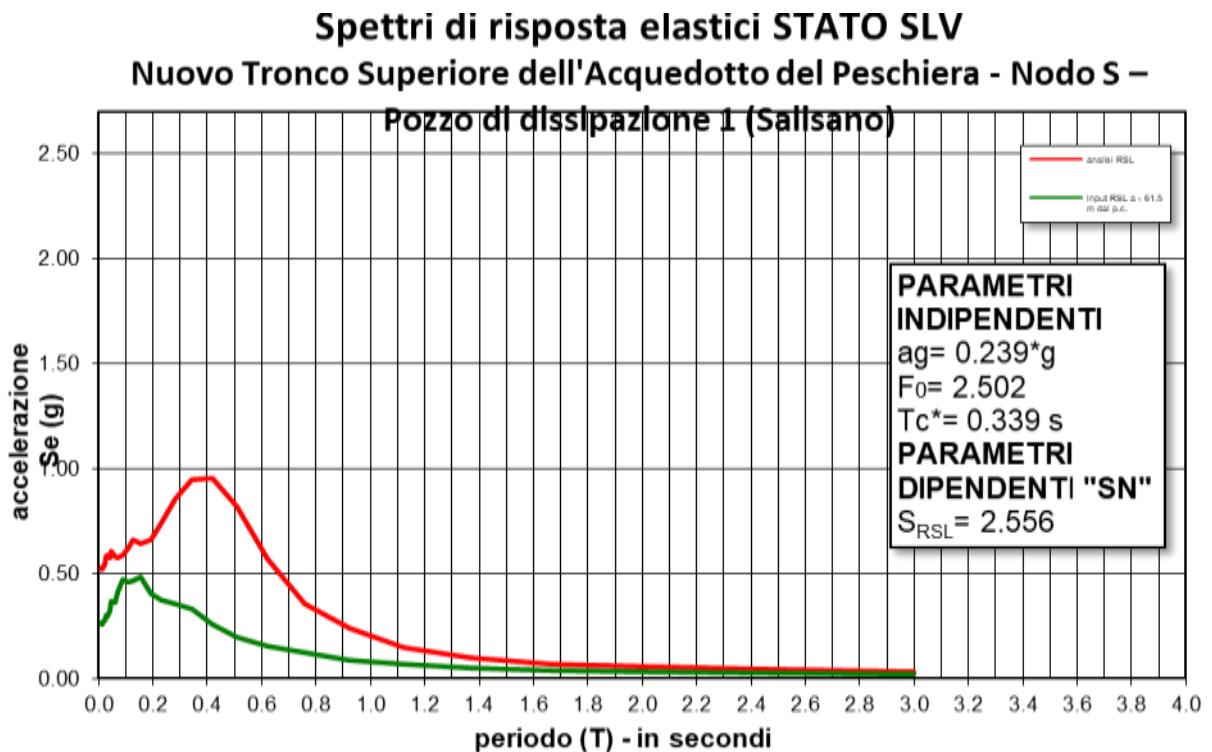


Figura 5.84 - Spettri di risposta da RSL . SLV X -Y

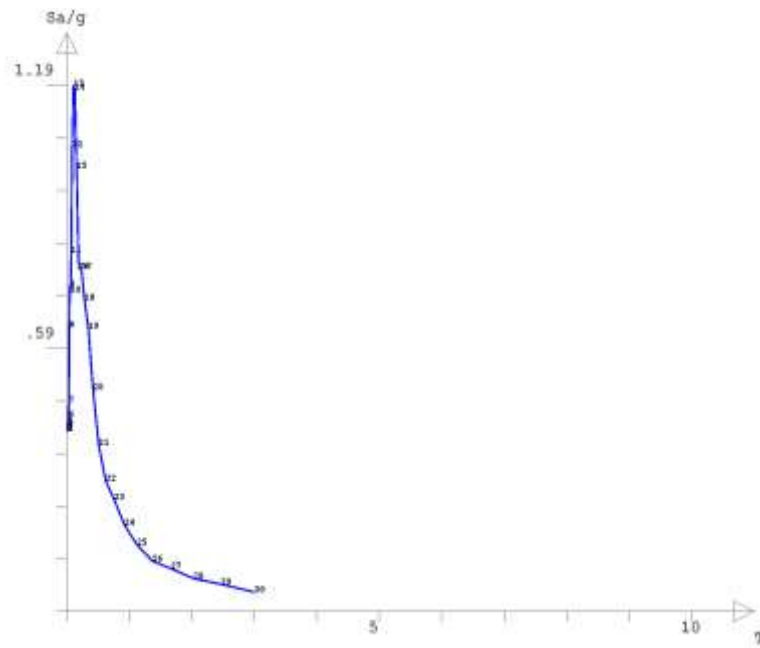


Figura 5.85 - Spettro di risposta da RSL. SLV X -Y riportato per punti sul modello di calcolo

5.5.3 Spettro di Progetto

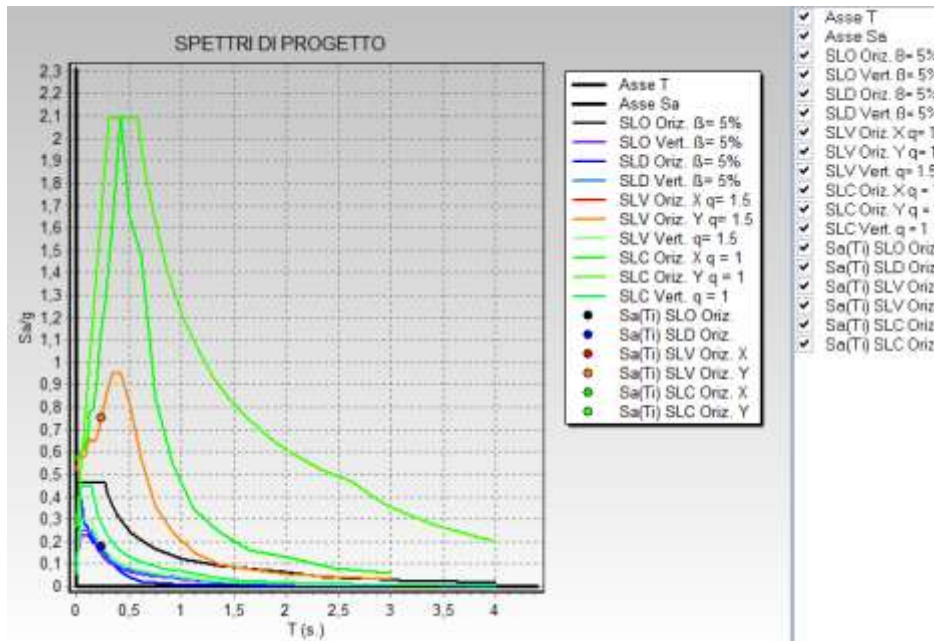


Figura 5.86 - Spettro di progetto

DATI GENERALI DI STRUTTURA			
DATI GENERALI DI STRUTTURA			
Massima dimens. dir. X (m)	34,50	Altezza edificio (m)	35,75
Massima dimens. dir. Y (m)	34,60	Differenza temperatura(°C)	15
PARAMETRI SISMICI			
Vita Nominale (Anni)	100	Classe d' Uso	IV Cu=2.0
Longitudine Est (Grd)	12,74702	Latitudine Nord (Grd)	42,26223
Categoria Suolo	B	Coeff. Condiz. Topogr.	1,00000
Sistema Costruttivo Dir.1	Utente	Sistema Costruttivo Dir.2	Utente
Regolarita' in Altezza	NO(KR=.8)	Regolarita' in Pianta	NO
Direzione Sisma (Grd)	0	Sisma Verticale	ASSENTE
Effetti P/Delta	NO	Quota di Zero Sismico (m)	27,65000
PARAMETRI SPETTRO ELASTICO - SISMA S.L.D.			
Probabilita' Pvr	0,63	Periodo di Ritorno Anni	201,00
Accelerazione Ag/g	0,22	Periodo T'c (sec.)	0,31
Fo	2,06	Fv	1,11
Fattore Stratigrafia'Ss'	1,00	Periodo TB (sec.)	0,02
Periodo TC (sec.)	0,34	Periodo TD (sec.)	2,07
PARAMETRI SPETTRO ELASTICO - SISMA S.L.V.			
Probabilita' Pvr	0,10	Periodo di Ritorno Anni	1898,00
Accelerazione Ag/g	0,27	Periodo T'c (sec.)	0,34
Fo	5,39	Fv	1,65

Fattore Stratigrafia'Ss'	1,00	Periodo TB (sec.)	0,32
Periodo TC (sec.)	0,58	Periodo TD (sec.)	2,56
PARAMETRI SISTEMA COSTRUTTIVO ESPLICITO - D I R. 1			
Fattore di comportam 'q'	1,50		
PARAMETRI SISTEMA COSTRUTTIVO ESPLICITO - D I R. 2			
Fattore di comportam 'q'	1,50		
COEFFICIENTI DI SICUREZZA PARZIALI DEI MATERIALI			
Acciaio per CLS armato	1,15	Calcestruzzo CLS armato	1,50
Legno per comb. eccez.	1,00	Legno per comb. fundament.:	1,30
Livello conoscenza	NUOVA COSTRUZIONE		
FRP Collasso Tipo 'A'	1,10	FRP Delaminazione Tipo 'A'	1,20
FRP Collasso Tipo 'B'	1,25	FRP Delaminazione Tipo 'B'	1,50
FRP Resist. Press/Fless	1,00	FRP Resist. Taglio/Torsione	1,20
FRP Resist. Confinamento	1,10		

DATI GENERALI DI STRUTTURA			
DATI DI CALCOLO PER AZIONE NEVE			
Zona Geografica	II	Coefficiente Termico	1,00
Altitudine sito s.l.m. (m)	400	Coefficiente di forma	0,80
Tipo di Esposizione	Normale	Coefficiente di esposizione	1,00
Carico di riferimento kg/mq	143	Carico neve di calcolo kg/mq	114,00
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			

5.6 Combinazioni di carico

Come anticipato la struttura è stata modellata conducendo separatamente combinazioni di carico con sisma disaccoppiati nelle sue direzioni principali e relativi contributi percentuali (30%) nelle direzioni ad esse ortogonali. In particolare, 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.

5.6.1 Combinazioni di carico SLU/SLV - Direzione – X + 30% Y

DESCRIZIONI	1	2	3	4	5	6	7
Peso Strutturale	1,30	1,30	1,30	1,00	1,00	1,00	1,00
Perm.Non Strutturale	1,50	1,50	1,50	1,00	1,00	1,00	1,00
Var.Bibl.Arch.	1,50	1,50	1,50	0,80	0,80	0,80	0,80
Var.Par.q>30Kn	1,50	1,50	1,50	0,30	0,30	0,30	0,30

DESCRIZIONI	1	2	3	4	5	6	7
Var.Neve h<=1000	1,50	0,75	0,75	0,00	0,00	0,00	0,00
Var.Coperture	0,75	1,50	1,50	0,00	0,00	0,00	0,00
Terreno sup	1,30	1,30	1,30	1,00	1,00	1,00	1,00
Falda	1,30	0,00	1,30	1,00	1,00	1,00	1,00
Invaso	1,30	1,30	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Acc Terre M1	1,50	1,50	1,50	0,00	0,00	0,00	0,00
Sisma Terra X	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sisma Terra -X	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Sisma Terra Y	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sisma Terra -Y	0,00	0,00	0,00	0,30	0,30	0,30	0,30
Sovrap Falda X	0,00	0,00	0,00	-1,00	1,00	-1,00	1,00
Sovrap Falda Y	0,00	0,00	0,00	-0,30	-0,30	0,30	0,30
Corr. Tors. dir. 0	0,00	0,00	0,00	-1,00	1,00	-1,00	1,00
Corr. Tors. dir. 90	0,00	0,00	0,00	-0,30	-0,30	0,30	0,30
Sisma direz. grd 0	0,00	0,00	0,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00
Sisma direz. grd 90	0,00	0,00	0,00	-0,30	-0,30	-0,30	-0,30

5.6.2 Combinazioni di carico SLE.

COMBINAZIONI RARE - S.L.E.			
DESCRIZIONI	1	2	3
Peso Strutturale	1,00	1,00	1,00
Perm.Non Strutturale	1,00	1,00	1,00
Var.Bibl.Arch.	1,00	1,00	1,00
Var.Par.q>30Kn	1,00	1,00	1,00
Var.Neve h<=1000	1,00	1,00	1,00
Var.Coperture	1,00	0,00	1,00
Terreno sup	1,00	0,00	1,00
Falda	1,00	0,00	1,00
Invaso	1,00	1,00	0,00
Acc Terre M1	1,00	0,00	1,00
Sisma Terra X	0,00	0,00	0,00
Sisma Terra -X	0,00	0,00	0,00
Sisma Terra Y	0,00	0,00	0,00
Sisma Terra -Y	0,00	0,00	0,00
Sovrap Falda X	0,00	0,00	0,00
Sovrap Falda Y	0,00	0,00	0,00
Corr. Tors. dir. 0	0,00	0,00	0,00
Corr. Tors. dir. 90	0,00	0,00	0,00
Sisma direz. grd 0	0,00	0,00	0,00
Sisma direz. grd 90	0,00	0,00	0,00

COMBINAZIONI FREQUENTI - S.L.E.			
DESCRIZIONI	1	2	3
Peso Strutturale	1,00	1,00	1,00
Perm.Non Strutturale	1,00	1,00	1,00
Var.Bibl.Arch.	0,90	0,90	0,90
Var.Par.q>30Kn	0,50	0,50	0,50
Var.Neve h<=1000	0,00	0,00	0,00
Var.Coperture	0,00	0,00	0,00
Terreno sup	1,00	1,00	0,00
Falda	1,00	1,00	0,00
Invaso	1,00	0,00	1,00
Acc Terre M1	0,90	0,90	0,00
Sisma Terra X	0,00	0,00	0,00
Sisma Terra -X	0,00	0,00	0,00
Sisma Terra Y	0,00	0,00	0,00
Sisma Terra -Y	0,00	0,00	0,00
Sovrap Falda X	0,00	0,00	0,00
Sovrap Falda Y	0,00	0,00	0,00
Corr. Tors. dir. 0	0,00	0,00	0,00
Corr. Tors. dir. 90	0,00	0,00	0,00
Sisma direz. grd 0	0,00	0,00	0,00
Sisma direz. grd 90	0,00	0,00	0,00

COMBINAZIONI PERMANENTI - S.L.E.	
DESCRIZIONI	1
Peso Strutturale	1,00
Perm.Non Strutturale	1,00

COMBINAZIONI PERMANENTI - S.L.E.	
DESCRIZIONI	1
Var.Bibl.Arch.	0,80
Var.Par.q>30Kn	0,30
Var.Neve h<=1000	0,00
Var.Coperture	0,00
Terreno sup	1,00
Falda	1,00
Invaso	1,00
Acc Terre M1	0,80
Sisma Terra X	0,00
Sisma Terra -X	0,00
Sisma Terra Y	0,00
Sisma Terra -Y	0,00
Sovrap Falda X	0,00
Sovrap Falda Y	0,00
Corr. Tors. dir. 0	0,00
Corr. Tors. dir. 90	0,00
Sisma direz. grd 0	0,00
Sisma direz. grd 90	0,00

5.7 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: Vesics (1961), Bowles, per quest’ultimo si considerino le formule:

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

$$A_s = C(cN_c s_c + 0,5\gamma B N_\gamma s_\gamma)$$

$$B_s Z = C(\gamma N_q s_q) Z$$

Facendo riferimento alle dimensioni della fondazione:

Caratteristiche geometriche della fondazione

B =	36,2	m
L =	38,7	m
D =	26,7	m

- K_s verticale = 17 kg/cm³

- Per la direzione orizzontale è stato invece inserito un vincolo che blocca gli spostamenti, in quanto la fondazione in essere si esclude possa ammettere traslazioni orizzontali.

5.8 Analisi strutturale sismica

Come accennato è stata condotta una analisi lineare pseudostatica, dove:

- fattore di struttura $q = 1.50$

Per le verifiche è stata condotta una analisi lineare pseudostatica, ponendo lo zero sismico a quota 409.15m slm (quota del piazzale esterno)

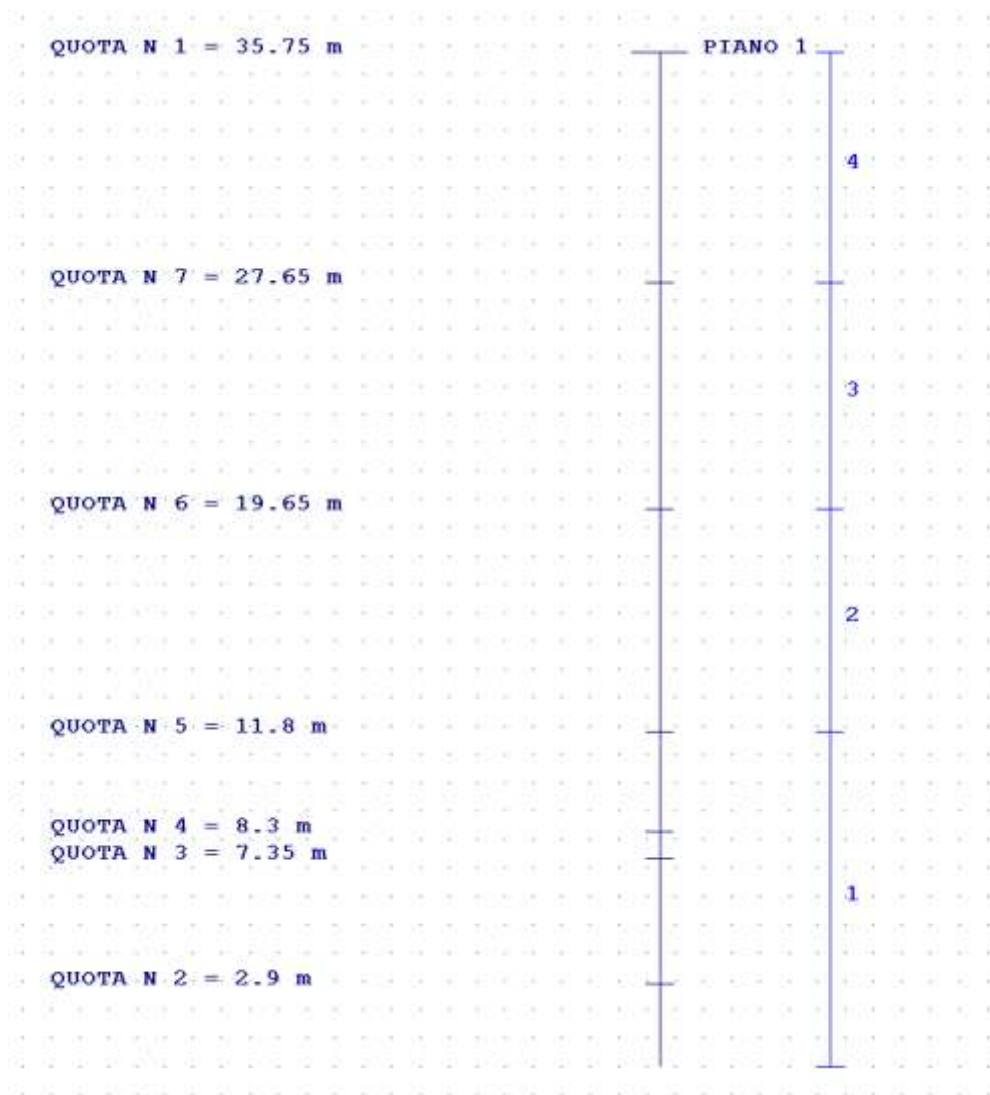


Figura 5.87 - Identificazione quote strutturali, dove il PIANO 1 corrisponde al piano sismico, il piano 7 è dove è stato fissato lo zero sismico

Come accennato è stata condotta una analisi lineare pseudostatica con

- fattore di struttura $q = 1.50$
- Tabulato BARICENTRI MASSE E RIGIDEZZE

PIANO	: Numero del piano sismico
QUOTA	: Altezza del piano dallo spiccato di fondazione
PESO	: Peso sismico di piano (peso proprio, carichi permanenti e aliquota dei sovraccarichi variabili)
XG	: Ascissa del baricentro delle masse rispetto all'origine del sistema di riferimento globale
YG	: Ordinata del baricentro delle masse rispetto all'origine del sistema di riferimento globale
XR	: Ascissa del baricentro delle rigidezze rispetto all'origine del sistema di riferimento globale
YR	: Ordinata del baricentro delle rigidezze rispetto all'origine del sistema di riferimento globale
DX	: Scostamento in ascissa del baricentro delle rigidezze rispetto a quello delle masse (XR – XG)
DY	: Scostamento in ordinata del baricentro delle rigidezze rispetto a quello delle masse (YR – YG)
Lpianta	: Dimensione in pianta del piano nella direzione ortogonale al primo sisma
Bpianta	: Dimensione in pianta del piano nella direzione ortogonale al secondo sisma
RigFleX	: Rigidezza flessionale di piano nella direzione primo sisma. E' calcolata come rapporto fra la forza unitaria applicata sul baricentro delle masse del piano in direzione del primo sisma e la differenza di spostamento, sempre nella direzione del sisma, fra il piano in questione e quello sottostante.
RigFleY	: Rigidezza flessionale di piano nella direzione secondo sisma
RigTors	: Rigidezza torsionale di piano
r/Is	: Rapporto di piano per determinare se una struttura è deformabile torsionalmente (vedi DM 2008/2018 7.4.3.1)

- Tabulato VARIAZIONI MASSE E RIGIDEZZE DI PIANO

PIANO	: Numero del piano sismico
QUOTA	: Altezza del piano dallo spiccato di fondazione
PESO	: Peso sismico di piano (peso proprio, carichi permanenti e aliquota dei sovraccarichi variabili)

- Variatz%** : Variazione percentuale della massa rispetto al piano superiore
- Tagliante (t) modale** : Tagliante relativo al piano nella direzione X/Y. Nel caso di analisi sismica dinamica il valore si riferisce al modo principale
- Spost(mm)** : Spostamento del baricentro del piano in direzione X/Y calcolato come differenza fra lo spostamento del piano in questione ed il sottostante
- Klat(t/m)** : Rigidezza laterale del piano in direzione X/Y calcolata come rapporto fra il tagliante e lo spostamento
- Variatz(%)** : Variazione della rigidezza della massa rispetto al piano superiore in direzione X/Y
- Teta** : Indice di stabilità per gli effetti p-d (DM 2008, formula 7.3.2)
(DM 2018, formula 7.3.3)

solo per le analisi sismiche dinamiche ad impalcati rigidi, sarà presente anche il seguente risultato:

Tagliante (t) Comb.	: Tagliante sismico al piano nella direzione X/Y mediato su tutti i modi di vibrare
----------------------------	---

- Tabulato REGOLARITA' STRUTTURALE

Questo tabulato verrà omesso se la struttura è dichiarata in input NON regolare, poiché superfluo.

- N. piano** : **Numero del piano sismico**
- Res X (t)** : Resistenza a taglio complessiva nel piano in direzione X (Sisma1/Sisma2)
- Res Y (t)** : Resistenza a taglio complessiva nel piano in direzione Y (Sisma1/Sisma2)
- Dom X (t)** : Domanda a taglio complessiva nel piano in direzione X (Sisma1/Sisma2)
- Dom Y (t)** : Domanda a taglio complessiva nel piano in direzione Y (Sisma1/Sisma2)
- Res/Dom** : Rapporto tra la resistenza e la domanda (Sisma1/Sisma2)
- Var.R/D** : Variazione del rapporto resistenza/capacità rispetto ai piani superiori (Sisma1/Sisma2)
- Flag Verifica** : Esito del controllo sulla variazione del rapporto resistenza/capacità (DM 2008, 7.2.2 punto g)(Dm 2018, 7.2.1)

BARICENTRI MASSE E RIGIDENZE														
IDENTIFICATORE		BARICENTRI MASSE E RIGIDENZE							RIGIDENZE FLESSIONALI E TORSIONALI					
PIANO N.ro	QUOTA (m)	PESO (t)	XG (m)	YG (m)	XR (m)	YR (m)	DX (m)	DY (m)	Lpianta (m)	Bpianta (m)	Rig.FleX (t/m)	Rig.FleY (t/m)	RigTors. (t*m)	(r/l)s ²
1	35,75	1011,07	16,62	24,84	16,54	27,35	-0,07	2,51	18,60	34,50	578928	537699	324313344	

VARIAZIONI MASSE E RIGIDENZE DI PIANO													
Piano N.ro	Quota (m)	Peso (t)	Variaz. (%)	DIREZIONE X					DIREZIONE Y				
				Tagliante (t)	Spost. (mm)	Klat. (t/m)	Variaz (%)	Teta	Tagliante (t)	Spost. (mm)	Klat. (t/m)	Variaz (%)	Teta
1	35,75	1011,07	0,0	763,03	1,32	578928	0,0	0,000	763,03	1,42	537699	0,0	0,000

PERCENTUALI RIGIDENZE PILASTRI E SETTI						
Piano N.r	RAPPORTO DELLE RIGIDENZE IN DIREZIONE X			RAPPORTO DELLE RIGIDENZE IN DIREZIONE Y		
	RigidezzaPilastr ----- Rig.Pil+Rig.Setti	Rigidezza Setti ----- Rig.Pil+Rig.Setti	Rigid.Elem.Second ----- Rig.Pil+Rig.Setti	RigidezzaPilastr ----- Rig.Pil+Rig.Setti	Rigidezza Setti ----- Rig.Pil+Rig.Setti	Rigid.Elem.Second ----- Rig.Pil+Rig.Setti
	1	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00

5.9 Modellazione della risposta del terreno sulle pareti perimetrali

La presenza del terreno intorno al manufatto, oltre ad agire con azioni dovute alle spinte dello stesso sia in fase statica che sismica, conferisce allo stesso un’azione di confinamento influenzandone le deformazioni. Nel modello sono stati quindi inseriti dei vincoli elastici laterali orizzontali, bilateri, nelle due direzioni principali X e Y, capaci di vincolare elasticamente la struttura nelle sole direzioni fissate, ossia per i vincoli sulle pareti con fili fissi a coordinate Y variabili offrono un vincolo nella direzione X, mentre sulle pareti con fili fissi a coordinate X variabili offrono un vincolo nella direzione Y. La rigidezza degli stessi è stata valutata applicando la teoria di Bowles riferita alle caratteristiche meccaniche dei terreni e delle profondità di interesse e riferite alla geometria del modello, considerando le aree di influenza degli stessi nodi che definiscono la mesh del modello strutturale.

In particolare, il calcolo della rigidezza delle molle laterali ha perseguito i seguenti aspetti:

- presenza di terreni di rinfiamento sino a quota di fondazione, ossia dal piano campagna sino al piano di posa della fondazione,
- applicazione delle molle elastiche sul lato di monte alle quote +409.20m slm, +401.20m slm (primo cordolo), +393.85m slm (secondo cordolo), +389.20m slm (terzo cordolo) riferite alle caratteristiche dei terreni di

riempimento ed imposti in situ, alle profondità definite a partire dalla quota del piazzale, ed area di influenza delle molle dettata dalla distanza tra i nodi di mesh del modello FEM di calcolo, ed altezza pari alle altezze intermedie tra nodi.

Di seguito si riportano le espressioni utilizzate per il calcolo della rigidità delle molle:

$$k_s = 40 \cdot (c \cdot N_c + \gamma \cdot N_q \cdot Z + 0.5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma)$$

$$N_c = (N_q + 1) / \tan \varphi$$

$$N_\gamma = 2 \cdot (N_q + 1) \cdot \tan \varphi$$

$$N_q = (1 + \sin \varphi) / (1 - \sin \varphi) \cdot \exp(\pi \cdot \tan \varphi)$$

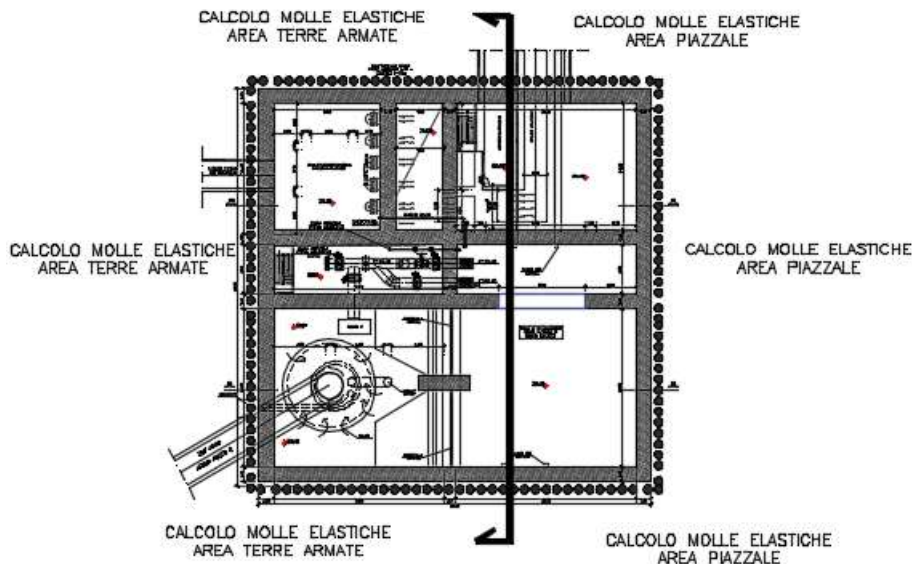


Figura 5.88 - Suddivisione delle aree per il calcolo della rigidità delle molle elastiche

5.9.1 Calcolo reazioni del terreno laterale lato piazzale

Caratteristiche meccaniche del terreno in situ utilizzate per il calcolo della rigidezza delle molle orizzontali.

φ [°]	18
c' [kPa]	45
Nq	5,26
Nc	13.18
N γ	2.08
γ (t/m ³)	1,8
c' (t/m ²)	0,0

Lato PIAZZALE

389,2m slm

Filo	Kw orizz DIR X				fili	coordinate X	Kw orizz DIR Y				
	B	Z	h influenza	Kw t/m			B	Z	h influenza	Kw t/m	
169	1,25	19,8	4,8	12765,7	1	25	0	1,15	19,8	4,8	11744,4
157	2,975			30382,3	2	158	2,3	2,0			19914,4
145	2,125			21701,6	3	159	3,9	1,7			17616,6
133	0,900			9191,3	4	160	5,75	2,3			23590,9
121	1,225			12510,3	5	161	8,52	2,8			28339,7
109	1,375			14042,2	6	162	11,3	2,8			28237,6
97	3,400			34722,6	188	182	14,05	2,8			28084,4
85	5,500			56168,9	7	163	16,8	2,7			27573,8
73	3,600			36765,1	8	164	19,45	2,0			20425,0
61	2,425			24765,4	9	165	20,8	1,8			18127,2
49	3,200			32680,1	10	166	23	3,8			38297,0
37	4,125			42126,7	11	167	28,3	3,4			34722,6

13	2,500	25531,3	12	168	29,8	3,1	31658,8
			13	169	34,5	2,350	23999,4

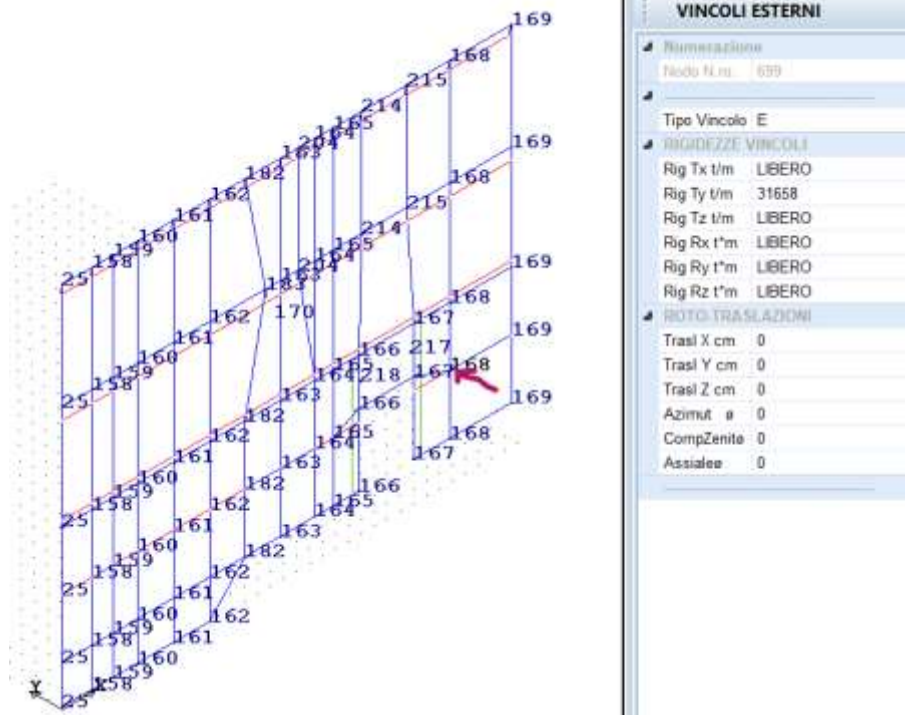


Figura 5.89 - Applicazione molla elastica al filo fisso 168 quota +393m slm dir Y

393 m slm

Filo	coordinate Y	Kw orizz DIR X			Kw t/m	fili	Kw orizz DIR Y			Kw t/m		
		B	Z	h influenza			coordinate X	B	Z		h influenza	
169	0	1,25	16	5,65	11046,9	1	25	0	1,15	16	5,765	10173,0
157	2,5	2,975			26291,7	2	158	2,3	2,0			17249,9
145	5,95	2,125			18779,8	3	159	3,9	1,7			15259,6
133	6,75	0,900			7953,8	4	160	5,75	2,3			20434,5
121	7,75	1,225			10826,0	5	161	8,52	2,8			24548,0

109	9,2	1,375	12151,6	6	162	11,3	2,8	24459,5
97	10,5	3,400	30047,6	188	182	14,05	2,8	24326,8
85	16	5,500	48606,4	7	163	16,8	2,7	23884,5
73	21,5	3,600	31815,1	8	164	19,45	2,0	17692,2
61	23,2	2,425	21431,0	9	165	20,8	1,8	15701,9
49	26,35	3,200	28280,1	10	166	23	3,8	33195,1
37	29,6	4,125	36454,8	11	167	28,305	3,4	30076,8
13	34,6	2,500	22093,8	12	168	29,8	3,1	27400,9
				13	169	34,5	2,350	20788,4

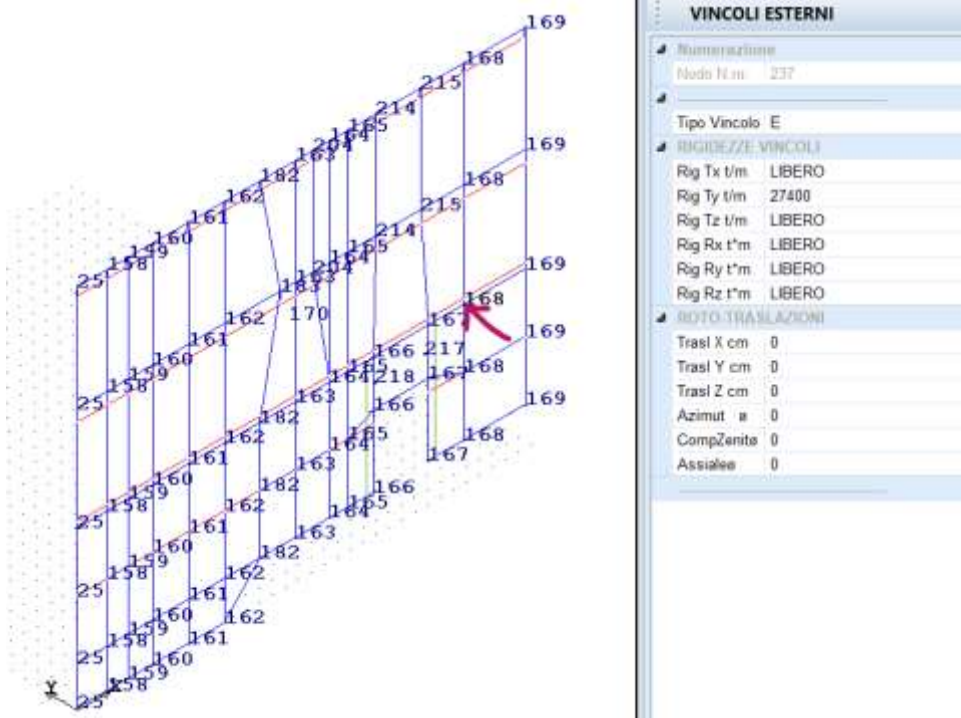


Figura 5.90 - Applicazione molla elastica al filo fisso 168 quota +393m slm dir Y

402,20 m slm													
Filo	coordinate Y	Kw orizz DIR X				Kw orizz DIR Y				B	Z	h influenza	Kw t/m
		B	Z	h influenza	Kw t/m	fili	B	Z	h influenza				
169	0	1,25	8	8	7480,9	1	25	0	1,15	8	8	6882,4	
157	2,5	2,975			17804,4	2	158	2,3	2,0			11670,1	

145	5,95	2,125	12717,5	3	159	3,9	1,7	10323,6
133	6,75	0,900	5386,2	4	160	5,75	2,3	13824,6
121	7,75	1,225	7331,2	5	161	8,52	2,8	16607,5
109	9,2	1,375	8228,9	6	162	11,3	3,5	21185,8
97	10,5	3,400	20347,9	193	183	15,6	2,8	16457,9
85	16	5,500	32915,8	7	163	16,8	1,9	11520,5
73	21,5	3,600	21544,9	201	204	18,11	2,0	11969,4
61	23,2	2,425	14512,9	8	164	19,45	2,0	11969,4
49	26,35	3,200	19151,0	9	165	20,8	1,8	10622,8
37	29,6	4,125	24686,8	10	166	23	3,8	22457,5
13	34,6	2,500	14961,7	11	167	28,305	3,4	20347,9
				12	168	29,8	3,1	18537,6
				13	169	34,5	2,4	14064,0

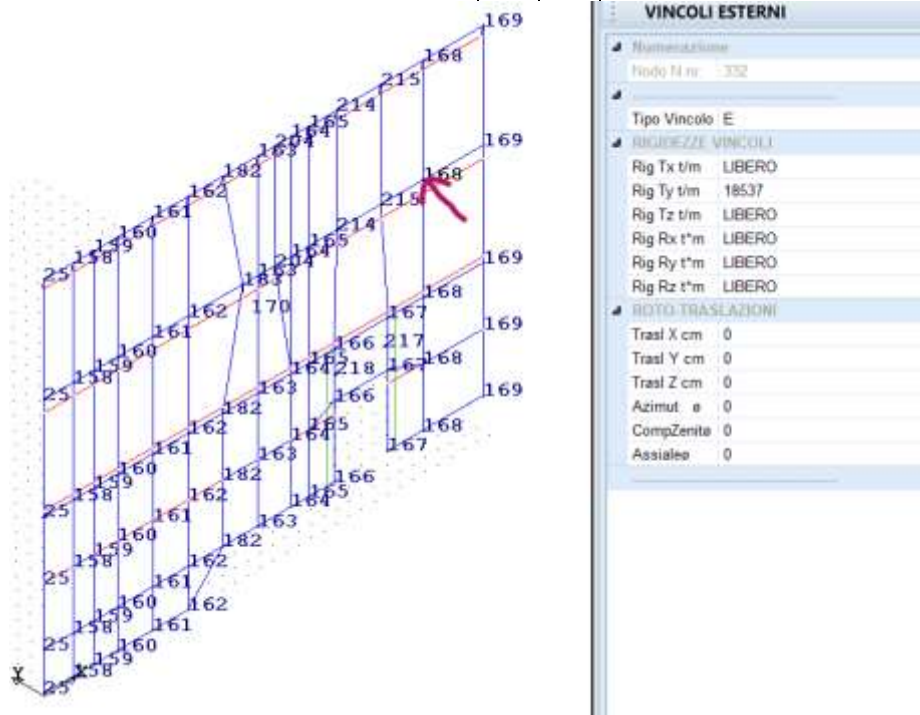


Figura 5.91 - Applicazione molla elastica al filo fisso 168 quota +402.20m slm dir Y

Per il calcolo della rigidità delle molle in prossimità del piano di calpestio si è tenuto conto dei parametri di resistenza del terreno di riempimento come sotto riportato

Caratteristiche meccaniche del terreno di rinfianco utilizzate per il calcolo della rigidità delle molle orizzontali.

φ [°]	27
N_q	13,20
N_c	23.94
N_γ	9,32
γ (t/m ³)	1,8
c' (t/m ²)	0,0

409.20 m slm														
Kw orizz DIR X solo lato piazzale						Kw orizz DIR Y								
Filo	coordinate	Y	B	Z	h influenza	Kw t/m	X	filo	coordinate	X	B	Z	h influenza	Kw t/m
169	0	1,25	0	3,8	1594,3	25	0	1,15	0	3,8	1466,8			
157	2,5	2,975			3794,5	158	2,3	2,0			2487,2			
145	5,95	2,125			2710,4	159	3,9	1,7			2200,2			
133	6,75	0,900			1147,9	160	5,75	2,3			2946,4			
121	7,75	1,225			1562,5	161	8,52	2,8			3539,4			
109	9,2	1,375			1753,8	162	11,3	2,8			3526,7			
97	10,5	3,400			4336,6	182	14,05	2,8			3507,6			
85	16	5,500			7015,1	163	16,8	2,7			3443,8			
73	21,5	3,600			4591,7	164	19,45	2,0			2551,0			
61	23,2	2,425			3093,0	165	20,8	1,8			2264,0			
49	26,35	3,200			4081,5	166	23	2,8			3603,2			
37	29,6	4,125			5261,3	11	167	26,45	3,4		4336,6			
13	34,6	2,500			3188,7	12	168	29,8	4,0		5133,8			
						13	169	34,5	2,350		2997,4			

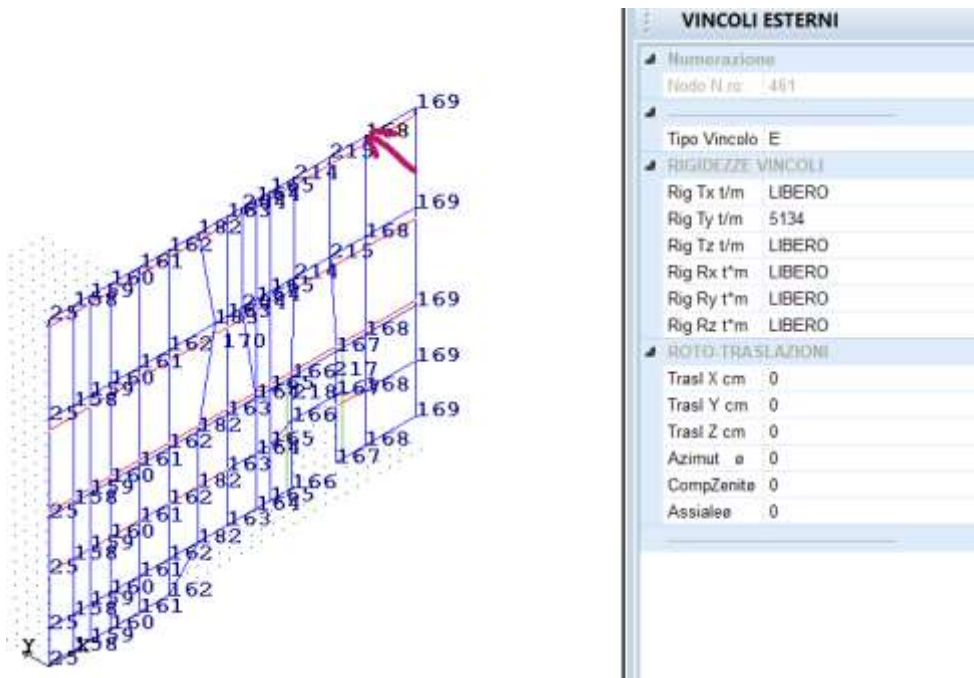


Figura 5.92 -Applicazione molla elastica al filo fisso 168 quota +402.20m slm dir Y

5.9.2 Calcolo reazioni del terreno laterale lato terre armate

Lato terre armate													
389,20 m slm													
Kw orizz DIR X						Kw orizz DIR Y							
Filo	coordinate Y	B	Z	h influenza	Kw t/m	nodo lato opposto	filo	coordinate X	B	Z	h influenza	Kw t/m	
25	0	1,25	12,1	4,7	9112,8	1	25	0	1,15	12,1	4,7	8383,8	
24	2,5	2,975			21688,4	2	158	2,3	2,0			14215,9	
23	5,95	2,125			15491,7	3	159	3,9	1,7			12575,6	
22	6,75	0,900			6561,2	4	160	5,75	2,3			16840,4	
21	7,75	1,225			8930,5	5	161	8,52	2,8			20230,4	
20	9,2	1,375			10024,0	6	162	11,3	2,8			20157,5	
19	10,5	3,400			24786,7	188	182	14,05	2,8			20048,1	
18	16	5,500			40096,2	7	163	16,8	2,7			19683,6	
17	21,5	3,600			26244,8	8	164	19,45	2,0			14580,4	

16	23,2	2,425	17678,8	9	165	20,8	1,8	12940,1
15	26,35	3,200	23328,7	10	166	23	2,8	20594,9
14	29,6	4,125	30072,1	11	167	26,45	3,4	19004,2
1	34,6	2,500	18225,5	12	168	29,8	4,0	22497,6
				13	169	34,5	2,350	13135,3

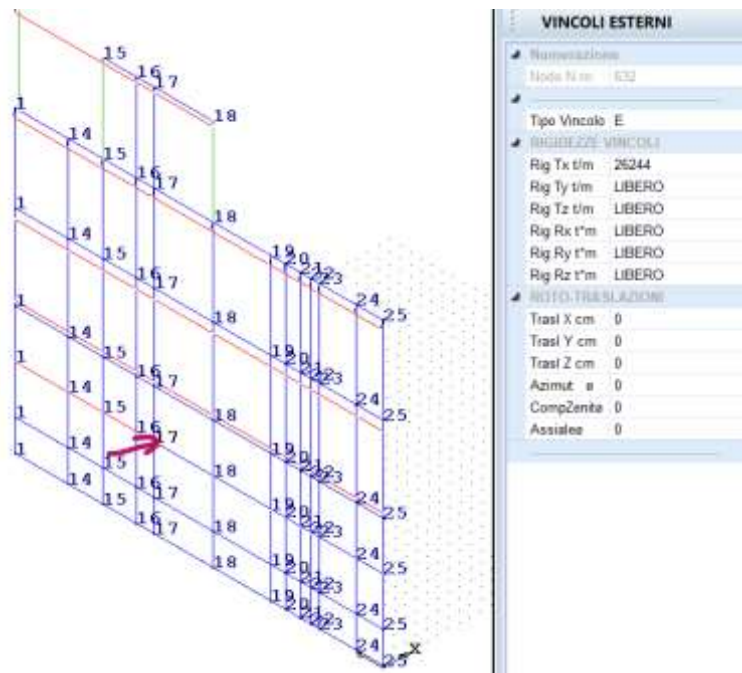


Figura 5.93 - Applicazione molla elastica al filo fisso 17 quota +389.20m slm dir X

393,85 m slm

Kw orizz DIR X

Filo	coordinate Y	B	Z	h influenza	Kw t/m
25	0	1,25	7,4	5,75	6986,8
24	2,5	2,975			16628,7
23	5,95	2,125			11877,6
22	6,75	0,900			5030,5
21	7,75	1,225			6847,1
20	9,2	1,375			7685,5

Kw orizz DIR Y

nodo lato opposto	filo	coordinate X	B	Z	h influenza	Kw t/m
1	25	0	1,15	7,4	5,75	6427,9
2	158	2,3	2,0			10899,5
3	159	3,9	1,7			9641,8
4	160	5,75	2,3			12911,7
5	161	8,52	2,8			15510,8
6	162	11,3	2,8			15454,9

19	10,5	3,400	19004,2	188	182	14,05	2,8	15371,0
18	16	5,500	30742,1	7	163	16,8	2,7	15091,6
17	21,5	3,600	20122,1	8	164	19,45	2,0	11178,9
16	23,2	2,425	13554,5	9	165	20,8	1,8	9921,3
15	26,35	3,200	17886,3	10	166	23	2,8	15790,3
14	29,6	4,125	23056,6	11	167	26,45	3,4	19004,2
1	34,6	2,500	13973,7	12	168	29,8	4,0	22497,6
				13	169	34,5	2,350	13135,3

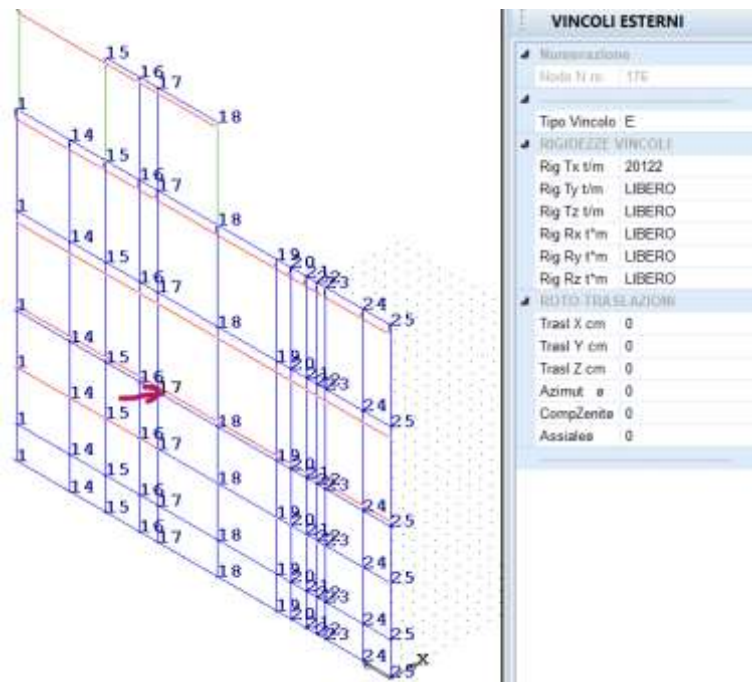


Figura 5.94 - Applicazione molla elastica al filo fisso 17 quota +393.85m slm dir X

401,20 m slm

Kw orizz DIR X

Filo	coordinate Y	B	Z	h influenza	Kw t/m	filo	
25	0	1,25	0	4	3321,8	1	25
24	2,5	2,975			7906,0	2	158

Kw orizz DIR Y

B	Z	h influenza	Kw t/m
0	1,15	0	3056,1
2,3	2,0		5182,1

23	5,95	2,125	5647,1	3	159	3,9	1,7	4584,1
22	6,75	0,900	2391,7	4	160	5,75	2,3	6138,8
21	7,75	1,225	3255,4	5	161	8,52	2,8	7374,5
20	9,2	1,375	3654,0	6	162	11,3	3,5	9407,4
19	10,5	3,400	9035,4	193	183	15,6	2,8	7308,0
18	16	5,500	14616,1	7	163	16,8	1,3	3335,1
17	21,5	3,600	9566,9	201	204	18,11	1,3	3521,1
16	23,2	2,425	6444,4	8	164	19,45	1,3	3574,3
15	26,35	3,200	8503,9	9	165	20,8	1,8	4717,0
14	29,6	4,125	10962,1	10	166	23	2,8	7507,4
1	34,6	2,500	6643,7	11	167	26,45	3,4	9035,4
				12	168	29,8	4,0	10696,3
				13	169	34,5	2,350	6245,1

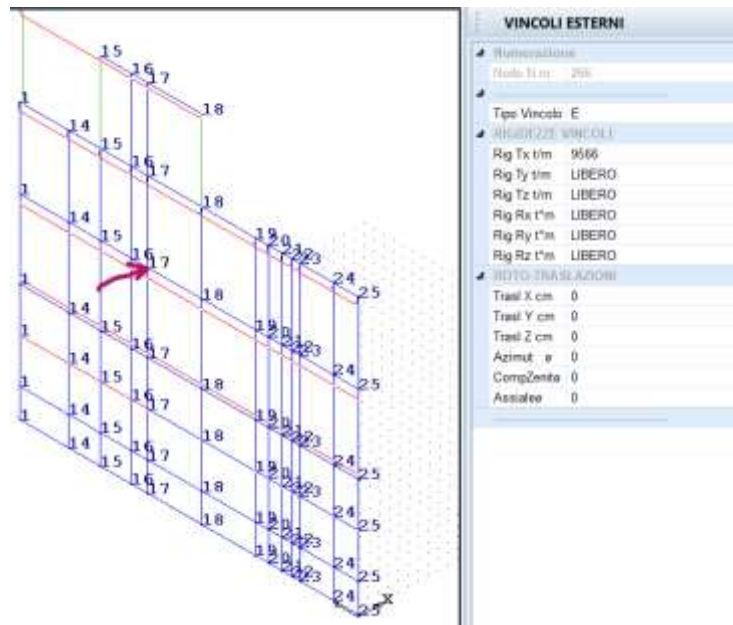


Figura 5.95 - Applicazione molla elastica al filo fisso 17 quota +402.20m slm dir X

5.10 Verifiche

5.10.1 Incidenze

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.

Di seguito si riporta la descrizione delle armature previste da progetto, con le relative incidenze

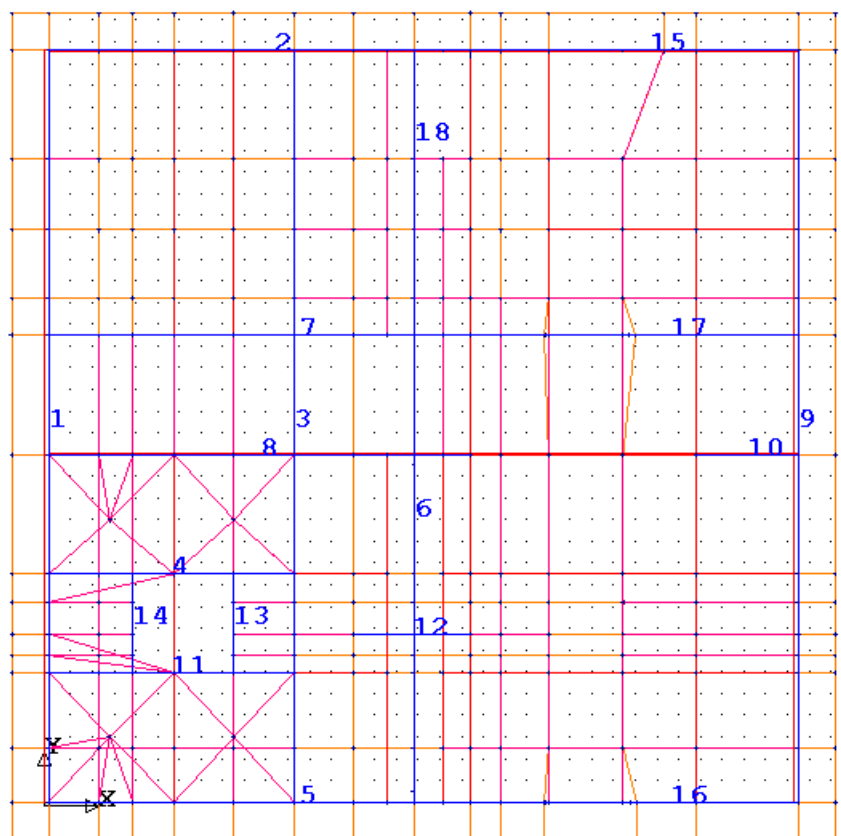


Figura 5.96 - Numerazione allineamenti

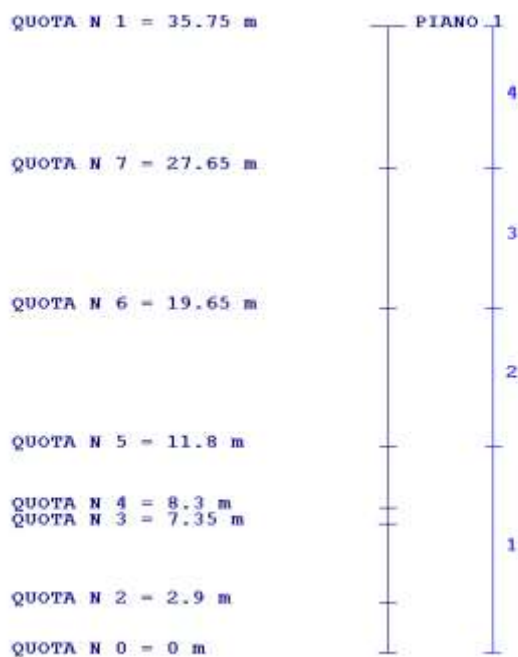


Figura 5.97 -Gruppi quote di suddivisione altezza setti

Quota [m]	Allineamenti / Orizzontamenti	Spessore [cm]	Armatura interna ed esterna		CLS	Raffittamenti	Incidenza kg Fe / m ³ cls
			Y	X	C		
PLATEA +381.60m slm		160	22/10	22/10	40/50	Si	90
PIASTRA LATO CALICE +384.50m slm		100	24/20	24/20	32/40		90
PLATEA +384.50m slm		160	22/10	22/10	45/50	Si	90
0,00-11.8	1-2-15-9-16-5	140	∅ 22/10	∅ 22/10	32/40	si	120
	7-17-10	140	∅ 22/10	∅ 22/10	32/40	si	120
	3-4-6-8-11-12- 13-14	140	∅ 20/10	∅ 20/10	32/40	si	90
11.80-19.65	1-2-15-9-16-5	140	∅ 16/10	∅ 16/10	32/40	si	70

	3-5-6-8-18	140	∅ 20/20	∅ 20/20	32/40		60
	7-17-10	140	∅ 20/10	∅ 16/10	32/40	si	80
19.65-27.65	1-2-5-6-7-8-9-10-15-16-17-18	100	∅ 20/20	∅ 20/20	32/40	si	70
19.65-27.65	1-2-8-9	60	∅16/20	∅16/20	32/40		70
Solette di piano +401.20 e +409,20m slm		40	∅ 20/20	∅ 20/20	32/40	si	150
Cordolo +409.20	Travi	220×150			32/40		200
Cordolo +401.20, +394.75, +389,2m slm	Travi	300×200			32/40		200
TRAVI PIANO		VARIE			32/40		93
PILASTRI		VARIE			32/40		160

5.10.2 Risultati armature

Di seguito si riportano esempi della disposizione delle armature per alcuni elementi riportati in tabella.

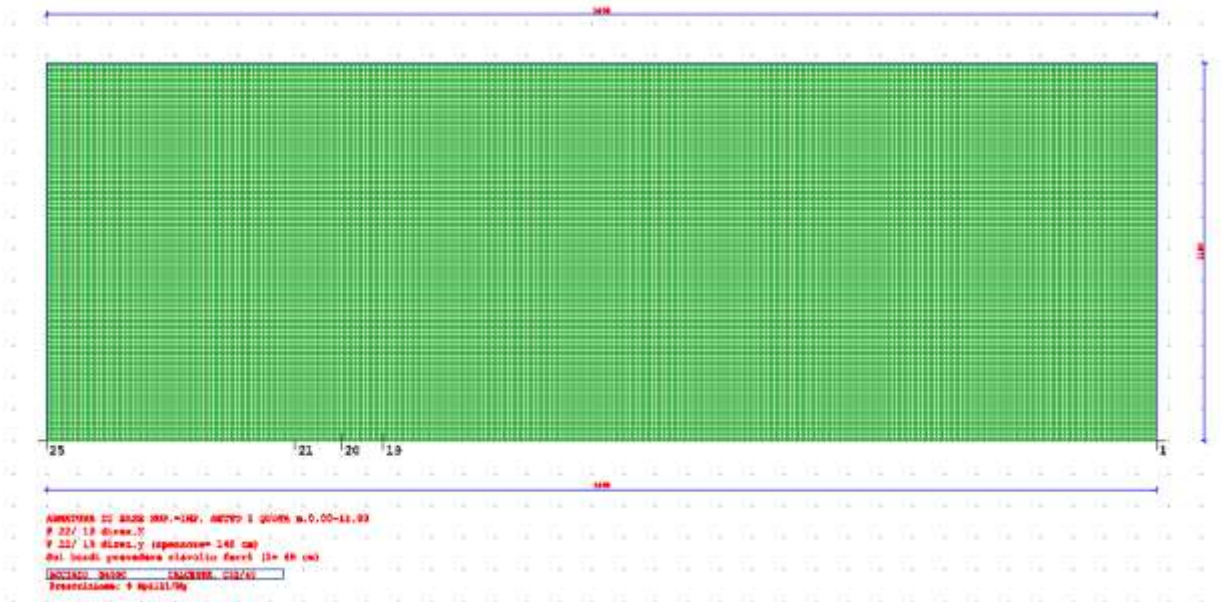


Figura 5.98 -Armatura setto 1 alle quote strutturali indicate



Figura 5.99 -Armatura setto 1 alle quote strutturali indicate

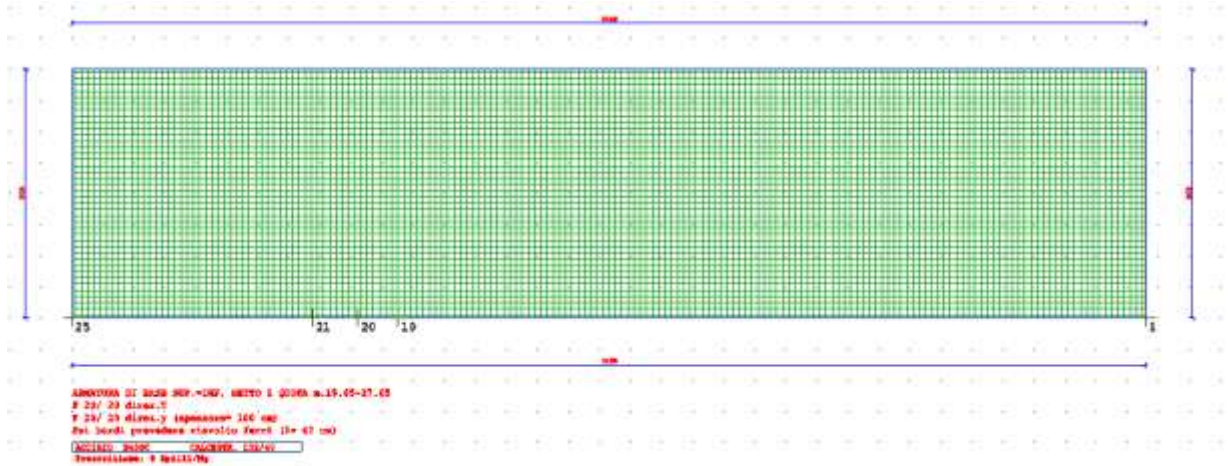


Figura 5.100 -Armatura setto 1 alle quote strutturali indicate

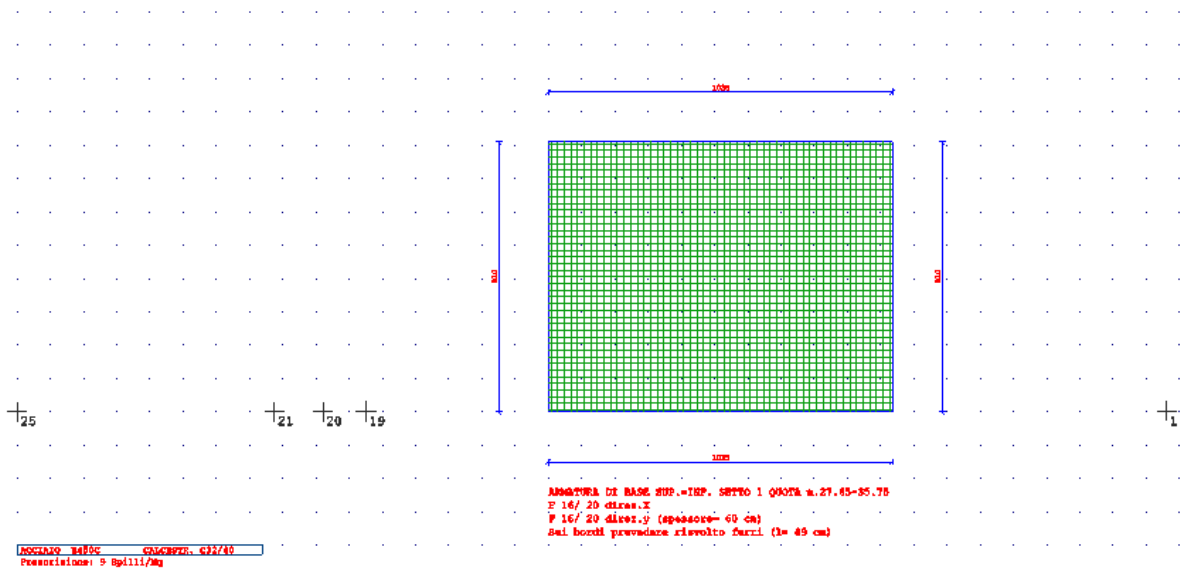


Figura 5.101 -Armatura setto 1 fuori terra

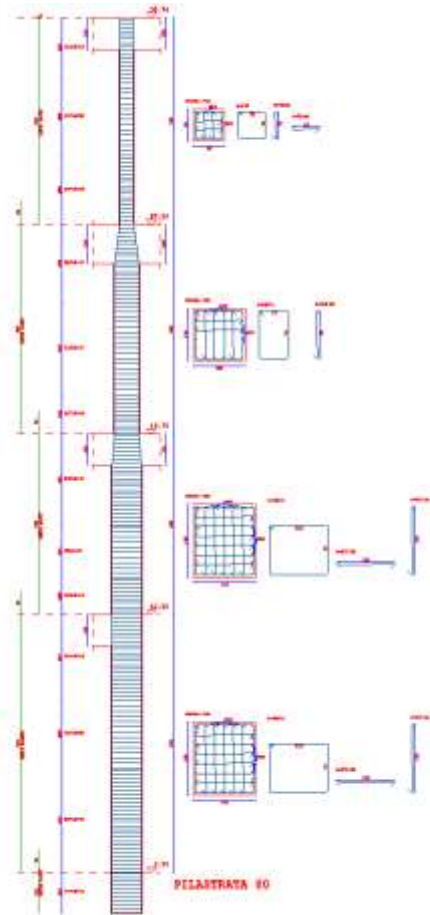


Figura 5.102 -Armatura pilastro filo 80

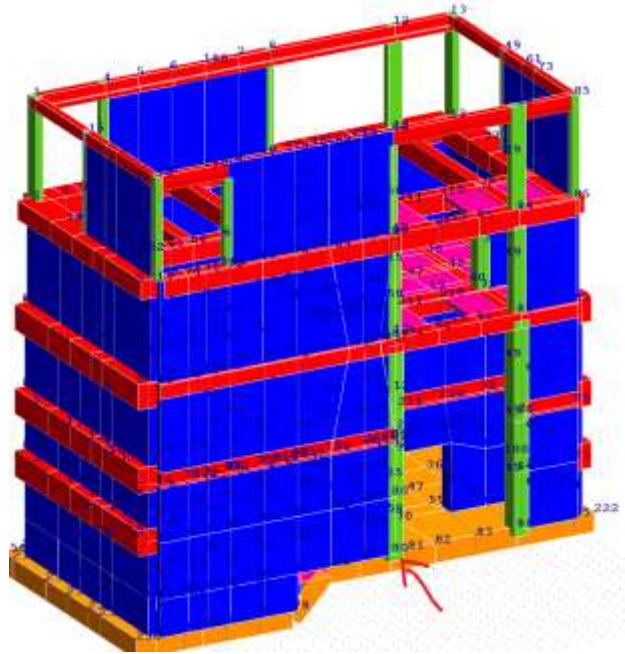


Figura 5.103 - Posizione pilastro filo 80

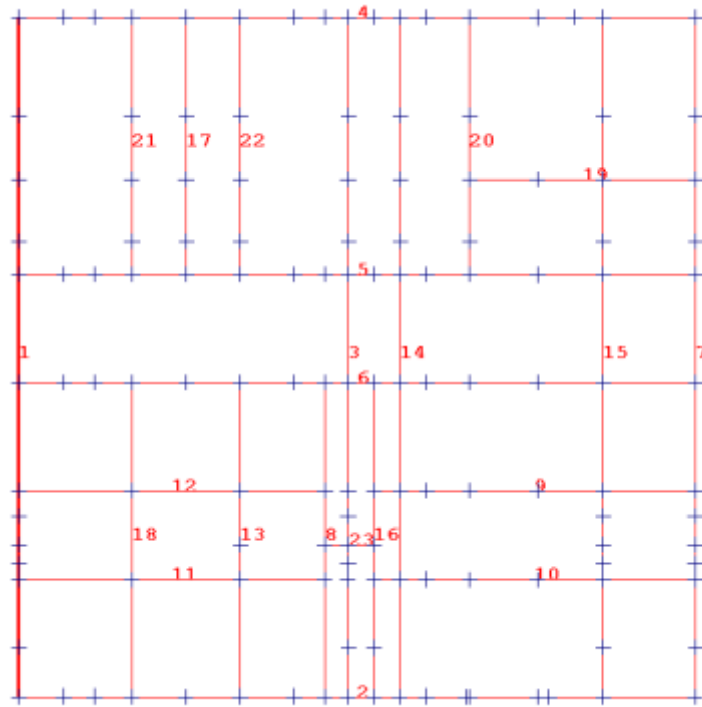


Figura 5.104 -Definizione telai travature

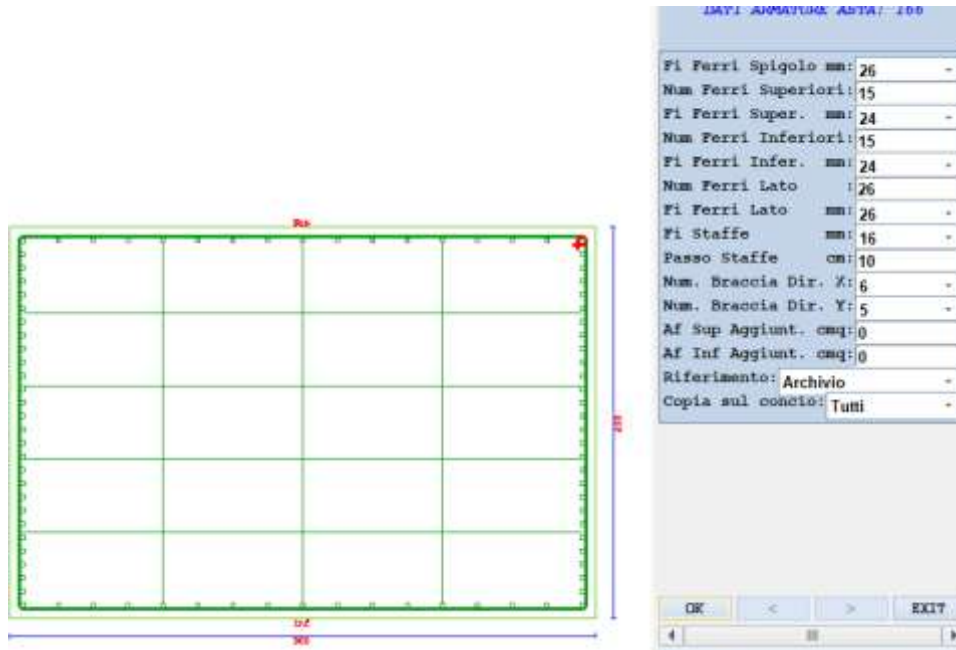


Figura 5.105 –Armatura trave ai cordoli quote 401.20 – 394.75 – 389.2 telaio 1

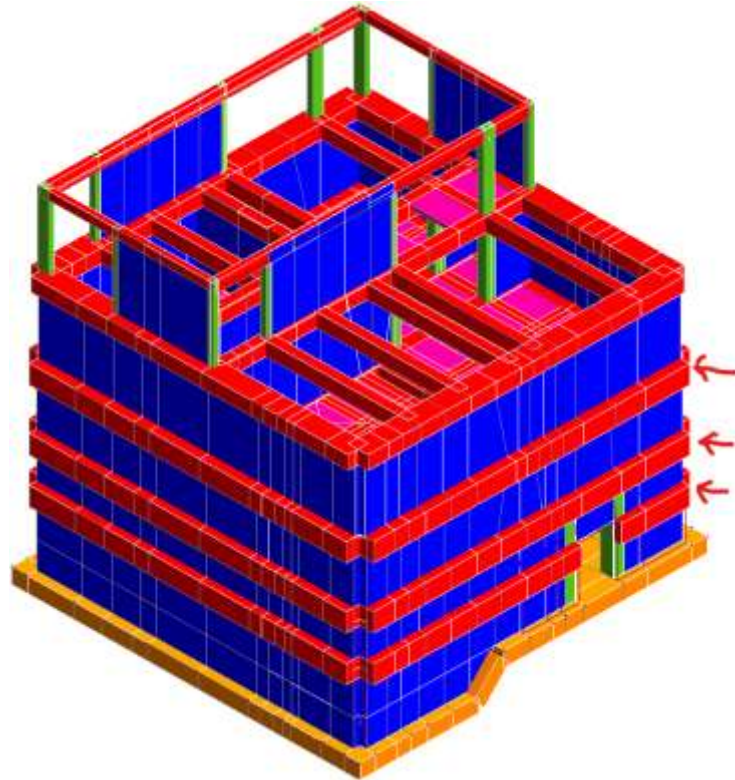


Figura 5.106 -Cordoli quote 401.20 – 394.75 – 389.2

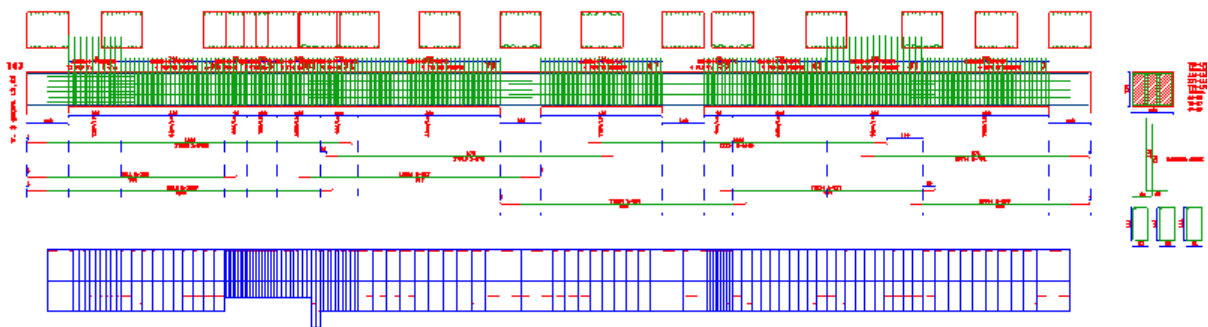


Figura 5.107 -Armatura telaio 3 quota +12.80

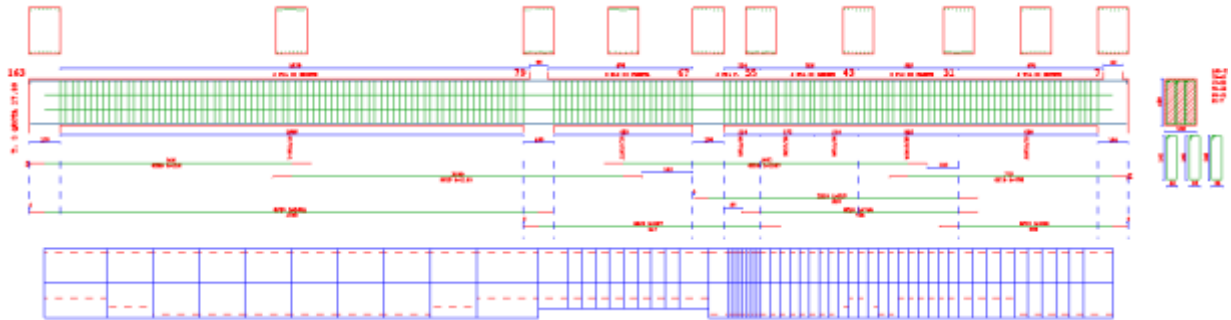


Figura 5.108 -Armatura telaio 3 quota 27.80

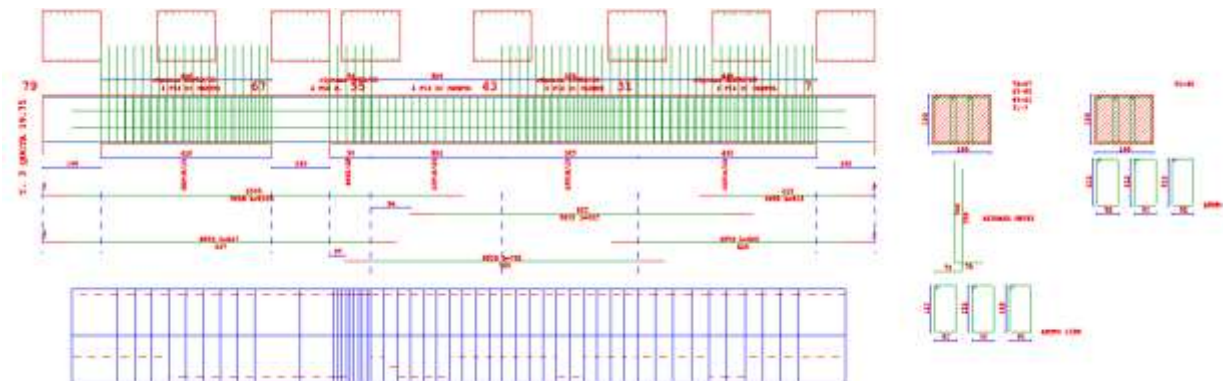


Figura 5.109 -armatura trave di cordolo interno sopra sotto 3 telaio 3 quota 19.75

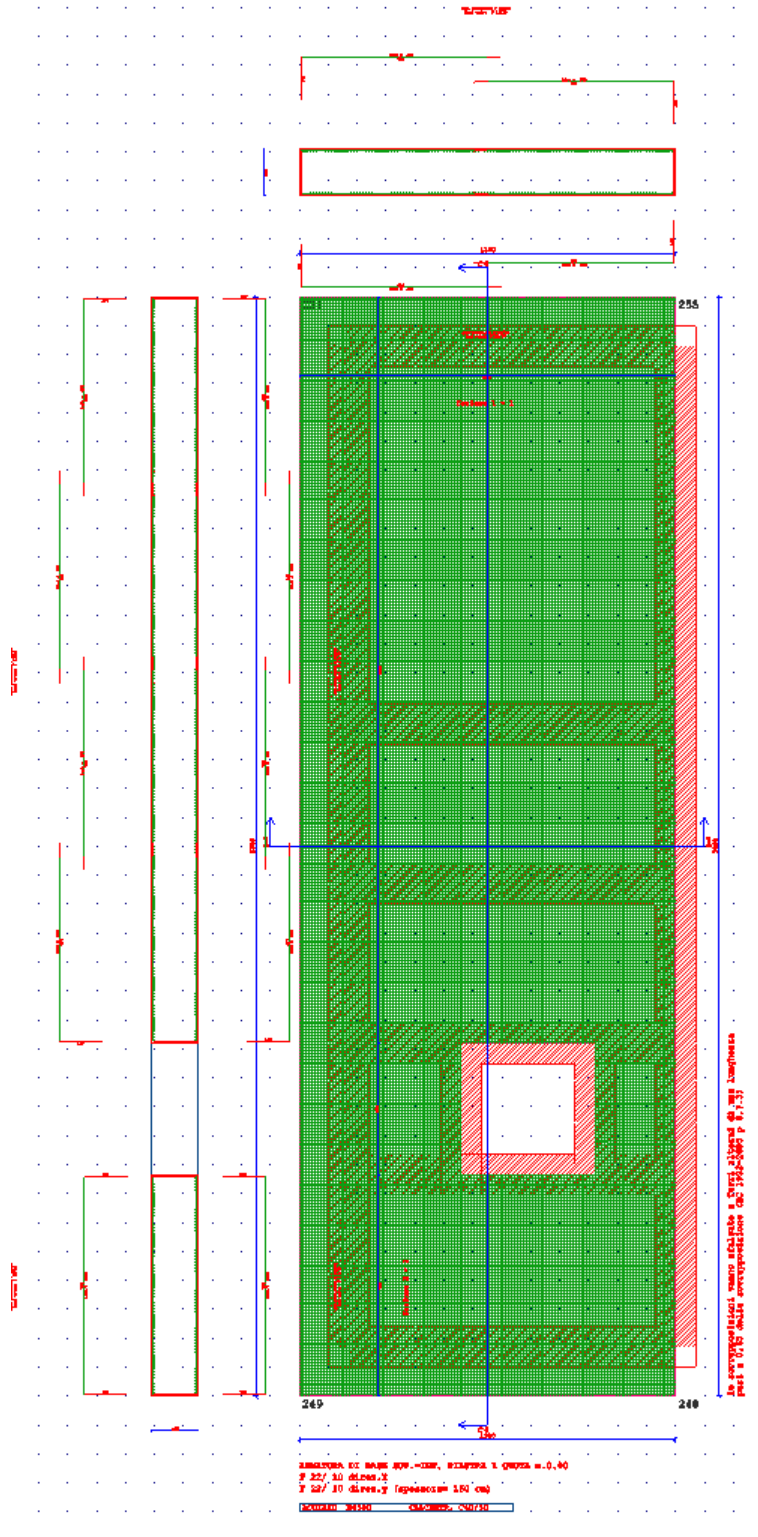


Figura 5.110 -Armatura piastra quota +381.60m slm

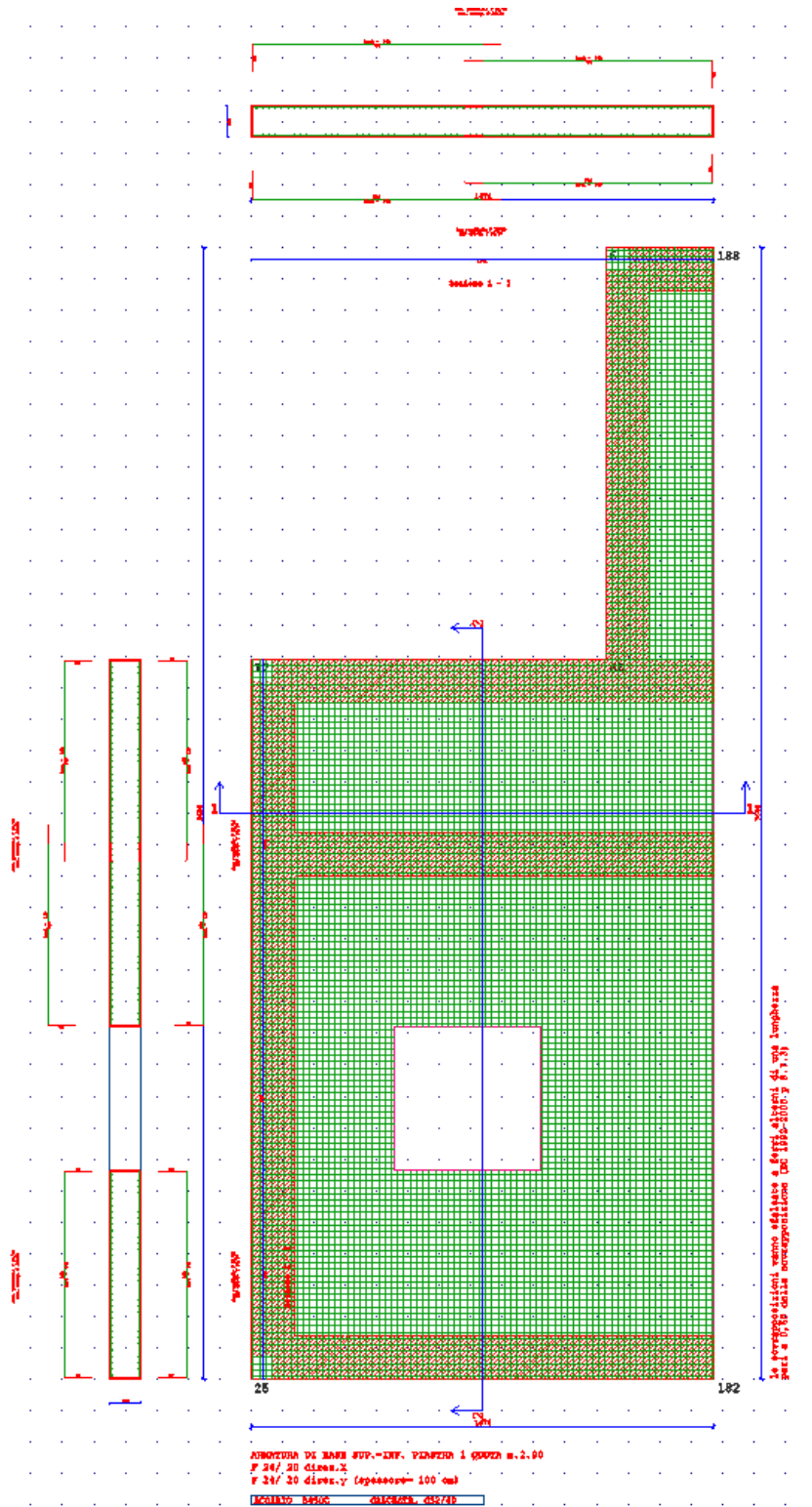


Figura 5.111 -armatura piastra quota +381.60m slm

5.10.3 Verifiche SLU/SLV

Verifiche Shell e piastre

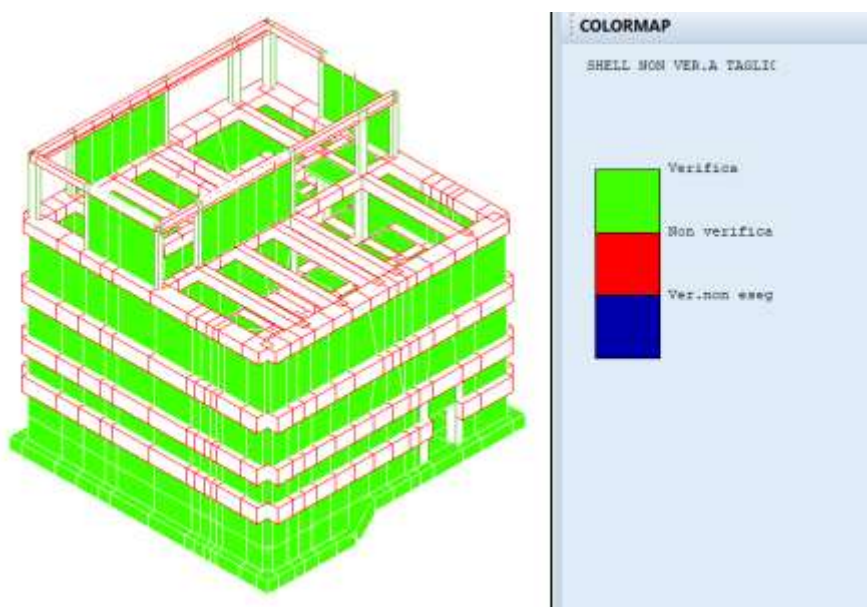


Figura 5.112 -Rappresentazione verifiche a taglio Setti e piastre

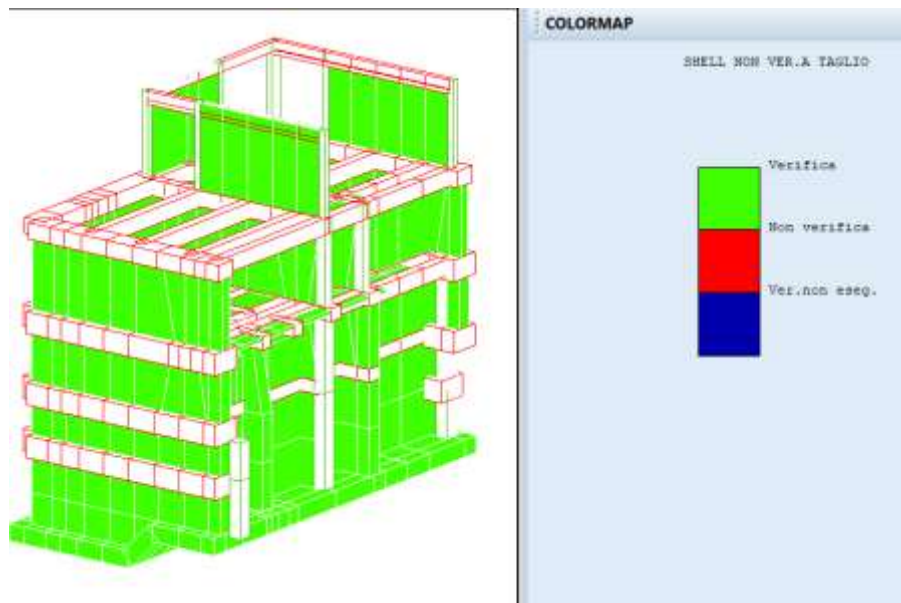


Figura 5.113 -Rappresentazione verifiche a taglio Setti e piastre interni

Verifiche Aste

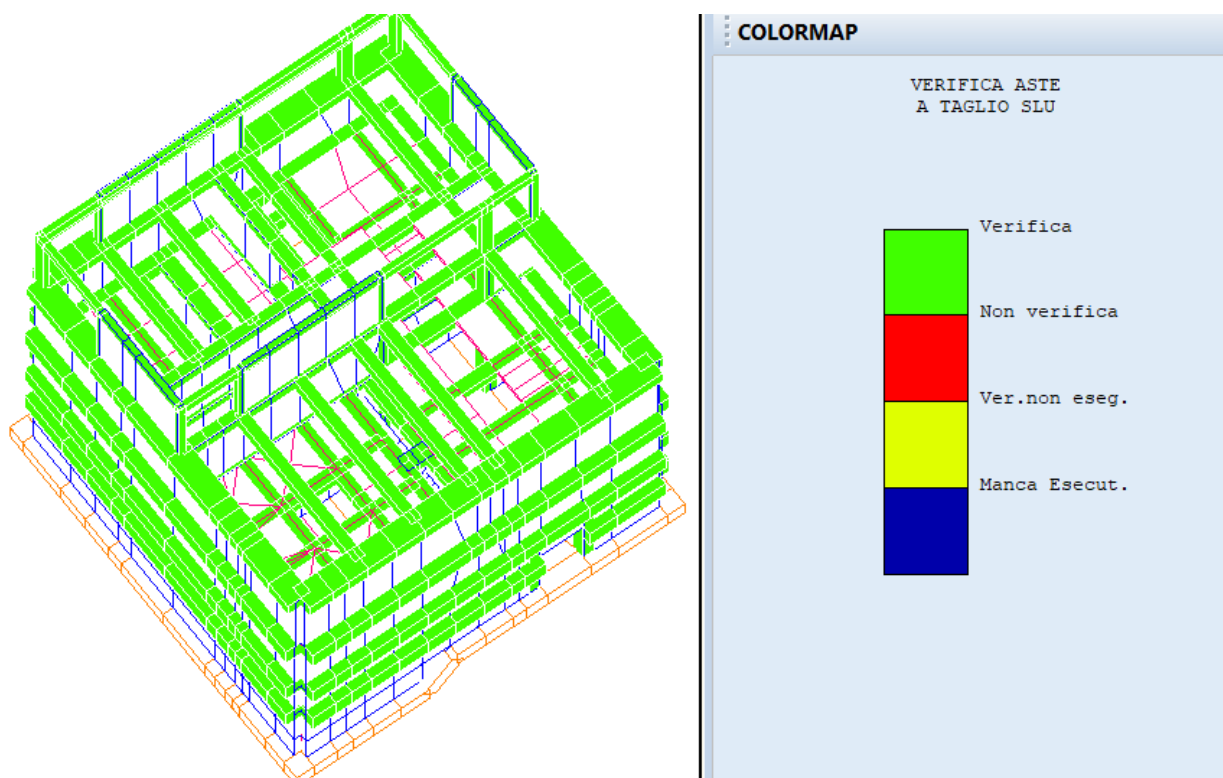


Figura 5.114 -Rappresentazione verifiche a taglio SLU aste travi e pilastri

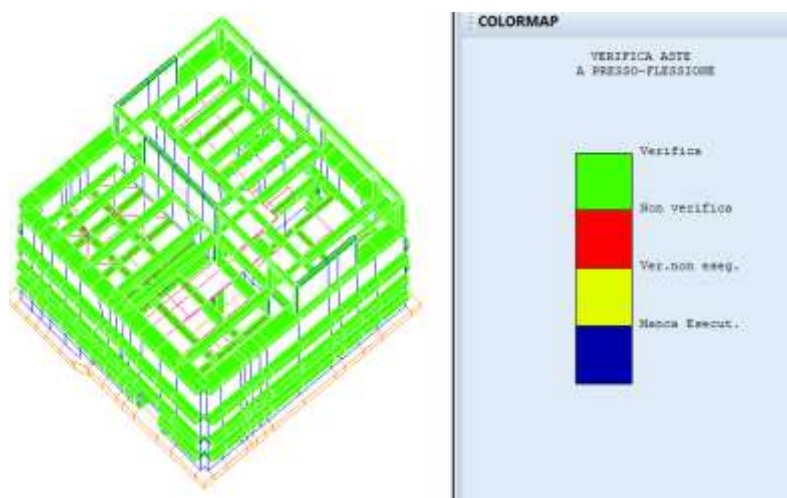


Figura 5.115 - Rappresentazione verifiche a Presso flessione

5.10.4 Verifiche SLE

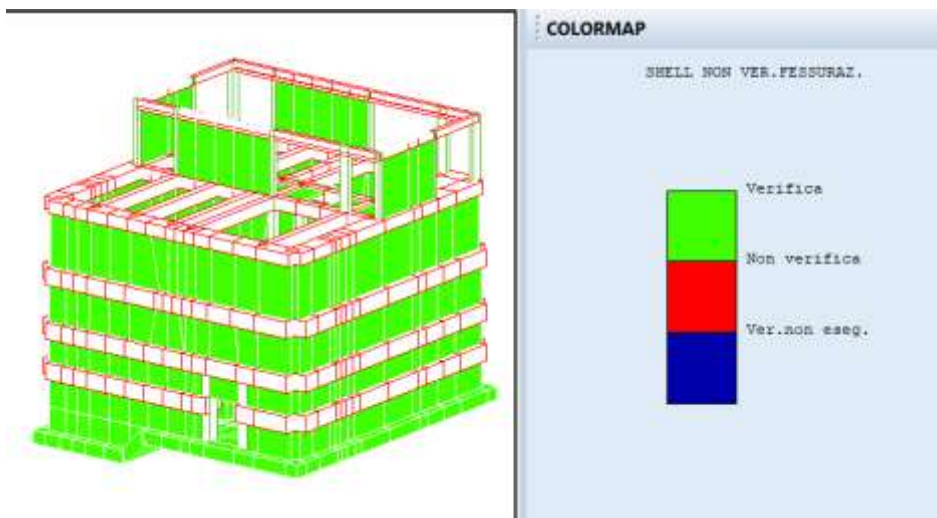


Figura 5.116 -Rappresentazione verifiche a fessurazione Setti esterni allo SLE

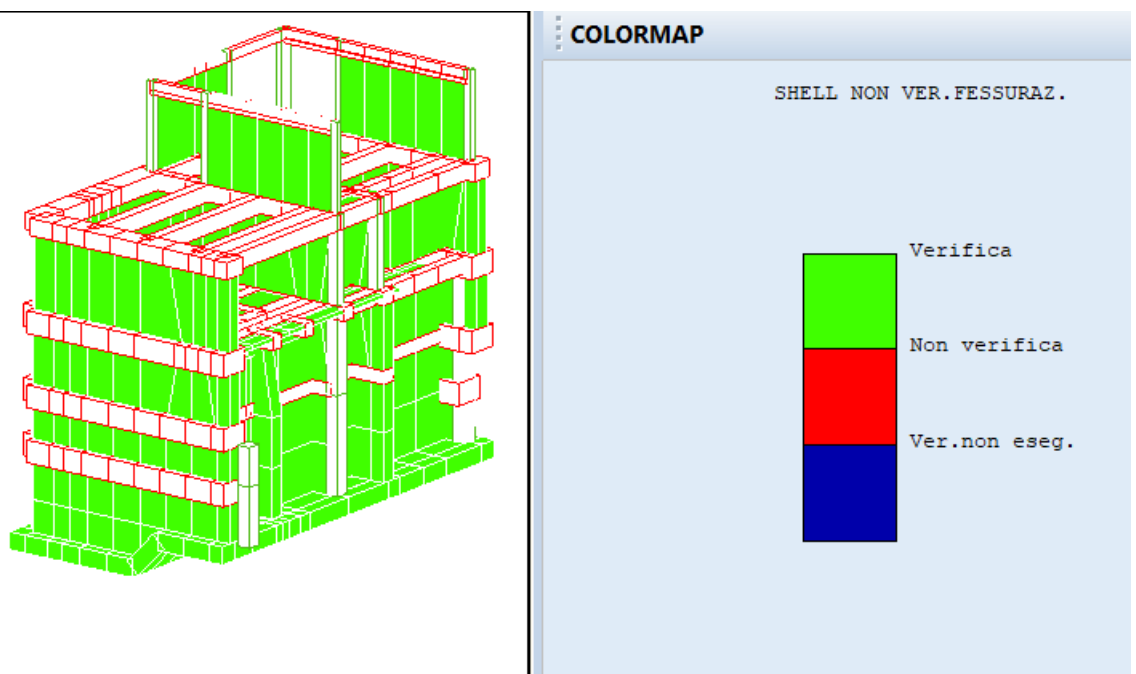


Figura 5.117 -Rappresentazione verifiche a fessurazione Setti e piastre interni allo SLE

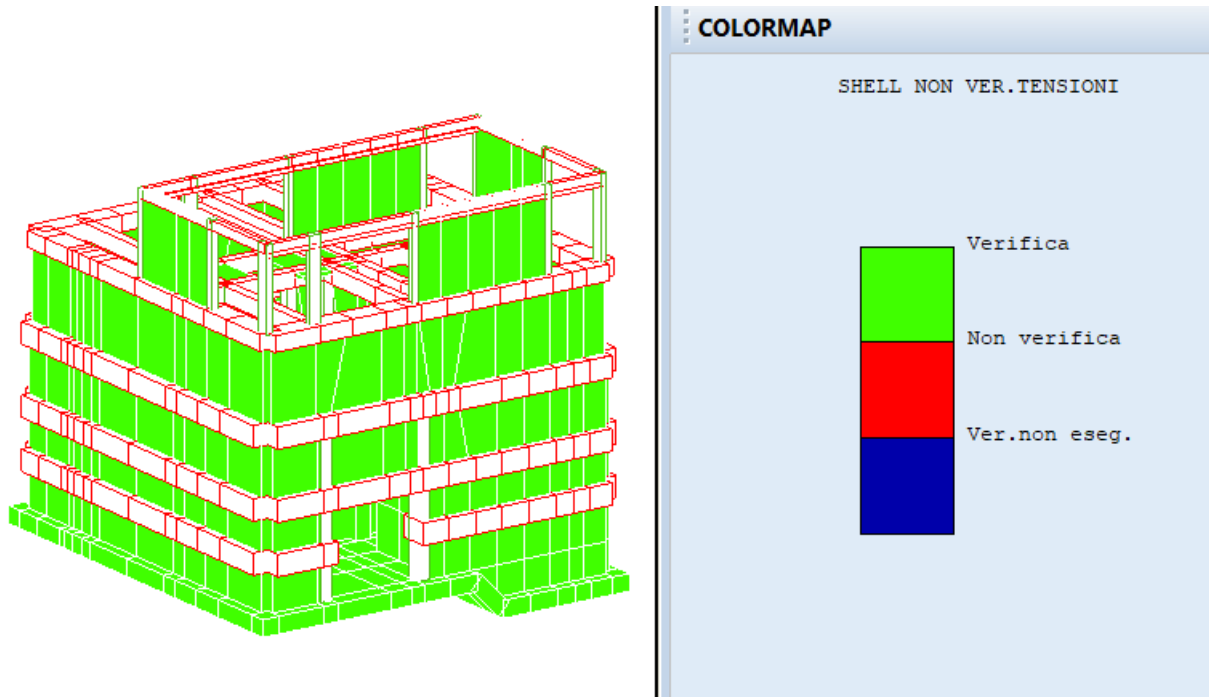
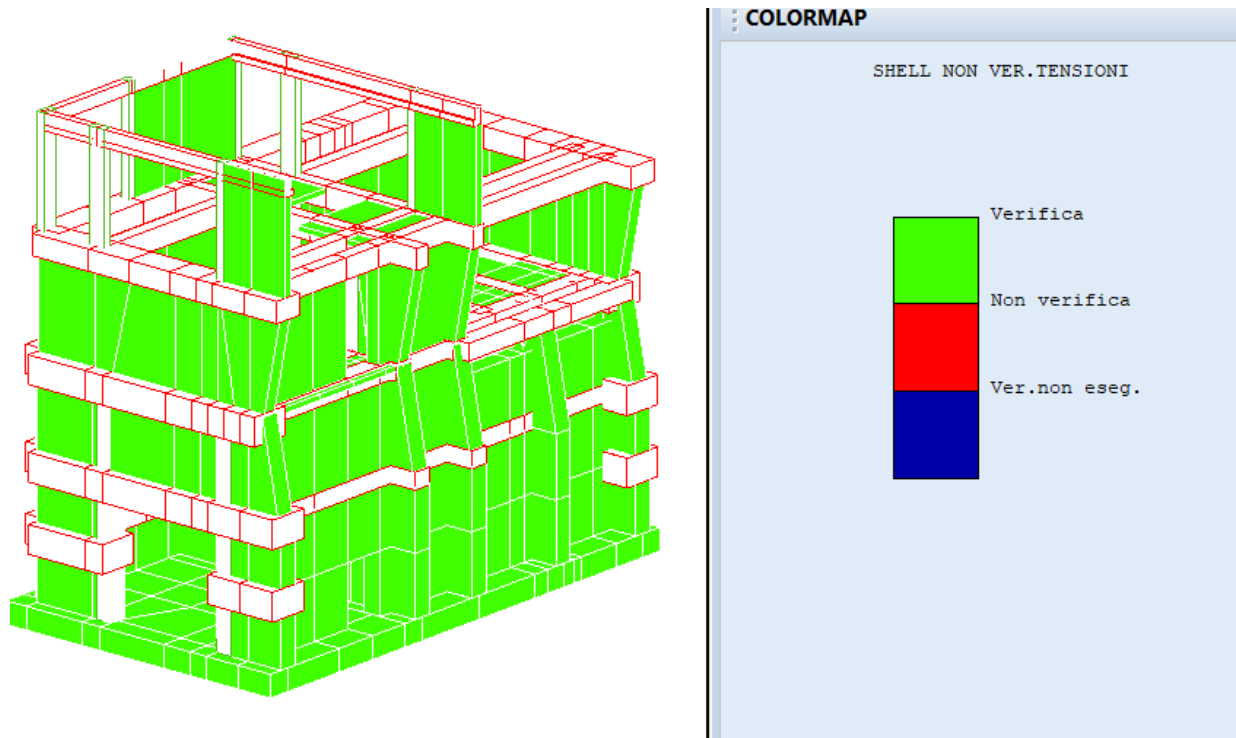


Figura 5.118 -Rappresentazione verifiche a alle tensioni setti allo SLE



**Figura 5.119 -Rappresentazione verifiche a alle tensioni setti e piastre interni allo
SLE**

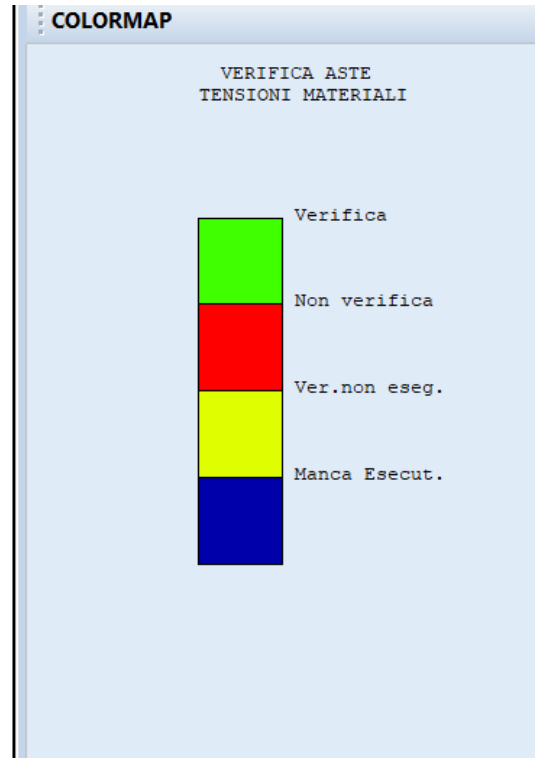
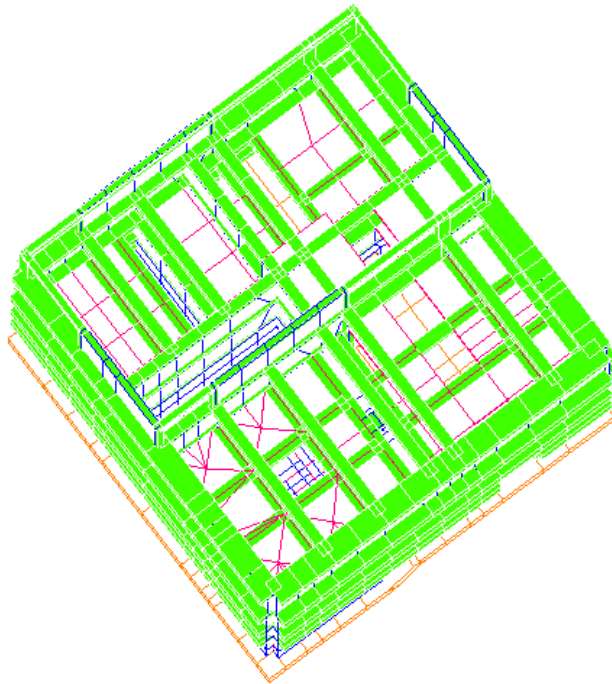


Figura 5.120 - Rappresentazione verifiche tensioni SLE Aste

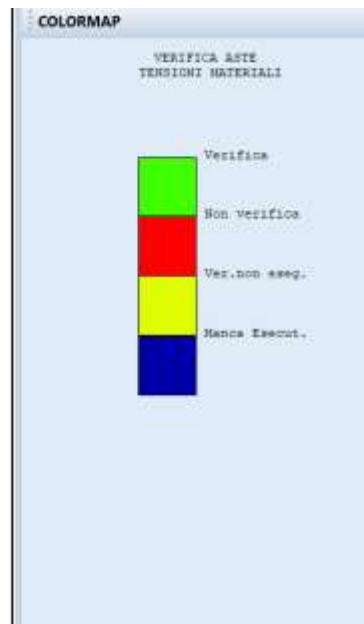
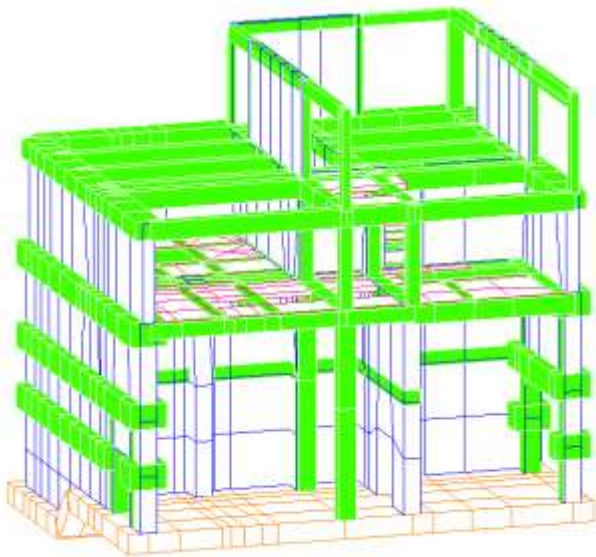


Figura 5.121 - Rappresentazione verifiche tensioni SLE Aste interne

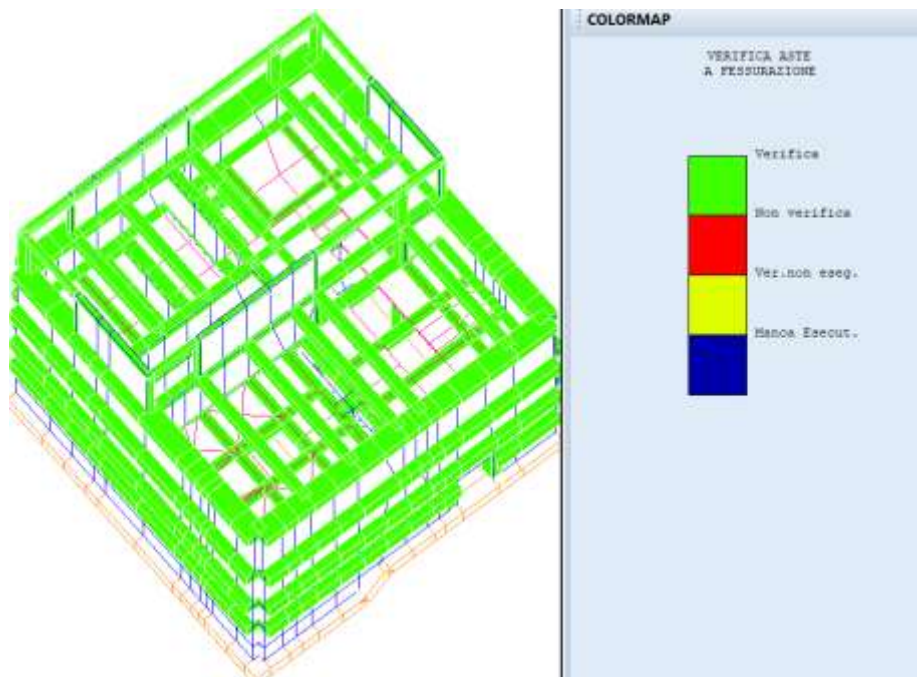


Figura 5.122 - Rappresentazione verifiche alla fessurazione aste

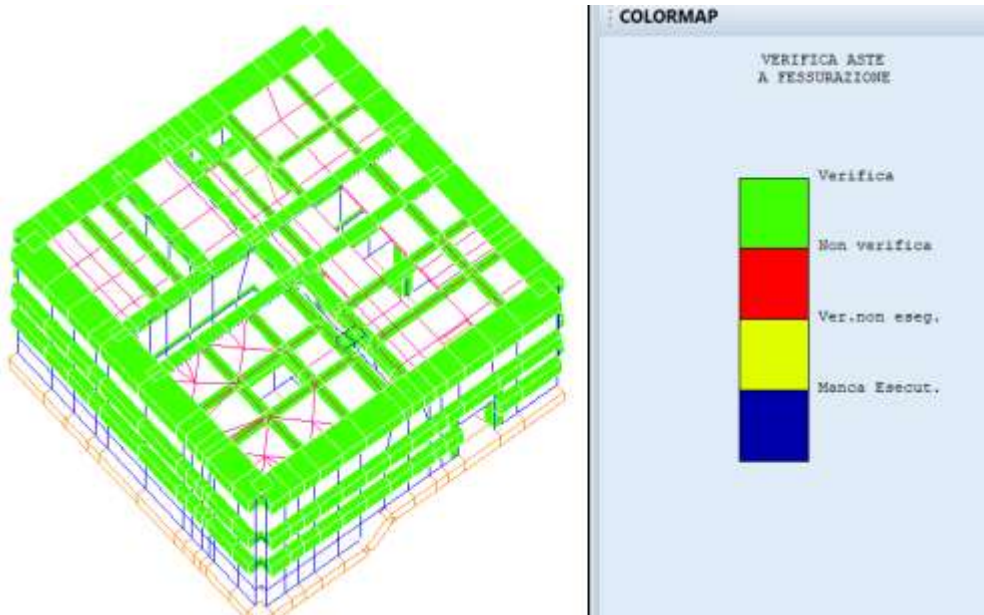


Figura 5.123 - Rappresentazione verifiche alla fessurazione aste interne

5.10.5 Rappresentazione grafica sollecitazioni

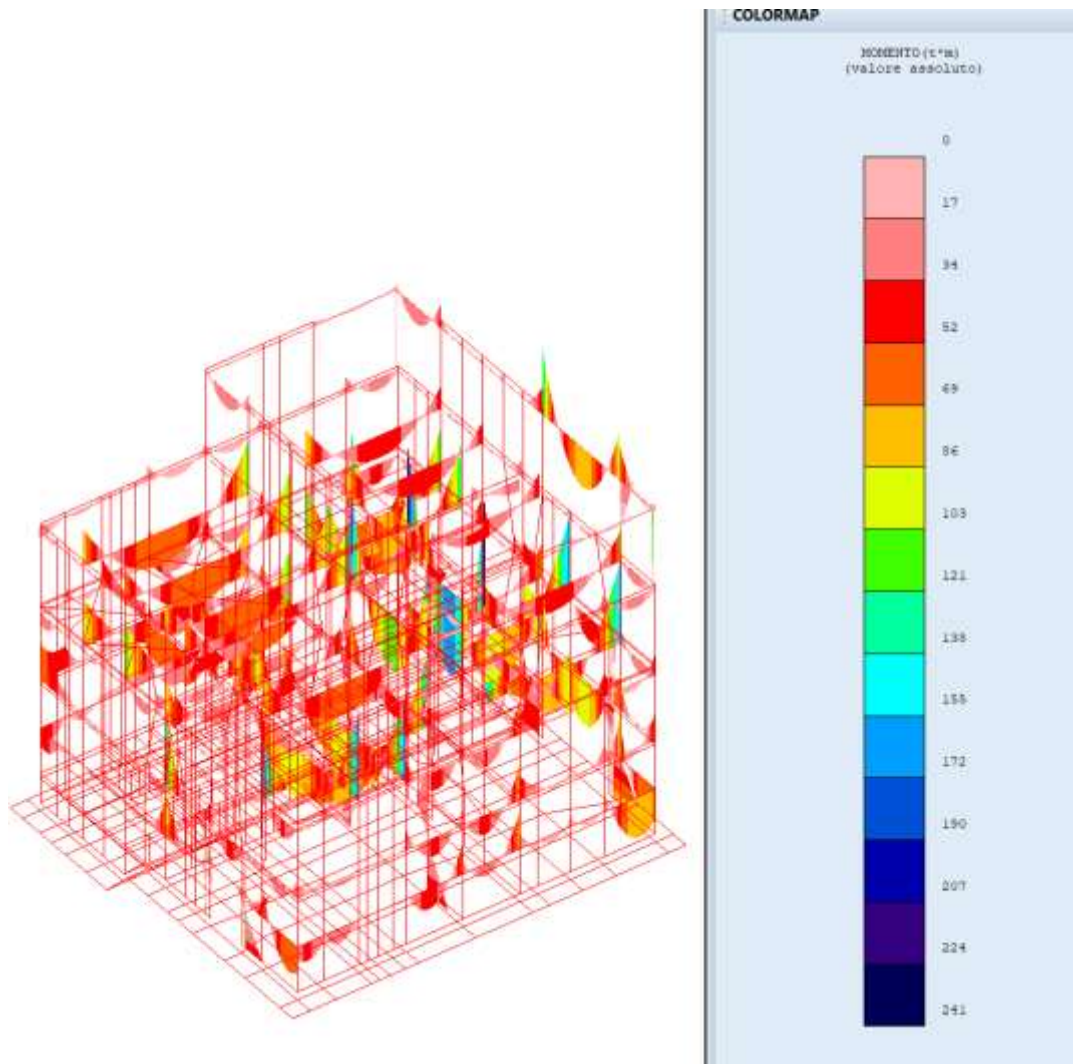


Figura 5.124 - Diagramma Momento Mx SLU combinazione 1

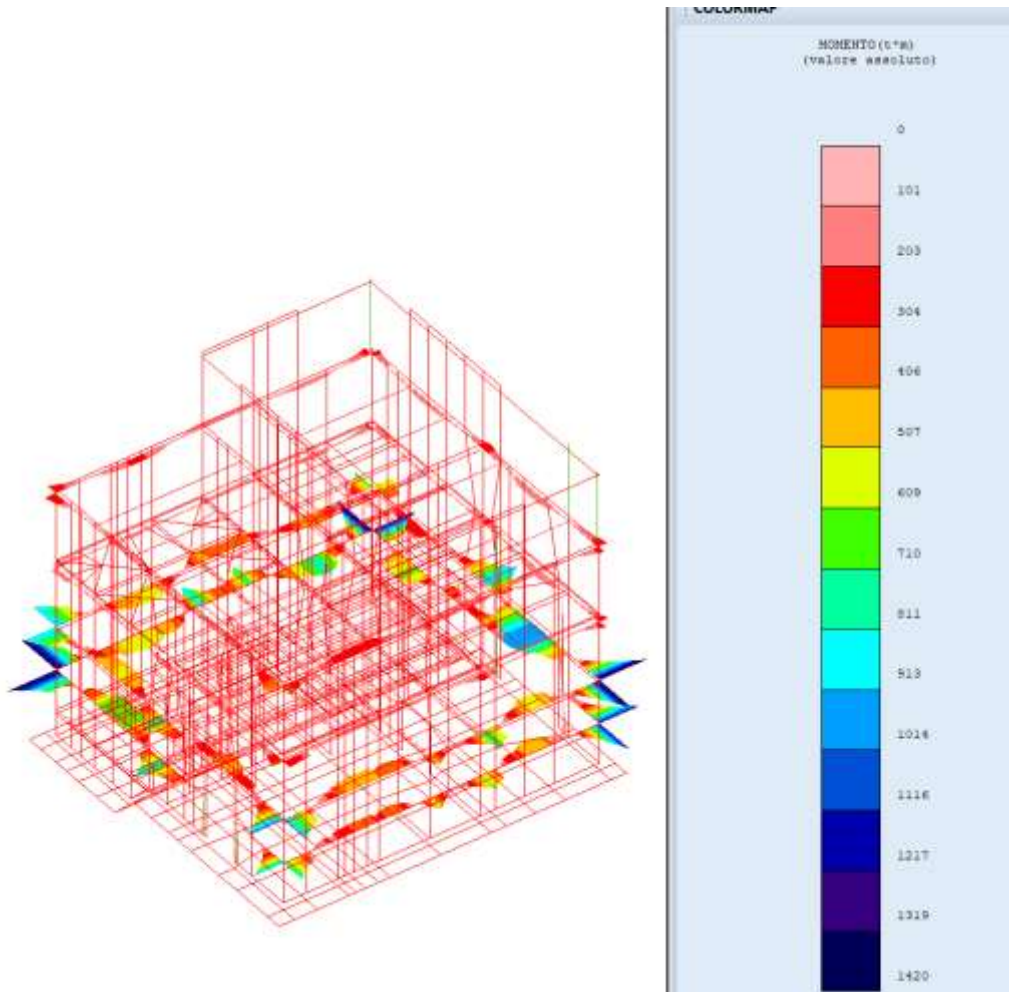


Figura 5.125 - Diagramma Momento My SLU combinazione 1

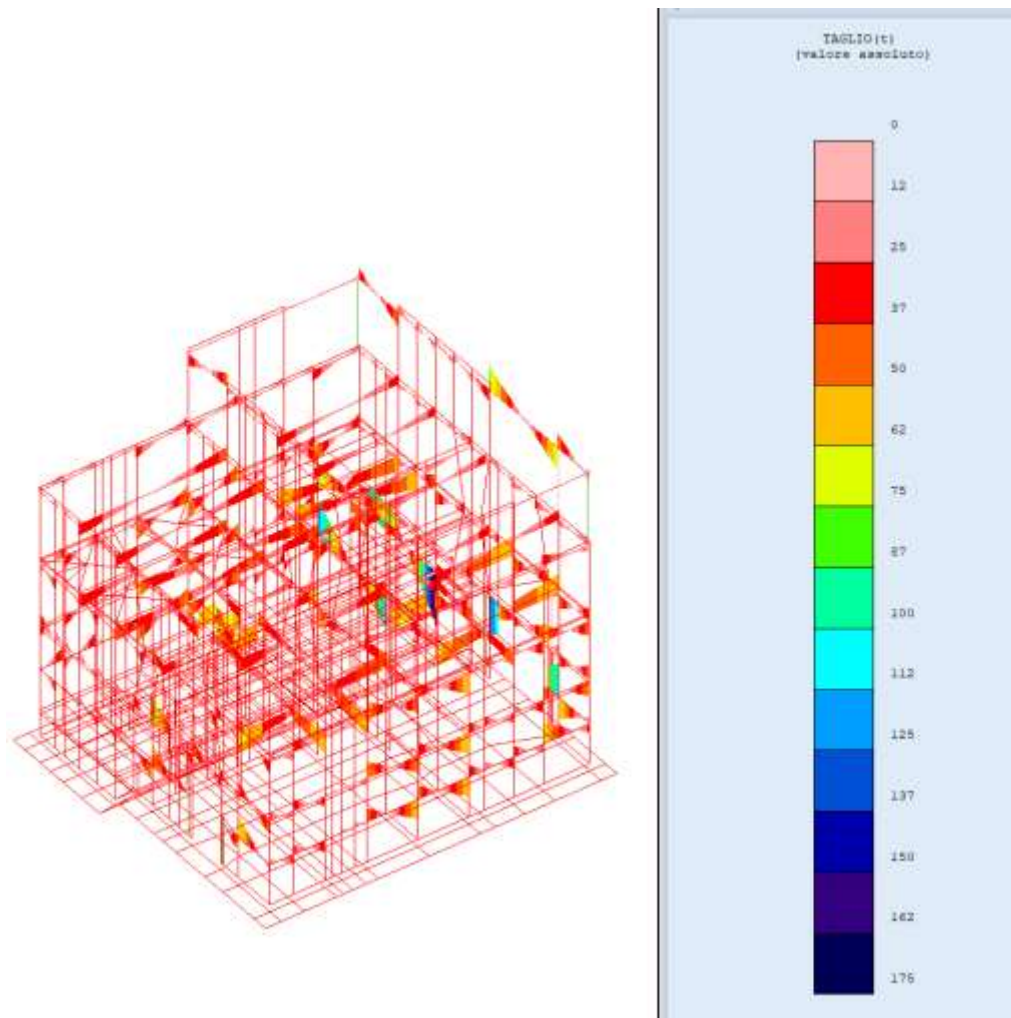


Figura 5.126 - Diagramma Momento T_y SLU combinazione 1

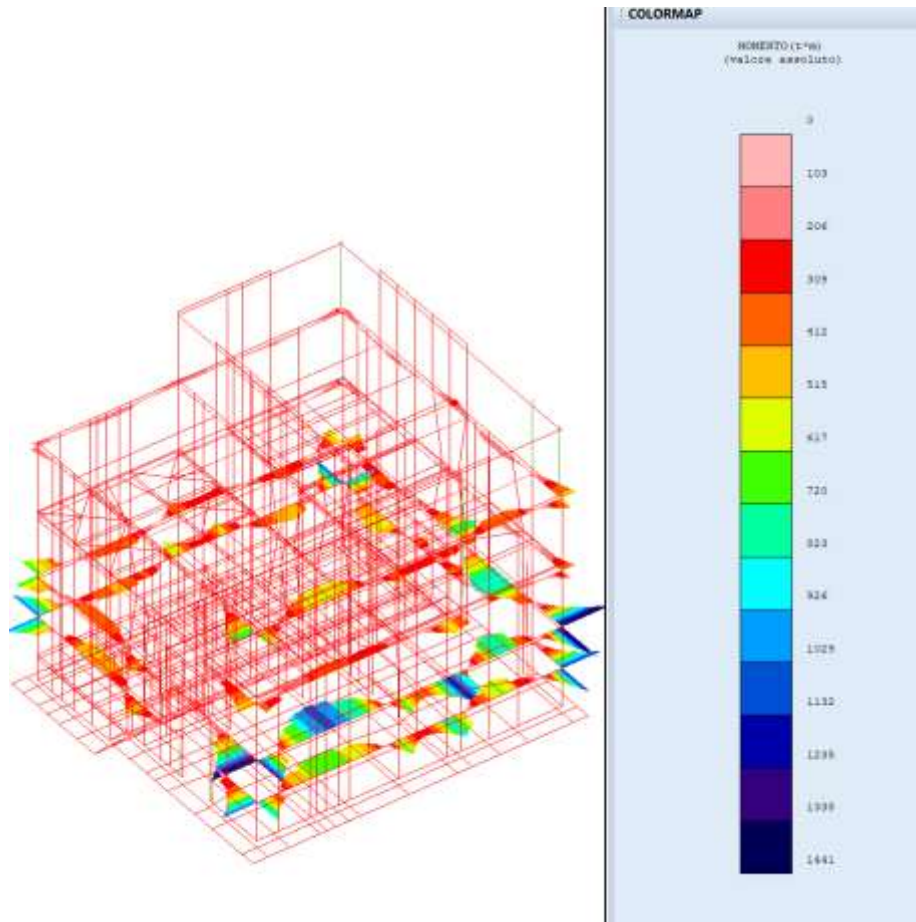


Figura 5.127 - Diagramma Momento My SLV combinazione 4 Sisma -X

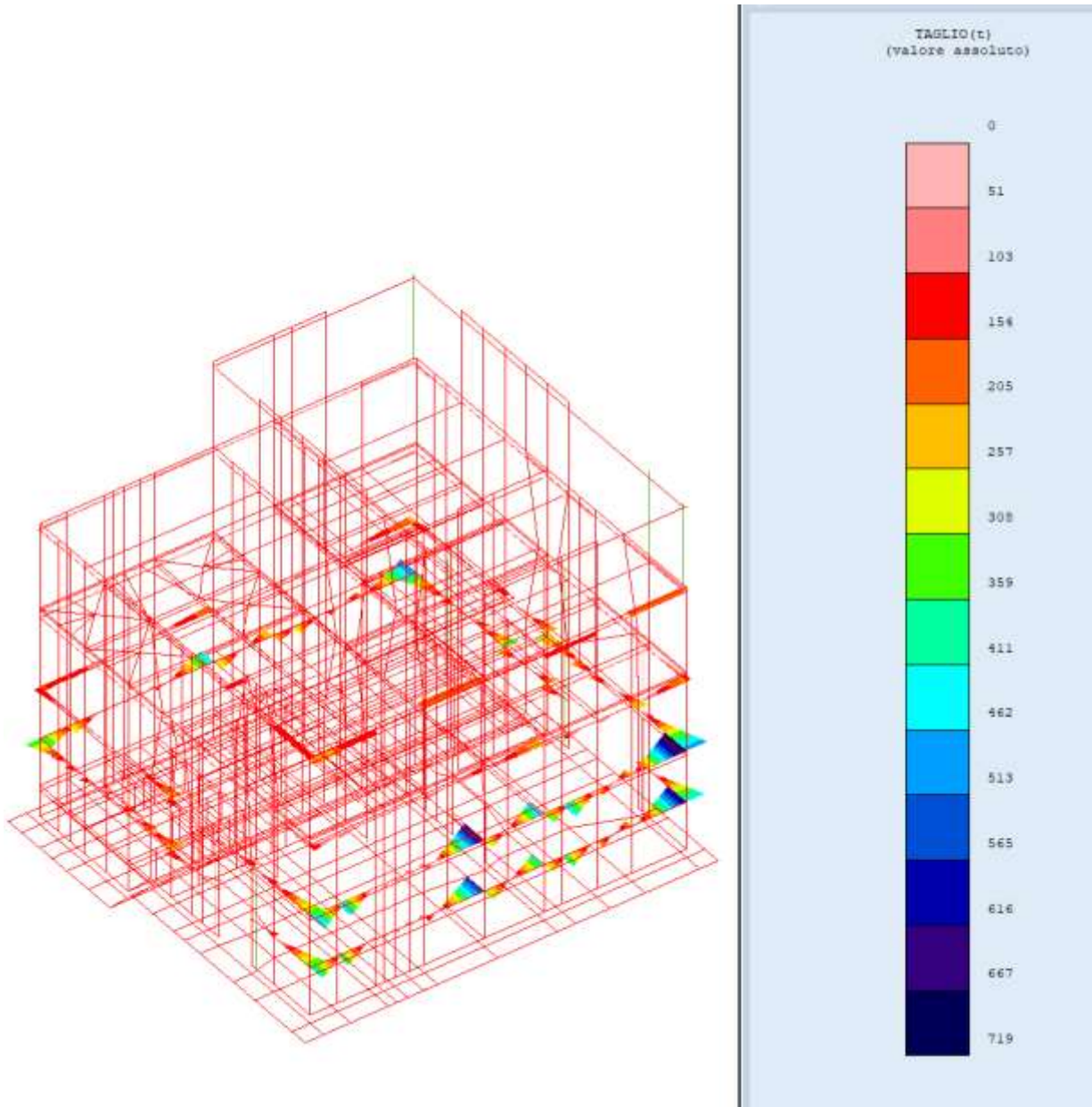


Figura 5.128 - Diagramma Momento Tx SLV combinazione 4 Sisma -X

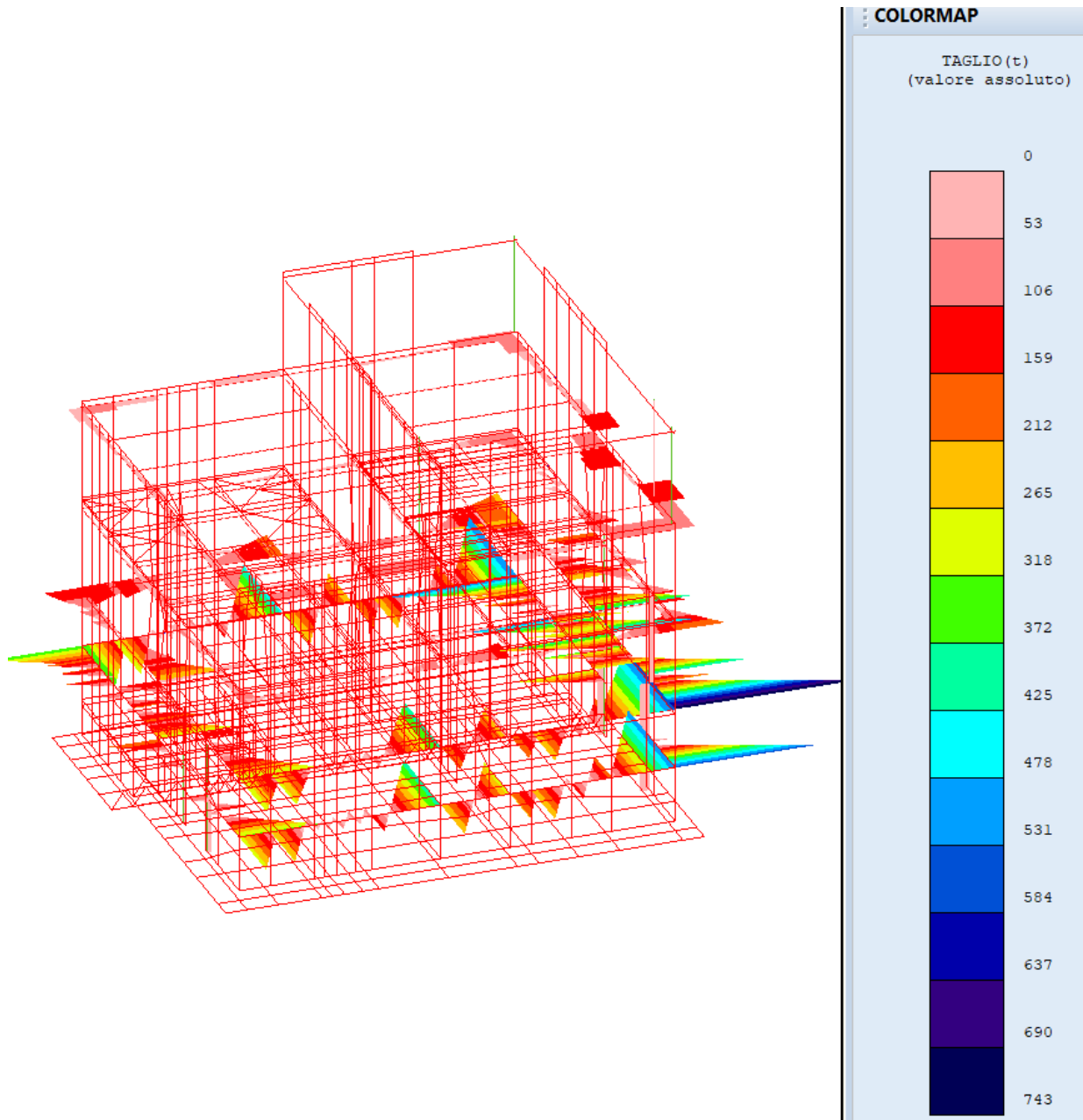


Figura 5.129 - Diagramma Momento Tx SLV combinazione Sisma -Y

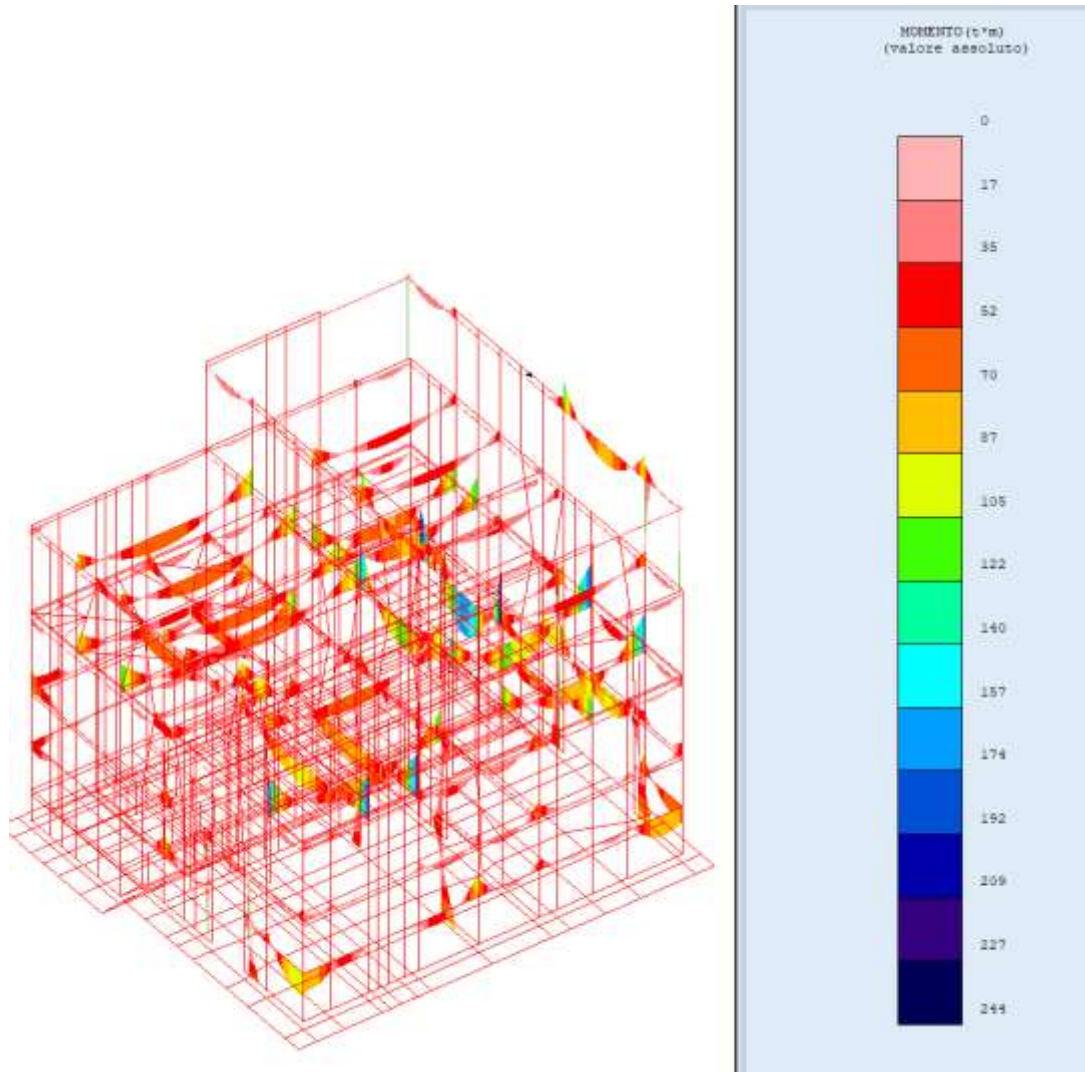


Figura 5.130 - Diagramma Momento Mx SLV combinazione 3 Sisma X

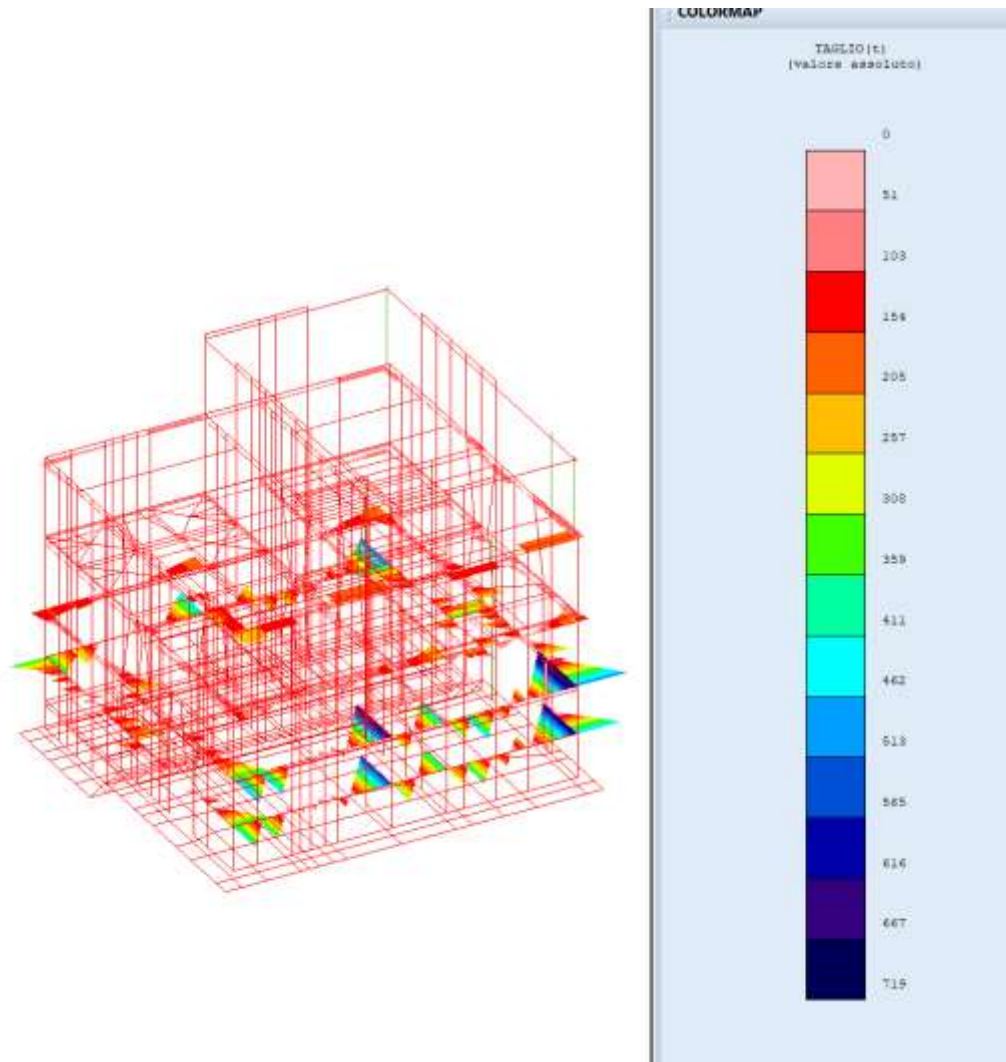


Figura 5.131 - Diagramma Momento Tx SLV combinazione 4 Sisma -X

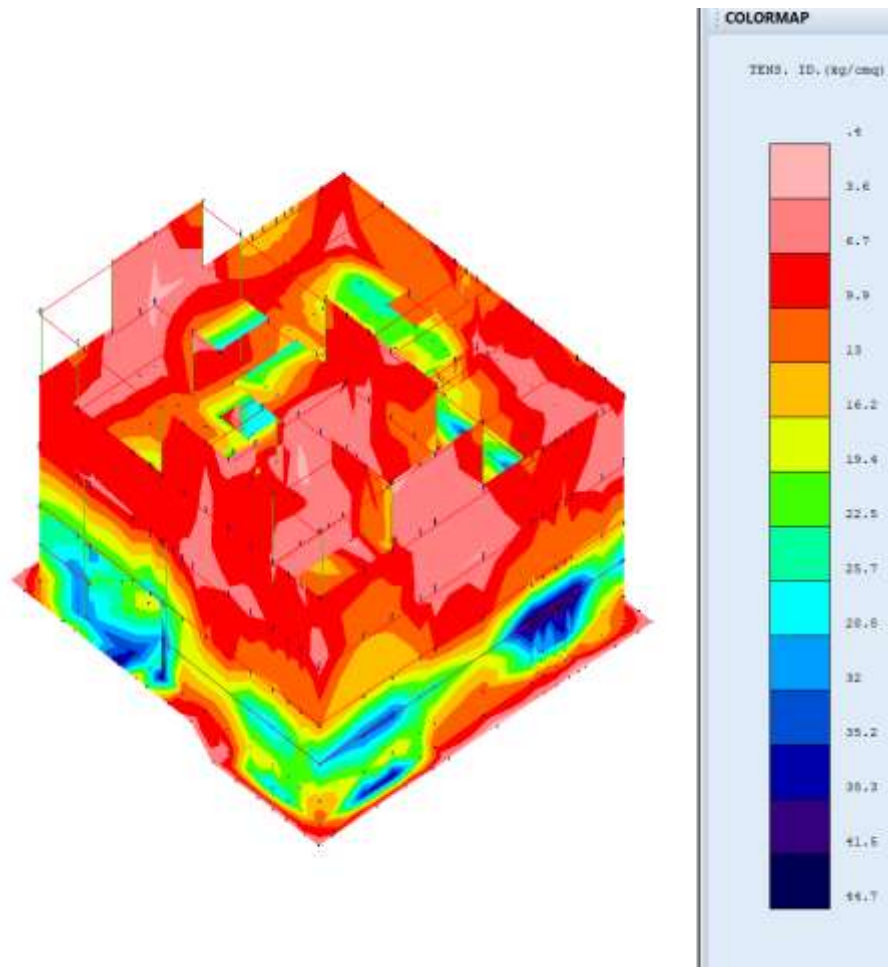


Figura 5.132 - Tensore ideale Combinazione SLU 1

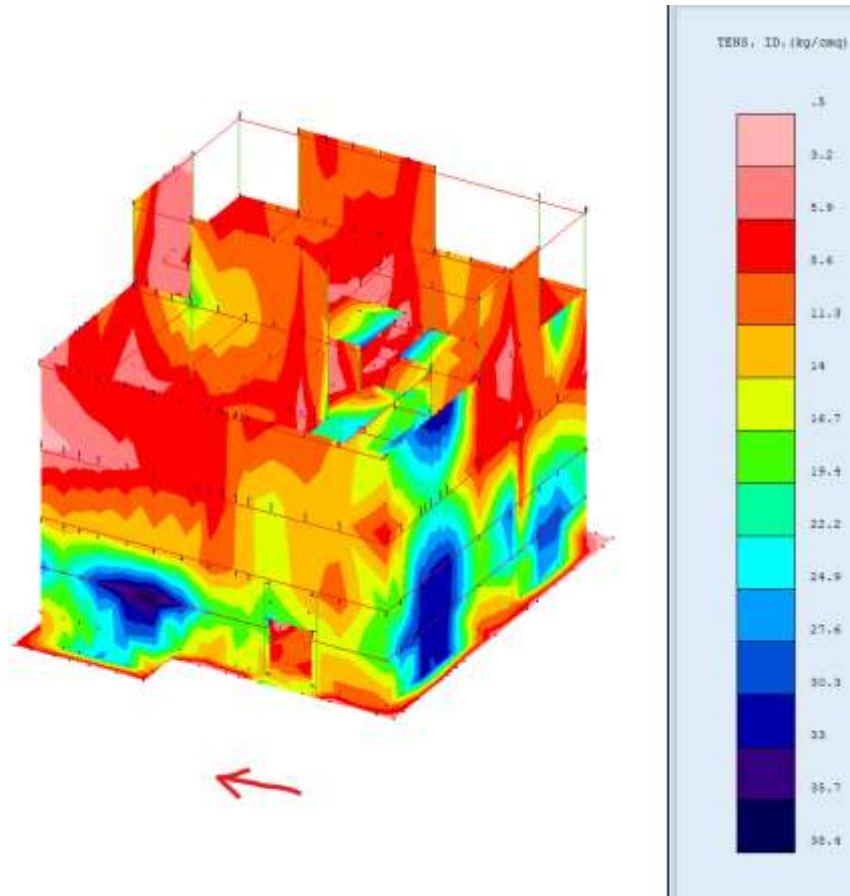


Figura 5.133 - Tensore ideale Combinazione SLV 4 Sisma -X

5.10.6 Configurazione deformate

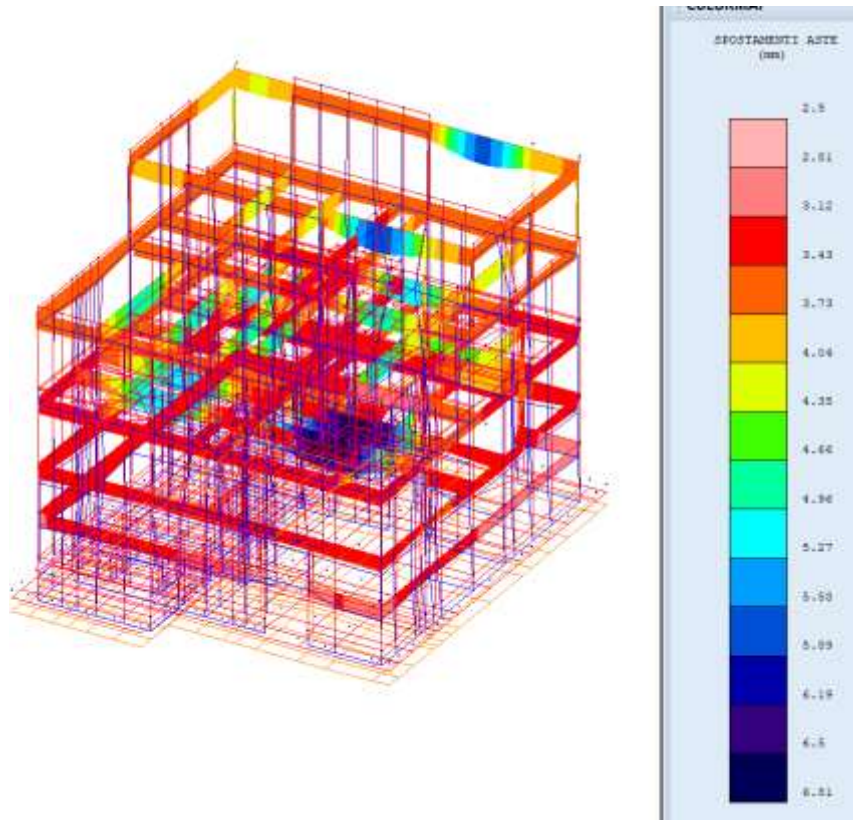


Figura 5.134 - Deformata elastica Combinazione SLU 1

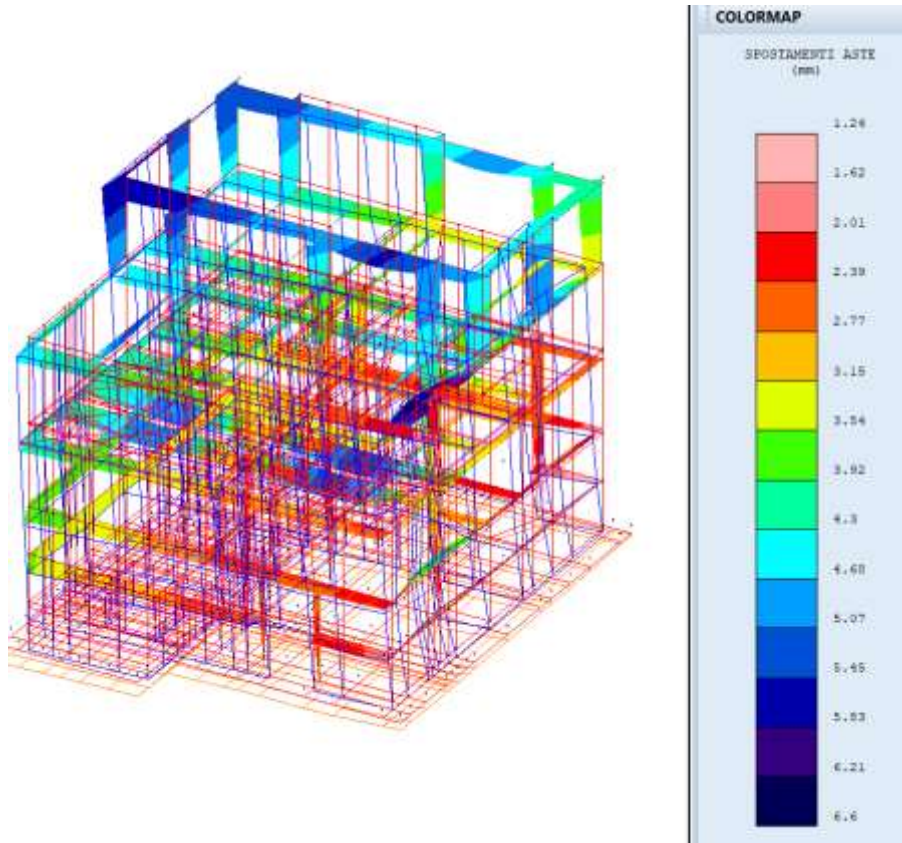


Figura 5.135 - Deformata elastica Combinazione SLV 3 Sisma -X

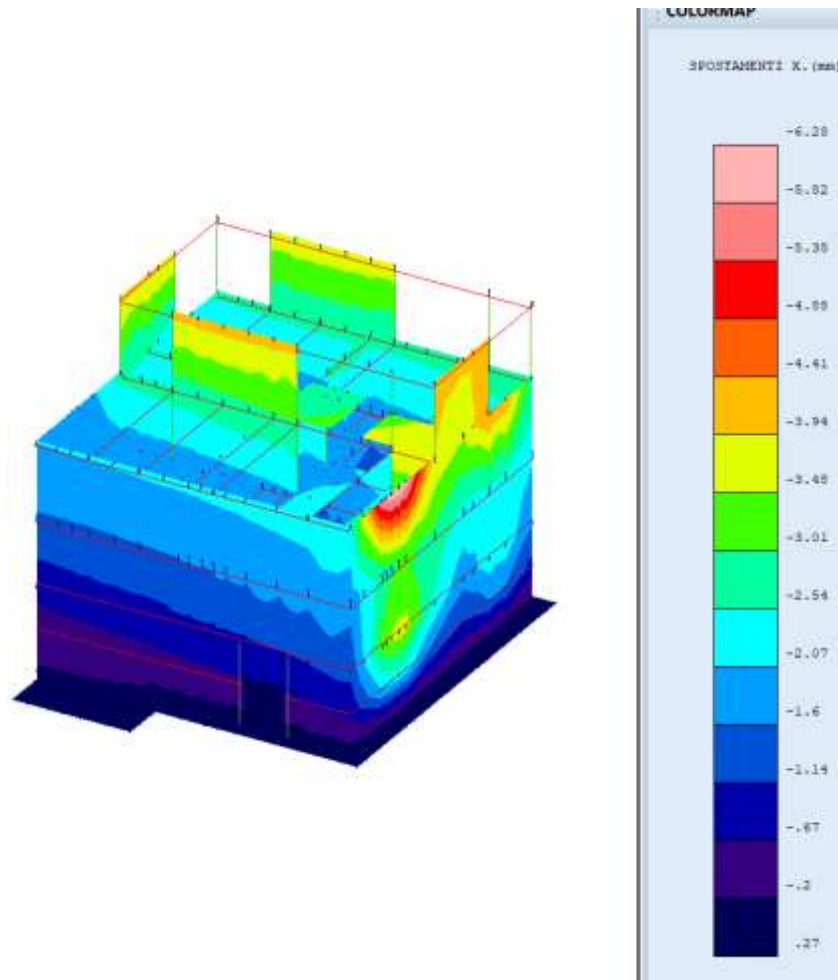


Figura 5.136 - Spostamenti in X - Shell Combinazione SLV 4 Sisma -X

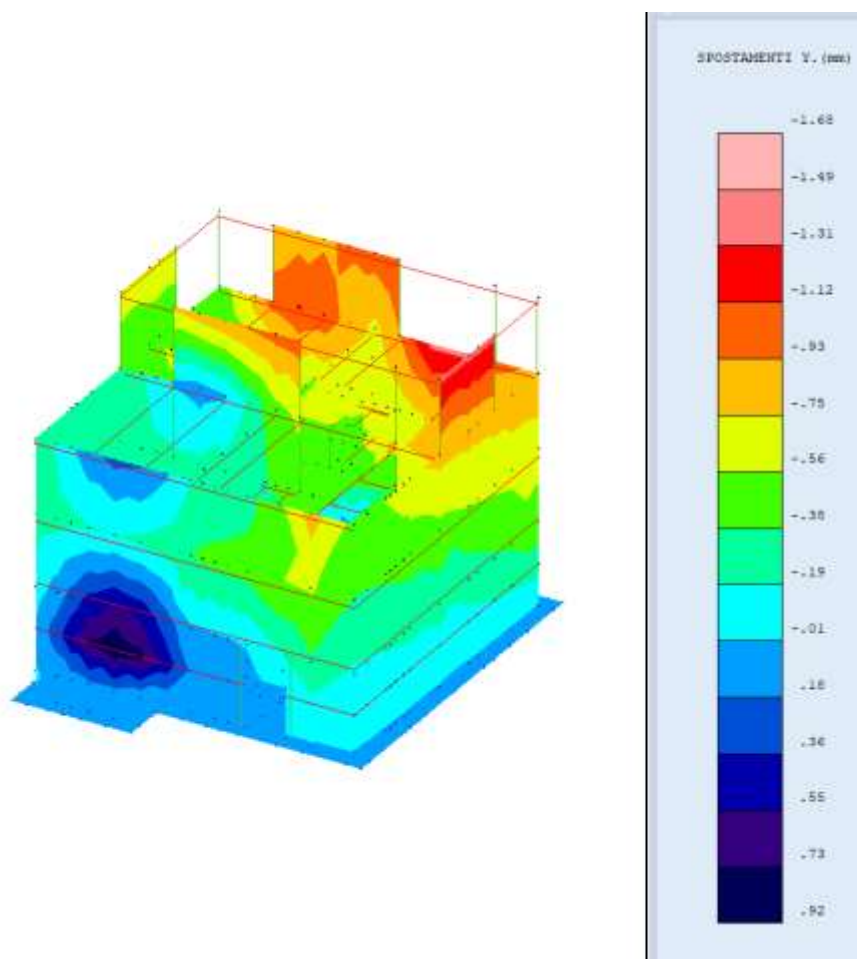


Figura 5.137 - Spostamenti in Y - Shell Combinazione SLV 4 Sisma -X

6 Pozzo di dissipazione PZ2

Il progetto prevede il dimensionamento strutturale del manufatto Pozzo 2, opera che si trova a monte del Bipartitore. IL pozzo 2 è composto da un unico manufatto per lo più interrato, in particolare risulta interrato da quota 244.20 sino al piano di calpestio a quota +269.10m slm. Le dimensioni esterne pari alla base 16,10×37.30m, di altezza massima pari a 31.70m, di cui circa 20.05m risultano completamente interrati mentre la restante parte è fuori terra per circa 6.70m.

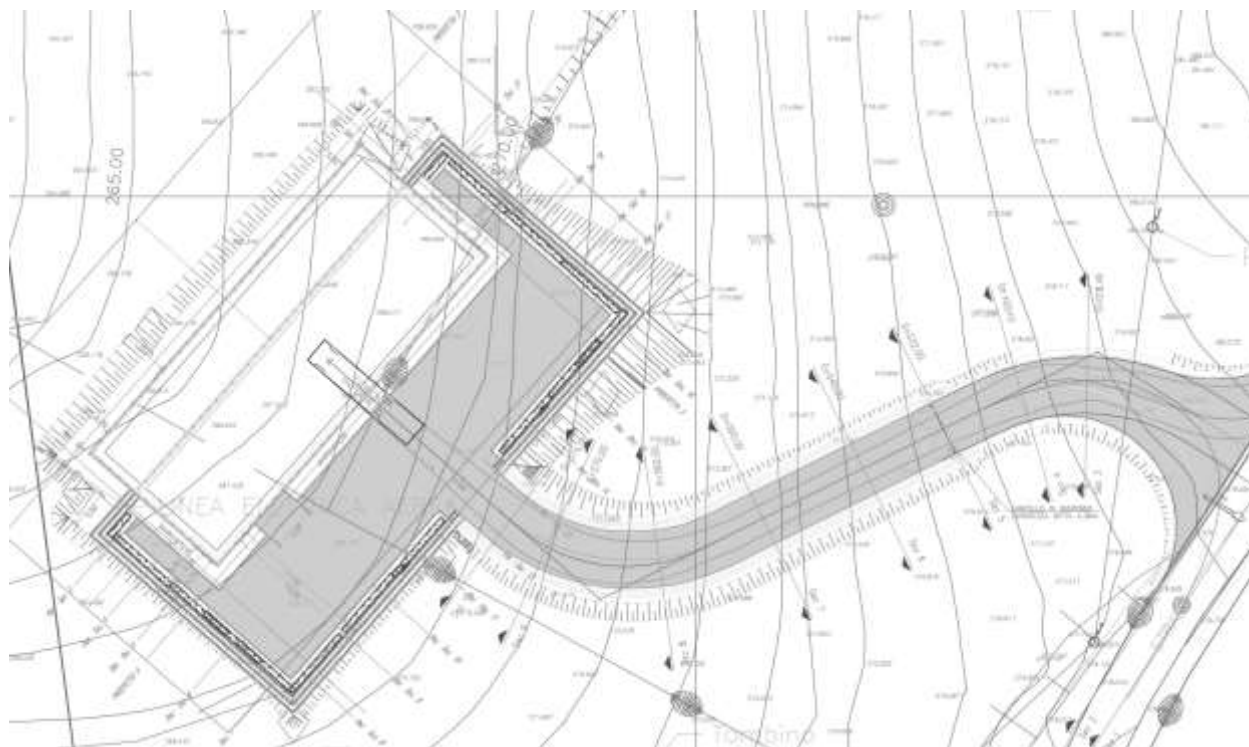


Figura 6.1 - Manufatto Pozzo 2

La struttura ha quindi forma rettangolare ed è composta da pareti esterne di spessore pari ad 1.30 sino al primo impalcato, 1 m per il restante tratto interrato e 50cm per il tratto fuori terra, parete interna longitudinale dello spessore di 60cm, pareti trasversali dello spessore di 50cm; piastre di piano in c.a dello spessore di 40cm; la platea disposta a quota +243.20m 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 $\varnothing 600$, e la restante parte dedicata alla gestione dei volumi idraulici di ingresso ed uscita verso il Bipartitore tramite un collettore in uscita sul fondo del diametro $\varnothing 2500$ mm.

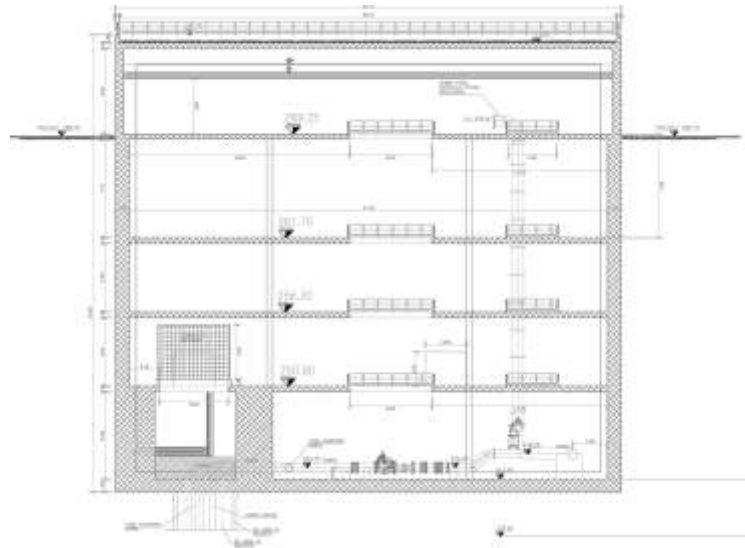


Figura 6.2 - Sezione Longitudinale Pozzo 2

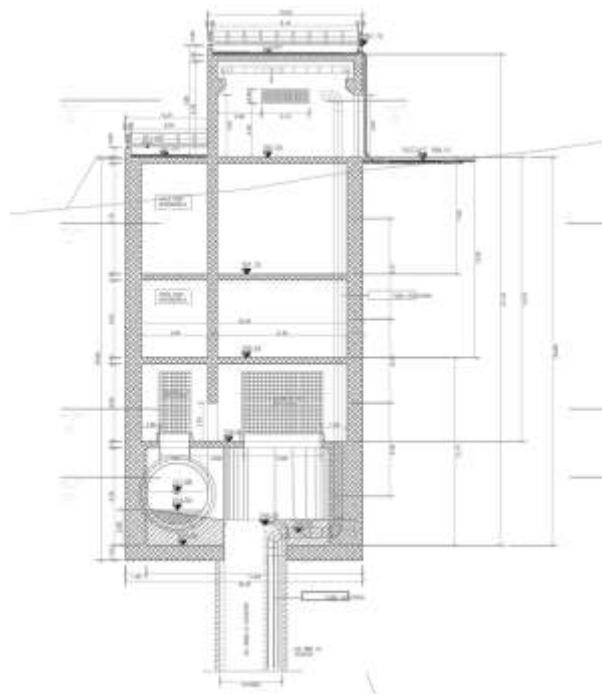


Figura 6.3 - Sezione trasversale Pozzo 2

Per l’edificazione della struttura è previsto un prescavo sorretto da paratie per un primo tratto, dove è presente terreno meno consistente, mentre per la restante profondità lo scavo è previsto a parete verticale essendovi la presenza di rocce calcaree come meglio riportato nella relazione geologica. La struttura poggerà direttamente sullo strato calcareo, condizione di cui si è tenuto conto nel calcolo della costante di sottofondo.

Non è prevista la presenza della falda tale da poter interferire con le strutture.

6.1 Inquadramento Geologico Tecnico

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	γ_h (kN/m ³)	σ'_z (MPa)	f_t (MPa)	RMR	GSI	c' (MPa)	ϕ' (°)	E_m (MPa)
SCZ	Calcari marnosi e marne calcaree di colore grigio e marrone	6	26.0	82.90	4.61	III (51.16)	45	3.67	27	9421
MAI (+POD)	Calcari micritici ben stratificati	7	26.0	74.92	4.16	III (51.83)	49	3.59	28	10361
SBI	Calcari e calcari marnosi di colore bianco	7	25.8	85.10	4.73	III (51.42)	51	3.91	28	9836
SAA	Calcari micritici, calcari marnosi e marne di colore rosa, aranciose e nocciola	3	25.9	75.21	4.18	III (53.33)	48	3.14	27	6015
VAS	Calcari micritici, marne e marne argillose, dal rosa, al rosso al grigio	2	26.3	105.46 *	5.86 *	III (51.00)	28	3.07	21	1348
GLC	Calcari, calcari marnosi, marne e marne argillose poliostratificate	1	25.7	101.40 *	5.63 *	III (48.00)	25	2.78	20	1050

* Parametri di resistenza ottenuti dalle prove di Point Load condotte sulle formazioni che presentano alterazioni, in quanto riferiti alla sola componente arenacea

K₁₁
Litologia: MAI
GSI: 55
RMR: 50 (II)
Jv: 12

K₁₆
Litologia: SAA
GSI: 50
RMR: 51 (II)
Jv: 15

K₁₉
Litologia: VAS
GSI: 40
RMR: 53 (II)
Jv: 7.2

K₂₇
Litologia: MAI
GSI: 60
RMR: 60 (II)
Jv: 8.8

K₁₃
Litologia: FUC
GSI: 30
RMR: 48 (II)
Jv: 18

K₁₇
Litologia: MAI
GSI: 35
RMR: 43 (II)
Jv: 18.4

K₂₄
Litologia: SBI
GSI: 55
RMR: 41 (II)
Jv: 22.9

K₂₈
Litologia: MAI
GSI: 25
RMR: 41 (II)
Jv: 24

K₁₅
Litologia: SBI
GSI: 45
RMR: 51 (II)
Jv: 14.9

K₁₈
Litologia: SBI
GSI: 55
RMR: 56 (II)
Jv: 22.8

K₂₅
Litologia: SBI
GSI: 60
RMR: 56 (II)
Jv: 10.8

DEPOSITI E COPERTURE QUATERNARE		Valori medi da prove SPT				Valori medi da prove preconsolidative			Modello Et statico da geomeccanica	Range valori da prove di laboratorio							
Unità litotecnica	Descrizione	n° prove	C_u (MPa)	ϕ' (°)	E_d (MPa)	n° prove	E_p (MPa)	ϕ_{cons} (°)	E_d (MPa)	n° prove	γ_h (kN/m ³)	prova di taglio stato c' (MPa)	ϕ' (°)	prova di compressione σ_{conf} (MPa)	σ_{unconf} (MPa)	SI	
ALL (Piana San Vittorino)	Argille compatte, argille sabbiose	9	53	-	4	-	-	-	-	9	18-20	0-40	22-36	1.6	4.8	7.5	-
ALL (Valle del Salice)	Sabbie e ghiaie medio-fine con ghiaie eterodimensionali (fucine gravierate)	32	-	31	11	-	-	-	-	7	18-21	7-11	27-38	4.3	6.1	10.4	-
ALL (Vale del Tevere)	Sabbie fini sabbie medio-fine	12	-	31	13	-	-	-	-	32	17-21	7-9	20-36	4.4	4.7	6.5	-
ALL (Vale del Tevere)	Sabbie fini sabbie medio-fine	6	-	33	10	-	-	-	-	8	18-21	10-12	26-38	5.5	4.3	7.0	-
ALL (Fosse di Anagni)	Argille compatte in matrice limosa sabbiosa con fucine sabbiose-fine	17	-	31	12	-	-	-	-	3	17-19	0-30	24-30	3.2	4.7	4.6	-
FLG	Argille limose con intercalazioni sabbiose fini	13	-	33	25	-	-	-	-	4	17-19	15-45	18-19	4.0	6.7	7.3	150-300
GRB	Conglomerati calcarei sabbiosi da cementati a matrici cementate	/	/	/	/	8	338	42	307	7	18-19	-	-	-	-	-	-
UMS	Conglomerati calcarei (con clasti sabbiosi, ghiaia e calcari)	/	/	/	/	1	333	41	302	1	20	-	-	-	-	-	-
GRB	Conglomerati calcarei (con clasti sabbiosi)	12	-	33	23	7	302	41	327	8	17.5-20	-	-	-	-	-	-

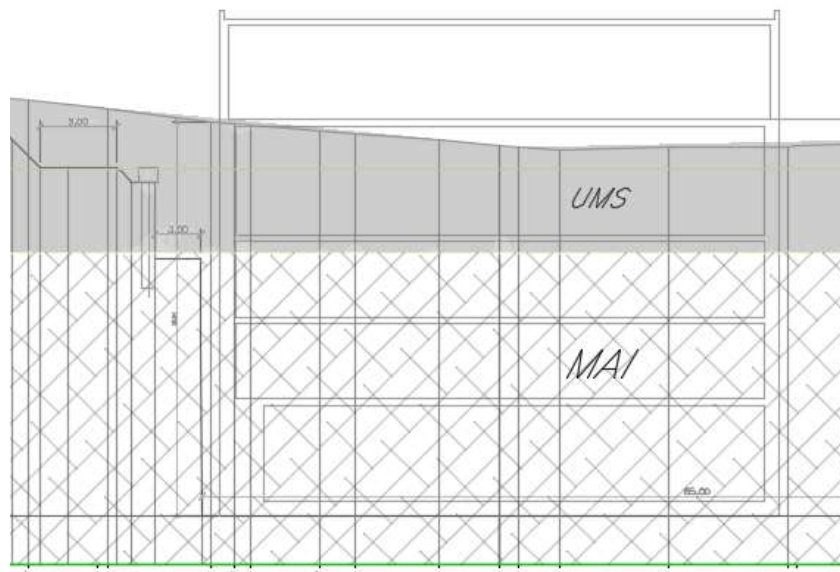


Figura 6.4 - Sezione stratigrafica longitudinale

UMS

$$\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$$

$$c' = 10 \text{ kPa}$$

$$\varphi' = 33^\circ$$

$$E_y = 108 \text{ MPa}$$

$$\nu = 0.2$$

$$E_y = 113.3 \text{ MPa}$$

MAI

$$\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$$

$$c' = 3.59 \text{ Mpa}$$

$$\varphi' = 28^\circ$$

$$E_m = 10361 \text{ MPa}$$

$$\nu = 0.2$$

$$E_y = 11512.2 \text{ MPa}$$

La struttura come anticipato sarà edificata all’interno di uno scavo e nel perimetro, a riempimento finale rispetto alle pareti di scavo, sarà depositato terreno di rinfiango opportunamente compattato. Per le caratteristiche di progetto del terreno di rinfiango si rimanda al paragrafo relativo al calcolo delle spinte orizzontali esercitate sul manufatto sia in condizioni statiche che sismiche

6.2 Inquadramento Sismico

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

- Vita Nominale: 100 anni
- Classe d’uso: IV

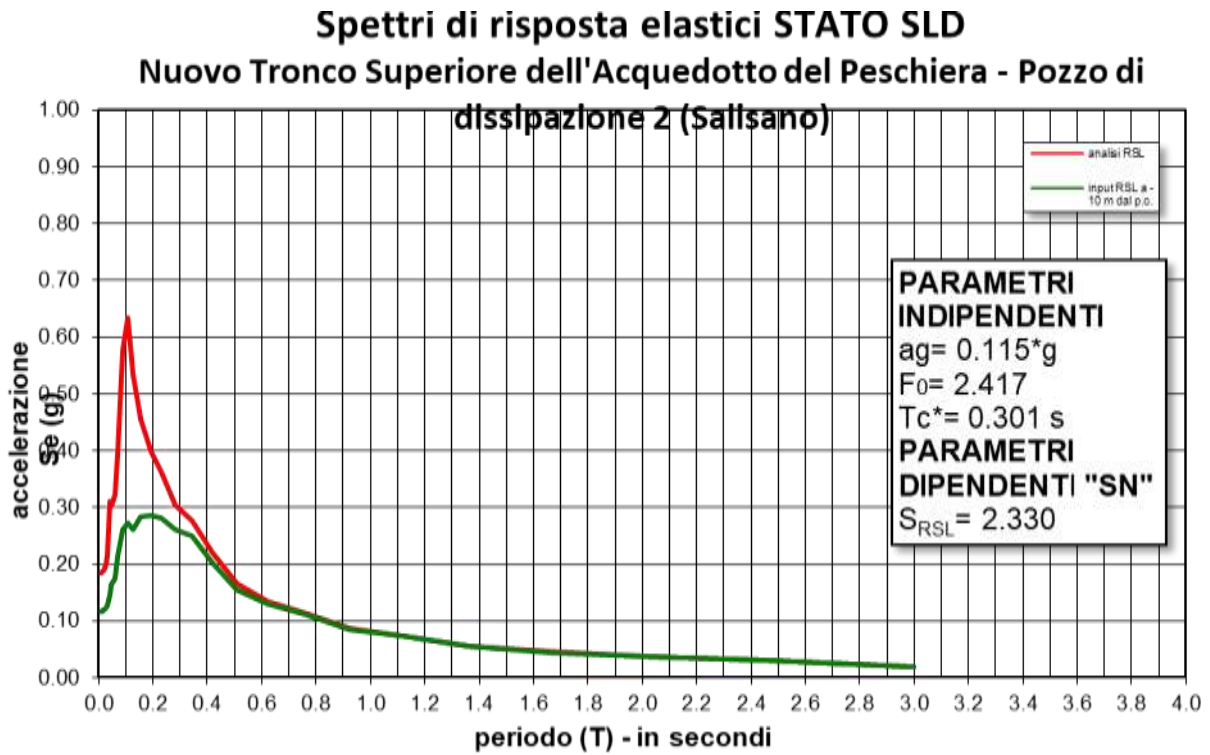
- Zona Sismica Coordinate WGS84:
 Long. Est - 12.73258 - Lat Est : 42.2542306
- Categoria Suolo B
- Parametri indipendenti di pericolosità sismica

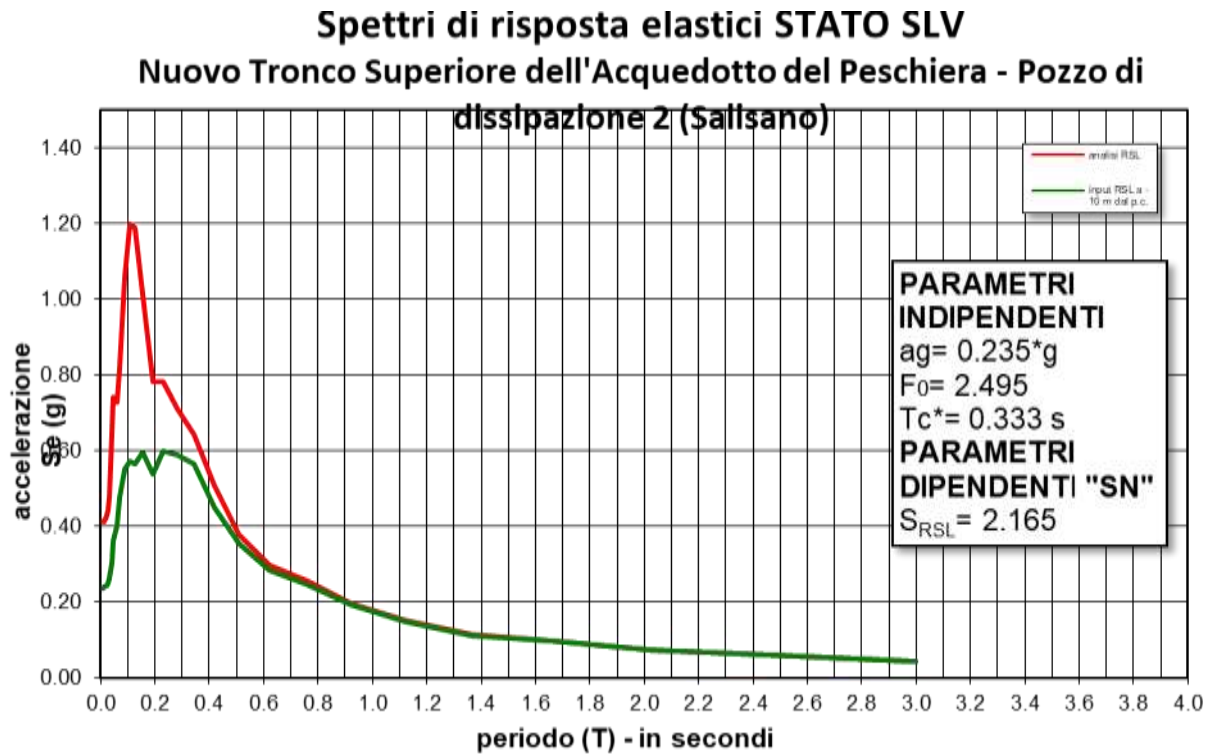
Parametri di Pericolosità Sismica

<i>Stato Limite</i>	Tr	$a_g=A_g/g$	F_o	T[*]_c
<i>Operatività (SLO)</i>	120	0.093	2.442	0.294
<i>Danno (SLD)</i>	201	0.115	2.416	0.301
<i>Salvag. Vita (SLV)</i>	1898	0.235	2.495	0.334
<i>Collasso (SLC)</i>	3899	0.253	2.508	0.337

- Quota Zero sismico: 269.10m slm
- 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 dello spettro SLV nel modello di calcolo





6.3 Schema di calcolo

La struttura è stata verificata mediante modellazione ad elementi finiti, con modello composto da elementi shell, piastre e pareti, travi e pilastri.

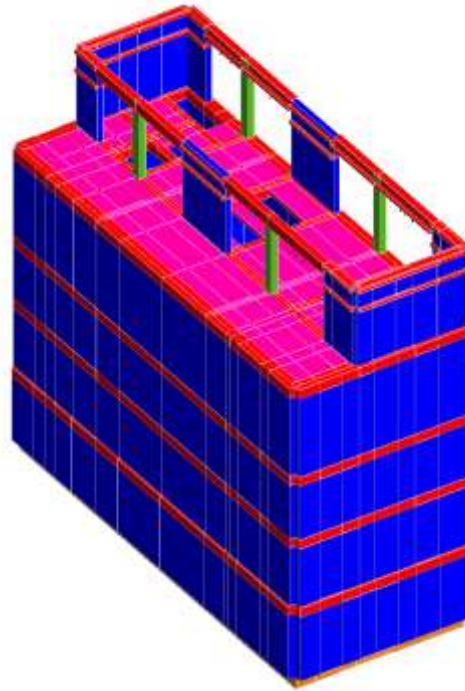


Figura 6.5 - Modello F.E.M. della struttura

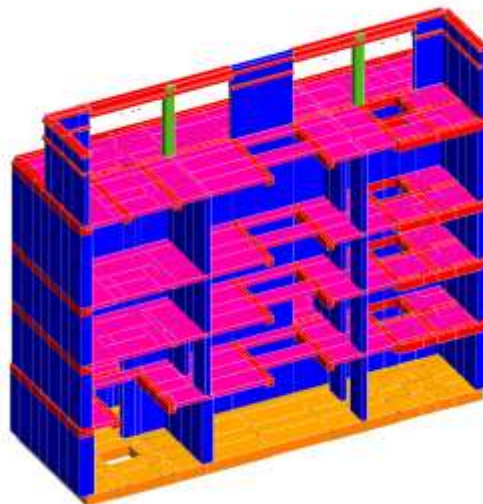


Figura 6.6 - Modello F.E.M. della struttura – visione delle geometrie interne

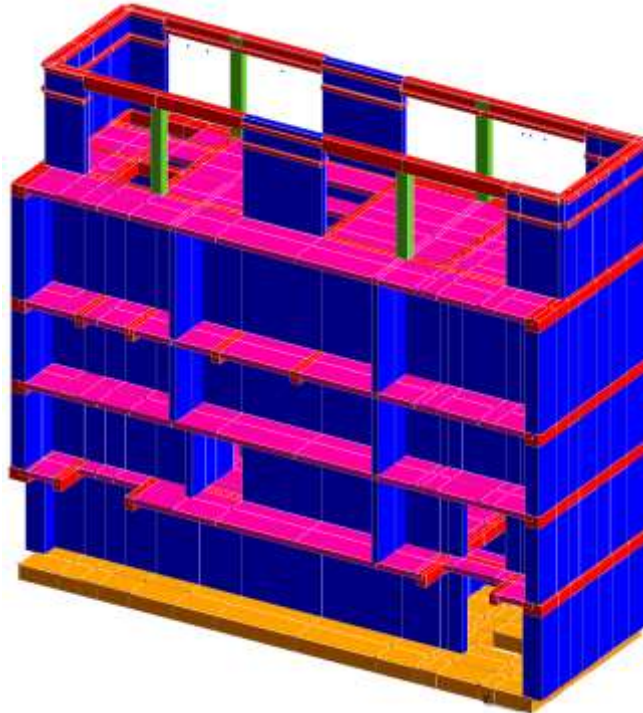
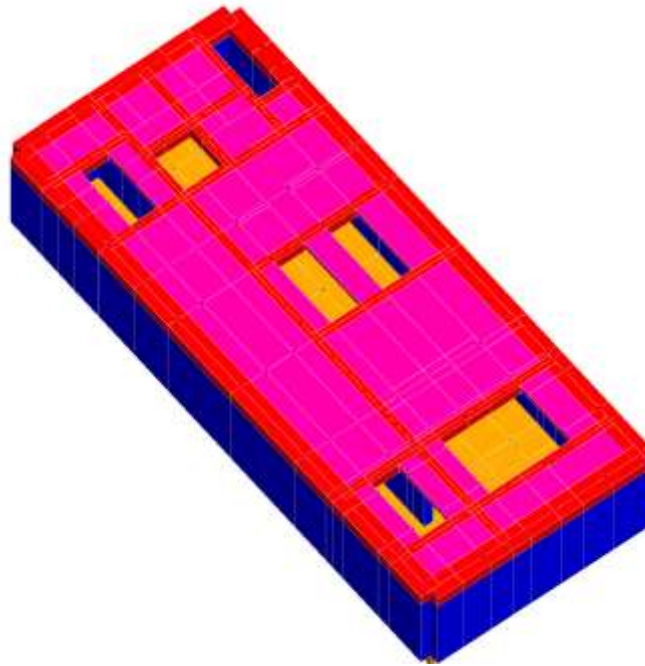


Figura 6.7 - Modello F.E.M. della struttura – visione delle geometrie interne lato collettore



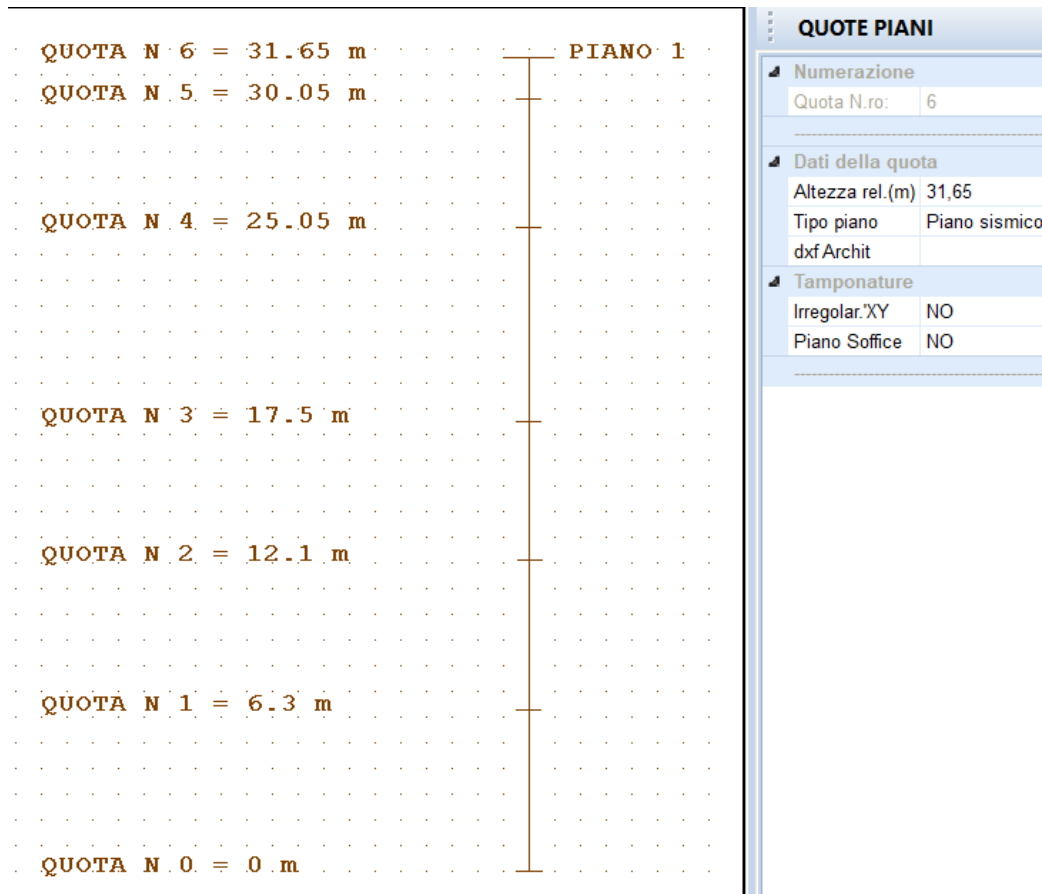
***Figura 6.8 - Modello F.E.M. della struttura – visione delle geometrie impalcato
quota 250.90***

Perimetralmente, la struttura è circondata da terreno di rinfiango. Della presenza di tale terreno rimaneggiato è stato tenuto in conto sia per quanto riguarda l’applicazione delle spinte del terreno sul manufatto, in condizioni statiche che sismiche, sia per quanto riguarda la reazione che lo stesso offre nei confronti delle deformazioni della struttura stessa, come meglio riportato nel paragrafo 1.17 relativo alla modellazione della risposta del terreno sulle strutture perimetrali.

È stata condotta una analisi lineare pseudostatica, ponendo lo zero sismico a quota 269.25m slm, ossia la quota 25,05 del modello strutturale.

Come accennato è stata condotta una analisi lineare pseudostatica, dove :

- fattore di struttura $q = 1.50$
- zero sismico quota: 25.05m corrispondente al piano a quota 269.10m slm, quota del piazzale



Lo zero sismico è stato posto al di sotto del primo piano sismico (COPERTURA).

- Tabulato BARICENTRI MASSE E RIGIDEZZE

PIANO	: Numero del piano sismico
QUOTA	: Altezza del piano dallo spiccatto di fondazione
PESO	: Peso sismico di piano (peso proprio, carichi permanenti e aliquota dei sovraccarichi variabili)
XG	: Ascissa del baricentro delle masse rispetto all'origine del sistema di riferimento globale
YG	: Ordinata del baricentro delle masse rispetto all'origine del sistema di riferimento globale
XR	: Ascissa del baricentro delle rigidezze rispetto all'origine del sistema

	<i>di riferimento globale</i>
YR	: <i>Ordinata del baricentro delle rigidezze rispetto all'origine del sistema di riferimento globale</i>
DX	: <i>Scostamento in ascissa del baricentro delle rigidezze rispetto a quello delle masse (XR – XG)</i>
DY	: <i>Scostamento in ordinata del baricentro delle rigidezze rispetto a quello delle masse (YR – YG)</i>
Lpianta	: <i>Dimensione in pianta del piano nella direzione ortogonale al primo sisma</i>
Bpianta	: <i>Dimensione in pianta del piano nella direzione ortogonale al secondo sisma</i>
RigFleX	: <i>Rigidezza flessionale di piano nella direzione primo sisma. E' calcolata come rapporto fra la forza unitaria applicata sul baricentro delle masse del piano in direzione del primo sisma e la differenza di spostamento, sempre nella direzione del sisma, fra il piano in questione e quello sottostante.</i>
RigFleY	: <i>Rigidezza flessionale di piano nella direzione secondo sisma</i>
RigTors	: <i>Rigidezza torsionale di piano</i>
r/Is	: <i>Rapporto di piano per determinare se una struttura è deformabile torsionalmente (vedi DM 2008/2018 7.4.3.1)</i>

- Tabulato VARIAZIONI MASSE E RIGIDENZE DI PIANO

PIANO	: <i>Numero del piano sismico</i>
QUOTA	: <i>Altezza del piano dallo spiccatto di fondazione</i>
PESO	: <i>Peso sismico di piano (peso proprio, carichi permanenti e aliquota dei sovraccarichi variabili)</i>
Variaz%	: <i>Variazione percentuale della massa rispetto al piano superiore</i>
Tagliante (t) modale	: <i>Tagliante relativo al piano nella direzione X/Y. Nel caso di analisi sismica dinamica il valore si riferisce al modo principale</i>
Spost(mm)	: <i>Spostamento del baricentro del piano in direzione X/Y calcolato come differenza fra lo spostamento del piano in questione ed il sottostante</i>
Klat(t/m)	: <i>Rigidezza laterale del piano in direzione X/Y calcolata come rapporto fra il tagliante e lo spostamento</i>
Variaz(%)	: <i>Variazione della rigidezza della massa rispetto al piano superiore in</i>

direzione X/Y

Teta : *Indice di stabilità per gli effetti p-d (DM 2008, formula 7.3.2)*

(DM 2018, formula 7.3.3)

solo per le analisi sismiche dinamiche ad impalcati rigidi, sarà presente anche il seguente risultato:

Tagliante SRSS (t)	: <i>Tagliante sismico al piano nella direzione X/Y mediato su tutti i modi di vibrare</i>
---------------------------	--

BARICENTRI MASSE E RIGIDENZE														
IDENTIFICATORE		BARICENTRI MASSE E RIGIDENZE							RIGIDENZE FLESSIONALI E TORSIONALI					
PIANO	QUOTA	PESO	XG	YG	XR	YR	DX	DY	Lpianta	Bpianta	Rig.FleX	Rig.FleY	RigTors.	(r/s) ²
N.ro	(m)	(t)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(t/m)	(t/m)	(t*m)	
1	31,65	622,38	9,70	17,85	9,65	16,78	-0,05	-1,07	35,70	9,20	180592	297297	146849472	

VARIAZIONI MASSE E RIGIDENZE DI PIANO														
				DIREZIONE X					DIREZIONE Y					
Piano	Quota	Peso	Variaz.	Tagliante	Spost.	Klat.	Variaz.	Teta	Tagliante	Spost.	Klat.	Variaz.	Teta	
N.ro	(m)	(t)	(%)	(t)	(mm)	(t/m)	(%)		(t)	(mm)	(t/m)	(%)		
1	31,65	622,38	0,0	486,30	2,69	180592	0,0	0,001	486,30	1,64	297297	0,0	0,001	

6.3.1 Dimensionamento della struttura fuori terra

Per il dimensionamento degli elementi fuori terra è stato considerato un ulteriore modello privo di vincoli esterni, e per il quale si è mantenuta la condizione di zero sismico disposto a piano campagna pari a 267.25m slm

6.4 Analisi dei carichi

6.4.1 Analisi delle azioni verticali

Peso proprio

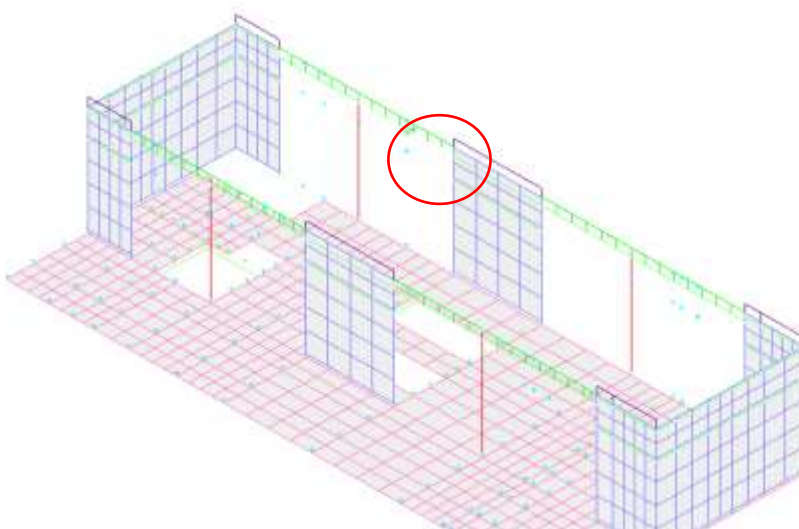
Il peso proprio degli elementi principali della struttura, viene calcolato in automatico dal programma, una volta assegnata la geometria dei vari elementi strutturali con i relativi materiali costituenti ($\gamma_{cls} = 25 \text{ kN/m}^3$ peso specifico del c.a.).

Azioni solaio di copertura quota+ 273.85 m slm

Solaio tipo Spiroll Luce 9.40m

Peso Proprio

- Peso proprio elementi in	c.a.p.	$h=30$	$= 3.62 \text{ kN/m}^2$
- Soletta di completamento,	$0.05 \times 25 \text{ kN/m}^3_{cls}$		$= 1.25 \text{ kN/m}^2$
Sommano propri			$= 4.90 \text{ kN/m}^2$

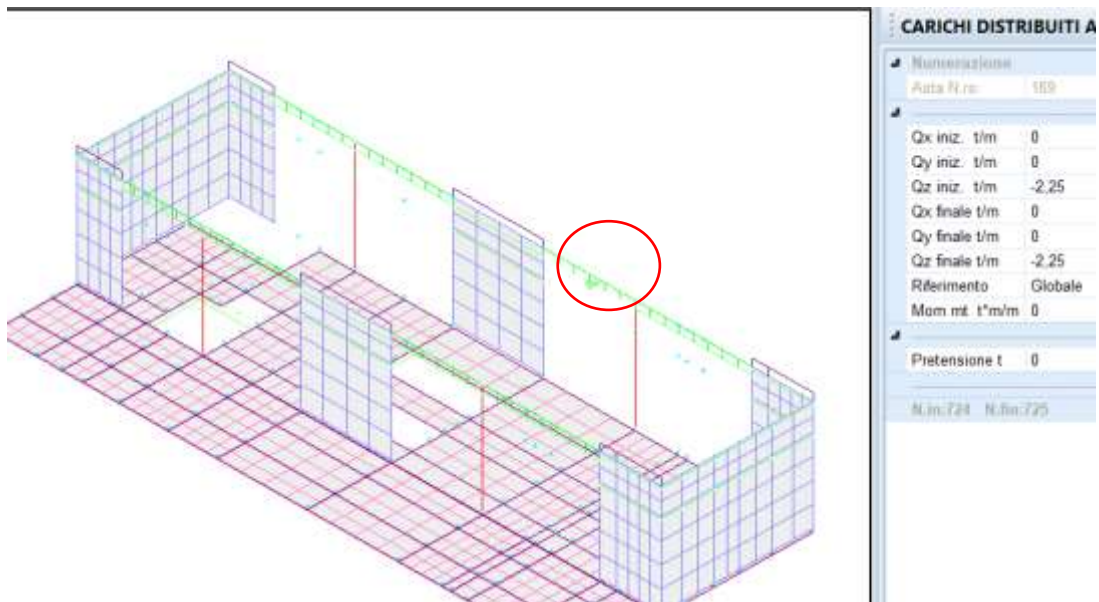


CARICHI DISTRIBUITI ASTE: COND. 1	
Numerazione	
Asta N. co	171
Carichi	
Qx iniz. t/m	0
Qy iniz. t/m	0
Qz iniz. t/m	-2.45
Qx finale t/m	0
Qy finale t/m	0
Qz finale t/m	-2.45
Riferimento	Globale
Mom mt t*m/m	0
Prestensione t	
	0
N. lin: 726 N. lin: 728	

Carico permanente solaio sulle aste e shells: $4.90\text{kN/m}^2 \times 10\text{m}/2 = 24.5 \text{ kN/m}$

Sovraccarico Permanente

- Massetto all. pendenze	14 kN/m^3	sp medio 10cm	= 1.40 kN/m^2
- Impianti			= $1,00 \text{ kN/m}^2$
- Massetto igloo h=14 +consumo cls raso			= $1,70 \text{ kN/m}^2$
- Guaina			= $0,40 \text{ kN/m}^2$
Sommano portati			= 4.50 kN/m^2



Sovraccarico permanente solaio sulle aste e shells: $4.50\text{kN/m}^2 \times 10\text{m}/2 = 2.25 \text{ kN/m}$

- Carico accidentale coperture	0.5 kN/m^2	= 0.50 kN/m^2
- Carico <i>accidentale Neve</i>		= $1,14 \text{ kN/m}^2$

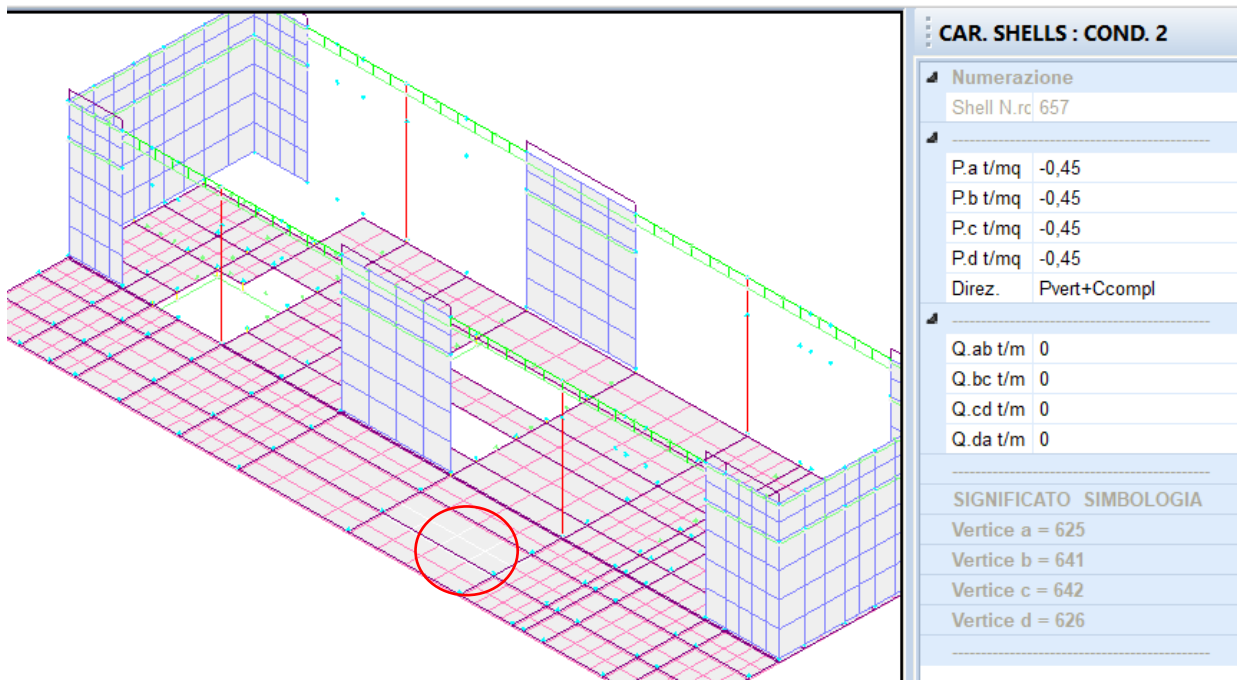
Piastre piano 267.25m slm

Piastra h=40cm area esterna non carrabile

Sovraccarico Permanente

- Massetto all. pendenze	14 kN/m^3	sp medio 10cm	= 1.40 kN/m^2
--------------------------	---------------------	---------------	-------------------------

- Impianti	= 1,00 kN/m ²
- Massetto igloo h=14 +consumo cls raso	= 1,70 kN/m ²
- Guaina	= 0,40 kN/m ²
Sommano portati	= 4.50 kN/m²



- Carico accidentale coperture	= 1.00 kN/m ² .
- Carico accidentale Neve	= 1,14 kN/m ² .

Piastra h=40cm area interna non carrabile

Sovraccarico Permanente

- Massetto spessore medio 6cm	= 1.40 kN/m ²
- Carico accidentale categ. E2 tab 3.1 II	= 3.00 kN/m ² .

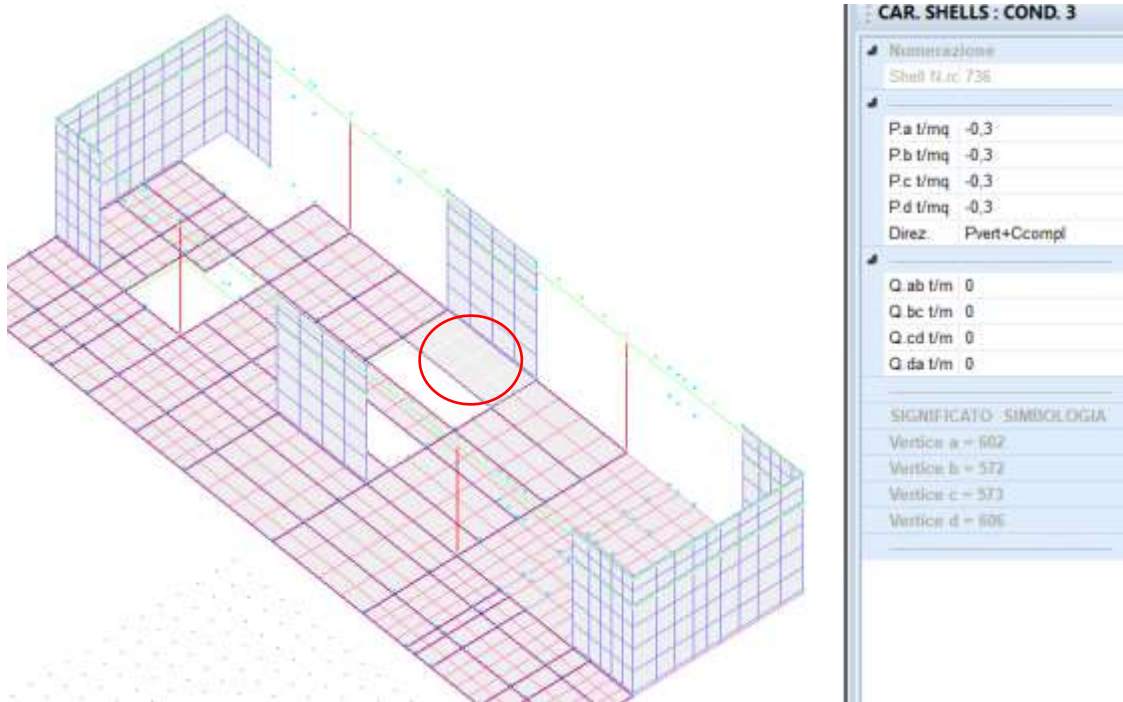


Figura 6.9 - Sovraccarico Accidentale area non carrabile

Piastra h=40cm area interna carrabile

Sovraccarico Permanente

- Massetto all pendenze 14 kN/m^3 sp medio 10cm = 1.40 kN/m^2
- Carico accidentale autocarro = 20.00 kN/m^2

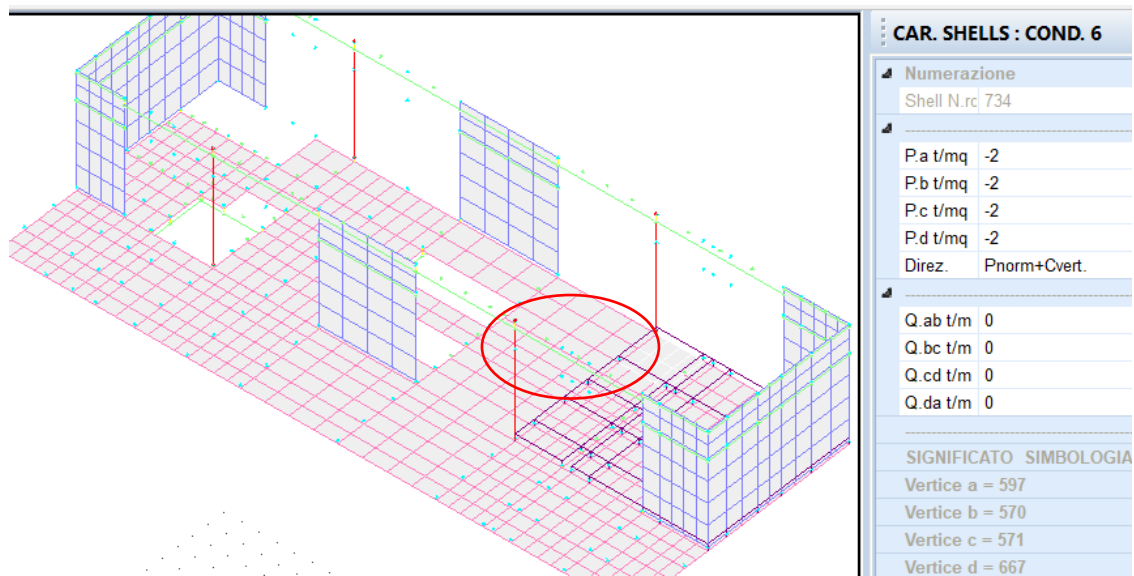


Figura 6.10 - Sovraccarico Accidentale area carrabile

Piastre piano 261.70 – 256.30 – 250.90m slm

Piastra h=40cm area interna non carrabile

Sovraccarico Permanente

- Massetto sp medio 6cm = 1.40 kN/m²
- Carico accidentale categ. E2 tab 3.1 II = 3.00 kN/m².

Piastra di fondazione 244.20m slm

Piastra lato savanella idraulica

- Altezza media cls riportato 2.30m ×25 kN/m³ = 57.5 kN/m²

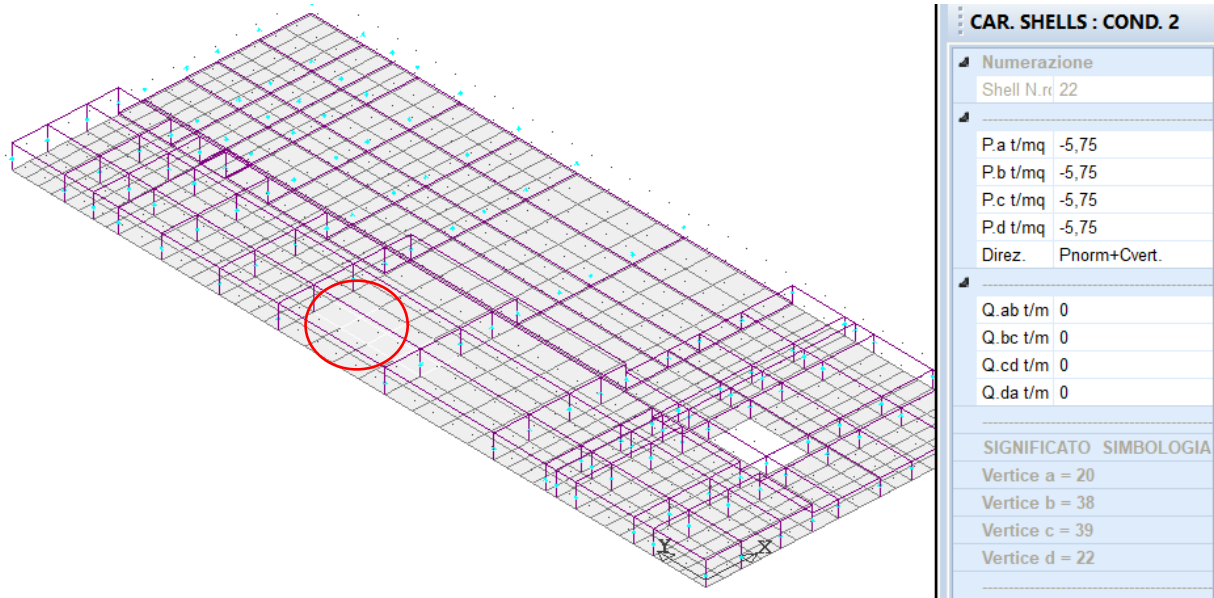
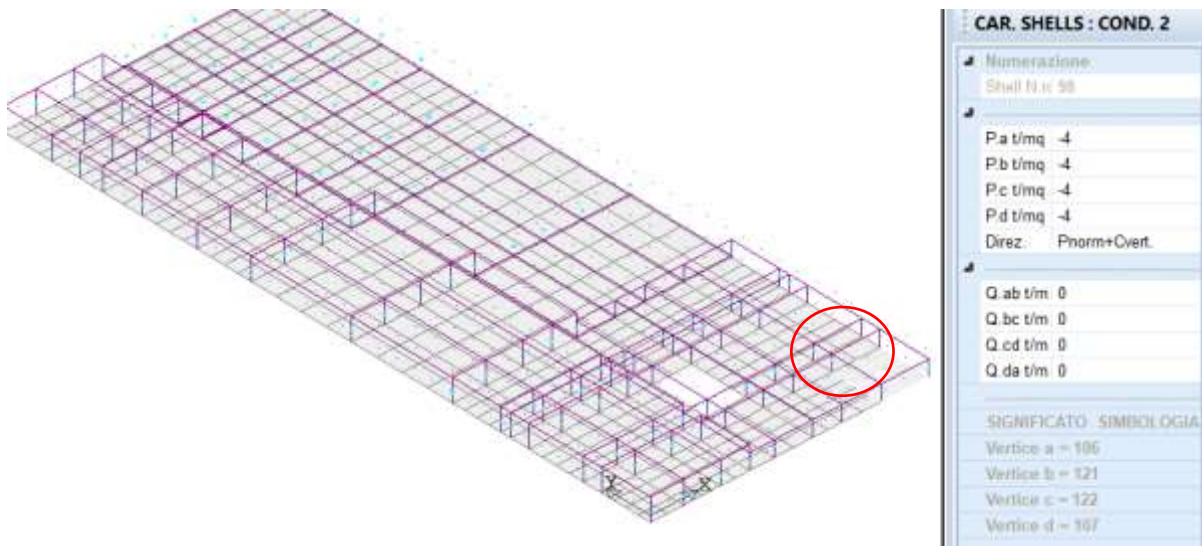


Figura 6.11 - Piastra lato calice di scarico

- Altezza media cls riportato $1.60\text{m} \times 25 \text{ kN/m}^3$ = $40,0 \text{ kN/m}^2$



Tirante idraulico medio 1.20m

- Altezza media idrica $1.20\text{m} \times 10 \text{ kN/m}^3$ = $10,0 \text{ kN/m}^2$

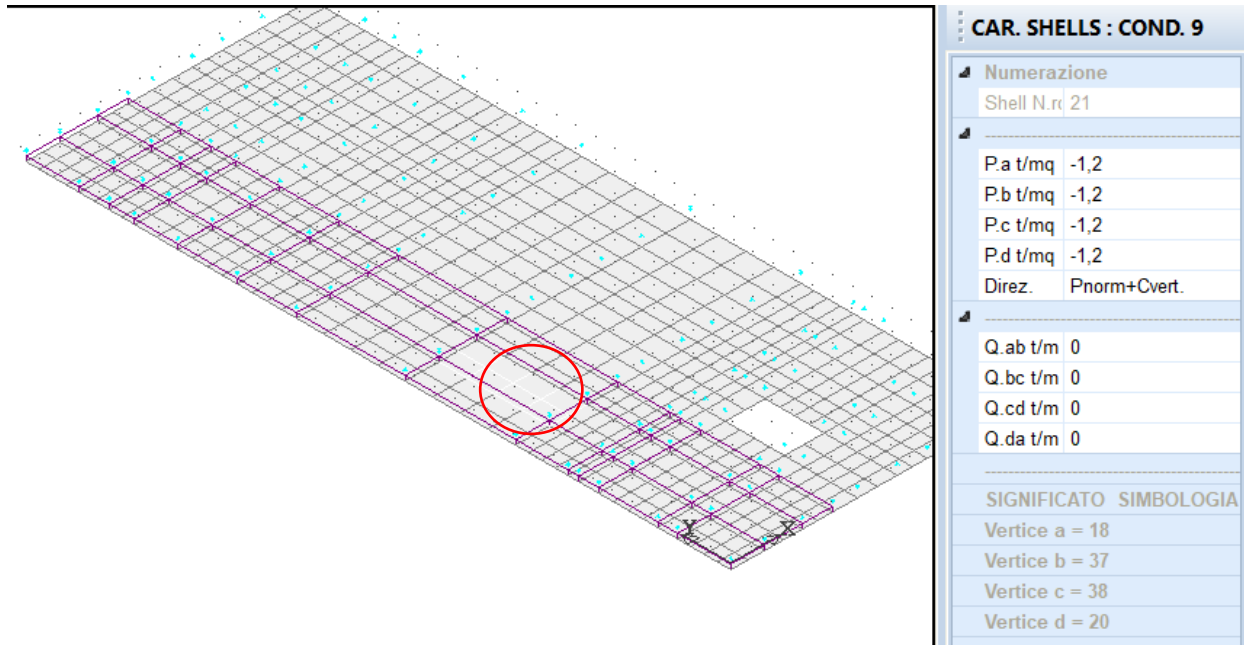


Figura 6.12 – Tirante idraulico medio

Piastra lato piping

- Carico tubazioni come distribuito

= 4.00 kN/m²

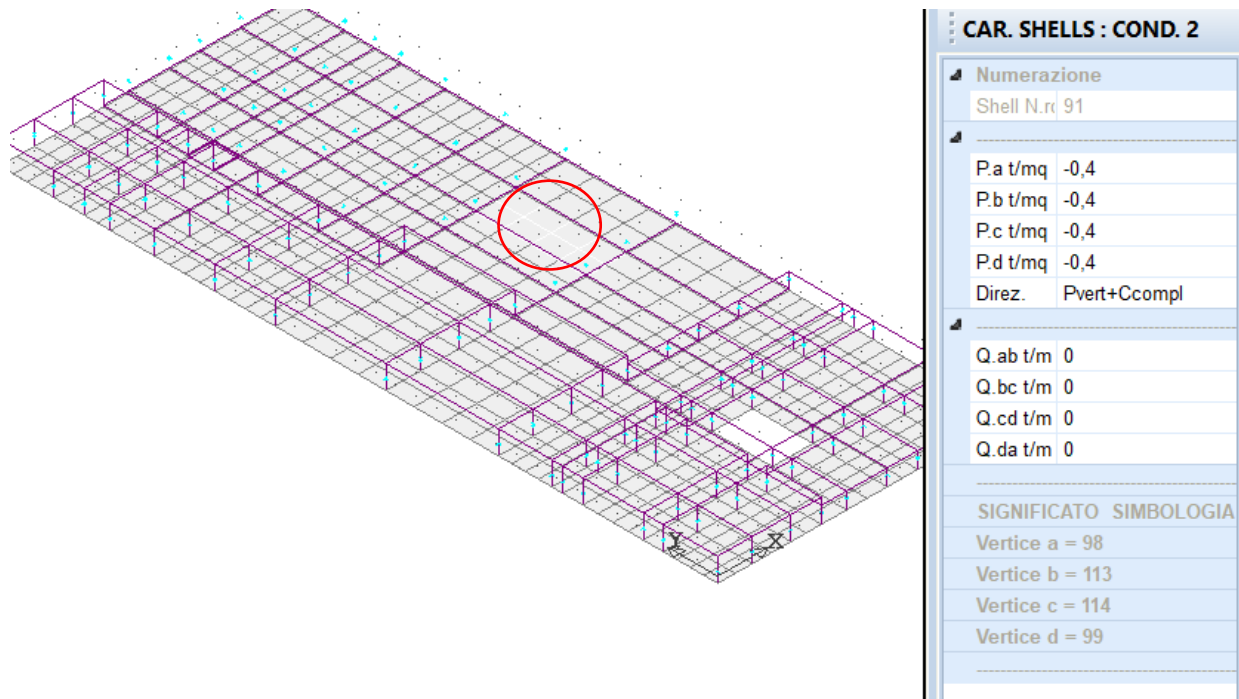


Figura 6.13 – carico piping

6.4.2 Azioni sulle pareti Laterali

Parete lato area di estrazione della TBM

Per detta parete è stato considerato un andamento delle tensioni orizzontali per un terreno rimaneggiato con le seguenti proprietà meccaniche:

- Peso terreno saturo $\gamma_{\text{sat}} = 19 \text{ kN/m}^3$;
- angolo d'attrito interno $\phi' = 26^\circ$
- Coesione efficace $c' = 0$
- sovraccarico accidentale sul terreno $= 20 \text{ kN/m}^2$

- falda = assente

Combinazione A1-M1

$$\sigma_{hM1} (z = 7.75 \text{ m}) = K_{0M1} \cdot \gamma_{nat} \cdot z = 0,562 \cdot 19 \cdot 7,75 = \mathbf{82.7 \text{ kN/m}^2}$$

$$\sigma_{hM1} (z = 12.95 \text{ m}) = K_{0M1} \cdot \gamma_{nat} \cdot z = 0,562 \cdot 19 \cdot 12.95 = \mathbf{138.2 \text{ kN/m}^2}$$

$$\sigma_{hM1} (z = 18.35 \text{ m}) = K_{0M1} \cdot \gamma_{nat} \cdot z = 0,562 \cdot 19 \cdot 18.35 = \mathbf{195.8 \text{ kN/m}^2}$$

$$\sigma_{hM1} (z = 25.05 \text{ m}) = K_{0M1} \cdot \gamma_{nat} \cdot z = 0,562 \cdot 19 \cdot 25.05 = \mathbf{267.3 \text{ kN/m}^2}$$

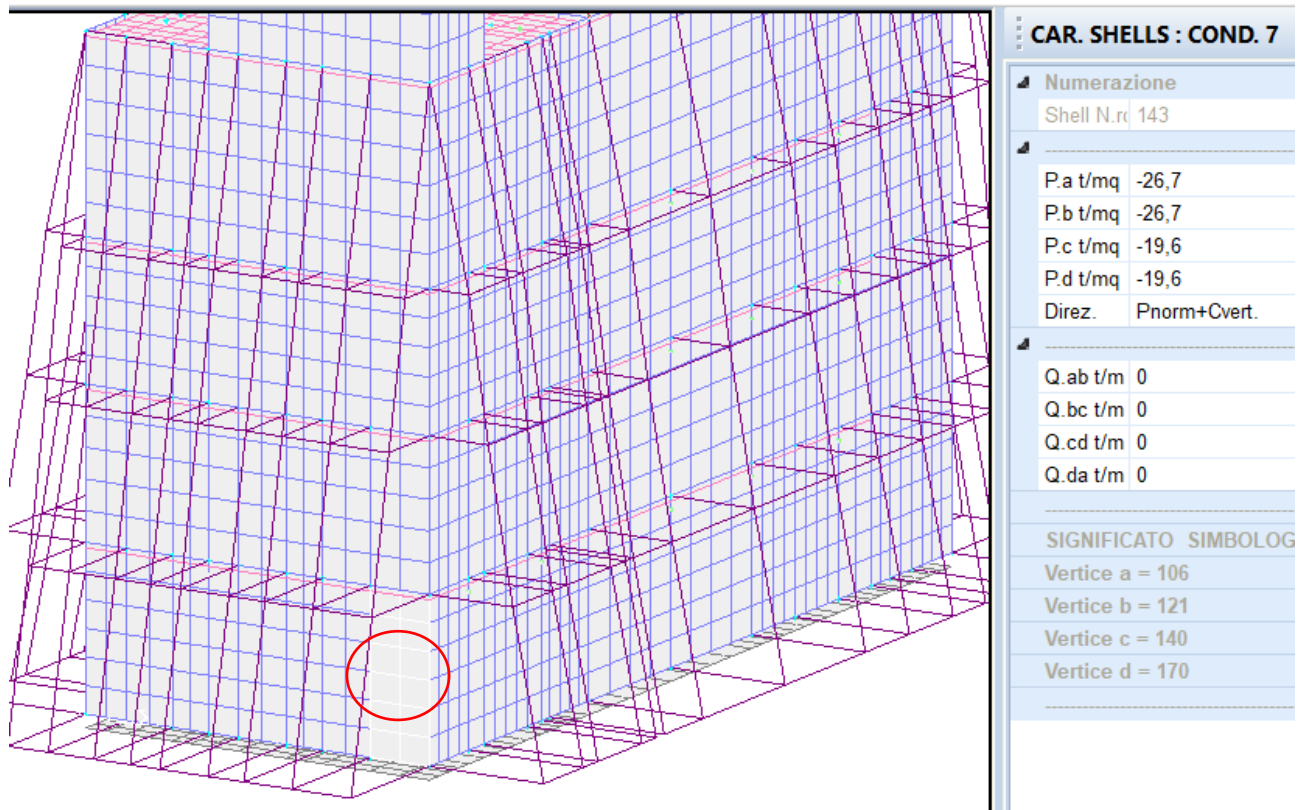


Figura 6.14 – Andamento pressioni terreno lato recupero TBM

Pareti lati rimanenti

Per detta parete è stato considerato un andamento delle tensioni orizzontali per un terreno compattato in situ con le seguenti proprietà meccaniche:

- Peso terreno saturo $\gamma_{\text{sat}} = 19 \text{ kN/m}^3$;
- angolo d’attrito interno $\phi' = 30^\circ$
- Coesione efficace $c' = 0$
- sovraccarico accidentale sul terreno $= 20 \text{ kN/m}^2$
- falda $= \text{assente}$

Combinazione A1-M1

$$\sigma_{hM1} (z = 7.75 \text{ m}) = K_{0M1} \cdot \gamma_{\text{nat}} \cdot z = 0,412 \cdot 19 \cdot 7,75 = \mathbf{73.6 \text{ kN/m}^2}$$

$$\sigma_{hM1} (z = 12.95 \text{ m}) = K_{0M1} \cdot \gamma_{\text{nat}} \cdot z = 0,412 \cdot 19 \cdot 12.95 = \mathbf{123.0 \text{ kN/m}^2}$$

$$\sigma_{hM1} (z = 18.35 \text{ m}) = K_{0M1} \cdot \gamma_{\text{nat}} \cdot z = 0,412 \cdot 19 \cdot 18.35 = \mathbf{174.3 \text{ kN/m}^2}$$

$$\sigma_{hM1} (z = 25.05 \text{ m}) = K_{0M1} \cdot \gamma_{\text{nat}} \cdot z = 0,412 \cdot 19 \cdot 25.05 = \mathbf{238.0 \text{ kN/m}^2}$$

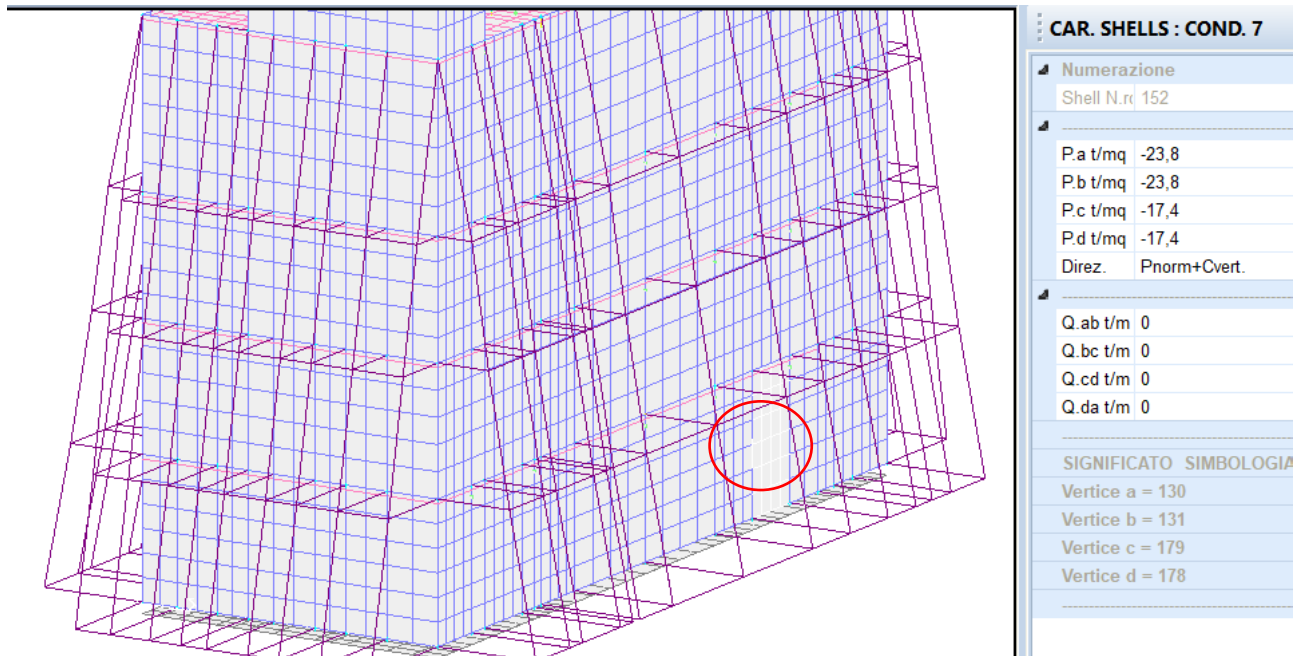


Figura 6.15 – Andamento pressioni terreno lati restanti

Incremento di spinta del terreno per sovraccarico

Pareti

Combinazione A1-M1

$$\Delta\sigma_h(z) = K_{0M1} \cdot q_{acc} = 0,562 \cdot 20 = 11.2 \text{ kN/m}^2$$

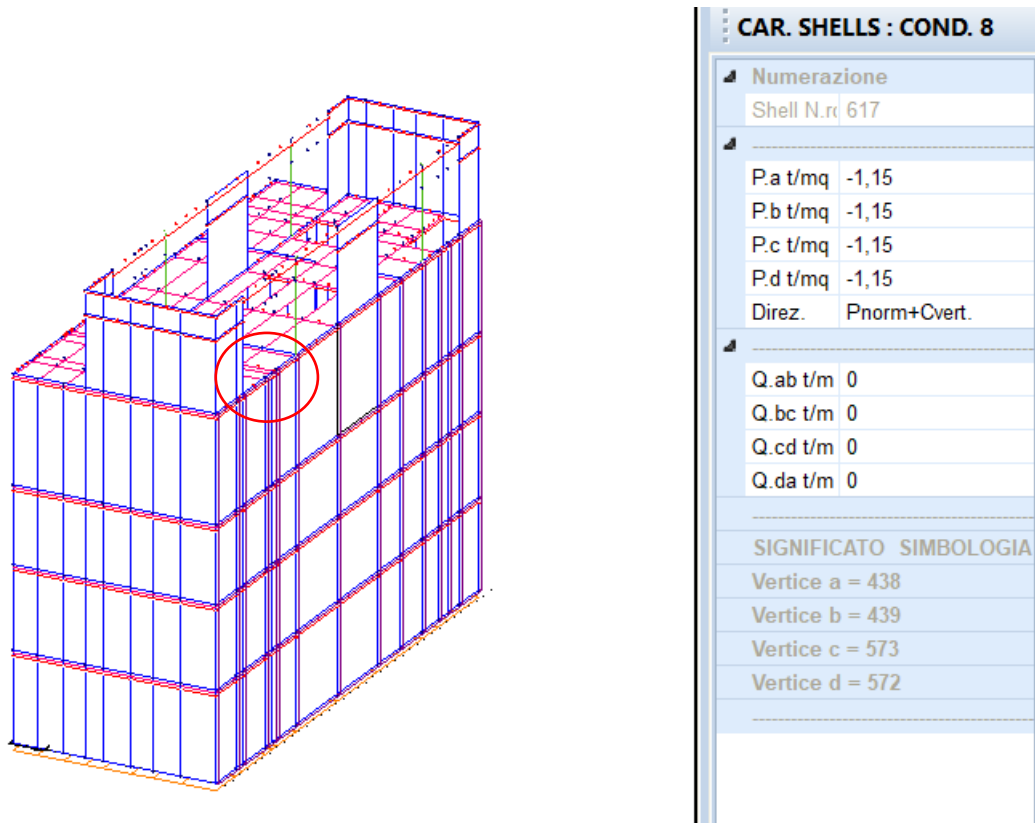


Figura 6.16 – Incremento pressione litostatica per presenza di sovraccarico

Spinta dinamica del terreno

$$p_E(h = 25.05 \text{ m}) = k_h \cdot \gamma \cdot h = 0,412 \cdot 19 \cdot 25.05 = 196.1 \text{ kN/m}^2$$

Il valore di k_h è preso direttamente della RSL per $T=0.01$ sec si ha $Se(g) = 0.412g$

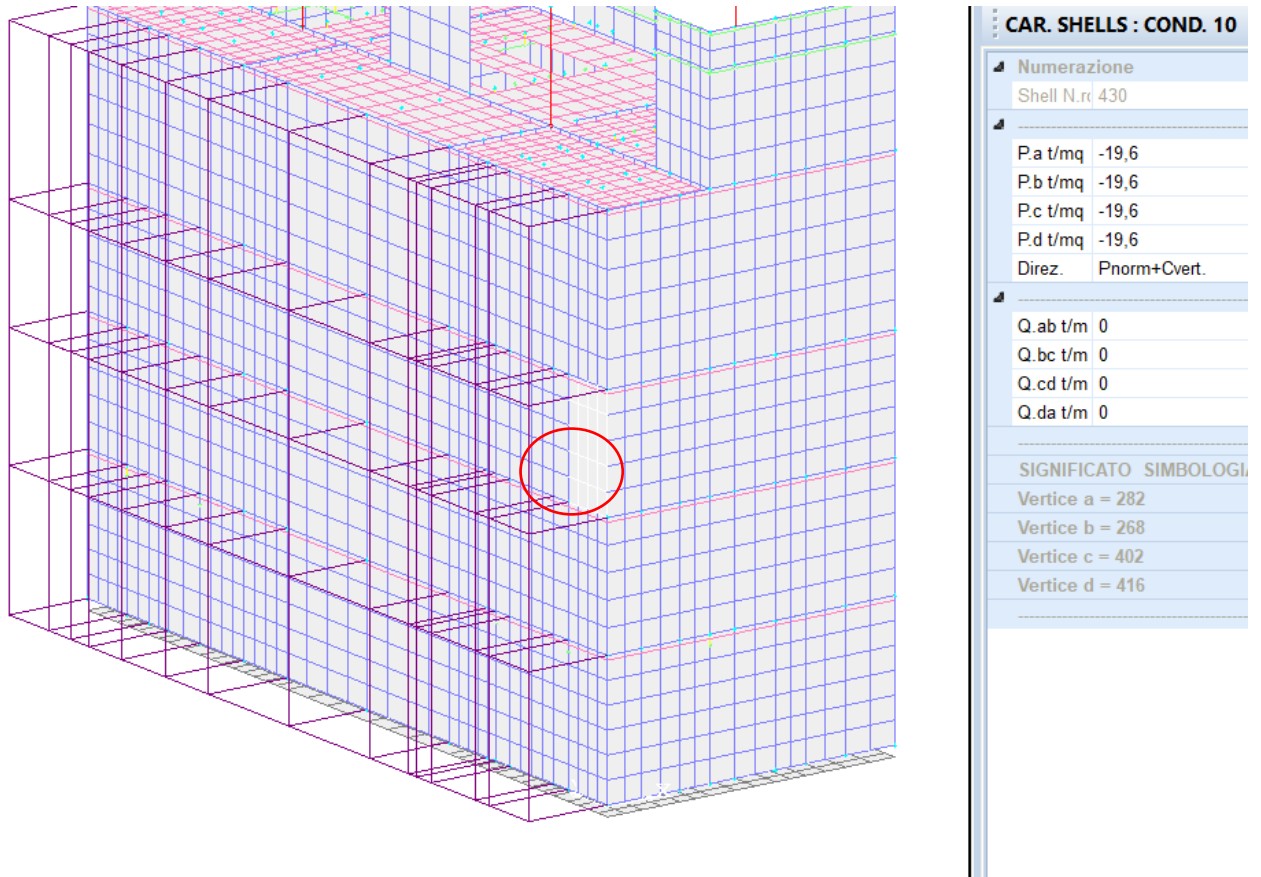


Figura 6.17 – pressione sismica del terreno in direzione X

6.5 Spettri di progetto

Lo spettro di progetto è stato implementato sul modello di calcolo inserendo 30 punti dello spettro proveniente dalla analisi di Risposta Sismica Locale sul piano di coordinate $S_e(g)$ e T , per gli stati limite di riferimento SLD ed SLV.

6.5.1 Spettro di Risposta SLD

analisi RSL	
Periodo (sec)	Se (g)
0,010	0,185
0,012	0,185
0,015	0,187
0,018	0,189
0,022	0,193
0,027	0,199
0,033	0,217
0,040	0,310
0,048	0,302
0,059	0,322
0,071	0,394
0,087	0,578
0,106	0,635
0,129	0,535
0,157	0,455
0,191	0,398
0,233	0,362
0,283	0,304
0,345	0,277
0,420	0,220

0,511	0,165
0,622	0,135
0,757	0,115
0,922	0,087
1,122	0,074
1,366	0,056
1,663	0,045
2,024	0,038
2,464	0,030
3,000	0,019

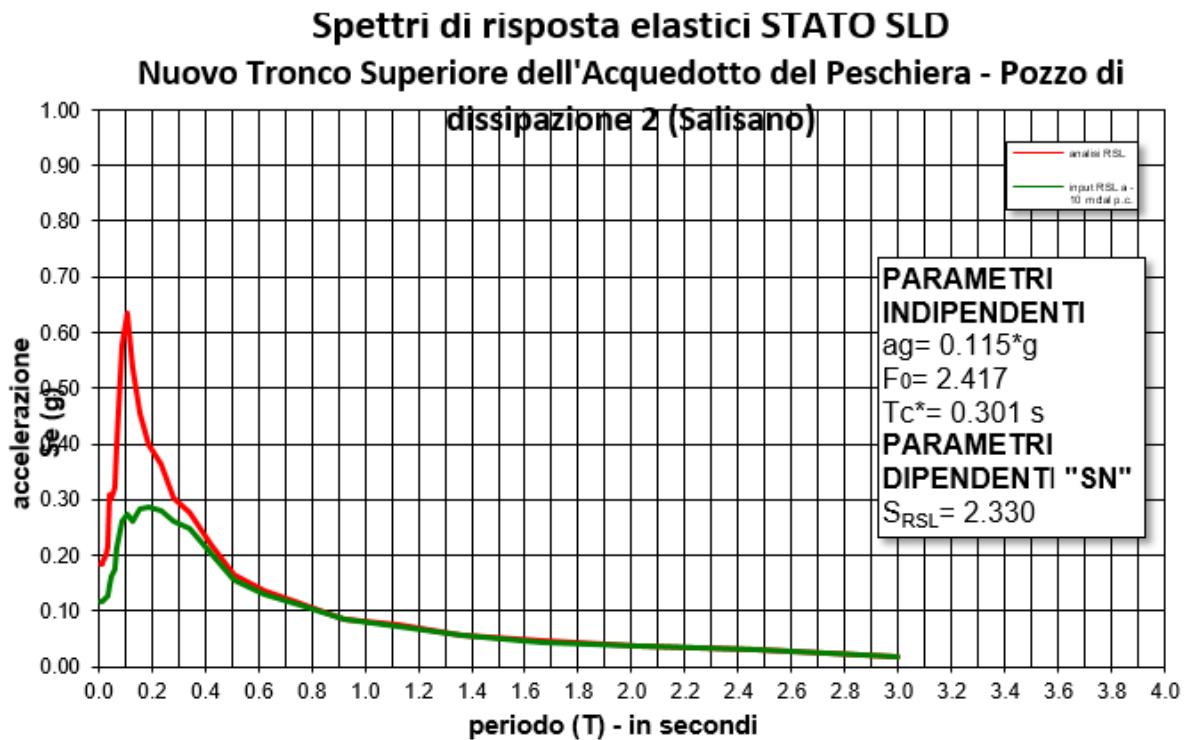


Figura 6.18 – Spettri di risposta da RSL . Stato SLD

6.5.2 Spettro di Risposta SLV

Di seguito si riportano i valori dello spettro SLV in X e in Y per 30 punti, implementato nel modello FEM per la analisi lineare pseudostatica

analisi RSL S.L.V.	
Periodo (sec)	Se (g)
0,010	0,412
0,012	0,413
0,015	0,416
0,018	0,421
0,022	0,428
0,027	0,444
0,033	0,477
0,040	0,648
0,048	0,742
0,059	0,728
0,071	0,818
0,087	1,059
0,106	1,199
0,129	1,190

0,157	1,011
0,191	0,781
0,233	0,782
0,283	0,710
0,345	0,645
0,420	0,506
0,511	0,379
0,622	0,298
0,757	0,255
0,922	0,197
1,122	0,152
1,366	0,115
1,663	0,098
2,024	0,075
2,464	0,062
3,000	0,044

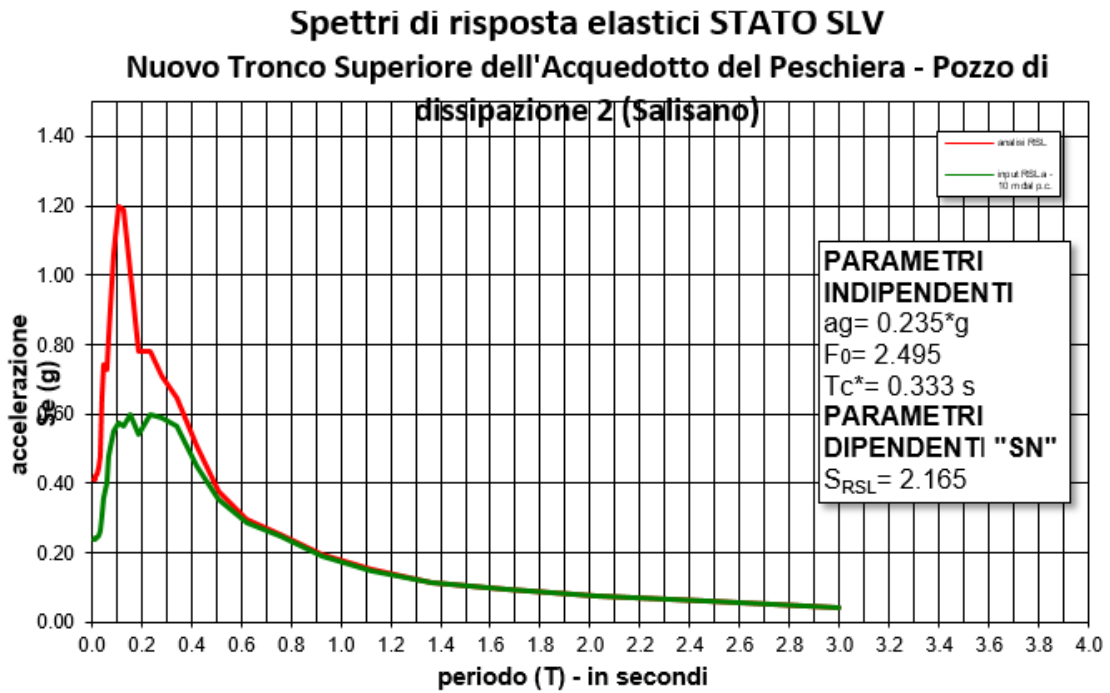


Figura 6.19 – Spettri di risposta da RSL . SLV X -Y

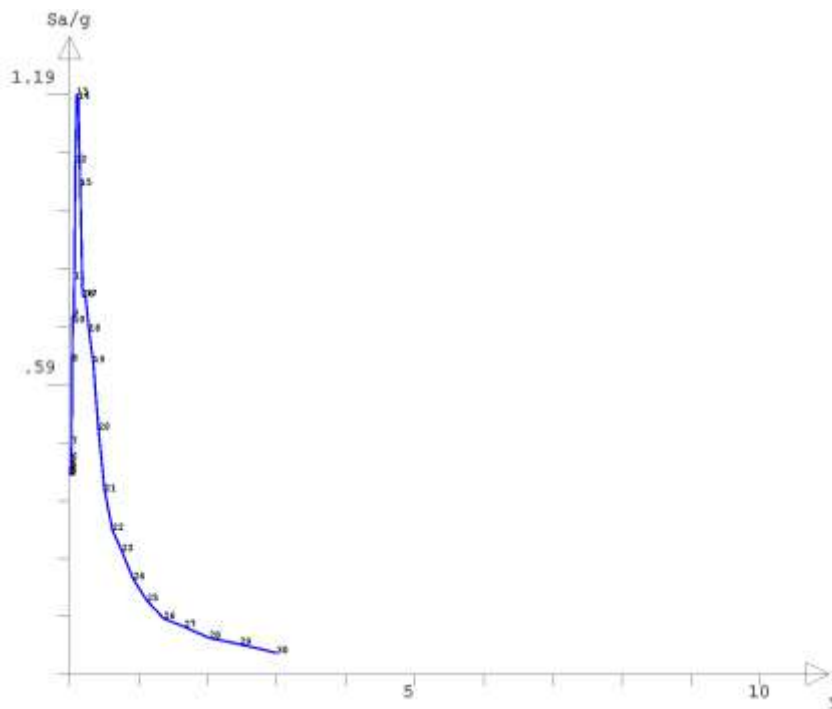


Figura 6.20 – Spettro di risposta da RSL . SLV X -Y

6.5.3 Spettro di Progetto

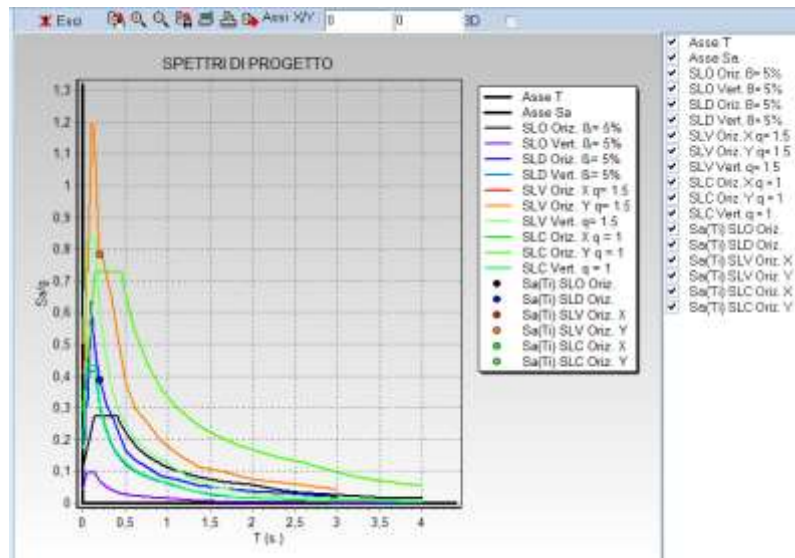


Figura 6.21 – Spettro di progetto

DATI GENERALI DI STRUTTURA			
DATI GENERALI DI STRUTTURA			
Massima dimens. dir. X (m)	14,30	Altezza edificio (m)	31,65
Massima dimens. dir. Y (m)	35,70	Differenza temperatura(°C)	15
PARAMETRI SISMICI			
Vita Nominale (Anni)	100	Classe d' Uso	IV Cu=2.0
Longitudine Est (Grd)	12,73351	Latitudine Nord (Grd)	42,25521
Categoria Suolo	B	Coeff. Condiz. Topogr.	1,00000
Sistema Costruttivo Dir.1	Utente	Sistema Costruttivo Dir.2	Utente

Regolarita' in Altezza	NO(KR=.8)	Regolarita' in Pianta	NO
Direzione Sisma (Grd)	0	Sisma Verticale	ASSENTE
Effetti P/Delta	NO	Quota di Zero Sismico (m)	25,05000
PARAMETRI SPETTRO ELASTICO - SISMA S.L.D.			
Probabilita' Pvr	0,63	Periodo di Ritorno Anni	201,00
Accelerazione Ag/g	0,12	Periodo T'c (sec.)	0,30
Fo	2,42	Fv	1,11
Fattore Stratigrafia'Ss'	1,20	Periodo TB (sec.)	0,14
Periodo TC (sec.)	0,42	Periodo TD (sec.)	2,06
PARAMETRI SPETTRO ELASTICO - SISMA S.L.V.			
Probabilita' Pvr	0,10	Periodo di Ritorno Anni	1898,00
Accelerazione Ag/g	0,23	Periodo T'c (sec.)	0,33
Fo	2,50	Fv	1,63
Fattore Stratigrafia'Ss'	1,17	Periodo TB (sec.)	0,15
Periodo TC (sec.)	0,46	Periodo TD (sec.)	2,54
PARAMETRI SISTEMA COSTRUTTIVO ESPLICITO - D I R. 1			
Fattore di comportam 'q'	1,50		
PARAMETRI SISTEMA COSTRUTTIVO ESPLICITO - D I R. 2			
Fattore di comportam 'q'	1,50		
COEFFICIENTI DI SICUREZZA PARZIALI DEI MATERIALI			
Acciaio per CLS armato	1,15	Calcestruzzo CLS armato	1,50

DATI GENERALI DI STRUTTURA
DATI DI CALCOLO PER AZIONE NEVE

Zona Geografica	II	Coefficiente Termico	1,00
Altitudine sito s.l.m. (m)	400	Coefficiente di forma	0,80
Tipo di Esposizione	Normale	Coefficiente di esposizione	1,00
Carico di riferimento kg/mq	143	Carico neve di calcolo kg/mq	114,00
<p>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</p>			

SPETTRO DI PROGETTO ORIZZONTALE - S.L.D.

Vert. N.ro	Periodo T(s)	Sd/g		Vert. N.ro	Periodo T(s)	Sd/g
1	0,01	0,185		2	0,01	0,185
3	0,01	0,187		4	0,02	0,189
5	0,02	0,193		6	0,03	0,199
7	0,03	0,217		8	0,04	0,310
9	0,05	0,302		10	0,06	0,322
11	0,07	0,394		12	0,09	0,578
13	0,11	0,635		14	0,13	0,535
15	0,16	0,455		16	0,19	0,398
17	0,23	0,362		18	0,28	0,304
19	0,34	0,277		20	0,42	0,220
21	0,51	0,165		22	0,62	0,135
23	0,76	0,115		24	0,92	0,087

SPETTRO DI PROGETTO ORIZZONTALE - S.L.D.

Vert. N.ro	Periodo T(s)	Sd/g		Vert. N.ro	Periodo T(s)	Sd/g
25	1,12	0,074		26	1,37	0,056
27	1,66	0,045		28	2,02	0,038
29	2,46	0,030		30	3,00	0,019

SPETTRO DI PROGETTO ORIZZONTALE - S.L.V. - DIREZIONE X

Vert. N.ro	Periodo T(s)	Sd/g		Vert. N.ro	Periodo T(s)	Sd/g
1	0,01	0,412		2	0,01	0,413
3	0,01	0,416		4	0,02	0,421
5	0,02	0,428		6	0,03	0,444
7	0,03	0,477		8	0,04	0,648
9	0,05	0,742		10	0,06	0,728
11	0,07	0,818		12	0,09	1,059
13	0,11	1,199		14	0,13	1,190
15	0,16	1,011		16	0,19	0,781
17	0,23	0,782		18	0,28	0,710
19	0,34	0,645		20	0,42	0,506
21	0,51	0,379		22	0,62	0,298
23	0,76	0,255		24	0,92	0,197
25	1,12	0,152		26	1,37	0,115
27	1,66	0,098		28	2,02	0,075

SPETTRO DI PROGETTO ORIZZONTALE - S.L.V. - DIREZIONE X

Vert. N.ro	Periodo T(s)	Sd/g		Vert. N.ro	Periodo T(s)	Sd/g
29	2,46	0,062		30	3,00	0,044

SPETTRO DI PROGETTO ORIZZONTALE - S.L.V. - DIREZIONE Y

Vert. N.ro	Periodo T(s)	Sd/g		Vert. N.ro	Periodo T(s)	Sd/g
1	0,01	0,412		2	0,01	0,413
3	0,01	0,416		4	0,02	0,421
5	0,02	0,428		6	0,03	0,444
7	0,03	0,477		8	0,04	0,648
9	0,05	0,742		10	0,06	0,728
11	0,07	0,818		12	0,09	1,059
13	0,11	1,199		14	0,13	1,190
15	0,16	1,011		16	0,19	0,781
17	0,23	0,782		18	0,28	0,710
19	0,34	0,645		20	0,42	0,506
21	0,51	0,379		22	0,62	0,298
23	0,76	0,255		24	0,92	0,197
25	1,12	0,152		26	1,37	0,115
27	1,66	0,098		28	2,02	0,075
29	2,46	0,062		30	3,00	0,044

6.6 Combinazioni di carico

Come anticipato la struttura è stata modellata conducendo separatamente combinazioni di carico con sisma nelle sue direzioni principali. In particolare, data la simmetria della struttura, delle condizioni di vincolo e di carico si è fatto riferimento alle due direzioni principali X ed Y considerando

6.6.1 Combinazioni di carico SLU/SLV

COMBINAZIONI CARICHI A1 - S.L.V. / S.L.D.										
DESCRIZIONI	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Peso Strutturale	1,30	1,30	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Perm.Non Strutturale	1,50	1,50	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Var.Bibl.Arch.	1,50	1,50	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
Var.Neve h<=1000	0,75	1,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Var.Coperture	1,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Acc Autocarro	1,50	0,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Spinta Terra M1	1,30	1,30	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Acc M1	1,50	1,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Acqua	1,30	1,30	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Sisma Terra X	0,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,30	0,30	0,30	0,30
Sisma Terra -X	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sisma Terra Y	0,00	0,00	0,30	0,30	0,30	0,30	1,00	1,00	1,00	1,00
Sisma Terra -Y	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Corr. Tors. dir. 0	0,00	0,00	1,00	-1,00	1,00	-1,00	0,30	-0,30	0,30	-0,30
Corr. Tors. dir. 90	0,00	0,00	0,30	0,30	-0,30	-0,30	1,00	1,00	-1,00	-1,00
Sisma direz. grd 0	0,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,30	0,30	0,30	0,30
Sisma direz. grd 90	0,00	0,00	0,30	0,30	0,30	0,30	1,00	1,00	1,00	1,00

6.6.2 Combinazioni di carico SLE

COMBINAZIONI RARE - S.L.E.	
DESCRIZIONI	1
Peso Strutturale	1,00
Perm.Non Strutturale	1,00
Var.Bibl.Arch.	1,00
Var.Neve h<=1000	0,50
Var.Coperture	0,00
Acc Autocarro	1,00
Spinta Terra M1	1,00
Acc M1	1,00
Acqua	1,00
Sisma Terra X	0,00
Sisma Terra -X	0,00
Sisma Terra Y	0,00
Sisma Terra -Y	0,00
Corr. Tors. dir. 0	0,00
Corr. Tors. dir. 90	0,00
Sisma direz. grd 0	0,00
Sisma direz. grd 90	0,00

COMBINAZIONI FREQUENTI - S.L.E.	
DESCRIZIONI	1
Peso Strutturale	1,00
Perm.Non Strutturale	1,00
Var.Bibl.Arch.	0,90
Var.Neve h<=1000	0,20
Var.Coperture	0,00
Acc Autocarro	0,90

COMBINAZIONI FREQUENTI - S.L.E.

DESCRIZIONI	1
Spinta Terra M1	1,00
Acc M1	0,90
Acqua	1,00
Sisma Terra X	0,00
Sisma Terra -X	0,00
Sisma Terra Y	0,00
Sisma Terra -Y	0,00
Corr. Tors. dir. 0	0,00
Corr. Tors. dir. 90	0,00
Sisma direz. grd 0	0,00
Sisma direz. grd 90	0,00

COMBINAZIONI PERMANENTI - S.L.E.

DESCRIZIONI	1
Peso Strutturale	1,00
Perm.Non Strutturale	1,00
Var.Bibl.Arch.	0,80
Var.Neve h<=1000	0,00
Var.Coperture	0,00
Acc Autocarro	0,80
Spinta Terra M1	1,00
Acc M1	0,80
Acqua	1,00
Sisma Terra X	0,00
Sisma Terra -X	0,00
Sisma Terra Y	0,00
Sisma Terra -Y	0,00
Corr. Tors. dir. 0	0,00
Corr. Tors. dir. 90	0,00
Sisma direz. grd 0	0,00
Sisma direz. grd 90	0,00

6.7 Valutazione della costante di sottofondo

Per l’analisi della costante di sotto fondo si riportano di seguito le formulazioni adottate per la sua stima preliminare, utilizzando l’espressione di Vesics (1961), ripresa successivamente da Bowles e Lancellotta:

essendo B = larghezza della fondazione

$$\text{mentre } K'_s = 0.65 \sqrt[12]{\frac{E_s \cdot B^4}{E_f \cdot J_f} \cdot \frac{E_s}{1-\nu^2}}$$

essendo: E_s modulo di Young del terreno o modulo elastico

E_f modulo di Young della fondazione

J_f = modulo di inerzia della fondazione

ν = modulo o coefficiente di Poisson

Bowles (1988) propone la seguente relazione:

$$K_s = \frac{E_s}{B \cdot (1 - \nu^2) \cdot I_s \cdot I_f}$$

il coefficiente di influenza $I_s = I_1 + \frac{1-2\nu}{1-\nu} \cdot I_2$

dove $I_1 = \frac{H}{B'}$ dove H è lo spessore dello strato compressibile pari a 5B mentre B' è la larghezza corrispondente al punto centrale della fondazione, ovvero B/2.

$I_2 = \frac{L}{B}$ dove L è la lunghezza della fondazione e B la larghezza.

La formula di partenza può essere semplificata come

$$K_s = \frac{E_s}{B \cdot (1 - \nu^2)}$$

Essa può essere ulteriormente semplificata come:

$$K_s = 0.7 E_s$$

Si ottiene quanto segue

L fondazione	36,7	3670 cm
B fondazione	15,3	1530 cm
h fondazione	1	100 cm

Mod Elas terreno	Es	103610 kg/cm ²
Mod Calcestruzzo	Ef	313000 kg/cm ²
Mod Inerzia Fondazione	Jf	127500000 cm ⁴
Poisson	v	0,2

VESIC	
K's	155645,49
Kw =	101,73 kg/cm ³

Per la costante di sottofondo orizzontale si è ipotizzato per la stessa un valore pari

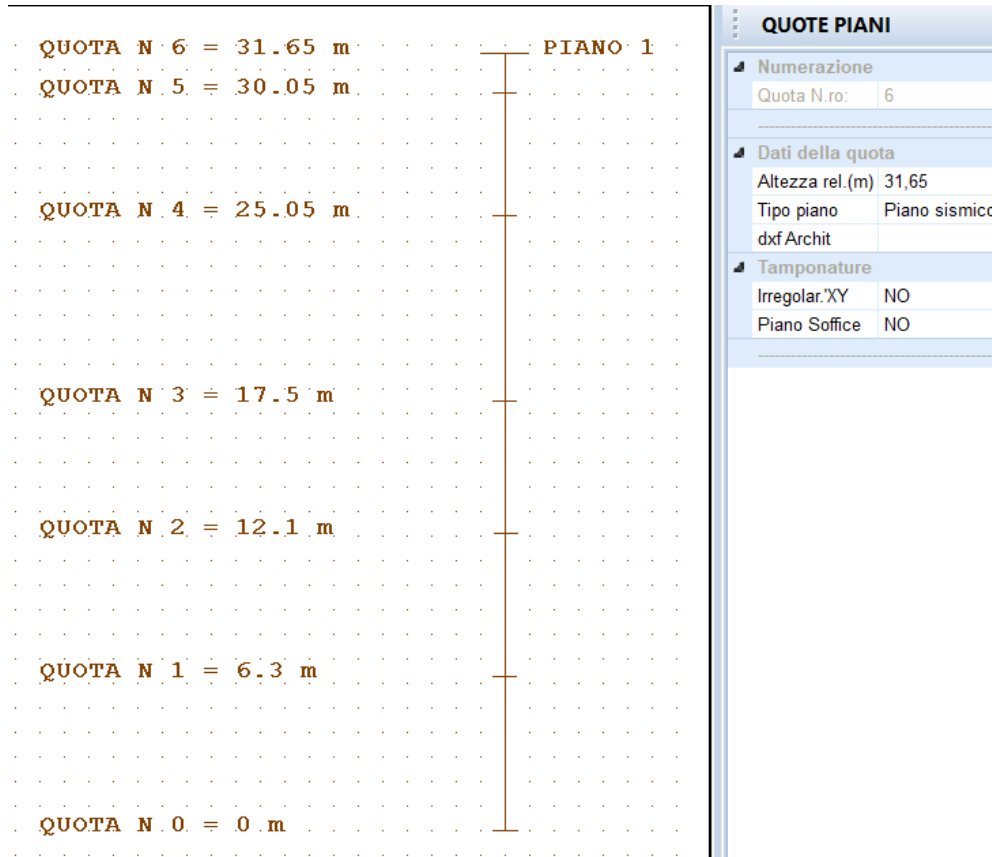
- $K_{w \text{ orizz}} = 80 \text{ kg/cm}^3$

che corrisponde al un vincolo orizzontale a spostamento nullo, avendo tenuto conto del fatto che per la fondazione in essere si possano escludere traslazioni orizzontali

6.8 Analisi strutturale sismica

Come accennato è stata condotta una analisi lineare pseudostatica, dove:

- fattore di struttura $q = 1.50$
- zero sismico quota: 25.05m corrispondente al piano a quota 269.10m slm, quota del piazzale



- Tabulato BARICENTRI MASSE E RIGIDENZE

PIANO	: Numero del piano sismico
QUOTA	: Altezza del piano dallo spiccatto di fondazione
PESO	: Peso sismico di piano (peso proprio, carichi permanenti e aliquota dei sovraccarichi variabili)
XG	: Ascissa del baricentro delle masse rispetto all’origine del sistema di riferimento globale
YG	: Ordinata del baricentro delle masse rispetto all’origine del sistema di riferimento globale
XR	: Ascissa del baricentro delle rigidzze rispetto all’origine del sistema di riferimento globale
YR	: Ordinata del baricentro delle rigidzze rispetto all’origine del sistema di riferimento globale
DX	: Scostamento in ascissa del baricentro delle rigidzze rispetto a quello delle masse (XR – XG)
DY	: Scostamento in ordinata del baricentro delle rigidzze rispetto a quello delle masse

($YR - YG$)

Lpianta	: Dimensione in pianta del piano nella direzione ortogonale al primo sisma
Bpianta	: Dimensione in pianta del piano nella direzione ortogonale al secondo sisma
RigFleX	: Rigidezza flessionale di piano nella direzione primo sisma. E' calcolata come rapporto fra la forza unitaria applicata sul baricentro delle masse del piano in direzione del primo sisma e la differenza di spostamento, sempre nella direzione del sisma, fra il piano in questione e quello sottostante.
RigFleY	: Rigidezza flessionale di piano nella direzione secondo sisma
RigTors	: Rigidezza torsionale di piano
r/Is	: Rapporto di piano per determinare se una struttura è deformabile torsionalmente (vedi DM 2008/2018 7.4.3.1)

- Tabulato VARIAZIONI MASSE E RIGIDENZE DI PIANO

PIANO	: Numero del piano sismico
QUOTA	: Altezza del piano dallo spiccatto di fondazione
PESO	: Peso sismico di piano (peso proprio, carichi permanenti e aliquota dei sovraccarichi variabili)
Variatz%	: Variazione percentuale della massa rispetto al piano superiore
Tagliante (t) modale	: Tagliante relativo al piano nella direzione X/Y. Nel caso di analisi sismica dinamica il valore si riferisce al modo principale
Spost(mm)	: Spostamento del baricentro del piano in direzione X/Y calcolato come differenza fra lo spostamento del piano in questione ed il sottostante
Klat(t/m)	: Rigidezza laterale del piano in direzione X/Y calcolata come rapporto fra il tagliante e lo spostamento
Variatz(%)	: Variazione della rigidezza della massa rispetto al piano superiore in direzione X/Y
Teta	: Indice di stabilità per gli effetti p-d (DM 2008, formula 7.3.2)

(DM 2018, formula 7.3.3)

solo per le analisi sismiche dinamiche ad impalcati rigidi, sarà presente anche il seguente risultato:

Tagliante (t) SRSS	: <i>Tagliante sismico al piano nella direzione X/Y mediato su tutti i modi di vibrare</i>
-------------------------------	--

BARICENTRI MASSE E RIGIDENZE														
IDENTIFICATORE		BARICENTRI MASSE E RIGIDENZE							RIGIDENZE FLESSIONALI E TORSIONALI					
PIANO	QUOTA	PESO	XG	YG	XR	YR	DX	DY	Lpianta	Bpianta	Rig.FleX	Rig.FleY	RigTors.	(r/l/s) ²
N.ro	(m)	(t)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(t/m)	(t/m)	(t ² m)	
1	31,65	622,38	9,70	17,85	9,65	16,78	-0,05	-1,07	35,70	9,20	180592	297297	146849472	

VARIAZIONI MASSE E RIGIDENZE DI PIANO													
				DIREZIONE X					DIREZIONE Y				
Piano	Quota	Peso	Variaz.	Tagliante	Spost.	Klat.	Variaz	Teta	Tagliante	Spost.	Klat.	Variaz	Teta
N.ro	(m)	(t)	(%)	(t)	(mm)	(t/m)	(%)		(t)	(mm)	(t/m)	(%)	
1	31,65	622,38	0,0	486,30	2,69	180592	0,0	0,001	486,30	1,64	297297	0,0	0,001

6.9 Modellazione della risposta del terreno sulle pareti perimetrali

La presenza del terreno intorno al manufatto, oltre ad agire con azioni dovute alle spinte dello stesso sia in fase statica che sismica, conferisce allo stesso un’azione di confinamento influenzandone le deformazioni. Nel modello sono stati quindi inseriti dei vincoli elastici laterali orizzontali, bilateri, nelle due direzioni principali X e Y, capaci di vincolare elasticamente la struttura nelle sole direzioni fissate, ossia per i vincoli sulle pareti con coordinate Y variabili offrono un vincolo nella direzione X, mentre sulle pareti con fili fissi ad coordinate X variabili offrono vincolo nella direzione Y. La rigidezza degli stessi è stata valutata applicando la teoria di Bowles riferita alle caratteristiche meccaniche dei terreni e delle profondità di interesse riferite alla geometria del modello.

In particolare, il calcolo della rigidità delle molle laterali ha perseguito i seguenti aspetti:

- presenza di terreni di rinfianco sino a quota fi fondazione, ossia dal piano campagna sino al piano di posa della fondazione,
- applicazione delle molle elastiche agli impalcati +261.70, +256.30 e +250.90m slm riferite alle caratteristiche dei terreni come sopra indicate, alle profondità dei piani rigidi riferite alla quota del piano campagna a quota 269.25, con area di influenza delle molle definite sulla direzione orizzontale dalla distanza tra i nodi di mesh del modello FEM di calcolo, ed altezza pari alle altezze intermedie dei piani in direzione verticale.

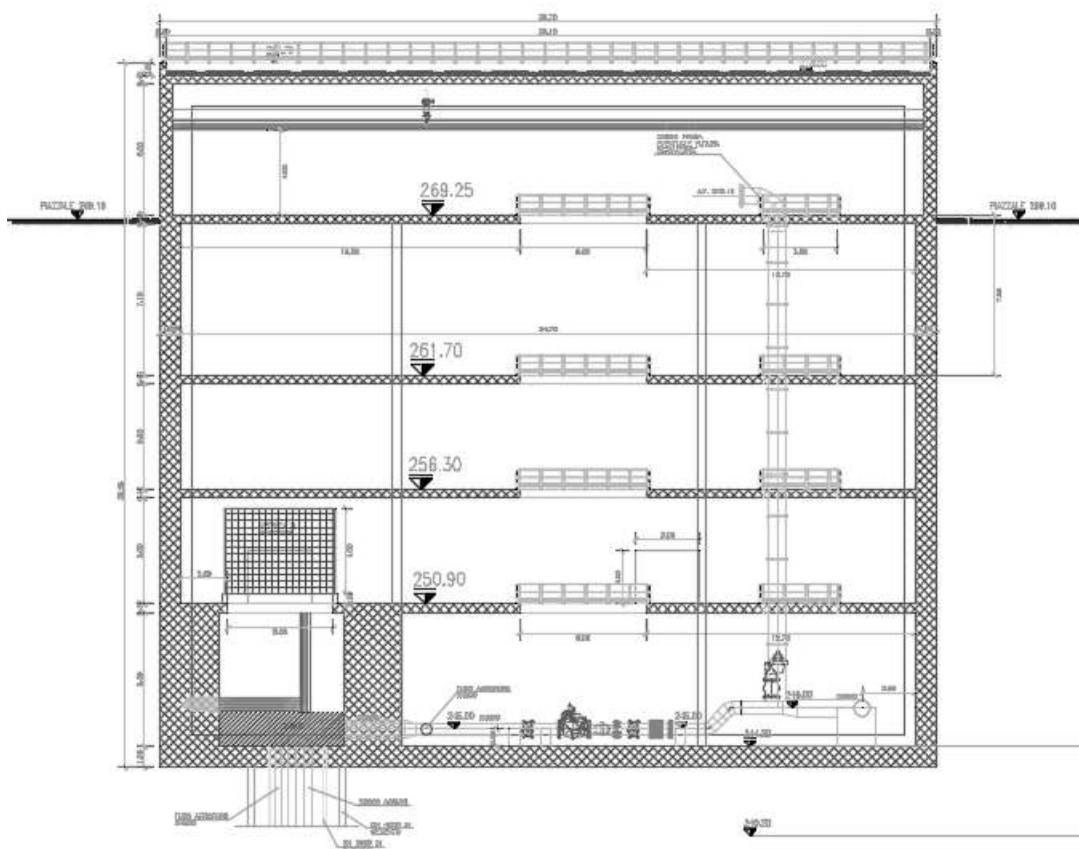


Figura 6.22 – Sezione manufatto

Di seguito si riportano le espressioni utilizzate per il calcolo della rigidità delle molle:

$$k_s = 40 \cdot (c \cdot N_c + \gamma \cdot N_q \cdot Z + 0.5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma)$$

$$N_c = (N_q + 1) / \tan \varphi$$

$$N_\gamma = 2 \cdot (N_q + 1) \cdot \tan \varphi$$

$$N_q = (1 + \sin \varphi) / (1 - \sin \varphi) \cdot \exp(\pi \cdot \tan \varphi)$$

Caratteristiche meccaniche del terreno di rinfianco utilizzate per il calcolo della rigidità delle molle orizzontali.

φ [°]	28
Nq	14,72
Nc	25,80
N γ	10,94
γ (t/m ³)	1,9
c' (t/m ²)	0,0

Lati di coordinate Y variabili

coordinate nodo Y	Kw orizz X				nodo
	B	Z	h influenza	Kw t/m	
0	1,35	7,6	6,5	23.769	404
2,7	1,85	0		32.573	405
3,7	2,00			35.214	433
6,7	2,00			35.214	434
7,7	0,78			13.645	435
8,25	1,60			28.171	436
10,9	4,13			72.628	437
16,5	5,55			97.718	438
22	4,25			74.829	439
25	3,00			52.820	440

28	2,60			45.778	441
30,2	1,75			30.812	442
31,5	1,40			24.650	443
33	2,10			36.974	444
35,7	1,35			23.769	406

coordinate nodo Y	Kw orizz X				nodo
	B	Z	h influenza	Kw t/m	
0	1,35	12,95	5,4	37.315	270
2,7	1,00	0		27.641	271
3,7	3,00			82.923	299
6,7	1,00			27.641	300
7,7	0,55			15.203	301
8,25	2,65			73.249	302
10,9	5,60			154.790	303
16,5	5,50			152.026	304
22	3,00			82.923	305
25	3,00			82.923	306
28	2,20			60.810	307
30,2	1,30			35.933	308
31,5	1,50			41.462	309
33	2,70			74.631	310
35,7	1,35			37.315	272

coordinate nodo Y	Kw orizz X				nodo
	B	Z	h influenza	Kw t/m	
0	1,35	18,35	6	51.948	140
2,7	1,00	0		38.480	141
3,7	3,00			115.441	171
6,7	1,00			38.480	172
7,7	0,55			21.164	173
8,25	2,65			101.973	174
10,9	5,60			215.489	175
16,5	5,50			211.641	176
22	3,00			115.441	177
25	3,00			115.441	178

28	2,20			84.657	179
30,2	1,30			50.024	180
31,5	1,50			57.720	181
33	2,70			103.897	182
35,7	1,35			51.948	142

Lati di coordinate X variabili

coordinate X		Z	h influenza	Kw t/m	nodo
0	0,85	7,6	6,5	14.966	400
1,7	1,80			31.692	410
3,6	1,70			29.932	411
5,1	0,63			11.004	412
6,35	1,63			28.611	413
8,35	1,75			30.812	414
9,85	1,00			17.607	415
11,85	2,23			39.175	407
14,3	1,23			21.568	406

coordinate X		Z	h influenza	Kw t/m	nodo
0	0,85	12,95	5,4	23.495	266
1,7	1,80			49.754	276
3,6	1,70			46.990	277
5,1	0,63			17.276	278
6,35	1,63			44.917	279
8,35	1,75			48.372	280
9,85	1,00			27.641	281
11,85	2,23			61.501	273
14,3	1,23			33.860	272

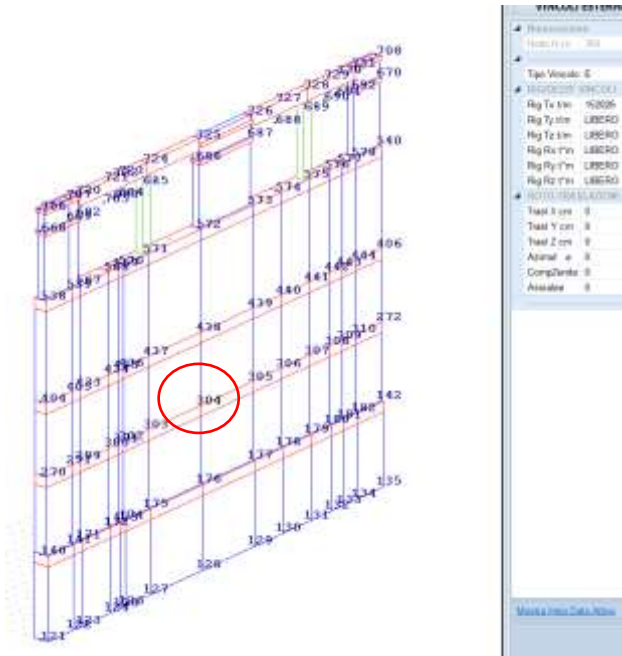
coordinate X		Z	h influenza	Kw t/m	nodo
0	0,85	18,35	6	32.708	136
1,7	1,80			69.264	146
3,6	1,70			65.416	149
5,1	0,63			24.050	148

6,35	1,63			62.530	150
8,35	1,75			67.340	151
9,85	1,00			38.480	152
11,85	2,23			85.619	143
14,3	1,23			47.138	142

Dato quanto segue:

- condizione di vincolo bilatero;
- simmetria della struttura per il tratto interrato,
- incidenza delle sovrappressioni dinamiche del terreno sulle sollecitazioni dimensionanti delle pareti controterra;

Per la successiva generazione delle armature della struttura si è deciso di verificare la stessa con combinazioni di carico simiche disaccoppiate nelle direzioni principali, ossia considerando separatamente un gruppo di combinazioni di carico nelle direzioni principali X e Y; in particolare considerata una direzione principale, ad esempio X, ai fini del dimensionamento delle pareti su cui sono applicate le sovrappressioni sismiche del terreno, in detta direzione vengono attivate le sovrappressioni simiche del terreno nella direzione $+X(+Y)$, e la corrispettiva percentuale pari al 30% delle stesse in direzione $+Y(+X)$, i vincoli sono stati applicati sulla pareti controterra direttamente contrapposte a quelle di applicazione delle sovrappressioni.



**Figura 6.23 – Applicazione vincolo esterno in direzione X al nodo 304 quota
 12.95m (+256.30m slm)**

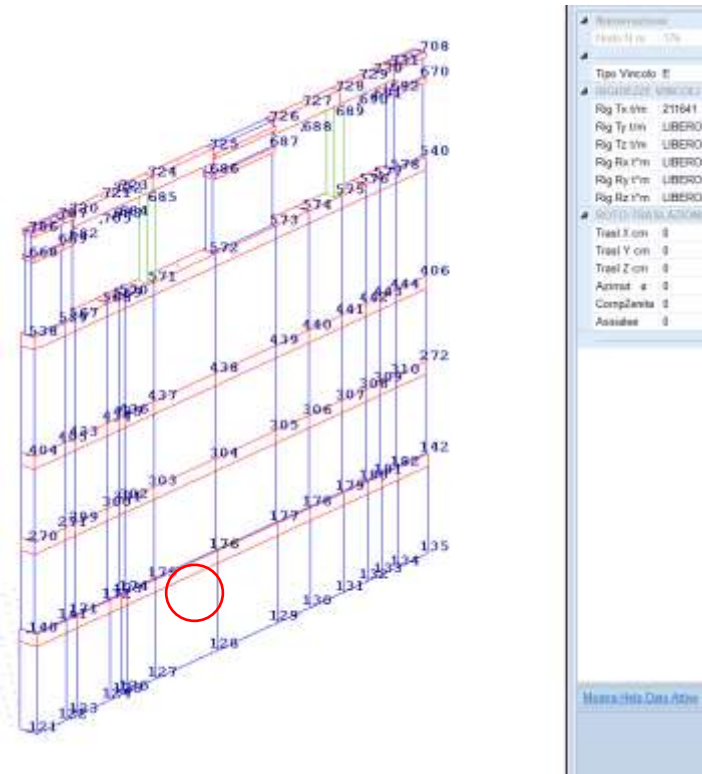
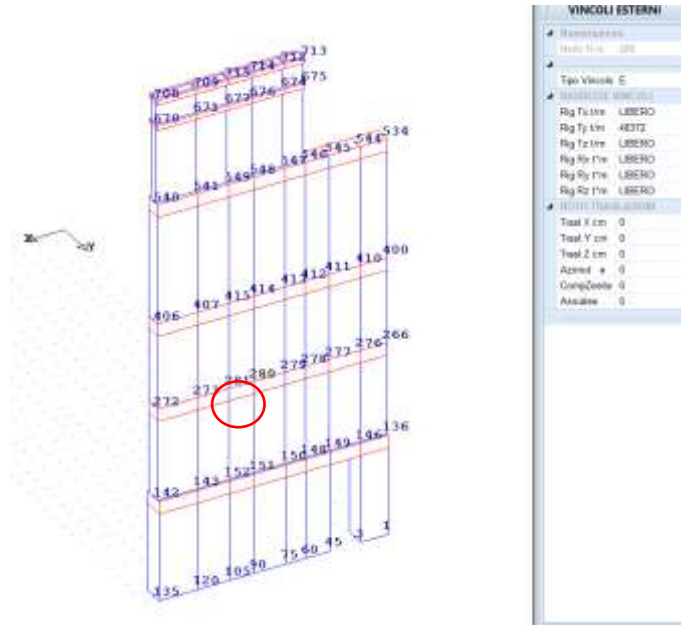
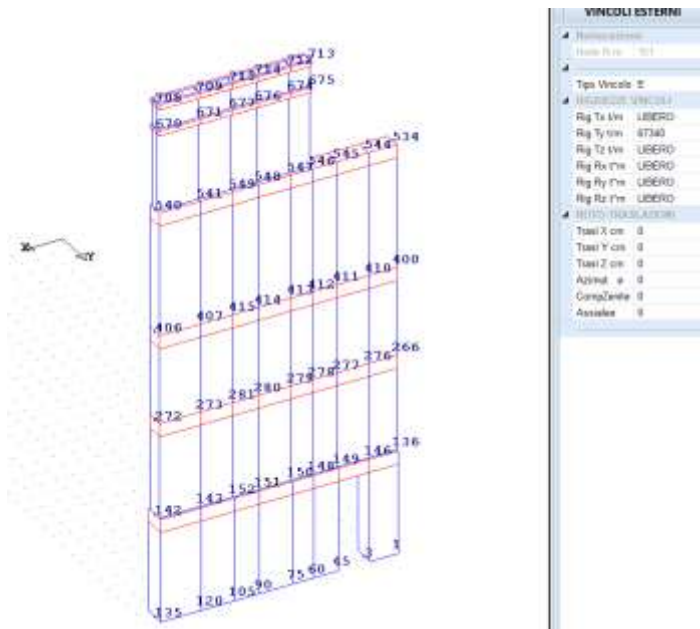


Figura 6.24 – Applicazione vincolo esterno in direzione X al nodo 176 quota (+250.90m slm)



**Figura 6.25 – Applicazione vincolo esterno in direzione X al nodo 280 quota
12.95m (+256.30m slm)**



**Figura 6.26 – Applicazione vincolo esterno in direzione X al nodo 280 quota
12.95m (+256.30m slm)**

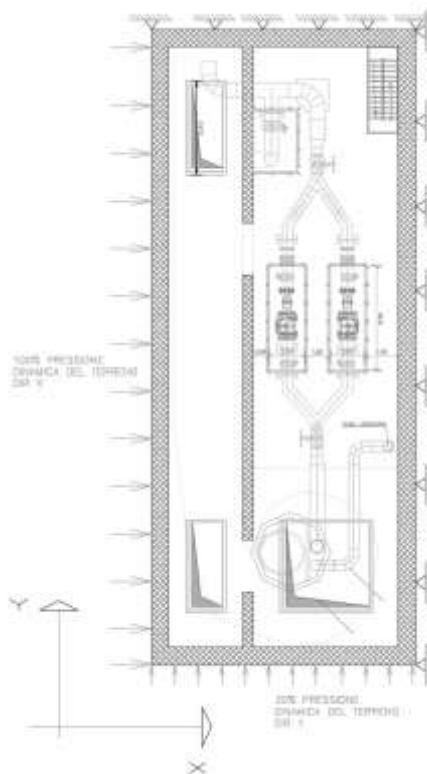


Figura 6.27 – Rappresentazione schema di vincolo e di carico

6.10 Verifiche

6.10.1 Incidenze

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.

Di seguito si riporta la descrizione delle armature previste da progetto, con le relative incidenze

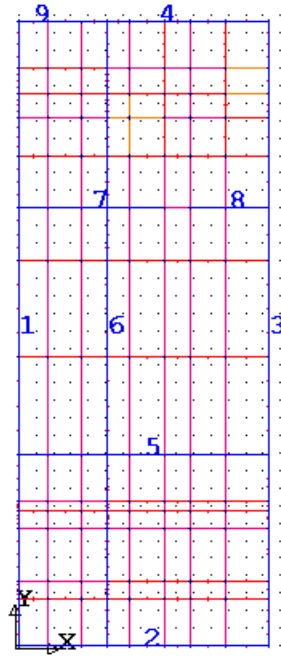


Figura 6.28 – Numerazione allineamenti

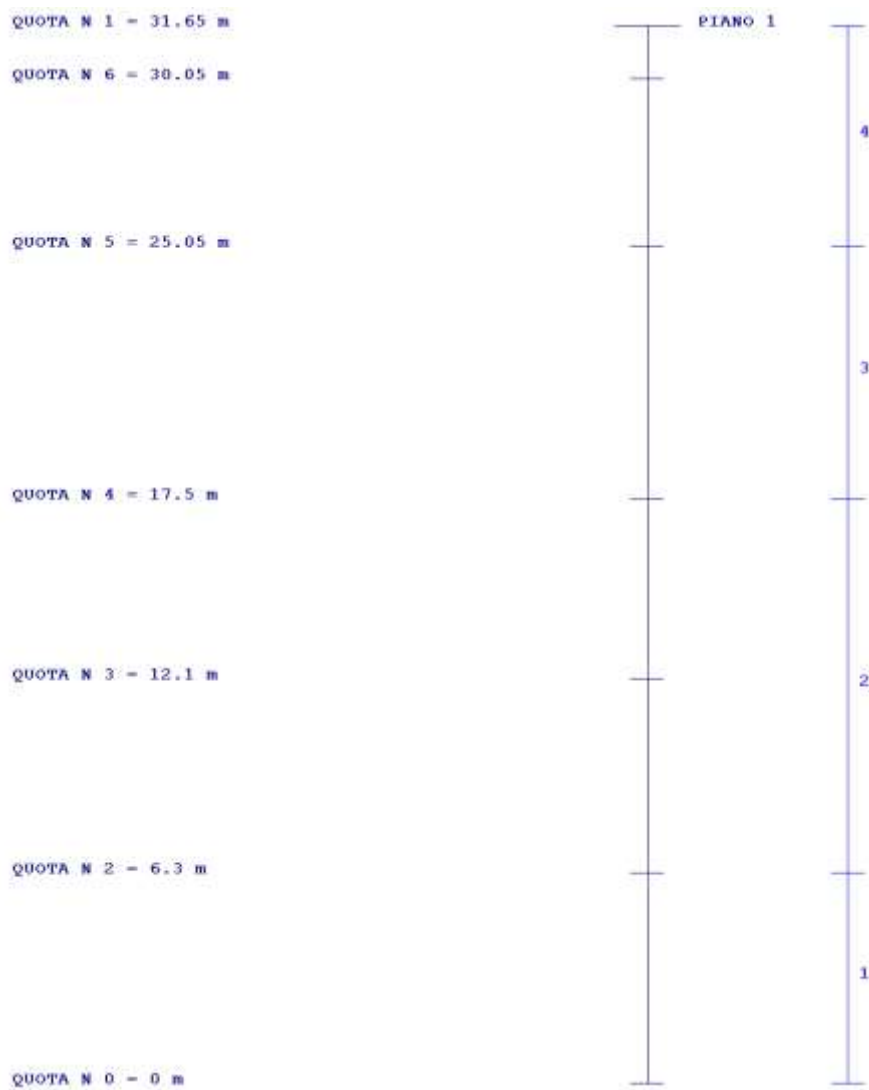


Figura 6.29 – Gruppi quote di suddivisione altezza setti

Quota [m]	Allineamenti / Orizzontamenti	Spessore [cm]	Armatura interna ed esterna		Raffittimenti	Incidenza kg _{Fe} / m ³ _{cls}
			Y	X		
PLATEA		100	22/10	22.10	Si	150
0,00-6,30	1-2-3-4-9	130	∅ 22/10	∅ 22/10		110
	6	60	∅ 20/10	∅ 20/10		160
	7-8	50	∅ 20/10	∅ 20/10		260
	5	100	∅ 22/10	∅ 22/10		160

6.30-17.5	1-2-3-4-9	100	∅ 20/10	∅ 20/10		120
	6	60	∅ 20/20	∅ 20/20		100
	5-7-8	50	∅ 20/20	∅ 20/20	si	130
17.5-25.05	1-2-3-4-9	100	∅ 20/20	∅ 20/20	si	70
	6	60	∅ 20/20	∅ 20/20		100
	5-7-8	50	∅ 20/20	∅ 20/20		130
25.05-31.65	2-3-4-6	50	∅ 16/20	∅ 16/20	si	290
Copertura	Travi					90
	Pilastri					120
6.30-17.5-25.05-31.65	Travi					142
6.30-17.5-25.05-31.65	Piastre	40	∅ 20/20	∅ 20/20	si	130

Di seguito si riportano esempi della disposizione delle armature per alcuni elementi riportati in tabella.

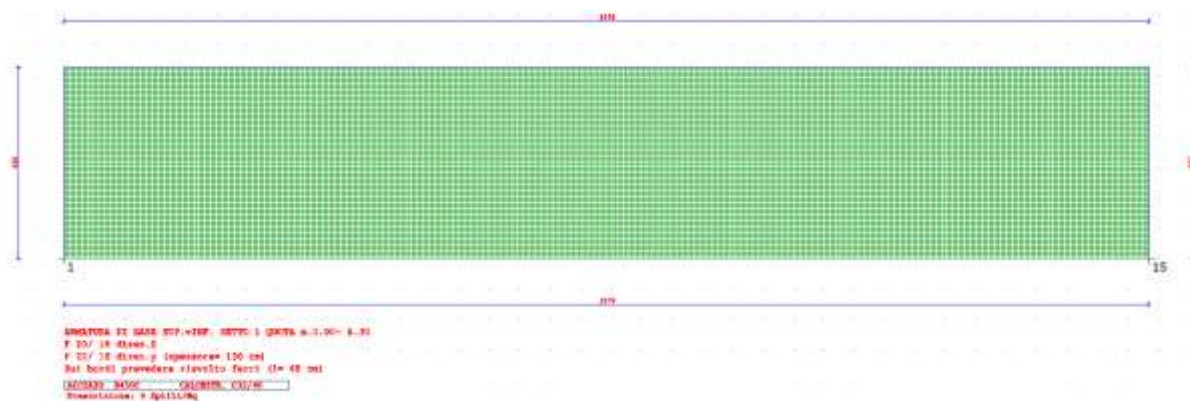


Figura 6.30 – Armatura setto 1 alle quote strutturali indicate

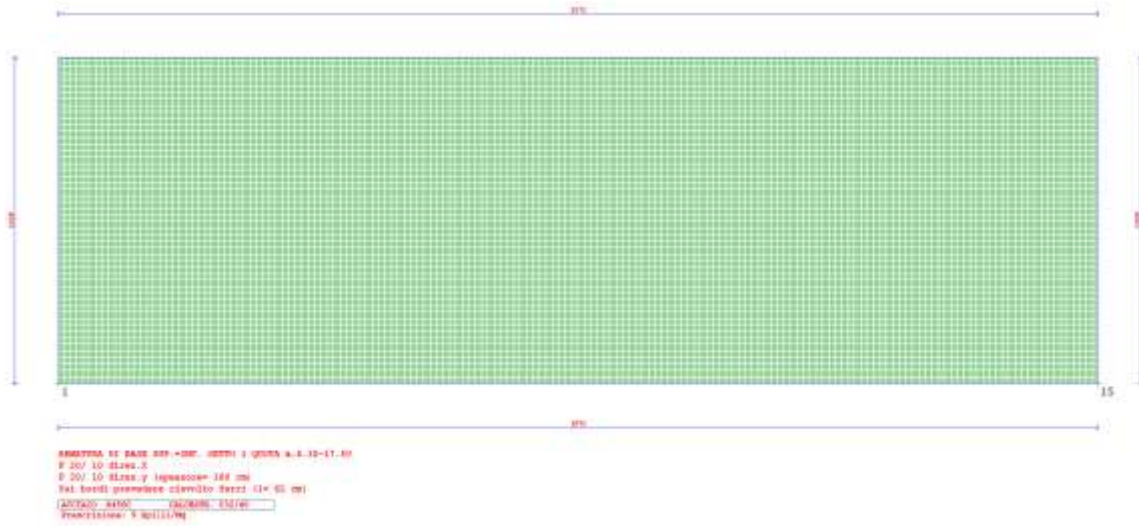


Figura 6.31 – Armatura setto 1 alle quote strutturali indicate



Figura 6.32 – Armatura setto 1 alle quote strutturali indicate

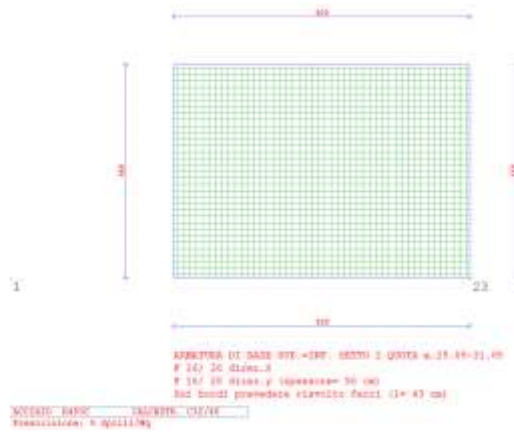


Figura 6.33 – Armatura setto 2 fuori terra

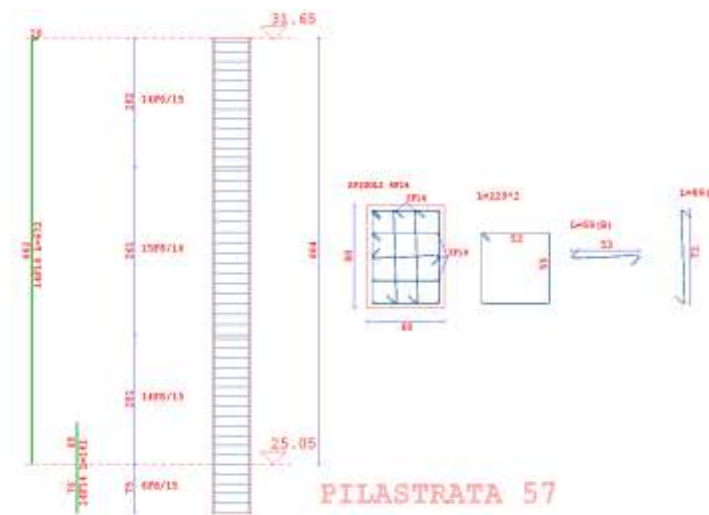


Figura 6.34 – Armatura pilastri

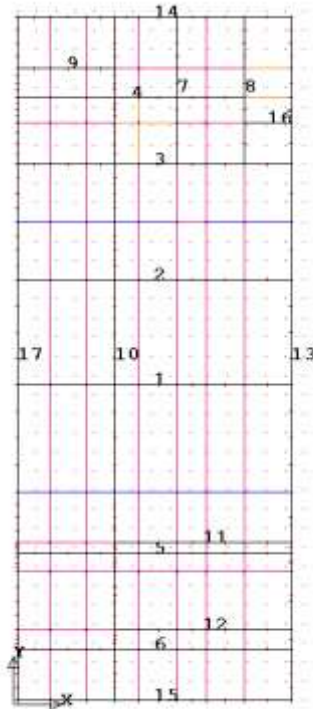


Figura 6.35 – Definizione telai travature

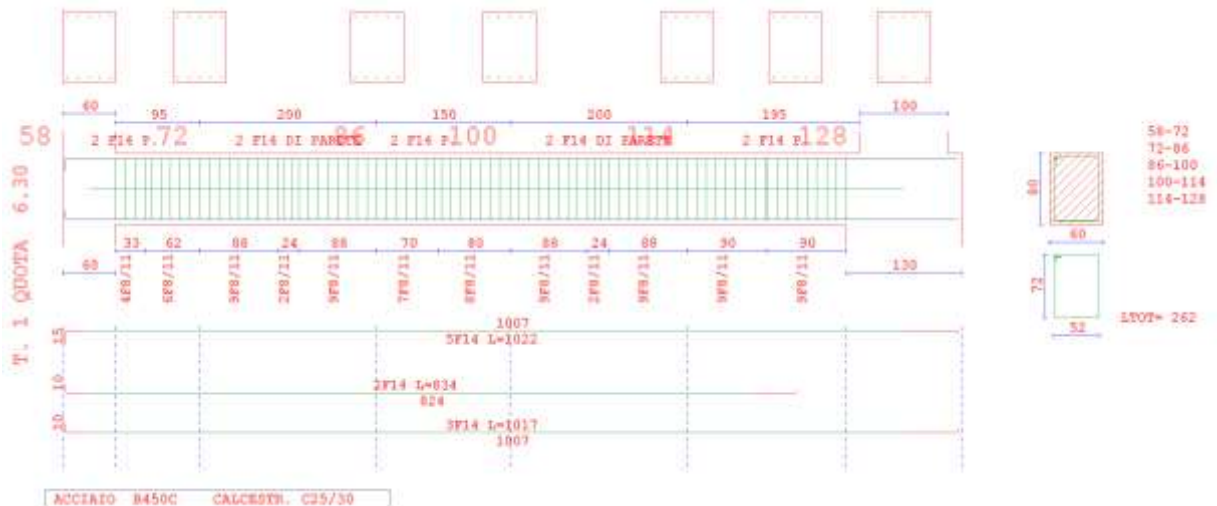


Figura 6.36 – Armatura trave telaio 6 quota +6.30

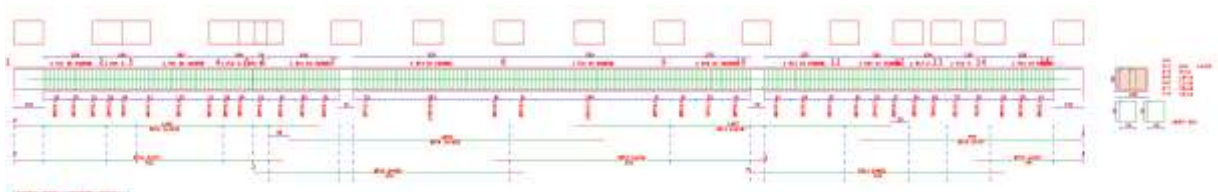


Figura 6.37 – Armatura trave telaio 17 quota +25.05



Figura 6.38 – Armatura trave telaio 17 quota +17.50



Figura 6.39 – Armatura trave telaio 17 quota +12.10

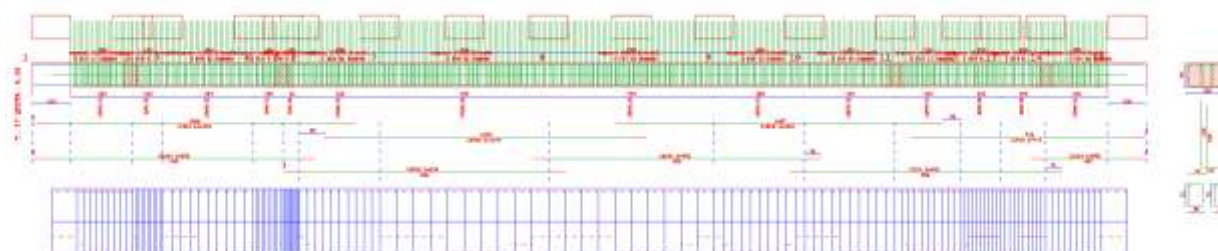


Figura 6.40 – Armatura trave telaio 17 quota +6.30

6.10.2 Verifiche SLU/SLV

Verifiche Shell e piastre

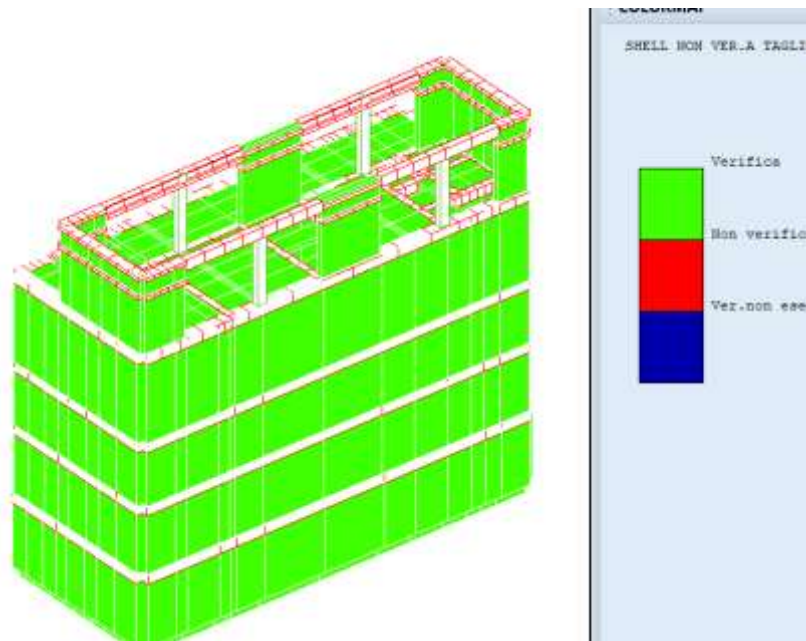


Figura 6.41 – Rappresentazione verifiche a taglio Setti e piastre

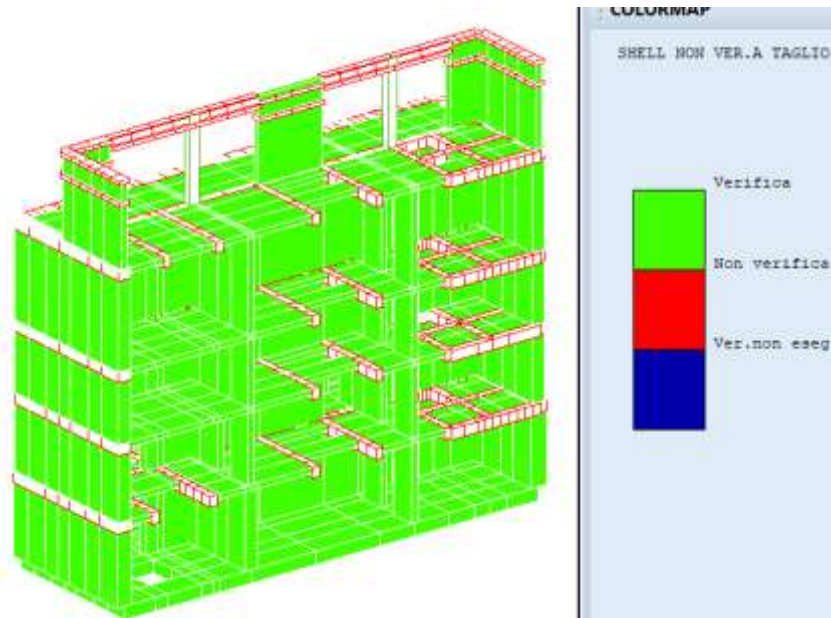


Figura 6.42 – Rappresentazione verifiche a taglio Setti e piastre interni

Verifiche Aste

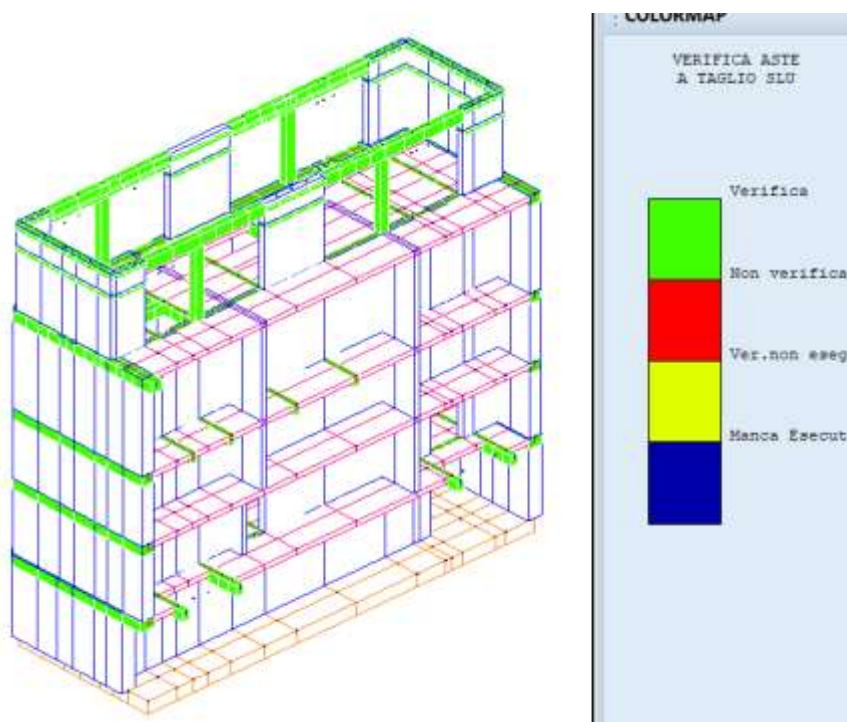


Figura 6.43 – Rappresentazione verifiche a taglio SLU aste travi e pilastri

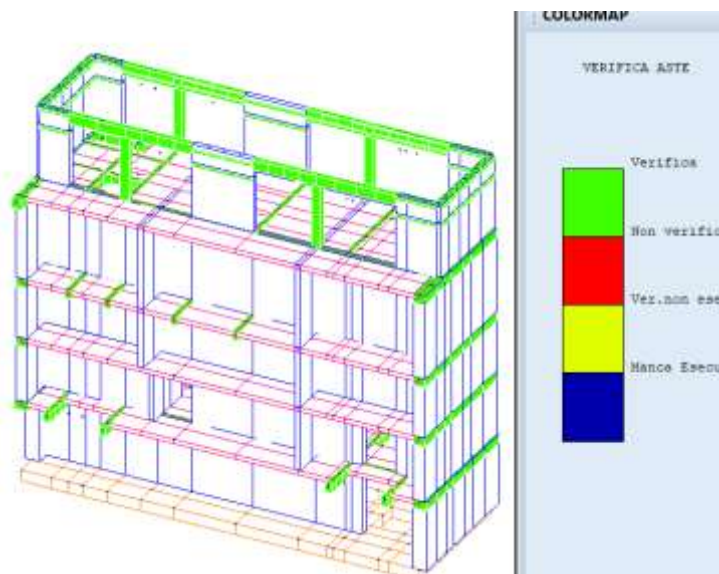


Figura 6.44 – Rappresentazione verifiche a Presso flessione

6.10.3 Verifiche SLE

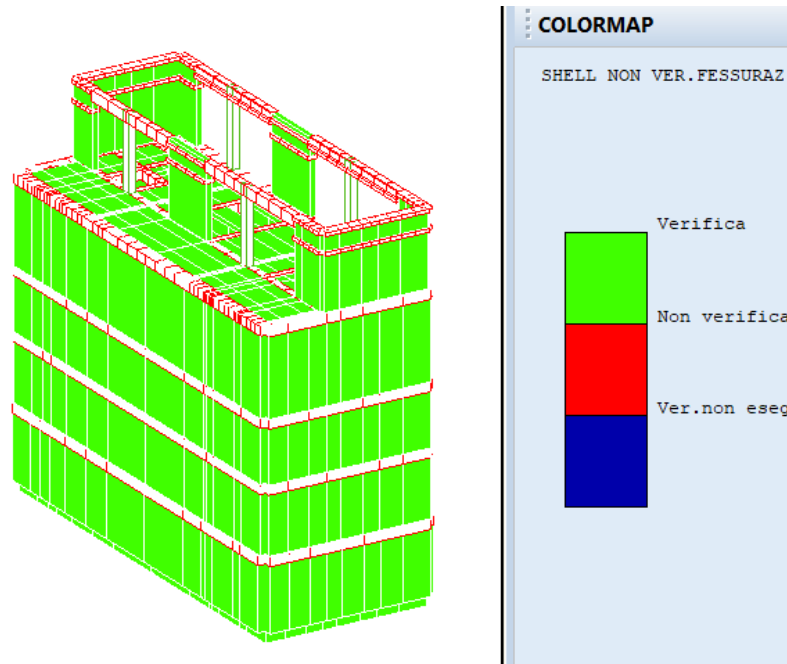


Figura 6.45 – Rappresentazione verifiche sigma SLE shell e piastre

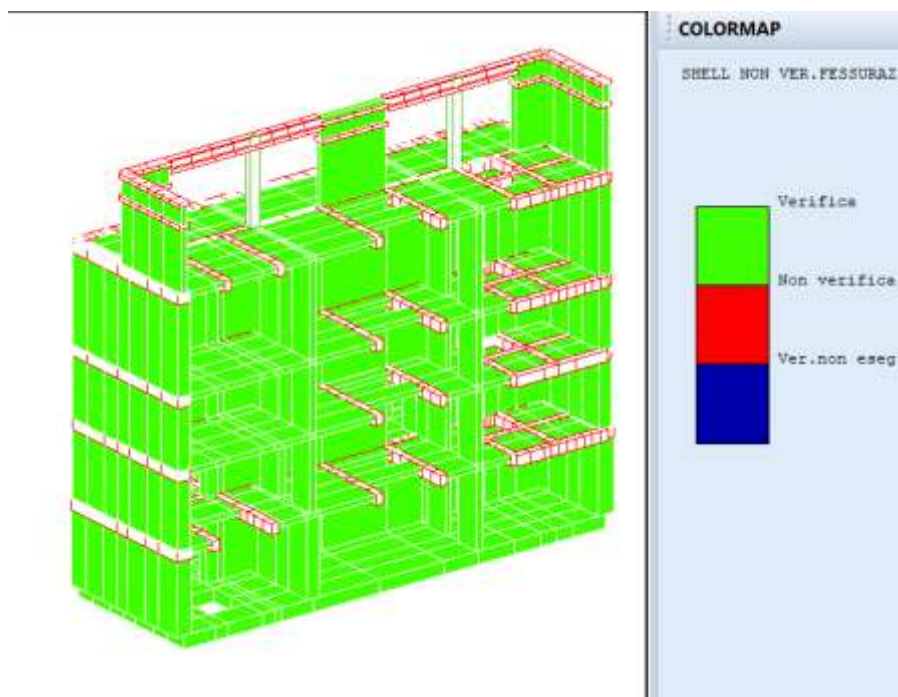


Figura 6.46 – Rappresentazione verifiche sigma SLE shell e piastre interne

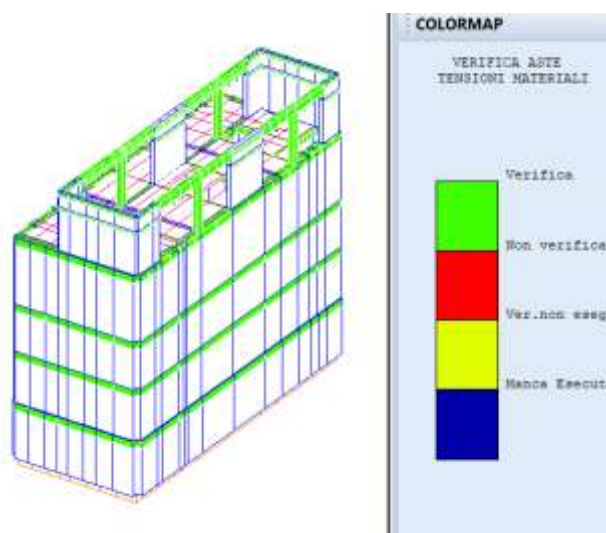


Figura 6.47 – Rappresentazione verifiche tensioni SLE Aste

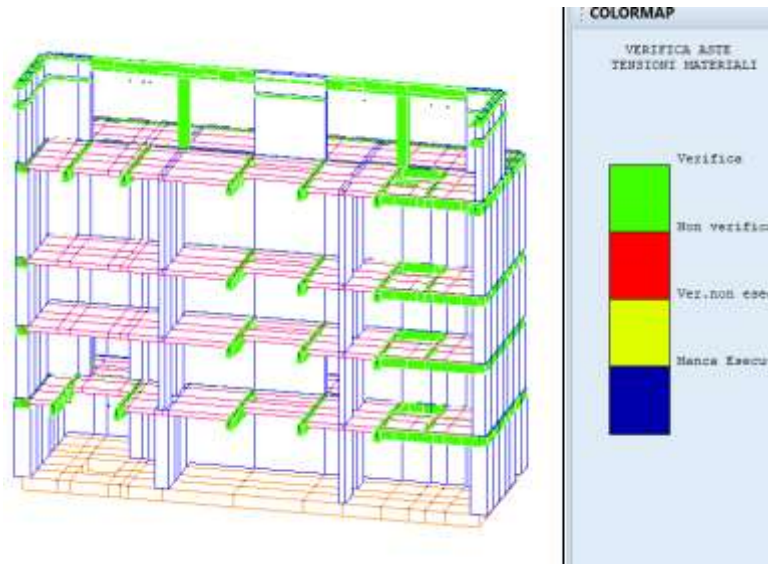


Figura 6.48 – Rappresentazione verifiche tensioni SLE Aste interne

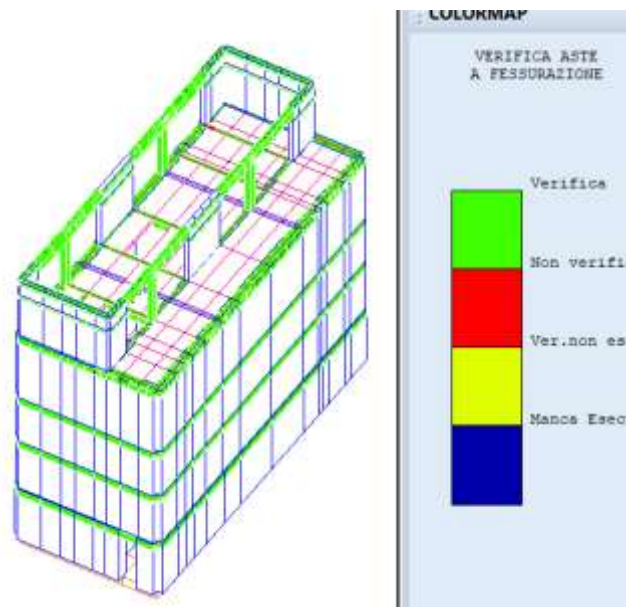


Figura 6.49 – Rappresentazione verifiche alla fessurazione aste

6.10.4 Rappresentazione grafica sollecitazioni

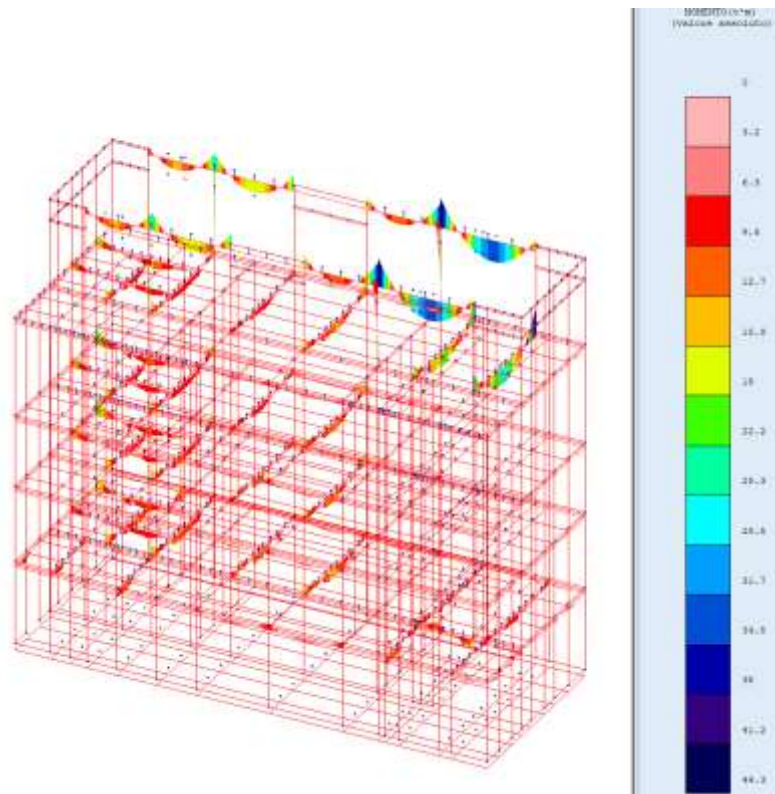


Figura 6.50 – Diagramma Momento M_x SLU combinazione 1

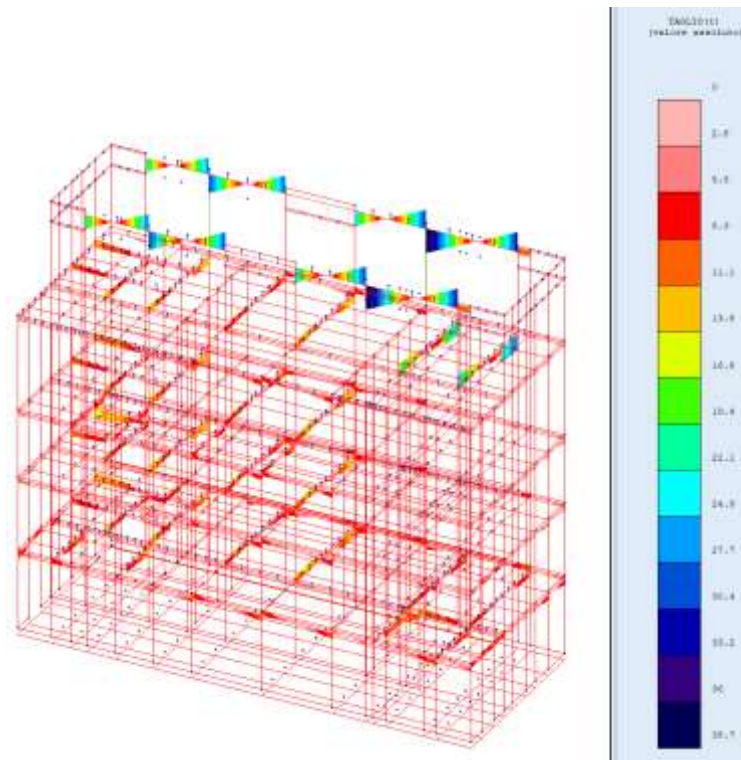


Figura 6.51 – Diagramma Momento M_x SLU combinazione 1

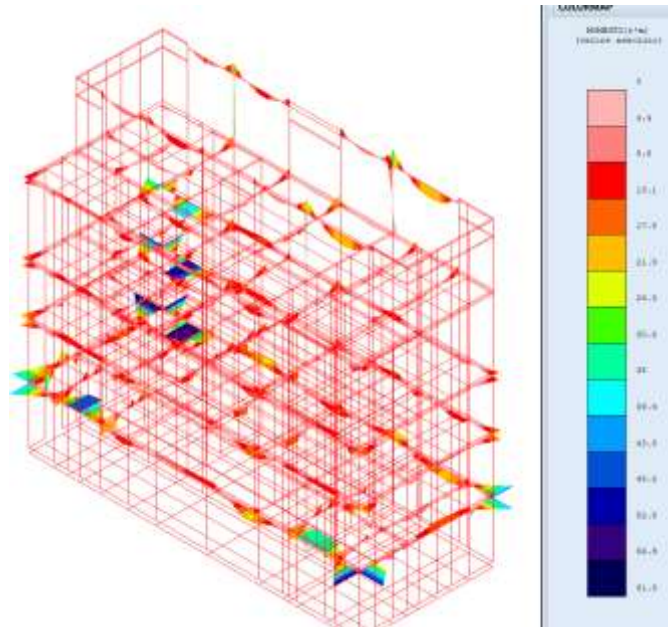


Figura 6.52 – Diagramma Momento My SLV combinazione 3 Sisma X

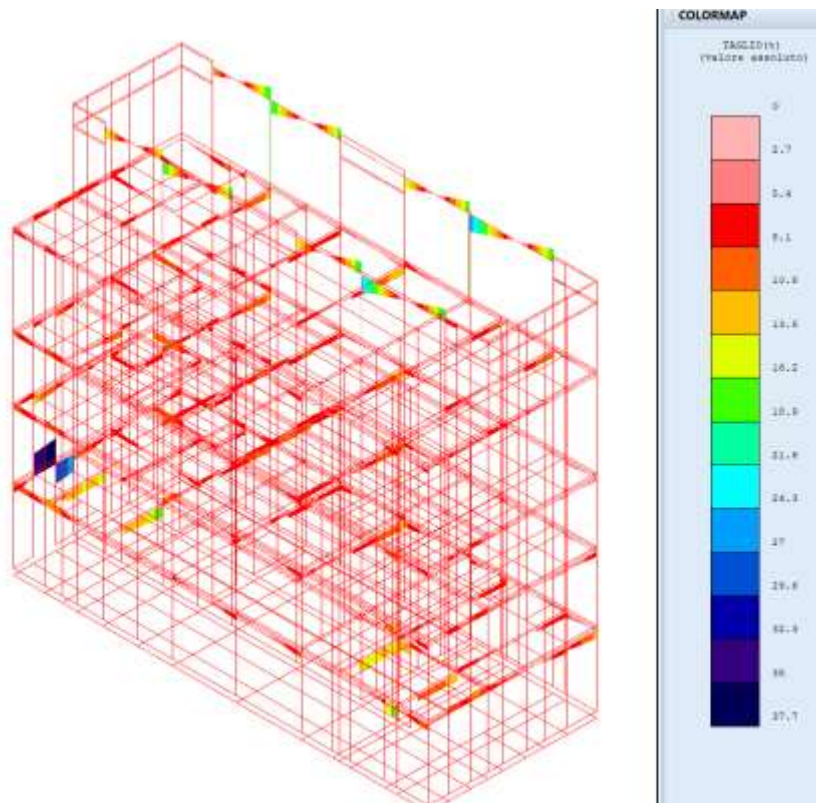


Figura 6.53 – Diagramma Momento Tx SLV combinazione 3 Sisma X

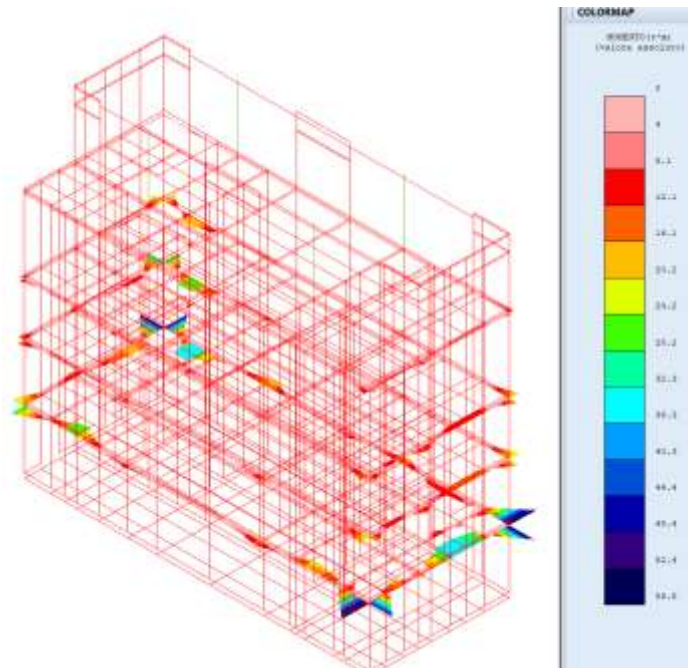


Figura 6.54 – Diagramma Momento My SLV combinazione 7 Sisma Y

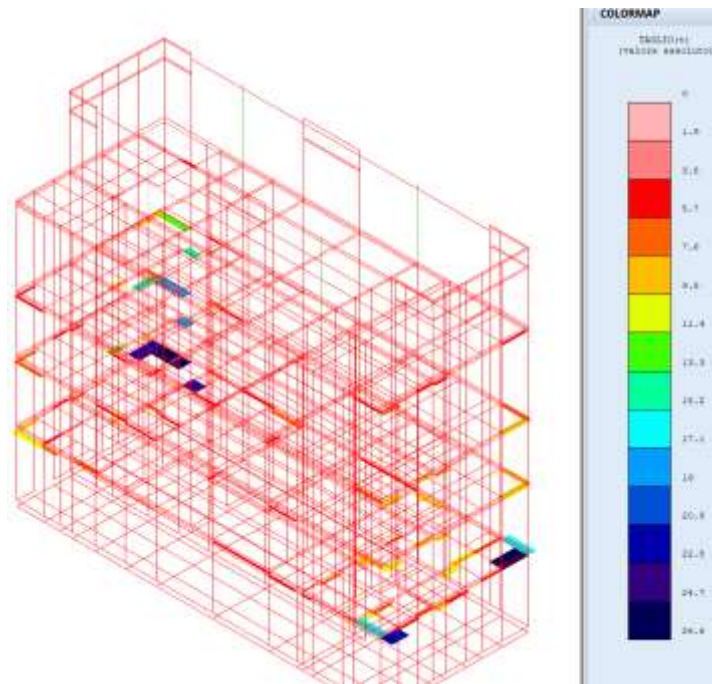


Figura 6.55 – Diagramma Momento Tx SLV combinazione 7 Sisma Y

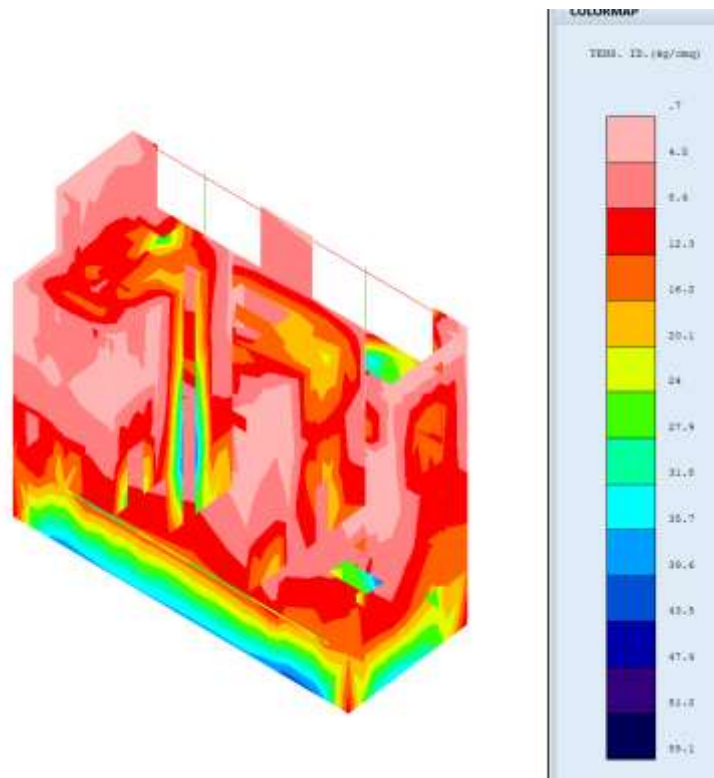


Figura 6.56 – Tensore ideale Combinazione SLU 1

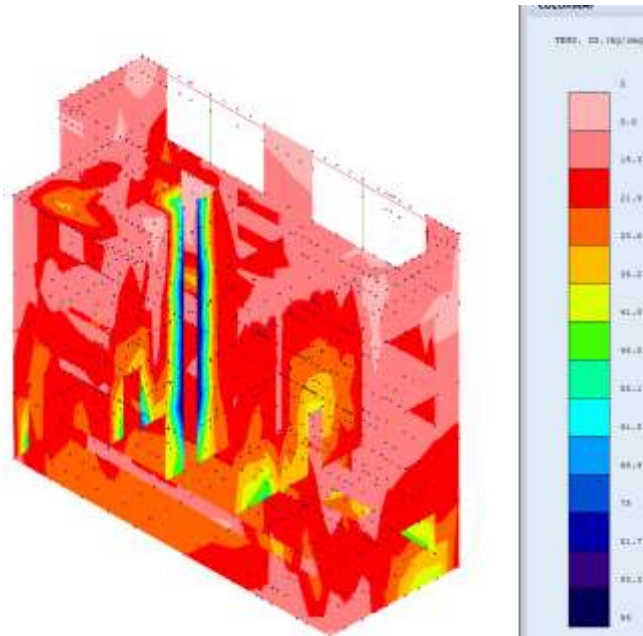


Figura 6.57 – Tensore ideale Combinazione SLV 3 Sisma X

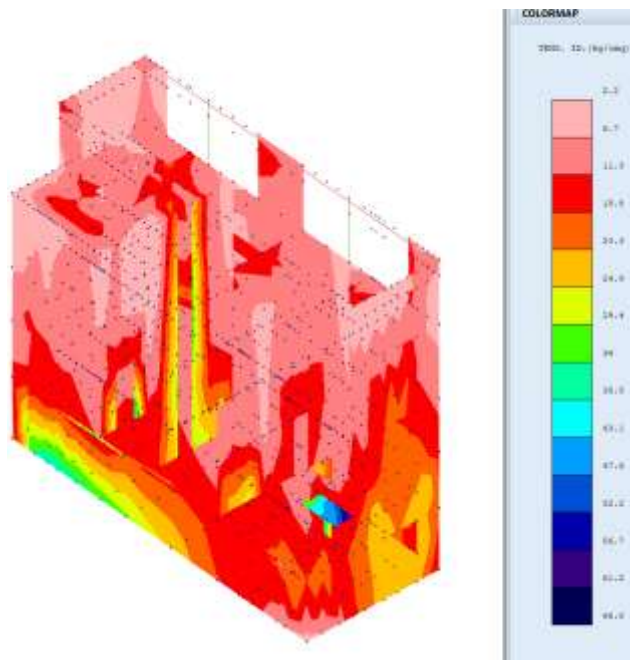


Figura 6.58 – Tensore ideale Combinazione SLV 7 Sisma Y

6.10.5 Configurazione deformate

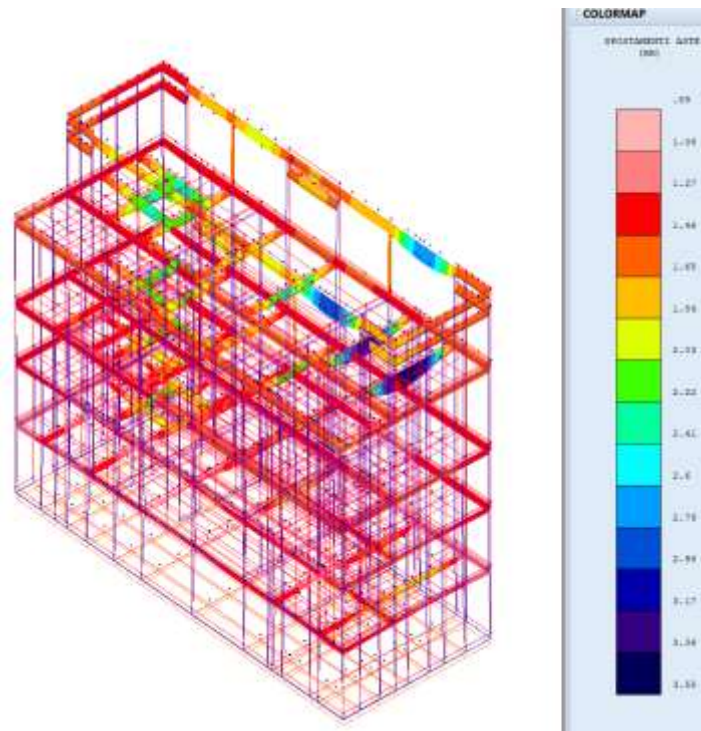


Figura 6.59 –Deformata elastica Combinazione SLU 1

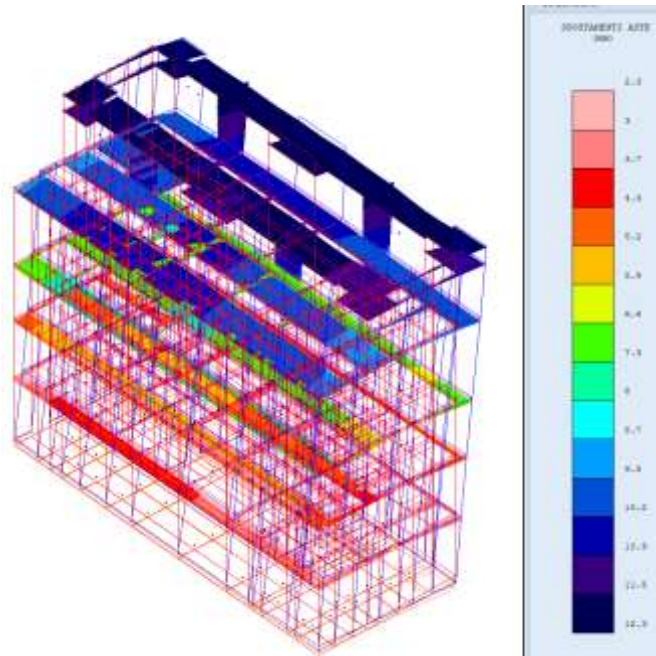


Figura 6.60 – Deformata elastica Combinazione SLV 3 Sisma X

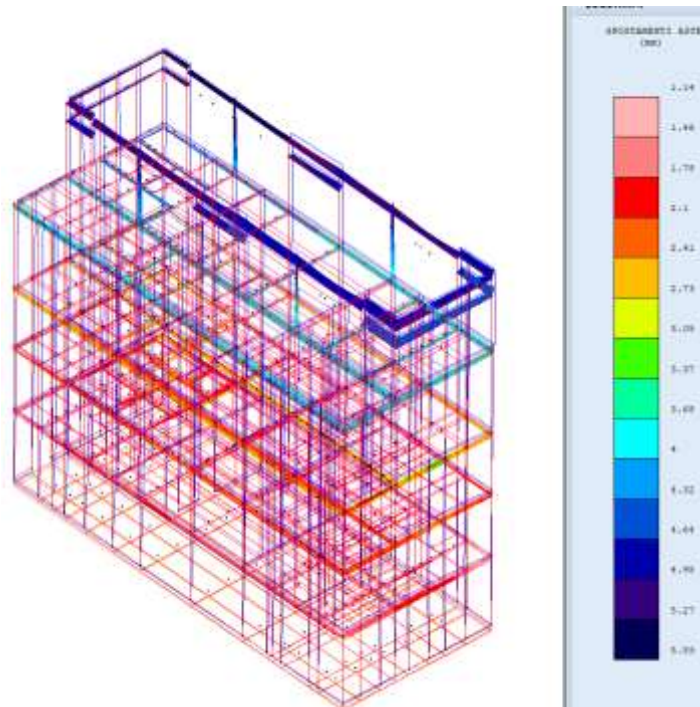


Figura 6.61 – Deformata elastica Combinazione SLV 7 Sisma Y

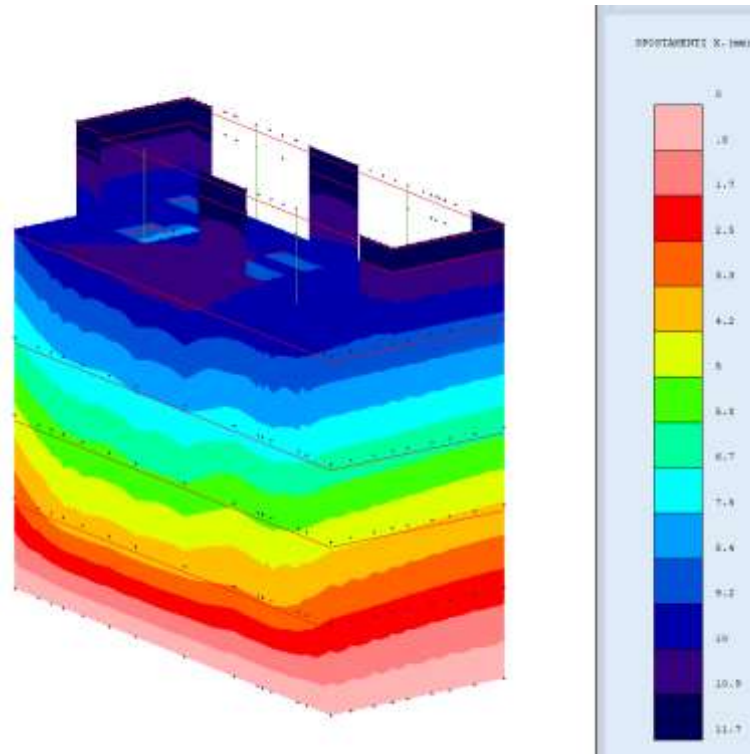


Figura 6.62 – Spostamenti in X - Shell Combinazione SLV 3 Sisma X

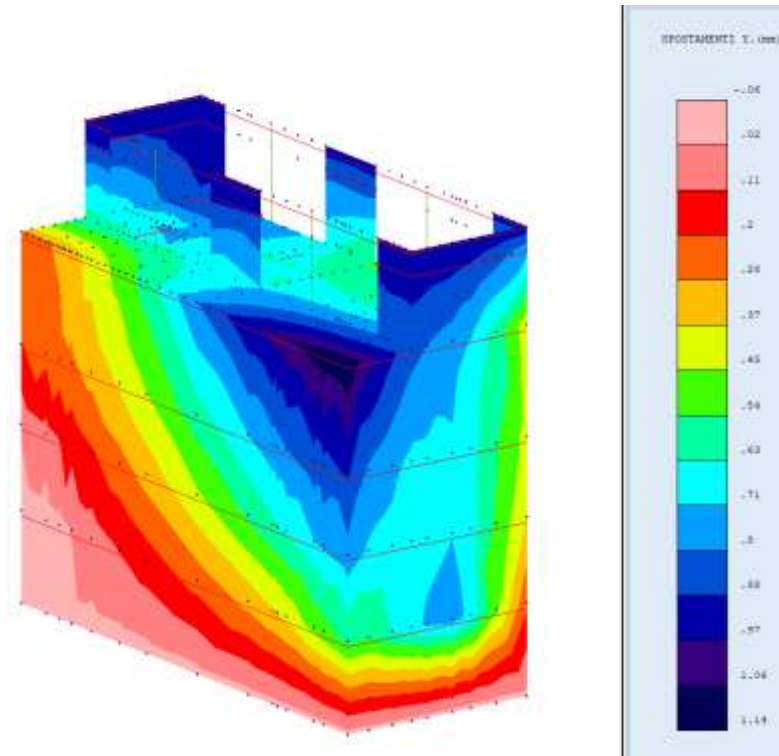


Figura 6.63 – Spostamenti in Y - Shell Combinazione SLV 3 Sisma X

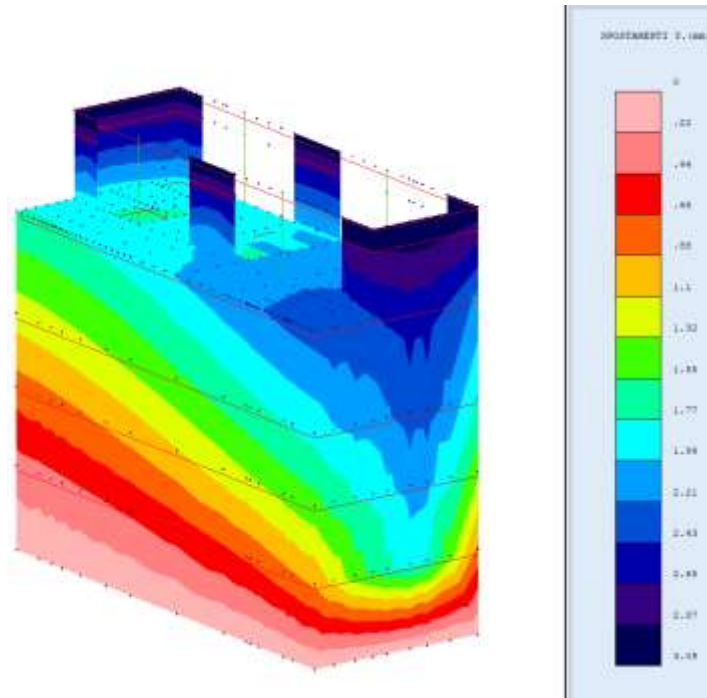


Figura 6.64 – Spostamenti in Y - Shell Combinazione SLV 7 Sisma Y

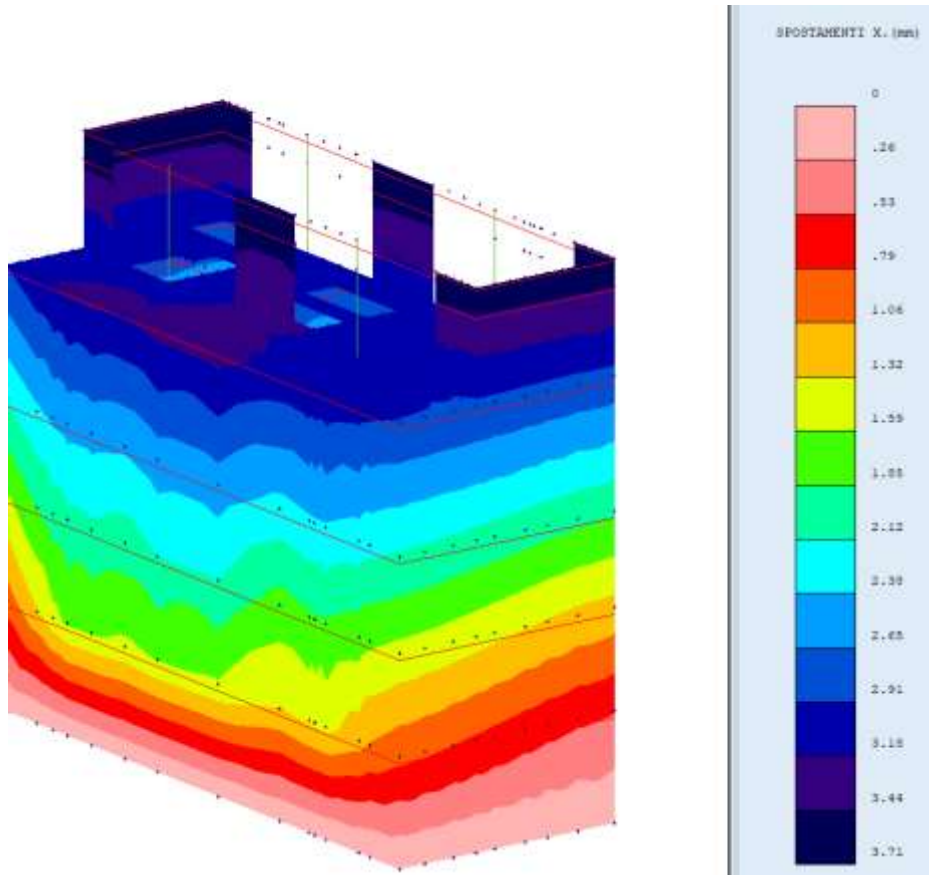


Figura 6.65 - Spostamenti in X - Shell Combinazione SLV 7 Sisma Y

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.

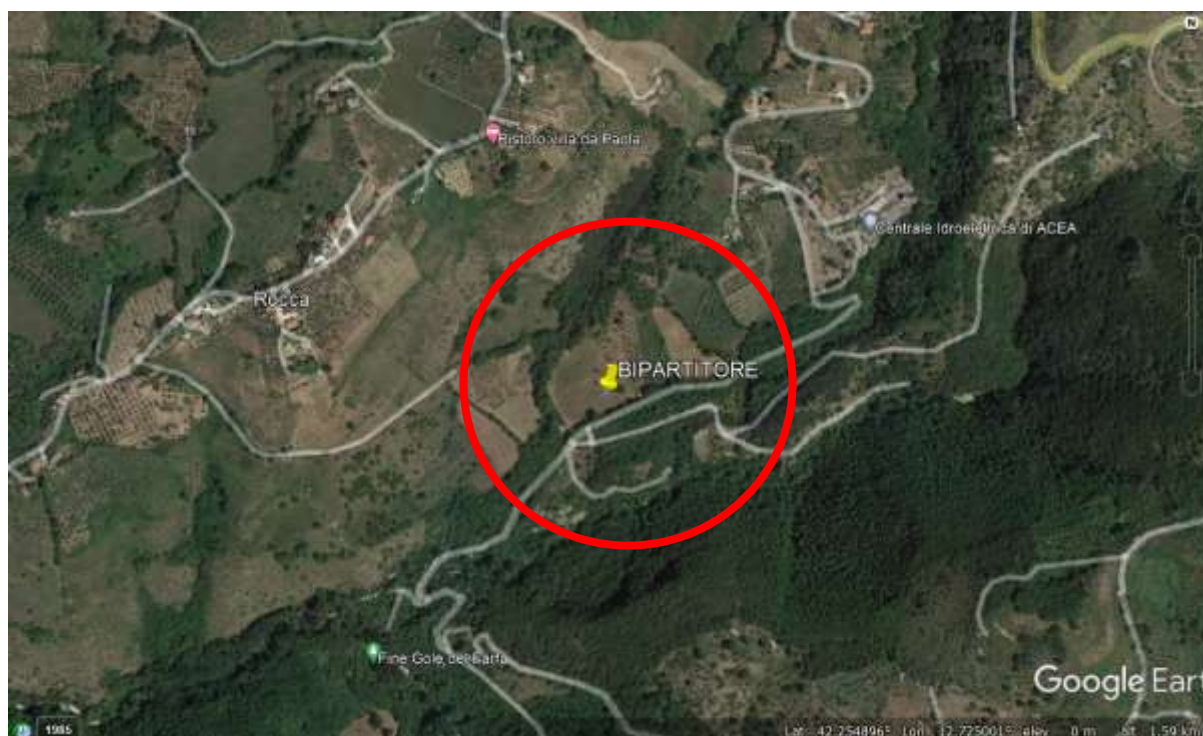


Figura 7-1 – Ubicazione del Manufatto BIPARTITORE

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:

- 1- Midas Civil 2021 versione 1.2 della MIDAS Information Technology Co.,Ltd.
per l’analisi di strutture complesse in qualsiasi materiale:



Figura 7-2 – Licenza Midas Civil 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

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	γ_h (kN/m ³)	σ'_z (MPa)	f_t (MPa)	RMR	GSI	c' (MPa)	ϕ' (°)	E_m (MPa)
SCZ	Calcari marnosi e marne calcaree di colore grigio e marrone	6	26.0	82.90	4.61	III (51.16)	45	3.67	27	9421
MAI (+POD)	Calcari micritici ben stratificati	7	26.0	74.92	4.16	III (51.83)	49	3.59	28	10361
SBI	Calcari e calcari marnosi di colore bianco	7	25.8	85.10	4.73	III (51.42)	51	3.91	28	9836
SAA	Calcari micritici, calcari marnosi e marne di colore rosa, arancione e nocciola	3	25.9	75.21	4.18	III (53.33)	48	3.14	27	6015
VAS	Calcari marnosi, marne a tonde argillose, dal rosa, al rosso al grigio	2	26.3	105.46 *	5.86 *	III (51.00)	28	3.07	21	1348
GLX	Calcari, calcari marnosi, marne a tonde argillose poligonali	1	25.7	101.40 *	5.63 *	III (48.00)	25	2.78	20	1050

* Parametri di resistenza ottenuti dalle prove di Point Load condotte sulle formazioni che presentano alterazioni, in quanto riferiti alla sola componente arenacea

K₁₁ Litologia: MAI GSI: 55 RMR: 56 (II) Jv: 12	K₁₆ Litologia: SAA GSI: 50 RMR: 51 (II) Jv: 15	K₁₉ Litologia: VAS GSI: 40 RMR: 53 (II) Jv: 7.2	K₂₇ Litologia: MAI GSI: 60 RMR: 60 (II) Jv: 8.8	K₁₃ Litologia: FUC GSI: 30 RMR: 48 (II) Jv: 18	K₁₇ Litologia: MAI GSI: 35 RMR: 43 (II) Jv: 18.4	K₂₄ Litologia: SBI GSI: 55 RMR: 41 (II) Jv: 22.9	K₂₈ Litologia: MAI GSI: 25 RMR: 43 (II) Jv: 24	K₁₅ Litologia: SBI GSI: 45 RMR: 51 (II) Jv: 14.9	K₁₈ Litologia: SBI GSI: 55 RMR: 56 (II) Jv: 12.8	K₂₅ Litologia: SBI GSI: 60 RMR: 56 (II) Jv: 10.8
--	--	---	---	--	--	--	--	--	--	--

Unità litotecnica	Descrizione	Valori medi da prove SPT				Valori medi da prove penetrometriche			Range valori da prove di laboratorio							
		n° prove	C_u (MPa)	ϕ' (°)	E_d (MPa)	n° prove	L_p (MPa)	ϕ_{max} (°)	E_d (MPa)	n° prove	γ_h (kN/m ³)	prova di taglio statica c' (MPa)	ϕ' (°)	prova compressiva σ_{conf} (MPa)	σ_{unconf} (MPa)	GSI
AI1 (Piana San Vittorino)	Argille rosse, calcaree, calcaree e gesso microlaminari (facies gravierata)	9	53	-	4	-	-	-	9	18-20	9-10	22-26	3.6	4.8	7.5	-
AI2 (Vale del Salice)	Argille in mattoni calcareo-argillose	12	-	31	13	-	-	-	12	17-21	7-9	20-26	4.4	4.7	6.5	-
AI3 (Vale del Turesco)	Sabbie fini limose con clasti arenacei	6	-	38	10	-	-	-	6	18-21	10-12	26-28	5.5	4.3	7.0	-
AI4 (Fosso di Anani)	Alternanza ghiaie e mattoni limoso-sabbiosi con livelli sabbioso-argillosi	17	-	31	12	-	-	-	3	17-19	9-30	24-30	3.2	4.7	4.4	-
FLG	Argille limose con intercalazioni sabbiose fini	13	-	35	25	-	-	-	4	17-19	35-45	38-39	4.0	6.7	7.3	150-200
DRB	Conglomerati calcareo-arenacei con ciottoli a mattoni cementati	/	/	/	/	8	338	42	307	7	18-19	-	-	-	-	-
DRF	Conglomerati calcareo-arenacei con ciottoli calcarei, siliceo calcarei	/	/	/	/	1	333	41	302	1	20	-	-	-	-	-
DRG	Conglomerati calcareo-arenacei con ciottoli calcarei	12	-	38	23	7	302	41	327	8	17.5-20	-	-	-	-	-

Nuovo manufatto Bipartitore (Salisano)

Profondità (m da p.c.)	Unità Litotecnica	γ_n (kN/m ³)	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_y statico da geosismica	
Unità litotecnica	Descrizione	n° prove	E_y (MPa)	ϕ'_{statico} (°)	E_y (MPa)	γ_n (kN/m ³)
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	γ_n (kN/m ³)	σ_c (MPa)	f_t (MPa)	RMR	GSI	c' (MPa)	ϕ' (°)	E_m (MPa)
MAI (+POD)	Calcari micritici ben stratificati	7	26.0	74.92	4.16	III (51.83)	49	3.59	28	10361

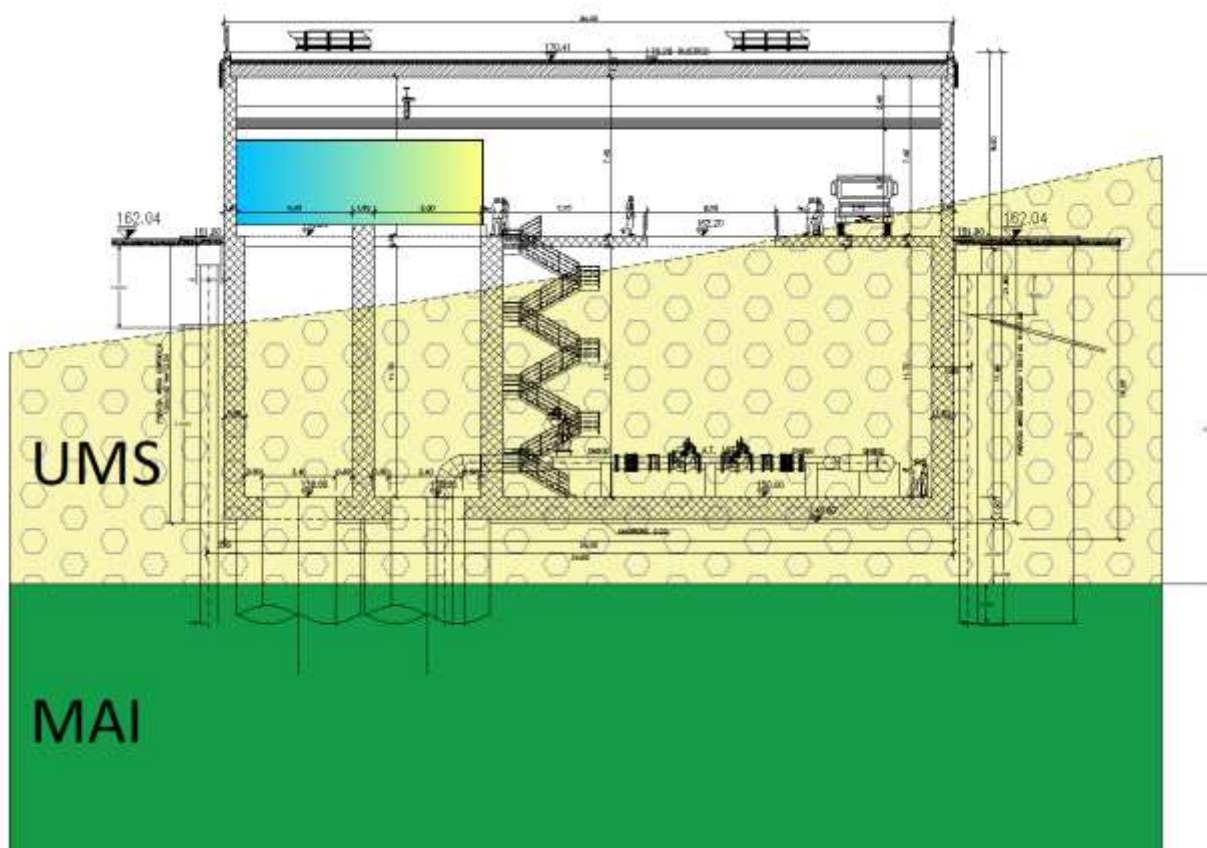


Figura 7-4 – Inserimento opera nella stratigrafia geologica di riferimento

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

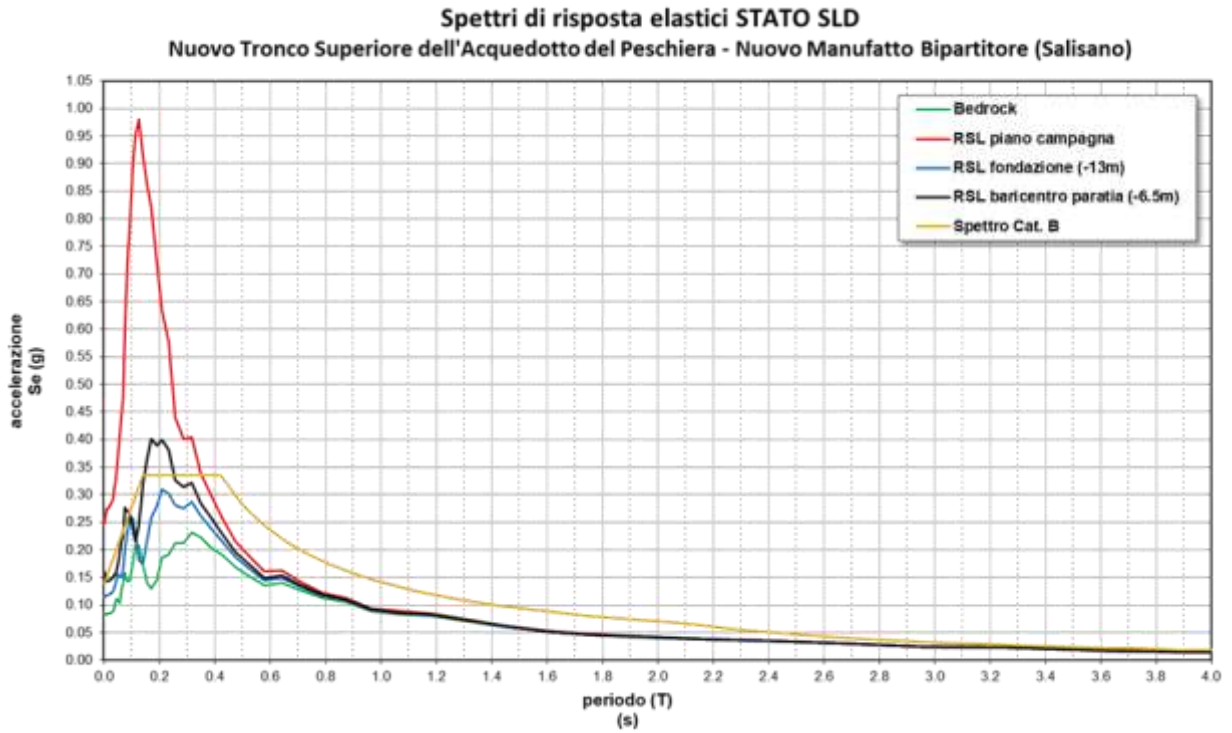
7.3 Inquadramento sismico

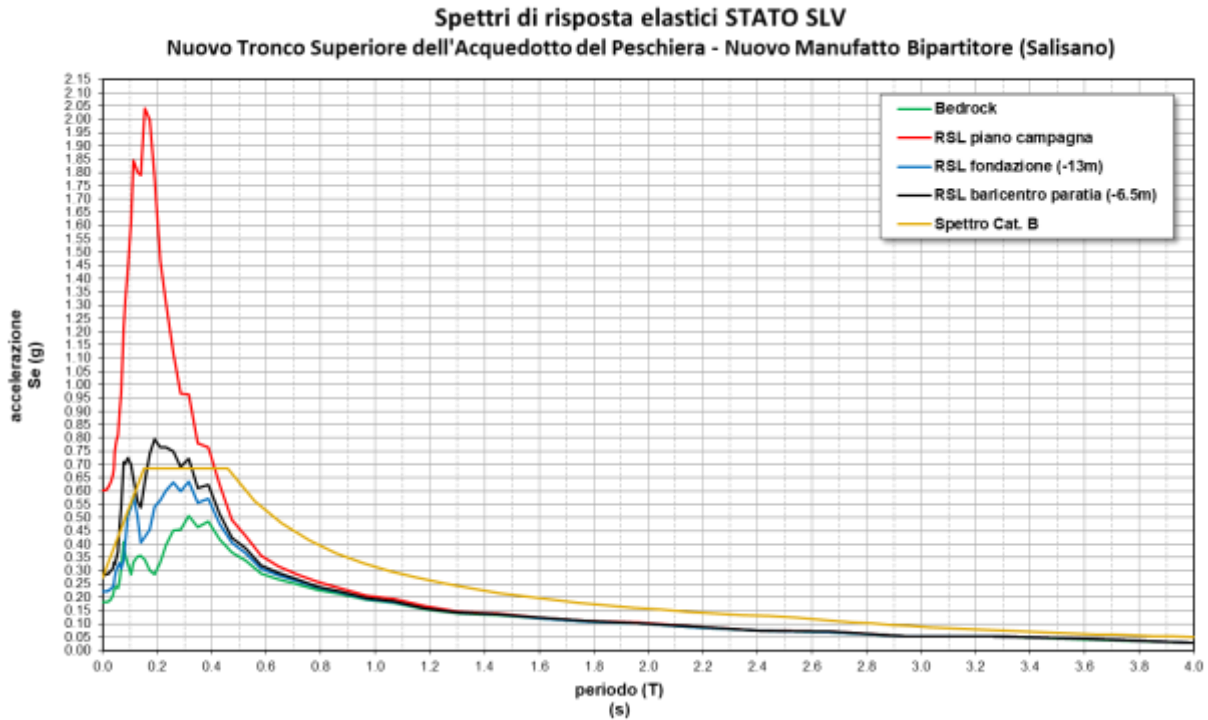
In riferimento al livello di prestazione rispetto alla durabilità si assume un valore di VN pari a 100 anni. Vista la rilevanza che l’opera assume e la sua strategicità, la stessa dovrà essere progettata in classe d’uso IV. Inoltre, è opportuno segnalare come l’assunto di opera strategica, e quindi aver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

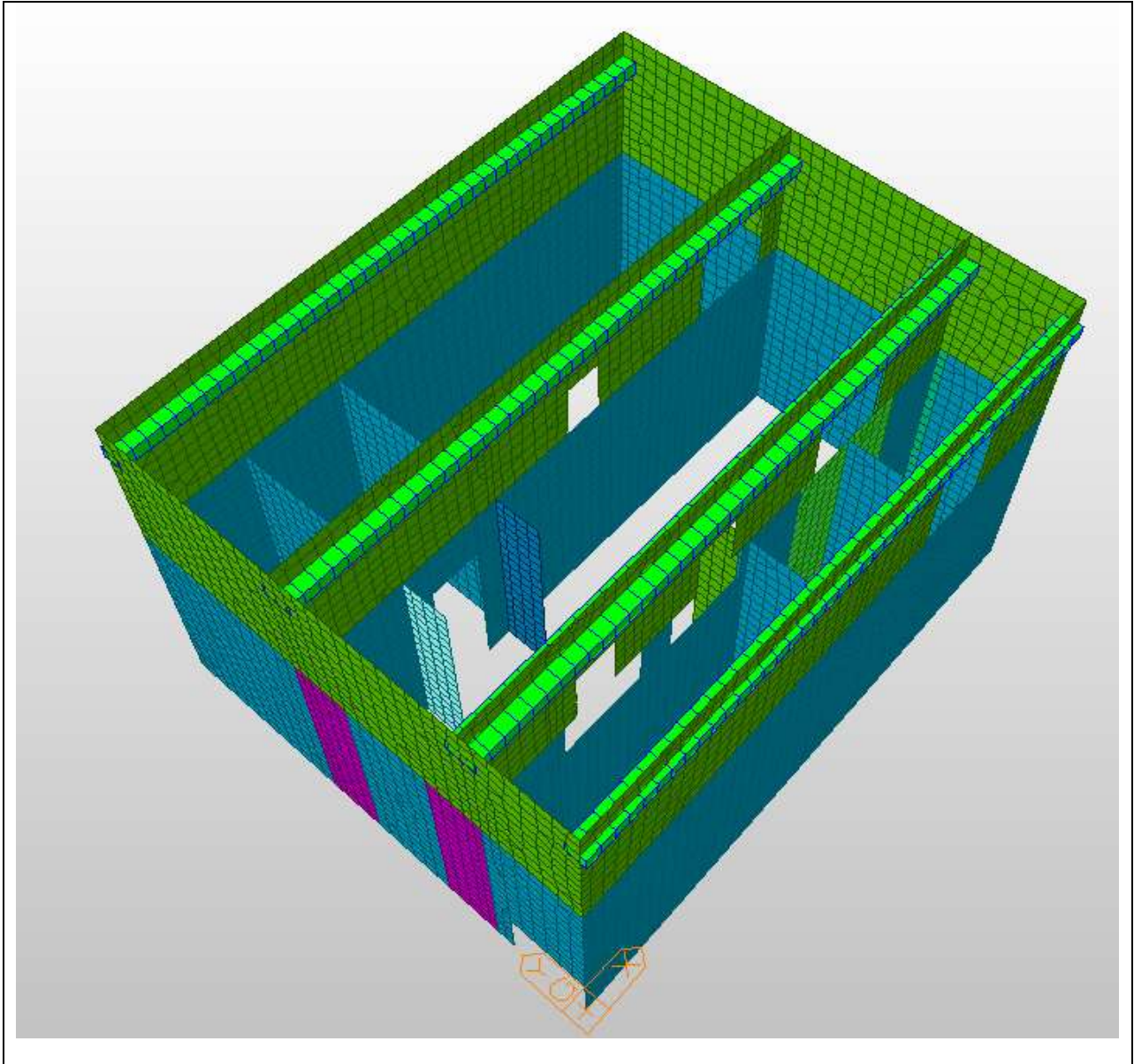


Figura 7-5 – Bipartitore, lato di arrivo del microtunneling

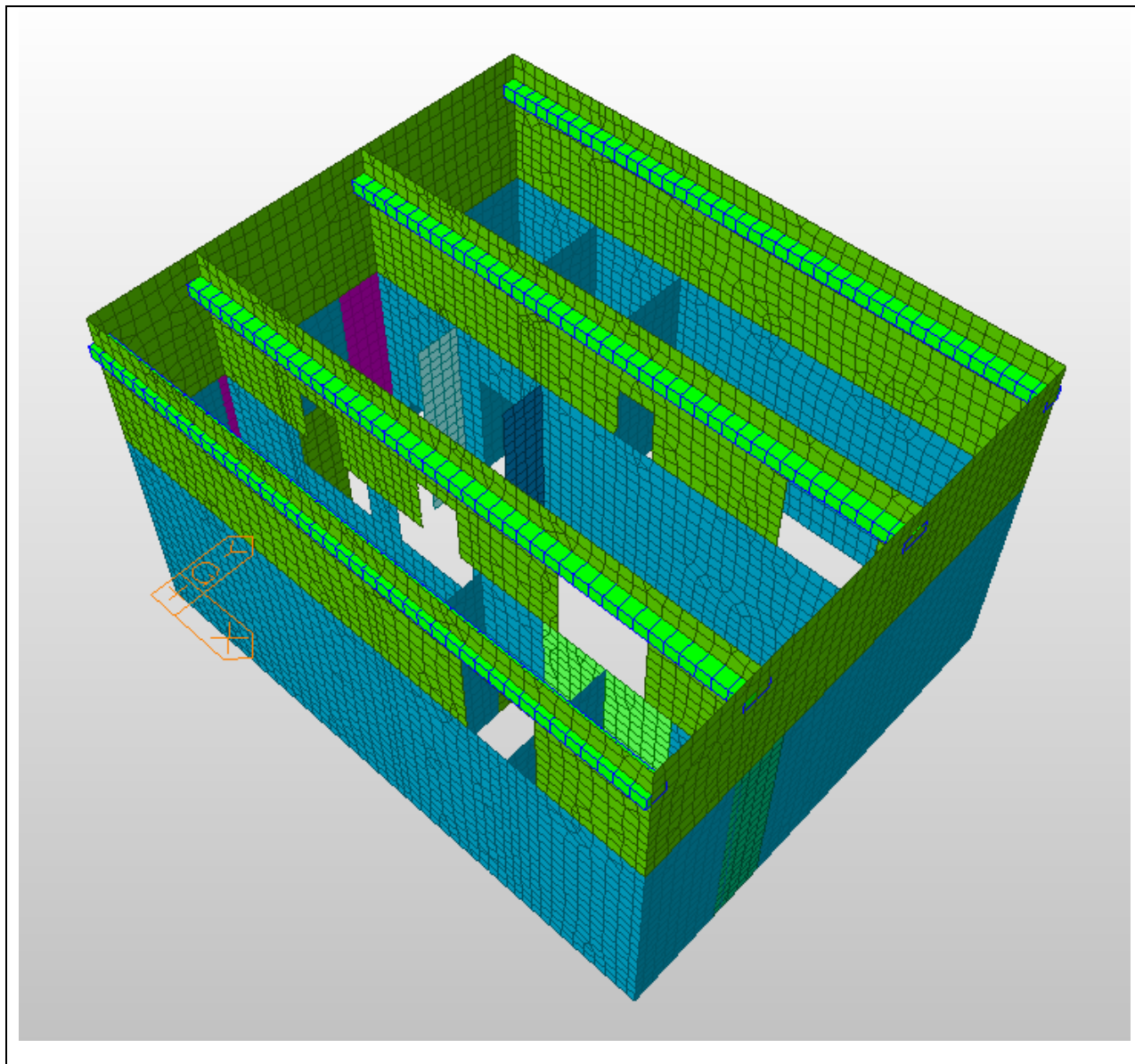


Figura 7-6 – Bipartitore, lato apertura per accesso alla struttura

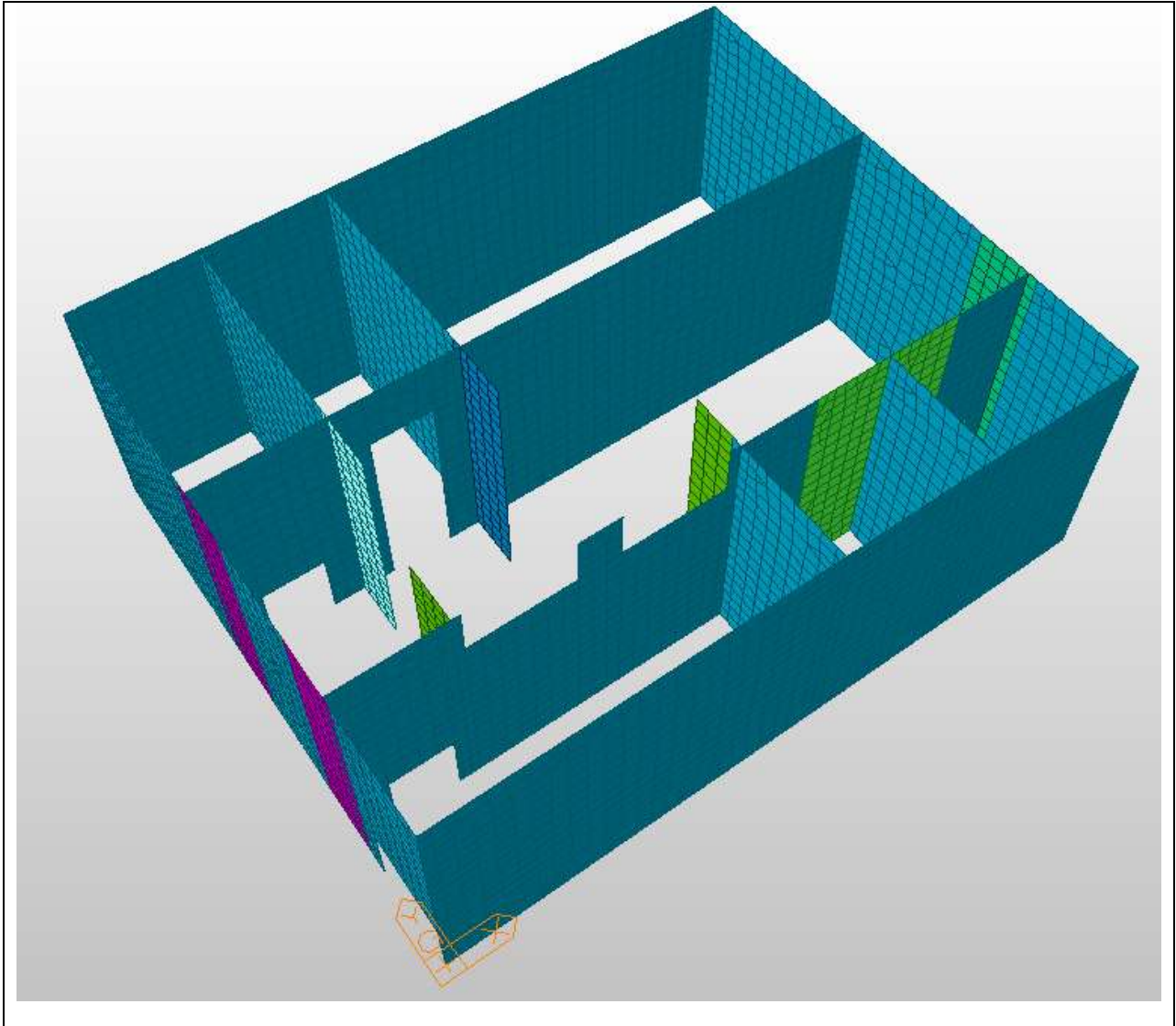


Figura 7-7 – Bipartitore, vista delle camere di invaso e del locale pompe

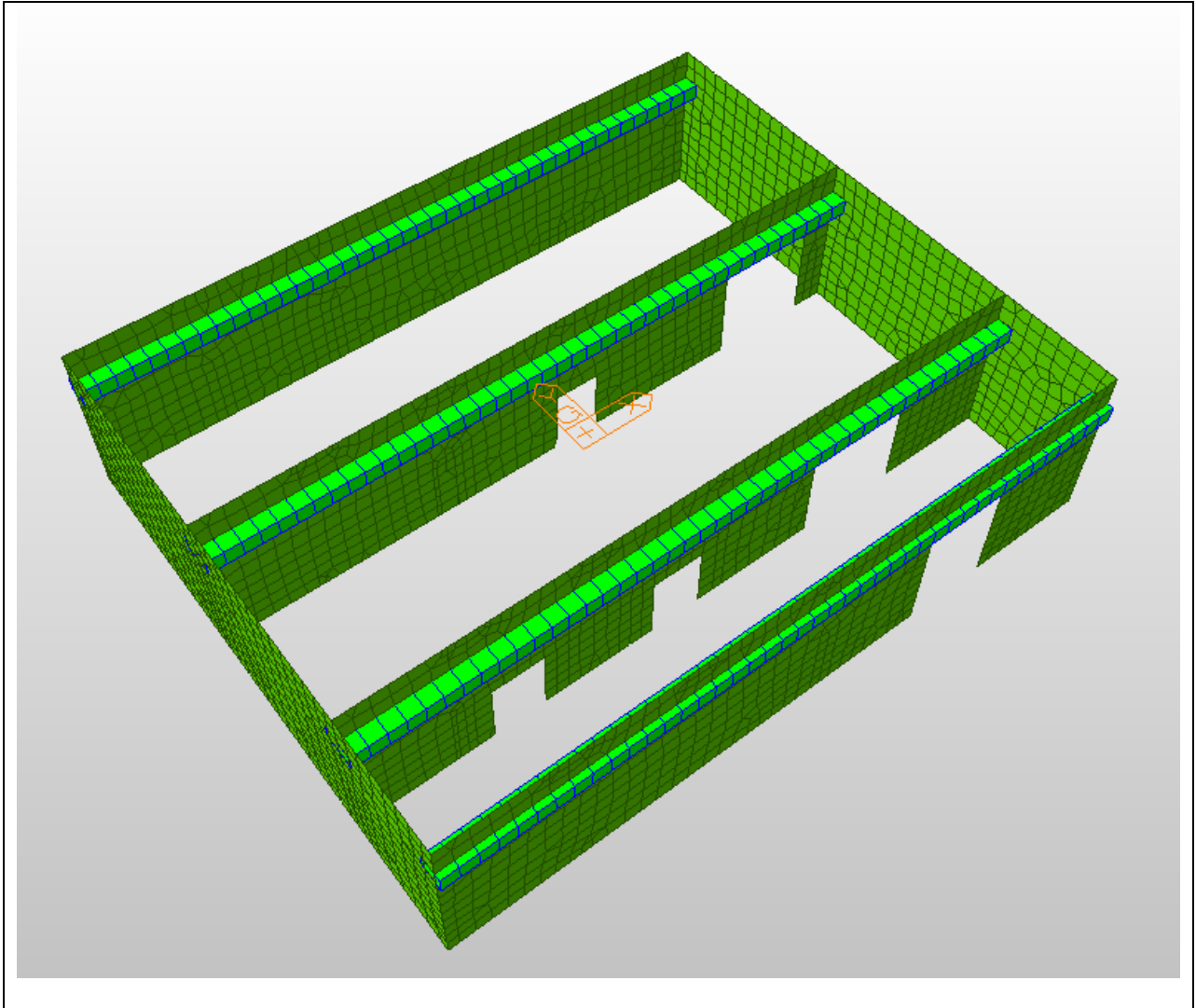


Figura 7-8 – Bipartitore, vista setti fuori terra

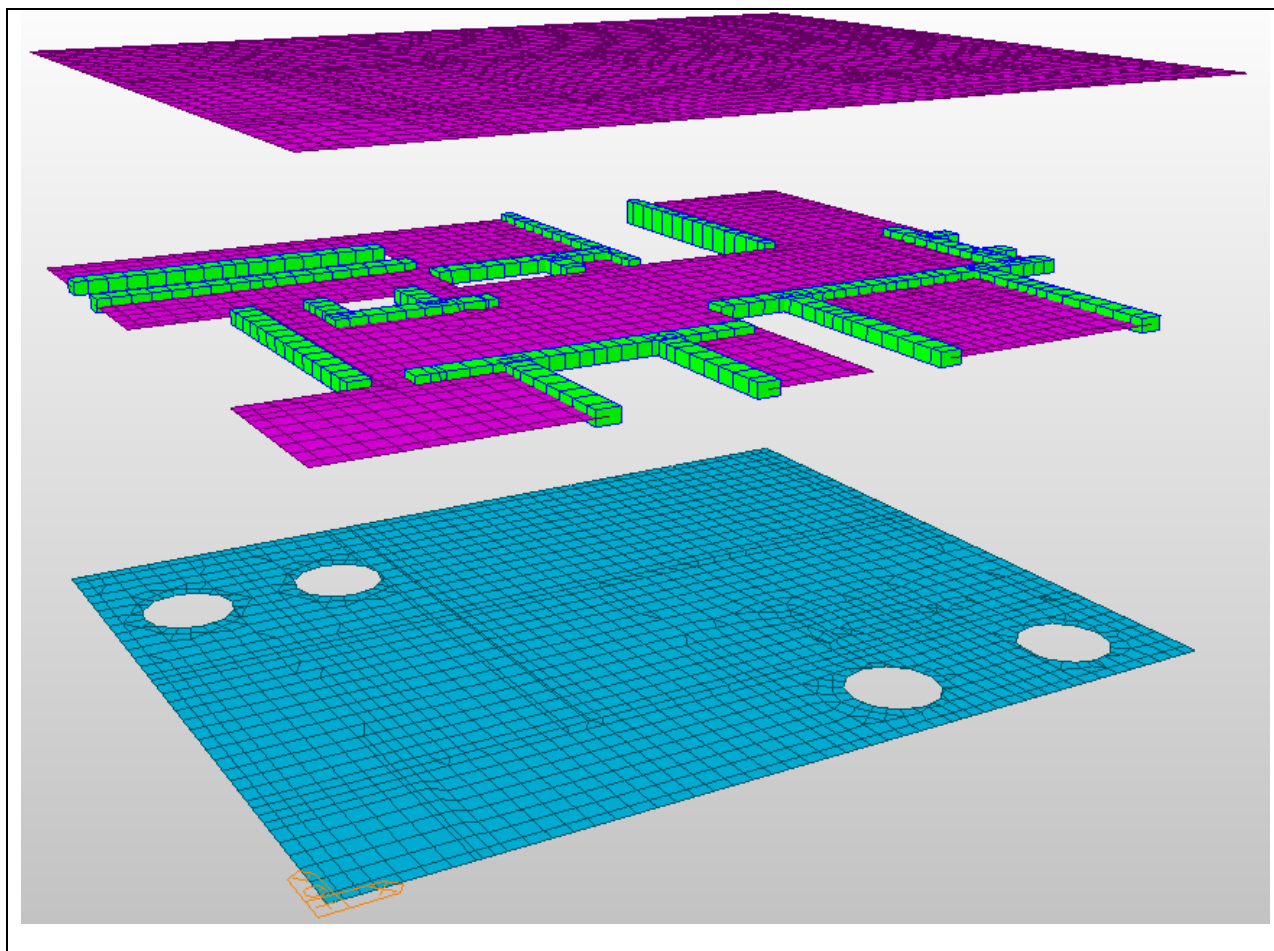


Figura 7-9 – Bipartitore, orizzontamenti

7.5 Analisi dei carichi

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

7.5.1 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 ($\gamma_{cls} = 25$ kN/m³ peso specifico del c.a.).

7.5.2 Azioni solaio di copertura

Permanente portato

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

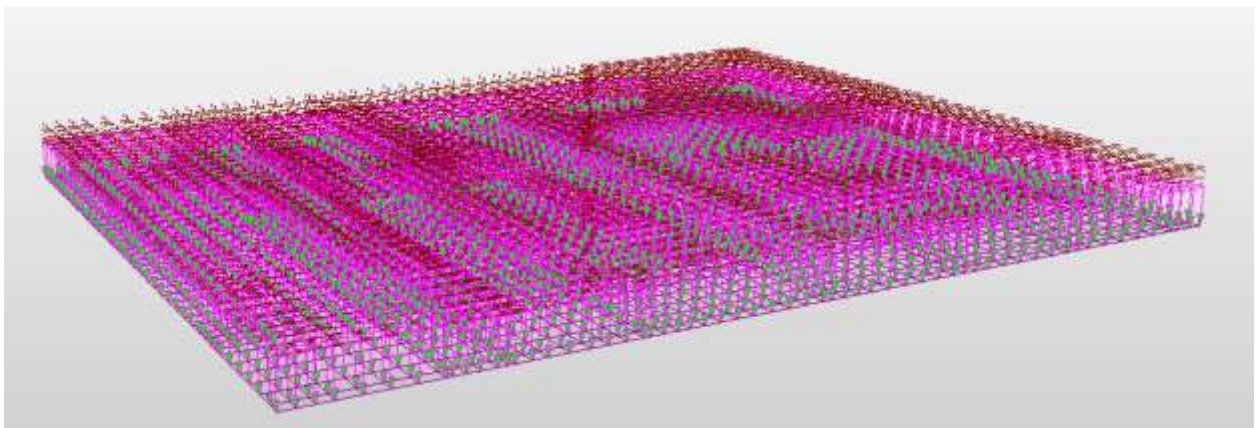


Figura 7-10 – BIPARTITORE – Caso di carico “Permanente portato”

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 kN/m^2	1.00	Carico neve di calcolo 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			

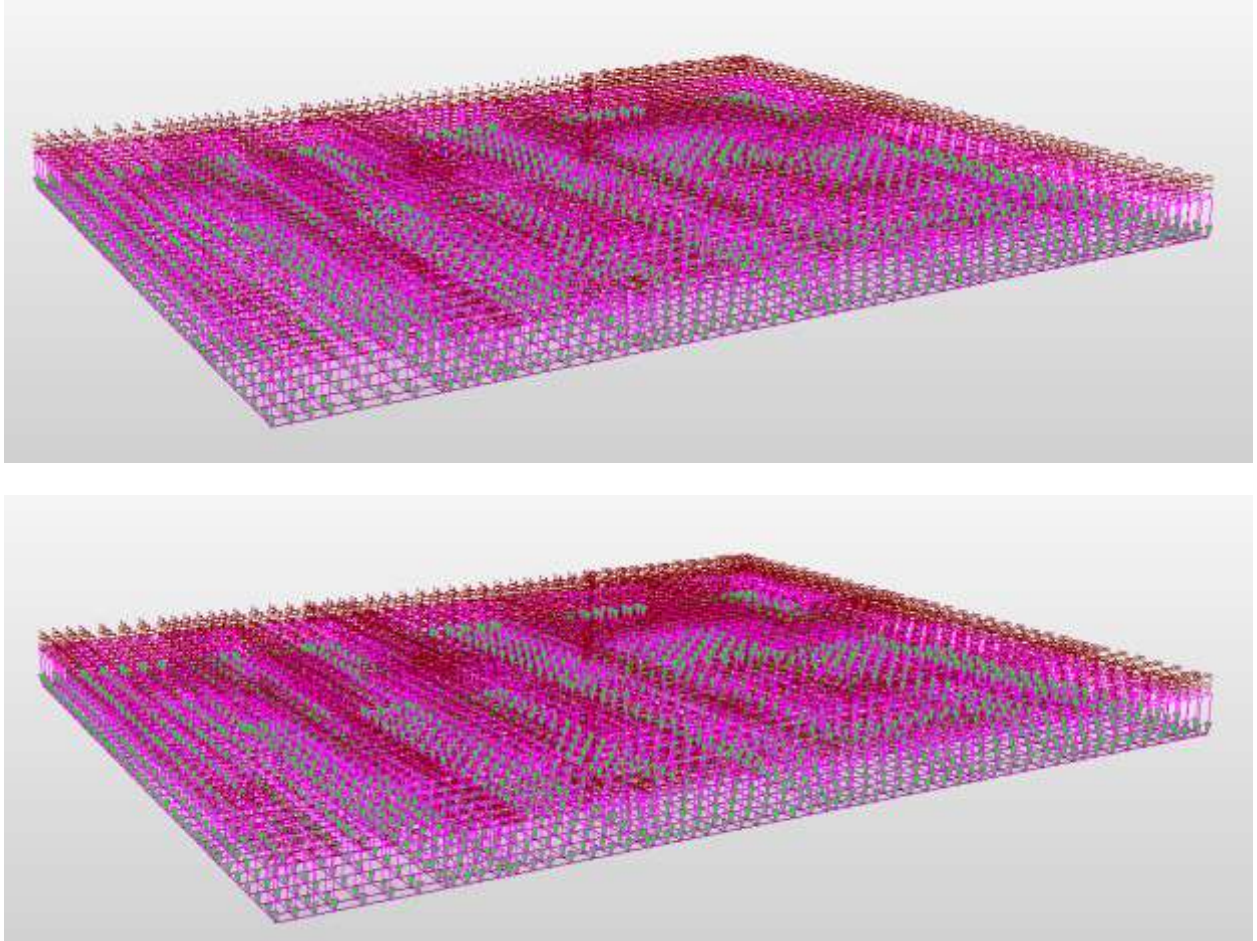


Figura 7-11 – BIPARTITORE – Caso di carico "Manutenzione" e "Neve"

7.5.3 Azioni solaio a quota piano campagna

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

Permanente portato

- G2k: 3.00 kN/m²

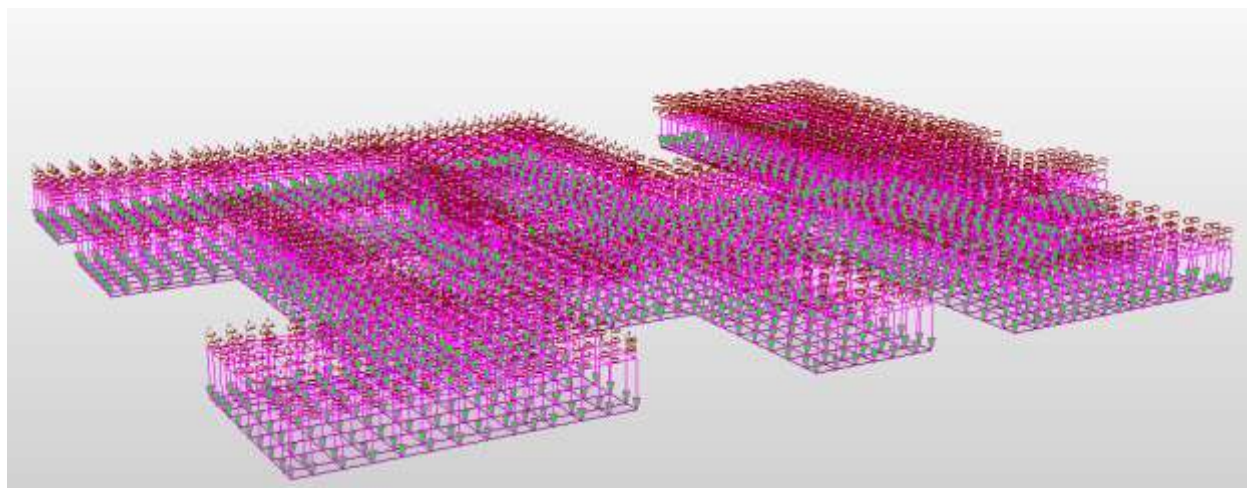


Figura 7-12 – BIPARTITORE – Caso di carico “Permanente portato”

Variabili

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

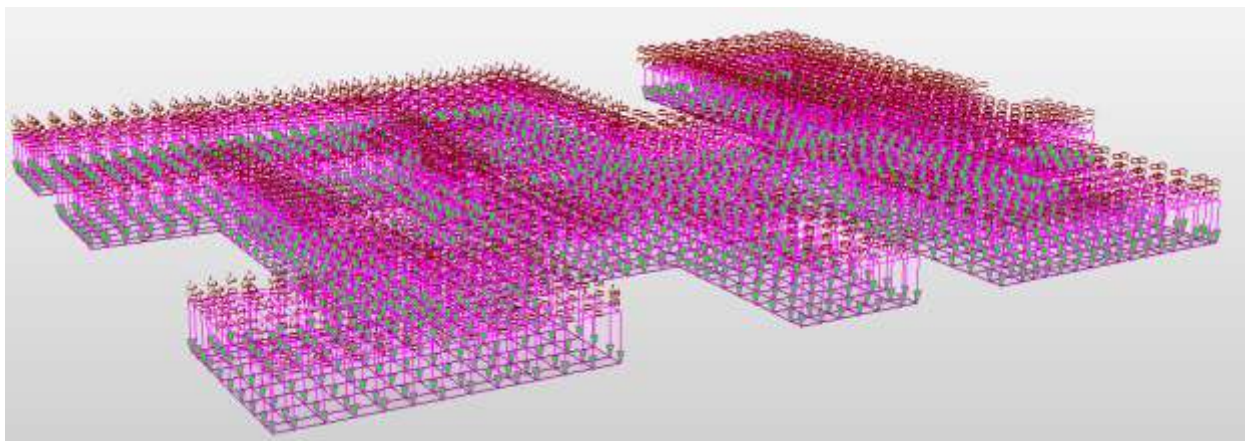


Figura 7-13 – BIPARTITORE – Caso di carico "Qk Folla cat. E"

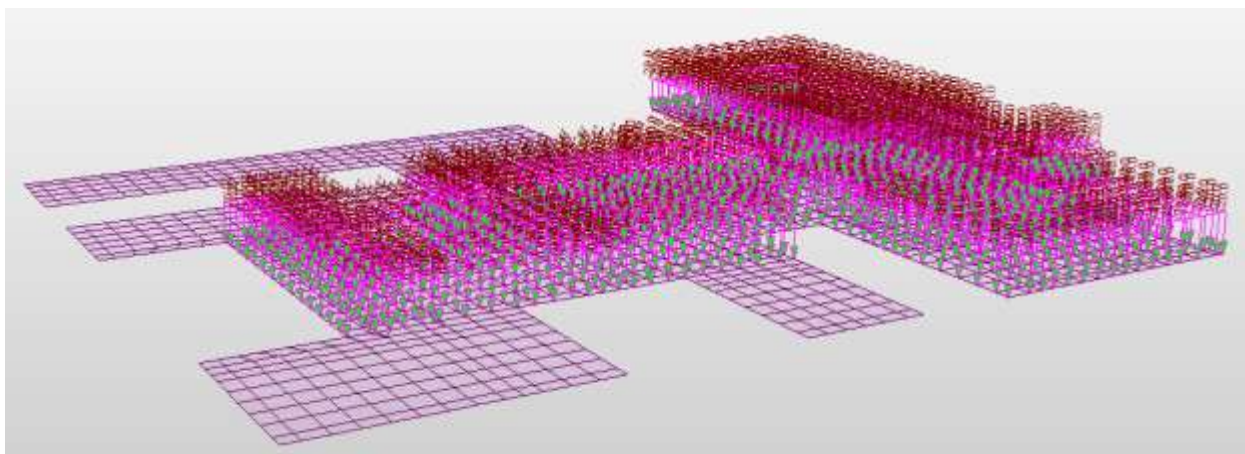


Figura 7-14 – BIPARTITORE – Caso di carico "Mezzi di manutenzione Qk=20kPa"

7.5.4 Azioni platea di fondazione

Sulla fondazione a quota -13.40 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 8.00 m. Tale pressione viene applicata in corrispondenza della superficie definita dall’ingombro in pianta della camera d’ingresso e del vano bipartitore. Si considera anche il caso di una condizione eccezionale (COND. ECCEZIONALE) in cui viene applicata in corrispondenza della superficie definita dall’ingombro in pianta della camera d’ingresso e del vano bipartitore una pressione definita da un’altezza del tirante d’acqua di 10.50m e in corrispondenza della superficie definita dall’ingombro in pianta della camera di scarico da un’altezza del tirante d’acqua di 3.00m. All’interno del locale pompe si considera il peso degli impianti. Infine, per tutta la superficie di fondazione si considera un peso permanente portato uniformemente distribuito G2k:

- Peso verticale acqua di invaso_COND. PERMANENTE=
 $\gamma_w \times h = 10 \times 8.00 = 80 \text{ kN/m}^2$;
- Peso verticale acqua di invaso_COND. ECCEZIONALE=
 $\gamma_w \times h = 10 \times 10.5 = 105 \text{ kN/m}^2$;
 $\gamma_w \times h = 10 \times 3 = 30 \text{ kN/m}^2$; (vano scarico)
- Impianti= 4.00 kPa
- Permanente portato=3.00 kPa

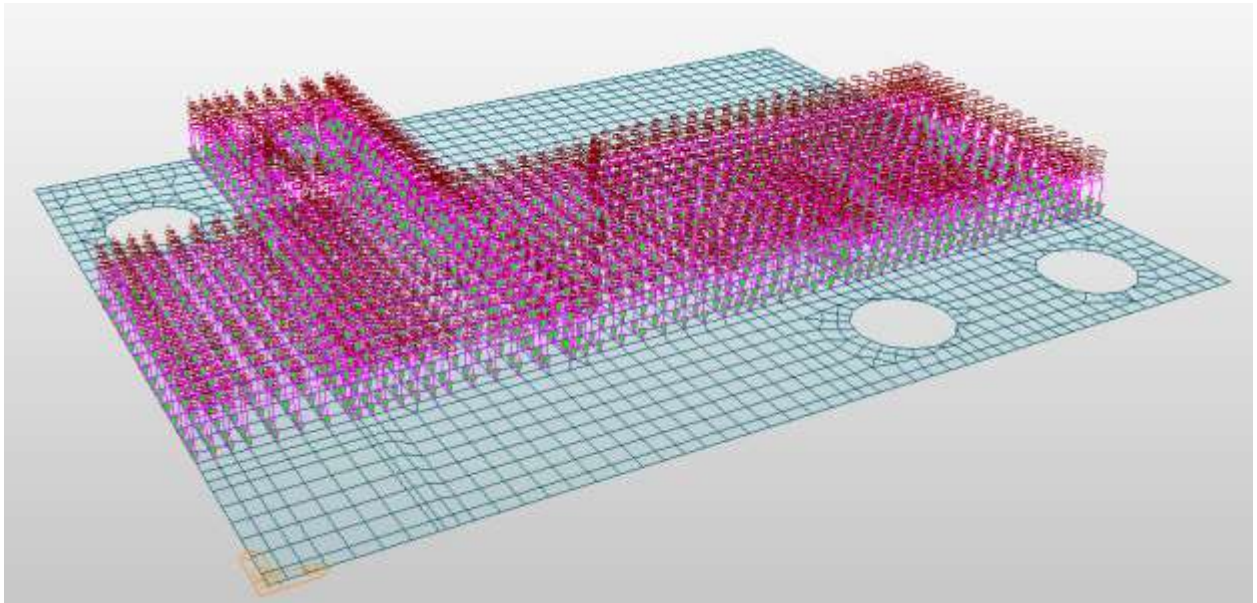


Figura 7-15 – BIPARTITORE – Caso di carico "Peso verticale acqua "COND. PERMANENTE"

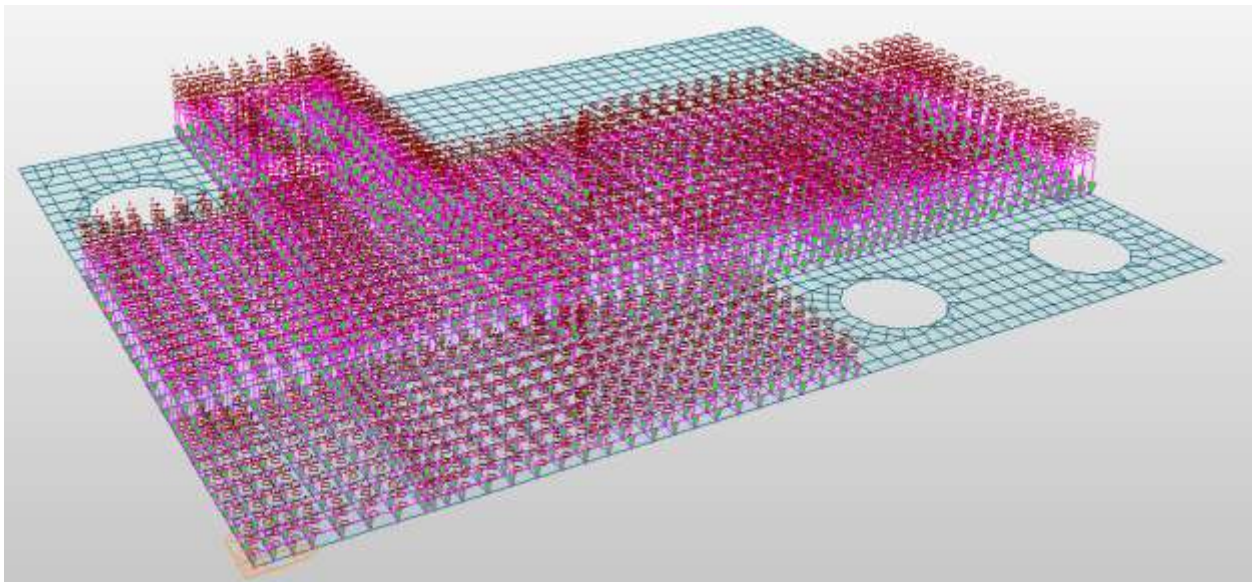


Figura 7-16 – BIPARTITORE – Caso di carico "Peso verticale acqua "COND. ECCEZIONALE"

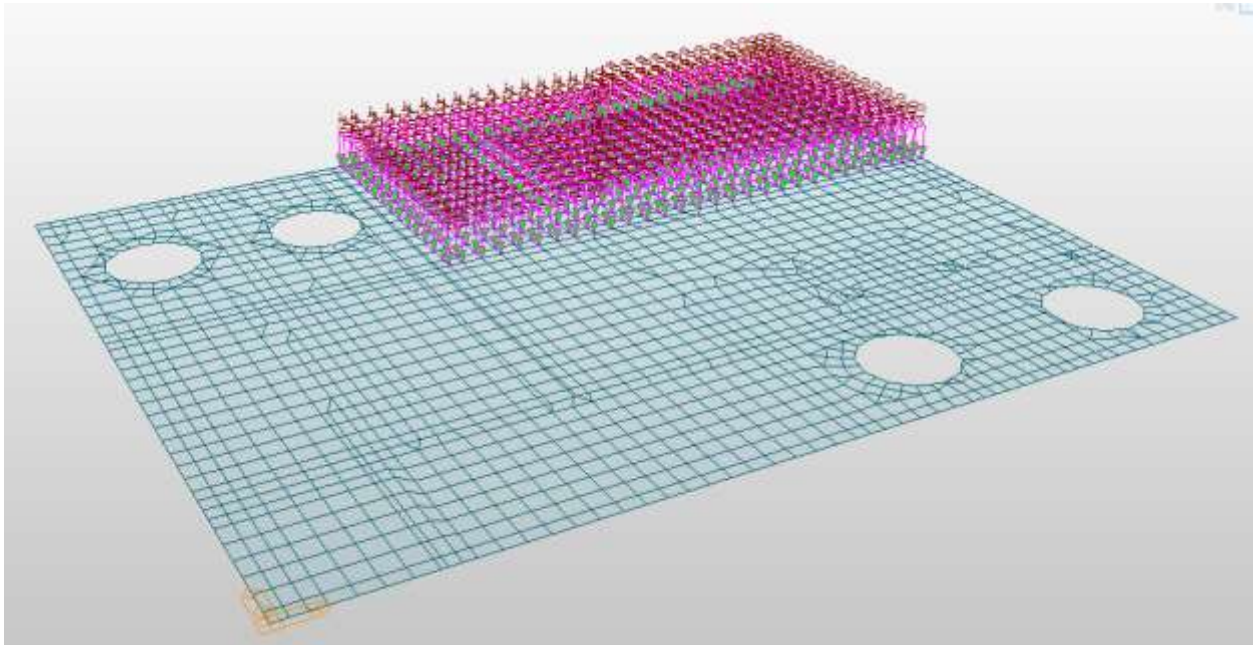


Figura 7-17 – BIPARTITORE – Caso di carico "impianti"

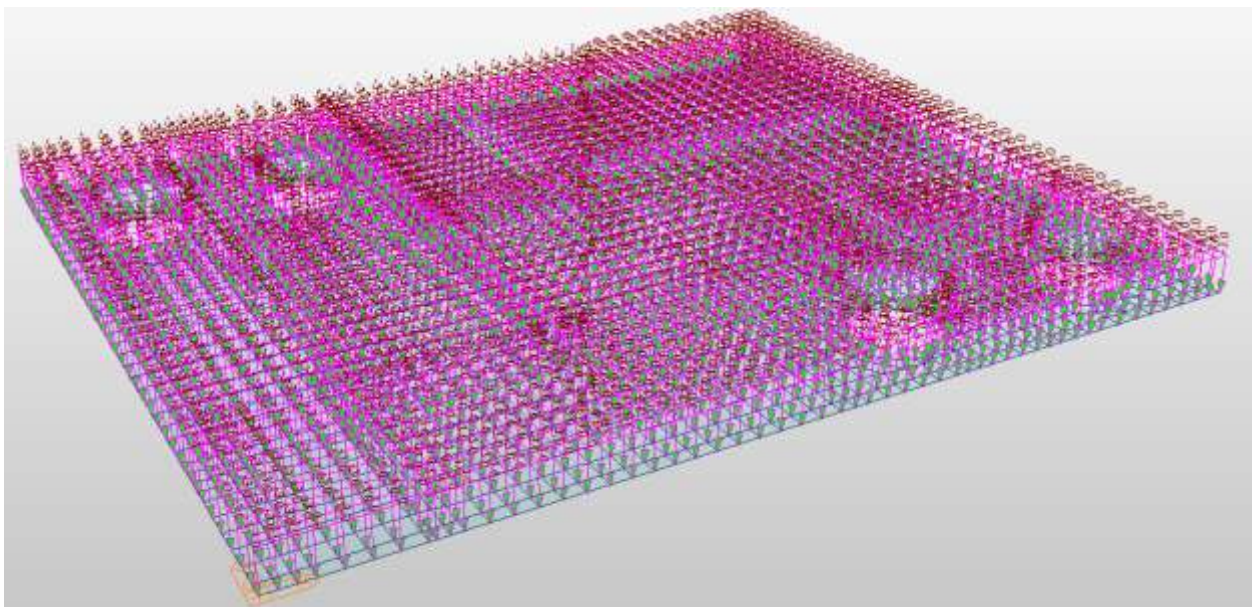


Figura 7-18 – BIPARTITORE – Caso di carico "permanente portato"

7.5.5 Carroponte

All’interno della frazione fuori terra, è prevista l’installazione di n°3 carroponti per la movimentazione degli organi di manovra. I carropont 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:

INGOMBRI GRU A PONTE BITRAVE A CASSONE															
20-dic-07															
PORTATA GRU t 6.3										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	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	3691	466	2500	3000	1200	560	80	1060	1180	140	970	1170	290	200
7000	2400	3807	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 7-19 – Estratto scheda tecnica carroponti

Nel modello di calcolo sono stati applicati due casi di carico, uno simulante il peso dei carroponti 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=10.00 m

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

$M_A=M_B=15.10 \times 0.70 = 10.8 \text{ kNm}$ (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

$$V_A=56.32 \text{ kN}$$

$$V_B=6.68 \text{ kN}$$

$$M_A=39.42 \text{ kNm}$$

$$M_B=4.67 \text{ kNm}$$

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

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

$M_A=M_B=10.4 \times 0.70 = 7.28 \text{ kNm}$ (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

$$V_A=49.65 \text{ kN}$$

$$V_B=13.35 \text{ kN}$$

$$M_A=34.75 \text{ kNm}$$

$$M_B=9.34 \text{ kNm}$$

7.5.6 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:

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

Dove:

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

Si ottiene:

Spinta statica terreno

$\phi =$	41	*
$K_0 =$	0.344	
$\gamma_{nat} =$	20	kN/m ³
$z_{max} =$	12.5	m
$\sigma_h(z_{max}) =$	86.0	kN/m ²

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

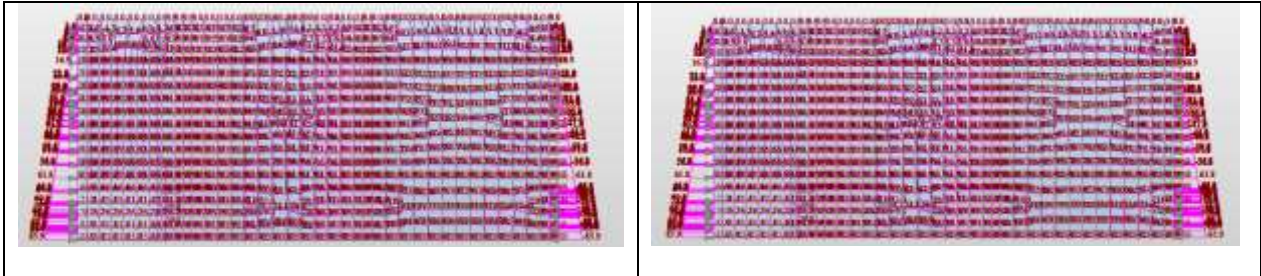


Figura 7-20 – Andamento delle tensioni orizzontali totali – Applicazione pareti perimetrali interrato.

7.5.7 Spinta statica dell’acqua di invaso

All’interno del manufatto, è presente un tirante d’acqua che in condizioni di esercizio (COND_PERMANENTE) risulta pari ad 8.00 m ed in condizioni eccezionali (COND_ECCEZIONALE) è pari ad 10.50 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:

- γ_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 nelle camere BIPARTOTORE ed INGRESSO (per tale condizione sono stati calcolati i valori delle sovrappressioni in condizioni sismiche);
- condizione eccezionale (COND. ECCEZIONALE): battente idrico presente sia nelle camere BIPARTOTORE ed INGRESSO che nella camera di ScCARICO;
- 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 $\gamma_w \times z = 10 \times 8.00 = 80$ kPa:

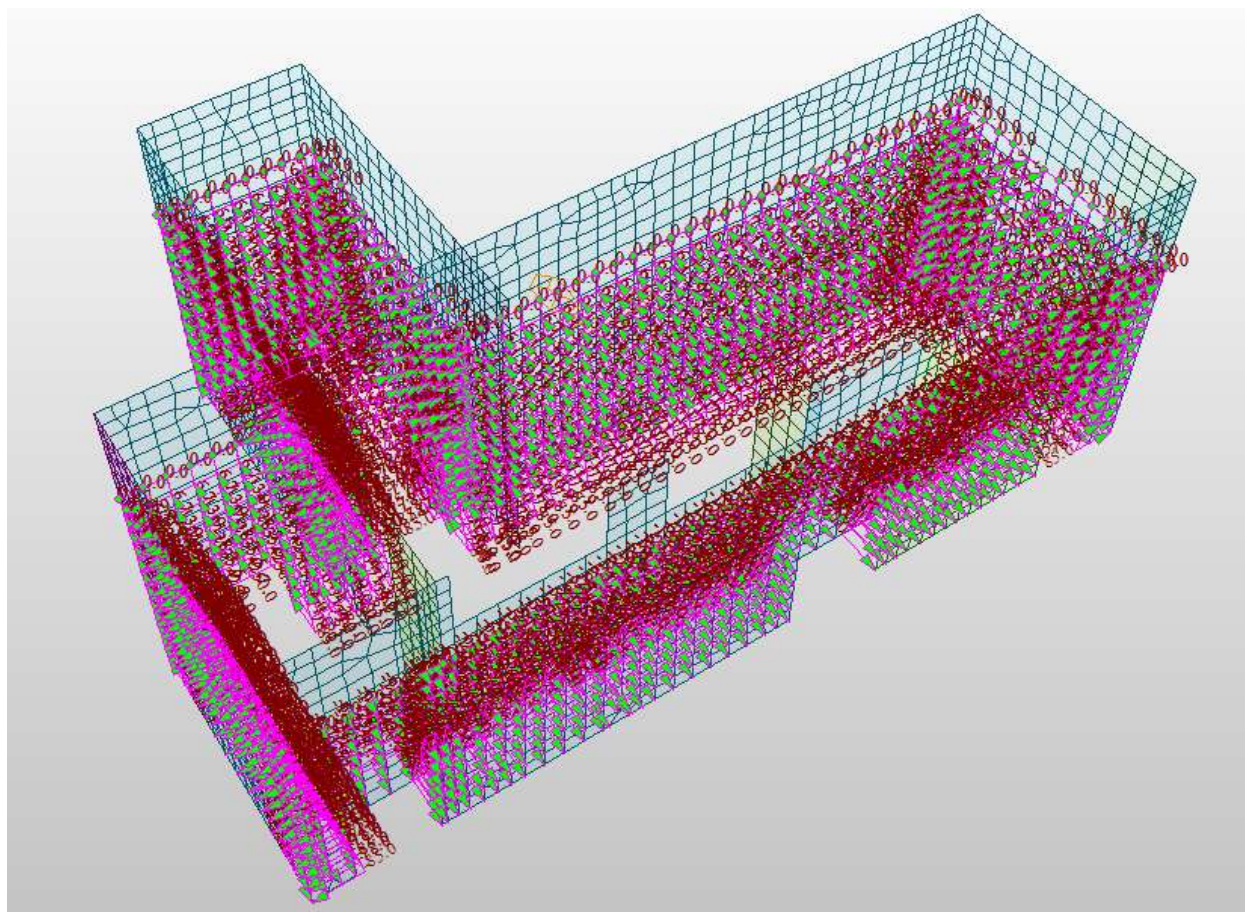


Figura 7-21 – BIPARTITORE – Caso di carico "spinta orizzontale acqua di invaso"

7.5.8 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:

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

Di seguito l’applicazione al modello:

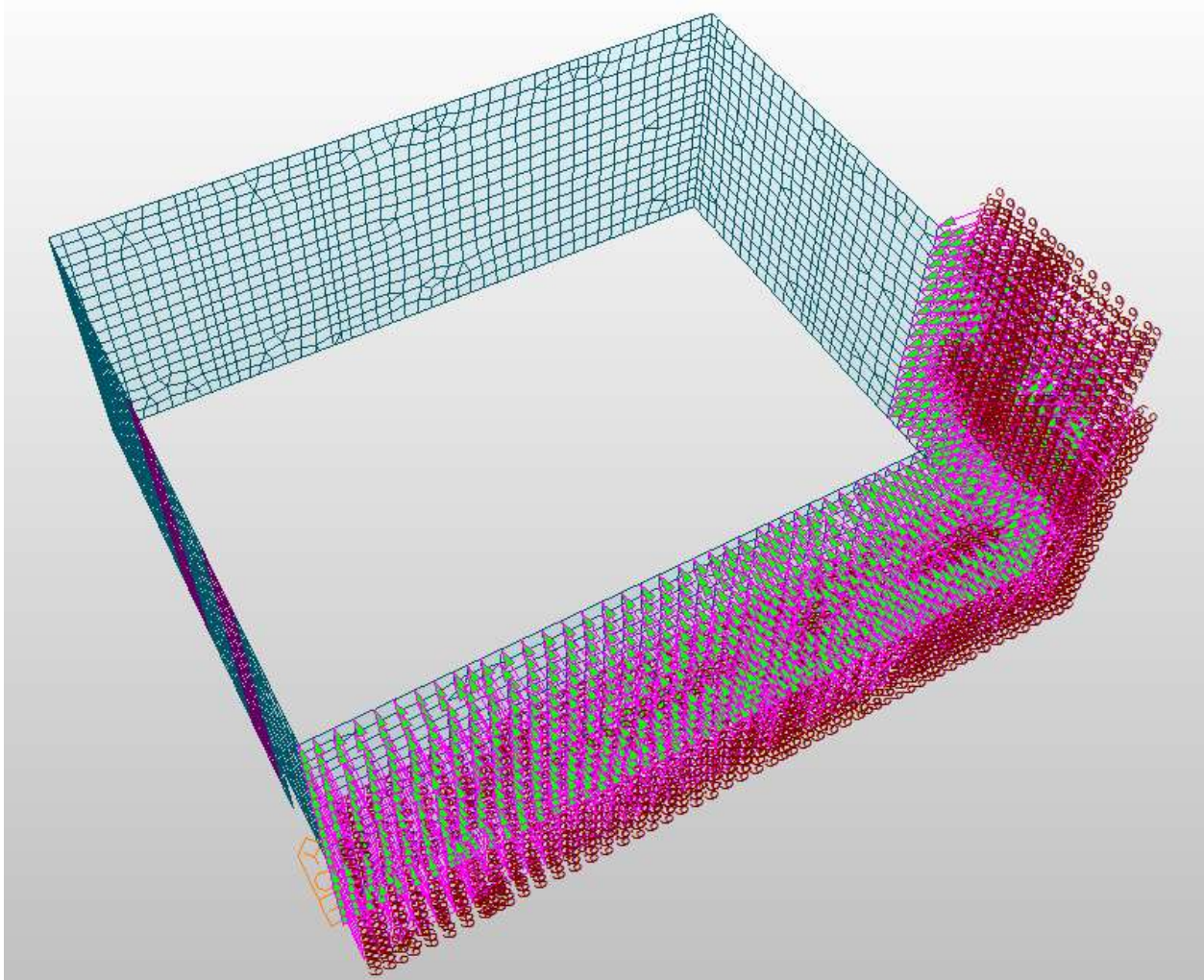


Figura 7-22 – BIPARTITORE – Caso di carico "spinta orizzontale sovraccarico Q_k "

7.5.9 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 generati per 30 punti e così come implementati per punti sul software di calcolo.

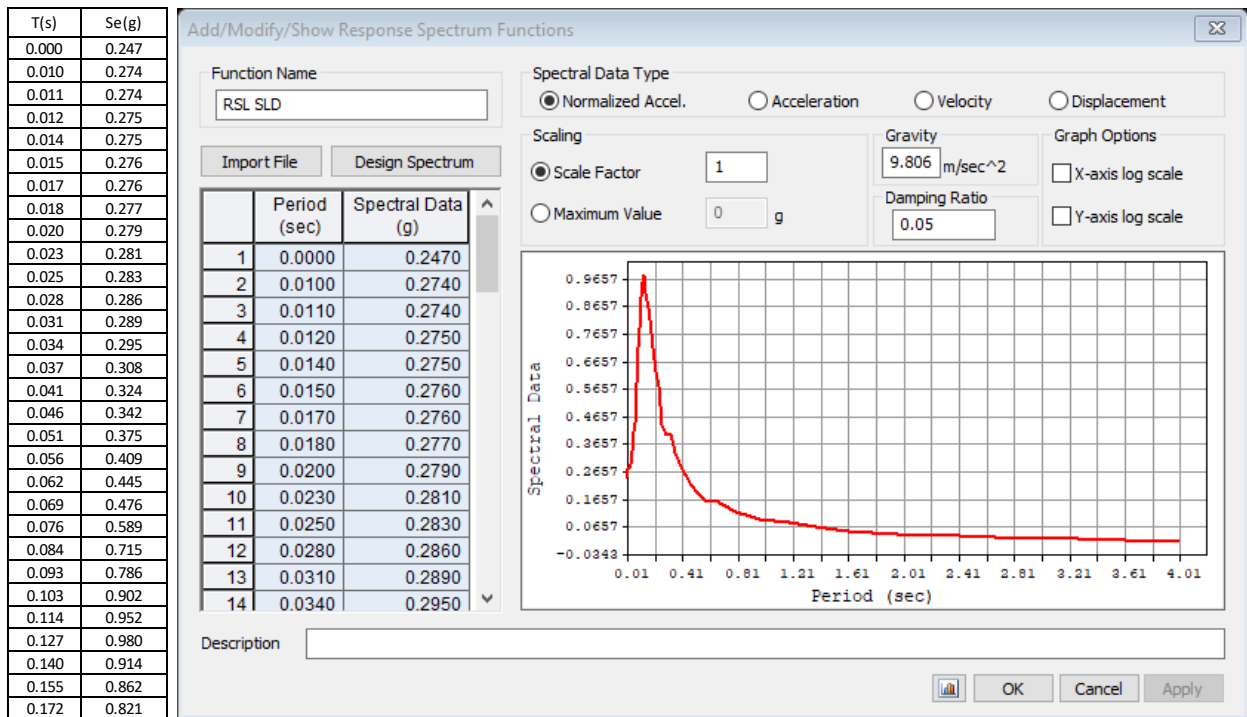


Figura 7-23 – Spettro di risposta RSL allo SLD

▪ **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:

T(s)	Se(g)
0.000	0.603
0.010	0.603
0.011	0.604
0.012	0.605
0.014	0.606
0.015	0.607
0.017	0.609
0.018	0.611
0.020	0.613
0.023	0.616
0.025	0.621
0.028	0.626
0.031	0.633
0.034	0.643
0.037	0.664
0.041	0.684
0.046	0.750
0.051	0.789
0.056	0.811
0.062	0.899
0.069	0.973
0.076	1.212
0.084	1.317
0.093	1.429
0.103	1.612
0.114	1.845
0.127	1.803

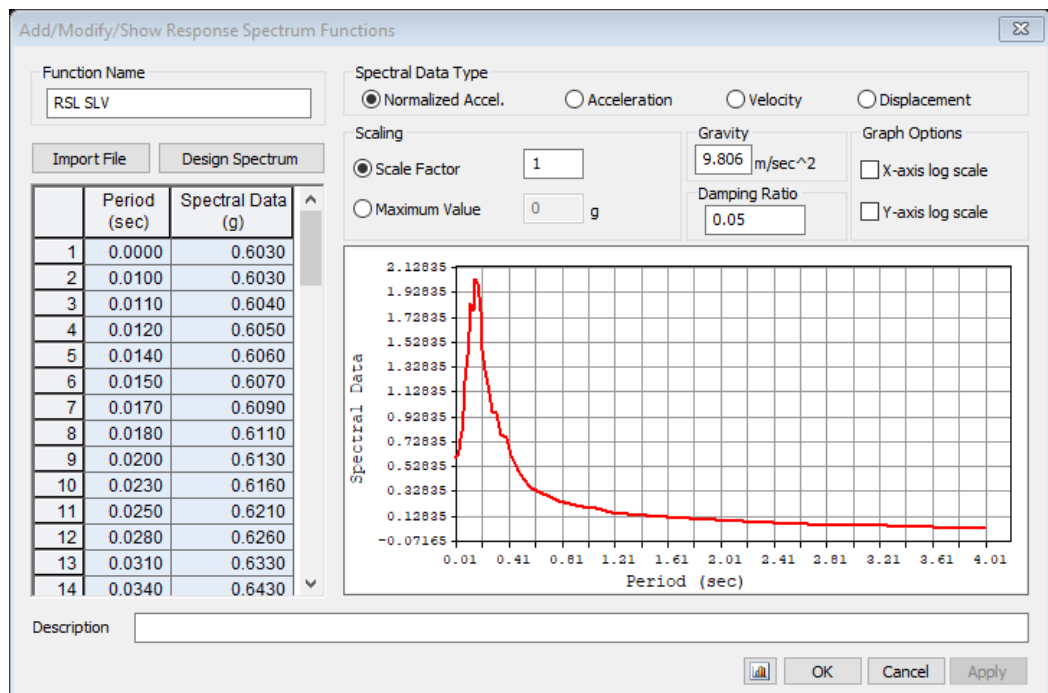


Figura 7-24 – Spettro di risposta RSL allo SLV

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 $q=1.5$.

7.5.10 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 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:

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

Per cui si ha:

Spinta di Wood		
kh=	0.284	-
γ =	20	kN/m ²
H=	12.5	m
ΔP_w =	71	kN/m ²

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

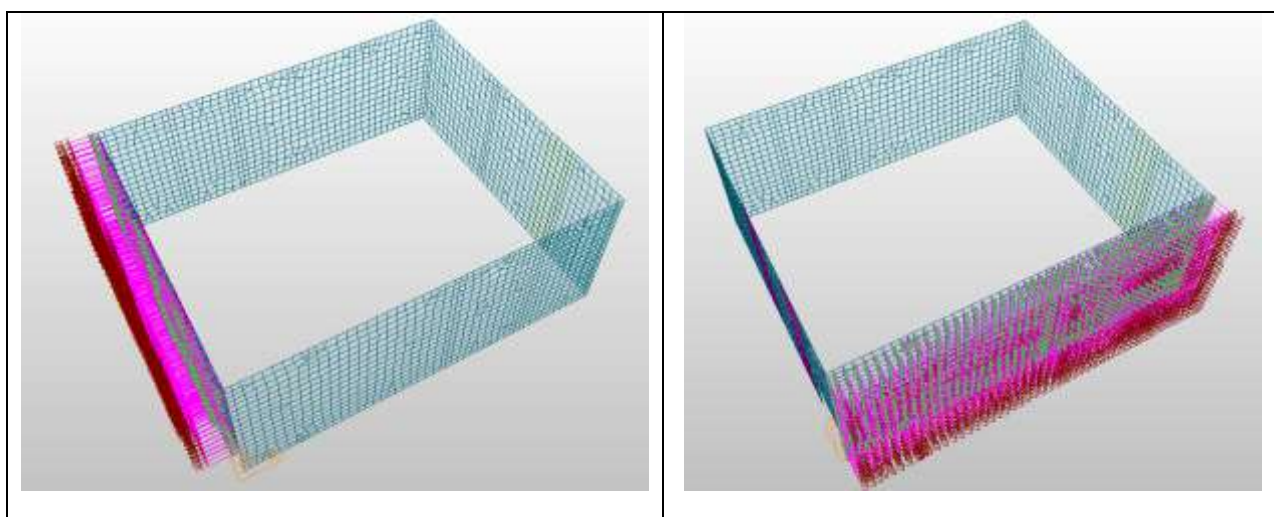


Figura 7-25 – Assegnazione incremento dinamico spinta terre – wood in direzione +x e +y

▪ **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

$$P_{\max} (z=8.00\text{m}) = 7/8 \times 0.284 \times 10 \times (8.00 \times 8.00)^{0.5} = 20 \text{ kPa}$$

I valori sopra sono stati assegnati con valore doppio per le pareti che si trovano ad essere bagnate su entrambi i lati.

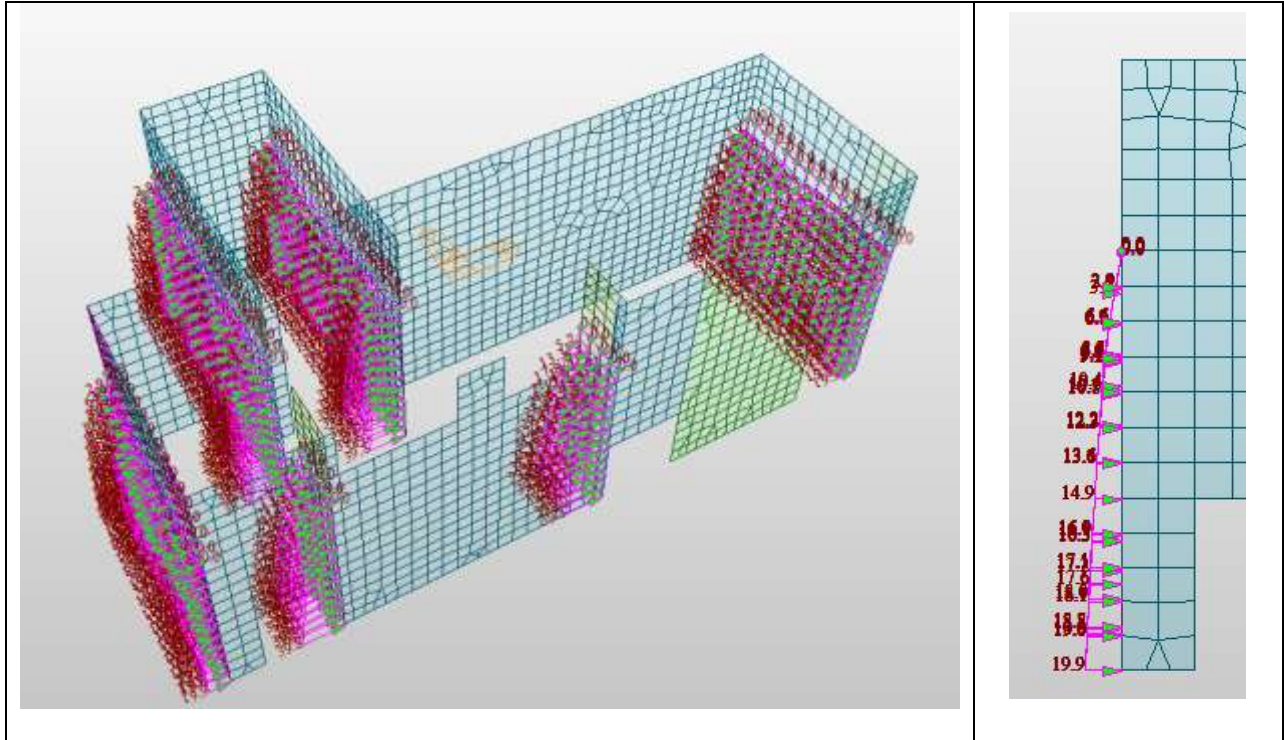


Figura 7-26 – Incremento pressione idrodinamica acqua di invaso in direzione +x

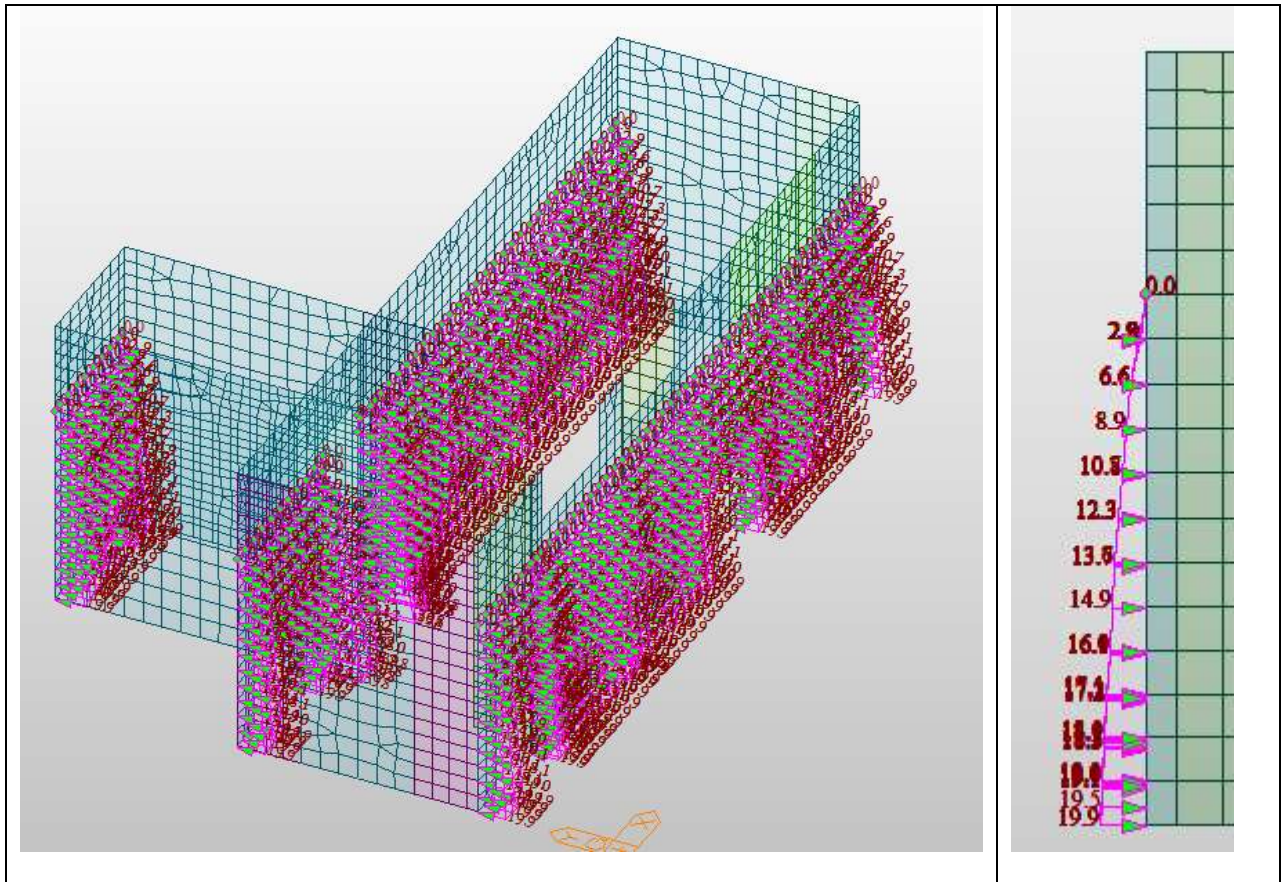


Figura 7-27 – Incremento pressione idrodinamica acqua di invaso in direzione +y

7.5.11 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:

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

$$A_s = C(cN_c s_c + 0.5\gamma B N_{\gamma} s_{\gamma})$$

$$B_s Z^1 = C(\gamma N_q s_q) Z^1$$

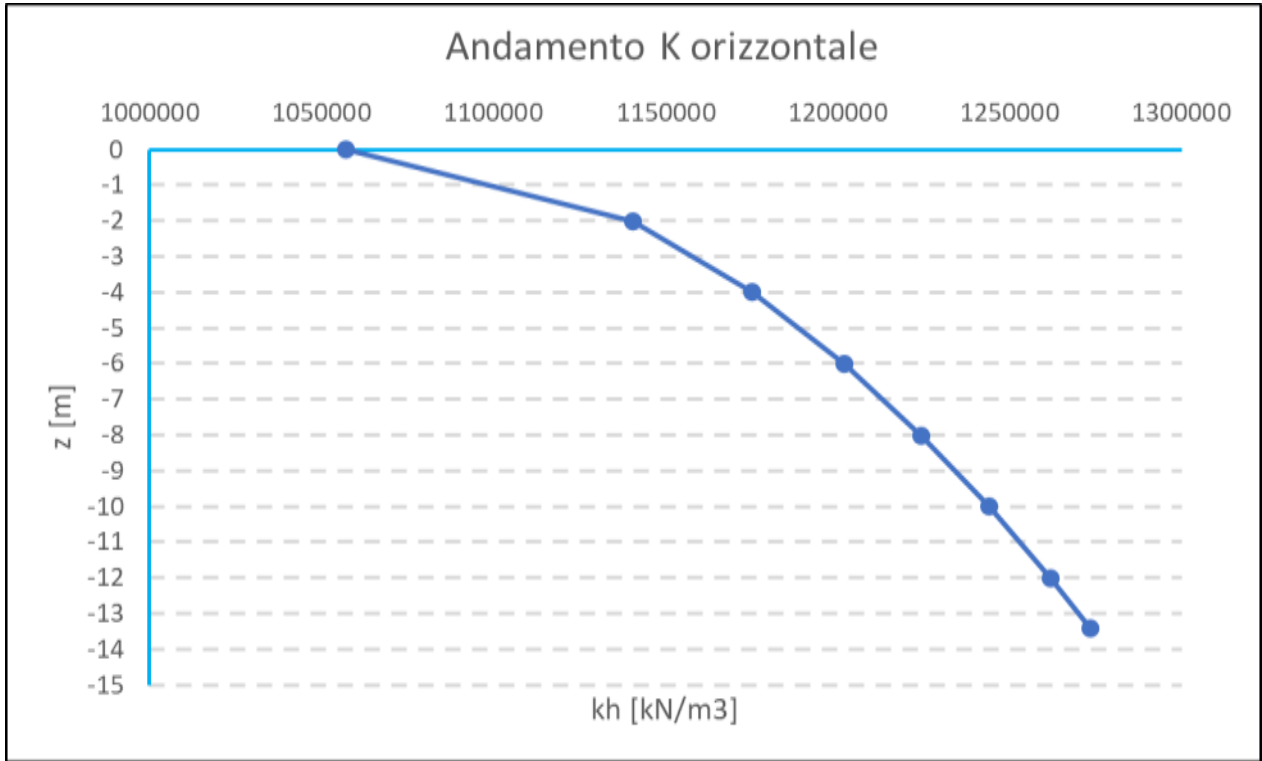
Molla verticale in fondazione a z=-13.4 da pc

$k_s=A_s+B_s \times Z^n = 1273389$ [kN/m³] valore della molla verticale da applicare al modello

C	40	[kN/m ³]	fattore che dipende dal sistema di misura
c'	0	[kN/m ²]	coesione
Nc	83.86	[-]	
Sc	1	[-]	
ϕ'	41	[°]	angolo di resistenza a taglio
γ	20	[kN/m ³]	peso unità di volume
B	28	[m]	larghezza fondazione
N_γ	95.05	[-]	
S_γ	1	[-]	
Nq	73.90	[-]	
Sq	1	[-]	
n	0.5	[-]	
Z	13.4	[m]	profondità del piano di posa della fondazione rispetto al p.c.
B	27.8	[m]	
$c' \cdot N_c \cdot s_c =$	0		
$0.5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma =$	26424.58		
As=	1056983		
$\gamma \cdot N_q \cdot s_q =$	1477.938		
Bs=	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 $K_s = 1197000 \text{ kN/m}^3$.

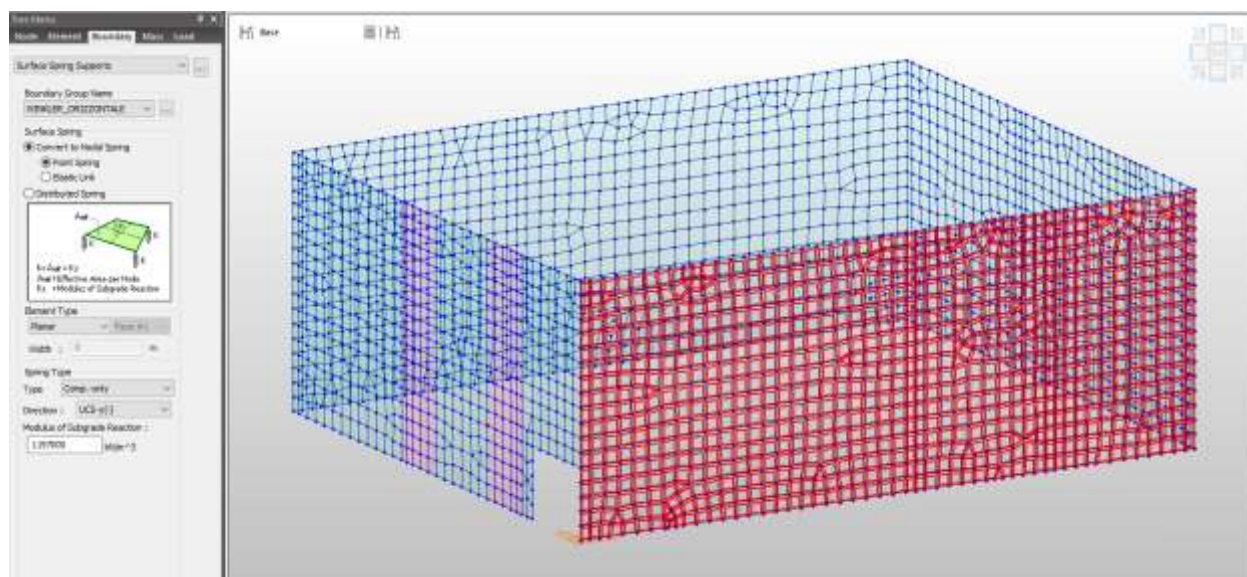


Figura 7-28 – Modalità di assegnazione delle molle "compression only"- Parete perimetrale interrata SUD

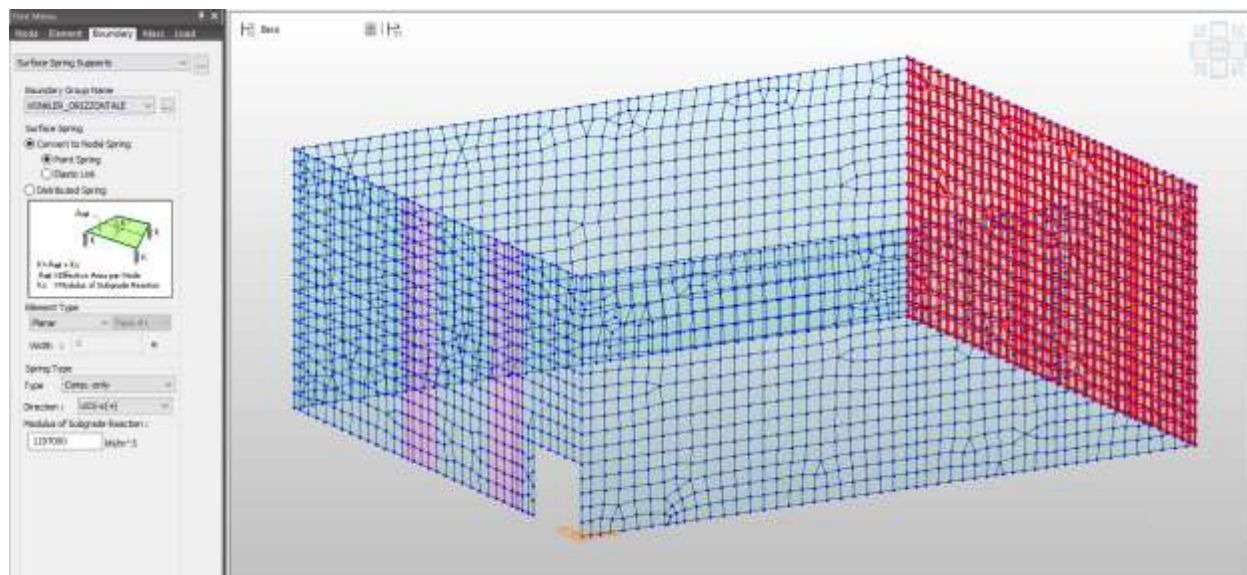
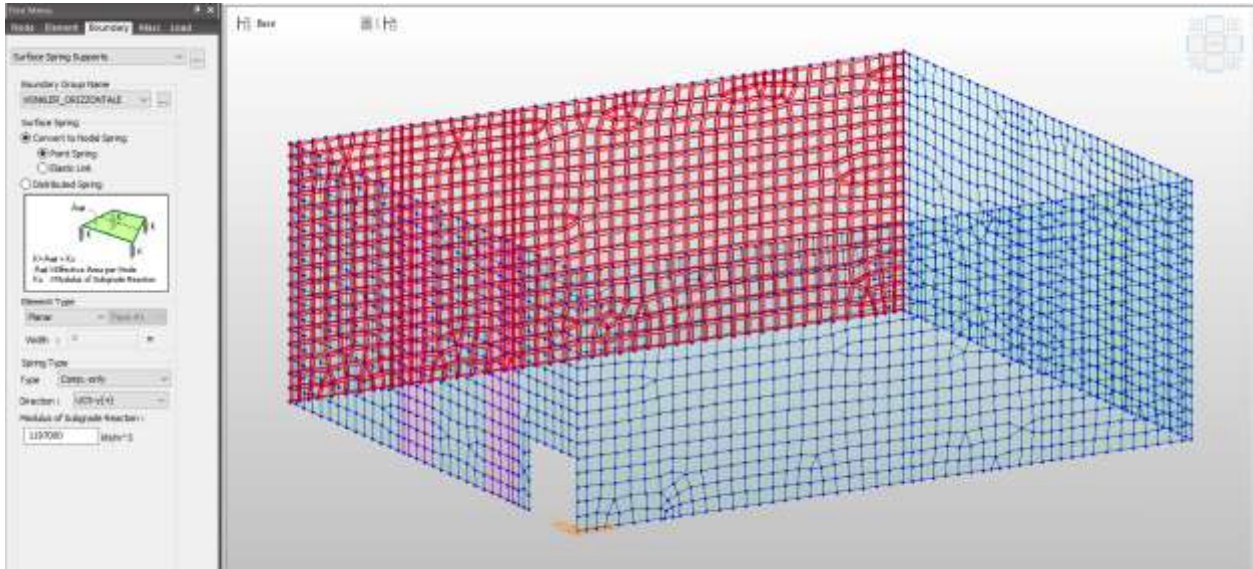


Figura 7-29 – Modalità di assegnazione delle molle "compression only"- Parete perimetrale interrata EST



**Figura 7-30 – Modalità di assegnazione delle molle "compression only"- Parete
perimetrale interrata NORD**

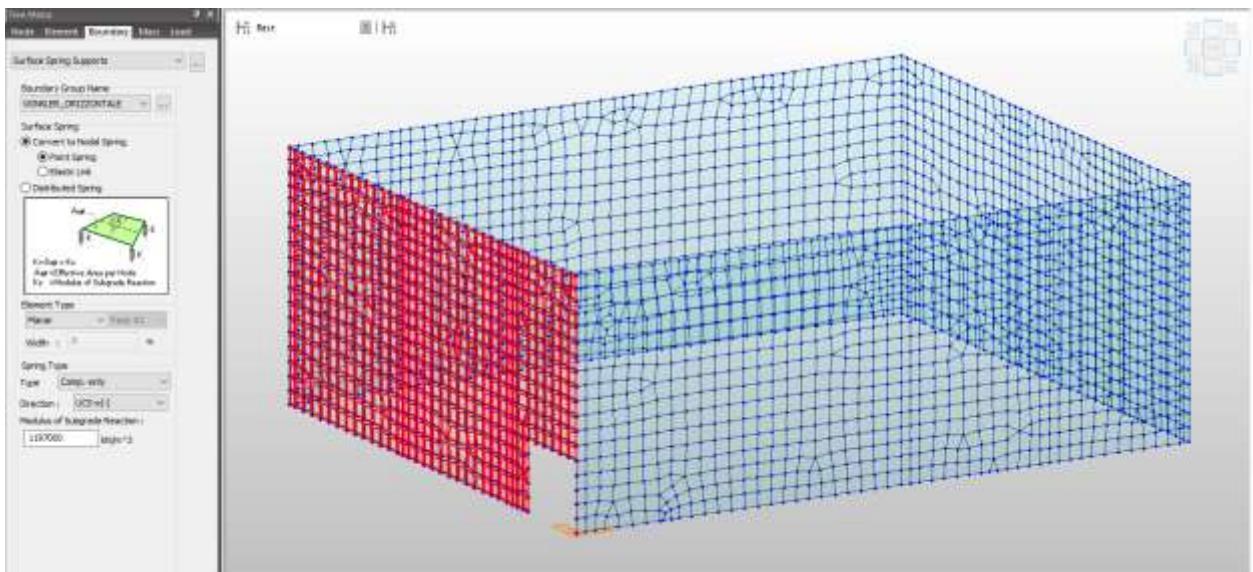


Figura 7-31 – Modalità di assegnazione delle molle "compression only"- Parete perimetrale interrata OVEST

7.6 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):

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

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 ϵ_{sm} per la distanza media tra le fessure Δs_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 σ_c del conglomerato cementizio deve rispettare la limitazione seguente:

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

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

La tensione massima σ_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	l/h
Travi a sbalzo	7
Travi e piastre semplicemente appoggiate	20
Travi continue, piastre incastrate	26

Tabella 7.2 – 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 0.00	Qk_mezzi 20kPa livello 0.00	Qk_acc. 3kPa livello0.00	G2k_platea	G2k_Spinta terreno	G2k_carroponti	G2k_impianti	Qk_spinta sovraccarico 20kPa	Gk_Acqua liv. PERM.	Gk_Acqua liv. ECC.	Qk_CARROPONTE 6.3t
24	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	1.5
25	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	1.5
26	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	1.5
27	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	1.5
28	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	1.5
29	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	1.5
30	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	1.5
31	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	1.5
32	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	1.5
33	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	1.5
34	ECC_1	1	1	0	0	1	0.3	0.8	1	1	1	1	0.3	0	1	1
35	ECC_2	1	1	0	0	1	0.3	0.8	1	1	1	1	0.3	0	0	1

	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2	
Q1k_acc. 1kPa copertura	0	0	0	CAT. H
Q2k_neve copertura	0.5	0.2	0	NEVE<1000 m s.l.m.
Qk_acc. 3kPa livello0.00	1	0.9	0.8	CAT. E
Qk_mezzi 20kPa livello 0.00	0.7	0.5	0.3	CAT. G
Qk_spinta sovraccarico 20kPa	0.7	0.5	0.3	CAT. G

Tabella 7.3 – Combinazioni di carico in SLU ed Eccezionali

No	Name	G1k	G2k_copertura	Q1k_acc. 1kPa copertura	Q2k_neve copertura	G2k_livello 0.00	Qk_mezzi 20kPa livello 0.00	Qk_acc. 3kPa livello0.00	G2k_platea	G2k_Spinta terreno	G2k_carroponti	G2k_impianti	Qk_spinta sovraccarico 20kPa	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	
16	SLV +X													1				1							1						
17	SLV -X														1										-1						
18	SLV +Y															1					1						1				
19	SLV -Y																1					1					-1				
36	SLV_1	1	1	0	0	1	0.3	0.8	1	1	1	1	0.3									1		1			1	0	0.3	0	
37	SLV_2	1	1	0	0	1	0.3	0.8	1	1	1	1	0.3									1		1			1	0	0	0.3	
38	SLV_3	1	1	0	0	1	0.3	0.8	1	1	1	1	0.3									1		1			0	1	0.3	0	
39	SLV_4	1	1	0	0	1	0.3	0.8	1	1	1	1	0.3									1		1			0	1	0	0.3	
40	SLV_5	1	1	0	0	1	0.3	0.8	1	1	1	1	0.3									1		1			0.3	0	1	0	
41	SLV_6	1	1	0	0	1	0.3	0.8	1	1	1	1	0.3									1		1			0	0.3	1	0	
42	SLV_7	1	1	0	0	1	0.3	0.8	1	1	1	1	0.3									1		1			0.3	0	0	1	
43	SLV_8	1	1	0	0	1	0.3	0.8	1	1	1	1	0.3									1		1			0	0.3	0	1	

Tabella 7.4 – Combinazioni di carico sismiche

No	Name	G1k	G2k_copertura	Q1k_acc. 1kPa copertura	Q2k_neve copertura	G2k_livello 0.00	Qk_mezzi 20kPa livello 0.00	Qk_acc. 3kPa livello0.00	G2k_platea	G2k_Spinta terreno	G2k_carroponti	G2k_impianti	Qk_spinta sovraccarico 20kPa	Gk_Acqua liv. PERM.	Qk_CARROPONTE 6.3t
52	RARA_1	1	1	1	0.5	1	0.7	1	1	1	1	1	0.7	1	1
53	RARA_2	1	1		1	1	0.7	1	1	1	1	1	0.7	1	1
54	RARA_3	1	1		0.5	1	0.7	1	1	1	1	1	0.7	1	1
55	RARA_4	1	1		0.5	1	1	1	1	1	1	1	0.7	1	1
56	RARA_5	1	1		0.5	1	0.7	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
58	RARA_7	1	1		1	1	0.7	1	1	1	1	1	0.7		1
59	RARA_8	1	1		0.5	1	0.7	1	1	1	1	1	0.7		1
60	RARA_9	1	1		0.5	1	1	1	1	1	1	1	0.7		1
61	RARA_10	1	1		0.5	1	0.7	1	1	1	1	1	1		1

Tabella 7.5 – Combinazioni di carico in esercizio – Combinazione Rara

No	Name	G1k	G2k_copertura	Q1k_acc. 1kPa copertura	Q2k_neve copertura	G2k_livello 0.00	Qk_mezzi 20kPa livello 0.00	Qk_acc. 3kPa livello0.00	G2k_platea	G2k_Spinta terreno	G2k_carroponti	G2k_impianti	Qk_spinta sovraccarico 20kPa	Gk_Acqua liv. PERM.	Qk_CARROPONTE 6.3t
62	FREQ_1	1	1			1	0.3	0.8	1	1	1	1	0.3	1	1
63	FREQ_2	1	1		0.2	1	0.3	0.8	1	1	1	1	0.3	1	1
64	FREQ_3	1	1			1	0.3	0.9	1	1	1	1	0.3	1	1
65	FREQ_4	1	1			1	0.5	0.8	1	1	1	1	0.3	1	1
66	FREQ_5	1	1			1	0.3	0.8	1	1	1	1	0.5	1	1
67	FREQ_6	1	1			1	0.3	0.8	1	1	1	1	0.3		1
68	FREQ_7	1	1		0.2	1	0.3	0.8	1	1	1	1	0.3		1
69	FREQ_8	1	1			1	0.3	0.9	1	1	1	1	0.3		1
70	FREQ_9	1	1			1	0.5	0.8	1	1	1	1	0.3		1
71	FREQ_10	1	1			1	0.3	0.8	1	1	1	1	0.5		1
72	QP_1	1	1			1	0.3	0.8	1	1	1	1	0.3	1	1
73	QP_2	1	1			1	0.3	0.8	1	1	1	1	0.3		1

Tabella 7.6 – Combinazioni di carico in esercizio – Combinazione Frequente

No	Name	G1k	G2k_copertura	Q1k_acc. 1kPa copertura	Q2k_neve copertura	G2k_livello 0.00	Qk_mezzi 20kPa livello 0.00	Qk_acc. 3kPa livello0.00	G2k_platea	G2k_Spinta terreno	G2k_carroponti	G2k_impianti	Qk_spinta sovraccarico 20kPa	Gk_Acqua liv. PERM.	Qk_CARROPONTE 6.3t
72	QP_1	1	1			1	0.3	0.8	1	1	1	1	0.3	1	1
73	QP_2	1	1			1	0.3	0.8	1	1	1	1	0.3		1

Tabella 7.7 – Combinazioni di carico in esercizio – Combinazione Quasi Permanente

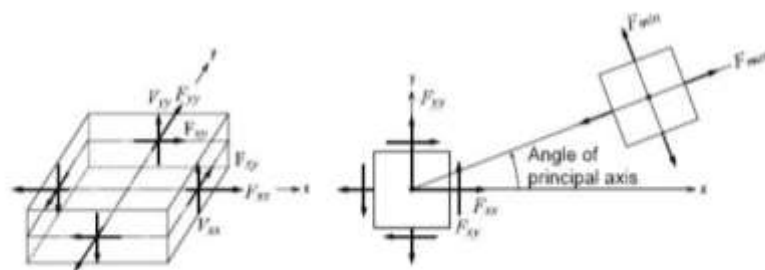
7.7 Criteri di verifica

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.

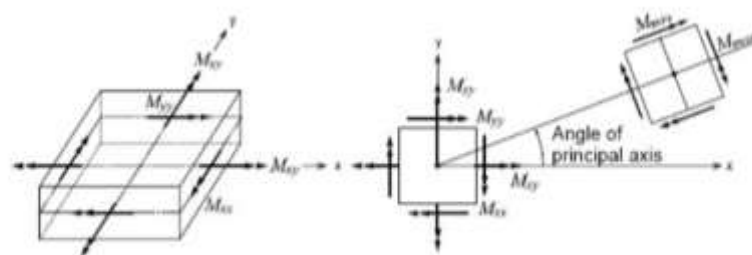
7.7.1 Orientamento degli assi locali per gli elementi shell

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 length due to out-of plane bending actions at the output locations

Figura 7-32 – Orientamento assi locali per gli elementi shell

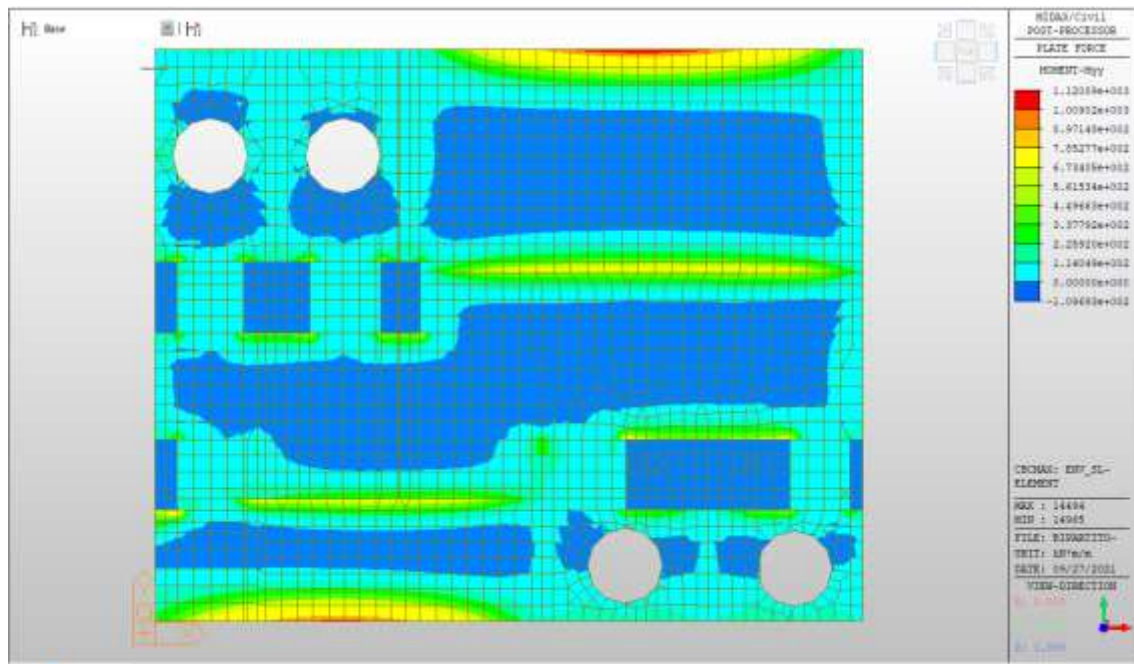
7.7.2 Diagrammi delle sollecitazioni e verifiche

Fondazione

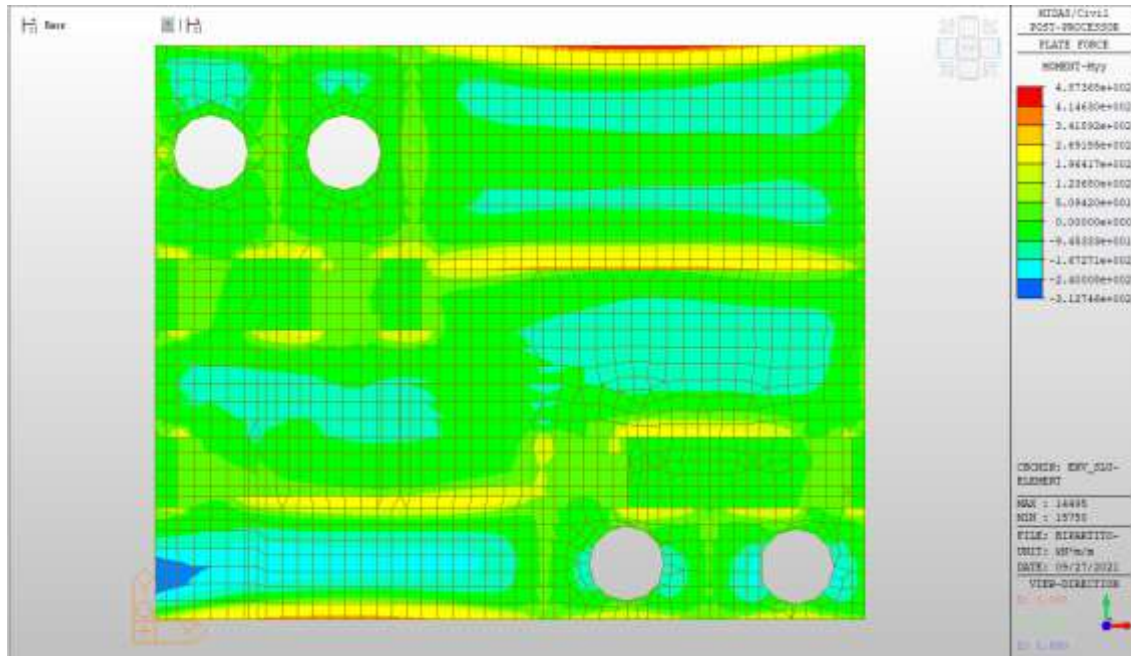
Fondazione – SLU-SLV

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 a quota $z=-13.4\text{m}$ da piano campagna.

MY, max, SLV-SLU= +800 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)



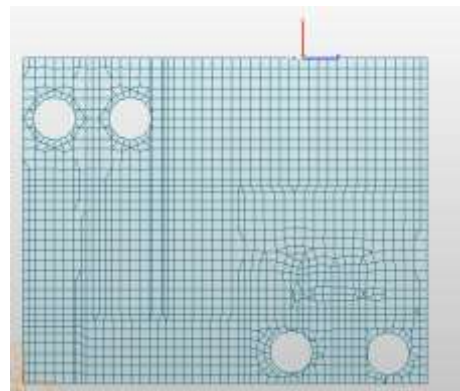
MY, min, SLV-SLU= -320 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)



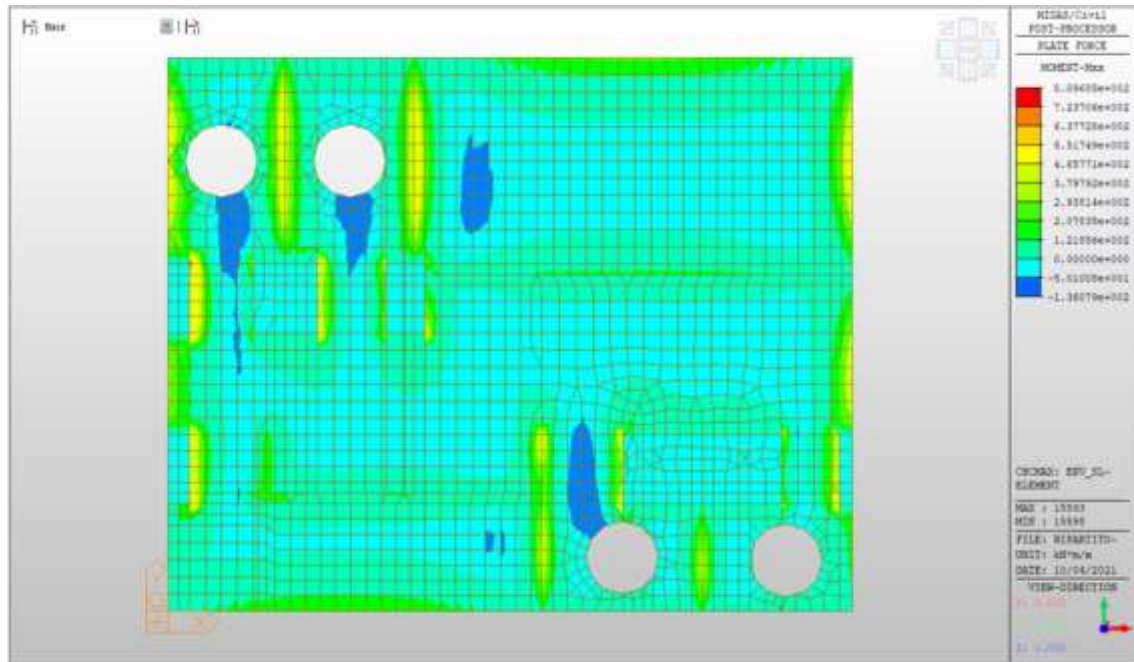
Dalla color map si notano zone in cui è necessario un raffittimento delle armature, di seguito si riportano le sollecitazioni relative ad una section cut rappresentativa di tali zone.

MYY, max, SLV-SLU= $2553/2.29=1115$ kNm/m (soll. di verifica zone di raffittimento)

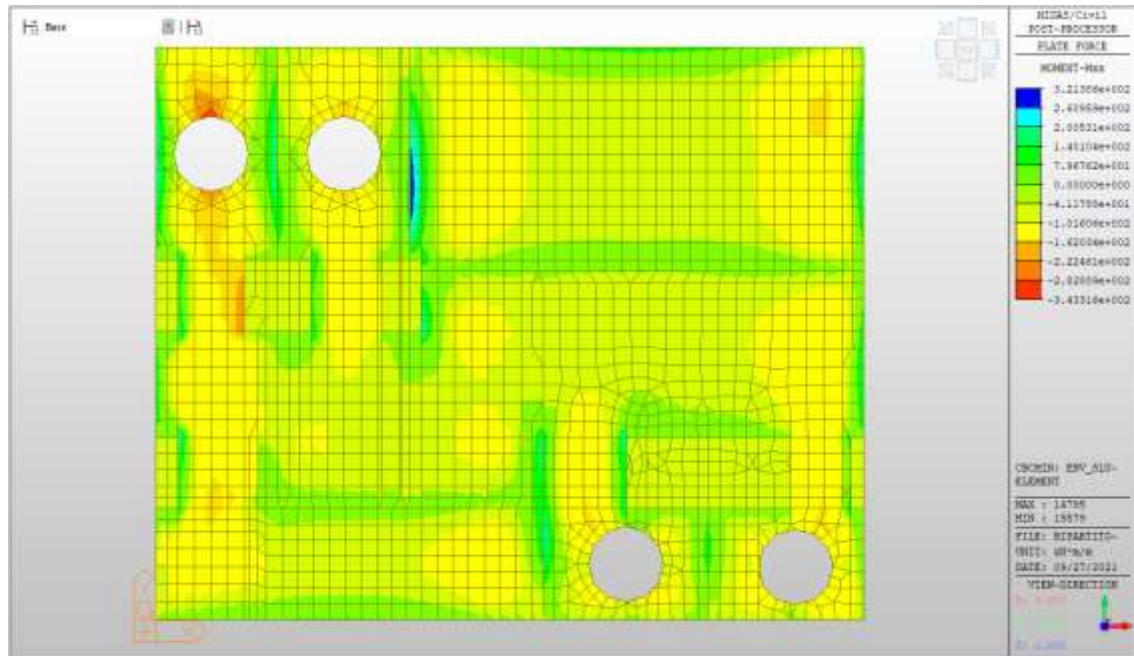
	Name	Load	Length (m)	Fx (kN)	Fy (kN)	Fz (kN)	Mx (kNm)	My (kNm)	Mz (kNm)
▶	PLATEA_MYV	ECC_1	2.29	-1.32	-914.19	0.00	6.97	0.01	1099.40
	PLATEA_MYV	ECC_2	2.29	-1.69	-890.67	0.00	7.91	0.00	1097.64
	PLATEA_MYV	SLV_1	2.29	-1.63	-1212.62	0.00	10.95	0.01	1434.22
	PLATEA_MYV	SLV_2	2.29	-1.63	-1210.09	0.00	10.87	0.01	1433.34
	PLATEA_MYV	SLV_3	2.29	-1.63	-1208.27	0.00	10.84	0.01	1432.78
	PLATEA_MYV	SLV_4	2.29	-1.63	-1216.95	0.00	12.11	0.01	1436.11
	PLATEA_MYV	SLV_5	2.29	-1.63	-1210.44	0.00	10.96	0.01	1433.58
	PLATEA_MYV	SLV_6	2.29	-1.43	-1160.36	0.00	12.48	0.00	1423.88
	PLATEA_MYV	SLV_7	2.29	-1.43	-1185.63	0.00	12.44	0.00	1423.00
	PLATEA_MYV	SLV_8	2.29	-1.42	-1183.81	0.00	12.40	0.00	1422.42
	PLATEA_MYV	SLV_9	2.29	-1.43	-1184.40	0.00	13.87	0.00	1425.77
	PLATEA_MYV	SLV_10	2.29	-1.43	-1185.98	0.00	12.42	0.01	1423.22
	PLATEA_MYV	SLV_1	2.29	-1.26	-1034.54	0.00	26.71	0.00	1136.50
	PLATEA_MYV	SLV_2	2.29	-1.76	-1159.66	0.00	23.18	0.01	1653.89
	PLATEA_MYV	SLV_3	2.29	-1.26	-896.41	0.00	-16.89	-0.00	1119.47
	PLATEA_MYV	SLV_4	2.29	-1.77	-1022.94	0.00	-16.29	0.00	1526.79
	PLATEA_MYV	SLV_5	2.29	-1.31	-1102.78	0.00	23.78	0.01	1159.01
	PLATEA_MYV	SLV_6	2.29	-1.31	-1061.94	0.00	11.88	0.00	1151.48
	PLATEA_MYV	SLV_7	2.29	-3.95	-1517.85	0.00	5.82	0.02	2653.38
	PLATEA_MYV	SLV_8	2.29	-3.95	-1477.81	0.00	-6.88	0.02	2648.88



MXX, max, SLV-SLU= +800 kNm/m



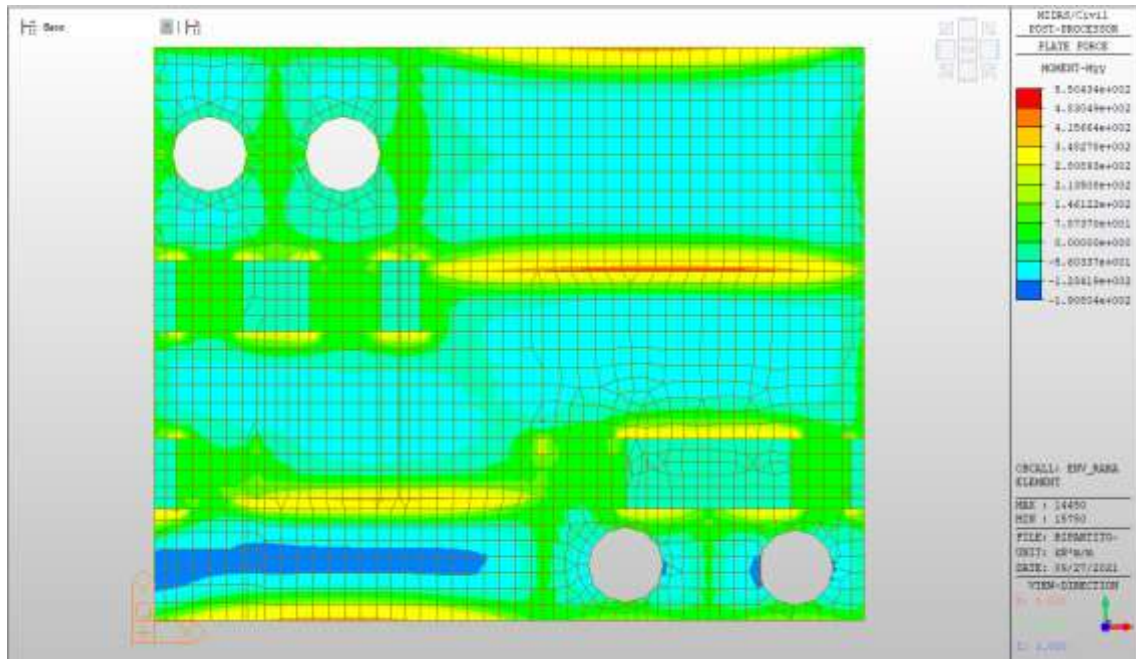
MXX, min, SLV-SLU= -343 kNm/m



Fondazione – SLE – RARA

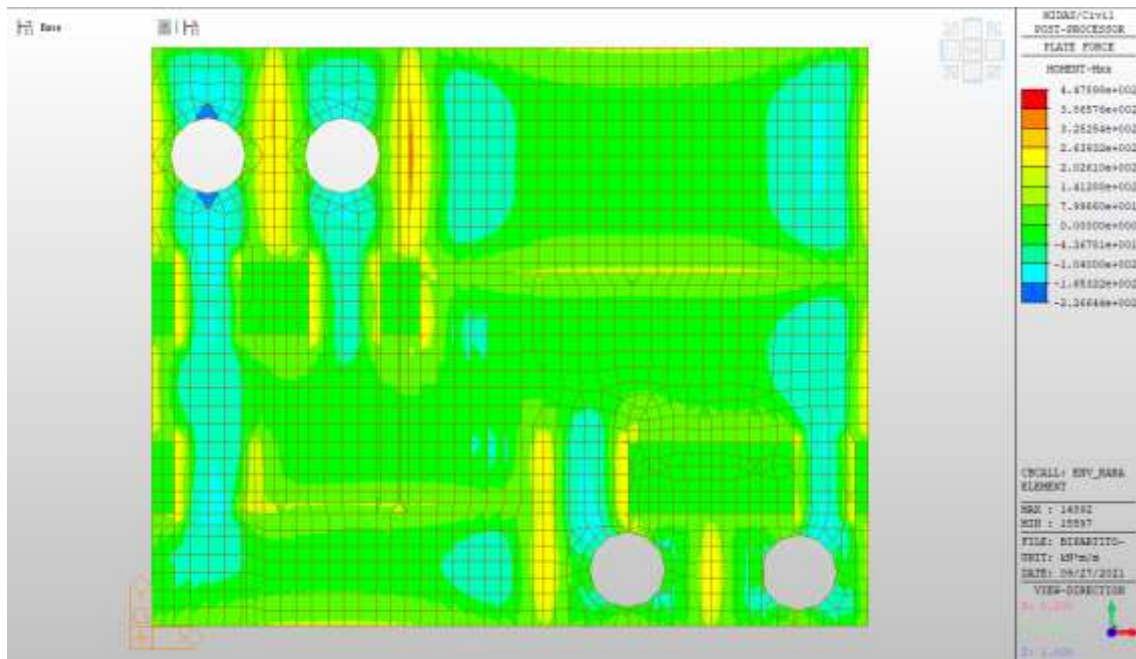
MY_Y, max, RARA= +420 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

MY_Y, min, RARA= -200 kNm/m



MXX, max, RARA= +380 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull'intera area)

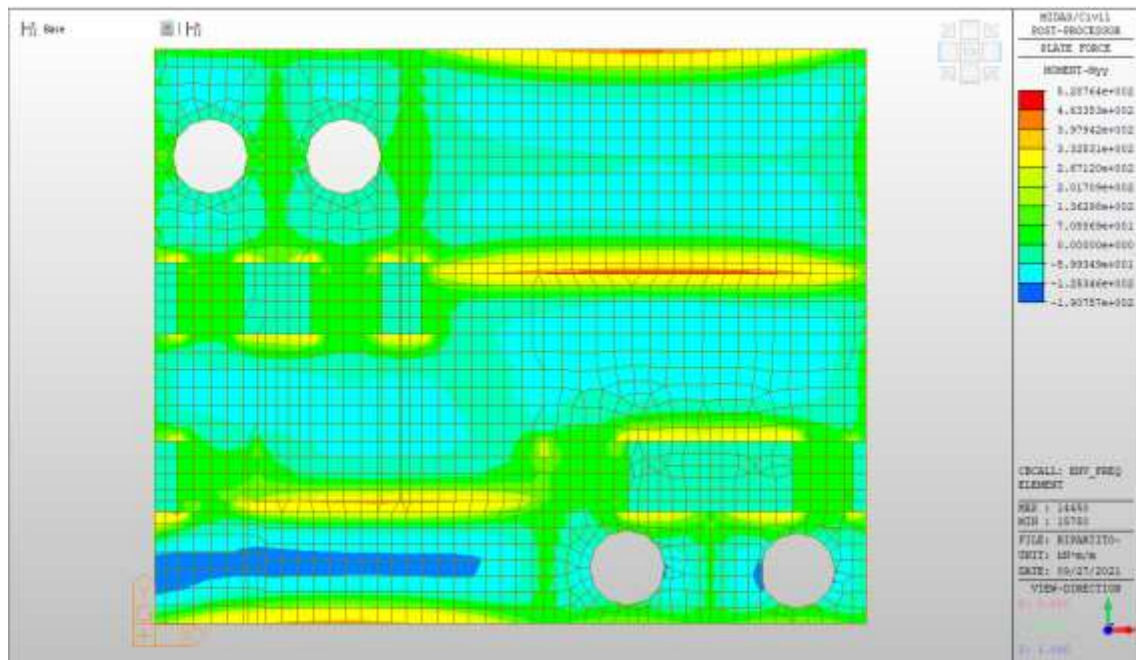
MXX, min, RARA= -220 kNm/m



Fondazione – SLE – Frequente

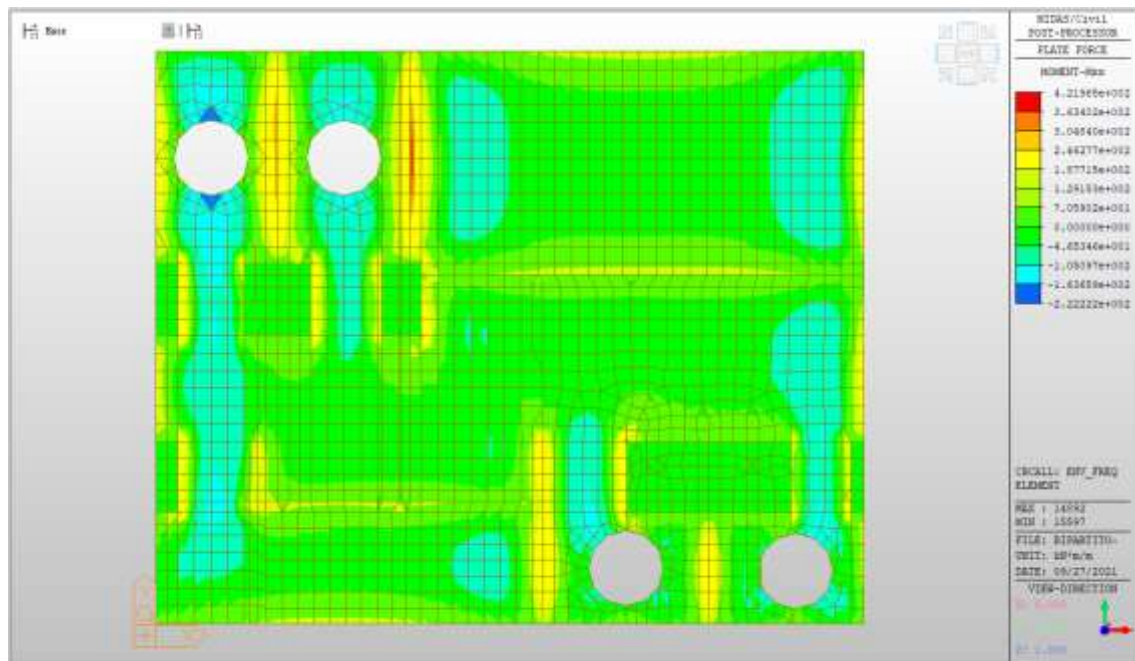
MY_Y, max, Frequente= +460 kNm (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

MY_Y, min, Frequente= -190 kNm/m



MX_X, max, Frequente= +360 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

MX_X, min, Frequente= -190 kNm/m



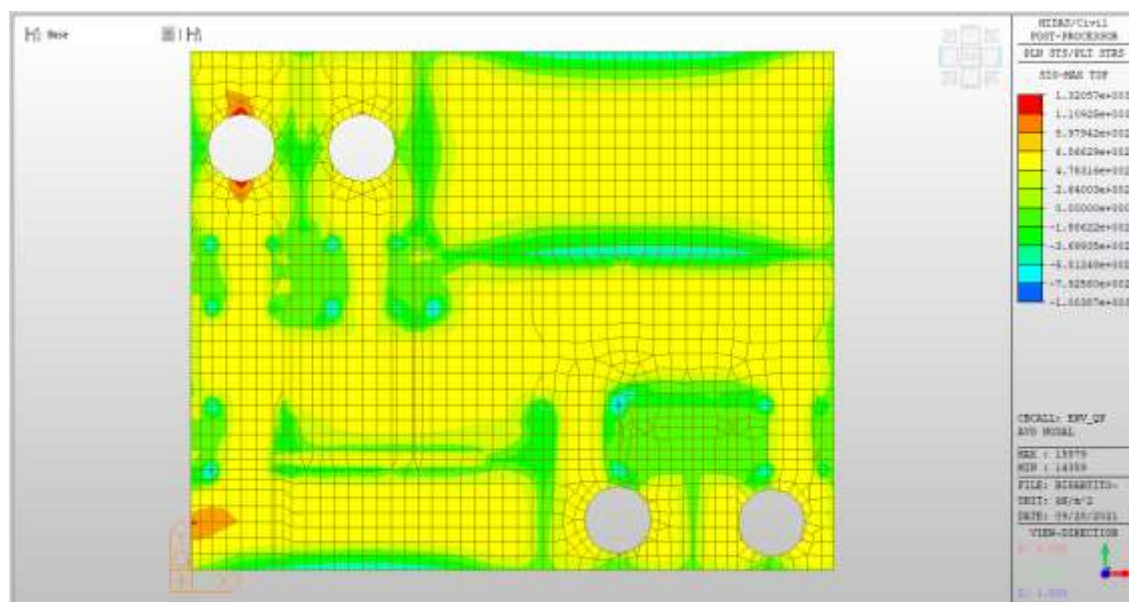
Fondazione – SLE – Quasi Permanente

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 1.32 MPa e quindi minore del valore limite:



Verifiche

Si riportano di seguito le verifiche effettuate per le sollecitazioni relative all’armatura media sull’intera area. La sezione risulta essere armata con 7 ϕ 22 al lembo superiore e 7 ϕ 22 al lembo inferiore in entrambe le direzioni.

Verifica momento verticale MYY

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40	
	Resistenza compress. di calcolo fcd:	18.81	MPa
	Resistenza compress. ridotta fcd':	9.405	MPa
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020	
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	33643.0	MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.100	MPa
	Coeff.Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	16.600	MPa
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	16.600	MPa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200	mm
	ACCIAIO -	Tipo:	B450C
Resist. caratt. a snervamento fyk:		450.00	MPa

Resist. caratt. a rottura ftk:	450.00	MPa
Resist. a snerv. di calcolo fyd:	391.30	MPa
Resist. ultima di calcolo ftd:	391.30	MPa
Deform. ultima di calcolo Epu:	0.068	
Modulo Elastico Ef:	200000.0	MPa
Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito	
Coeff. Aderenza istant. $\beta_1 \cdot \beta_2$:	1.00	
Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$:	0.50	
Comb.Rare - Sf Limite:	360.00	MPa

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	100.0	cm
Barre inferiori:	7Ø22	(26.6 cm ²)
Barre superiori:	7Ø22	(26.6 cm ²)
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	800.00	0.00	0.00
2	0.00	-320.00	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	420.00
2	0.00	-200.00

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	460.00 (612.49)
2	0.00	-190.00 (-612.49)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	4.9 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	12.5 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 ≥ 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	800.00	-0.01	948.66	1.186	93.7	910.88	0.07	0.70	26.6 (16.8)
2	S	0.00	-320.00	-0.01	-948.66	2.965	6.3	-910.88	0.07	0.70	26.6 (16.8)

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	0.00350	-0.02036	100.0	0.00016	94.0	-0.04883	6.0
2	0.00350	-0.02036	0.0	0.00016	6.0	-0.04883	94.0

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 ²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
As eff.	Area Barre tese di acciaio [cm ²] 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	3.56	100.0	0.00	78.6	-181.2	94.0	21.4	2140	26.6	14.7
2	S	1.69	0.0	0.00	21.4	-86.3	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]
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) 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	2.13	-2.13	---	0.125	1.00	0.400	0.000362 (0.000362)	216	0.133	612.49
2	S	1.01	-1.01	---	0.125	1.00	0.400	0.000173 (0.000173)	216	0.063	-612.49

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	3.90	100.0	0.00	78.6	-198.4	94.0	21.4	2140	26.6	14.7
2	S	1.61	0.0	0.00	21.4	-82.0	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	2.33	-2.33	---	0.125	0.50	0.400	0.000397 (0.000397)	216	0.146 (0.20)	612.49
2	S	0.96	-0.96	---	0.125	0.50	0.400	0.000164 (0.000164)	216	0.060 (0.20)	-612.49

Verifica momento orizzontale MXX

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40
	Resistenza compress. di calcolo fcd:	18.81 MPa
	Resistenza compress. ridotta fcd':	9.405 MPa
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo

	Modulo Elastico Normale Ec:	33643.0	MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.100	MPa
	Coeff.Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	16.600	MPa
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	16.600	MPa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200	mm
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	450.00	MPa
	Resist. caratt. a rottura ftk:	450.00	MPa
	Resist. a snerv. di calcolo fyd:	391.30	MPa
	Resist. ultima di calcolo ftd:	391.30	MPa
	Deform. ultima di calcolo Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef:	200000.0	MPa
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito	
	Coeff. Aderenza istant. $\beta_1^*\beta_2$:	1.00	
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1^*\beta_2$:	0.50	
	Comb.Rare - Sf Limite:	360.00	MPa

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	100.0	cm
Barre inferiori:	7Ø22	(26.6 cm ²)
Barre superiori:	7Ø22	(26.6 cm ²)
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	800.00	0.00	0.00
2	0.00	-280.00	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	380.00
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	360.00 (612.49)
2	0.00	-220.00 (-612.49)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 4.9 cm
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 12.5 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 >=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	800.00	-0.01	948.66	1.186	93.7	910.88	0.07	0.70	26.6 (16.8)
2	S	0.00	-280.00	-0.01	-948.66	3.388	6.3	-910.88	0.07	0.70	26.6 (16.8)

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	0.00350	-0.02036	100.0	0.00016	94.0	-0.04883	6.0
2	0.00350	-0.02036	0.0	0.00016	6.0	-0.04883	94.0

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 ²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
As eff.	Area Barre tese di acciaio [cm ²] 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	3.22	100.0	0.00	78.6	-163.9	94.0	21.4	2140	26.6	14.7
2	S	1.86	0.0	0.00	21.4	-94.9	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]
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) 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	1.92	-1.92	--	0.125	1.00	0.400	0.000328 (0.000328)	216	0.120	612.49
2	S	1.11	-1.11	--	0.125	1.00	0.400	0.000190 (0.000190)	216	0.070	-612.49

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	3.05	100.0	0.00	78.6	-155.3	94.0	21.4	2140	26.6	14.7
2	S	1.86	0.0	0.00	21.4	-94.9	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	1.82	-1.82	--	0.125	0.50	0.400	0.000311 (0.000311)	216	0.114 (0.20)	612.49	2 S

Si riportano di seguito le verifiche effettuate per le sollecitazioni relative all'armatura di infittimento da disporre in direzione Y. La sezione risulta essere armata con 7+3 ϕ 22 al lembo superiore e 7+3 ϕ 22 al lembo inferiore nella direzione Y.

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40
	Resistenza compress. di calcolo fcd:	18.81 MPa
	Resistenza compress. ridotta fcd':	9.405 MPa
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	33643.0 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.100 MPa

ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	450.00 MPa
	Resist. caratt. a rottura ftk:	450.00 MPa
	Resist. a snerv. di calcolo fyd:	391.30 MPa
	Resist. ultima di calcolo ftd:	391.30 MPa
	Deform. ultima di calcolo Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef:	200000.0 MPa
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	100.0	cm
Barre inferiori:	10Ø22	(38.0 cm ²)
Barre superiori:	10Ø22	(38.0 cm ²)
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	1115.00	0.00	0.00

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 4.9 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 ≥ 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	1115.00	0.14	1341.94	1.204	92.9	1290.06	0.08	0.70	38.0 (16.8)

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.)

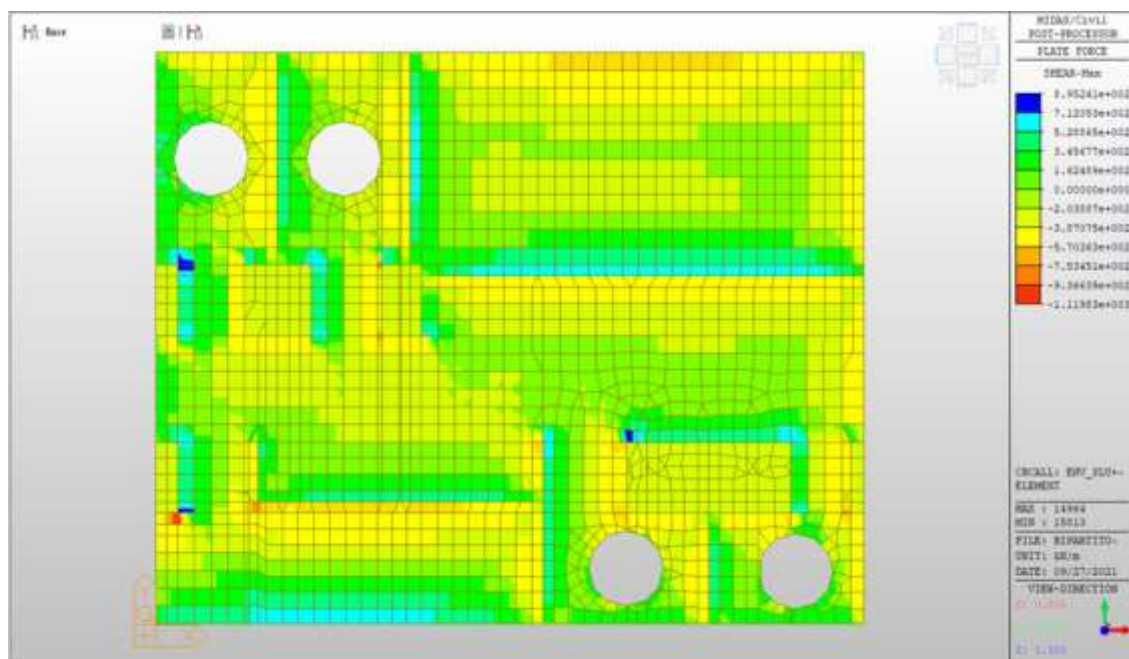
N°Comb	ec max	ec 3/7	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	-0.01767	100.0	0.00054	94.0	-0.04293	6.0

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 VMAX

VMAX, SLV-SLU= 1100 kN/m



Verifica a taglio (SLU)

$V_{ed} =$	1100	kN	Taglio agente verticale
$H =$	1000	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 ²	resistenza caratteristica a compressione
$f_{cd} =$	17.4	N/mm ²	resistenza di progetto a compressione
$c =$	60	mm	copriferro
$n_{bar.} =$	7	-	numero barre longitudinali
$\Phi_{bar.} =$	22	mm	diametro barre longitudinali
$A_{bar.} =$	2661	mm ²	area barre longitudinali
$b_{st} =$	5.0	-	braccia delle staffe
$\Phi_{st} =$	10	mm	diametro staffe
$s =$	200	mm	passo staffe
$A_{st} =$	393	mm ²	area staffe
$d =$	919	mm	altezza utile sezione
$\rho_l =$	0.00290	-	rapporto geometrico armatura longitudinale

verifica sezione senza armatura:

$k =$	1.467	-	
$V_{min} =$	0.344	-	
$\sigma_{cp} =$	0.00	N/mm ²	tensione media di compressione nella sezione
$V_{Rd} =$	335.1	kN	è necessaria armatura a taglio!

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 ²	resistenza a compressione ridotta del cls d'anima
$\alpha_c =$	1.000	-	coefficiente maggiorativo per compressione
$f_{yd} =$	391.3	N/mm ²	resistenza a snervamento dell'acciaio
$V_{Rsd} =$	1362.8	kN	taglio resistente relativo alle armature tese
$V_{Rcd} =$	2756.5	kN	taglio resistente relativo alle bielle compresse
$V_{Rd} =$	1362.8	kN	ok!

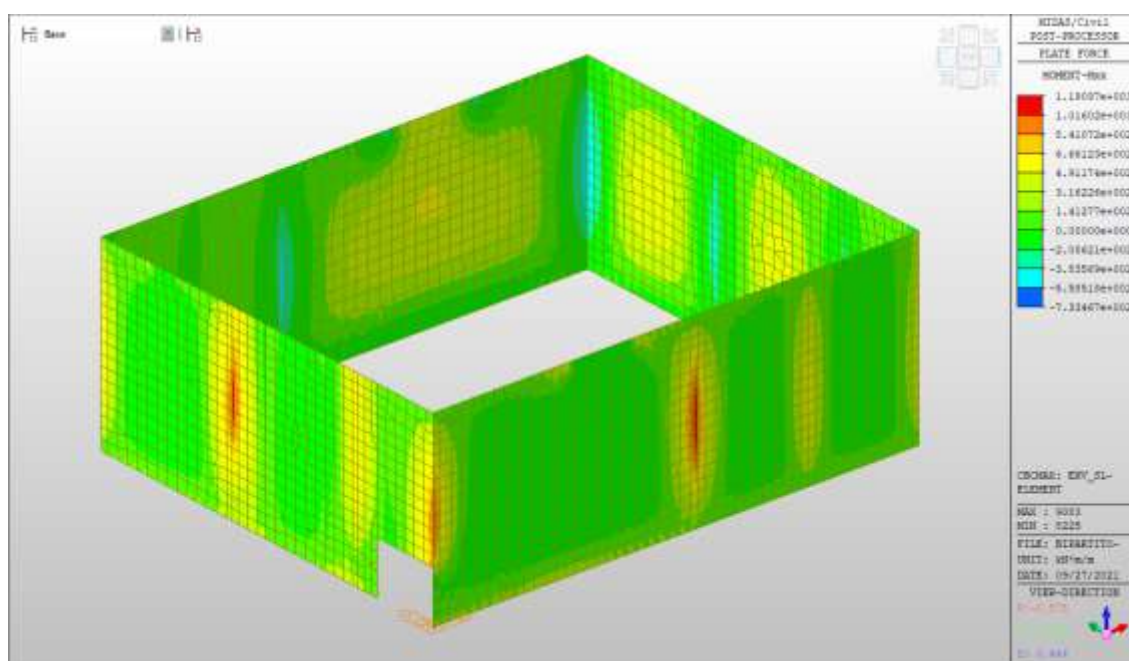
c.s. ($V_{Rd}/V_{ed,v}$) = 1.24

Setti perimetrali interrati

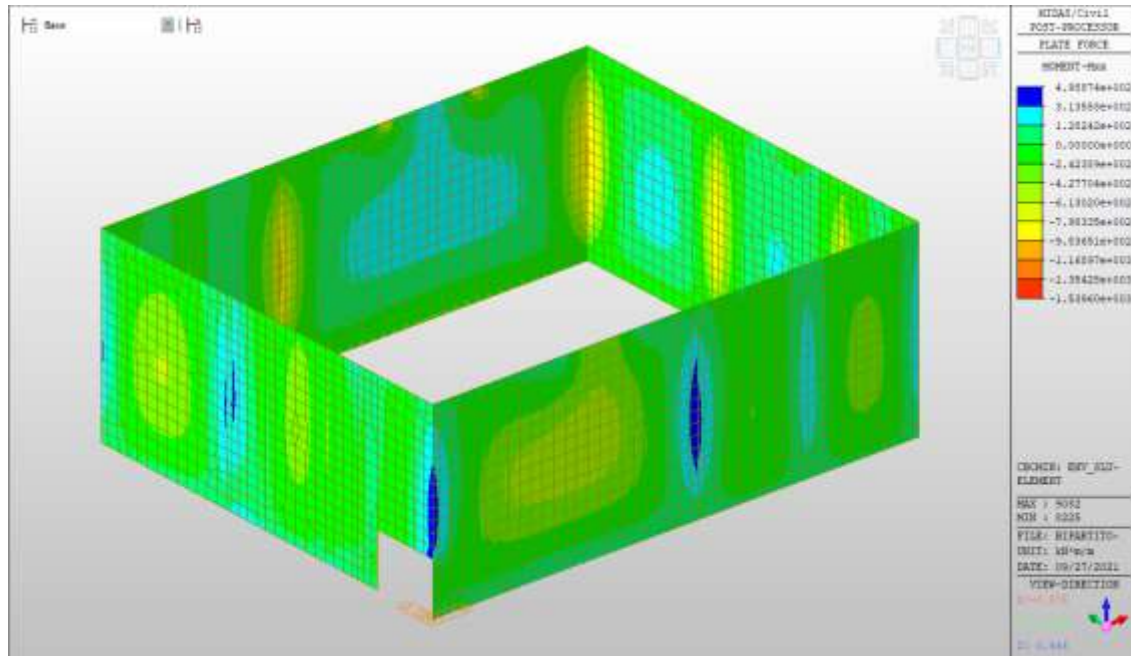
Setti perimetrali interrati – Mappe sollecitazioni SLU - SLV

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= +500 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)



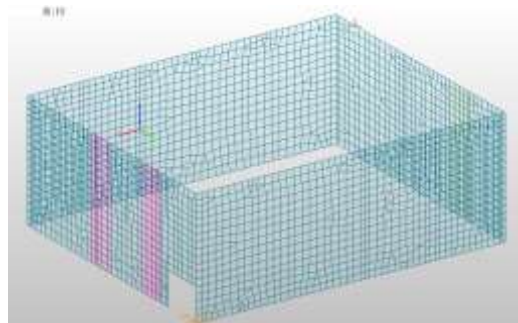
MXX, min, SLV-SLU= -800 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)



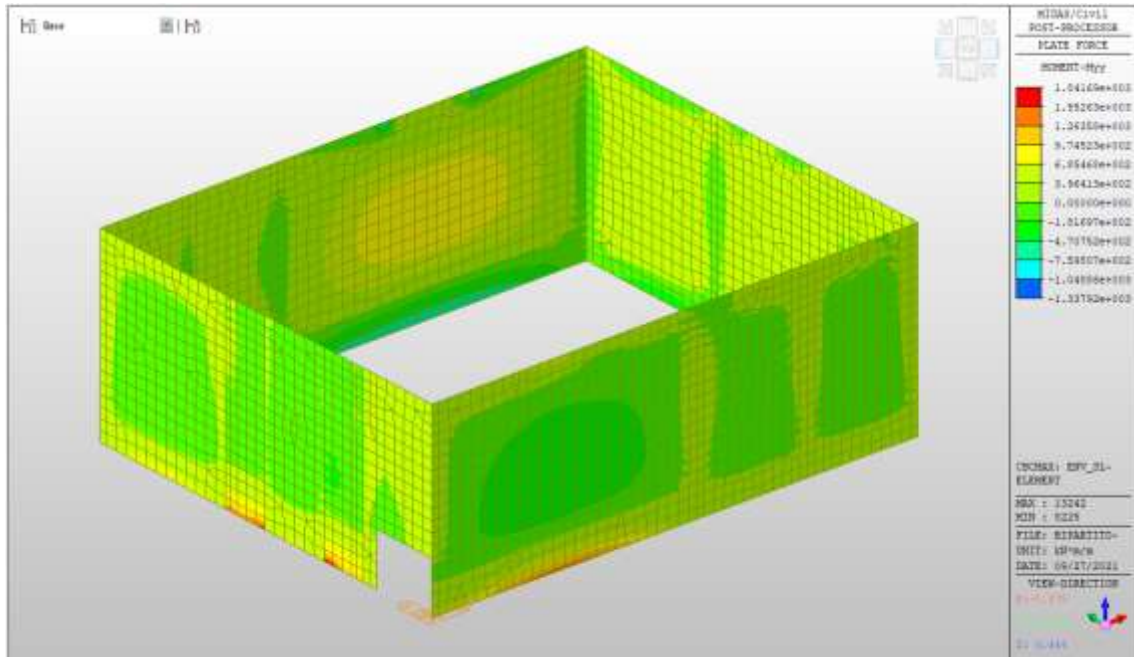
Dalla color map si notano zone in cui è necessario un raffittimento delle armature, di seguito si riportano le sollecitazioni relative ad una section cut rappresentativa di tali zone.

MXX, max, SLV-SLU= $1647/1.44=1143$ kNm/m (soll. di verifica zone di raffittimento)

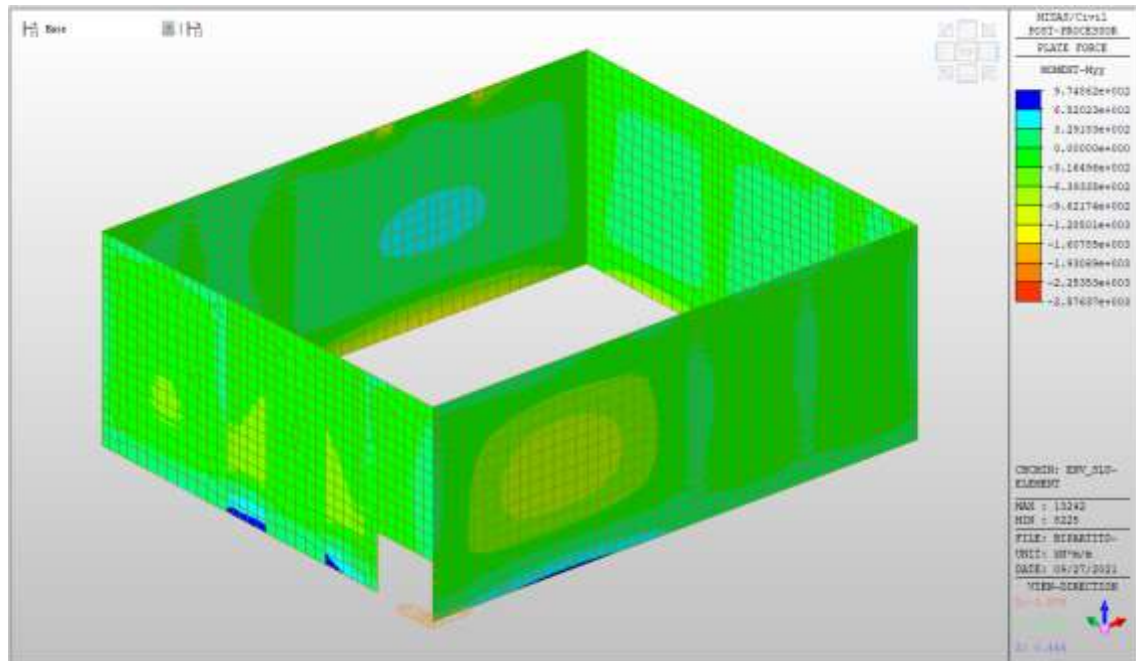
Name	Load	Length (m)	Fx (kN)	Fy (kN)	Fz (kN)	Mx (kNm)	My (kNm)	Mz (kNm)
SETTINTEPR ES EOC_1	1.44	1.44	-241.29	-482.95	67.35	-11.37	19.55	761.60
SETTINTEPR ES EOC_2	1.44	1.44	-162.61	-383.07	77.45	-12.66	19.13	599.24
SETTINTEPR ES SLV_1	1.44	1.44	-297.84	-595.64	103.95	-14.64	29.67	924.35
SETTINTEPR ES SLV_2	1.44	1.44	-291.49	-589.21	101.58	-14.60	29.63	923.69
SETTINTEPR ES SLV_3	1.44	1.44	-291.38	-588.09	102.24	-14.61	29.33	923.25
SETTINTEPR ES SLV_4	1.44	1.44	-294.93	-588.55	103.72	-14.60	29.29	924.72
SETTINTEPR ES SLV_5	1.44	1.44	-292.02	-582.09	105.84	-14.59	27.93	927.39
SETTINTEPR ES SLV_6	1.44	1.44	-219.66	-517.50	109.35	-15.62	25.79	769.26
SETTINTEPR ES SLV_7	1.44	1.44	-219.66	-517.16	107.64	-15.79	25.54	769.60
SETTINTEPR ES SLV_8	1.44	1.44	-219.77	-518.96	106.55	-15.90	25.54	769.15
SETTINTEPR ES SLV_9	1.44	1.44	-222.35	-528.42	109.98	-15.96	25.91	769.62
SETTINTEPR ES SLV_10	1.44	1.44	-219.44	-515.96	104.98	-15.57	24.64	762.29
SETTINTEPR ES SLV_1	1.44	1.44	-460.99	-915.20	-208.54	-7.84	-51.89	782.54
SETTINTEPR ES SLV_2	1.44	1.44	-463.58	-932.02	-207.82	-8.01	-51.45	1817.94
SETTINTEPR ES SLV_3	1.44	1.44	-353.94	-692.78	280.67	-8.84	70.32	729.03
SETTINTEPR ES SLV_4	1.44	1.44	-236.52	-489.58	281.89	-8.00	70.96	964.43
SETTINTEPR ES SLV_5	1.44	1.44	-257.75	-492.50	-30.58	-1.14	-8.13	882.99
SETTINTEPR ES SLV_6	1.44	1.44	-395.94	-592.77	118.18	-1.74	30.47	848.94
SETTINTEPR ES SLV_7	1.44	1.44	-392.71	-594.62	-37.58	4.98	-8.33	1647.66
SETTINTEPR ES SLV_8	1.44	1.44	-340.59	-688.09	118.27	4.38	31.28	1631.61



MY, max, SLV-SLU= +700 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull'intera area)



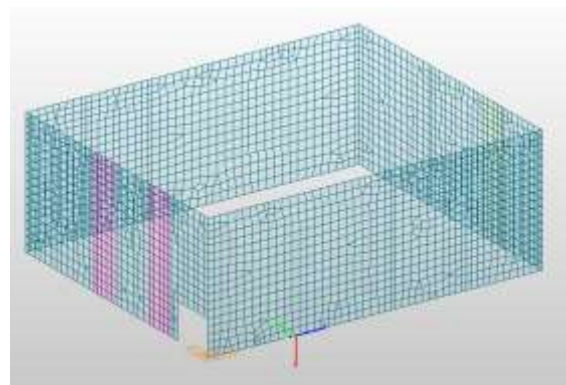
MYy, min, SLV-SLU= -640 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)



Dalla color map si notano zone in cui è necessario un raffittimento delle armature, di seguito si riportano le sollecitazioni relative ad una section cut rappresentativa di tali zone.

MY, max, SLV-SLU= $3075/2.14=1436$ kNm/m (soll. di verifica zone di raffittimento)

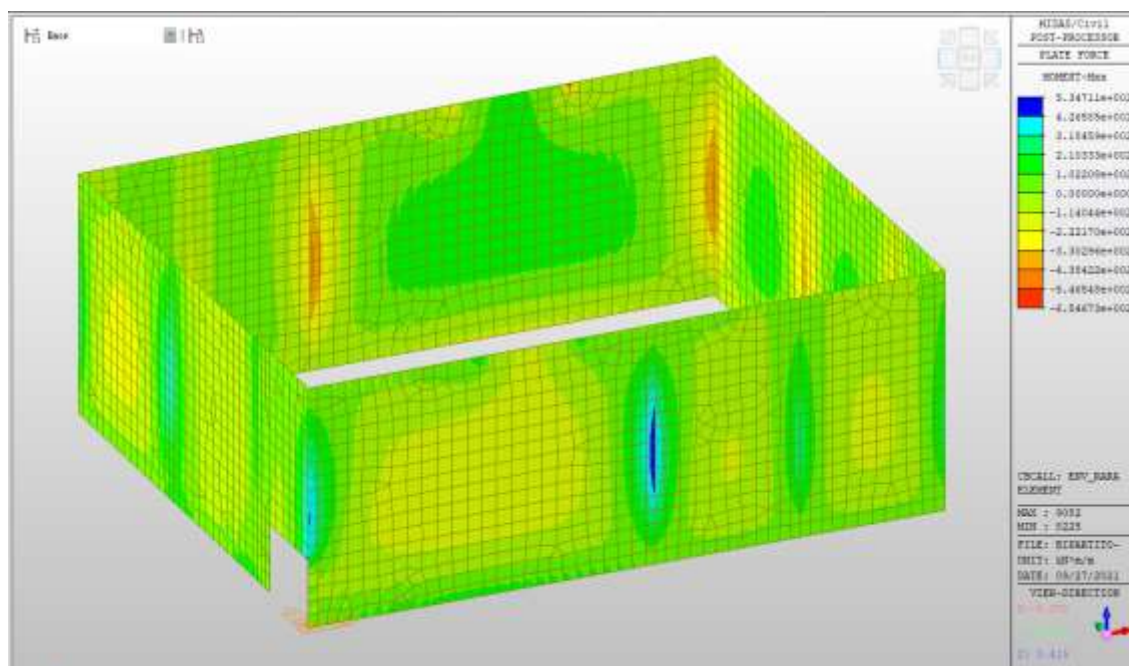
Name	Load	Length (m)	Fx (kN)	Fy (kN)	Fz (kN)	Mx (kNm)	My (kNm)	Mz (kNm)
SETTI INTERR. ES. ECC. 1	2.14	-1396.83	-305.74	-182.87	-3.94	-28.45	1579.00	
SETTI INTERR. ES. ECC. 2	2.14	-1367.83	-336.62	-143.48	-5.12	-22.83	1681.88	
SETTI INTERR. ES. SLV. 1	2.14	-1897.31	-1430.00	-213.11	-6.38	-36.87	2267.81	
SETTI INTERR. ES. SLV. 2	2.14	-1892.21	-1428.79	-212.98	-6.34	-36.79	2265.28	
SETTI INTERR. ES. SLV. 3	2.14	-1888.98	-1437.92	-212.23	-6.33	-36.73	2263.58	
SETTI INTERR. ES. SLV. 4	2.14	-1898.10	-1430.29	-211.81	-6.40	-36.72	2266.44	
SETTI INTERR. ES. SLV. 5	2.14	-1994.09	-1688.39	-217.48	-8.22	-38.23	2389.71	
SETTI INTERR. ES. SLV. 6	2.14	-1837.17	-1615.17	-195.58	-6.67	-32.12	2164.04	
SETTI INTERR. ES. SLV. 7	2.14	-1832.06	-1613.36	-195.02	-6.68	-32.84	2181.58	
SETTI INTERR. ES. SLV. 8	2.14	-1829.66	-1612.99	-194.68	-6.66	-31.98	2179.82	
SETTI INTERR. ES. SLV. 9	2.14	-1838.08	-1615.38	-194.24	-6.72	-31.87	2184.87	
SETTI INTERR. ES. SLV. 10	2.14	-1843.08	-1613.44	-198.81	-6.54	-33.48	2246.85	
SETTI INTERR. ES. SLV. 1	2.14	-1246.61	-1218.81	-517.87	-11.25	-185.31	1866.11	
SETTI INTERR. ES. SLV. 2	2.14	-1344.82	-1254.64	-547.77	-12.58	-170.89	1596.58	
SETTI INTERR. ES. SLV. 3	2.14	-1628.02	-1365.87	-53.32	0.48	55.85	2116.17	
SETTI INTERR. ES. SLV. 4	2.14	-1754.02	-1581.89	-27.52	3.14	53.27	1723.28	
SETTI INTERR. ES. SLV. 5	2.14	-1418.42	-1861.88	-322.58	-11.20	-80.37	3037.88	
SETTI INTERR. ES. SLV. 6	2.14	-1533.24	-1969.23	-148.98	-6.48	-23.12	3075.06	
SETTI INTERR. ES. SLV. 7	2.14	-1746.12	-1951.14	-421.98	-3.32	-158.89	1722.28	
SETTI INTERR. ES. SLV. 8	2.14	-1888.94	-1989.31	-348.21	2.38	-41.74	1763.28	



Setti perimetrali interrati- Mappe sollecitazioni SLE - RARA

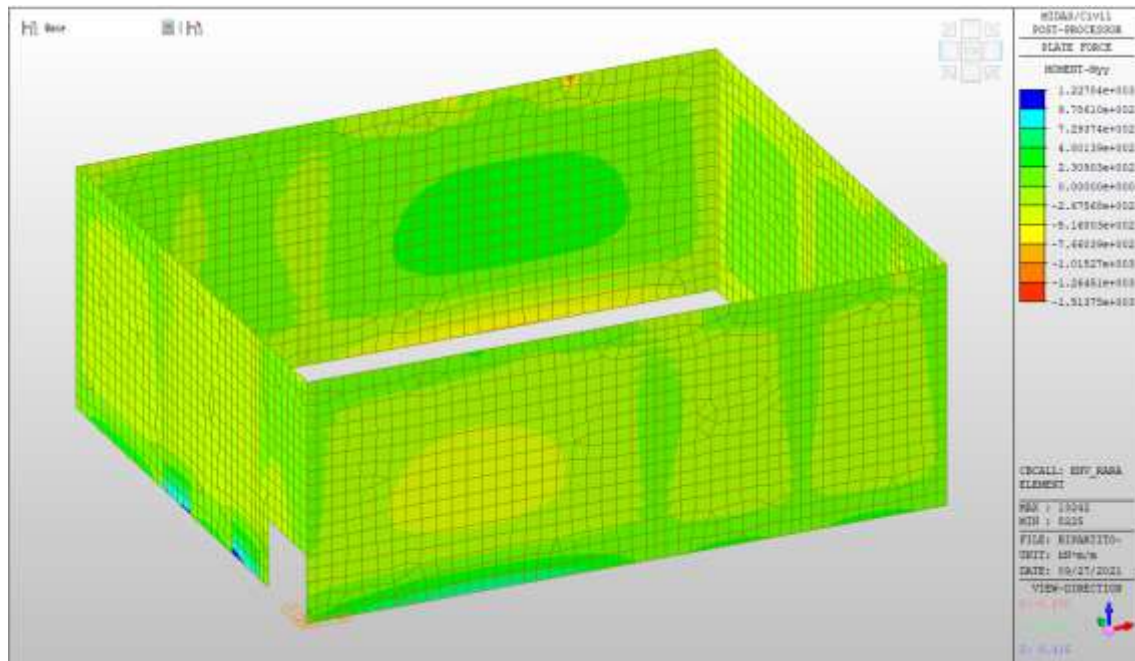
MXX, max, RARA= +320 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

MXX, min, RARA= -250 kNm/m



MYY, max, RARA= +730 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

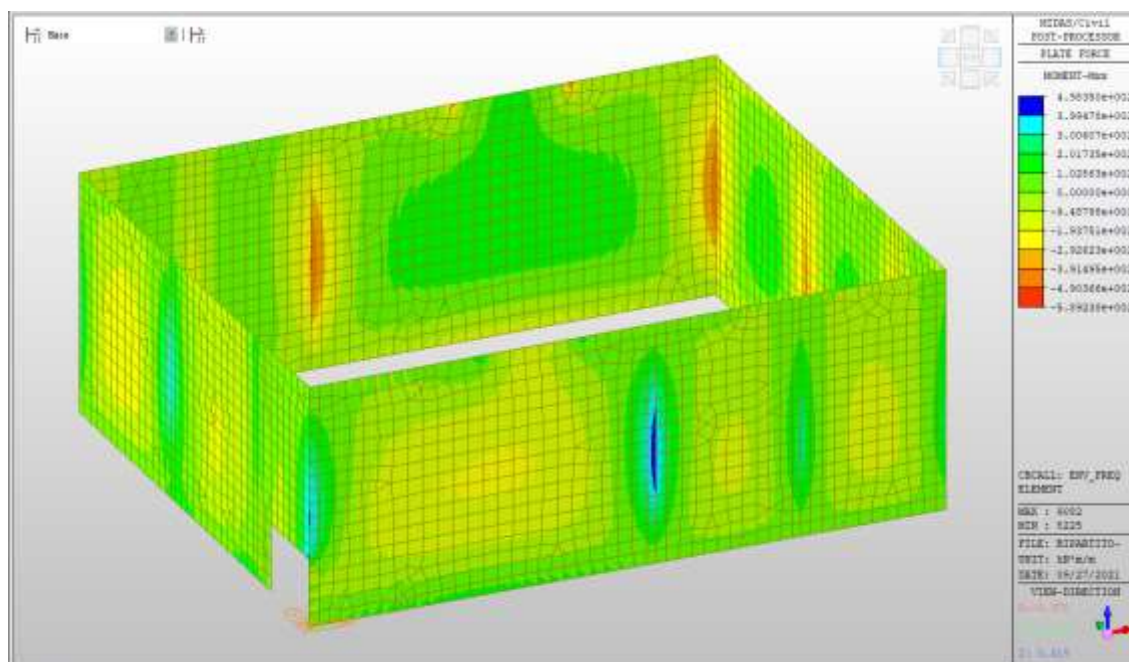
MYY, min, RARA= -520 kNm/m



Setti perimetrali interrati – Mappe sollecitazioni SLE - FREQUENTE

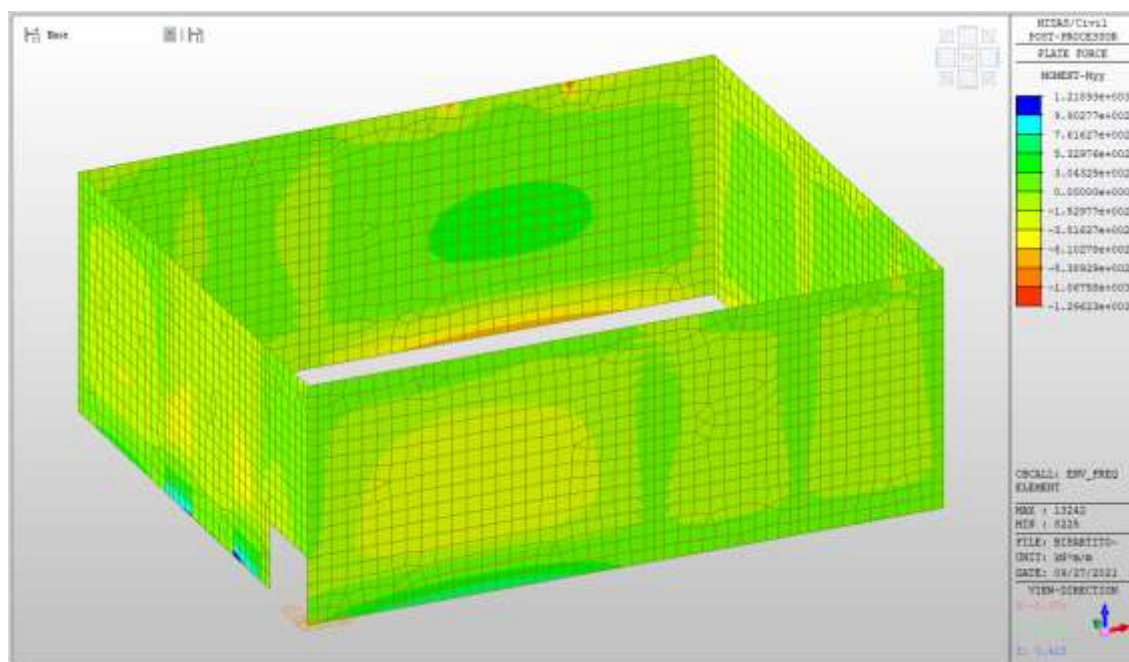
MXX, max, Frequente= +300 kNm (soll. di verifica armatura media sull'intera area)

MXX, min, Frequente=-200 kNm/m

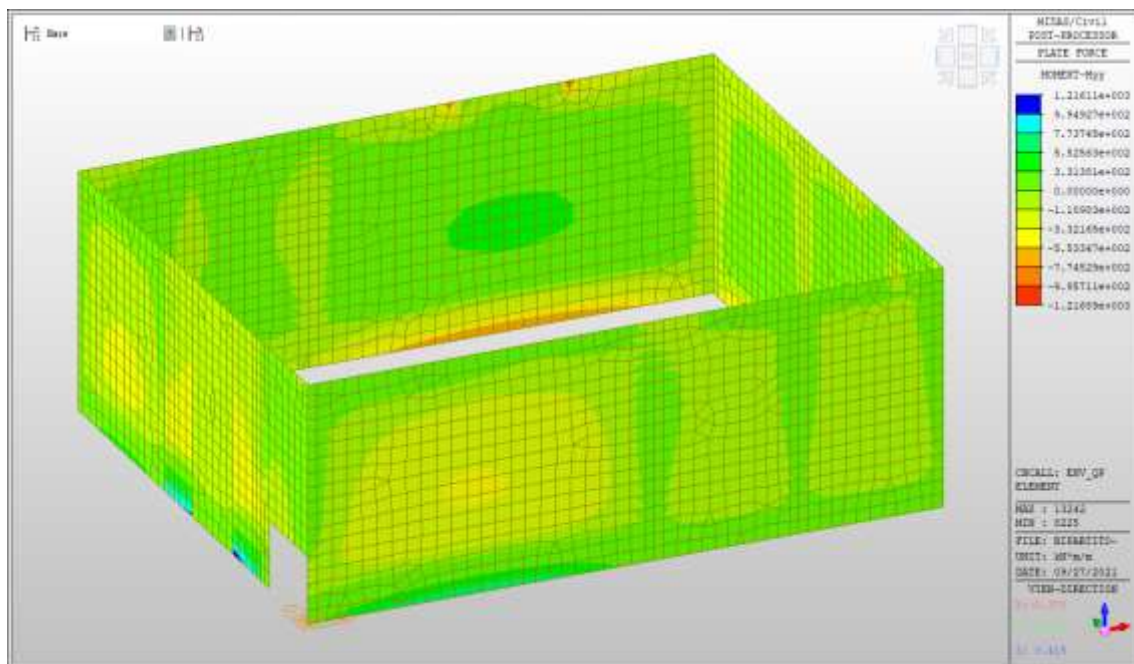


MYX, max, Frequente= +530 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull'intera area)

MYX, min, Frequente= -380 kNm/m



Setti perimetrali interrati – Mappe sollecitazioni SLE – Quasi permanente

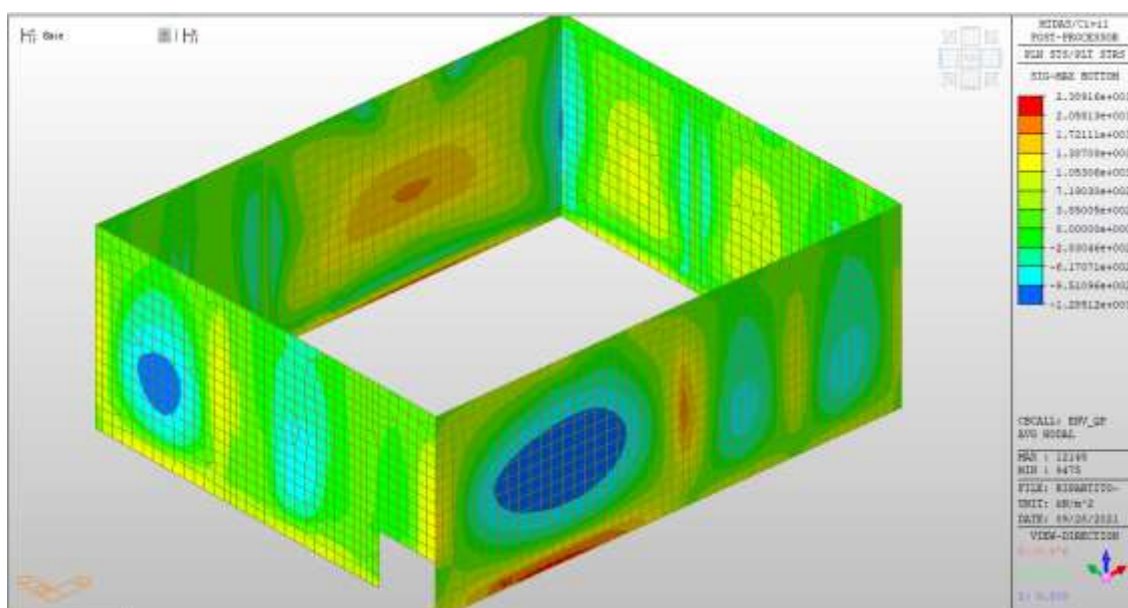
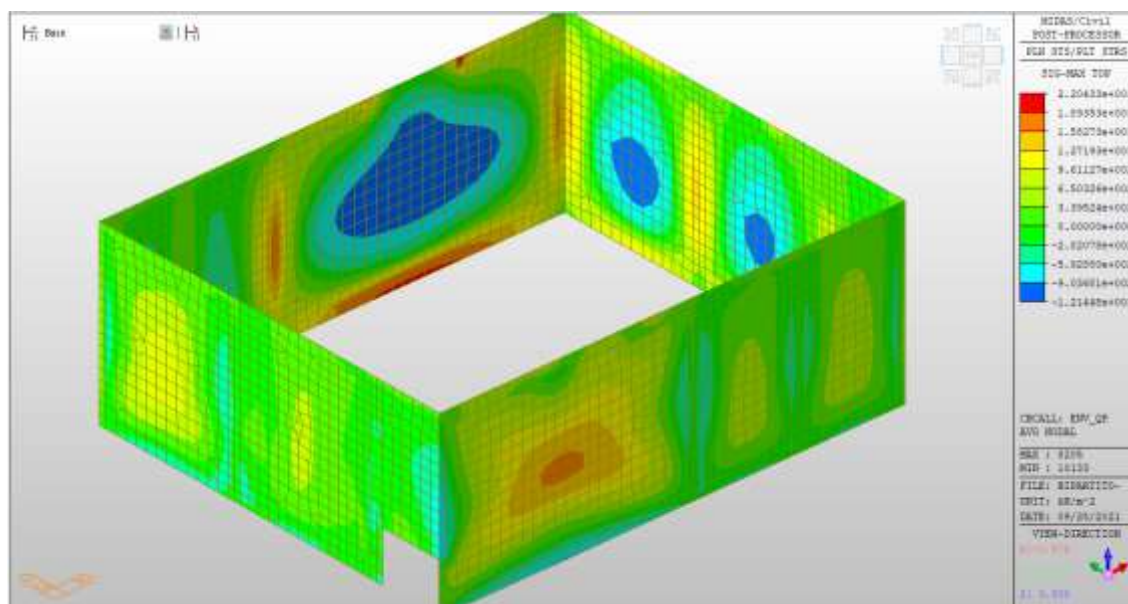


Tensioni di trazione in Combinazione Quasi Permanente

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 2.39 MPa e quindi minore del valore limite:



Verifiche

I setti perimetrali posti al piano interrato sono armati con con $7\phi 22$ al lembo superiore e $7\phi 22$ al lembo inferiore in entrambe le direzioni. Si riportano di seguito le verifiche in esercizio e allo stato limite ultimo.

Verifica momento verticale MYY

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40	
	Resistenza compress. di calcolo fcd:	18.81	MPa
	Resistenza compress. ridotta fcd':	9.405	MPa
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020	
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	33643.0	MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.100	MPa
	Coeff.Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	16.600	MPa
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	16.600	MPa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200	mm
	ACCIAIO -	Tipo:	B450C
Resist. caratt. a snervamento fyk:		450.00	MPa
Resist. caratt. a rottura ftk:		450.00	MPa
Resist. a snerv. di calcolo fyd:		391.30	MPa
Resist. ultima di calcolo ftd:		391.30	MPa
Deform. ultima di calcolo Epu:		0.068	
Modulo Elastico Ef:		200000.0	MPa
Diagramma tensioni-deformaz.:		Bilineare finito	
Coeff. Aderenza istant. $\beta_1 \beta_2$:		1.00	
Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \beta_2$:		0.50	
Comb.Rare - Sf Limite:	360.00	MPa	

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	100.0	cm
Barre inferiori:	7Ø22	(26.6 cm ²)
Barre superiori:	7Ø22	(26.6 cm ²)
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	700.00	0.00	0.00
2	0.00	-640.00	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	730.00
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	530.00 (612.49)
2	0.00	-380.00 (-612.49)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 4.9 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 12.5 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 >=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	700.00	-0.01	948.66	1.355	93.7	910.88	0.07	0.70	26.6 (16.8)
2	S	0.00	-640.00	-0.01	-948.66	1.482	6.3	-910.88	0.07	0.70	26.6 (16.8)

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	0.00350	-0.02036	100.0	0.00016	94.0	-0.04883	6.0
2	0.00350	-0.02036	0.0	0.00016	6.0	-0.04883	94.0

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	6.18	100.0	0.00	78.6	-314.9	94.0	21.4	2140	26.6	14.7
2	S	4.40	0.0	0.00	21.4	-224.3	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]
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)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	3.69	-3.69	---	0.125	1.00	0.400	0.000630 (0.000630)	216	0.231	612.49
2	S	2.63	-2.63	---	0.125	1.00	0.400	0.000449 (0.000449)	216	0.165	-612.49

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	100.0	0.00	78.6	-228.6	94.0	21.4	2140	26.6	14.7
2	S	3.22	0.0	0.00	21.4	-163.9	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	sm	wk	M Fess.
1	S	2.68	-2.68	---	0.125	0.50	0.400	0.000457 (0.000457)	216	0.168 (0.20)	612.49
2	S	1.92	-1.92	---	0.125	0.50	0.400	0.000328 (0.000328)	216	0.120 (0.20)	-612.49

Verifica momento orizzontale MXX

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40
	Resistenza compress. di calcolo fcd:	18.81 MPa
	Resistenza compress. ridotta fcd':	9.405 MPa
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	33643.0 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.100 MPa
	Coeff.Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	16.600 MPa
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	16.600 MPa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200 mm
ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	450.00 MPa
	Resist. caratt. a rottura ftk:	450.00 MPa
	Resist. a snerv. di calcolo fyd:	391.30 MPa
	Resist. ultima di calcolo ftd:	391.30 MPa
	Deform. ultima di calcolo Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef:	200000.0 MPa
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito
	Coeff. Aderenza istant. $\beta_1 \cdot \beta_2$:	1.00
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$:	0.50
Comb.Rare - Sf Limite:	360.00 MPa	

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	100.0	cm
Barre inferiori:	7Ø22	(26.6 cm ²)
Barre superiori:	7Ø22	(26.6 cm ²)
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	500.00	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	320.00
2	0.00	-250.00

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	300.00 (612.49)
2	0.00	-200.00 (-612.49)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	4.9 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	12.5 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 >=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	500.00	-0.01	948.66	1.897	93.7	910.88	0.07	0.70	26.6 (16.8)
2	S	0.00	-800.00	-0.01	-948.66	1.186	6.3	-910.88	0.07	0.70	26.6 (16.8)

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	0.00350	-0.02036	100.0	0.00016	94.0	-0.04883	6.0
2	0.00350	-0.02036	0.0	0.00016	6.0	-0.04883	94.0

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	78.6	-138.0	94.0	21.4	2140	26.6	14.7
2	S	2.12	0.0	0.00	21.4	-107.9	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]
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)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	1.62	-1.62	---	0.125	1.00	0.400	0.000276 (0.000276)	216	0.101	612.49
2	S	1.27	-1.27	---	0.125	1.00	0.400	0.000216 (0.000216)	216	0.079	-612.49

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	2.54	100.0	0.00	78.6	-129.4	94.0	21.4	2140	26.6	14.7
2	S	1.69	0.0	0.00	21.4	-86.3	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	1.52	-1.52	--	0.125	0.50	0.400	0.000259 (0.000259)	216	0.095 (0.20)	612.49
2	S	1.01	-1.01	--	0.125	0.50	0.400	0.000173 (0.000173)	216	0.063 (0.20)	-612.49

Si riportano di seguito le verifiche effettuate per le sollecitazioni relative all’armatura di infittimento da disporre in direzione X. La sezione risulta essere armata con 7+3 ϕ 22 al lembo superiore e 7+3 ϕ 22 al lembo inferiore nella direzione X.

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40
	Resistenza compress. di calcolo fcd:	18.81 MPa
	Resistenza compress. ridotta fcd':	9.405 MPa
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	33643.0 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.100 MPa

ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	450.00 MPa
	Resist. caratt. a rottura ftk:	450.00 MPa
	Resist. a snerv. di calcolo fyd:	391.30 MPa
	Resist. ultima di calcolo ftd:	391.30 MPa
	Deform. ultima di calcolo Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef:	200000.0 MPa
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	100.0	cm

Barre inferiori:	10Ø22	(38.0 cm ²)
Barre superiori:	10Ø22	(38.0 cm ²)
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	1143.00	0.00	0.00

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	4.9	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 >=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	1143.00	0.14	1341.94	1.174	92.9	1290.06	0.08	0.70	38.0 (16.8)

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	0.00350	-0.01767	100.0	0.00054	94.0	-0.04293	6.0

Si riportano di seguito le verifiche effettuate per le sollecitazioni relative all’armatura di infittimento da disporre in direzione Y. La sezione risulta essere armata con 7 ϕ 22 + 3 ϕ 26 al lembo superiore e 7 ϕ 22 + 3 ϕ 26 al lembo inferiore nella direzione Y.

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40
	Resistenza compress. di calcolo fcd:	18.81 MPa
	Resistenza compress. ridotta fcd':	9.405 MPa
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	33643.0 MPa

	Resis. media a trazione fctm:	3.100 MPa
ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	450.00 MPa
	Resist. caratt. a rottura ftk:	450.00 MPa
	Resist. a snerv. di calcolo fyd:	391.30 MPa
	Resist. ultima di calcolo ftd:	391.30 MPa
	Deform. ultima di calcolo Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef:	200000.0 MPa
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	100.0	cm
Barre inferiori:	7Ø22 + 3Ø26	(42.5 cm ²)
Barre superiori:	7Ø22 + 3Ø24	(40.2 cm ²)
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	1436.00	0.00	0.00

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 4.7 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 4.9 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	1436.00	0.10	1497.68	1.043	92.6	1438.50	0.08	0.70	42.5 (16.8)

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.)

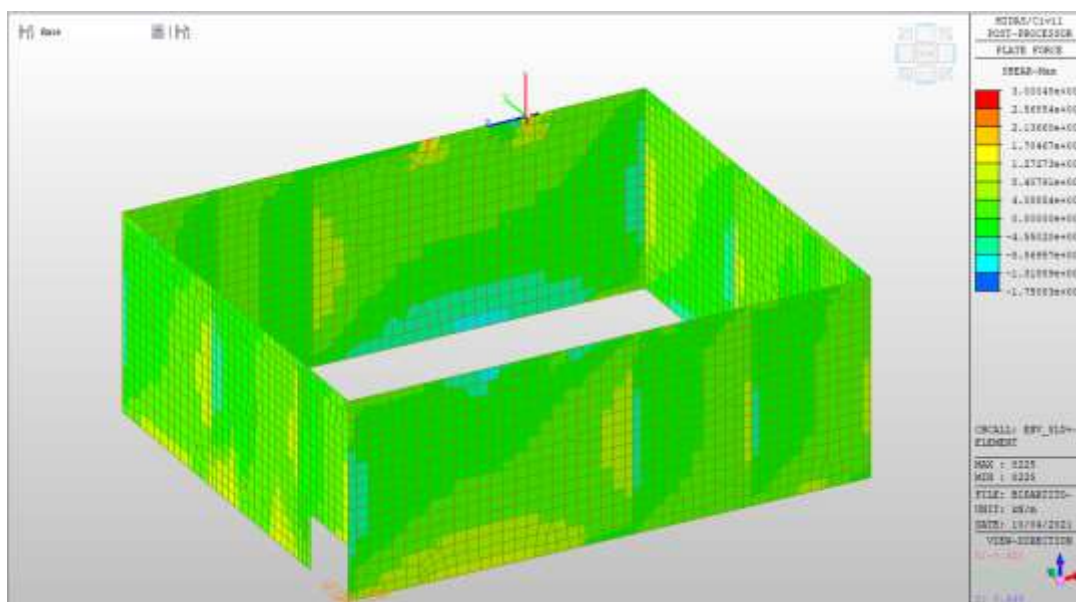
N°Comb	ec max	ec 3/7	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	-0.01674	100.0	0.00067	94.0	-0.04089	6.0

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 VMAX

VMAX, SLV-SLU= $1810/2.2=825$ kN/m



	Name	Load	Length (m)	Fx (kN)	Fy (kN)	Fz (kN)	Mx (kN*m)	My (kN*m)	Mz (kN*m)
▶	SETTI INTERR. ES	ECC_1	2.20	-648.83	666.57	118.34	-59.97	91.72	-751.36
	SETTI INTERR. ES	ECC_2	2.20	-643.44	656.98	117.02	-68.42	93.20	-770.55
	SETTI INTERR. ES	SLU_1	2.20	-962.37	972.01	202.17	-86.62	159.42	-1164.99
	SETTI INTERR. ES	SLU_2	2.20	-954.22	972.54	203.79	-85.56	159.98	-1168.29
	SETTI INTERR. ES	SLU_3	2.20	-948.79	972.88	204.87	-84.84	160.36	-1170.49
	SETTI INTERR. ES	SLU_4	2.20	-1000.68	1026.29	235.48	-89.43	184.07	-1275.50
	SETTI INTERR. ES	SLU_5	2.20	-950.94	983.88	206.52	-81.77	160.98	-1175.61
	SETTI INTERR. ES	SLU_6	2.20	-952.30	959.31	201.29	-94.70	160.48	-1177.46
	SETTI INTERR. ES	SLU_7	2.20	-944.16	959.83	202.90	-93.64	161.04	-1180.76
	SETTI INTERR. ES	SLU_8	2.20	-938.73	960.18	203.98	-92.93	161.42	-1182.96
	SETTI INTERR. ES	SLU_9	2.20	-990.62	1013.58	234.59	-97.52	185.13	-1287.97
	SETTI INTERR. ES	SLU_10	2.20	-940.87	971.18	205.63	-89.86	162.03	-1188.08
	SETTI INTERR. ES	SLV_1	2.20	-705.09	892.41	-43.90	-21.99	56.99	-851.24
	SETTI INTERR. ES	SLV_2	2.20	-628.63	1076.89	-119.28	-81.42	39.33	-1093.94
	SETTI INTERR. ES	SLV_3	2.20	-594.02	868.59	399.19	-25.63	182.47	-842.81
	SETTI INTERR. ES	SLV_4	2.20	-517.56	1053.06	323.80	-85.06	164.81	-1085.51
	SETTI INTERR. ES	SLV_5	2.20	-831.87	1194.47	284.30	82.96	158.54	-970.93
	SETTI INTERR. ES	SLV_6	2.20	-798.55	1187.32	417.22	81.87	196.19	-968.40
	SETTI INTERR. ES	SLV_7	2.20	-577.00	1809.39	33.01	-115.14	99.68	-1779.94
	SETTI INTERR. ES	SLV_8	2.20	-543.68	1802.24	165.94	-116.23	137.32	-1777.41

$V_{ed} =$	825	kN	Taglio agente verticale
$H =$	1000	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 ²	resistenza caratteristica a compressione
$f_{cd} =$	17.4	N/mm ²	resistenza di progetto a compressione
$c =$	60	mm	copriferro
$n_{bar.} =$	7	-	numero barre longitudinali
$\Phi_{bar.} =$	22	mm	diametro barre longitudinali
$A_{bar.} =$	2661	mm ²	area barre longitudinali
$b_{st} =$	5.0	-	braccia delle staffe
$\Phi_{st} =$	10	mm	diametro staffe
$s =$	200	mm	passo staffe
$A_{st} =$	393	mm ²	area staffe
$d =$	919	mm	altezza utile sezione
$\rho_l =$	0.00290	-	rapporto geometrico armatura longitudinale

verifica sezione senza armatura:

$k =$	1.467	-	
$v_{min} =$	0.344	-	
$\sigma_{cp} =$	0.00	N/mm ²	tensione media di compressione nella sezione
$V_{Rd} =$	335.1	kN	è necessaria armatura a taglio!

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 ²	resistenza a compressione ridotta del cls d'anima
$\alpha_c =$	1.000	-	coefficiente maggiorativo per compressione
$f_{yd} =$	391.3	N/mm ²	resistenza a snervamento dell'acciaio
$V_{Rsd} =$	1362.8	kN	taglio resistente relativo alle armature tese
$V_{Rcd} =$	2756.5	kN	taglio resistente relativo alle bielle compresse
$V_{Rd} =$	1362.8	kN	ok!

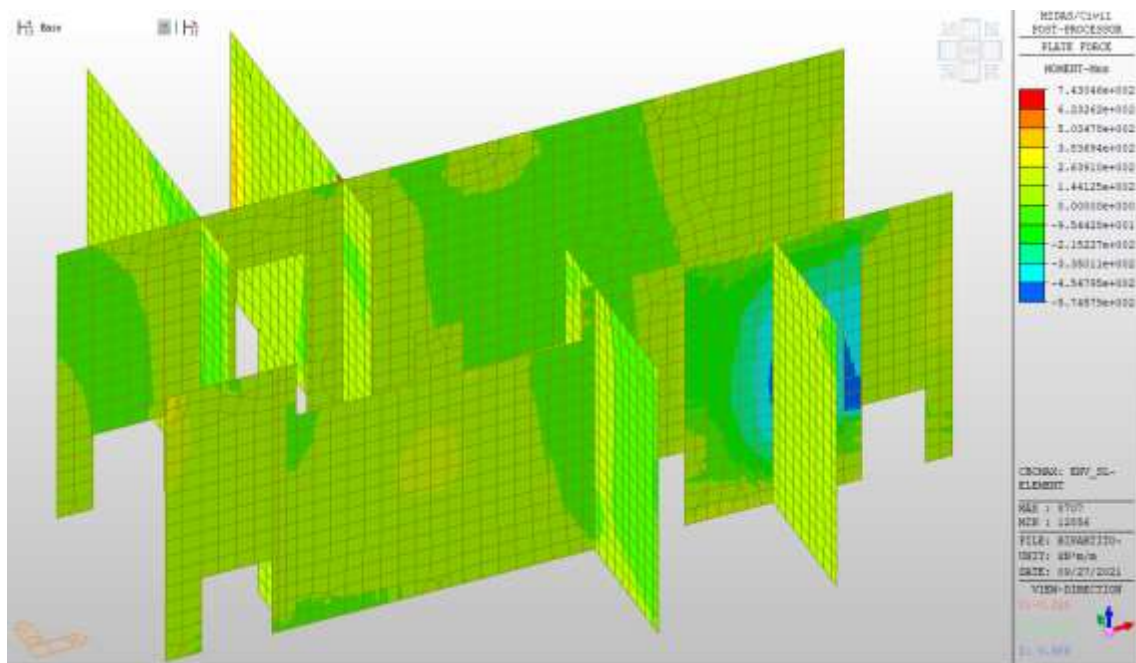
c.s. $(V_{Rd}/V_{ed,v}) = 1.65$

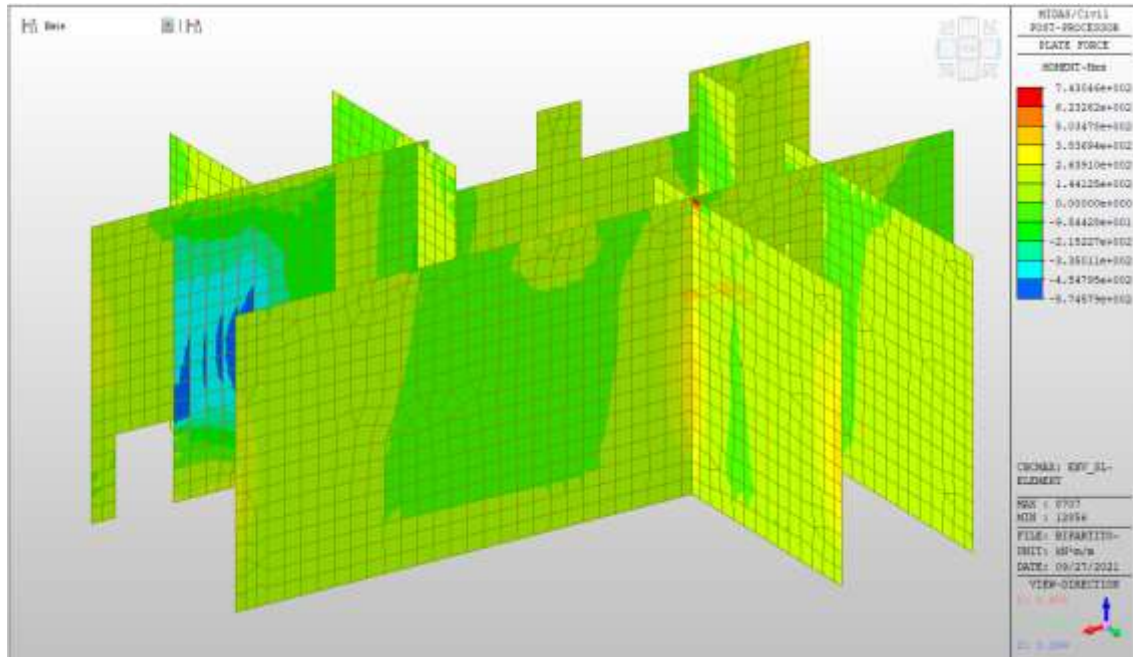
Setti interni interrati

Setti interni interrati – Mappe sollecitazioni SLU - SLV

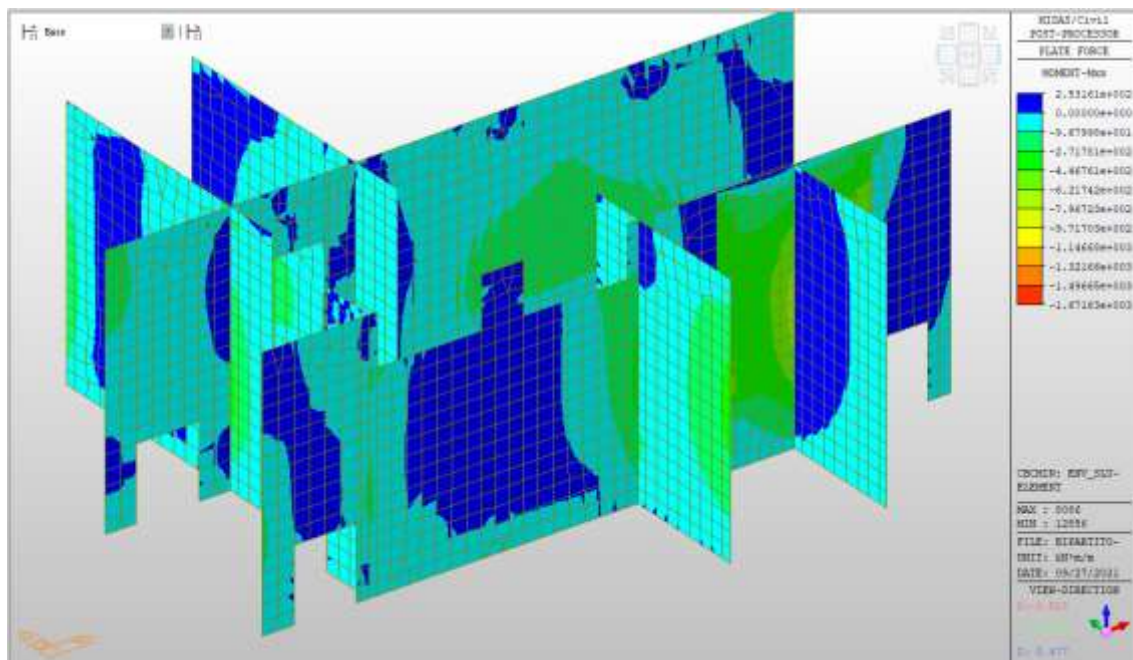
Si riportano di seguito gli involuipi delle mappe delle sollecitazioni per le combinazioni allo stato limite ultimo (sismiche e statiche) e di esercizio per i setti interni posti al piano interrato.

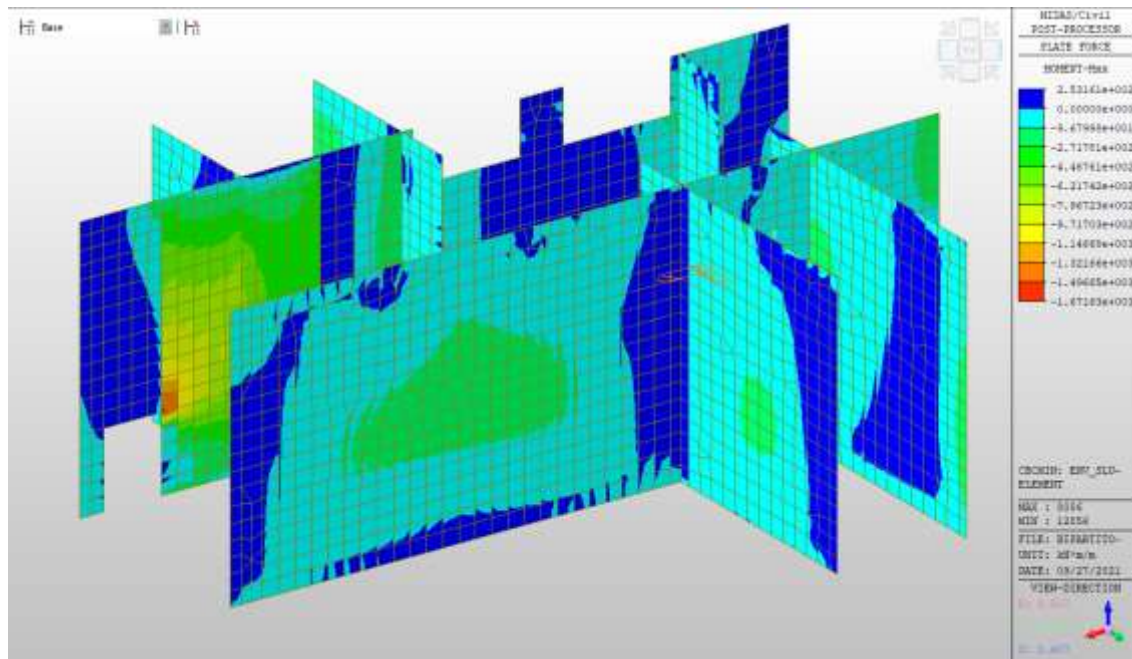
MXX, max, SLV-SLU= +270 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)





MXX, min, SLV-SLU= -800 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull'intera area)

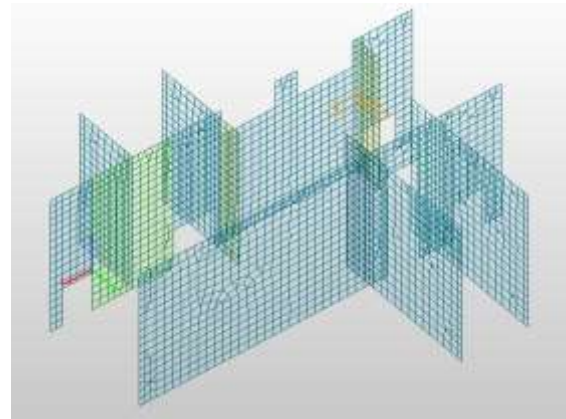




Dalla color map si notano zone in cui è necessario un raffittimento delle armature, di seguito si riportano le sollecitazioni relative ad una section cut rappresentativa di tali zone.

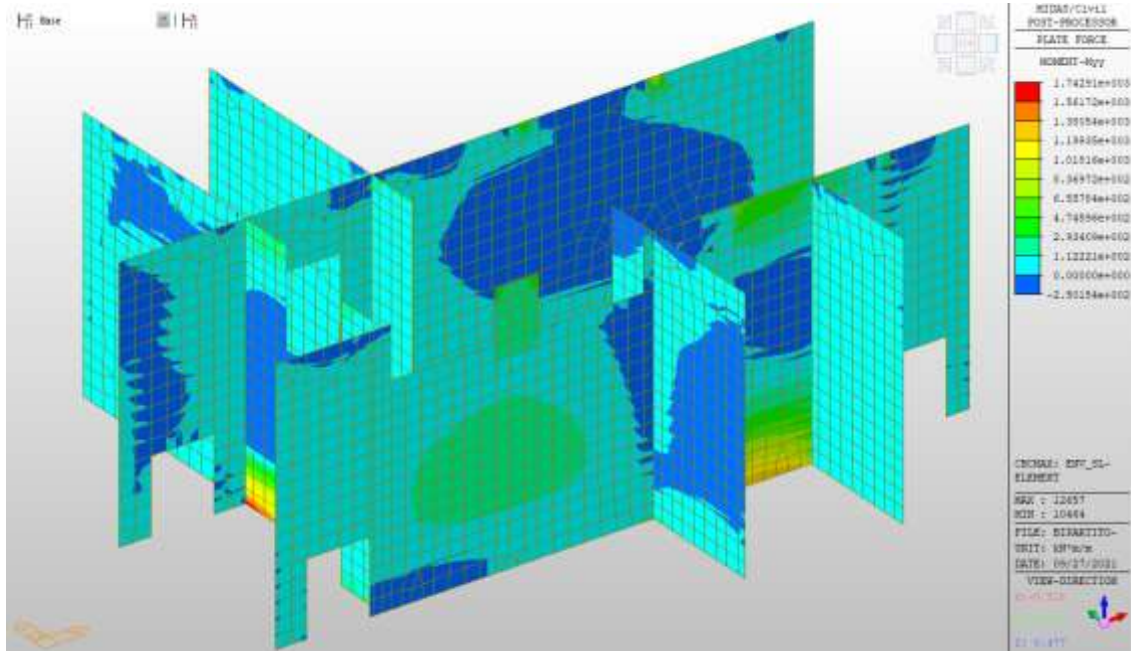
$MXX, \max, SLV-SLU = 113/0.72 = 156 \text{ kNm/m}$ (soll. di verifica zone di raffittimento)

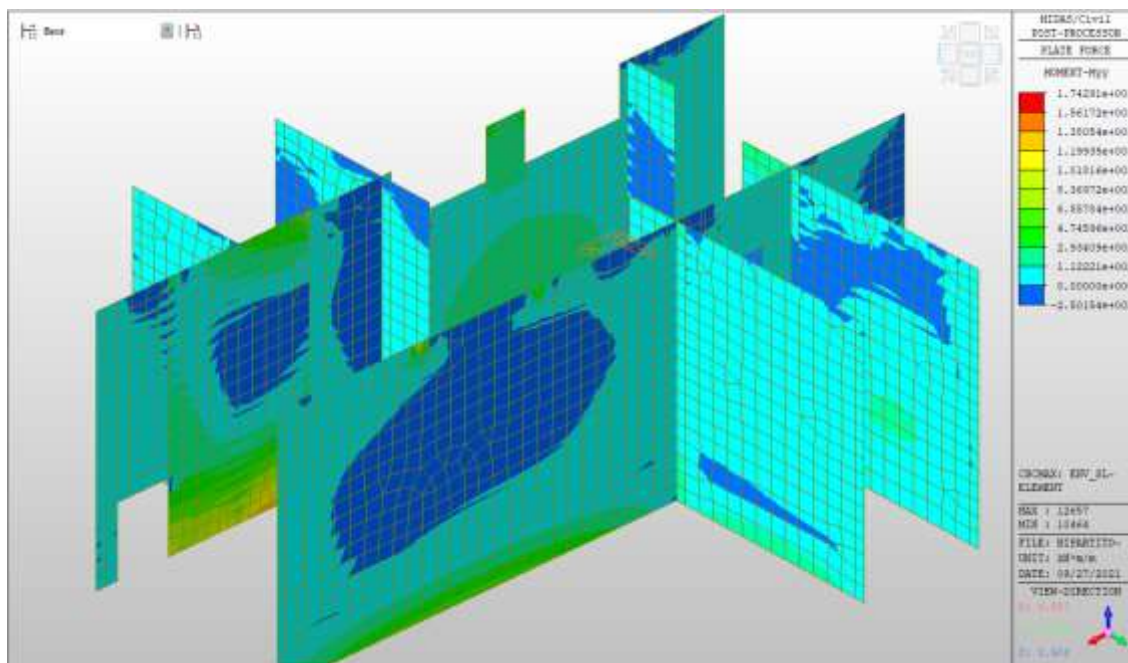
Nome	Load	Length (m)	Fx (kN)	Fy (kN)	Fz (kN)	Mx (kNm)	My (kNm)	Mz (kNm)
SETTA INTERA N ECC_1	ECC_1	8.72	-418.81	-6.72	-128.82	21.88	-81.82	27.07
SETTA INTERA N ECC_2	ECC_2	8.72	-488.23	48.21	-148.83	5.78	-88.12	33.27
SETTA INTERA N SLV_1	SLV_1	8.72	-508.87	18.80	-183.22	21.21	-73.28	38.18
SETTA INTERA N SLV_2	SLV_2	8.72	-568.23	17.84	-182.86	21.23	-73.14	38.28
SETTA INTERA N SLV_3	SLV_3	8.72	-587.43	17.87	-182.46	21.41	-72.98	38.22
SETTA INTERA N SLV_4	SLV_4	8.72	-585.87	17.22	-183.52	21.85	-73.31	38.91
SETTA INTERA N SLV_5	SLV_5	8.72	-603.85	18.79	-183.84	22.45	-74.09	40.98
SETTA INTERA N SLV_6	SLV_6	8.72	-604.81	68.81	-201.21	8.20	-79.88	44.88
SETTA INTERA N SLV_7	SLV_7	8.72	-683.26	68.26	-288.44	8.47	-79.56	44.91
SETTA INTERA N SLV_8	SLV_8	8.72	-682.17	88.18	-188.82	8.18	-79.42	44.94
SETTA INTERA N SLV_9	SLV_9	8.72	-686.21	84.72	-287.81	13.28	-79.71	43.82
SETTA INTERA N SLV_10	SLV_10	8.72	-888.48	81.31	-282.82	-13.88	-88.82	47.82
SETTA INTERA N SLV_1	SLV_1	8.72	-582.86	13.84	-178.93	14.82	-81.88	38.98
SETTA INTERA N SLV_2	SLV_2	8.72	-588.81	18.88	-188.78	41.88	-83.78	32.78
SETTA INTERA N SLV_3	SLV_3	8.72	-588.83	42.70	-248.58	-8.12	-89.48	173.27
SETTA INTERA N SLV_4	SLV_4	8.72	-1942.89	47.23	-287.44	-21.88	-111.88	187.11
SETTA INTERA N SLV_5	SLV_5	8.72	-382.57	-1.88	-58.88	72.18	-31.58	33.08
SETTA INTERA N SLV_6	SLV_6	8.72	-588.20	7.25	-88.88	83.24	-48.87	18.28
SETTA INTERA N SLV_7	SLV_7	8.72	-585.79	18.83	-184.78	22.28	-72.14	-12.47
SETTA INTERA N SLV_8	SLV_8	8.72	-198.41	24.88	-212.78	3.47	-88.81	34.78



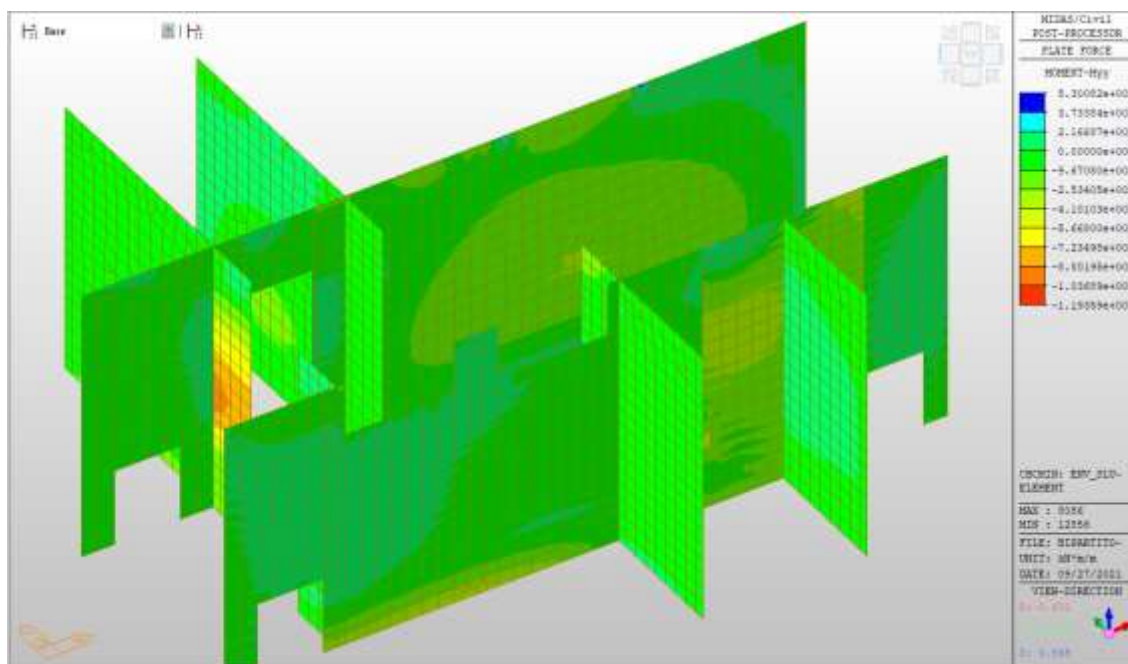
Si evince che nel caso specifico non è necessario alcun infittimento in direzione orizzontale.

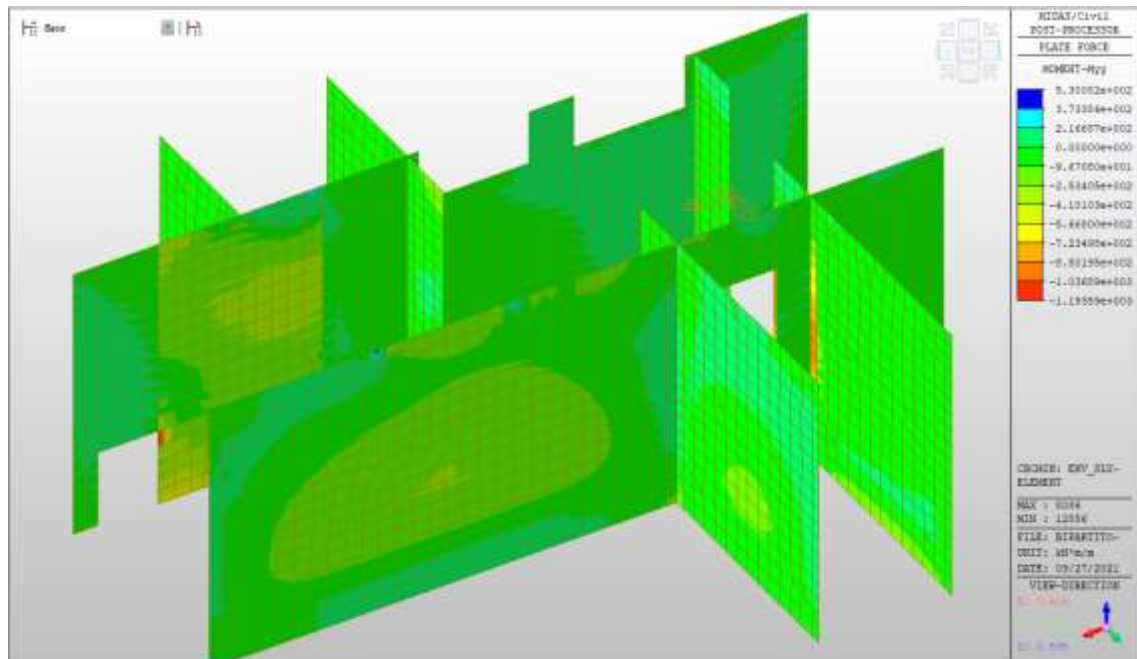
MY, max, SLV-SLU= +836 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull'intera area)





MYy, min, SLV-SLU= -570 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

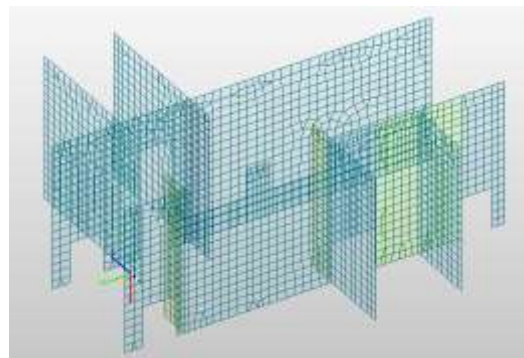




Dalla color map si notano zone in cui è necessario un raffittimento delle armature, di seguito si riportano le sollecitazioni relative ad una section cut rappresentativa di tali zone.

MY, max, SLV-SLU= $4075/2.70=1509$ kNm/m (soll. di verifica zone di raffittimento)

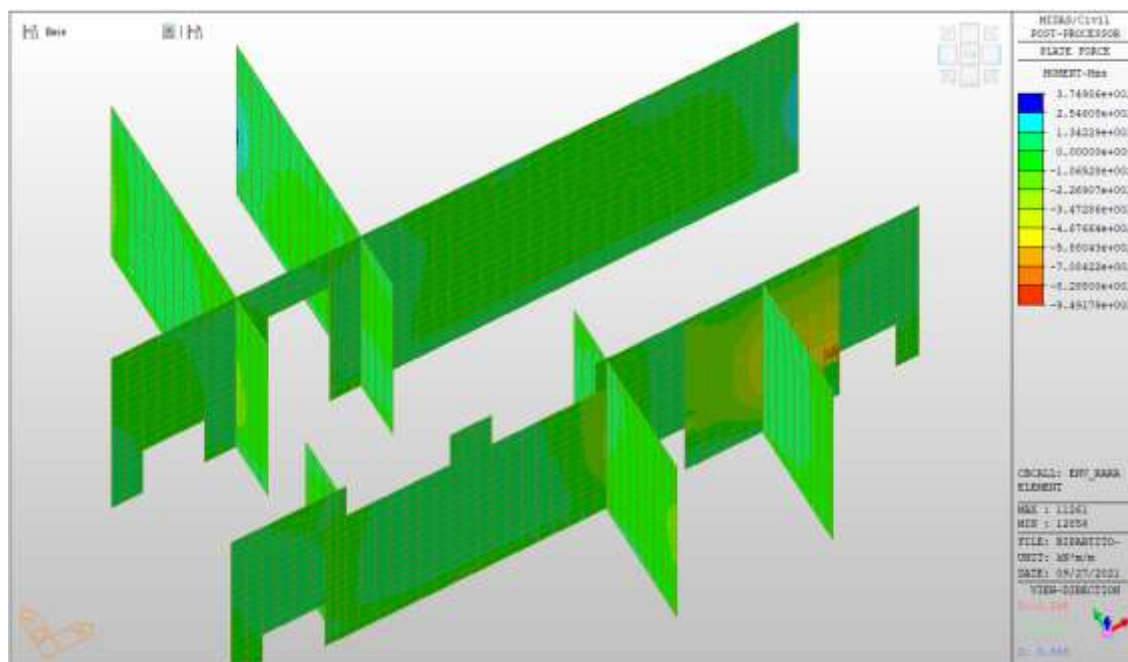
Name	Load	Length (m)	Fx (kN)	Fy (kN)	Fz (kN)	Mx (kNm)	My (kNm)	Mz (kNm)
SETTI INTER. INT. ECC_1		2.70	-4453.85	395.51	205.18	254.88	793.81	-452.78
SETTI INTER. INT. ECC_2		2.70	-4837.28	514.22	877.28	-319.88	1175.27	-1893.82
SETTI INTER. INT. SLV_1		2.70	-9114.75	531.83	821.96	213.16	1188.85	-869.79
SETTI INTER. INT. SLV_2		2.70	-9086.58	538.61	918.17	213.26	1178.75	-862.88
SETTI INTER. INT. SLV_3		2.70	-9066.14	538.32	915.84	213.36	1176.88	-862.94
SETTI INTER. INT. SLV_4		2.70	-9109.31	524.88	916.88	216.88	1189.38	-848.88
SETTI INTER. INT. SLV_5		2.70	-9038.81	538.48	913.81	218.83	1183.14	-862.42
SETTI INTER. INT. SLV_6		2.70	-8512.48	881.18	1195.87	-494.57	1598.12	-1375.21
SETTI INTER. INT. SLV_7		2.70	-8483.28	888.73	1192.87	-494.45	1598.82	-1376.88
SETTI INTER. INT. SLV_8		2.70	-8483.85	888.44	1148.65	-494.37	1548.96	-1377.46
SETTI INTER. INT. SLV_9		2.70	-8957.21	858.89	1190.75	-481.89	1558.53	-1362.58
SETTI INTER. INT. SLV_10		2.70	-8436.71	898.60	1147.52	-487.18	1503.41	-1376.94
SETTI INTER. INT. SLV_1		2.70	-3346.87	1758.83	504.88	-488.23	838.94	-4193.82
SETTI INTER. INT. SLV_2		2.70	-4983.59	988.17	798.33	-481.74	1071.82	-4975.28
SETTI INTER. INT. SLV_3		2.70	-4708.82	78.43	838.94	188.38	828.46	175.12
SETTI INTER. INT. SLV_4		2.70	-5447.15	35.87	928.18	244.87	1358.18	292.78
SETTI INTER. INT. SLV_5		2.70	-3348.82	823.80	482.42	-168.88	321.28	-1968.88
SETTI INTER. INT. SLV_6		2.70	-3758.88	332.85	481.97	58.18	487.34	-501.41
SETTI INTER. INT. SLV_7		2.70	-5811.87	474.38	1426.24	4.88	2063.96	-1468.88
SETTI INTER. INT. SLV_8		2.70	-8220.83	183.44	1468.18	213.88	2178.82	-158.21



Setti interni interrati– Mappe sollecitazioni SLE - RARA

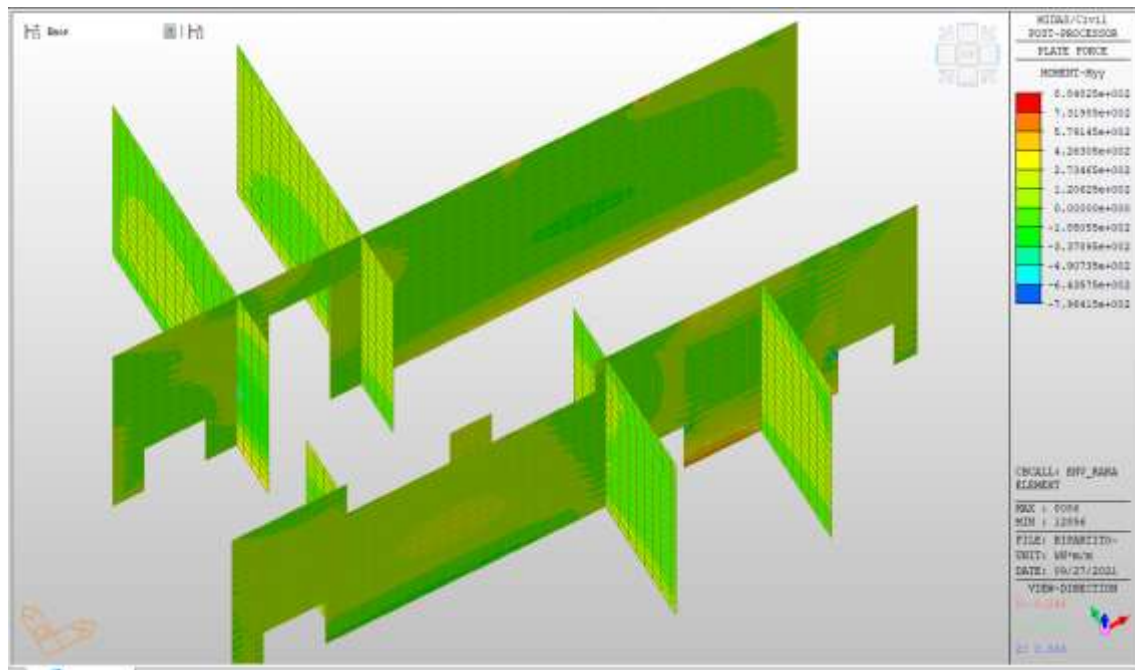
MXX, max, RARA= +140 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

MXX, min, RARA= -470 kNm/m



MYY, max, RARA= +280 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

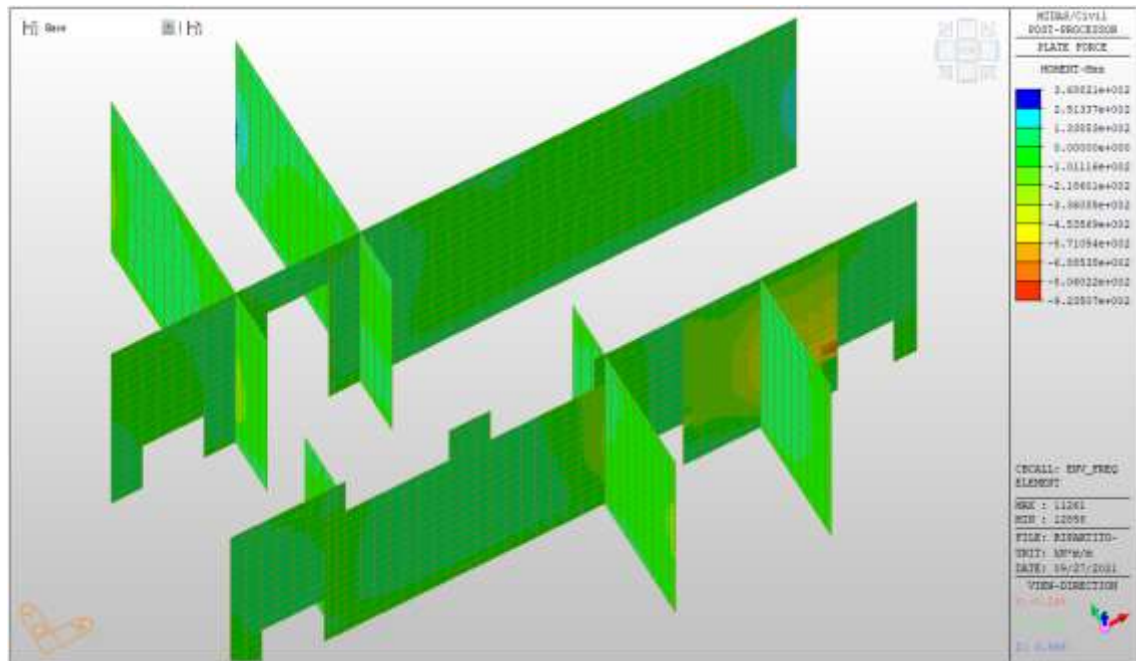
MYY, min, RARA= -500 kNm/m



Setti interni interrati– Mappe sollecitazioni SLE – FREQUENTE

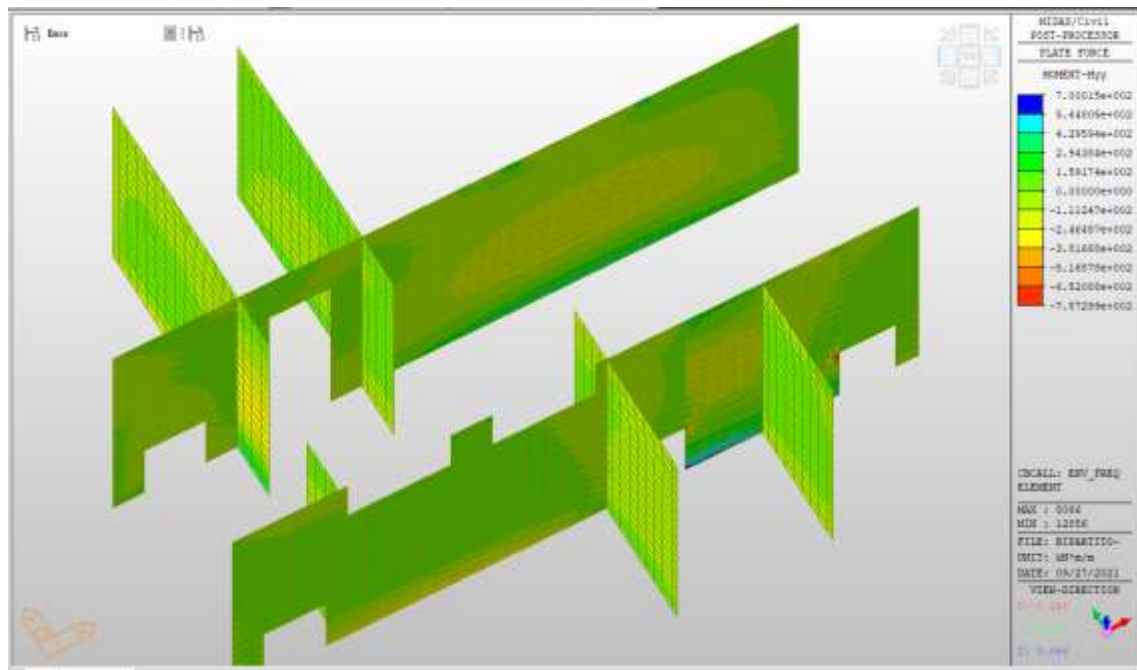
MXX, max, Frequente= +140 kNm (soll. di verifica armatura media sull'intera area)

MXX, min, Frequente=-460 kNm/m



MY, max, Frequente= +430 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull'intera area)

MY, min, Frequente= -250 kNm/m



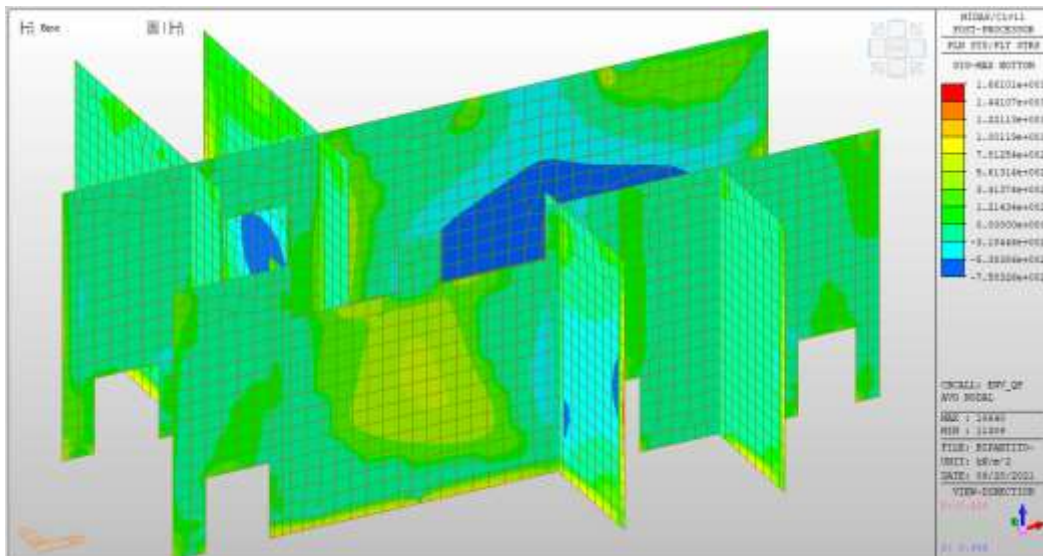
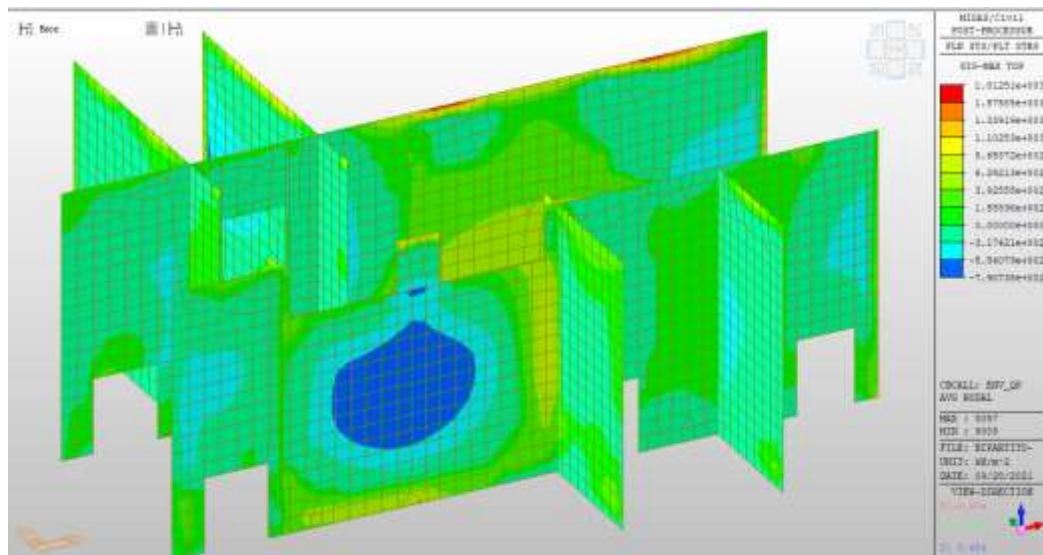
Setti interni interrati – Mappe sollecitazioni SLE – Quasi permanente

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 1.82 MPa e quindi minore del valore limite:



Verifiche

I setti interni posti al piano interrato sono armati con con 7 ϕ 22 al lembo superiore e 7 ϕ 22 al lembo inferiore in entrambe le direzioni. Si riportano di seguito le verifiche in esercizio e allo stato limite ultimo.

Verifica momento verticale MYY

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40		
	Resistenza compress. di calcolo fcd:	18.81	MPa	
	Resistenza compress. ridotta fcd':	9.405	MPa	
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020		
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035		
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo		
	Modulo Elastico Normale Ec:	33643.0	MPa	
	Resis. media a trazione fctm:	3.100	MPa	
	Coeff.Omogen. S.L.E.:	15.00		
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	16.600	MPa	
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	16.600	MPa	
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200	mm	
	ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
		Resist. caratt. a snervamento fyk:	450.00	MPa
Resist. caratt. a rottura ftk:		450.00	MPa	
Resist. a snerv. di calcolo fyd:		391.30	MPa	
Resist. ultima di calcolo ftd:		391.30	MPa	
Deform. ultima di calcolo Epu:		0.068		
Modulo Elastico Ef:		200000.0	MPa	
Diagramma tensioni-deformaz.:		Bilineare finito		
Coeff. Aderenza istant. $\beta_1 \cdot \beta_2$:		1.00		
Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$:		0.50		
Comb.Rare - Sf Limite:		360.00	MPa	

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	100.0	cm
Barre inferiori:	7Ø22	(26.6 cm ²)
Barre superiori:	7Ø22	(26.6 cm ²)
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	836.00	0.00	0.00
2	0.00	-570.00	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	280.00
2	0.00	-500.00

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	430.00 (612.49)
2	0.00	-250.00 (-612.49)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 4.9 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 12.5 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 >=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	836.00	-0.01	948.66	1.135	93.7	910.88	0.07	0.70	26.6 (16.8)
2	S	0.00	-570.00	-0.01	-948.66	1.664	6.3	-910.88	0.07	0.70	26.6 (16.8)

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	0.00350	-0.02036	100.0	0.00016	94.0	-0.04883	6.0
2	0.00350	-0.02036	0.0	0.00016	6.0	-0.04883	94.0

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 ²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
As eff.	Area Barre tese di acciaio [cm ²] 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	2.37	100.0	0.00	78.6	-120.8	94.0	21.4	2140	26.6	14.7
2	S	4.23	0.0	0.00	21.4	-215.7	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]
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) 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	1.42	-1.42	---	0.125	1.00	0.400	0.000242 (0.000242)	216	0.089	612.49
2	S	2.53	-2.53	---	0.125	1.00	0.400	0.000431 (0.000431)	216	0.158	-612.49

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	3.64	100.0	0.00	78.6	-185.5	94.0	21.4	2140	26.6	14.7
2	S	2.12	0.0	0.00	21.4	-107.9	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	2.18	-2.18	---	0.125	0.50	0.400	0.000371 (0.000371)	216	0.136 (0.20)	612.49
2	S	1.27	-1.27	---	0.125	0.50		0.4000.000216 (0.000216)	216	0.079 (0.20)	-612.49

Verifica momento orizzontale MXX

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40		
	Resistenza compress. di calcolo fcd:	18.81	MPa	
	Resistenza compress. ridotta fcd':	9.405	MPa	
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020		
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035		
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo		
	Modulo Elastico Normale Ec:	33643.0	MPa	
	Resis. media a trazione fctm:	3.100	MPa	
	Coeff.Omogen. S.L.E.:	15.00		
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	16.600	MPa	
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	16.600	MPa	
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200	mm	
	ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
		Resist. caratt. a snervamento fyk:	450.00	MPa
Resist. caratt. a rottura ftk:		450.00	MPa	
Resist. a snerv. di calcolo fyd:		391.30	MPa	
Resist. ultima di calcolo ftd:		391.30	MPa	
Deform. ultima di calcolo Epu:		0.068		
Modulo Elastico Ef:		200000.0	MPa	
Diagramma tensioni-deformaz.:		Bilineare finito		
Coeff. Aderenza istant. $\beta_1 \cdot \beta_2$:		1.00		
Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$:		0.50		
Comb.Rare - Sf Limite:		360.00	MPa	

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	100.0	cm
Barre inferiori:	7Ø22	(26.6 cm ²)
Barre superiori:	7Ø22	(26.6 cm ²)
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	270.00	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	140.00
2	0.00	-470.00

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	140.00 (612.49)
2	0.00	-460.00 (-612.49)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	4.9 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	12.5 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 >=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	270.00	-0.01	948.66	3.514	93.7	910.88	0.07	0.70	26.6 (16.8)
2	S	0.00	-800.00	-0.01	-948.66	1.186	6.3	-910.88	0.07	0.70	26.6 (16.8)

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	0.00350	-0.02036	100.0	0.00016	94.0	-0.04883	6.0
2	0.00350	-0.02036	0.0	0.00016	6.0	-0.04883	94.0

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 ²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
As eff.	Area Barre tese di acciaio [cm ²] 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	1.19	100.0	0.00	78.6	-60.4	94.0	21.4	2140	26.6	14.7
2	S	3.98	0.0	0.00	21.4	-202.8	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]
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) 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	0.71	-0.71	---	0.125	1.00	0.400	0.000121 (0.000121)	216	0.044	612.49
2	S	2.38	-2.38	---	0.125	1.00	0.400	0.000406 (0.000406)	216	0.149	-612.49

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	1.19	100.0	0.00	78.6	-60.4	94.0	21.4	2140	26.6	14.7
2	S	3.90	0.0	0.00	21.4	-198.4	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	0.71	-0.71	---	0.125	0.50	0.400	0.000121 (0.000121)	216	0.044 (0.20)	612.49

Si riportano di seguito le verifiche effettuate per le sollecitazioni relative all'armatura di infittimento da disporre in direzione Y. La sezione risulta essere armata con 7φ22 +3φ26 al lembo superiore e 7φ22+3φ26 al lembo inferiore nella direzione Y.

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40
	Resistenza compress. di calcolo fcd:	18.81 MPa
	Resistenza compress. ridotta fcd':	9.405 MPa
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	33643.0 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.100 MPa
ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	450.00 MPa
	Resist. caratt. a rottura ftk:	450.00 MPa
	Resist. a snerv. di calcolo fyd:	391.30 MPa
	Resist. ultima di calcolo ftd:	391.30 MPa
	Deform. ultima di calcolo Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef:	200000.0 MPa
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	100.0	cm
Barre inferiori:	7Ø22 + 3Ø26	(42.5 cm ²)
Barre superiori:	7Ø22 + 3Ø26	(42.5 cm ²)
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

N°Comb.	Momento torcente [kN m]			
	N	Mx	Vy	MT
1	0.00	1509.00	0.00	0.00

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	3.7 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	5.1 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	1509.00	0.03	1520.75	1.008	93.5	1461.05	0.07	0.70	42.5 (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

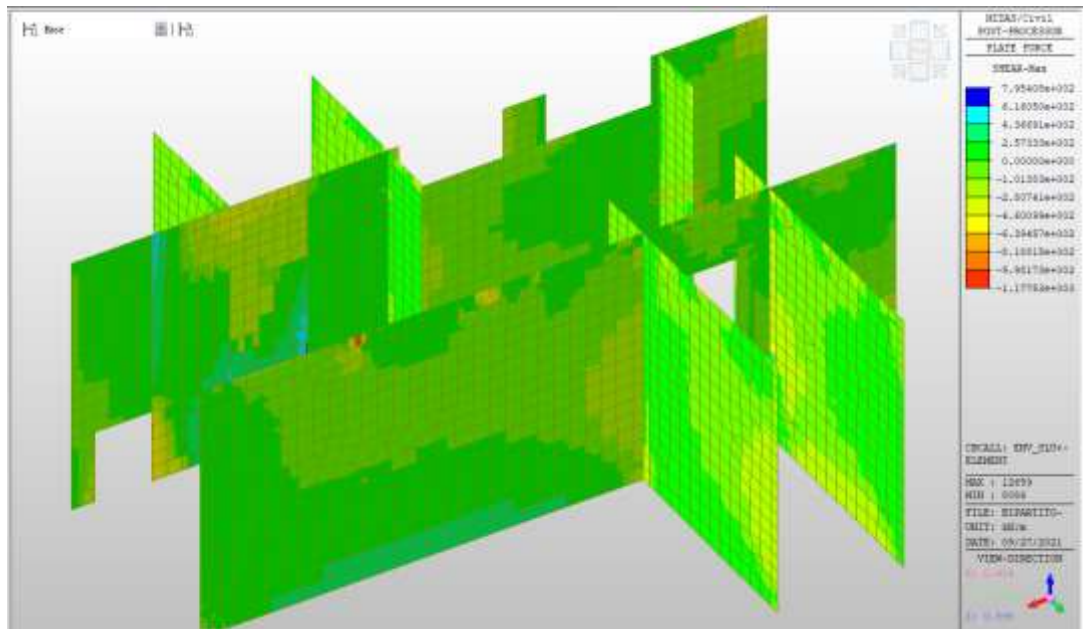
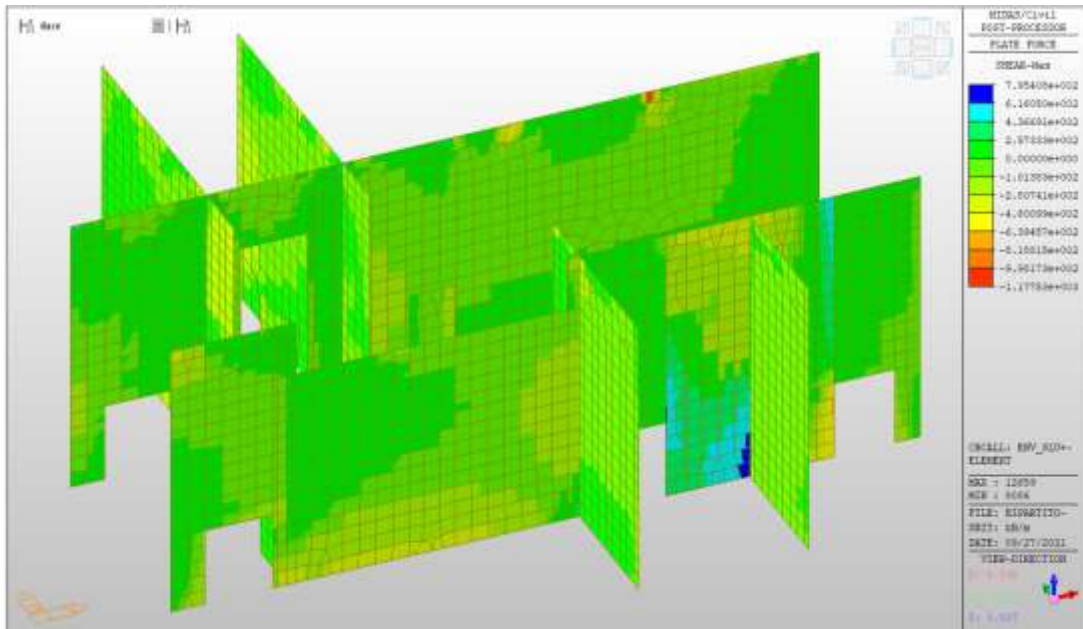
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)
Ys max	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	-0.01967	100.0	0.00080	95.0	-0.04786	5.0

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 VMAX

VMAX, SLV-SLU= 1118 kN/m



Verifica a taglio (SLU)

$V_{ed} =$	1118	kN	Taglio agente verticale
$H =$	1000	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 ²	resistenza caratteristica a compressione
$f_{cd} =$	17.4	N/mm ²	resistenza di progetto a compressione
$c =$	60	mm	copriferro
$n_{bar.} =$	7	-	numero barre longitudinali
$\Phi_{bar.} =$	22	mm	diametro barre longitudinali
$A_{bar.} =$	2661	mm ²	area barre longitudinali
$b_{st} =$	5.0	-	braccia delle staffe
$\Phi_{st} =$	10	mm	diametro staffe
$s =$	200	mm	passo staffe
$A_{st} =$	393	mm ²	area staffe
$d =$	919	mm	altezza utile sezione
$\rho_l =$	0.00290	-	rapporto geometrico armatura longitudinale

verifica sezione senza armatura:

$k =$	1.467	-	
$V_{min} =$	0.344	-	
$\sigma_{cp} =$	0.00	N/mm ²	tensione media di compressione nella sezione
$V_{Rd} =$	335.1	kN	è necessaria armatura a taglio!

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 ²	resistenza a compressione ridotta del cls d'anima
$\alpha_c =$	1.000	-	coefficiente maggiorativo per compressione
$f_{yd} =$	391.3	N/mm ²	resistenza a snervamento dell'acciaio
$V_{Rsd} =$	1362.8	kN	taglio resistente relativo alle armature tese
$V_{Rcd} =$	2756.5	kN	taglio resistente relativo alle bielle compresse
$V_{Rd} =$	1362.8	kN	ok!

c.s. ($V_{Rd}/V_{ed,v}$) = 1.22

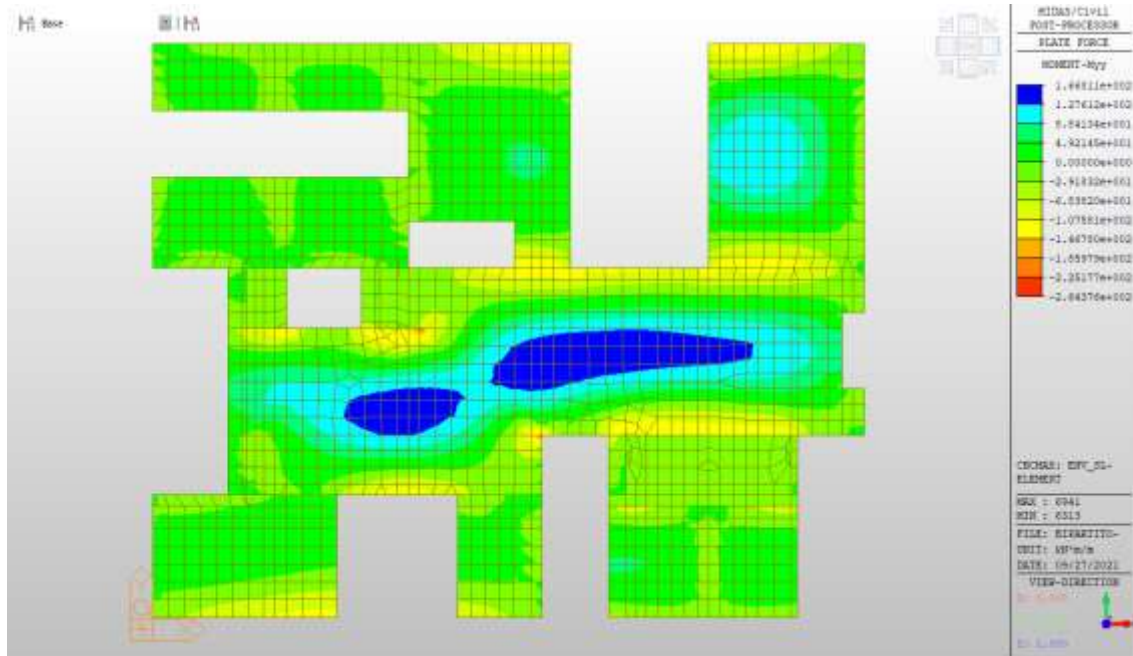
Solaio quota piano campagna

Solaio quota piano campagna – Mappe sollecitazioni SLU - SLV

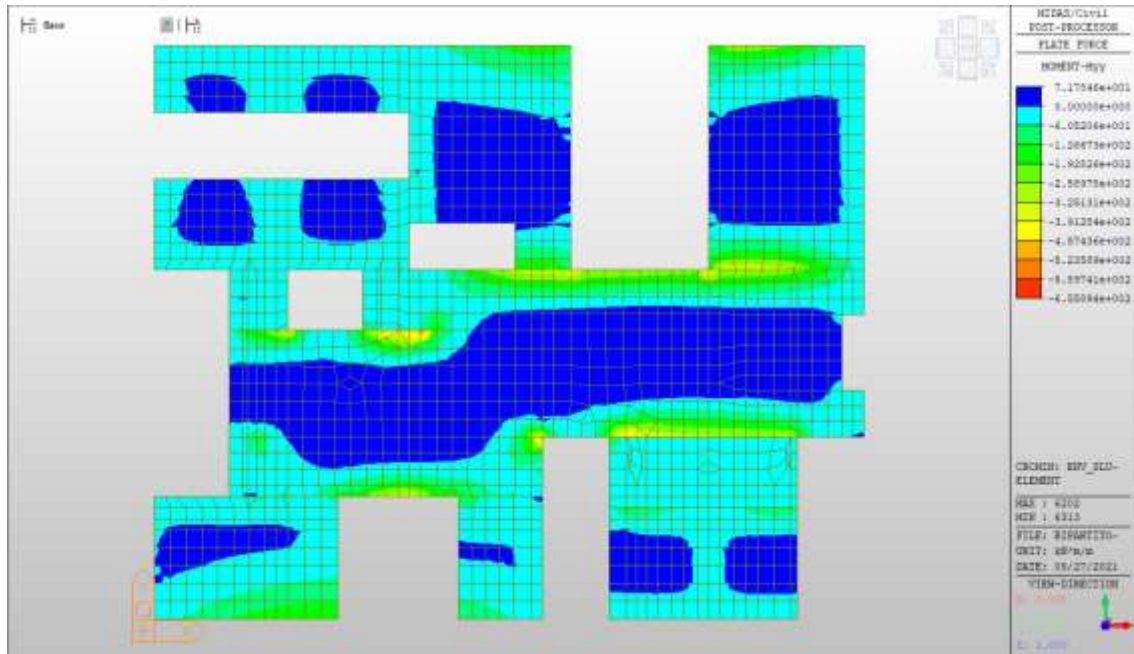
Si riportano di seguito gli involuipi delle mappe delle sollecitazioni per le combinazioni allo stato limite ultimo (sismiche e statiche) e di esercizio per solaio posto a quota piano campagna.

Momento verticale

MY, max= +170 kNm/m



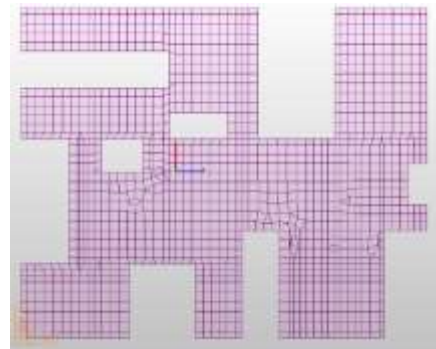
MY, min= -260 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)



Dalla color map si notano zone in cui è necessario un raffittimento delle armature, di seguito si riportano le sollecitazioni relative ad una section cut rappresentativa di tali zone.

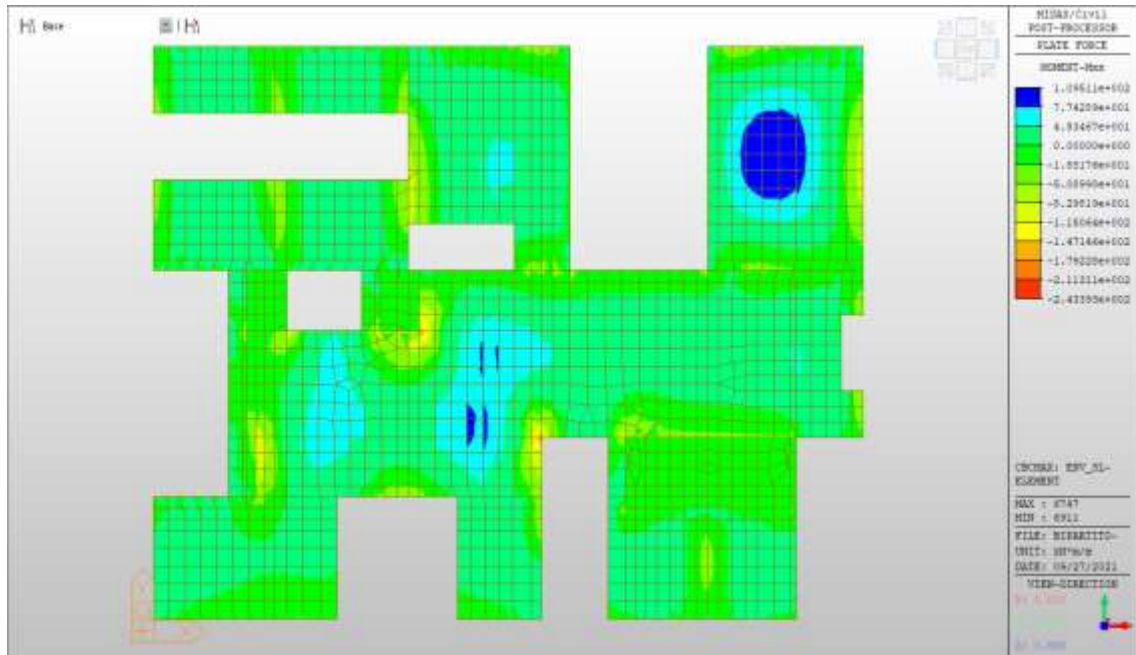
MY, max, SLV-SLU= 509/1.21=420 kNm/m (soll. di verifica zone di raffittimento)

Name	Load	Length (m)	Fx (kN)	Fy (kN)	Fz (kN)	Mx (kNm)	My (kNm)	Mz (kNm)
LIVELLO_0,00 MYY ECC_1	ECC_1	1.21	-240.04	235.73	116.72	-23.10	51.03	-231.43
LIVELLO_0,00 MYY ECC_2	ECC_2	1.21	-293.54	222.59	162.68	-21.19	47.24	-217.35
LIVELLO_0,00 MYY SLV_1	SLV_1	1.21	-437.64	435.48	177.75	-43.43	79.91	-429.15
LIVELLO_0,00 MYY SLV_2	SLV_2	1.21	-437.77	435.39	178.05	-43.42	80.03	-429.04
LIVELLO_0,00 MYY SLV_3	SLV_3	1.21	-438.26	435.35	178.25	-43.42	80.11	-429.96
LIVELLO_0,00 MYY SLV_4	SLV_4	1.21	-463.42	515.94	187.67	-51.96	84.32	-509.03
LIVELLO_0,00 MYY SLV_5	SLV_5	1.21	-463.64	435.60	180.30	-43.50	84.74	-429.79
LIVELLO_0,00 MYY SLV_6	SLV_6	1.21	-459.11	425.85	162.14	-42.04	74.81	-419.33
LIVELLO_0,00 MYY SLV_7	SLV_7	1.21	-459.64	425.79	162.45	-42.03	74.93	-419.22
LIVELLO_0,00 MYY SLV_8	SLV_8	1.21	-460.33	425.74	162.65	-42.03	75.02	-419.15
LIVELLO_0,00 MYY SLV_9	SLV_9	1.21	-465.49	500.34	171.48	-50.57	79.22	-499.21
LIVELLO_0,00 MYY SLV_10	SLV_10	1.21	-465.91	426.20	172.70	-42.11	79.64	-419.97
LIVELLO_0,00 MYY SLV_1	SLV_1	1.21	-458.82	231.19	232.65	-22.20	115.65	-229.92
LIVELLO_0,00 MYY SLV_2	SLV_2	1.21	-420.25	222.48	216.19	-20.06	89.36	-216.16
LIVELLO_0,00 MYY SLV_3	SLV_3	1.21	-459.56	234.52	198.68	-23.44	90.62	-231.98
LIVELLO_0,00 MYY SLV_4	SLV_4	1.21	-370.99	225.81	142.22	-21.30	63.33	-218.22
LIVELLO_0,00 MYY SLV_5	SLV_5	1.21	-1814.47	244.63	379.67	-25.37	175.60	-250.67
LIVELLO_0,00 MYY SLV_6	SLV_6	1.21	-669.69	248.63	287.68	-26.74	168.09	-261.28
LIVELLO_0,00 MYY SLV_7	SLV_7	1.21	-652.57	215.59	181.68	-18.21	84.61	-204.79
LIVELLO_0,00 MYY SLV_8	SLV_8	1.21	-637.79	216.59	189.47	-18.58	77.10	-205.41

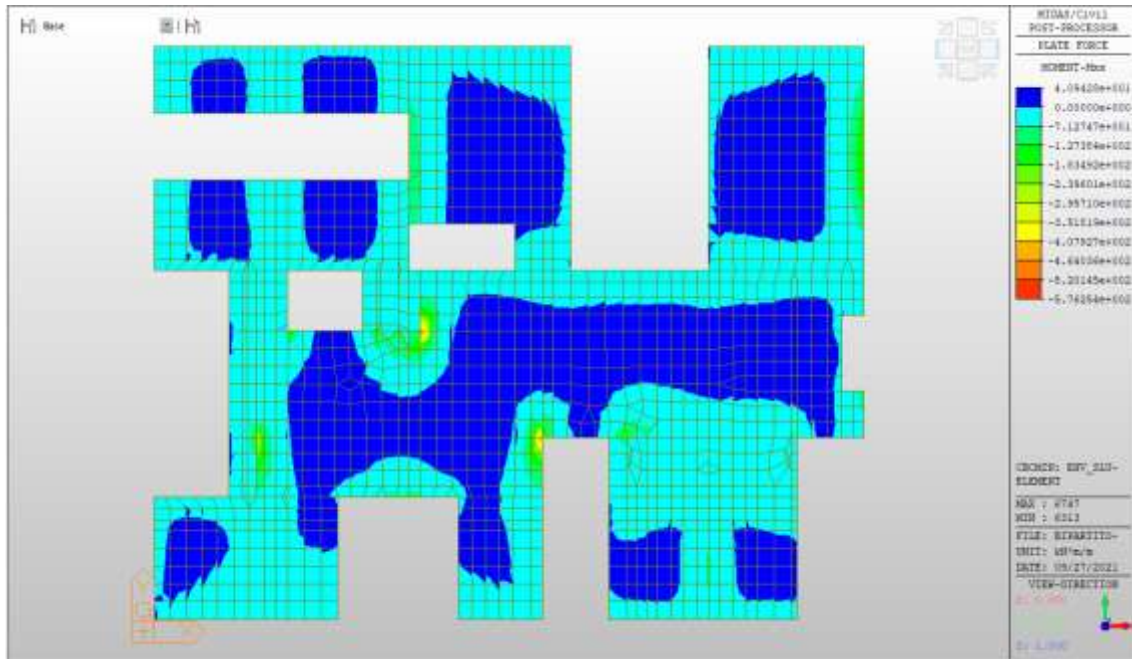


Momento orizzontale

MXX, max= +110 kNm/m



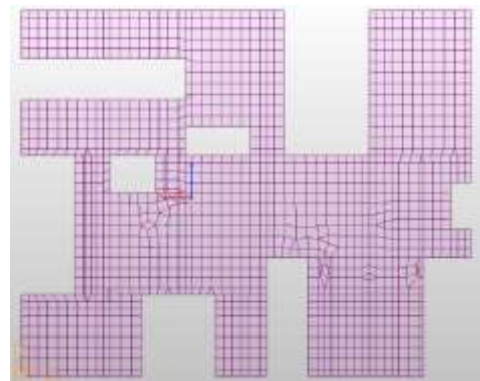
MXX, min= -300 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)



Dalla color map si notano zone in cui è necessario un raffittimento delle armature, di seguito si riportano le sollecitazioni relative ad una section cut rappresentativa di tali zone.

$M_{XX}, \max, SLV-SLU = 257/0.8 = 322 \text{ kNm/m}$ (soll. di verifica zone di raffittimento)

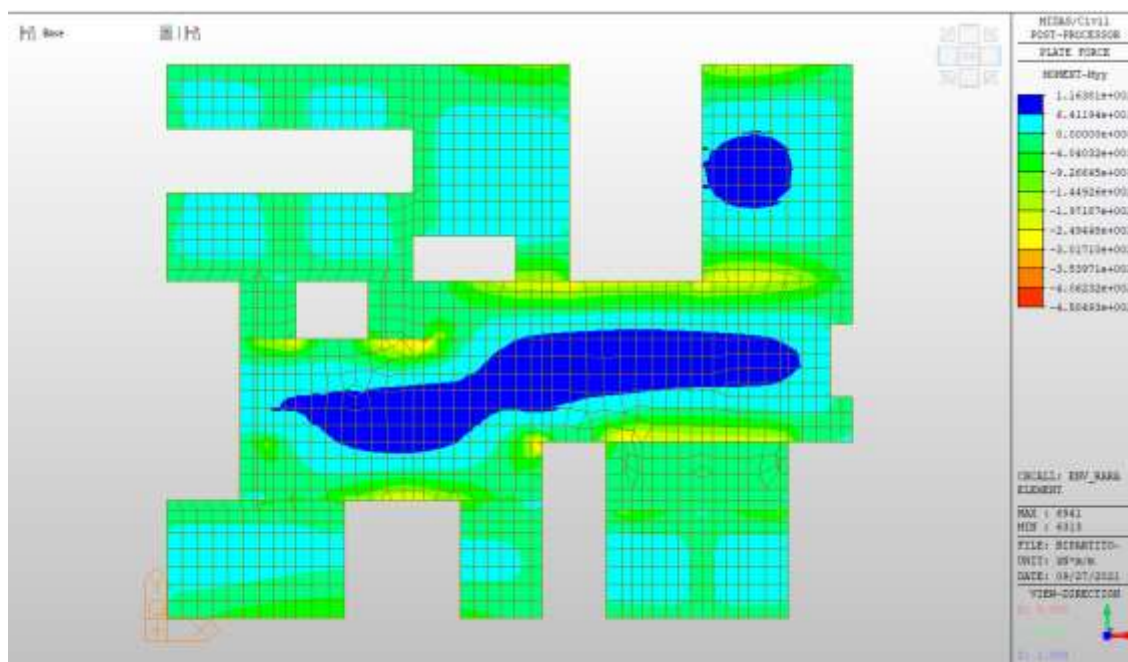
Item	Load	Length (m)	Fx (kN)	Fy (kN)	Fz (kN)	Mx (kNm)	My (kNm)	Mz (kNm)
LIVELLO_0,00 M ECC_1		0.80	-47.75	141.87	-183.53	-0.42	-39.15	-118.86
LIVELLO_0,00 M ECC_2		0.80	-47.88	132.29	-95.08	0.48	-38.02	-108.21
LIVELLO_0,00 M SLV_1		0.80	-79.70	259.97	-162.29	0.27	-69.77	-217.41
LIVELLO_0,00 M SLV_2		0.80	-71.18	259.92	-162.47	0.20	-68.89	-217.34
LIVELLO_0,00 M SLV_3		0.80	-71.48	259.88	-162.65	0.28	-69.96	-217.29
LIVELLO_0,00 M SLV_4		0.80	-74.03	260.82	-171.43	0.45	-64.13	-257.81
LIVELLO_0,00 M SLV_5		0.80	-74.22	260.18	-171.83	0.34	-64.36	-217.59
LIVELLO_0,00 M SLV_6		0.80	-68.88	253.58	-152.07	0.98	-56.70	-200.55
LIVELLO_0,00 M SLV_7		0.80	-69.33	253.50	-152.34	0.80	-56.62	-209.48
LIVELLO_0,00 M SLV_8		0.80	-69.64	253.48	-152.52	1.00	-56.89	-209.43
LIVELLO_0,00 M SLV_9		0.80	-72.18	261.80	-161.33	1.18	-60.08	-249.95
LIVELLO_0,00 M SLV_10		0.80	-72.37	263.78	-161.70	1.05	-60.29	-209.73
LIVELLO_0,00 M SLV_1		0.80	-295.89	138.64	-238.63	0.34	-84.06	-115.17
LIVELLO_0,00 M SLV_2		0.80	-196.24	132.88	-187.41	-0.68	-75.07	-108.83
LIVELLO_0,00 M SLV_3		0.80	-65.61	139.79	-182.09	0.64	-62.48	-117.19
LIVELLO_0,00 M SLV_4		0.80	-66.26	134.65	-129.87	-0.38	-49.45	-110.85
LIVELLO_0,00 M SLV_5		0.80	-148.58	147.68	-355.47	1.78	-136.78	-124.64
LIVELLO_0,00 M SLV_6		0.80	-116.95	147.43	-333.28	1.67	-123.89	-125.29
LIVELLO_0,00 M SLV_7		0.80	-118.33	127.88	-176.49	-1.64	-67.46	-103.85
LIVELLO_0,00 M SLV_8		0.80	-68.33	128.22	-158.14	-1.55	-68.77	-164.48



Solaio quota piano campagna – Mappe sollecitazioni SLE - RARA

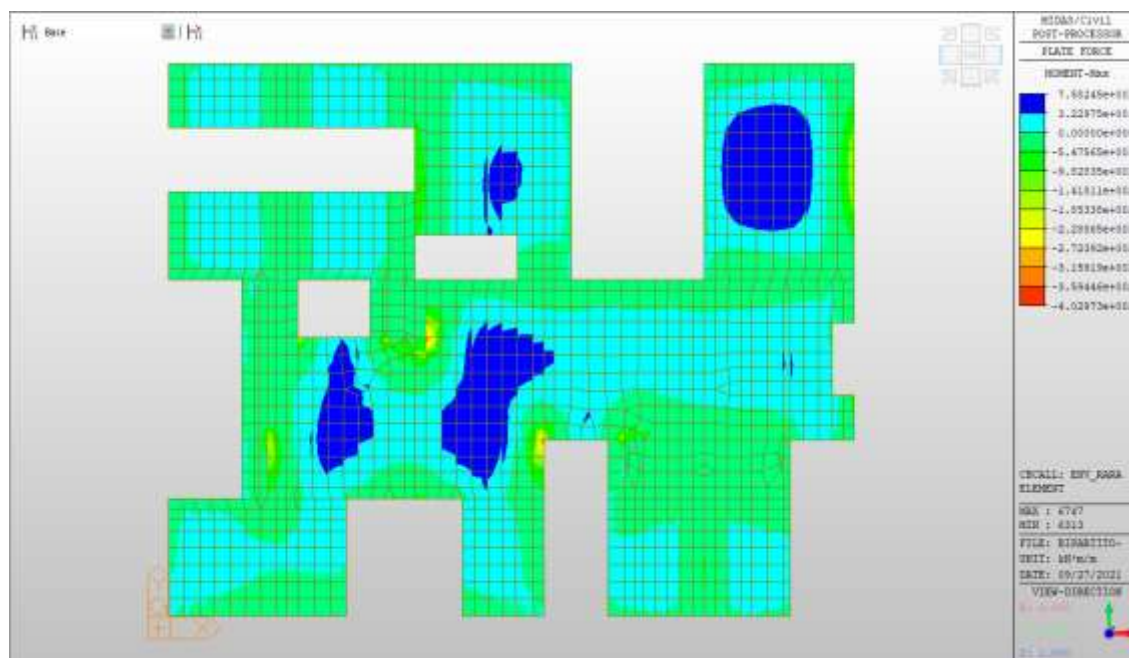
$M_{YY}, \max = +120 \text{ kNm/m}$ (soll. di verifica armatura media sull'intera area)

MY, min= -200 kNm/m



MXX, max= +80 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

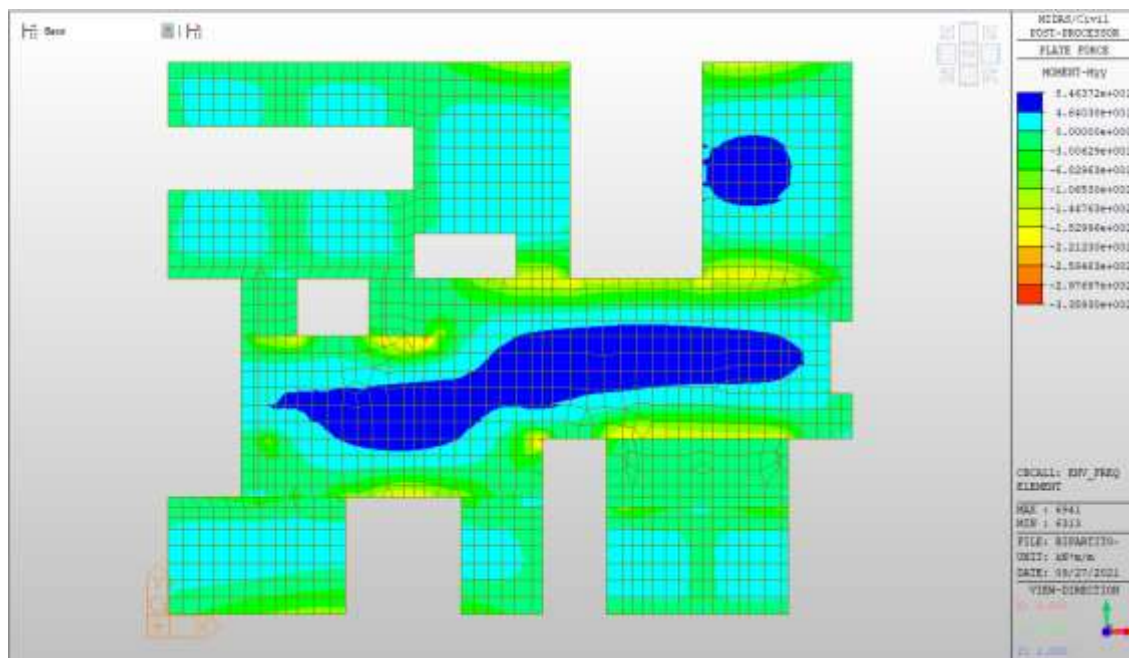
MXX, min= -140 kNm/m



Solaio quota piano campagna – Mappe sollecitazioni SLE - Frequente

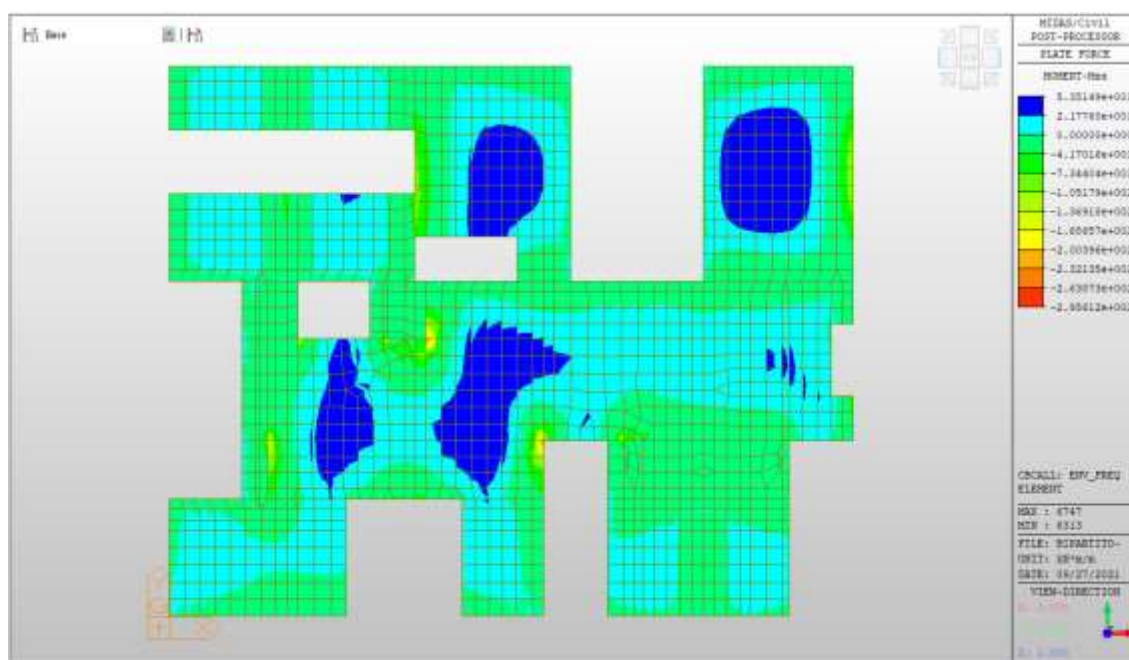
MY_Y, max= +85 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

MY_Y, min= -110 kNm/m



MXX, max= +55 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull'intera area)

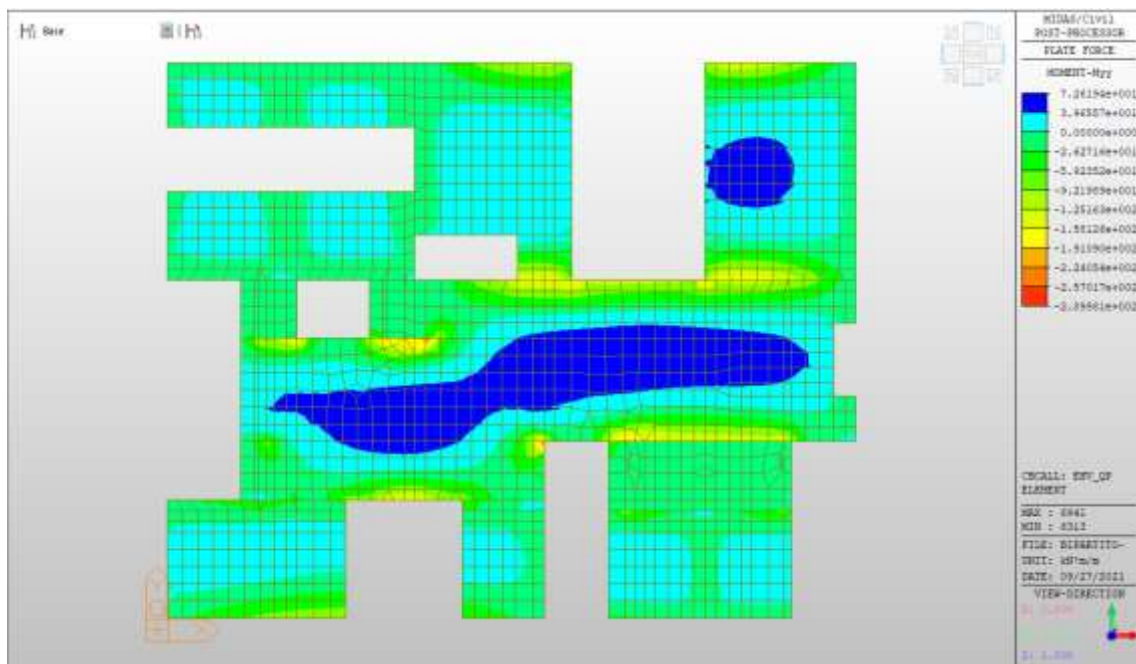
MXX, min= -105 kNm/m



Solaio quota piano campagna – Mappe sollecitazioni SLE – Quasi permanente

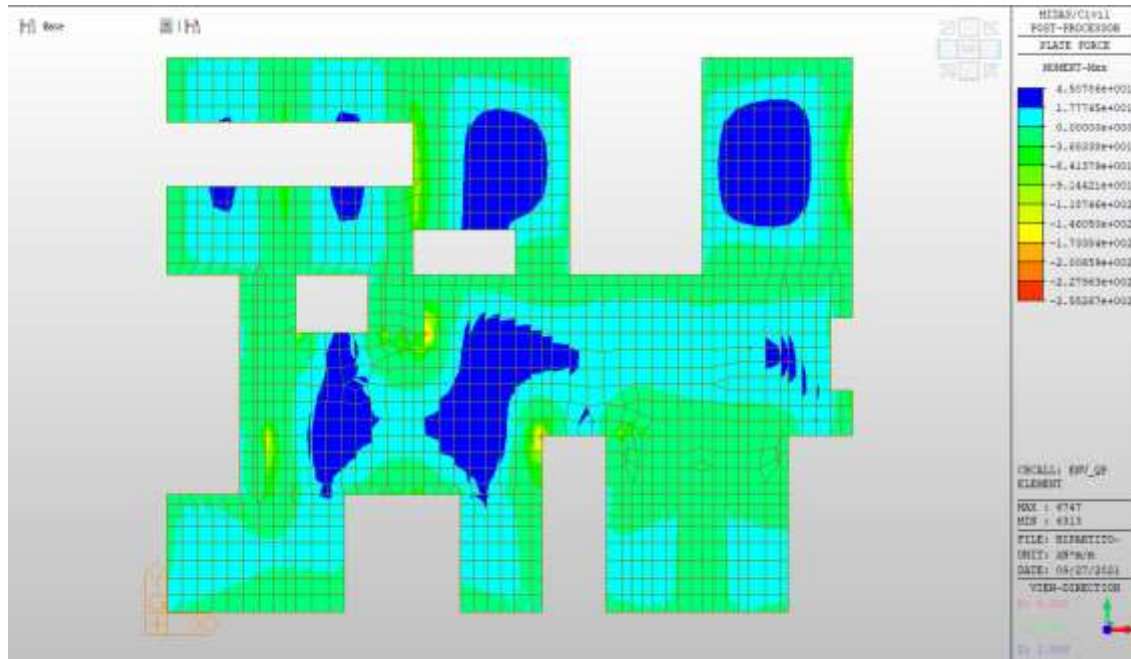
MY_Y, max= +73 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull'intera area)

MY_Y, min= -92 kNm/m



M_X_X, max= +45 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull'intera area)

M_X_X, min= -92 kNm/m



Verifiche

Il solaio a quota piano campagna è armato con 5 ϕ 22 al lembo superiore e 5 ϕ 22 al lembo inferiore in entrambe le direzioni. Si riportano di seguito le verifiche in esercizio e allo stato limite ultimo.

Verifica momento verticale MYY

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40
	Resistenza compress. di calcolo fcd:	18.81 MPa
	Resistenza compress. ridotta fcd':	9.405 MPa
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	33643.0 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.100 MPa
	Coeff.Omogen. S.L.E.:	15.00

	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	19.920	MPa
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	19.920	MPa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.300	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	14.940	MPa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.200	mm
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	450.00	MPa
	Resist. caratt. a rottura ftk:	450.00	MPa
	Resist. a snerv. di calcolo fyd:	391.30	MPa
	Resist. ultima di calcolo ftd:	391.30	MPa
	Deform. ultima di calcolo Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef:	200000.0	MPa
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito	
	Coeff. Aderenza istant. $\beta_1 \cdot \beta_2$:	1.00	
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$:	0.50	
	Comb.Rare - Sf Limite:	360.00	MPa

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	50.0	cm
Barre inferiori:	5Ø22	(19.0 cm ²)
Barre superiori:	5Ø22	(19.0 cm ²)
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	170.00	0.00	0.00
2	0.00	-260.00	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	120.00
2	0.00	-200.00

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	85.00 (154.69)
2	0.00	-110.00 (-154.69)

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	73.00 (154.69)

2 0.00 -92.00 (-154.69)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 4.9 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 19.8 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	170.00	0.06	313.84	1.846	44.4	296.06	0.13	0.70	19.0 (7.9)
2	S	0.00	-260.00	0.06	-313.84	1.207	5.6	-296.06	0.13	0.70	19.0 (7.9)

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	-0.00998	50.0	-0.00027	44.0	-0.02418	6.0
2	0.00350	-0.00998	0.0	-0.00027	6.0	-0.02418	44.0

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	4.04	50.0	0.00	37.9	-159.5	44.0	18.9	1894	19.0	22.0
2	S	6.74	0.0	0.00	12.1	-265.8	6.0	18.9	1894	19.0	22.0

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

Beta12	Prodotto dei Coeff. di aderenza Beta1*Beta2
Psi	= 1-Beta12*(Ssr/Ss) ² = 1-Beta12*(fctm/ScImin) 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	ScI max	ScI min	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	2.40	-2.40	---	0.125	1.00	0.400	0.000319 (0.000319)	252	0.136	154.69
2	S	4.01	-4.01	---	0.125	1.00	0.402	0.000534 (0.000532)	252	0.228	-154.69

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	2.86	50.0	0.00	37.9	-113.0	44.0	18.9	1894	19.0	22.0
2	S	3.71	0.0	0.00	12.1	-146.2	6.0	18.9	1894	19.0	22.0

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	1.70	-1.70	---	0.125	0.50	0.400	0.000226 (0.000226)	252	0.097 (0.30)	154.69
2	S	2.20	-2.20	---	0.125	0.50	0.400	0.000292 (0.000292)	252	0.125 (0.30)	-154.69

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	2.46	50.0	0.00	37.9	-97.0	44.0	18.9	1894	19.0	22.0
2	S	3.10	0.0	0.00	12.1	-122.3	6.0	18.9	1894	19.0	22.0

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	1.46	-1.46	--	0.125	0.50	0.400	0.000194 (0.000194)	252	0.083 (0.20)	154.69
2	S	1.84	-1.84	--	0.125	0.50		0.4000.000245 (0.000245)	252	0.105 (0.20)	-154.69

Verifica momento orizzontale MXX

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40
	Resistenza compress. di calcolo fcd:	18.81 MPa
	Resistenza compress. ridotta fcd':	9.405 MPa
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	33643.0 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.100 MPa
	Coeff.Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	19.920 MPa
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	19.920 MPa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.300 mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	14.940 MPa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.200 mm
ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	450.00 MPa
	Resist. caratt. a rottura ftk:	450.00 MPa
	Resist. a snerv. di calcolo fyd:	391.30 MPa
	Resist. ultima di calcolo ftd:	391.30 MPa
	Deform. ultima di calcolo Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef:	200000.0 MPa
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito
	Coeff. Aderenza istant. $\beta_1 \cdot \beta_2$:	1.00
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$:	0.50
	Comb.Rare - Sf Limite:	360.00 MPa

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	50.0	cm
Barre inferiori:	5Ø22	(19.0 cm ²)
Barre superiori:	5Ø22	(19.0 cm ²)
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	110.00	0.00	0.00
2	0.00	-300.00	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	80.00
2	0.00	-140.00

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	55.00 (154.69)
2	0.00	-105.00 (-154.69)

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	45.00 (154.69)
2	0.00	-92.00 (-154.69)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 4.9 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 19.8 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	110.00	0.06	313.84	2.853	44.4	296.06	0.13	0.70	19.0 (7.9)
2	S	0.00	-300.00	0.06	-313.84	1.046	5.6	-296.06	0.13	0.70	19.0 (7.9)

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	-0.00998	50.0	-0.00027	44.0	-0.02418	6.0
2	0.00350	-0.00998	0.0	-0.00027	6.0	-0.02418	44.0

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	2.70	50.0	0.00	37.9	-106.3	44.0	18.9	1894	19.0	22.0
2	S	4.72	0.0	0.00	12.1	-186.1	6.0	18.9	1894	19.0	22.0

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]

K3 = 0,125 per flessione; = 0,25 (ScImin + ScImax)/(2 ScImin) per trazione eccentrica
 Beta12 Prodotto dei Coeff. di aderenza Beta1*Beta2
 Psi = $1 - \text{Beta}12^2 \cdot (\text{Ssr}/\text{Ss})^2 = 1 - \text{Beta}12^2 \cdot (\text{fctm}/\text{ScImin})^2 = 1 - \text{Beta}12^2 \cdot (\text{Mfess}/\text{M})^2$ [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 = $1,7 \cdot \text{Eps} \cdot \text{Srm}$. 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	1.60	-1.60	---	0.125	1.00	0.400	0.000213 (0.000213)	252	0.091	154.69
2	S	2.81	-2.81	---	0.125	1.00	0.400	0.000372 (0.000372)	252	0.159	-154.69

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	1.85	50.0	0.00	37.9	-73.1	44.0	18.9	1894	19.0	22.0
2	S	3.54	0.0	0.00	12.1	-139.6	6.0	18.9	1894	19.0	22.0

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	1.10	-1.10	---	0.125	0.50	0.400	0.000146 (0.000146)	252	0.063 (0.30)	154.69
2	S	2.10	-2.10	---	0.125	0.50	0.400	0.000279 (0.000279)	252	0.119 (0.30)	-154.69

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	1.52	50.0	0.00	37.9	-59.8	44.0	18.9	1894	19.0	22.0
2	S	3.10	0.0	0.00	12.1	-122.3	6.0	18.9	1894	19.0	22.0

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	0.90	-0.90	---	0.125	0.50	0.400	0.000120 (0.000120)	252	0.051 (0.20)	154.69
2	S	1.84	-1.84	---	0.125	0.50	0.400	0.000245 (0.000245)	252	0.105 (0.20)	-154.69

Si riportano di seguito le verifiche effettuate per le sollecitazioni relative all’armatura di infittimento da disporre in direzione X e Y. La sezione risulta essere armata con 5+2φ22 al lembo superiore e 5+2φ22 al lembo inferiore nella direzione X e Y.

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40
	Resistenza compress. di calcolo fcd:	18.81 MPa
	Resistenza compress. ridotta fcd':	9.405 MPa
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	33643.0 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.100 MPa
ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	450.00 MPa
	Resist. caratt. a rottura ftk:	450.00 MPa
	Resist. a snerv. di calcolo fyd:	391.30 MPa
	Resist. ultima di calcolo ftd:	391.30 MPa
	Deform. ultima di calcolo Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef:	200000.0 MPa
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	50.0	cm
Barre inferiori:	7Ø22	(26.6 cm ²)
Barre superiori:	7Ø22	(26.6 cm ²)
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	420.00	0.00	0.00
2	0.00	322.00	0.00	0.00

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	4.9 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	12.5 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 ≥ 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	420.00	-0.19	428.02	1.019	43.7	408.90	0.14	0.70	26.6 (7.9)
2	S	0.00	322.00	-0.19	428.02	1.329	43.7	408.90	0.14	0.70	26.6 (7.9)

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.)

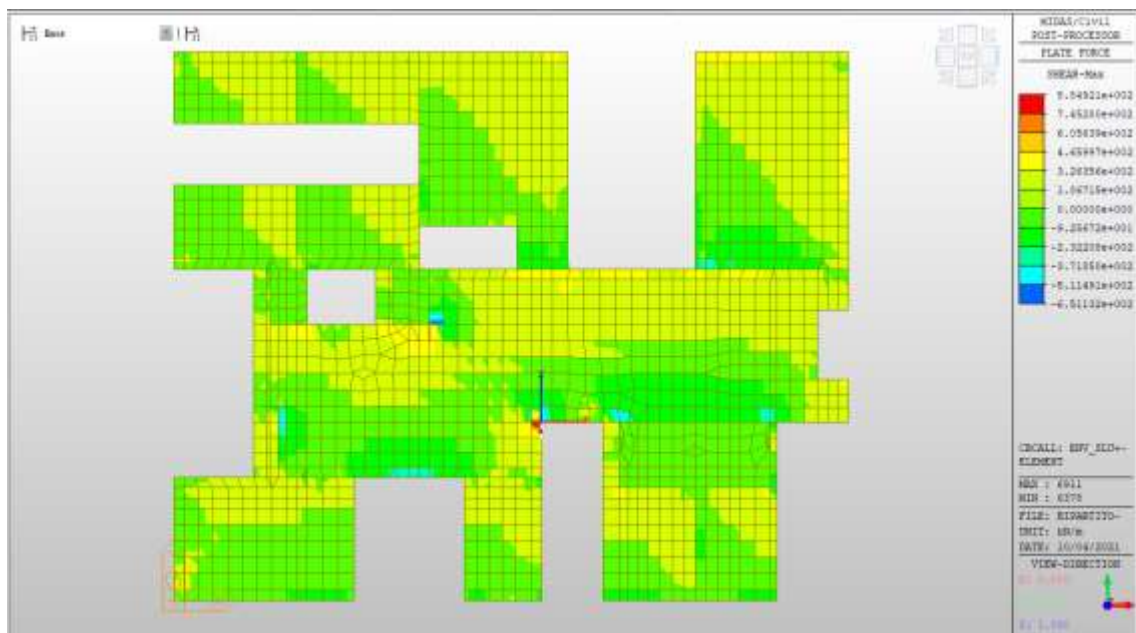
N°Comb	ec max	ec 3/7	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	-0.00843	50.0	0.00016	44.0	-0.02100	6.0
2	0.00350	-0.00843	50.0	0.00016	44.0	-0.02100	6.0

Nei confronti delle azioni di taglio si dispongono spilli $\phi 10/400 \times 400$.

Di seguito la verifica per la sollecitazione massima di taglio:

Taglio massimo VMAX

$$V_{MAX} = 764 / 2.27 = 330 \text{ kN/m}$$



	Name	Load	Length (m)	Fx (kN)	Fy (kN)	Fz (kN)	Mx (kN*m)	My (kN*m)	Mz (kN*m)
▶	LIVELLO 0.00_T	ECC_1	2.27	-153.81	-354.33	243.45	72.57	73.41	288.93
	LIVELLO 0.00_T	ECC_2	2.27	-140.67	-328.78	224.10	73.97	62.45	260.68
	LIVELLO 0.00_T	SLU_1	2.27	-246.81	-646.69	416.97	142.27	126.00	517.25
	LIVELLO 0.00_T	SLU_2	2.27	-247.93	-646.40	417.17	142.45	125.67	516.85
	LIVELLO 0.00_T	SLU_3	2.27	-248.69	-646.20	417.31	142.57	125.45	516.58
	LIVELLO 0.00_T	SLU_4	2.27	-273.64	-764.78	470.97	169.91	144.61	609.09
	LIVELLO 0.00_T	SLU_5	2.27	-258.61	-645.62	426.14	143.29	125.93	516.12
	LIVELLO 0.00_T	SLU_6	2.27	-235.69	-626.51	393.35	142.71	114.98	494.79
	LIVELLO 0.00_T	SLU_7	2.27	-236.81	-626.22	393.56	142.89	114.65	494.39
	LIVELLO 0.00_T	SLU_8	2.27	-237.57	-626.03	393.70	143.01	114.44	494.13
	LIVELLO 0.00_T	SLU_9	2.27	-262.52	-744.60	447.35	170.35	133.59	586.63
	LIVELLO 0.00_T	SLU_10	2.27	-247.49	-625.44	402.52	143.73	114.91	493.67
	LIVELLO 0.00_T	SLV_1	2.27	-582.58	-338.54	297.24	81.70	-40.56	282.78
	LIVELLO 0.00_T	SLV_2	2.27	-526.25	-349.28	264.83	84.28	-32.88	294.36
	LIVELLO 0.00_T	SLV_3	2.27	-267.57	-337.52	294.43	75.48	45.00	262.40
	LIVELLO 0.00_T	SLV_4	2.27	-211.23	-348.26	262.02	78.06	52.68	273.99
	LIVELLO 0.00_T	SLV_5	2.27	-413.07	-327.55	474.83	90.67	78.21	264.39
	LIVELLO 0.00_T	SLV_6	2.27	-318.57	-327.24	473.98	88.80	103.88	258.28
	LIVELLO 0.00_T	SLV_7	2.27	-225.29	-363.35	366.79	99.27	103.81	303.01
	LIVELLO 0.00_T	SLV_8	2.27	-130.78	-363.04	365.95	97.40	129.48	296.90

Verifica a taglio (SLU)

$V_{ed} =$	330	kN	Taglio agente verticale
$H =$	1000	mm	altezza sezione di calcolo
$B_c =$	500	mm	larghezza sezione di calcolo
CLS =	C32/40	-	classe del calcestruzzo
$f_{ck} =$	30.7	N/mm ²	resistenza caratteristica a compressione
$f_{cd} =$	17.4	N/mm ²	resistenza di progetto a compressione
$c =$	60	mm	copriferro
$n_{bar.} =$	5	-	numero barre longitudinali
$\Phi_{bar.} =$	22	mm	diametro barre longitudinali
$A_{bar.} =$	1901	mm ²	area barre longitudinali
$b_{st} =$	2.5	-	braccia delle staffe
$\Phi_{st} =$	10	mm	diametro staffe
$s =$	400	mm	passo staffe
$A_{st} =$	196	mm ²	area staffe
$d =$	919	mm	altezza utile sezione
$\rho_l =$	0.00414	-	rapporto geometrico armatura longitudinale

verifica sezione senza armatura:

$k =$	1.467	-	
$V_{min} =$	0.344	-	
$\sigma_{cp} =$	0.00	N/mm ²	tensione media di compressione nella sezione
$V_{Rd} =$	188.7	kN	è necessaria armatura a taglio!

verifica sezione con armatura:

$\alpha =$	90	°	angolo di inclinazione delle staffe
$\theta =$	24	°	inclinazione delle bielle compresse di cls
$f'_{cd} =$	8.7	N/mm ²	resistenza a compressione ridotta del cls d'anima
$\alpha_c =$	1.000	-	coefficiente maggiorativo per compressione
$f_{yd} =$	391.3	N/mm ²	resistenza a snervamento dell'acciaio
$V_{Rsd} =$	356.8	kN	taglio resistente relativo alle armature tese
$V_{Rcd} =$	1337.1	kN	taglio resistente relativo alle bielle compresse
$V_{Rd} =$	356.8	kN	ok!

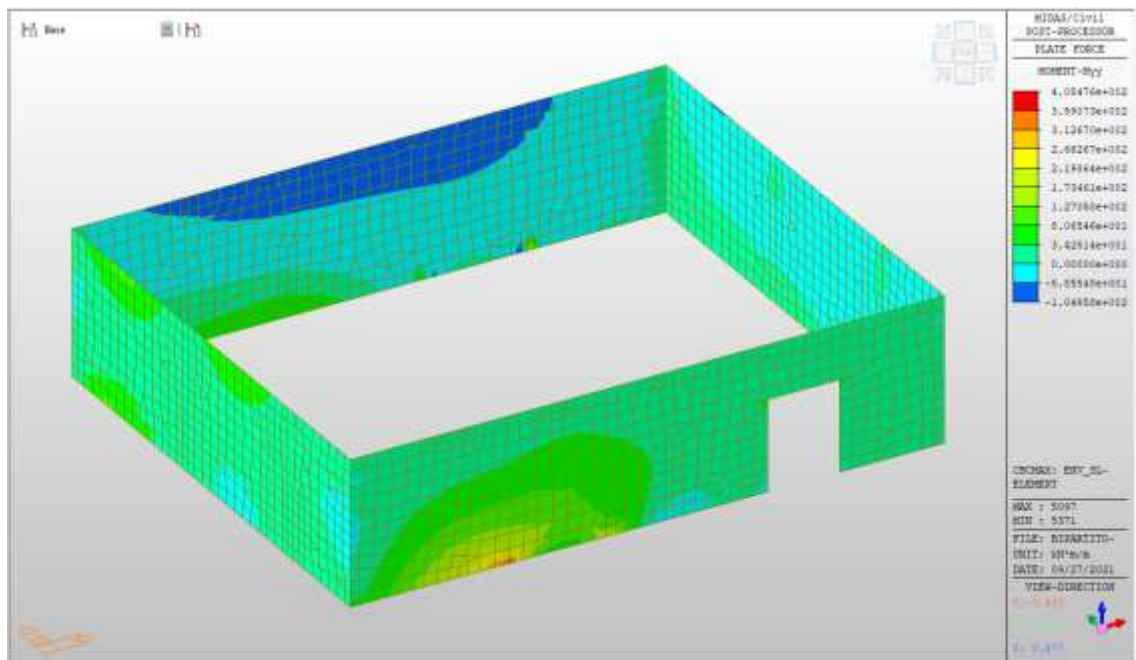
c.s. ($V_{Rd}/V_{ed,v}$) = 1.08

Setti perimetrali fuori terra

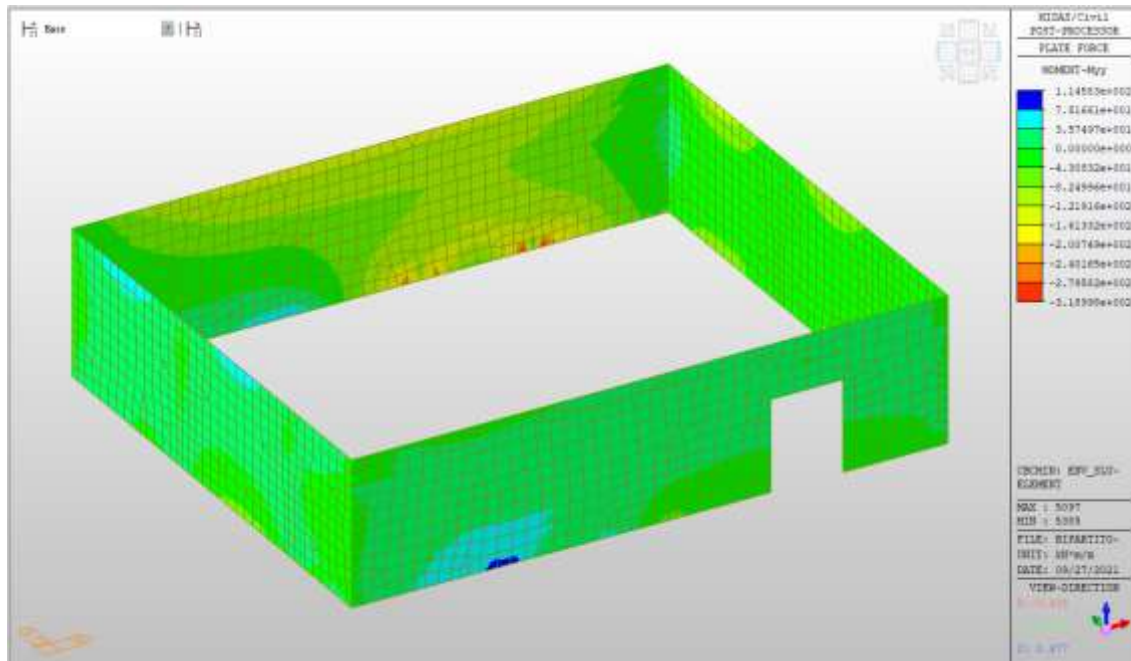
Setti perimetrali fuori terra – SLU ed SLV

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=+260 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)



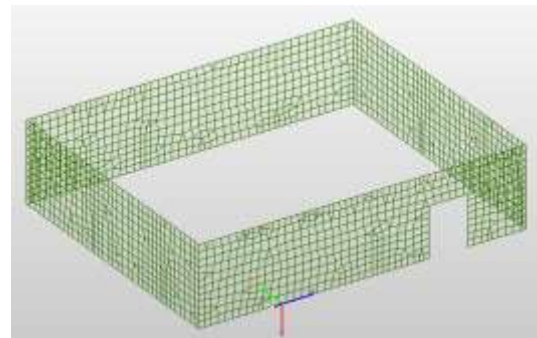
MYX, min=-170 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)



Dalla color map si notano zone in cui è necessario un raffittimento delle armature, di seguito si riportano le sollecitazioni relative ad una section cut rappresentativa di tali zone.

MYY, max, SLV-SLU= $712/2.30=310$ kNm/m (soll. di verifica zone di raffittimento)

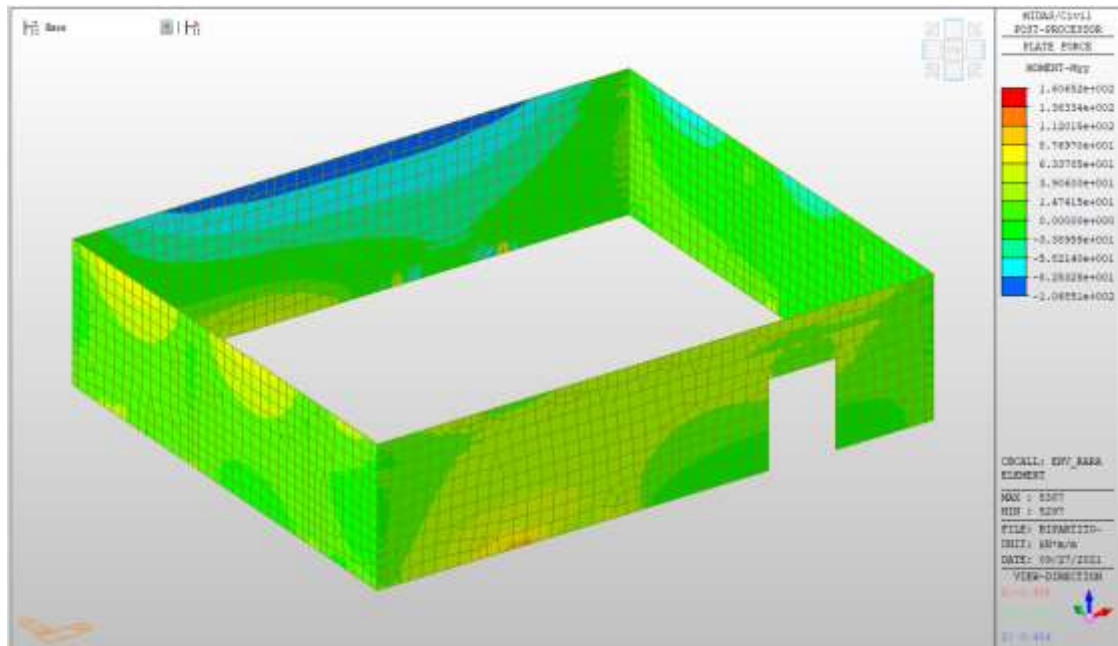
Name	Load	Length (m)	Fx (kN)	Fy (kN)	Fz (kN)	Mx (kNm)	My (kNm)	Mz (kNm)
SETTI FUORI TERRA ECC_1	2.30	-435.33	-82.04	-21.78	-2.58	-6.58	218.73	
SETTI FUORI TERRA ECC_2	2.30	-420.44	-75.27	-18.25	-4.57	-8.58	180.52	
SETTI FUORI TERRA SLV_1	2.30	-882.58	-116.58	-38.21	-4.33	-12.13	394.88	
SETTI FUORI TERRA SLV_2	2.30	-887.21	-118.98	-27.32	-4.88	-11.84	398.28	
SETTI FUORI TERRA SLV_3	2.30	-885.62	-117.00	-38.72	-4.88	-11.88	397.15	
SETTI FUORI TERRA SLV_4	2.30	-888.78	-117.98	-38.78	-3.78	-12.82	398.82	
SETTI FUORI TERRA SLV_5	2.30	-888.01	-126.25	-38.11	-3.58	-8.88	317.36	
SETTI FUORI TERRA SLV_6	2.30	-888.71	-116.48	-23.88	-8.88	-11.87	398.17	
SETTI FUORI TERRA SLV_7	2.30	-885.33	-111.07	-25.79	-5.85	-11.88	398.47	
SETTI FUORI TERRA SLV_8	2.30	-888.74	-111.48	-22.28	-2.77	-11.88	387.54	
SETTI FUORI TERRA SLV_9	2.30	-888.87	-112.44	-25.17	-2.54	-12.78	388.81	
SETTI FUORI TERRA SLV_10	2.30	-899.12	-128.04	-15.98	-8.18	-8.71	307.88	
SETTI FUORI TERRA SLV_1	2.30	-278.21	-83.77	-559.11	16.11	-88.88	388.01	
SETTI FUORI TERRA SLV_2	2.30	-381.23	-130.87	-236.88	8.18	-84.75	342.15	
SETTI FUORI TERRA SLV_3	2.30	-481.38	-144.52	-396.98	1.15	-182.88	351.88	
SETTI FUORI TERRA SLV_4	2.30	-537.28	-166.62	-278.81	-8.87	-128.84	288.82	
SETTI FUORI TERRA SLV_5	2.30	-288.41	-307.83	-198.22	14.23	-38.15	712.88	
SETTI FUORI TERRA SLV_6	2.30	-341.23	-390.15	-262.52	11.66	-184.38	702.88	
SETTI FUORI TERRA SLV_7	2.30	-574.78	-114.81	-148.88	3.81	-51.81	238.88	
SETTI FUORI TERRA SLV_8	2.30	-827.88	-188.18	8.15	4.82	-15.28	328.88	



Setti perimetrali fuori terra – SLE RARA

MY, max, rara= +90 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

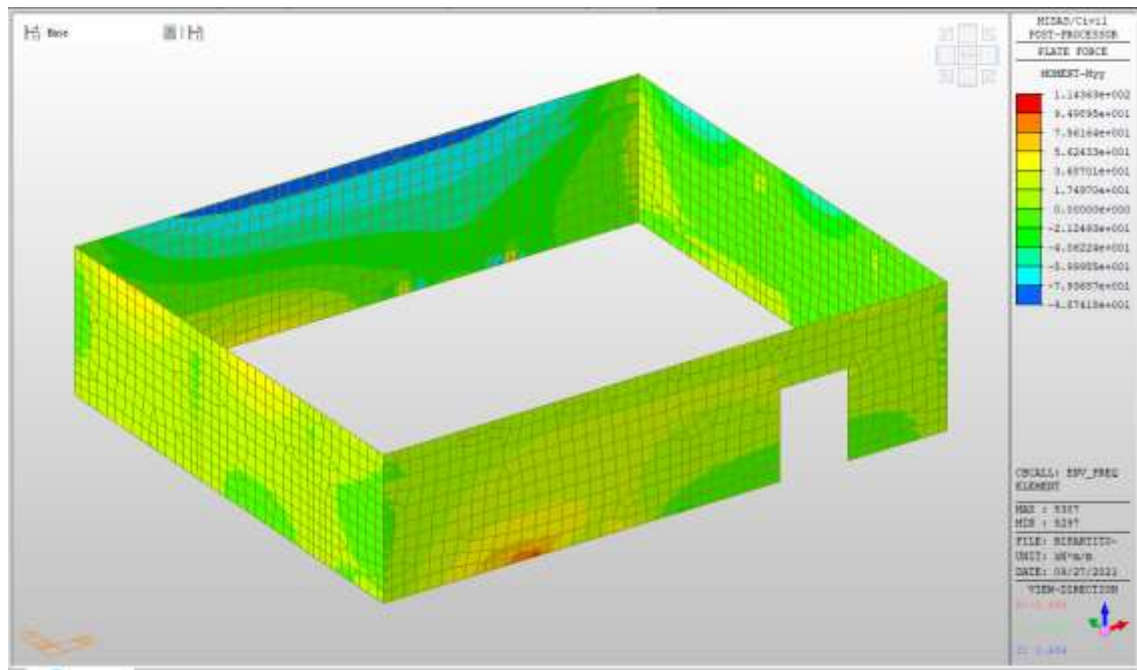
MY, min, rara= -60 kNm/m



Setti perimetrali fuori terra – SLE Frequente

MY, max, frequente= +55 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

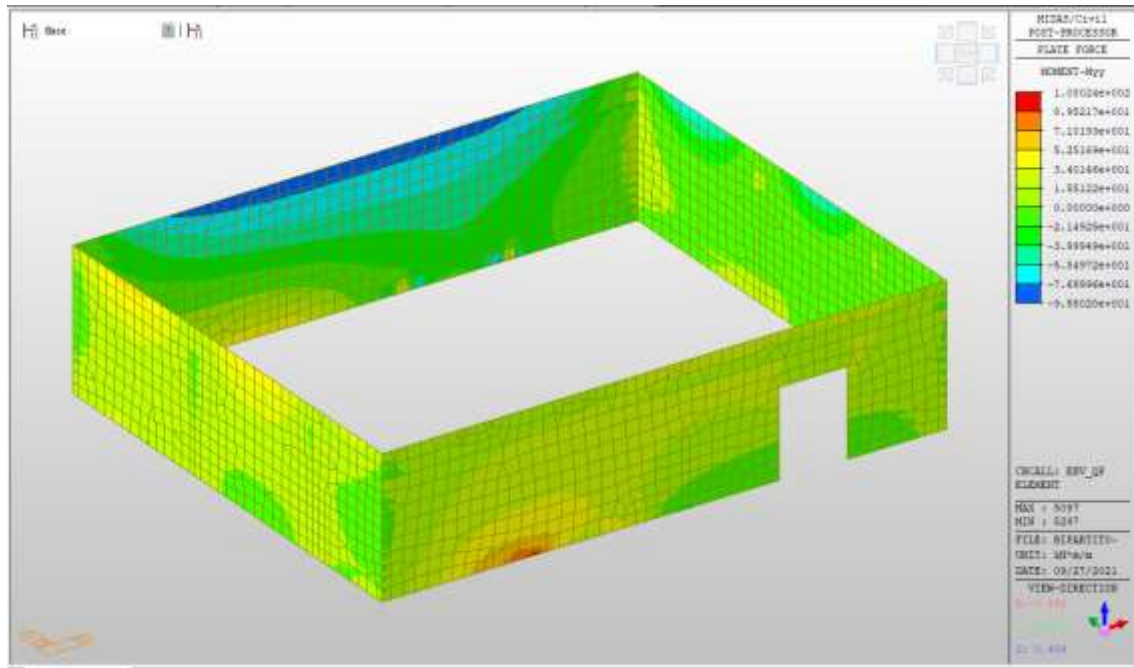
MY, min, frequente= -60 kNm/m



Setti perimetrali fuori terra – SLE Quasi permanente

MY_Y, max, quasi perm.= +55 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

MY_Y, min, quasi perm.= -60 kNm/m



Verifiche

L'armatura verticale dei setti perimetrali posti al piano fuori terra è costituita da $5\phi 18$, l'armatura orizzontale di ripartizione è costituita da $5\phi 14$. Si riportano di seguito le verifiche in esercizio e allo stato limite ultimo.

Verifica MYY (verticale)

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40
	Resistenza compress. di calcolo fcd:	18.81 MPa
	Resistenza compress. ridotta fcd':	9.405 MPa
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	33643.0 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.100 MPa
	Coeff.Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	19.920 MPa
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	19.920 MPa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.300 mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	14.940 MPa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.200 mm

ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	450.00	MPa
	Resist. caratt. a rottura ftk:	450.00	MPa
	Resist. a snerv. di calcolo fyd:	391.30	MPa
	Resist. ultima di calcolo ftd:	391.30	MPa
	Deform. ultima di calcolo Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef:	200000.0	MPa
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito	
	Coeff. Aderenza istant. $\beta_1 \cdot \beta_2$:	1.00	
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$:	0.50	
	Comb.Rare - Sf Limite:	360.00	MPa

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	60.0	cm
Barre inferiori:	5Ø18	(12.7 cm ²)
Barre superiori:	5Ø18	(12.7 cm ²)
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	260.00	0.00	0.00
2	0.00	-170.00	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	90.00
2	0.00	-60.00

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	55.00 (210.65)
2	0.00	-60.00 (-210.65)

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

	N	Mx
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	55.00 (210.65)
2	0.00	-60.00 (-210.65)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 4.1 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 20.7 cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

	Ver	N	Mx	N ult	Mx ult	Mis.Sic.	Yn	M sn	x/d	C.Rid.	As Tesa
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	260.00	0.29	269.94	1.038	55.7	254.88	0.08	0.70	12.7 (9.9)
2	S	0.00	-170.00	0.29	-269.94	1.588	4.3	-254.88	0.08	0.70	12.7 (9.9)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

	ec max	ec 3/7	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
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	-0.01755	60.0	-0.00059	55.0	-0.04152	5.0
2	0.00350	-0.01755	0.0	-0.00059	5.0	-0.04152	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 ²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
As eff.	Area Barre tese di acciaio [cm ²] 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	2.53	60.0	0.00	48.2	-139.0	55.0	17.6	1760	12.7	22.5
2	S	1.69	0.0	0.00	11.8	-92.6	5.0	17.6	1760	12.7	22.5

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) 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	1.32	-1.32	---	0.125	1.00	0.400	0.000278 (0.000278)	251	0.119	210.65
2	S	0.88	-0.88	---	0.125	1.00	0.400	0.000185 (0.000185)	251	0.079	-210.65

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	1.55	60.0	0.00	48.2	-84.9	55.0	17.6	1760	12.7	22.5
2	S	1.69	0.0	0.00	11.8	-92.6	5.0	17.6	1760	12.7	22.5

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	0.81	-0.81	---	0.125	0.50	0.400	0.000170 (0.000170)	251	0.073 (0.30)	210.65
2	S	0.88	-0.88	---	0.125	0.50	0.400	0.000185 (0.000185)	251	0.079 (0.30)	-210.65

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	1.55	60.0	0.00	48.2	-84.9	55.0	17.6	1760	12.7	22.5
2	S	1.69	0.0	0.00	11.8	-92.6	5.0	17.6	1760	12.7	22.5

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	0.81	-0.81	---	0.125	0.50	0.400	0.000170 (0.000170)	251	0.073 (0.20)	210.65
2	S	0.88	-0.88	---	0.125	0.50	0.400	0.000185 (0.000185)	251	0.079 (0.20)	-210.65

Si riportano di seguito le verifiche effettuate per le sollecitazioni relative all’armatura di infittimento da disporre in direzione Y. La sezione risulta essere armata con 5+2 ϕ 18 al lembo superiore e 5+2 ϕ 18 al lembo inferiore nella direzione Y.

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40
	Resistenza compress. di calcolo fcd:	18.81 MPa
	Resistenza compress. ridotta fcd':	9.405 MPa
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	33643.0 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.100 MPa

ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	450.00 MPa
	Resist. caratt. a rottura ftk:	450.00 MPa
	Resist. a snerv. di calcolo fyd:	391.30 MPa
	Resist. ultima di calcolo ftd:	391.30 MPa
	Deform. ultima di calcolo Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef:	200000.0 MPa
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

ACEA ENGINEERING LABORATORIES RESEARCH INNOVATION SPA

Base:	100.0	cm
Altezza:	60.0	cm
Barre inferiori:	7Ø18	(17.8 cm ²)
Barre superiori:	7Ø18	(17.8 cm ²)
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	310.00	0.00	0.00

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	4.1	cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	13.2	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	310.00	0.06	370.52	1.195	55.2	353.36	0.09	0.70	17.8 (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.)

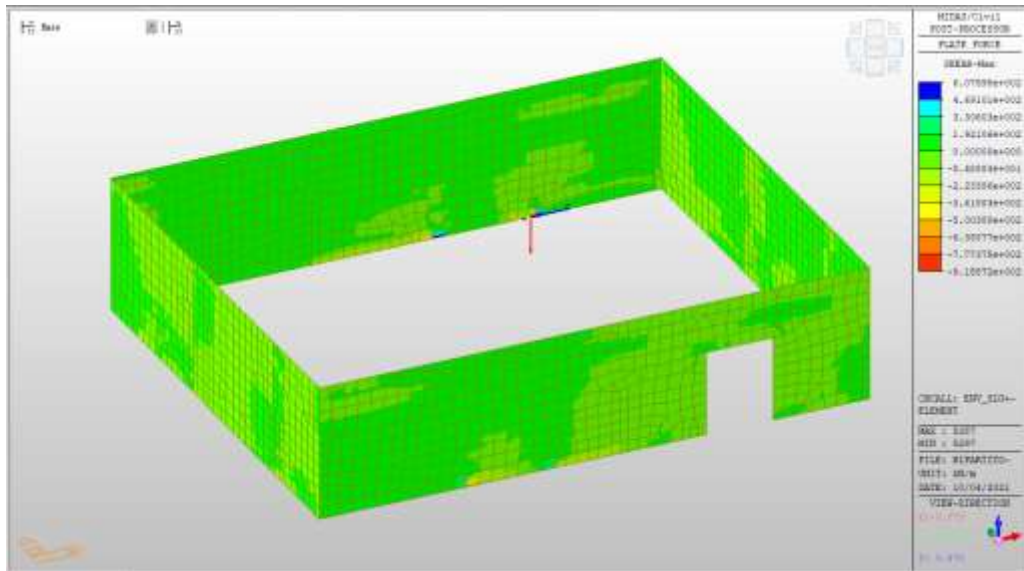
N°Comb	ec max	ec 3/7	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	-0.01508	60.0	-0.00011	55.0	-0.03624	5.0

Nei confronti delle azioni di taglio si dispongono spilli $\phi 10/400 \times 400$.

Di seguito la verifica per la sollecitazione massima di taglio:

Taglio massimo VMAX

$$V_{max} = 175 / 1.6 = 110 \text{ kN/m}$$



	Name	Load	Length (m)	Fx (kN)	Fy (kN)	Fz (kN)	Mx (kN*m)	My (kN*m)	Mz (kN*m)
▶	SETTI FUORI TER	ECC_1	1.60	-297.15	12.30	-5.78	-19.29	20.53	-41.93
	SETTI FUORI TER	ECC_2	1.60	-279.51	5.61	-12.13	-15.67	20.02	-31.66
	SETTI FUORI TER	SLU_1	1.60	-382.34	-8.56	11.11	-15.25	43.81	-12.54
	SETTI FUORI TER	SLU_2	1.60	-376.21	-6.99	11.84	-15.11	43.99	-15.73
	SETTI FUORI TER	SLU_3	1.60	-372.11	-5.94	12.33	-15.01	44.11	-17.85
	SETTI FUORI TER	SLU_4	1.60	-360.42	-16.81	25.99	-9.81	54.60	-0.41
	SETTI FUORI TER	SLU_5	1.60	-373.66	-5.09	13.45	-15.35	44.43	-18.81
	SETTI FUORI TER	SLU_6	1.60	-364.68	-14.04	6.48	-12.34	43.53	-4.36
	SETTI FUORI TER	SLU_7	1.60	-358.55	-12.46	7.21	-12.19	43.71	-7.55
	SETTI FUORI TER	SLU_8	1.60	-354.45	-11.41	7.70	-12.09	43.83	-9.67
	SETTI FUORI TER	SLU_9	1.60	-342.76	-22.28	21.37	-6.89	54.32	7.77
	SETTI FUORI TER	SLU_10	1.60	-356.00	-10.56	8.82	-12.43	44.15	-10.63
	SETTI FUORI TER	SLV_1	1.60	-313.98	36.24	-247.68	-25.47	-54.32	-61.81
	SETTI FUORI TER	SLV_2	1.60	-252.03	73.08	-334.17	-43.36	-77.28	-142.29
	SETTI FUORI TER	SLV_3	1.60	-246.71	34.48	112.03	-25.32	55.55	-62.27
	SETTI FUORI TER	SLV_4	1.60	-184.76	71.31	25.54	-43.20	32.59	-142.75
	SETTI FUORI TER	SLV_5	1.60	-407.24	51.90	20.61	-31.64	25.26	-69.20
	SETTI FUORI TER	SLV_6	1.60	-387.06	51.37	128.52	-31.60	58.22	-69.34
	SETTI FUORI TER	SLV_7	1.60	-200.74	174.69	-267.69	-91.26	-51.28	-337.45
	SETTI FUORI TER	SLV_8	1.60	-180.56	174.16	-159.77	-91.22	-18.31	-337.59

Verifica a taglio (SLU)

$V_{ed} =$	110	kN	Taglio agente verticale
$H =$	1000	mm	altezza sezione di calcolo
$B_c =$	600	mm	larghezza sezione di calcolo
$CLS =$	C32/40	-	classe del calcestruzzo
$f_{ck} =$	30.7	N/mm ²	resistenza caratteristica a compressione
$f_{cd} =$	17.4	N/mm ²	resistenza di progetto a compressione
$c =$	60	mm	copriferro
$n_{bar.} =$	5	-	numero barre longitudinali
$\Phi_{bar.} =$	18	mm	diametro barre longitudinali
$A_{bar.} =$	1272	mm ²	area barre longitudinali
$b_{st} =$	2.5	-	braccia delle staffe
$\Phi_{st} =$	10	mm	diametro staffe
$s =$	400	mm	passo staffe
$A_{st} =$	196	mm ²	area staffe
$d =$	921	mm	altezza utile sezione
$\rho_l =$	0.00230	-	rapporto geometrico armatura longitudinale

verifica sezione senza armatura:

$k =$	1.466	-	
$v_{min} =$	0.344	-	
$\sigma_{cp} =$	0.00	N/mm ²	tensione media di compressione nella sezione
$V_{Rd} =$	190.2	kN	ok!

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 ²	resistenza a compressione ridotta del cls d'anima
$\alpha_c =$	1.000	-	coefficiente maggiorativo per compressione
$f_{yd} =$	391.3	N/mm ²	resistenza a snervamento dell'acciaio
$V_{Rsd} =$	394.1	kN	taglio resistente relativo alle armature tese
$V_{Rcd} =$	1503.0	kN	taglio resistente relativo alle bielle compresse
$V_{Rd} =$	394.1	kN	ok!

c.s. $(V_{Rd}/V_{ed,v}) = 1.73$

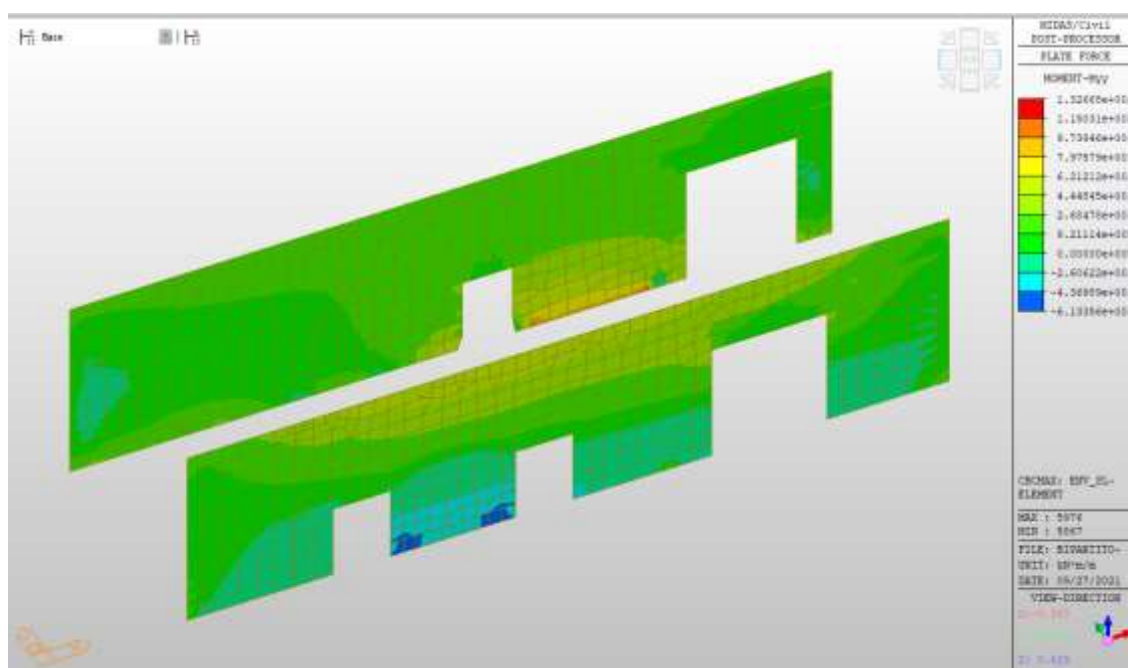
Setti interni fuori terra

Setti interni fuori terra – SLU ed SLV

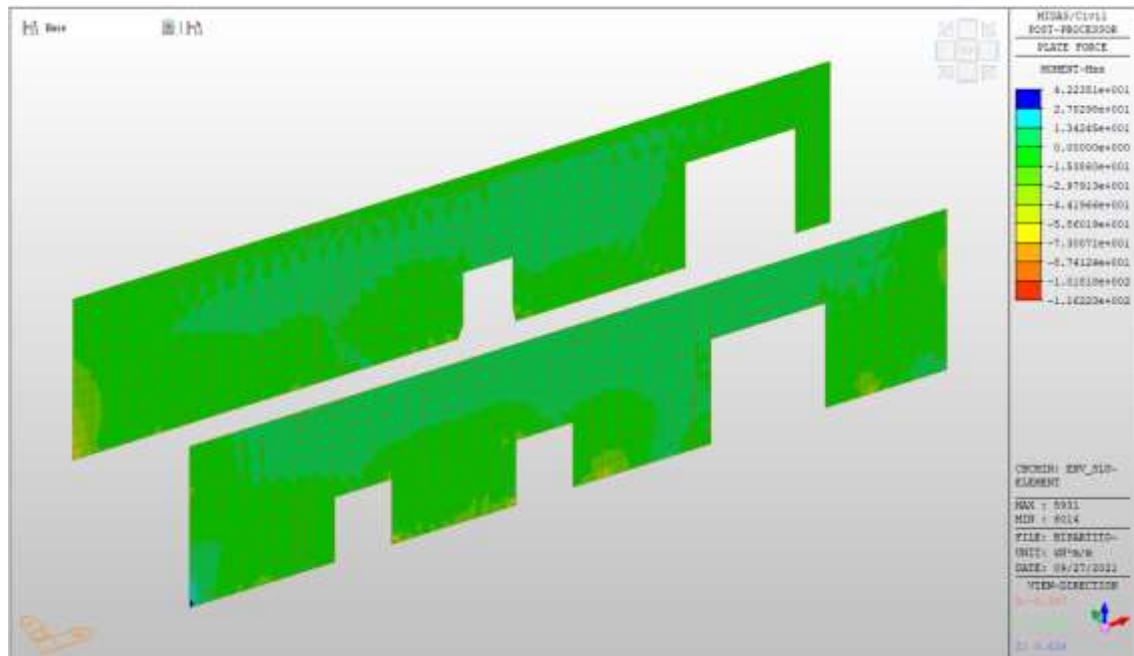
Si riportano di seguito gli involuipi delle mappe delle sollecitazioni per le combinazioni allo stato limite ultimo (sismiche e statiche) e di esercizio per i setti interni posti al piano fuori terra.

Momento verticale

MY, max=+80 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)



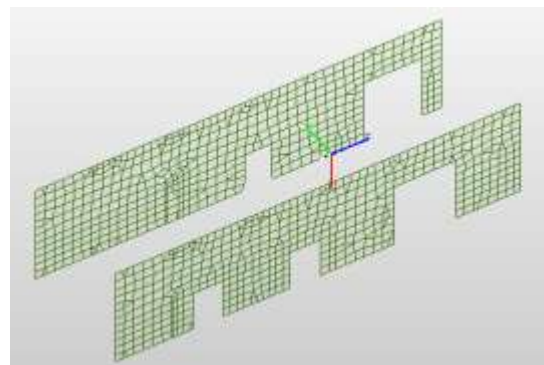
MY, min=-75 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)



Dalla color map si notano zone in cui è necessario un raffittimento delle armature, di seguito si riportano le sollecitazioni relative ad una section cut rappresentativa di tali zone.

$M_{YY}, \max, SLV-SLU = 162/1.8 = 90 \text{ kNm/m}$ (soll. di verifica zone di raffittimento)

Item	Load	Length (m)	Fx (kN)	Fy (kN)	Fz (kN)	Mx (kNm)	My (kNm)	Mz (kNm)
SETTI FUORI TERRA ECC_1	1.80	-711.48	-58.51	2.70	35.65	4.11	129.43	
SETTI FUORI TERRA ECC_2	1.80	-798.72	-25.27	-7.91	21.89	-0.82	38.09	
SETTI FUORI TERRA SLV_1	1.80	-889.76	-78.45	1.00	35.53	3.86	148.09	
SETTI FUORI TERRA SLV_2	1.80	-968.04	-78.60	2.31	35.51	4.94	148.52	
SETTI FUORI TERRA SLV_3	1.80	-953.54	-78.70	3.18	35.58	4.29	148.00	
SETTI FUORI TERRA SLV_4	1.80	-953.36	-81.31	6.89	35.58	5.18	162.78	
SETTI FUORI TERRA SLV_5	1.80	-953.53	-77.81	5.05	35.38	5.84	145.48	
SETTI FUORI TERRA SLV_6	1.80	-983.08	-52.55	-3.98	44.71	1.88	57.78	
SETTI FUORI TERRA SLV_7	1.80	-863.05	-62.70	-2.86	44.89	1.37	58.12	
SETTI FUORI TERRA SLV_8	1.80	-947.28	-52.00	-1.79	44.88	1.82	58.41	
SETTI FUORI TERRA SLV_9	1.80	-947.40	-65.41	1.73	54.88	2.52	74.20	
SETTI FUORI TERRA SLV_10	1.80	-947.28	-81.90	0.09	44.43	2.38	57.00	
SETTI FUORI TERRA SLV_1	1.80	-781.83	-48.72	-282.25	28.22	-194.63	189.74	
SETTI FUORI TERRA SLV_2	1.80	-783.26	-33.21	-307.21	25.66	-114.88	78.55	
SETTI FUORI TERRA SLV_3	1.80	-588.55	-28.13	87.90	27.67	34.39	87.86	
SETTI FUORI TERRA SLV_4	1.80	-589.90	-31.81	62.84	25.11	24.55	75.65	
SETTI FUORI TERRA SLV_5	1.80	-748.16	-33.99	-38.47	25.78	-10.38	119.77	
SETTI FUORI TERRA SLV_6	1.80	-881.11	-23.51	72.54	25.51	31.41	139.88	
SETTI FUORI TERRA SLV_7	1.80	-783.86	-8.93	-121.67	17.25	-43.14	38.81	
SETTI FUORI TERRA SLV_8	1.80	-881.87	-8.45	-10.03	17.98	-1.38	31.95	

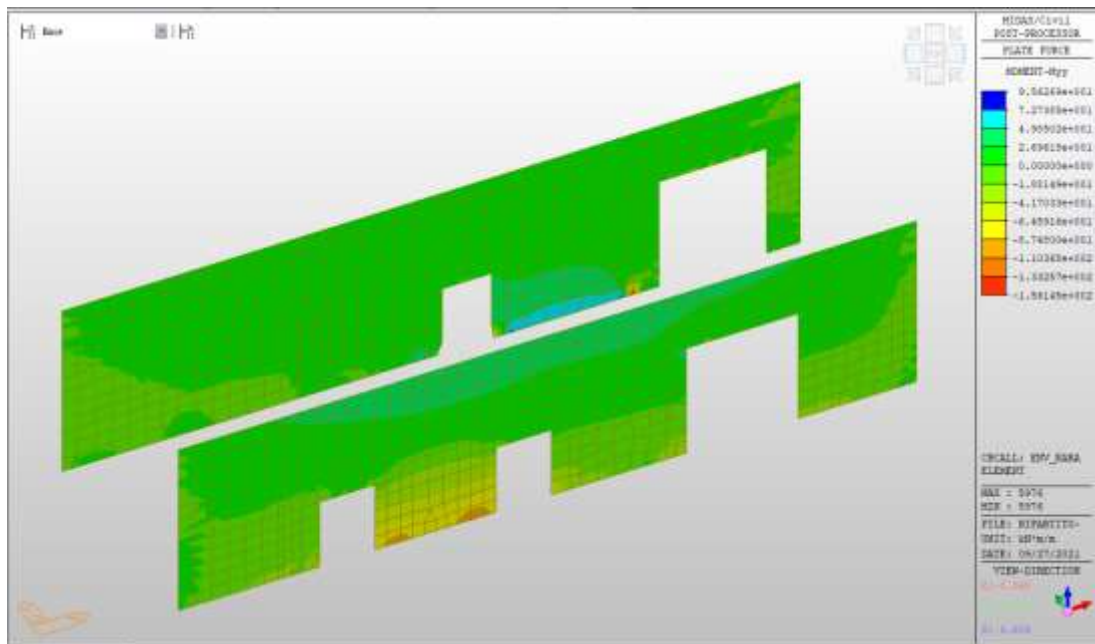


Non risulta necessario nel caso specifico alcun infittimento di armatura in direzione verticale.

Setti interni fuori terra– SLE RARA

MY, max, rara= +50 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull'intera area)

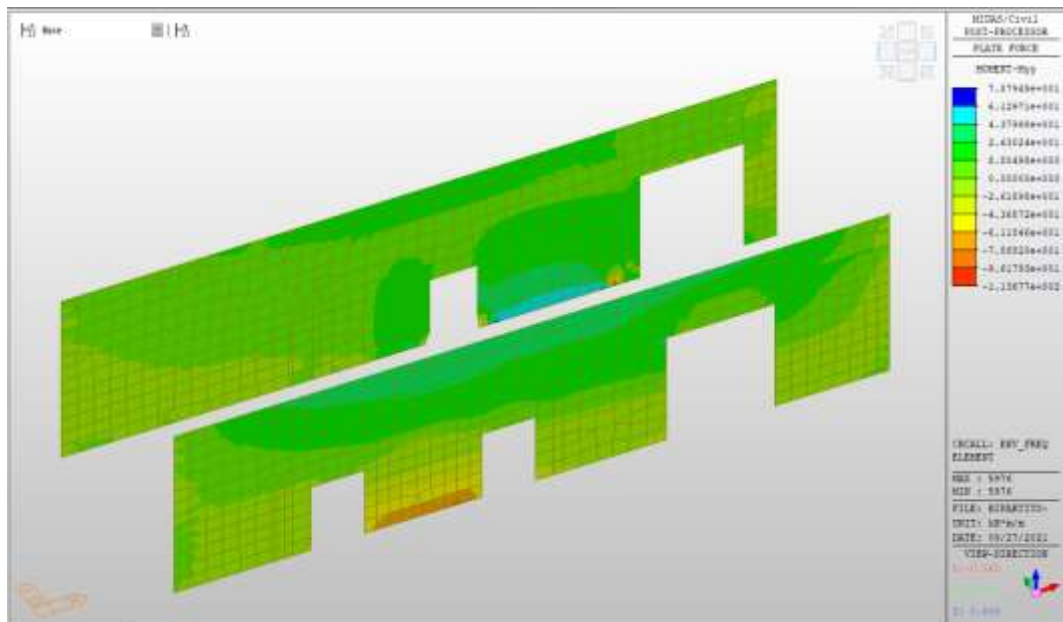
MY, min, rara= -90 kNm/m



Setti interni fuori terra – SLE Frequente

MY, max, frequente= +45 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull'intera area)

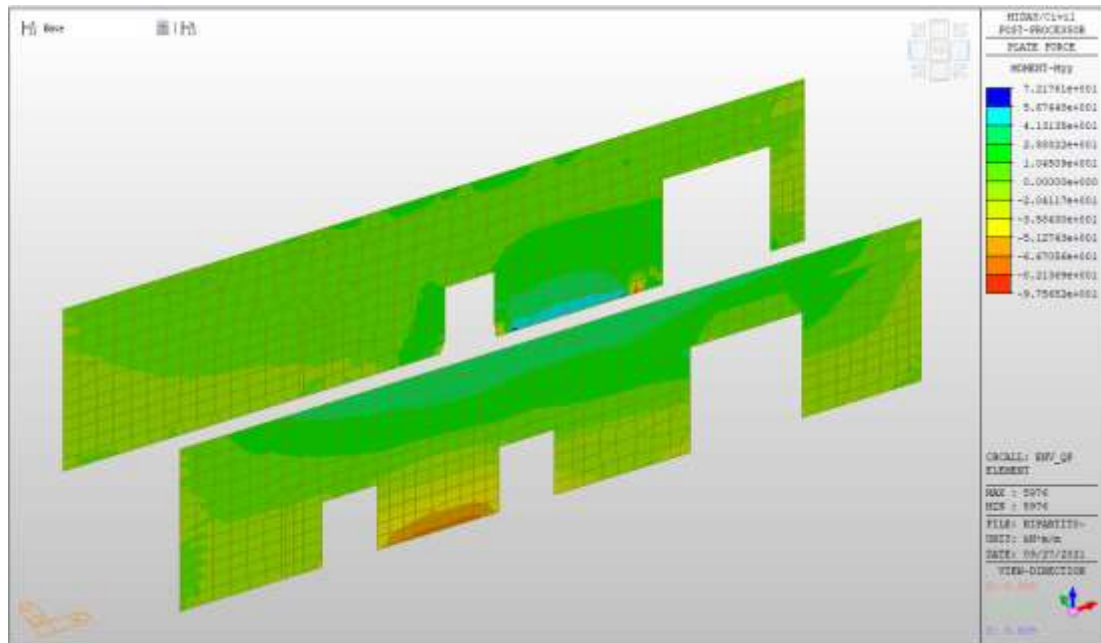
MY, min, frequente= -62 kNm/m



Setti interni fuori terra – SLE Quasi permanente

MY, max, quasi perm.= +42 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

MY, min, quasi perm.= -52 kNm/m



Verifiche

L’armatura verticale dei setti interni posti al piano fuori terra è costituita da 5 ϕ 18, l’armatura orizzontale di ripartizione è costituita da 5 ϕ 14. Si riportano di seguito le verifiche in esercizio e allo stato limite ultimo.

Verifica MYY (verticale)

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40	
	Resistenza compress. di calcolo fcd:	18.81	MPa
	Resistenza compress. ridotta fcd':	9.405	MPa
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020	
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	33643.0	MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.100	MPa
	Coeff.Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	19.920	MPa
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	19.920	MPa
Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.300	mm	
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	450.00	MPa
	Resist. caratt. a rottura ftk:	450.00	MPa
	Resist. a snerv. di calcolo fyd:	391.30	MPa

Resist. ultima di calcolo ftd:	391.30	MPa
Deform. ultima di calcolo Epu:	0.068	
Modulo Elastico Ef:	200000.0	MPa
Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito	
Coeff. Aderenza istant. $\beta_1 \cdot \beta_2$:	1.00	
Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$:	0.50	
Comb.Rare - Sf Limite:	360.00	MPa

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	60.0	cm
Barre inferiori:	5Ø18	(12.7 cm ²)
Barre superiori:	5Ø18	(12.7 cm ²)
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	80.00	0.00	0.00
2	0.00	-75.00	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	-90.00

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	45.00 (208.72)
2	0.00	-62.00 (-208.72)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 5.1 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 20.2 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	80.00	-0.19	268.08	3.351	55.2	249.48	0.09	0.70	12.7 (9.7)
2	S	0.00	-75.00	-0.19	-268.08	3.574	4.8	-249.48	0.09	0.70	12.7 (9.7)

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	-0.01534	60.0	-0.00090	54.0	-0.03606	6.0
2	0.00350	-0.01534	0.0	-0.00090	6.0	-0.03606	54.0

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	1.47	60.0	0.00	48.2	-78.9	54.0	18.6	1860	12.7	22.0
2	S	2.65	0.0	0.00	11.8	-142.1	6.0	18.6	1860	12.7	22.0

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
 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	0.74	-0.74	---	0.125	1.00	0.400	0.000158 (0.000158)	278	0.074	208.72
2	S	1.34	-1.34	---	0.125	1.00	0.400	0.000284 (0.000284)	278	0.134	-208.72

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	1.32	60.0	0.00	48.2	-71.0	54.0	18.6	1860	12.7	22.0
2	S	1.82	0.0	0.00	11.8	-97.9	6.0	18.6	1860	12.7	22.0

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

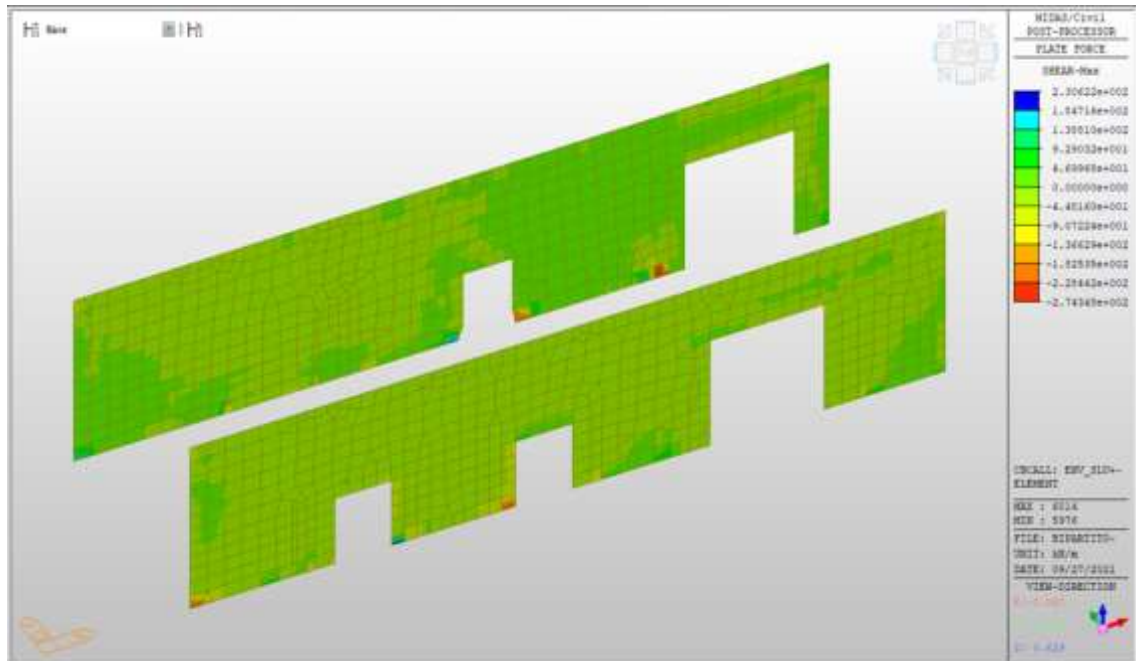
N°Comb	Ver	Sclmax	Sclmin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	0.67	-0.67	---	0.125	0.50	0.400	0.000142 (0.000142)	278	0.067 (0.30)	208.72
2	S	0.92	-0.92	---	0.125	0.50	0.400	0.000196 (0.000196)	278	0.092 (0.30)	-208.72

Nei confronti delle azioni di taglio, non è necessario considerare 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 VMAX

Vmax=274 kN/m



Verifica a taglio (SLU)

$V_{ed} =$	274	kN	Taglio agente verticale
$H =$	1000	mm	altezza sezione di calcolo
$B_c =$	600	mm	larghezza sezione di calcolo
$CLS =$	C32/40	-	classe del calcestruzzo
$f_{ck} =$	30.7	N/mm ²	resistenza caratteristica a compressione
$f_{cd} =$	17.4	N/mm ²	resistenza di progetto a compressione
$c =$	60	mm	copriferro
$n_{bar.} =$	5	-	numero barre longitudinali
$\Phi_{bar.} =$	18	mm	diametro barre longitudinali
$A_{bar.} =$	1272	mm ²	area barre longitudinali
$b_{st} =$	2.5	-	braccia delle staffe
$\Phi_{st} =$	10	mm	diametro staffe
$s =$	400	mm	passo staffe
$A_{st} =$	196	mm ²	area staffe
$d =$	921	mm	altezza utile sezione
$\rho_l =$	0.00230	-	rapporto geometrico armatura longitudinale

verifica sezione senza armatura:

$k =$	1.466	-	
$V_{min} =$	0.344	-	
$\sigma_{cp} =$	0.00	N/mm ²	tensione media di compressione nella sezione
$V_{Rd} =$	190.2	kN	è necessaria armatura a taglio!

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 ²	resistenza a compressione ridotta del cls d'anima
$\alpha_c =$	1.000	-	coefficiente maggiorativo per compressione
$f_{yd} =$	391.3	N/mm ²	resistenza a snervamento dell'acciaio
$V_{Rsd} =$	341.4	kN	taglio resistente relativo alle armature tese
$V_{Rcd} =$	1657.5	kN	taglio resistente relativo alle bielle compresse
$V_{Rd} =$	341.4	kN	ok!

c.s. ($V_{Rd}/V_{ed,v}$) = 1.25

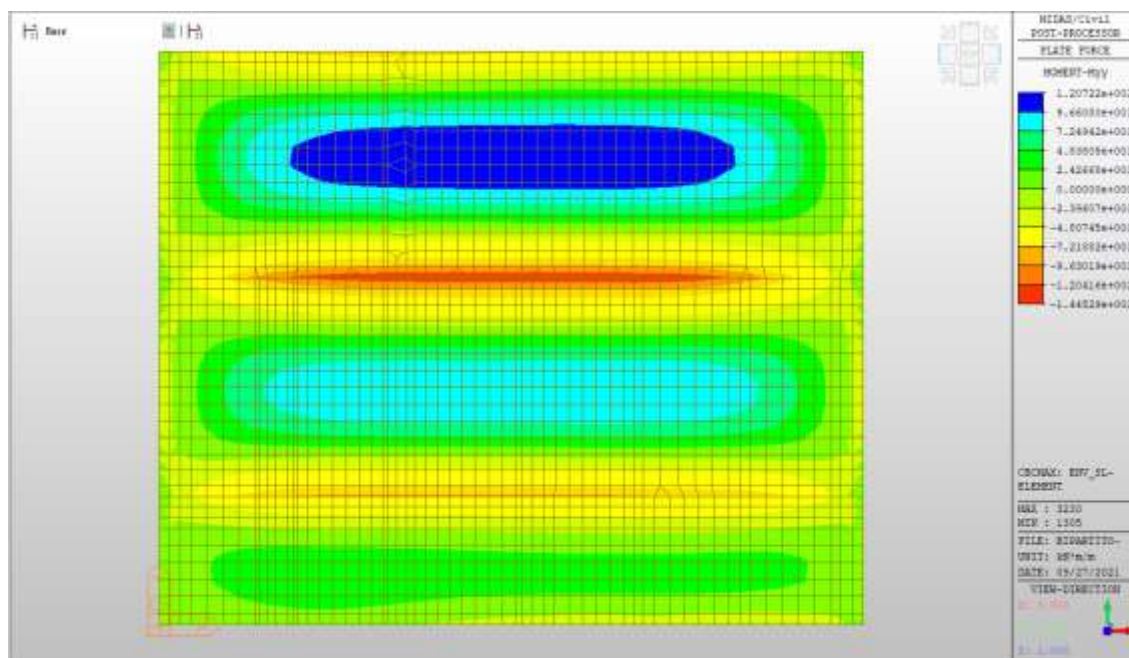
Solaio copertura

Solaio copertura – Mappe sollecitazioni SLU - SLV

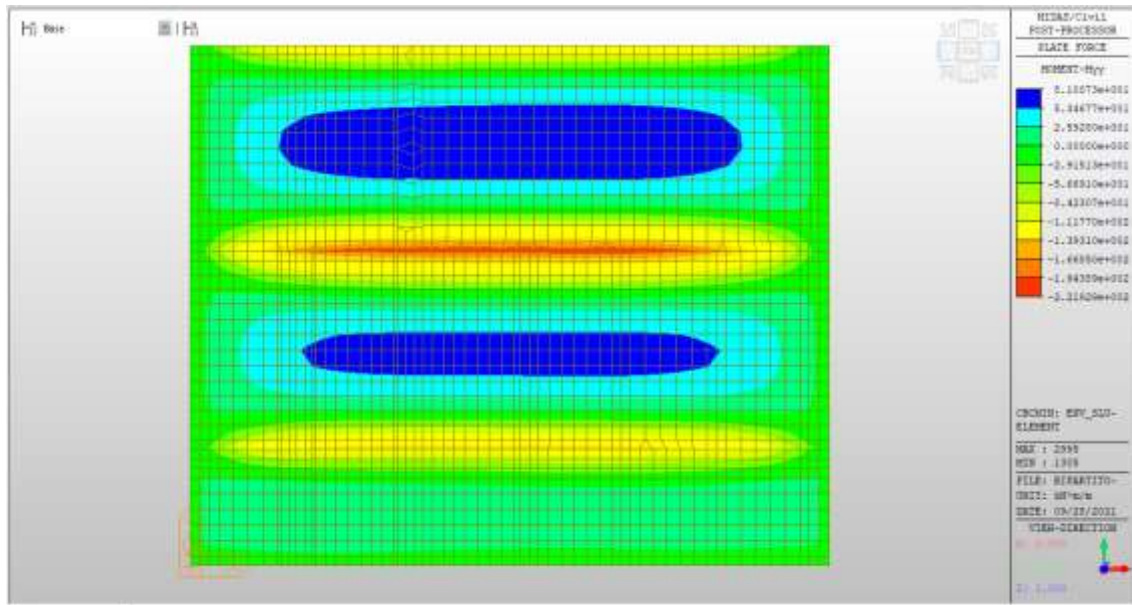
Si riportano di seguito gli involuپی delle mappe delle sollecitazioni per le combinazioni allo stato limite ultimo (sismiche e statiche) e di esercizio per solaio di copertura.

Momento verticale

MY, max= +120 kNm/m



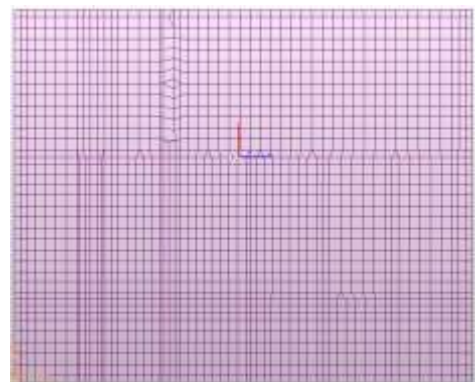
MY, min= -140 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)



Dalla color map si notano zone in cui è necessario un raffittimento delle armature, di seguito si riportano le sollecitazioni relative ad una section cut rappresentativa di tali zone.

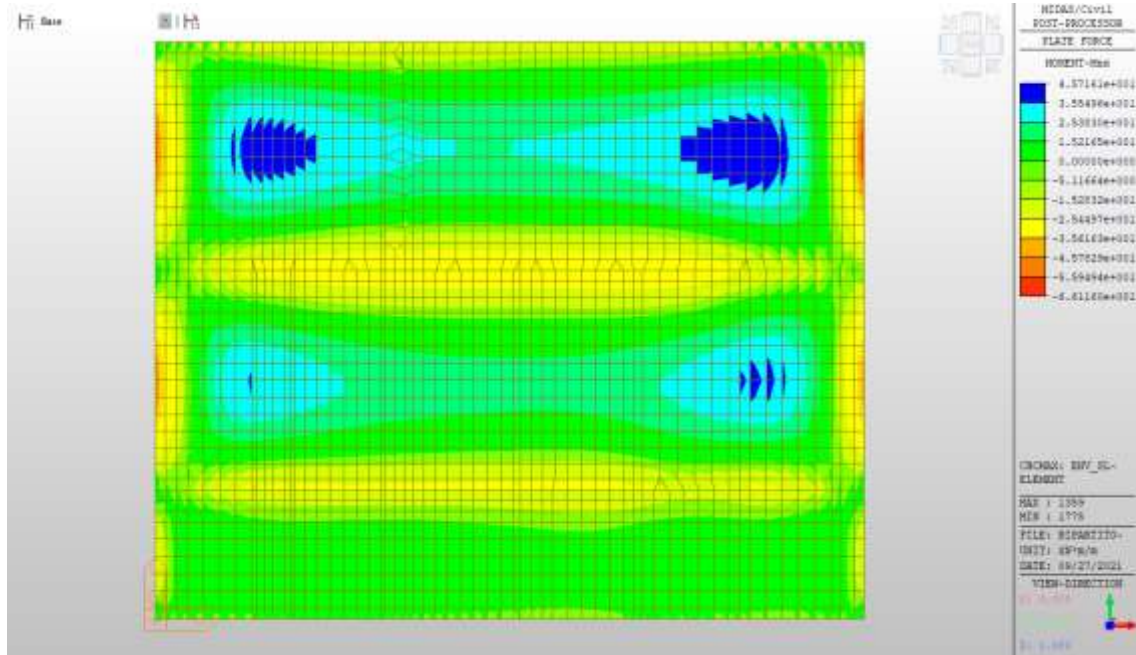
MY, max, SLV-SLU= $318/1.55=205$ kNm/m (soll. di verifica zone di raffittimento)

	Name	Load	Length (m)	Fx (kN)	Fy (kN)	Fz (kN)	Mx (kNm)	My (kNm)	Mz (kNm)
▶	COBERTURA_M	ECC_1	1.55	0.00	117.96	0.00	2.38	0.00	-217.93
	COBERTURA_M	ECC_2	1.55	0.00	117.67	0.00	1.94	0.00	-214.40
	COBERTURA_M	SLV_1	1.55	0.00	172.84	0.00	3.38	0.00	-318.67
	COBERTURA_M	SLV_2	1.55	0.00	185.54	0.00	2.59	0.00	-305.28
	COBERTURA_M	SLV_3	1.55	0.00	180.80	0.00	2.46	0.00	-298.35
	COBERTURA_M	SLV_4	1.55	0.00	180.86	0.00	2.52	0.00	-298.96
	COBERTURA_M	SLV_5	1.55	0.00	180.77	0.00	2.45	0.00	-298.19
	COBERTURA_M	SLV_6	1.55	0.00	172.42	0.00	1.54	0.00	-316.01
	COBERTURA_M	SLV_7	1.55	0.00	185.32	0.00	1.48	0.00	-302.82
	COBERTURA_M	SLV_8	1.55	0.00	180.58	0.00	1.88	0.00	-293.99
	COBERTURA_M	SLV_9	1.55	0.00	180.65	0.00	1.51	0.00	-294.33
	COBERTURA_M	SLV_10	1.55	0.00	180.58	0.00	1.48	0.00	-293.53
	COBERTURA_M	SLV_1	1.55	0.00	117.69	0.00	1.65	0.00	-218.34
	COBERTURA_M	SLV_2	1.55	0.00	116.72	0.00	1.76	0.00	-213.52
	COBERTURA_M	SLV_3	1.55	0.00	118.86	0.00	1.60	0.00	-219.56
	COBERTURA_M	SLV_4	1.55	0.00	117.28	0.00	1.79	0.00	-214.75
	COBERTURA_M	SLV_5	1.55	0.00	118.96	0.00	1.53	0.00	-223.52
	COBERTURA_M	SLV_6	1.55	0.00	119.33	0.00	1.52	0.00	-223.89
	COBERTURA_M	SLV_7	1.55	0.00	115.74	0.00	1.07	0.00	-207.47
	COBERTURA_M	SLV_8	1.55	0.00	116.29	0.00	1.88	0.00	-207.84

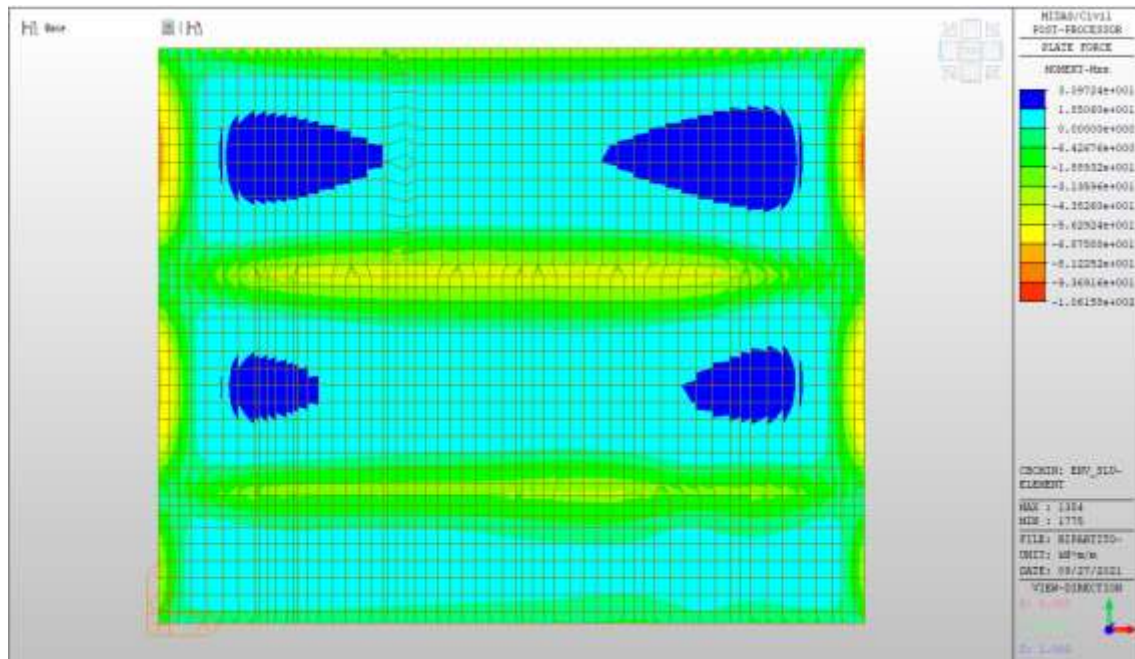


Momento orizzontale

MXX, max= +46 kNm/m



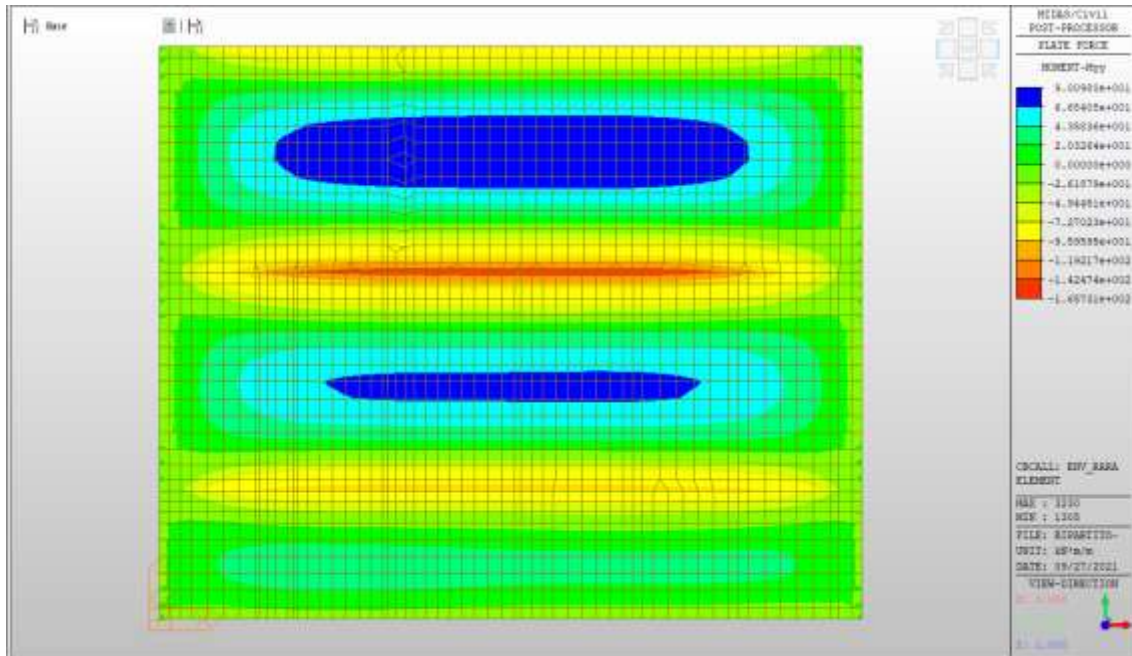
MXX, min= -106 kNm/m



Solaio copertura – Mappe sollecitazioni SLE - RARA

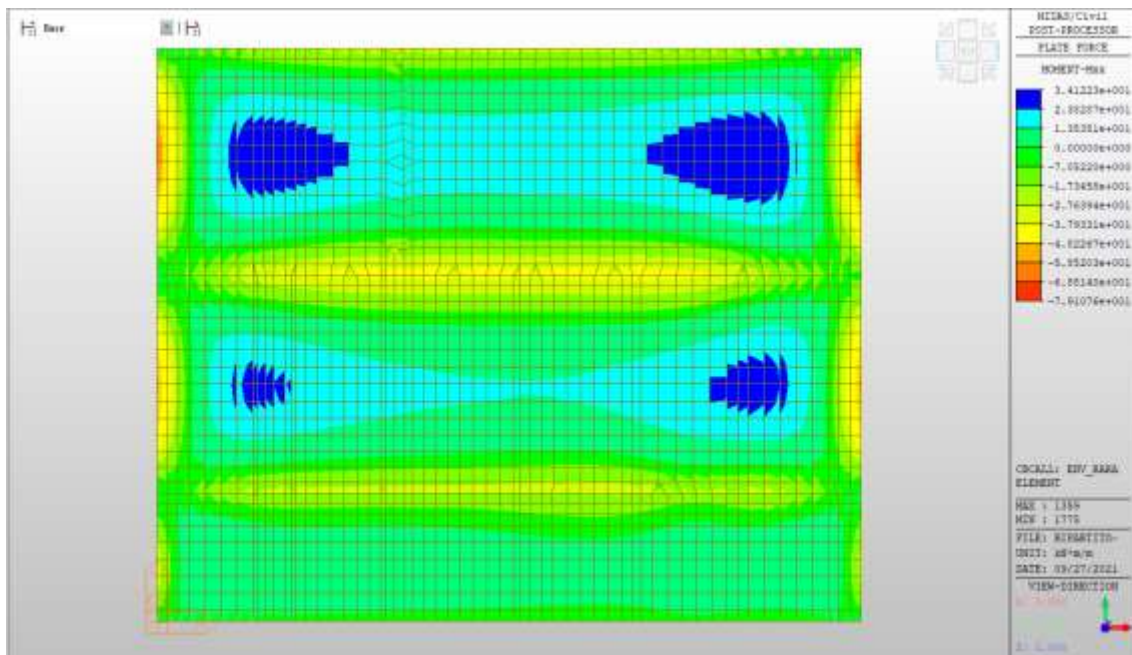
MY, max= +90 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull'intera area)

MY, min= -120 kNm/m



MXX, max= +34 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

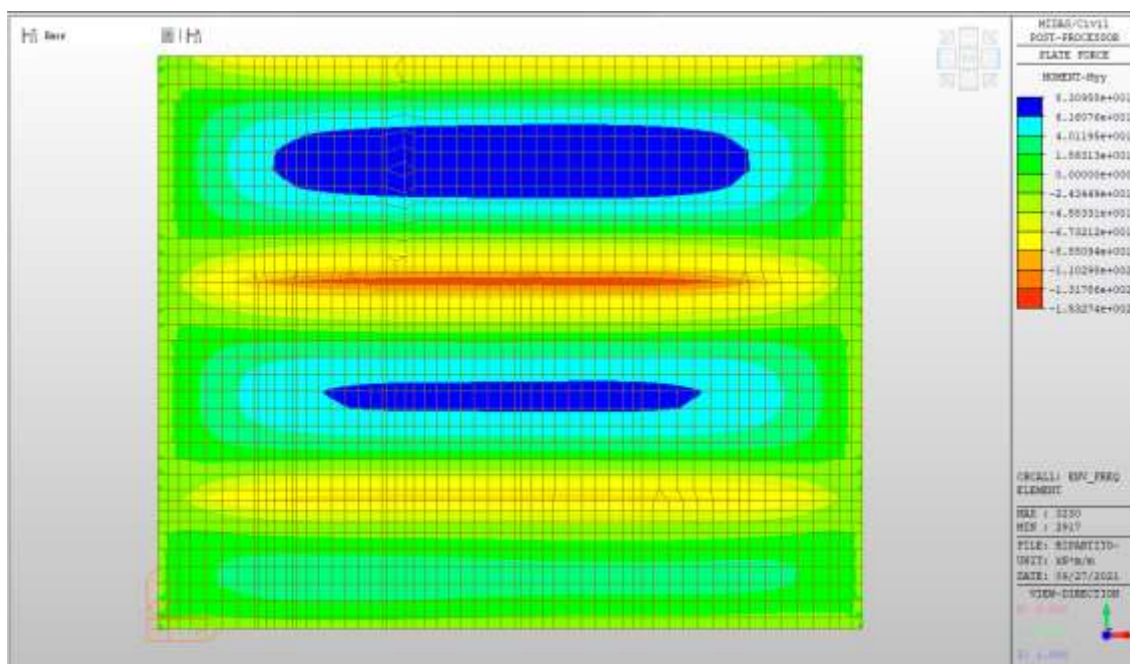
MXX, min= -59 kNm/m



Solaio copertura – Mappe sollecitazioni SLE - Frequente

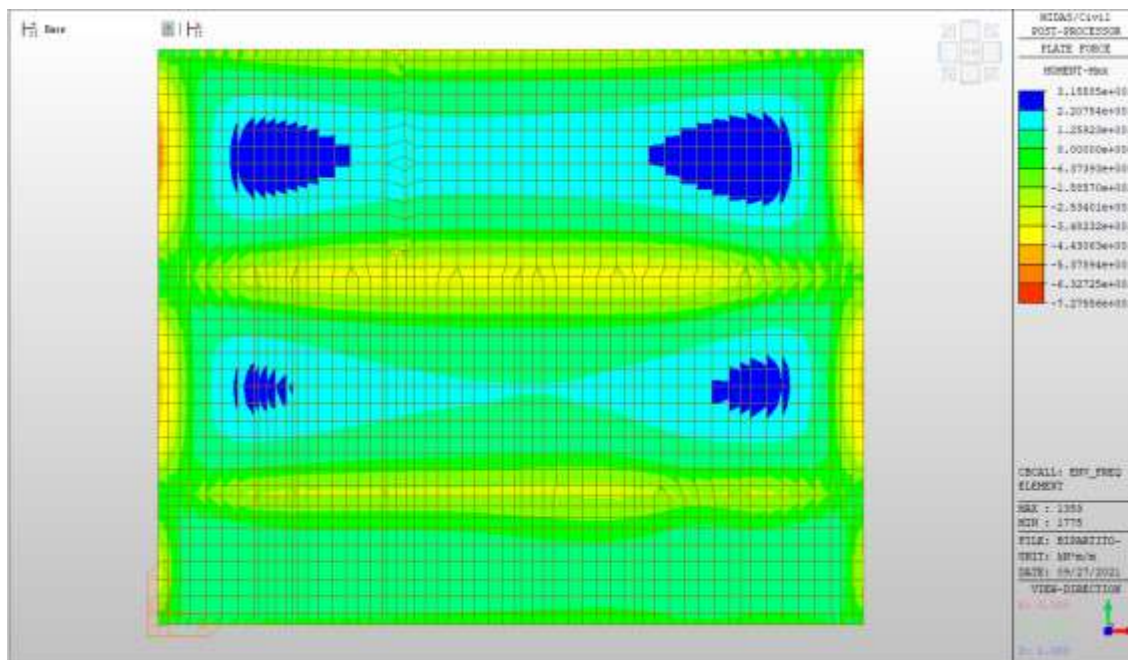
MY, max= +83 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

MY, min= -110 kNm/m



MXX, max= +32 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

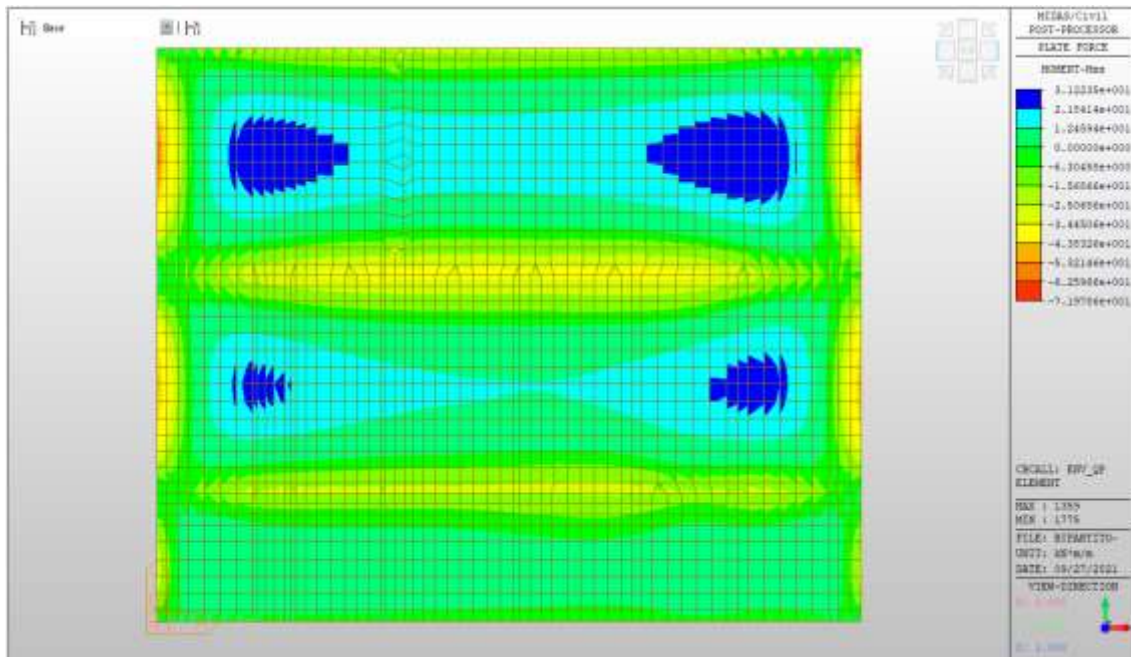
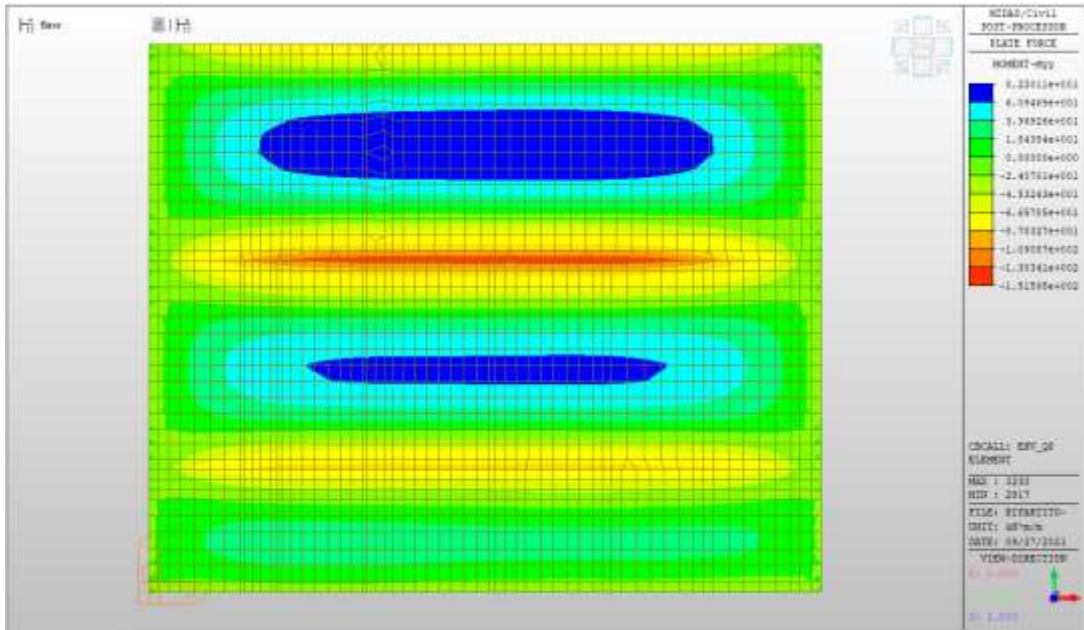
MXX, min= -45 kNm/m



Solaio copertura – Mappe sollecitazioni SLE – Quasi permanente

MY, max= +83 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull'intera area)

MY, min= -110 kNm/m



Verifiche

Il solaio di copertura è armato con 7 ϕ 14 al lembo superiore e 7 ϕ 14 al lembo inferiore nella direzione Y e con 5 ϕ 14 al lembo superiore e 5 ϕ 14 al lembo inferiore nella direzione X. Si riportano di seguito le verifiche in esercizio e allo stato limite ultimo.

Verifica MYY (verticale)

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40	
	Resistenza compress. di calcolo fcd:	18.81	MPa
	Resistenza compress. ridotta fcd:	9.405	MPa
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020	
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	33643.0	MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.100	MPa
	Coeff.Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	19.920	MPa
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	19.920	MPa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.300	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	14.940	MPa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.200	mm
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	450.00	MPa
	Resist. caratt. a rottura ftk:	450.00	MPa
	Resist. a snerv. di calcolo fyd:	391.30	MPa
	Resist. ultima di calcolo ftd:	391.30	MPa
	Deform. ultima di calcolo Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef:	200000.0	MPa
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito	
	Coeff. Aderenza istant. $\beta_1 \cdot \beta_2$:	1.00	
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$:	0.50	
Comb.Rare - Sf Limite:	360.00	MPa	

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	50.0	cm
Barre inferiori:	7 ϕ 14	(10.8 cm ²)
Barre superiori:	7 ϕ 14	(10.8 cm ²)
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	120.00	0.00	0.00
2	0.00	-140.00	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	90.00
2	0.00	-120.00

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	83.00 (145.20)
2	0.00	-110.00 (-145.20)

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	83.00 (145.20)
2	0.00	-110.00 (-145.20)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 4.3 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 13.6 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	120.00	-0.13	188.95	1.575	46.0	175.97	0.09	0.70	10.8 (8.1)
2	S	0.00	-140.00	-0.13	-188.95	1.350	4.0	-175.97	0.09	0.70	10.8 (8.1)

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	-0.01526	50.0	-0.00088	45.0	-0.03589	5.0
2	0.00350	-0.01526	0.0	-0.00088	5.0	-0.03589	45.0

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	3.78	50.0	0.00	40.1	-201.4	45.0	14.8	1480	10.8	15.0
2	S	5.04	0.0	0.00	9.9	-268.6	5.0	14.8	1480	10.8	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
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	1.92	-1.92	---	0.125	1.00	0.400	0.000403 (0.000403)	212	0.145	145.20
2	S	2.56	-2.56	---	0.125	1.00	0.400	0.000537 (0.000537)	212	0.194	-145.20

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	3.49	50.0	0.00	40.1	-185.7	45.0	14.8	1480	10.8	15.0
2	S	4.62	0.0	0.00	9.9	-246.2	5.0	14.8	1480	10.8	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	1.77	-1.77	---	0.125	0.50	0.400	0.000371 (0.000371)	212	0.134 (0.30)	145.20
2	S	2.35	-2.35	---	0.125	0.50	0.400	0.000492 (0.000492)	212	0.178 (0.30)	-145.20

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	3.49	50.0	0.00	40.1	-185.7	45.0	14.8	1480	10.8	15.0
2	S	4.62	0.0	0.00	9.9	-246.2	5.0	14.8	1480	10.8	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	1.77	-1.77	---	0.125	0.50	0.400	0.000371 (0.000371)	212	0.134 (0.20)	145.20
2	S	2.35	-2.35	---	0.125	0.50	0.400	0.000492 (0.000492)	212	0.178 (0.20)	-145.20

Verifica MXX (orizzontale)

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40
	Resistenza compress. di calcolo fcd:	18.81 MPa
	Resistenza compress. ridotta fcd':	9.405 MPa
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035

Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
Modulo Elastico Normale Ec:	33643.0 MPa
Resis. media a trazione fctm:	3.100 MPa
Coeff.Omogen. S.L.E.:	15.00
Sc limite S.L.E. comb. Rare:	19.920 MPa
Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	19.920 MPa
Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.300 mm
Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	14.940 MPa
Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.200 mm

ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	450.00 MPa
	Resist. caratt. a rottura ftk:	450.00 MPa
	Resist. a snerv. di calcolo fyd:	391.30 MPa
	Resist. ultima di calcolo ftd:	391.30 MPa
	Deform. ultima di calcolo Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef:	200000.0 MPa
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito
	Coeff. Aderenza istant. $\beta_1*\beta_2$:	1.00
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1*\beta_2$:	0.50
	Comb.Rare - Sf Limite:	360.00 MPa

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	50.0	cm
Barre inferiori:	5Ø14	(7.7 cm ²)
Barre superiori:	5Ø14	(7.7 cm ²)
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	46.00	0.00	0.00
2	0.00	-70.00	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	-59.00

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	32.00 (139.50)
2	0.00	-45.00 (-139.50)

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 (139.50)
2	0.00	-44.00 (-139.50)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 5.3 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 20.6 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	46.00	0.23	140.45	3.053	46.1	124.06	0.09	0.70	7.7 (7.9)
2	S	0.00	-70.00	0.23	-140.45	2.006	3.9	-124.06	0.09	0.70	7.7 (7.9)

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	-0.01577	50.0	-0.00190	44.0	-0.03608	6.0
2	0.00350	-0.01577	0.0	-0.00190	6.0	-0.03608	44.0

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	1.78	50.0	0.00	41.3	-108.1	44.0	15.8	1580	7.7	22.0
2	S	3.08	0.0	0.00	8.7	-187.6	6.0	15.8	1580	7.7	22.0

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
 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	0.76	-0.76	---	0.125	1.00	0.400	0.000216 (0.000216)	294	0.108	139.50
2	S	1.31	-1.31	---	0.125	1.00	0.400	0.000375 (0.000375)	294	0.187	-139.50

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	1.67	50.0	0.00	41.3	-101.7	44.0	15.8	1580	7.7	22.0
2	S	2.35	0.0	0.00	8.7	-143.0	6.0	15.8	1580	7.7	22.0

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	---	0.125	0.50	0.400	0.000203 (0.000203)	294	0.102 (0.30)	139.50
2	S	1.00	-1.00	---	0.125	0.50	0.400	0.000286 (0.000286)	294	0.143 (0.30)	-139.50

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	1.67	50.0	0.00	41.3	-101.7	44.0	15.8	1580	7.7	22.0
2	S	2.30	0.0	0.00	8.7	-139.9	6.0	15.8	1580	7.7	22.0

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	0.71	-0.71	---	0.125	0.50	0.400	0.000203 (0.000203)	294	0.102 (0.20)	139.50
2	S	0.98	-0.98	---	0.125	0.50	0.400	0.000280 (0.000280)	294	0.140 (0.20)	-139.50

Si riportano di seguito le verifiche effettuate per le sollecitazioni relative all’armatura di infittimento da disporre in direzione Y. La sezione risulta essere armata con 7+3 ϕ 14 al lembo superiore e 7+3 ϕ 14 al lembo inferiore nella direzione Y.

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40
	Resistenza compress. di calcolo fcd:	18.81 MPa
	Resistenza compress. ridotta fcd':	9.405 MPa
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	33643.0 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.100 MPa

ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	450.00 MPa
	Resist. caratt. a rottura ftk:	450.00 MPa
	Resist. a snerv. di calcolo fyd:	391.30 MPa
	Resist. ultima di calcolo ftd:	391.30 MPa

Deform. ultima di calcolo Epu:	0.068
Modulo Elastico Ef:	200000.0 MPa
Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	50.0	cm
Barre inferiori:	10Ø14	(15.4 cm ²)
Barre superiori:	10Ø14	(15.4 cm ²)
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	205.00	0.00	0.00

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	4.3	cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	8.6	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	205.00	0.12	262.55	1.281	45.4	248.47	0.10	0.70	15.4 (8.1)

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.)

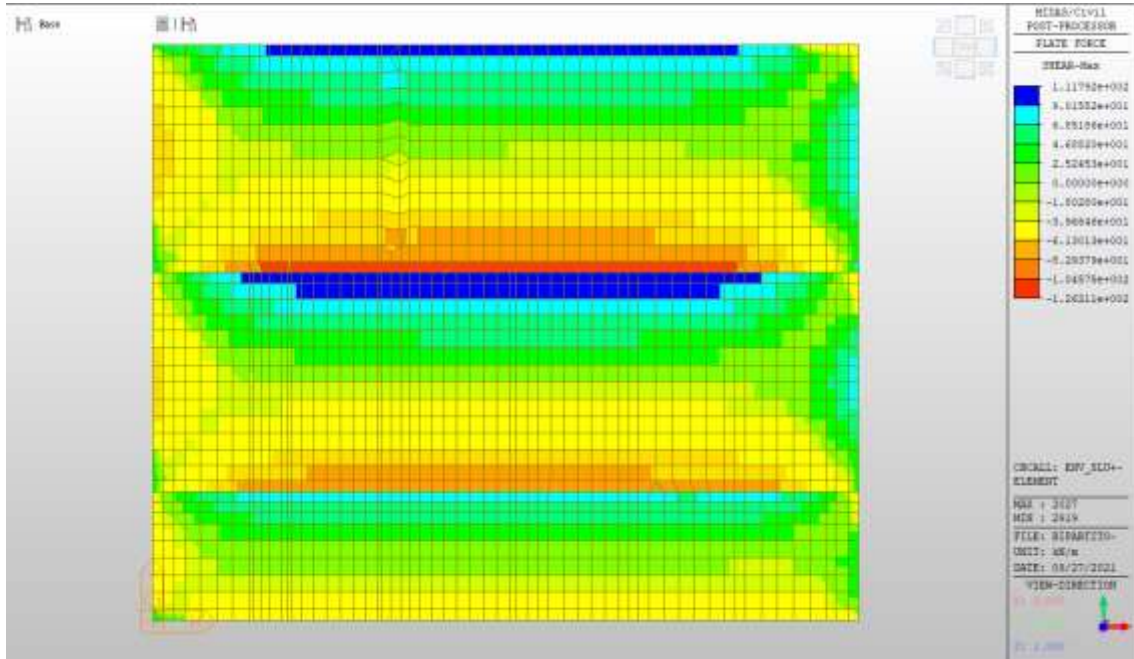
N°Comb	ec max	ec 3/7	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	-0.01285	50.0	-0.00031	45.0	-0.03083	5.0

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 VMAX

VMAX= 127 kN/m



Verifica a taglio (SLU)

V_{ed}	=	127	kN	Taglio agente verticale
H	=	1000	mm	altezza sezione di calcolo
B_c	=	500	mm	larghezza sezione di calcolo
CLS	=	C32/40	-	classe del calcestruzzo
f_{ck}	=	30.7	N/mm ²	resistenza caratteristica a compressione
f_{cd}	=	17.4	N/mm ²	resistenza di progetto a compressione
c	=	60	mm	copriferro
$n_{bar.}$	=	5	-	numero barre longitudinali
$\Phi_{bar.}$	=	14	mm	diametro barre longitudinali
$A_{bar.}$	=	770	mm ²	area barre longitudinali
b_{st}	=	2.5	-	braccia delle staffe
Φ_{st}	=	10	mm	diametro staffe
s	=	400	mm	passo staffe
A_{st}	=	196	mm ²	area staffe
d	=	923	mm	altezza utile sezione
ρ_l	=	0.00167	-	rapporto geometrico armatura longitudinale

verifica sezione senza armatura:

k	=	1.465	-	
V_{min}	=	0.344	-	
σ_{cp}	=	0.00	N/mm ²	tensione media di compressione nella sezione
V_{Rd}	=	158.8	kN	ok!

verifica sezione con armatura:

α	=	90	°	angolo di inclinazione delle staffe
θ	=	22	°	inclinazione delle bielle compresse di cls
f'_{cd}	=	8.7	N/mm ²	resistenza a compressione ridotta del cls d'anima
α_c	=	1.000	-	coefficiente maggiorativo per compressione
f_{yd}	=	391.3	N/mm ²	resistenza a snervamento dell'acciaio
V_{Rsd}	=	394.9	kN	taglio resistente relativo alle armature tese
V_{Rcd}	=	1255.3	kN	taglio resistente relativo alle bielle compresse
V_{Rd}	=	394.9	kN	ok!

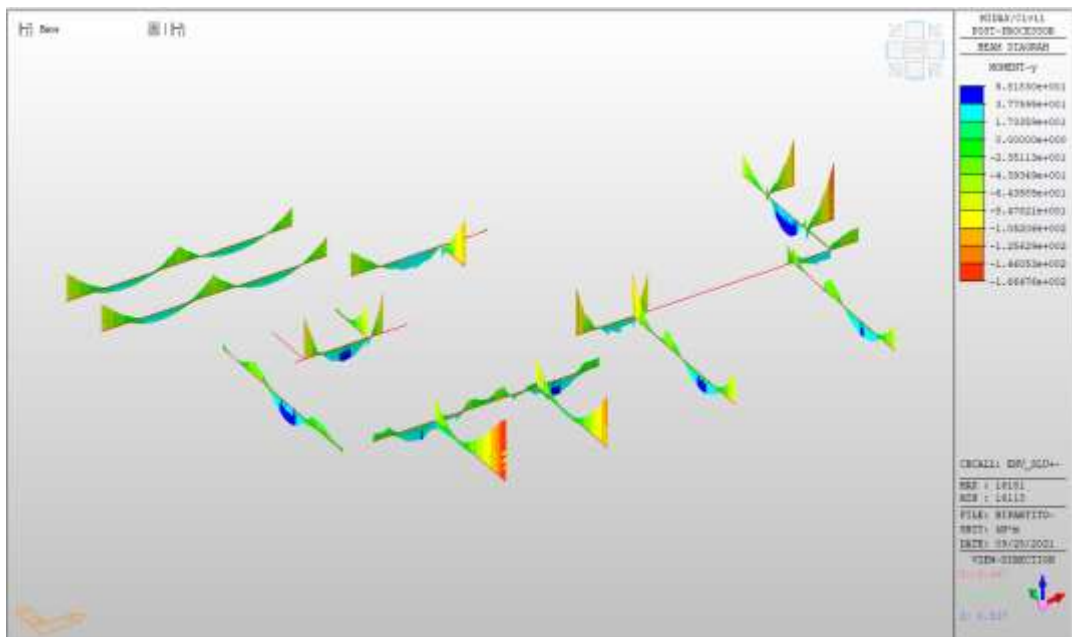
c.s. $(V_{Rd}/V_{ed,v}) = 1.25$

Travi solaio a quota p.c.

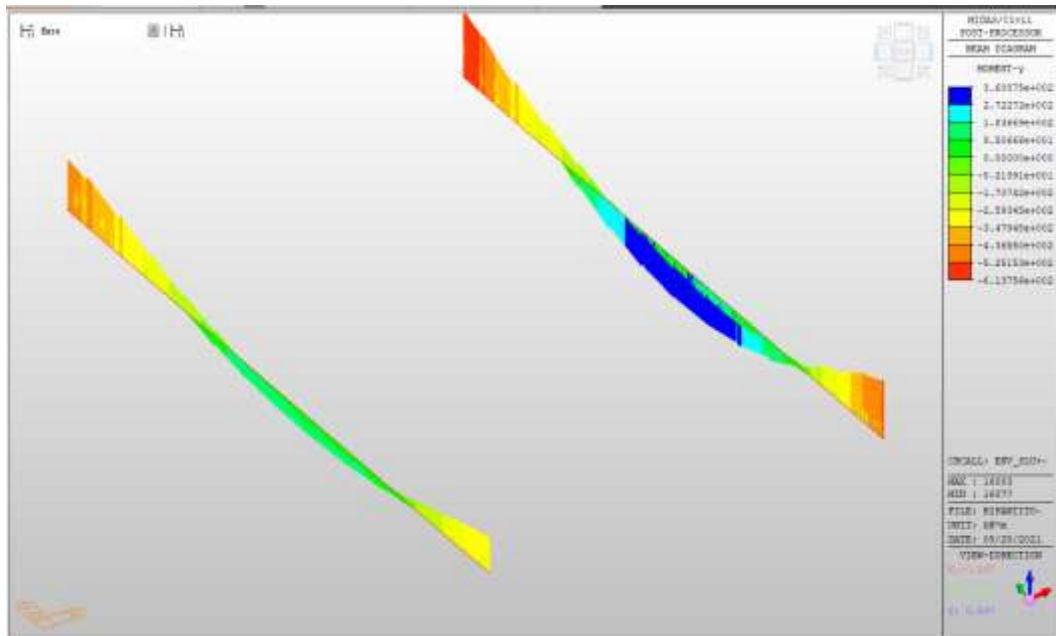
Travi solaio a quota p.c.– Mappe sollecitazioni SLU - SLV

Si riportano di seguito gli involuipi delle mappe delle sollecitazioni per le combinazioni allo stato limite ultimo (sismiche e statiche) e di esercizio per le travi a spessore ed emergenti presenti in corrispondenza dei fori del solaio posto a quota p.c.

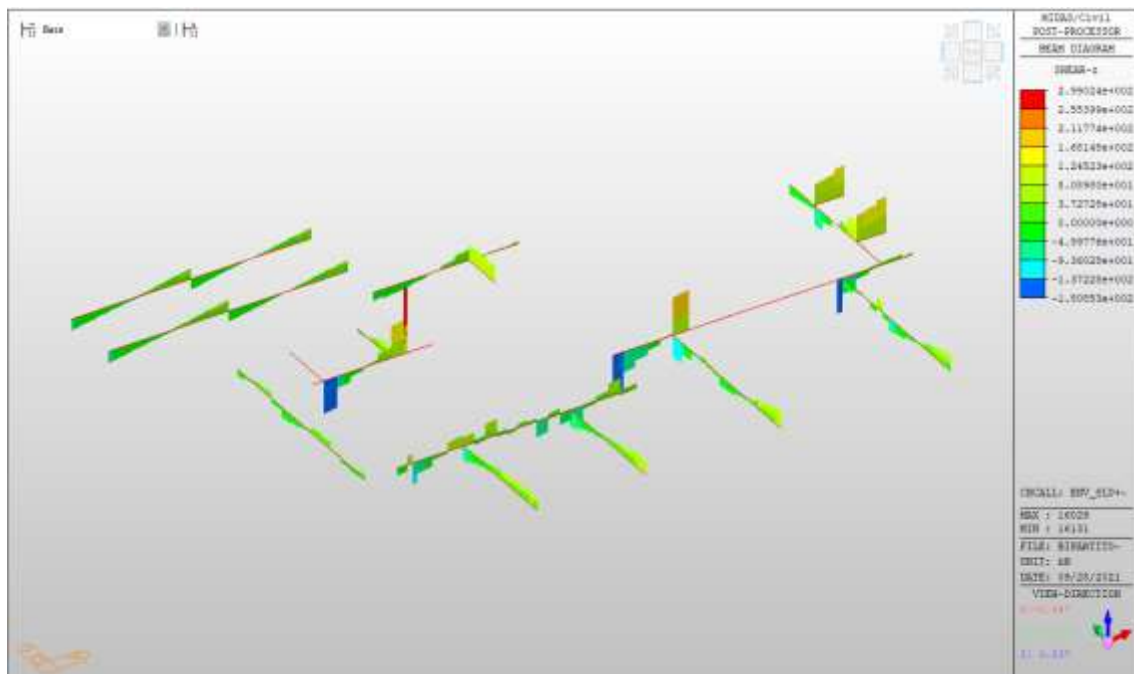
Momento MY, SLU+SLV (travi 80x50cm)



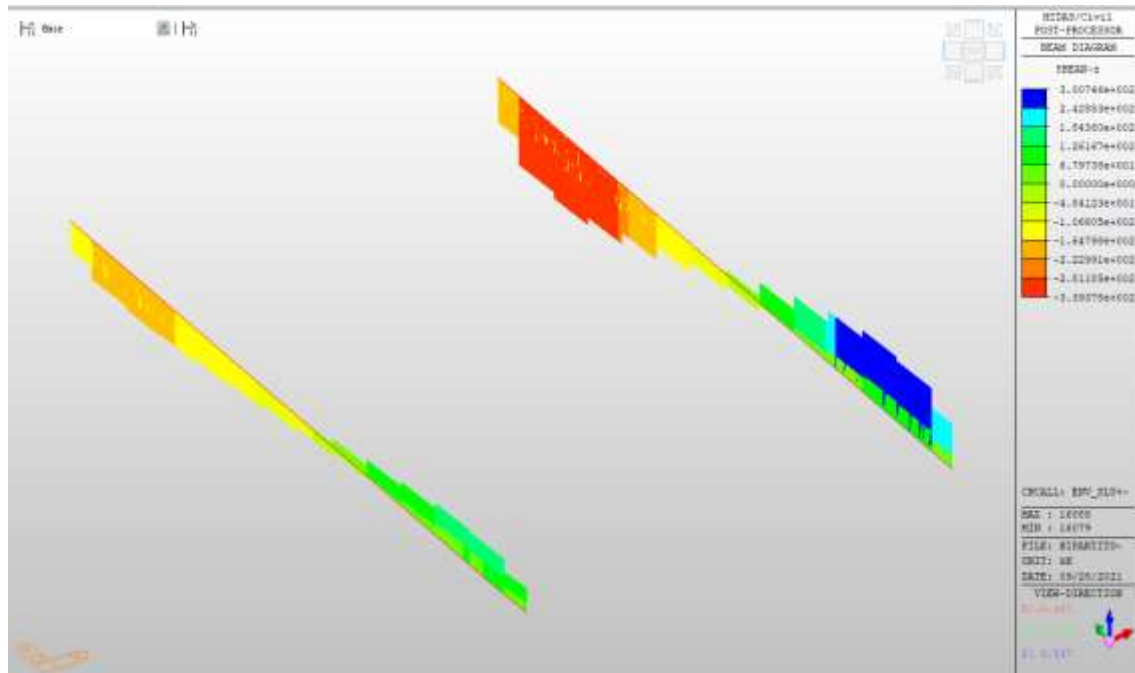
Momento MY, SLU+SLV (travi 50x100cm)



Taglio FZ, SLU+SLV (travi 80x50cm)

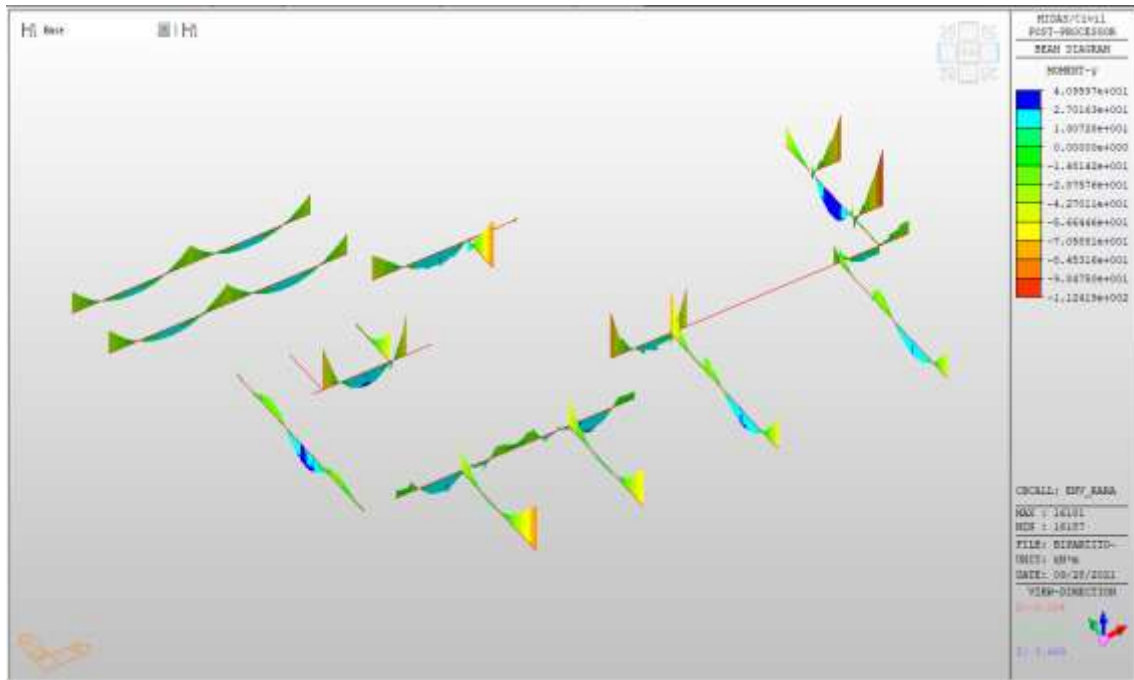


Taglio FZ, SLU+SLV (travi 50x150cm)

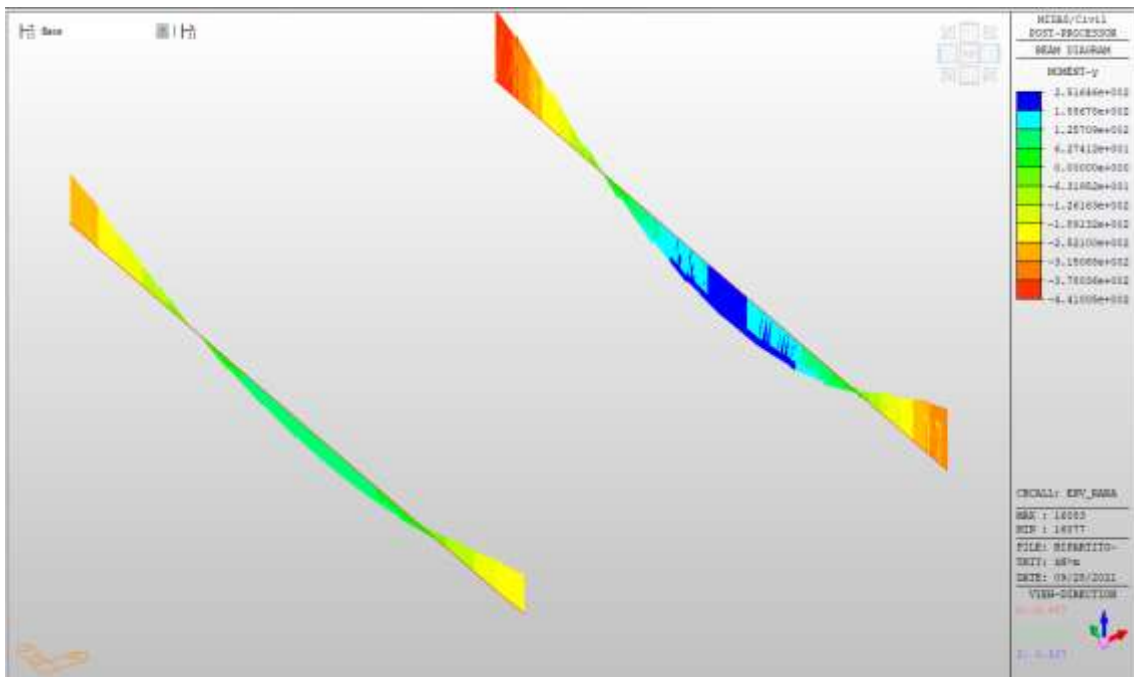


Travi solaio a quota p.c.– Mappe sollecitazioni SLE - RARA

Momento MY, RARA (travi 80x50cm)

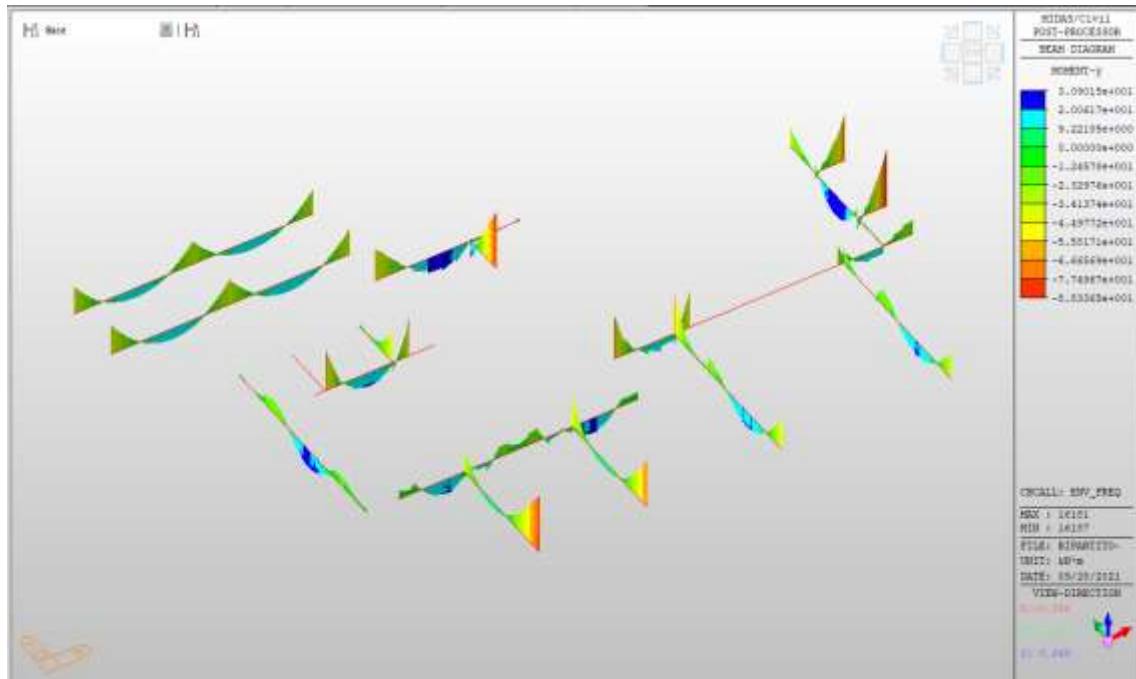


Momento MY, RARA (travi 50x100cm)

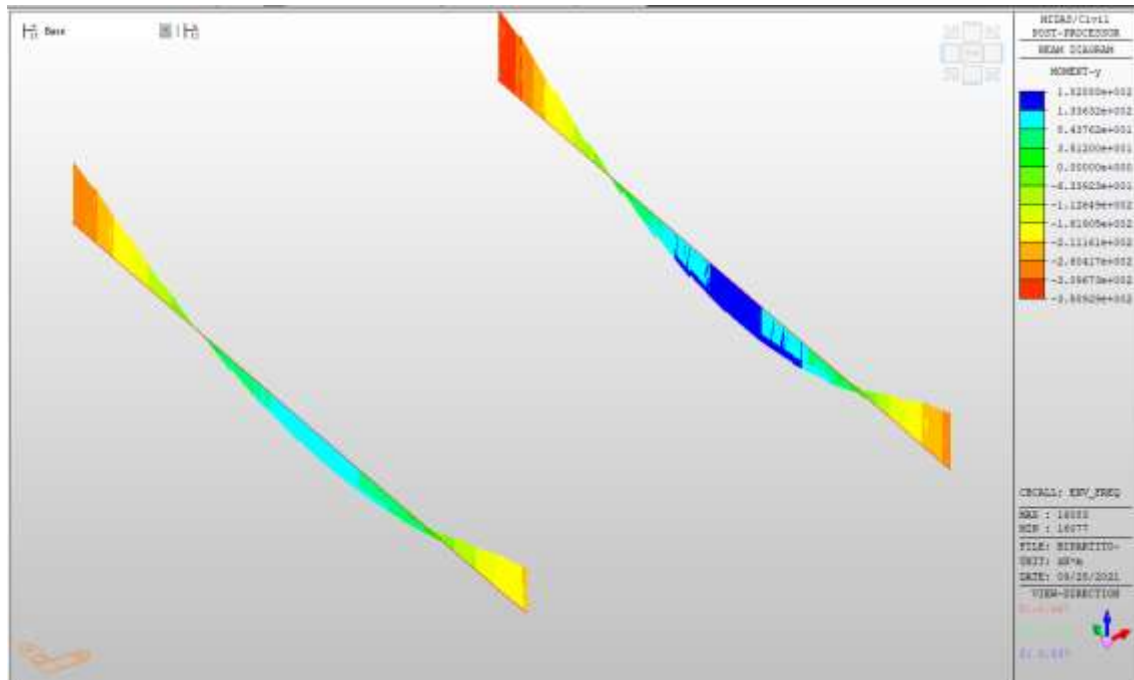


Travi solaio a quota p.c.– Mappe sollecitazioni SLE - Frequente

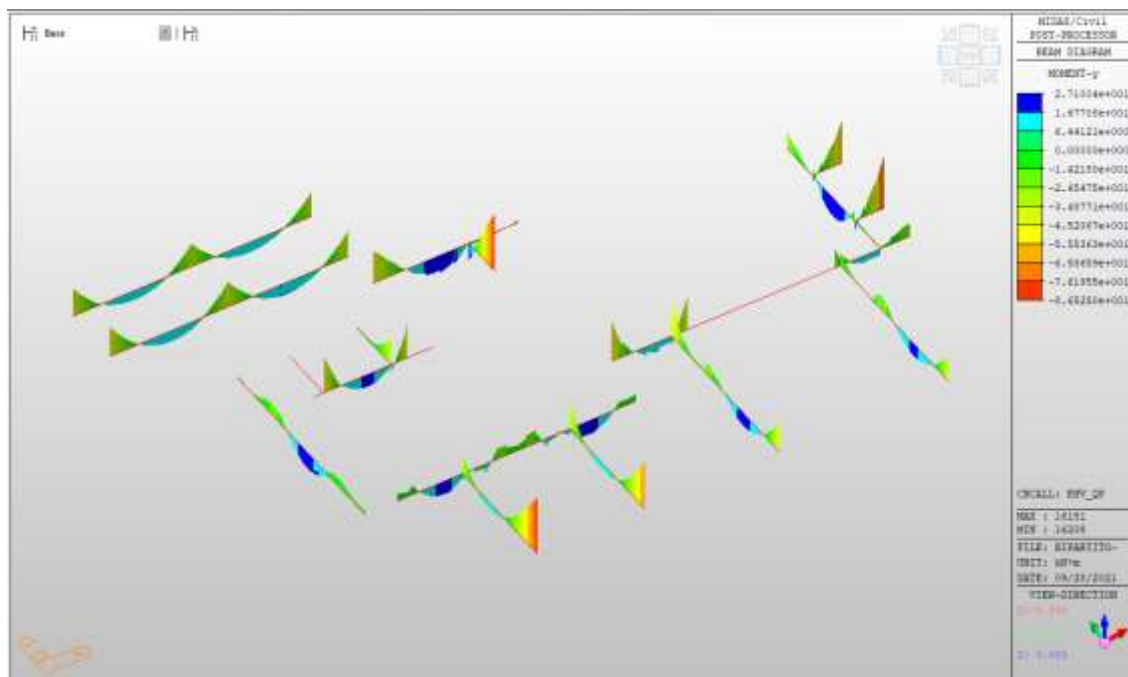
Momento MY, Frequente (travi 80x50cm)



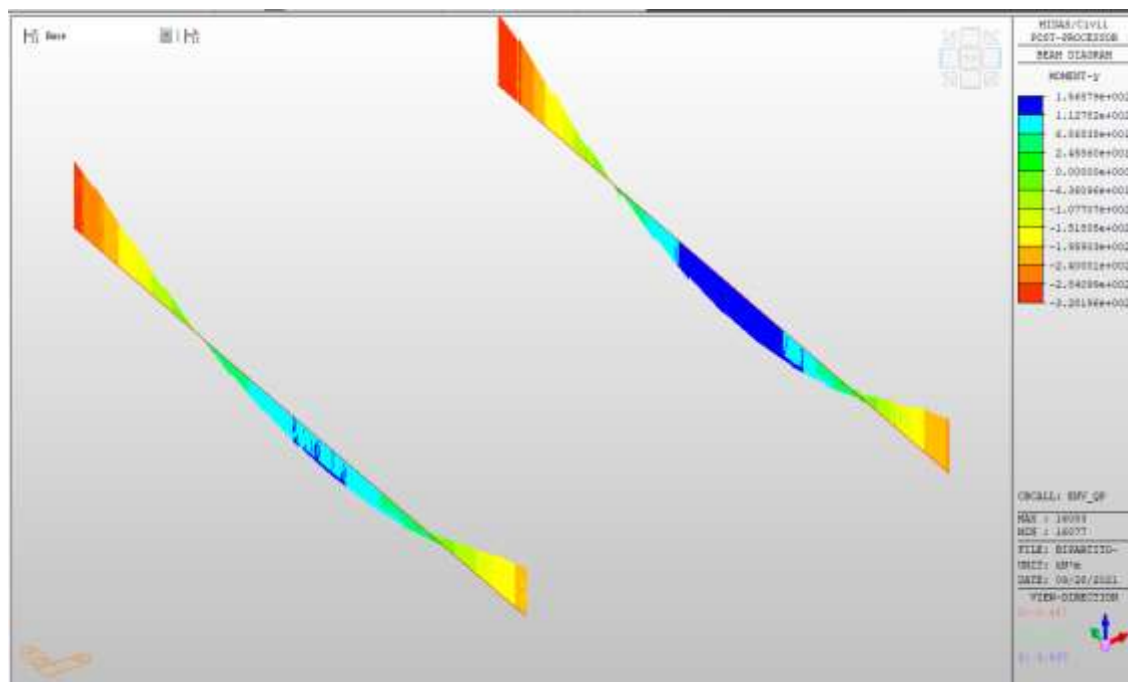
Momento MY, Frequente (travi 50x100cm)



Travi solaio a quota p.c.– Mappe sollecitazioni SLE – Quasi permanente
Momento M_y , quasi permanente (travi 80x50cm)



Momento MY, quasi permanente (travi 50x100cm)



Verifiche

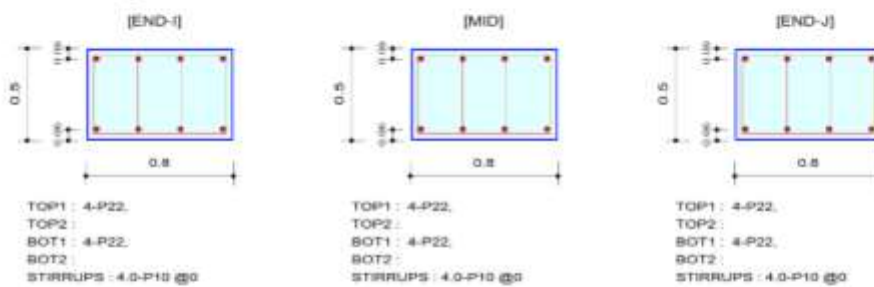
Le travi a spessore 80x50 sono armate con 4 ϕ 22 al lembo superiore e 4 ϕ 22 al lembo inferiore. Per le azioni di taglio, si dispongono staffe a 4 bracci ϕ 10/20 cm.

Verifiche a momento e taglio (travi a spessore 80x50cm)

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 : 0.500033 m
 Section Property : 80X50 (No : 1)

2. Section Diagram



3. Bending Moment Capacity

	END-I	MID	END-J
Negative Moment (M_{Ed})	151.96	161.48	166.48
(-) Load Combination No.	40-	40-	40-
Factored Strength (M_{Rd})	248.37	248.37	248.37
Check Ratio (M_{Ed}/M_{Rd})	0.6118	0.6502	0.6703
Positive Moment (M_{Ed})	58.15	58.18	57.85
(+) Load Combination No.	27+	27+	27+
Factored Strength (M_{Rd})	248.37	248.37	248.37
Check Ratio (M_{Ed}/M_{Rd})	0.2341	0.2343	0.2329
Using Rebar Top (A_{s_top})	0.0015	0.0015	0.0015
Using Rebar Bot (A_{s_bot})	0.0015	0.0015	0.0015

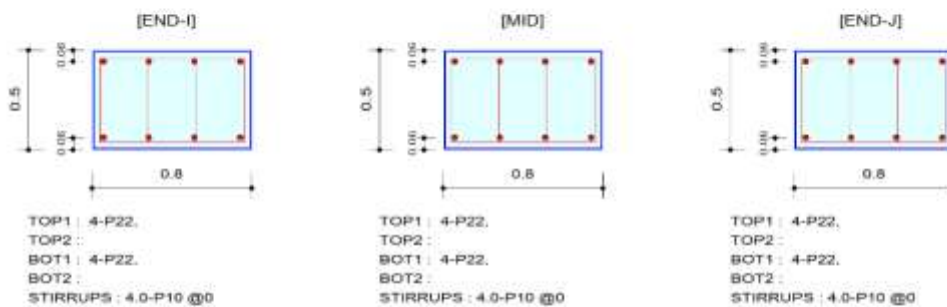
4. Shear Capacity

	END-I	MID	END-J
Load Combination No.	27+	27+	27+
Factored Shear Force (V_{Ed})	297.07	298.37	299.02
Shear Strength by Conc. (V_{Rdc})	169.70	169.70	169.70
Shear Strength by Rebar. (V_{Rds})	424.06	424.06	424.06
Using Shear Reinf. (A_{sw})	0.0003	0.0003	0.0003
Using Stirrups Spacing	4.0-P10 @0	4.0-P10 @0	4.0-P10 @0
Check Ratio	0.7005	0.7036	0.7051

1. Design Information

Design Code : Eurocode2-2:05
 Unit System : kN, m
 Material Data : fck = 32000, fyk = 450000, fyw = 450000 KPa
 Beam Span : 0.500033 m
 Section Property: 80X50 (No : 1)

2. Section Diagram



3. Stress Check

	END-I		MID		END-J	
	Concrete	Rebar	Concrete	Rebar	Concrete	Rebar
(-) Load Combination No.	60-	60-	55-	55-	55-	55-
Stress(s)	2305.49	21648.79	2556.00	24001.05	2933.82	27548.90
Allowable Stress(sa)	3326.19	315000.00	3326.19	315000.00	3326.19	315000.00
Stress Ratio(s/sa)	0.6931	0.0687	0.7684	0.0762	0.8820	0.0875
(+) Load Combination No.	55+	55+	55+	55+	55+	55+
Stress(s)	1068.36	10031.99	1068.94	10037.45	1062.09	9973.13
Allowable Stress(sa)	3326.19	315000.00	3326.19	315000.00	3326.19	315000.00
Stress Ratio(s/sa)	0.3212	0.0318	0.3214	0.0319	0.3193	0.0317

7. Crack Control

	END-I	MID	END-J
(-) Load Combination No.	71-	65-	65-
Crack Width(w)	0.000	0.000	0.000
Allowable Crack Width(wa)	0.000	0.000	0.000
Check Ratio(w/wa)	0.0710	0.0811	0.0882
(+) Load Combination No.	65+	65+	65+
Crack Width(w)	0.000	0.000	0.000
Allowable Crack Width(wa)	0.000	0.000	0.000
Check Ratio(w/wa)	0.0308	0.0309	0.0306

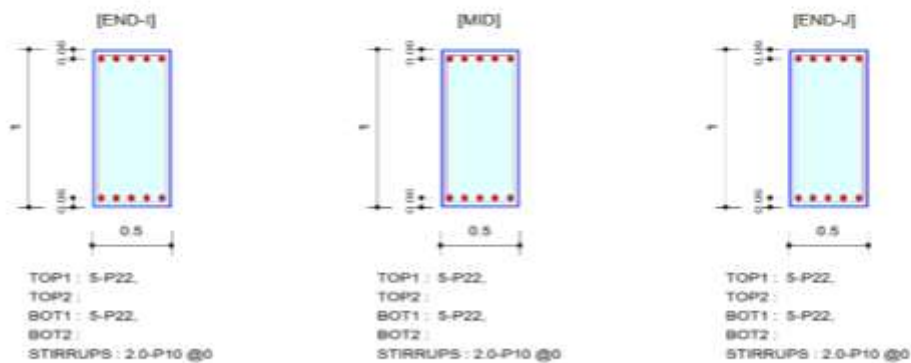
Le travi emergenti 50x100 sono armate con 5 ϕ 22 al lembo superiore e 5 ϕ 22 al lembo inferiore. Per le azioni di taglio, si dispongono staffe a 2 bracci ϕ 10/20 cm.

Verifiche a momento e taglio (travi emergenti 50x100cm)

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 : 0.500278 m
 Section Property: 50x100 (No : 2)

2. Section Diagram



3. Bending Moment Capacity

	END-I	MID	END-J
Negative Moment (M_{Ed})	613.76	587.75	536.49
(-) Load Combination No.	32-	32-	32-
Factored Strength (M_{Rd})	665.54	665.54	665.54
Check Ratio (M_{Ed}/M_{Rd})	0.9222	0.8831	0.8061
Positive Moment (M_{Ed})	351.75	349.87	360.88
(+) Load Combination No.	32+	32+	32+
Factored Strength (M_{Rd})	665.54	665.54	665.54
Check Ratio (M_{Ed}/M_{Rd})	0.5285	0.5257	0.5422
Using Rebar Top (A_{s_top})	0.0019	0.0019	0.0019
Using Rebar Bot (A_{s_bot})	0.0019	0.0019	0.0019

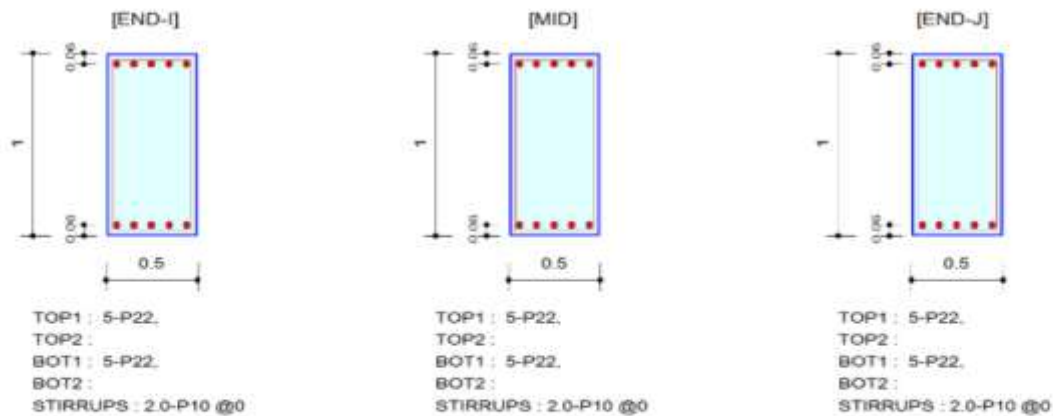
4. Shear Capacity

	END-I	MID	END-J
Load Combination No.	32-	32-	32-
Factored Shear Force (V_{Ed})	339.38	336.13	329.63
Shear Strength by Conc. (V_{Rdc})	193.47	193.47	193.47
Shear Strength by Rebar (V_{Rds})	452.97	452.97	452.97
Using Shear Reinf. (A_{sw})	0.0002	0.0002	0.0002
Using Stirrups Spacing	2.0-P10 @0	2.0-P10 @0	2.0-P10 @0
Check Ratio	0.7492	0.7420	0.7277

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 : 0.500278 m
 Section Property: 50x100 (No : 2)

2. Section Diagram



3. Stress Check

	END-I		MID		END-J	
	Concrete	Rebar	Concrete	Rebar	Concrete	Rebar
(-) Load Combination No.	69-	69-	66-	66-	69-	69-
Stress(s)	2960.12	32184.63	3018.39	32818.13	2921.72	31767.11
Allowable Stress(sa)	3023.81	315000.00	3023.81	315000.00	3023.81	315000.00
Stress Ratio(s/sa)	0.9789	0.1022	0.9982	0.1042	0.9662	0.1008
(+) Load Combination No.	60+	60+	60+	60+	60+	60+
Stress(s)	2444.39	26577.26	2436.12	26487.29	2515.42	27349.55
Allowable Stress(sa)	3023.81	315000.00	3023.81	315000.00	3023.81	315000.00
Stress Ratio(s/sa)	0.8084	0.0844	0.8056	0.0841	0.8319	0.0868

7. Crack Control

	END-I	MID	END-J
(-) Load Combination No.	70-	70-	70-
Crack Width(w)	0.000	0.000	0.000
Allowable Crack Width(wa)	0.000	0.000	0.000
Check Ratio(w/wa)	0.6692	0.6280	0.5767
(+) Load Combination No.	70+	70+	70+
Crack Width(w)	0.000	0.000	0.000
Allowable Crack Width(wa)	0.000	0.000	0.000
Check Ratio(w/wa)	0.0585	0.0586	0.0606

7.8 Configurazioni deformate

Si riportano nel seguito le configurazioni deformate della struttura per le combinazioni SLU, SLV e SLE più significative.

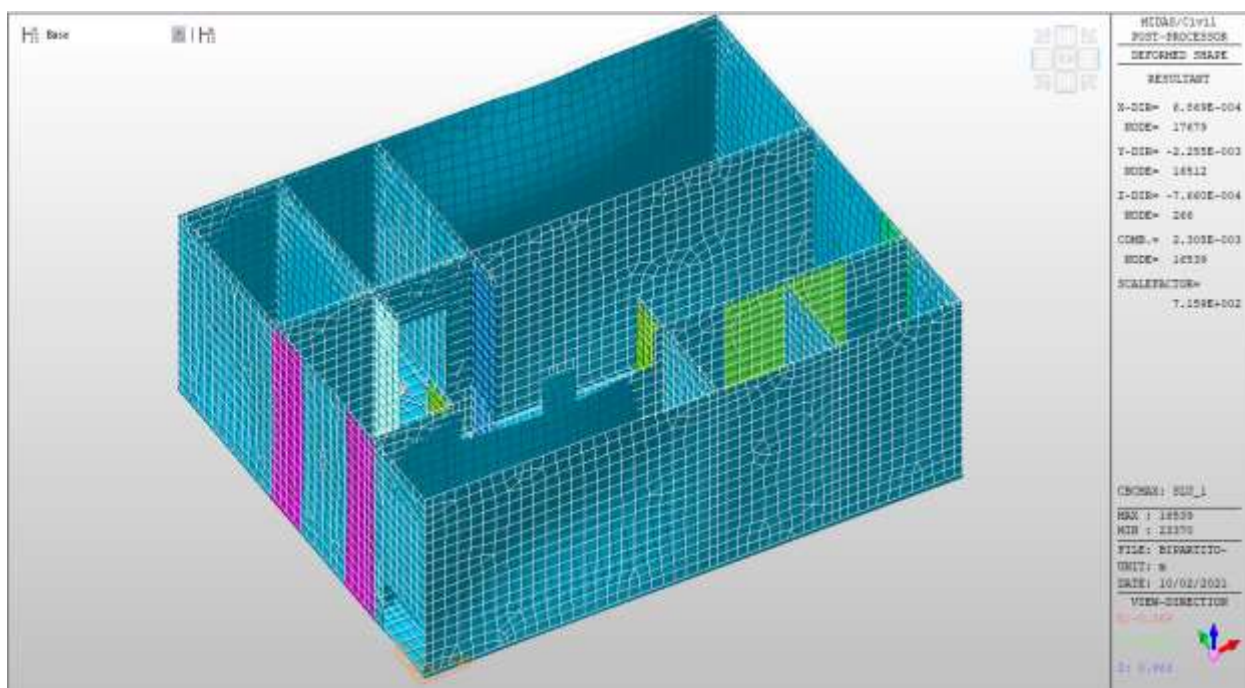


Figura 7-33 – Deformata sottostruttura SLU comb. SLU_1

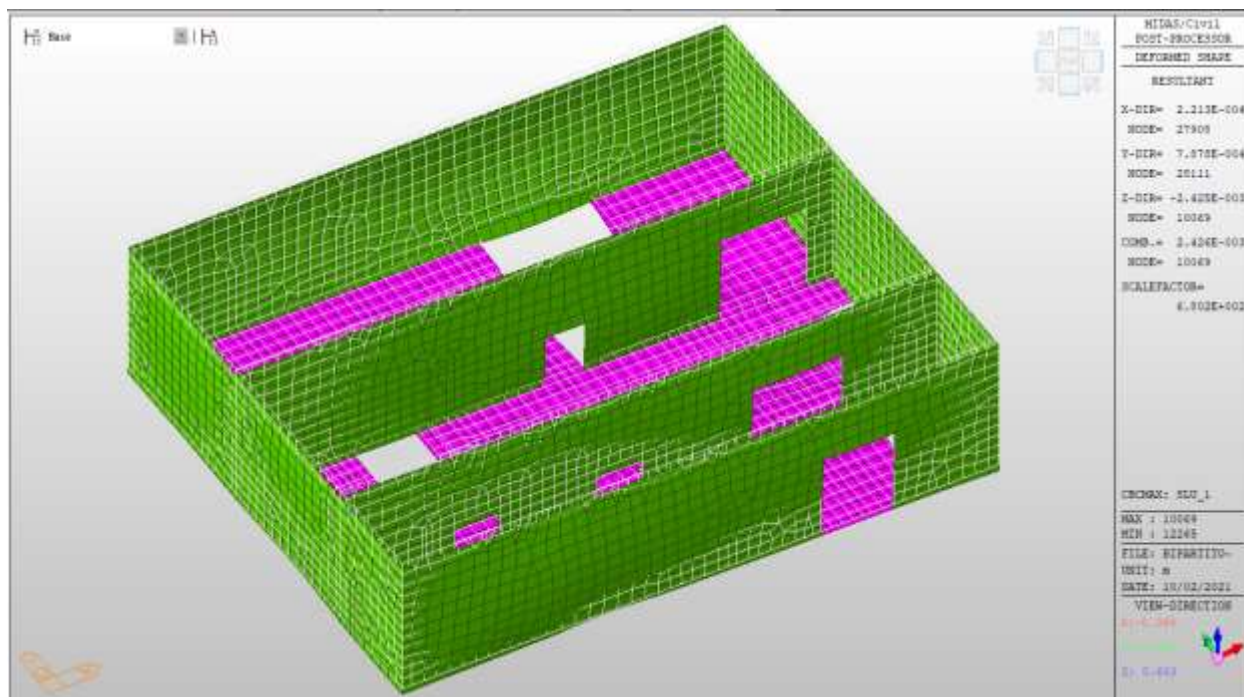


Figura 7-34 – Deformata struttura fuori terra SLU comb. SLU_1

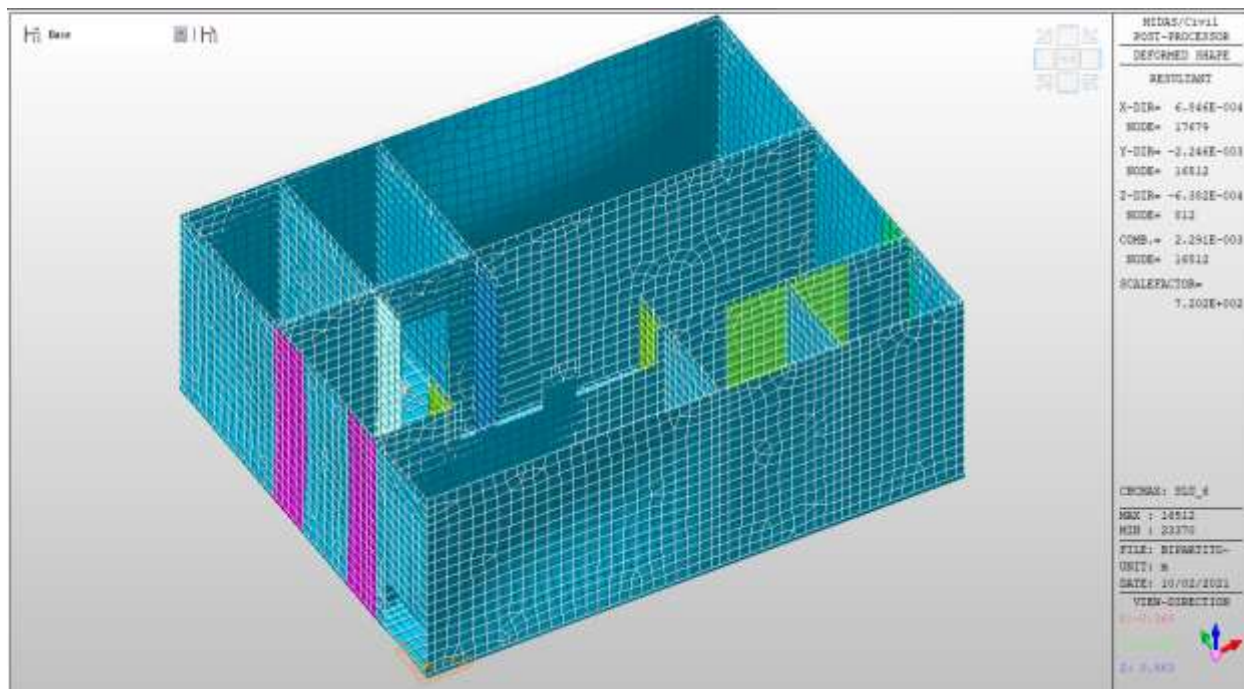


Figura 7-35 – Deformata sottostruttura SLU comb. SLU_6

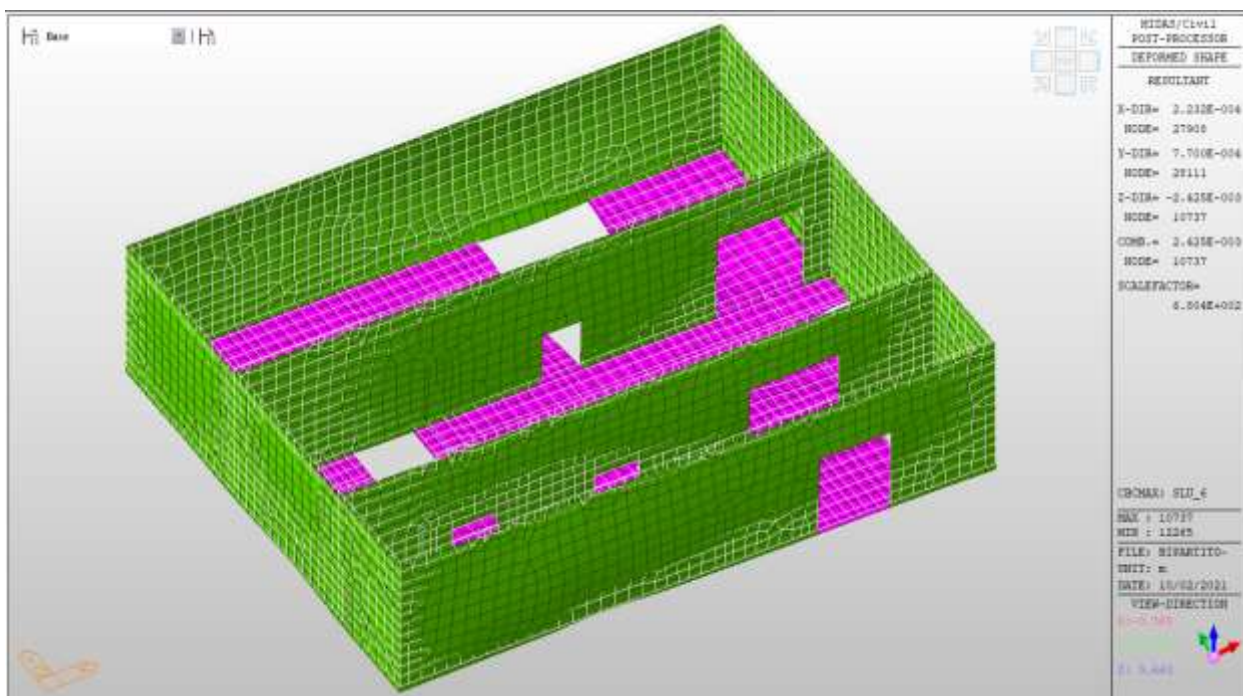


Figura 7-36 – Deformata struttura fuori terra SLU comb. SLU_6

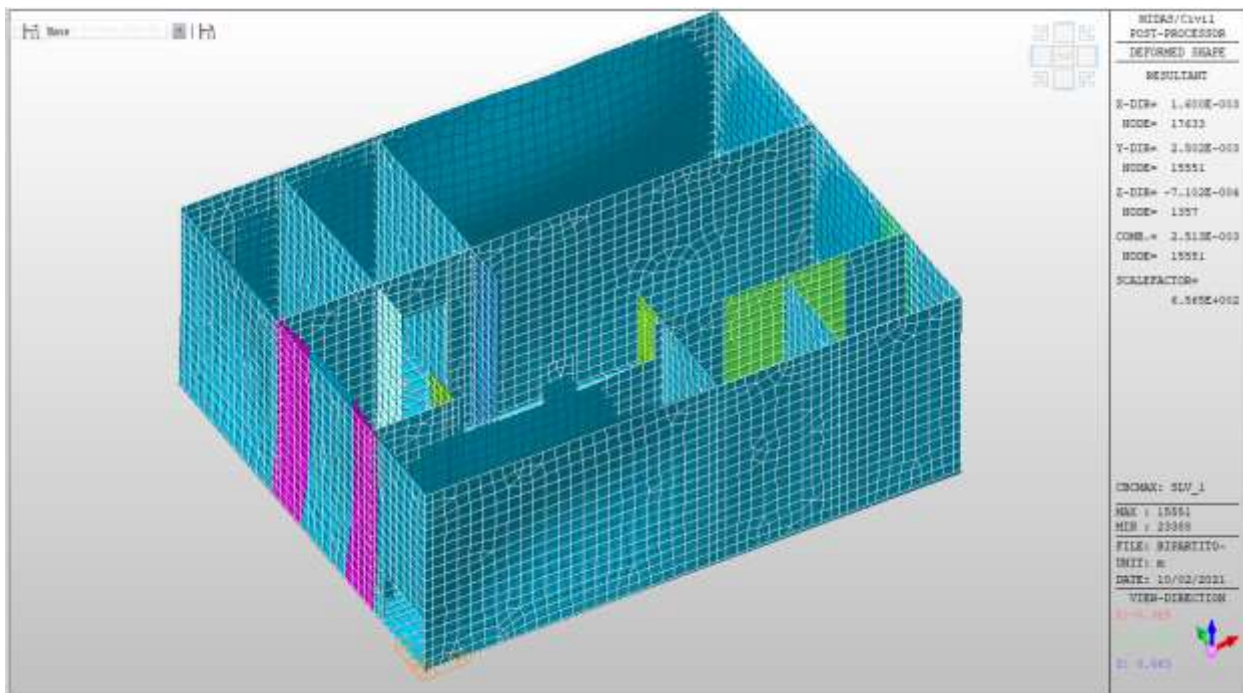


Figura 7-37 – Deformata sottostruttura SLV comb. SLV_1 (SISMA X+0.3Y)

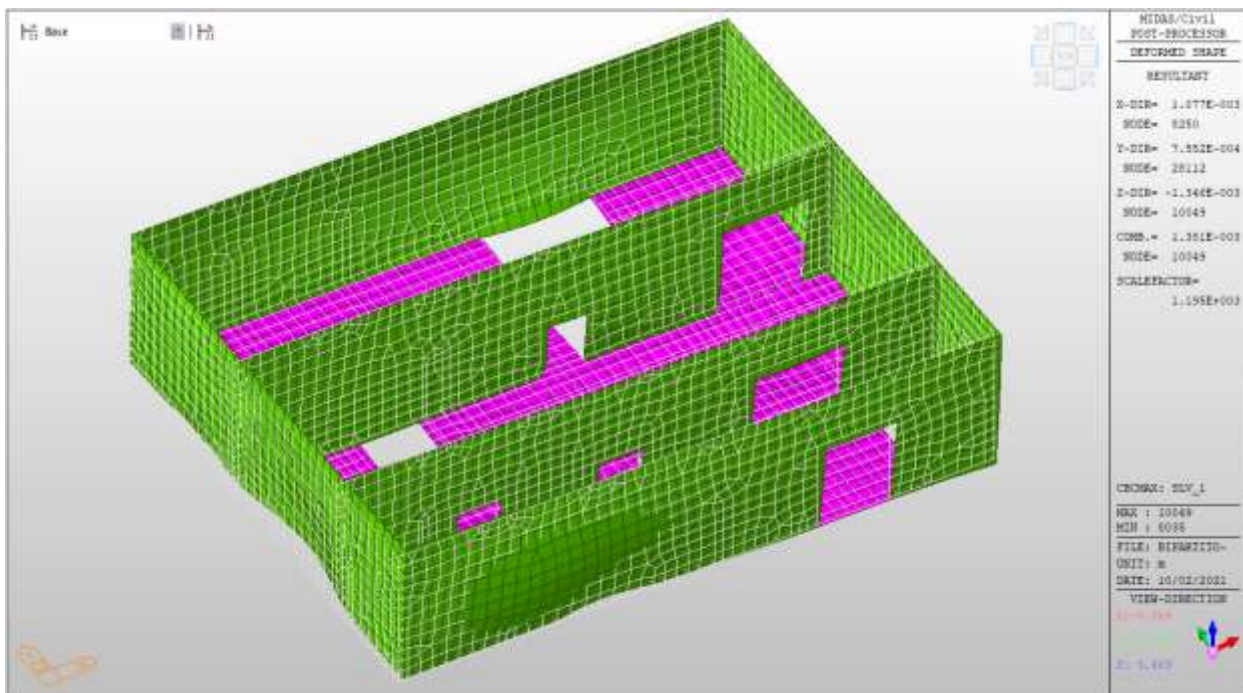


Figura 7-38 – Deformata struttura fuori terra SLV comb. SLV_1 (SISMA X+0.3Y)

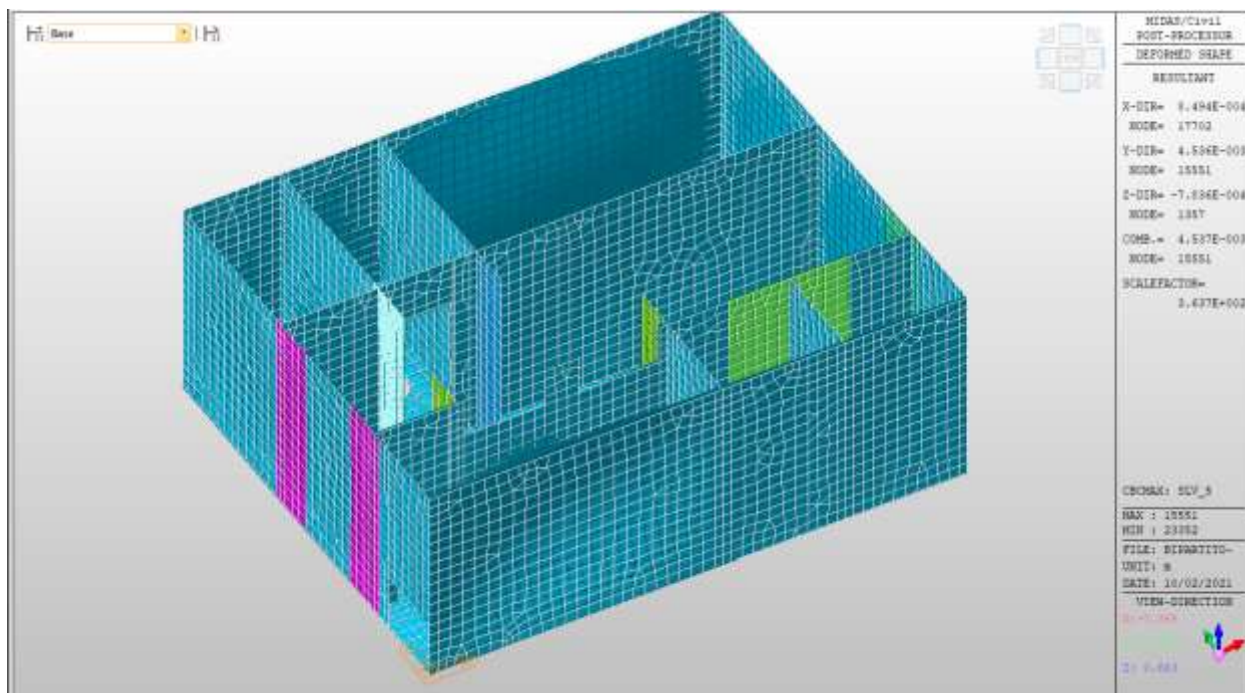


Figura 7-39 – Deformata sottostruttura SLV comb. SLV_5 (SISMA 0.3X+Y)

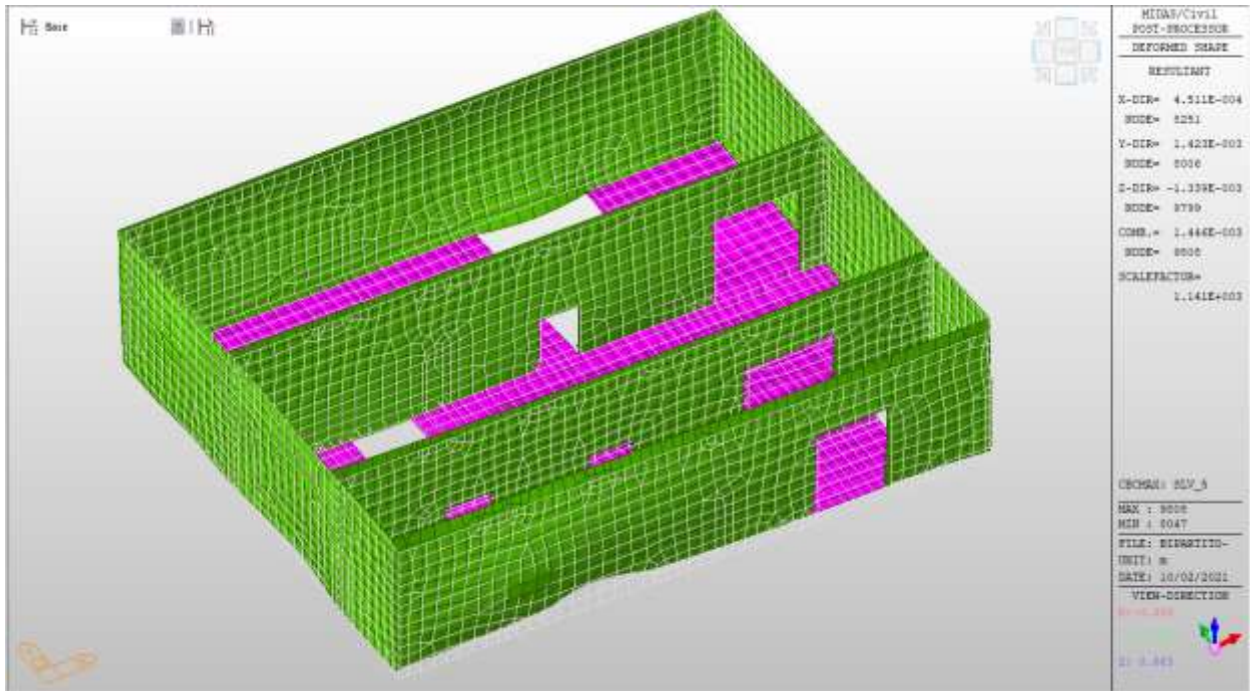


Figura 7-40 – Deformata struttura fuori terra SLV comb. SLV_5 (SISMA 0.3X+Y)

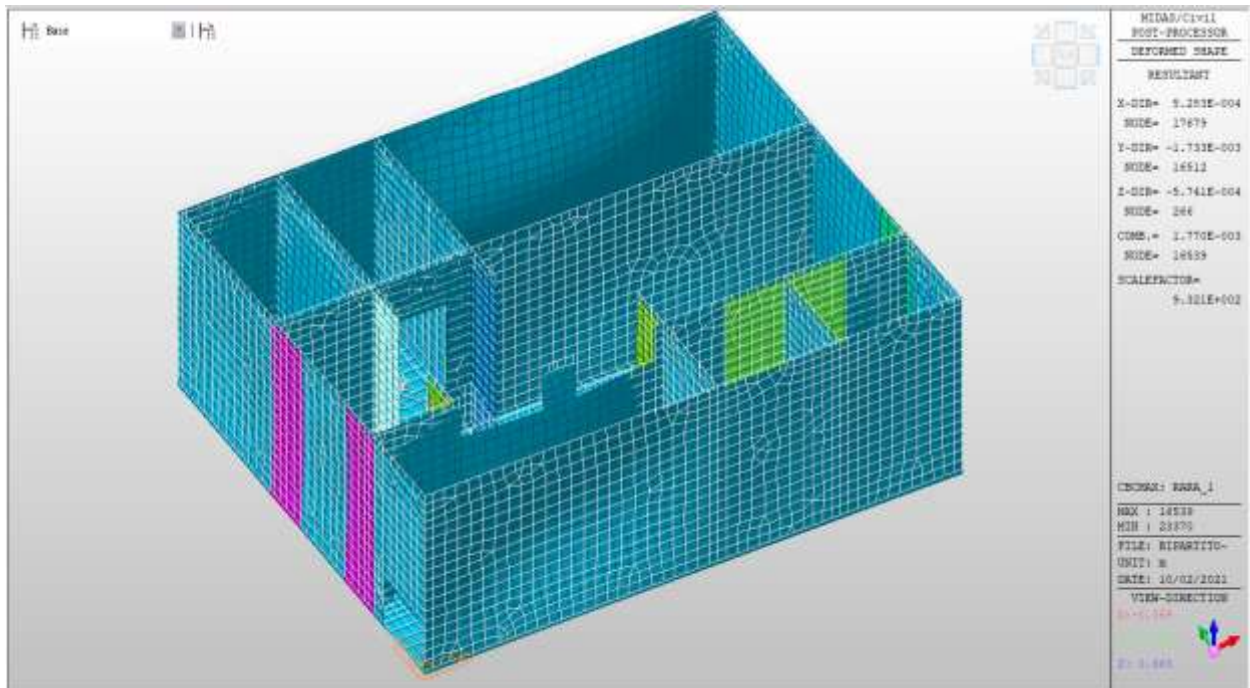


Figura 7-41 – Deformata sottostruttura SLE- RARA comb. RARA_1

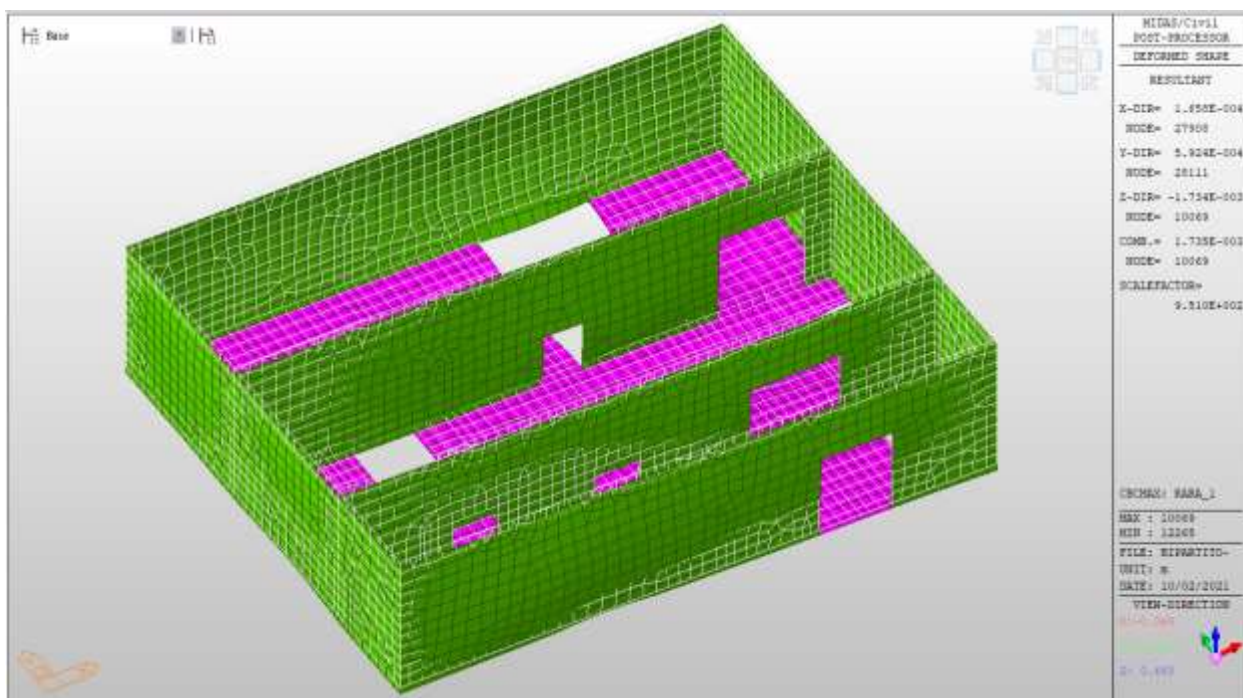


Figura 7-42 – Deformata struttura fuori terra SLE- RARA comb. RARA_1

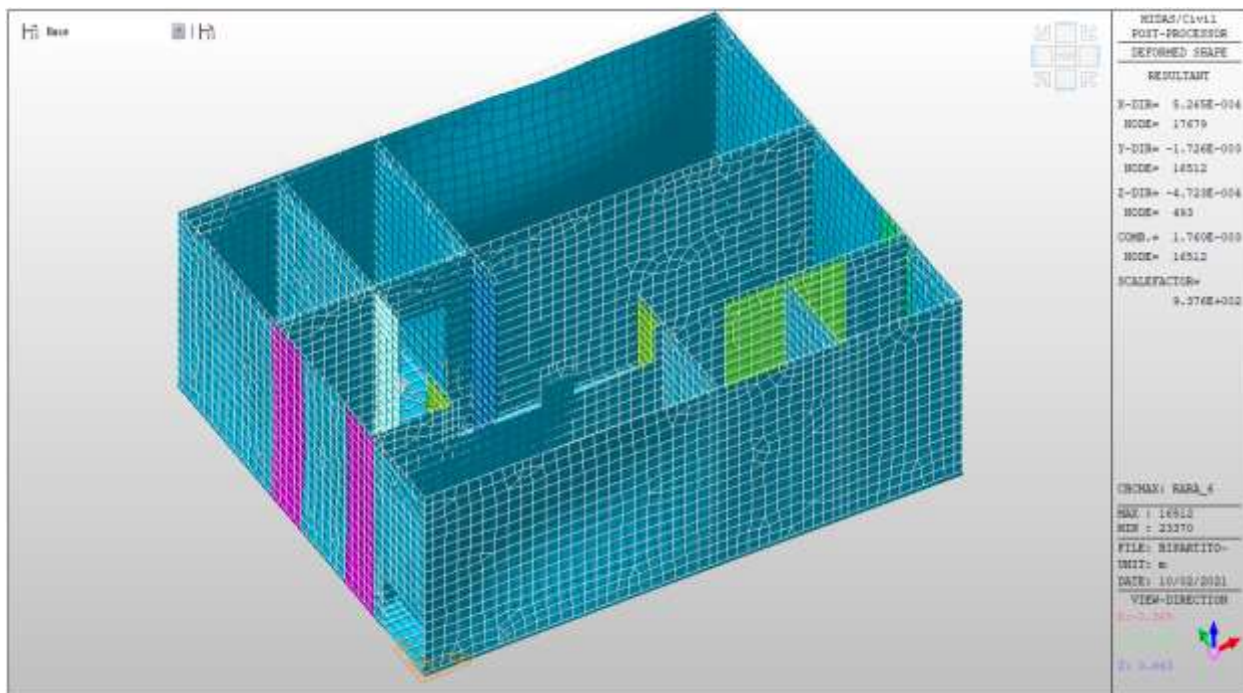


Figura 7-43 – Deformata sottostruttura SLE- RARA comb. RARA_6

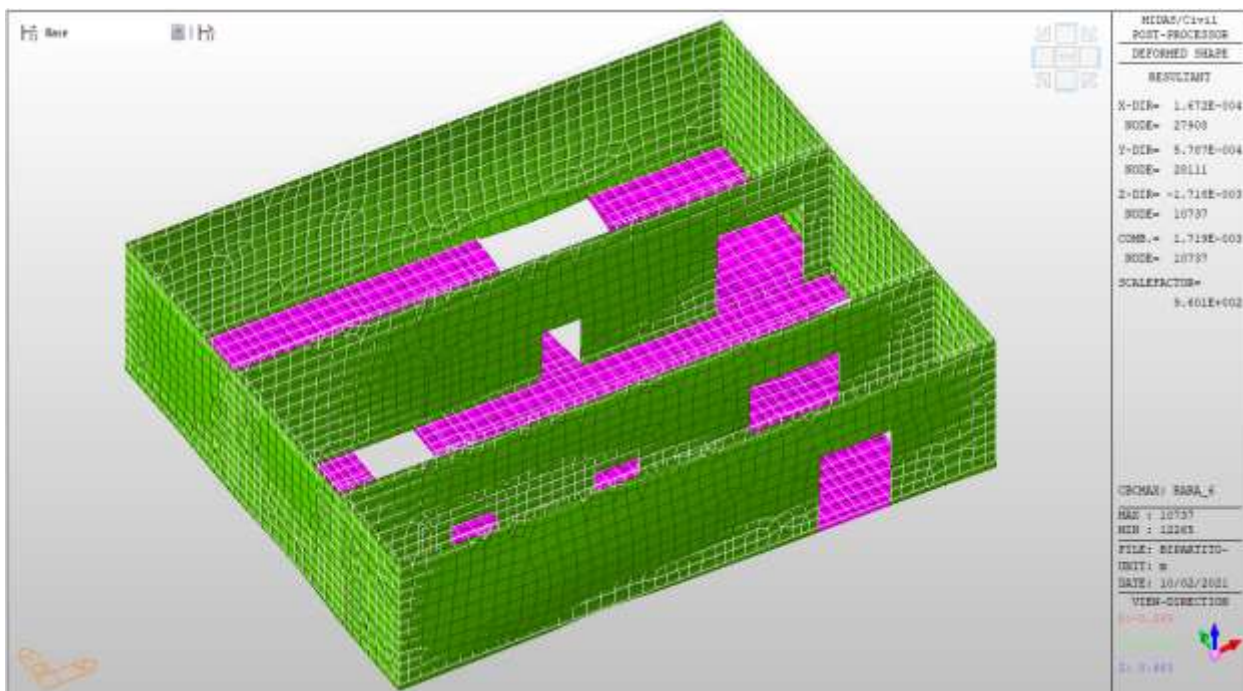


Figura 7-44 – Deformata struttura fuori terra SLE- RARA comb. RARA_6

7.9 Riepilogo incidenze

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

BIPARTITORE		
ELEMENTO	spessore (m)	incidenza (kg/m3)
PLATEA	1	130
SETTI PERIMETRALI INTERRATI	1	140
SETTI INTERNI INTERRATI	1	130
SOLAIO LIVELLO P.C.	0.5	170
SETTI PERIMETRALI FUORI TERRA	0.6	85
SETTI INTERNI FUORI TERRA	0.6	80
COPERTURA	0.5	90
TRAVI A SPESSORE SOLAIO P.C.	0.8x0.5	120
TRAVI EMERGENTI SOLAIO P.C.	0.5x1	100

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.

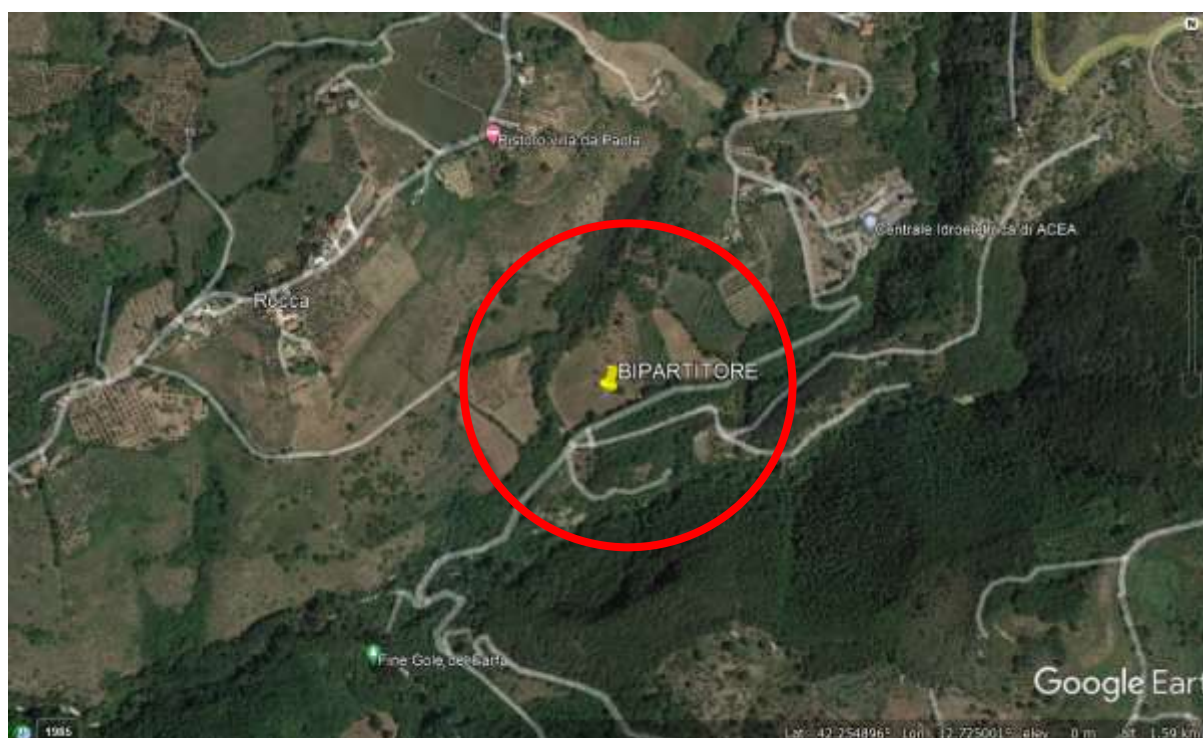


Figura 8-1 – Ubicazione del Manufatto BIPARTITORE

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:

- 1- 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 progressivi 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	γ_h (kN/m ³)	σ'_z (MPa)	f_d (MPa)	RMR	GSI	c' (MPa)	ϕ' (°)	E_m (MPa)
SCZ	Calcari marnosi e marne calcaree di colore grigio e marrone	6	26.0	82.90	4.61	III (51.16)	45	3.67	27	9421
MAI (+POD)	Calcari micritici ben stratificati	7	26.0	74.92	4.16	III (51.83)	49	3.59	28	10361
SBI	Calcari e calcari marnosi di colore bianco	7	25.8	85.10	4.73	III (51.42)	51	3.91	28	9836
SAA	Calcari micritici, calcari marnosi e marne di colore rosa, aranciose e nocciola	3	25.9	75.21	4.18	III (53.33)	48	3.14	27	6015
VAS	Calcari marnosi, marne a tonde argillose, dal rosa, al rosso al grigio	2	26.3	105.46 *	5.86 *	III (51.00)	28	3.07	21	1348
FUC	Calcari, calcari marnosi, marne a mattoni argillose polverose	1	25.7	101.40 *	5.63 *	III (48.00)	25	2.78	20	1050

* Parametri di resistenza ottenuti dalle prove di Point Load condotte sulle formazioni che presentano alterazioni, in quanto riferiti alla sola componente arenacea

K₁₁ Litologia: MAI GSI: 55 RMR: 50 (II) Jv: 12	K₁₆ Litologia: SAA GSI: 50 RMR: 53 (II) Jv: 15	K₁₉ Litologia: VAS GSI: 40 RMR: 53 (II) Jv: 7.2	K₂₇ Litologia: MAI GSI: 60 RMR: 60 (II) Jv: 8.8	K₁₃ Litologia: FUC GSI: 30 RMR: 48 (II) Jv: 18	K₁₇ Litologia: MAI GSI: 35 RMR: 43 (II) Jv: 18.4	K₂₄ Litologia: SBI GSI: 55 RMR: 41 (II) Jv: 22.9	K₂₈ Litologia: MAI GSI: 25 RMR: 43 (II) Jv: 24	K₁₅ Litologia: SBI GSI: 45 RMR: 53 (II) Jv: 14.9	K₁₈ Litologia: SBI GSI: 55 RMR: 50 (II) Jv: 12.8	K₂₅ Litologia: SBI GSI: 60 RMR: 50 (II) Jv: 10.8
--	--	---	---	--	--	--	--	--	--	--

DEPOSITI E COPERTURE QUATERNARE		Valori medi da prove SPT				Valori medi da prove penetrometriche			Modello Et statico da geotecnica		Range valori da prove di laboratorio						
Unità litotecnica	Descrizione	n° prove	C_u (MPa)	ϕ' (°)	E_d (MPa)	n° prove	L_p (MPa)	ϕ_{norm} (°)	E_d (MPa)	n° prove	γ (kN/m ³)	prova triassiale		prova oedometrica		SI	
												σ'_1 (MPa)	ϕ' (°)	σ'_{1max} (MPa)	σ'_{1min} (MPa)	σ'_{1max} (MPa)	σ'_{1min} (MPa)
AI1 (Piana San Vittorino)	Argille rosse, marne e sabbie con ghiaie (sabbie rosse)	9	53	-	4	-	-	-	-	9	18-20	9-40	22-36	1.6	4.8	7.5	-
AI1 (Viale del Salice)	Sabbie e ghiaie medio-fine con ghiaie sferoidalmicrozad (sabbie gravellate)	32	-	31	11	-	-	-	-	7	18-21	7-11	27-38	4.3	6.1	10.4	-
AI1 (Viale del Salice)	Sabbie in mattoni sabbioso argillose	12	-	31	13	-	-	-	-	32	17-21	7-9	29-36	4.4	4.7	6.5	-
AI1 (Viale del Tarone)	Sabbie fine limose con ghiaie arenose	6	-	38	10	-	-	-	-	8	18-21	10-12	26-38	5.5	4.3	7.0	-
AI1 (Fosso di Anania)	Argille gialle in mattoni limoso-sabbioso con ghiaie sabbioso-fine	17	-	31	12	-	-	-	-	3	17-19	9-30	24-30	3.2	4.7	4.6	-
FLG	Argille limose con sferoidalmicrozad sabbioso fine	33	-	35	25	-	-	-	-	4	17-19	35-45	38-39	4.0	6.7	7.3	150-300
IRB	Sabbie rosse con sferoidalmicrozad da cavastrati a mattoni sabbiosi	/	/	/	/	8	338	42	307	7	18-19						
IRB	Complesso di cavastrati, con ghiaie sabbiose, ghiaie e calcaree	/	/	/	/	1	333	41	302	1	20						
IRC	Complesso di cavastrati con ghiaie sabbiose e calcaree sabbiose	12	-	38	23	7	302	41	327	8	17.5-20						

Nuovo manufatto Bipartitore (Salisano)

Profondità (m da p.c.)	Unità Litotecnica	γ_n (kN/m ³)	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)	ϕ' (°)	E_y (MPa)	γ_n (kN/m ³)
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	γ_n (kN/m ³)	σ_c (MPa)	f_t (MPa)	RMR	GSI	c' (MPa)	ϕ' (°)	E_m (MPa)
MAI (+POD)	Calcari micritici ben stratificati	7	26.0	74.92	4.16	III (51.83)	49	3.59	28	10361

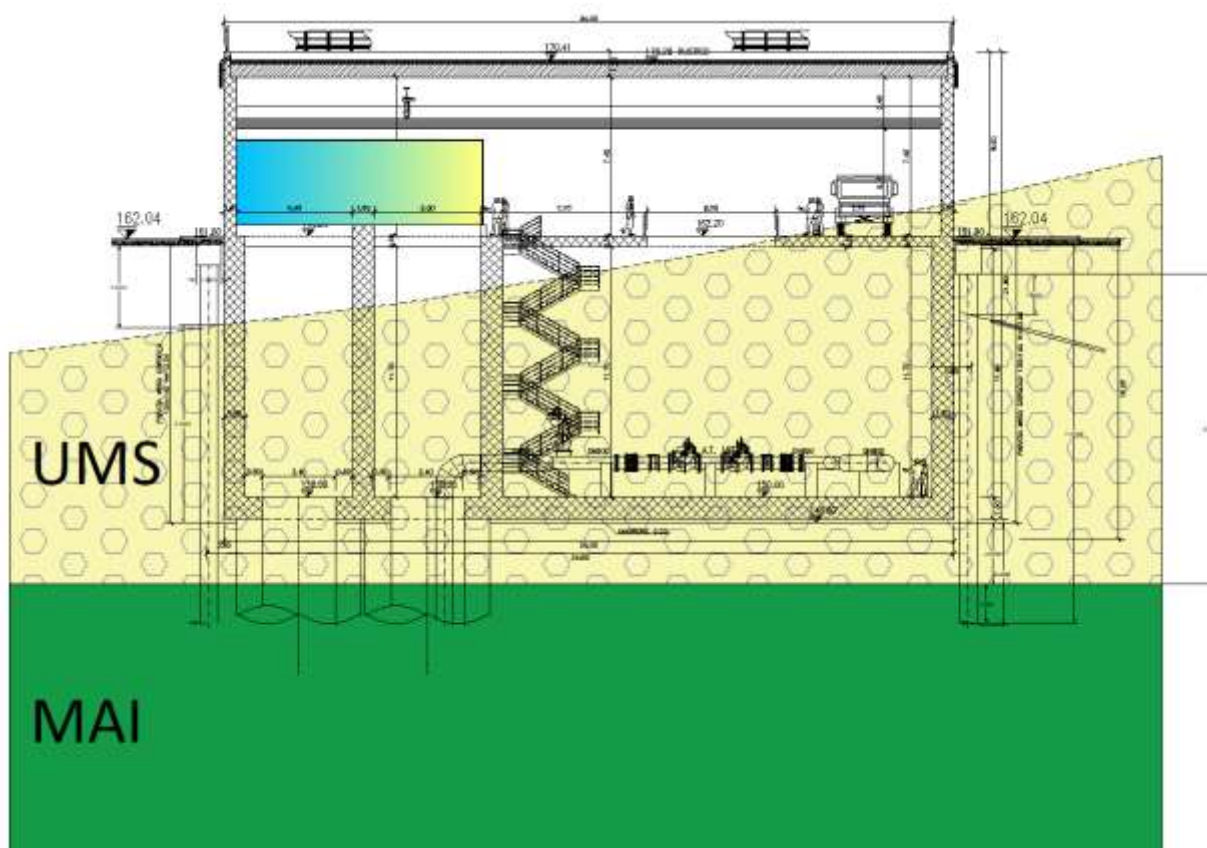


Figura 8-4 – Inserimento opera nella stratigrafia geologica di riferimento

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

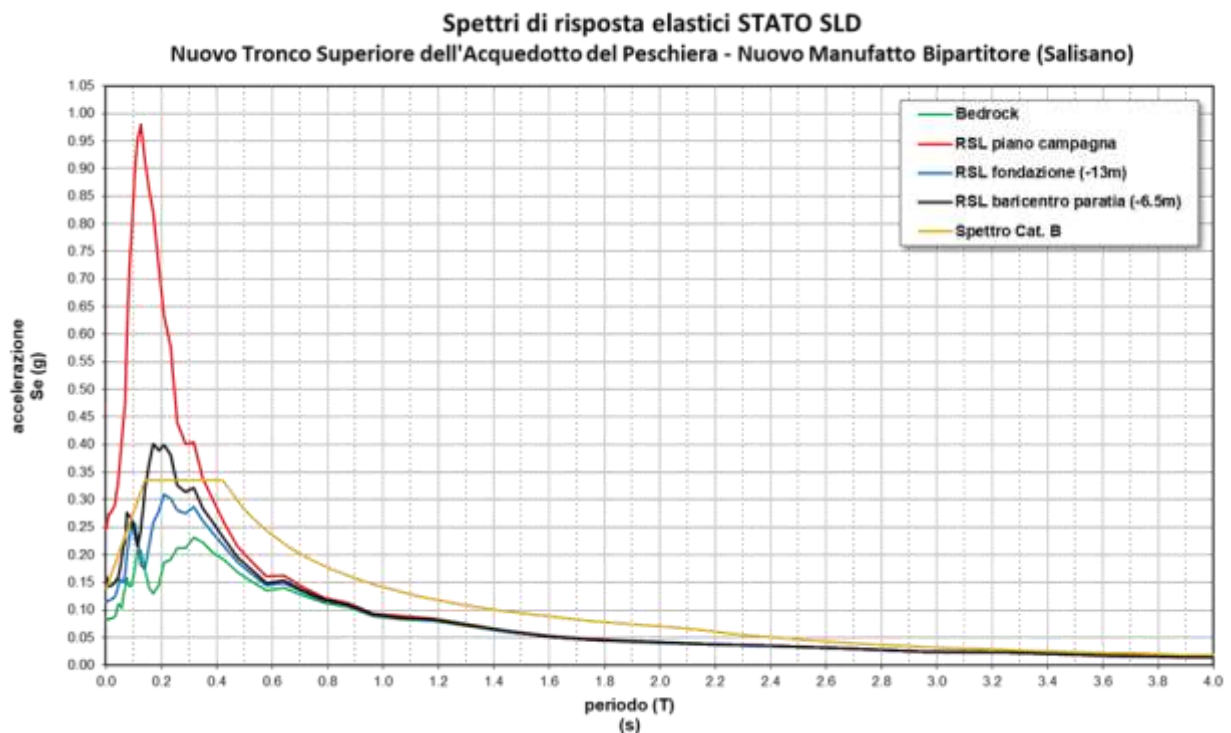
8.3 Inquadramento sismico

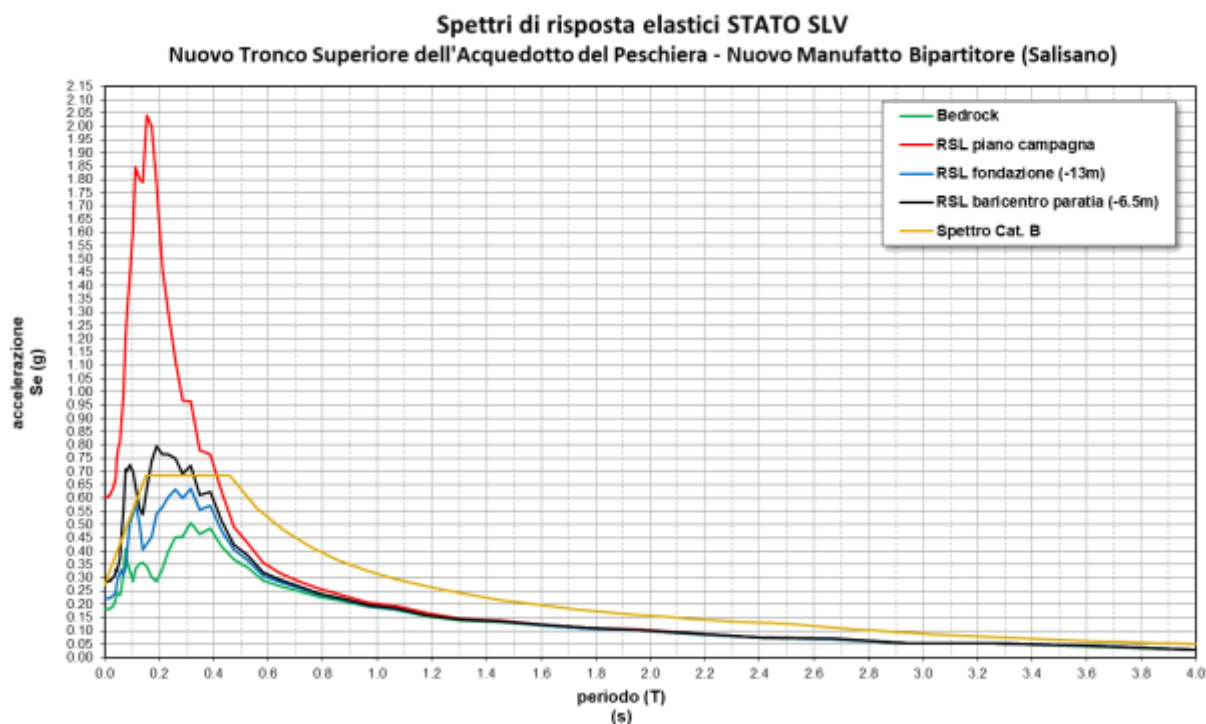
In riferimento al livello di prestazione rispetto alla durabilità si assume un valore di VN pari a 100 anni. Vista la rilevanza che l’opera assume e la sua strategicità, la stessa dovrà essere progettata in classe d’uso IV. Inoltre, è opportuno segnalare come l’assunto di opera strategica, e quindi aver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

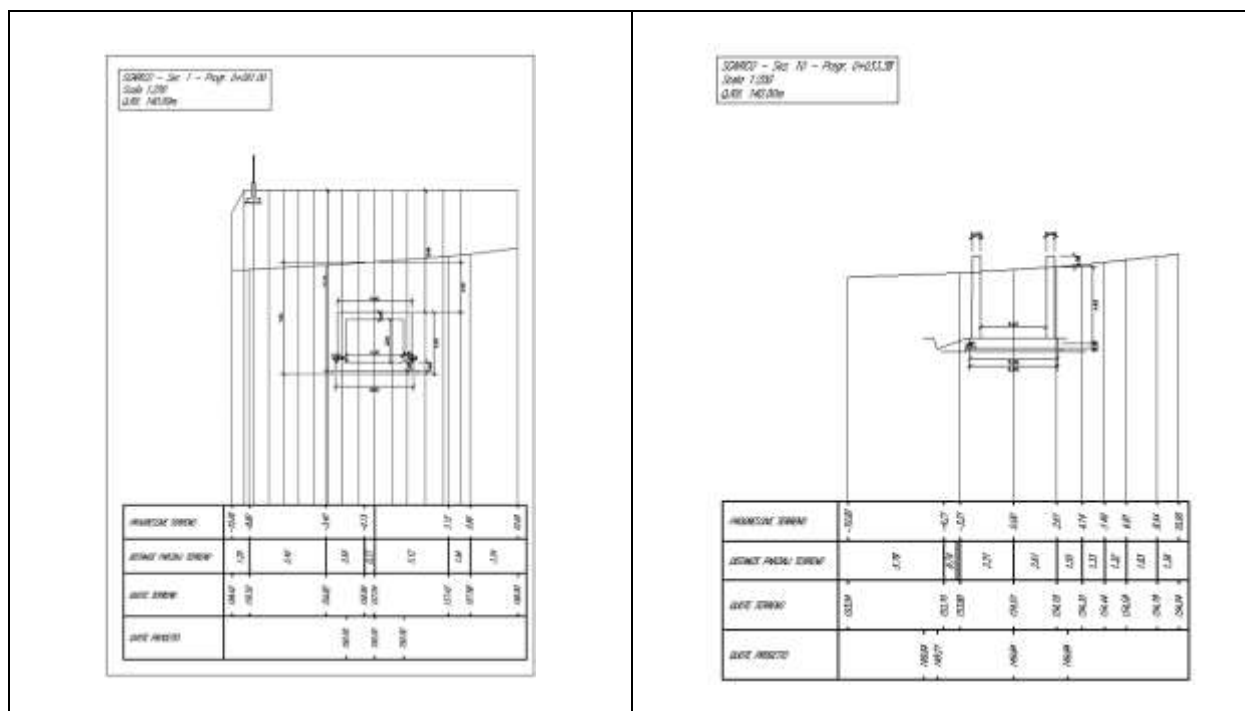
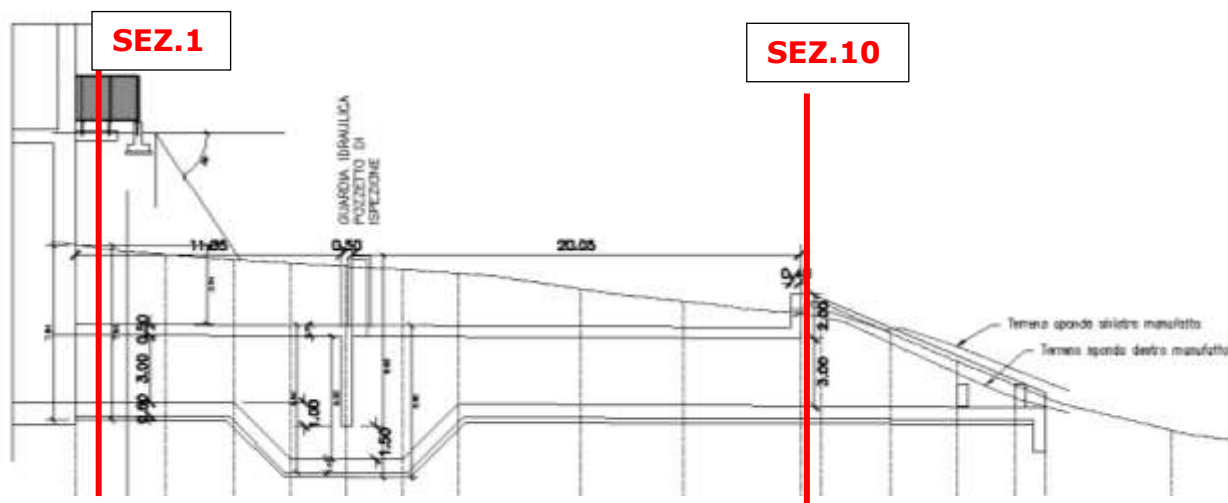


Figura 8-5 – Sezioni S1 e S10 utilizzate nella definizione dei modelli di calcolo

Di seguito i modelli FEM analizzati:

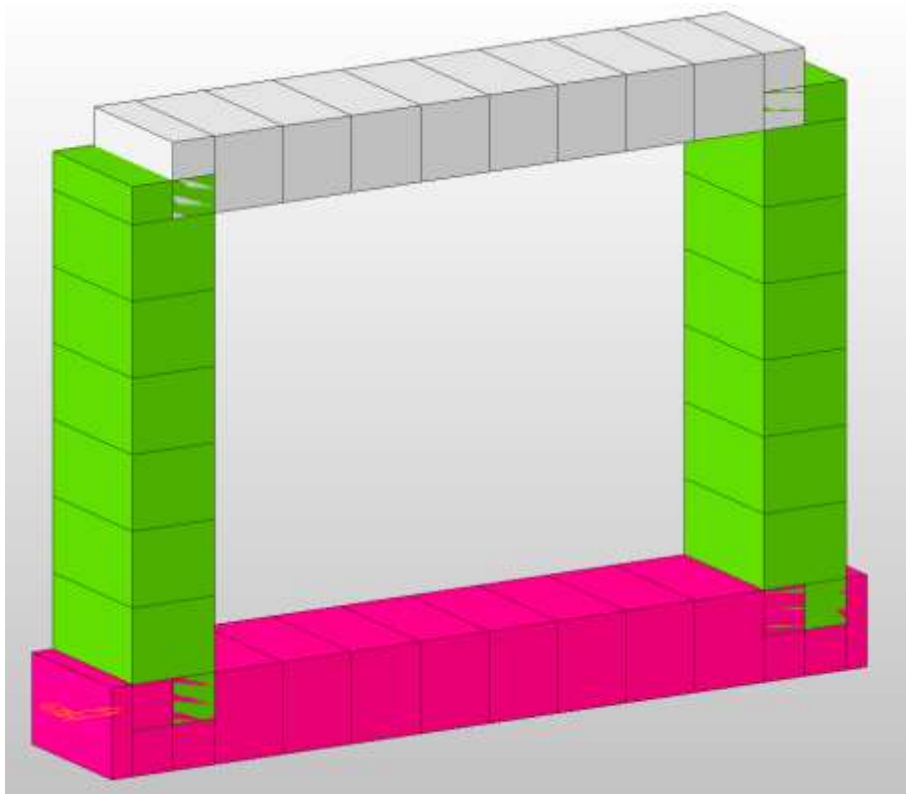


Figura 8-6 – Canale di scarico, Sezione 1

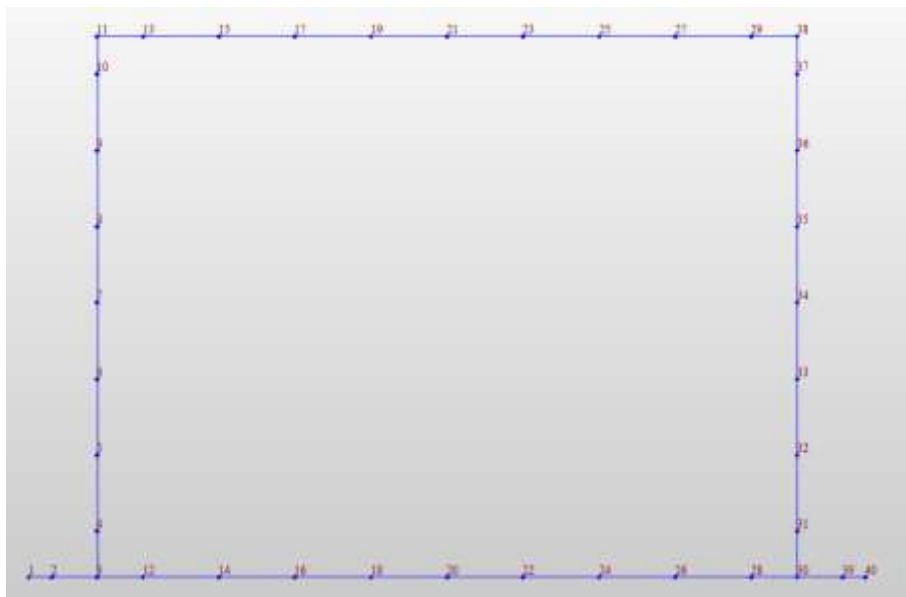


Figura 8-7 – Canale di scarico, Sezione 1- Numerazione nodi

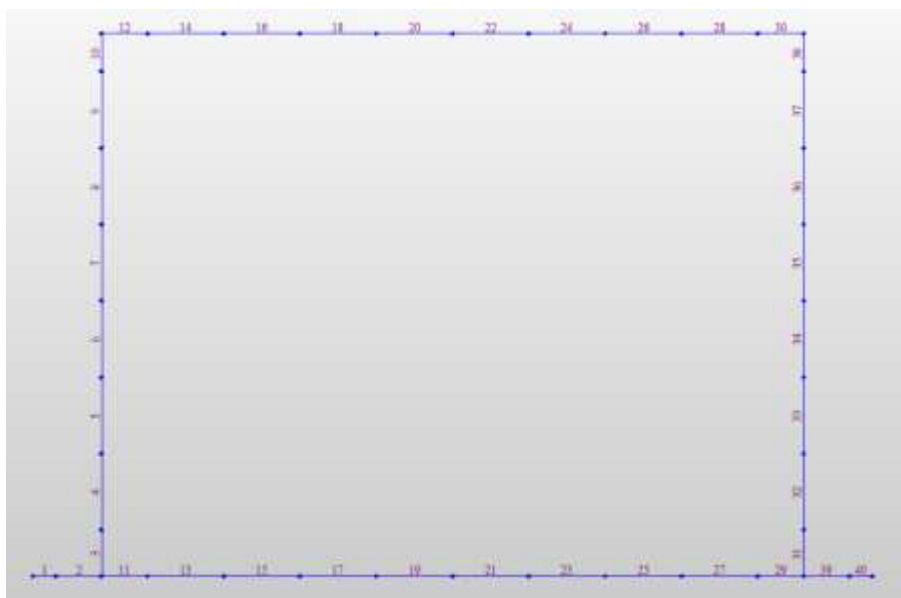


Figura 8-8 – Canale di scarico, Sezione 1- Numerazione aste

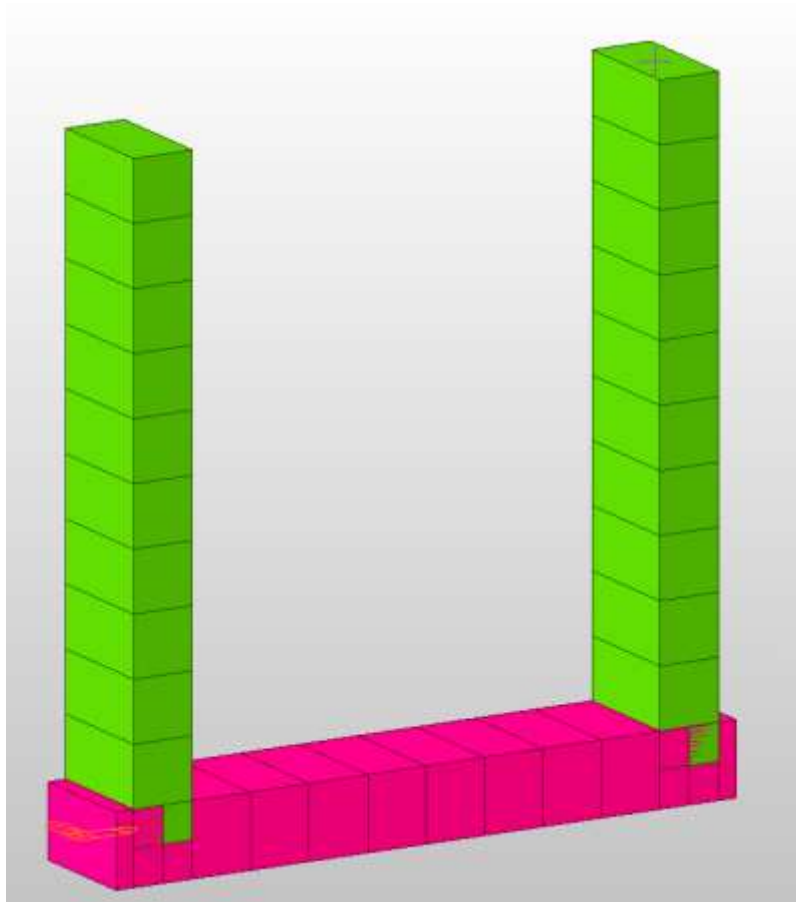


Figura 8-9 – Canale di scarico, Sezione 10

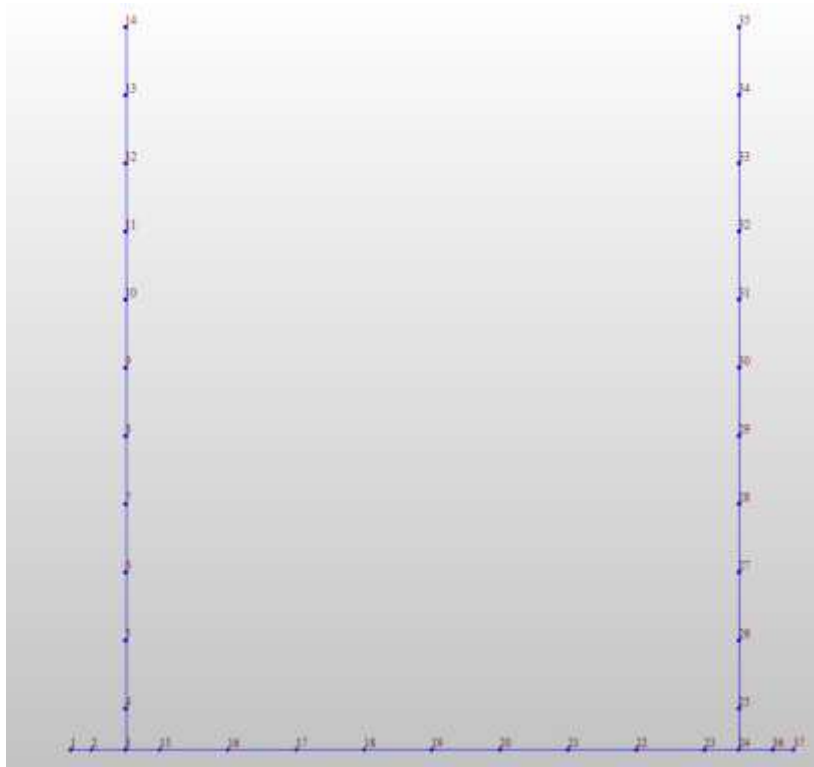


Figura 8-10 – Canale di scarico, Sezione 10- Numerazione nodi

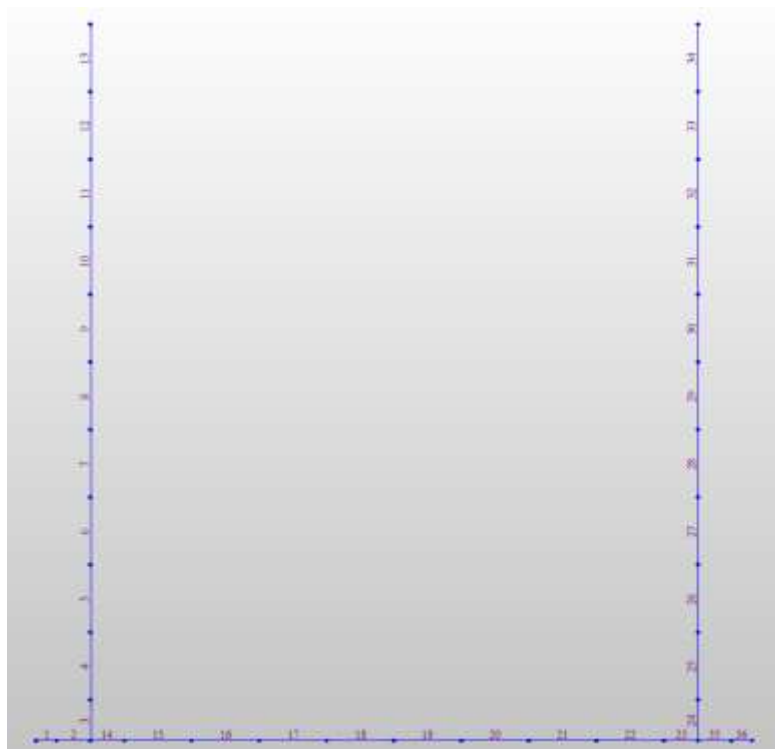


Figura 8-11 – Canale di scarico, Sezione 10- Numerazione aste

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: $20 \times 8.5 = 170 \text{ kN/m}^2$

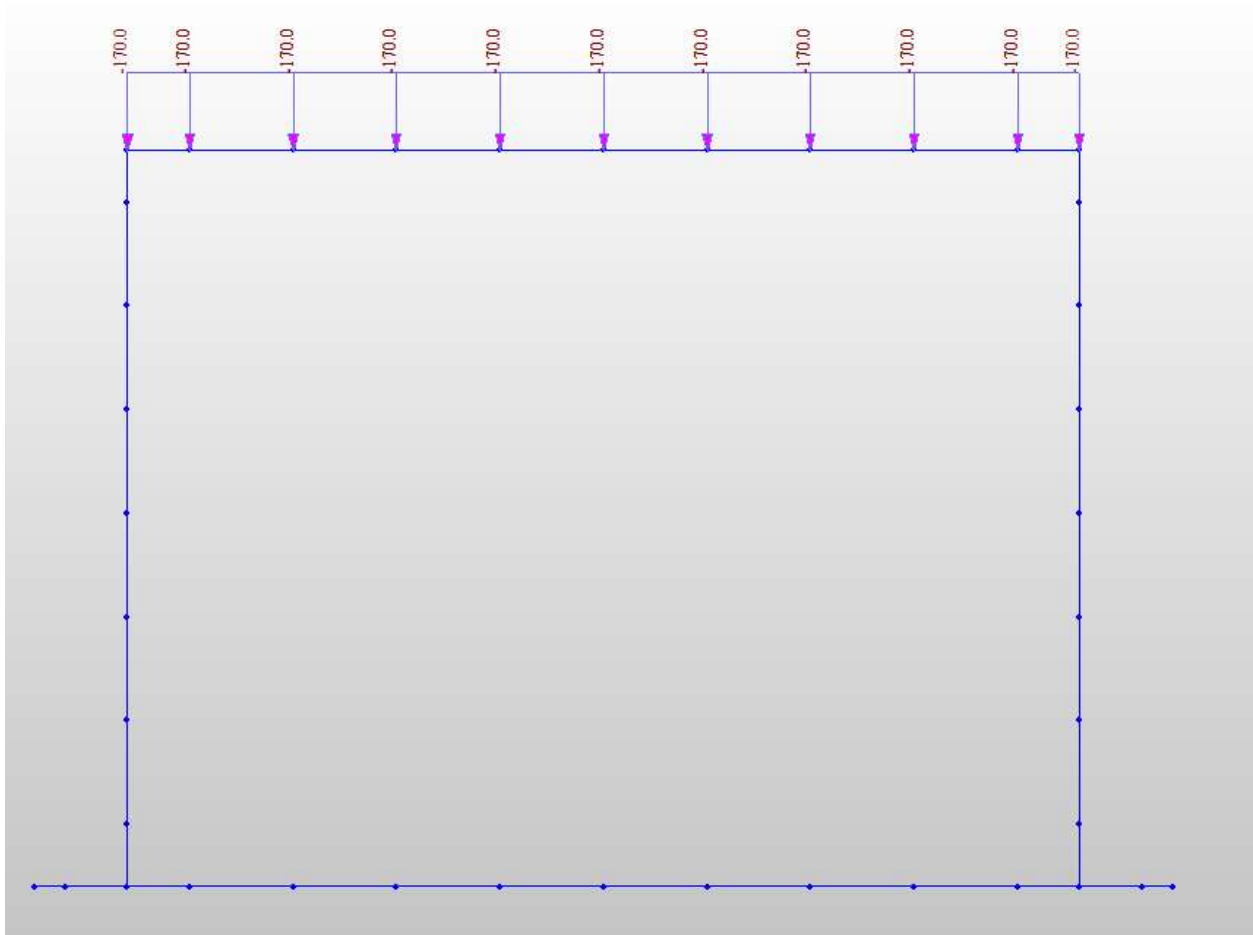


Figura 8-12 – SCARICO – Caso di carico "G2k riempimento"

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 kN/m^2	1.00	Carico neve di calcolo 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			

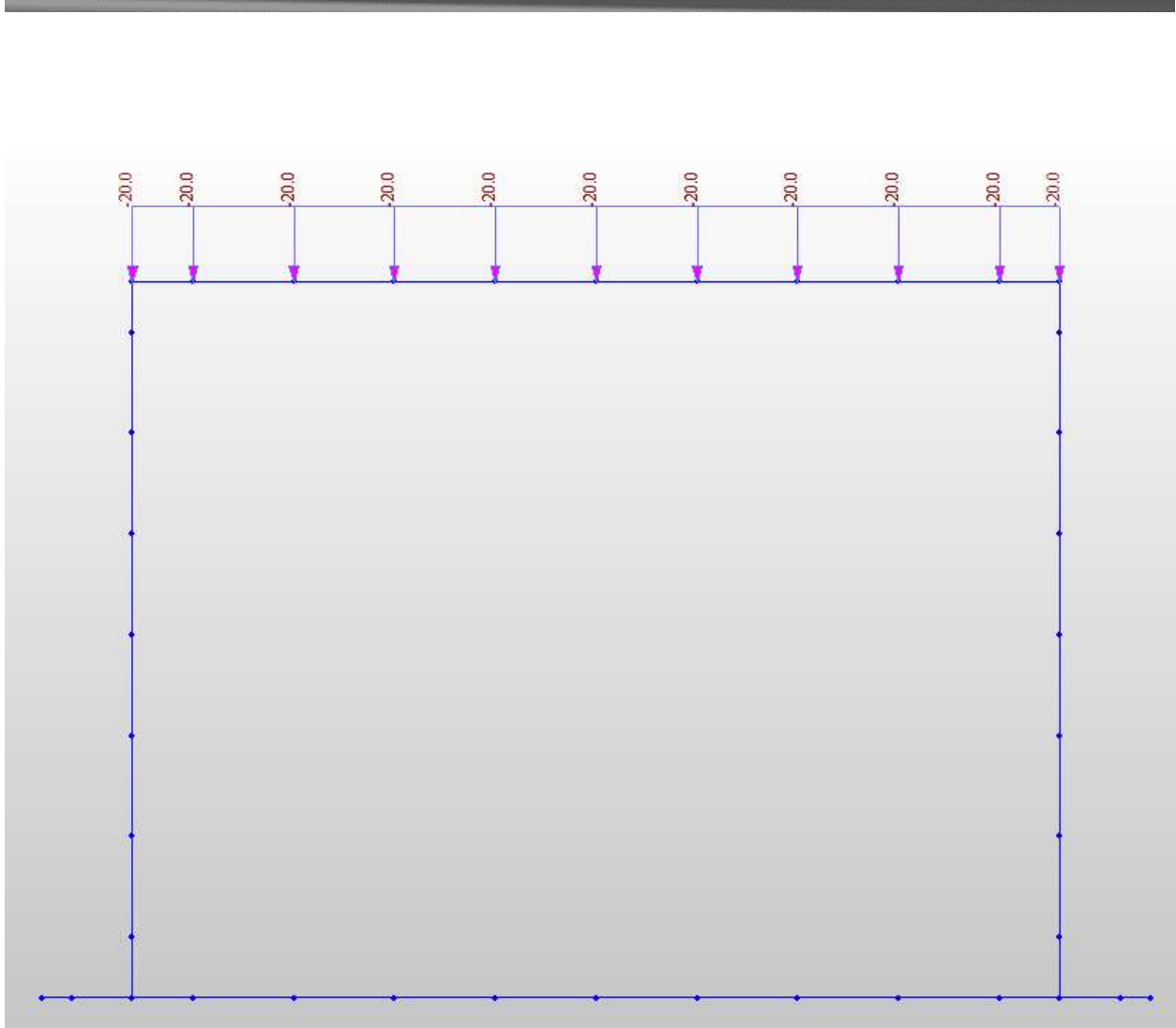


Figura 8-13 – Scarico – Caso di carico " Q2k mezzi 20kPa"

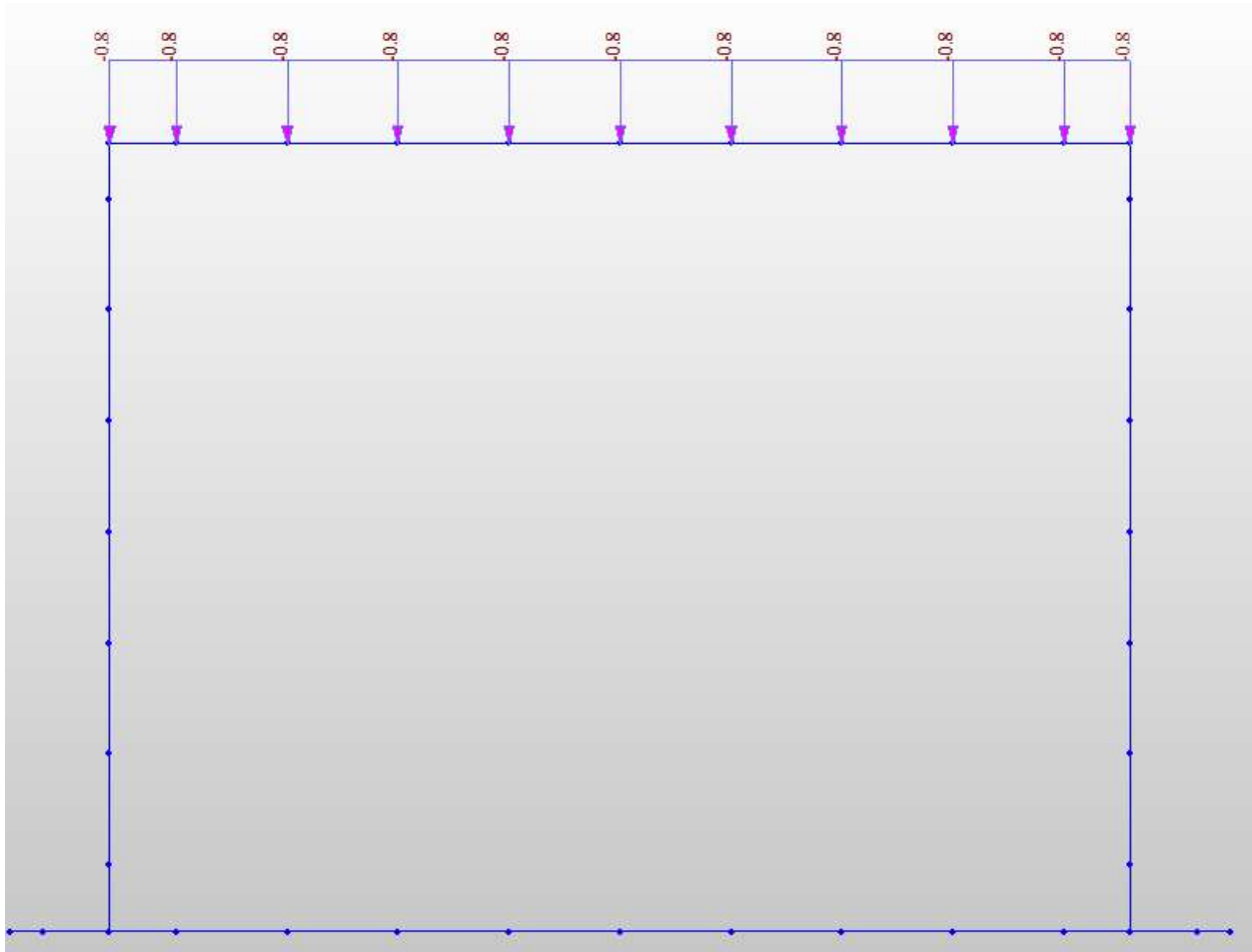


Figura 8-14 – Scarico – Caso di carico "Q2k Neve"

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 =

$$\gamma_w x h = 10 \times 3.00 = 30 \text{ kN/m}^2;$$

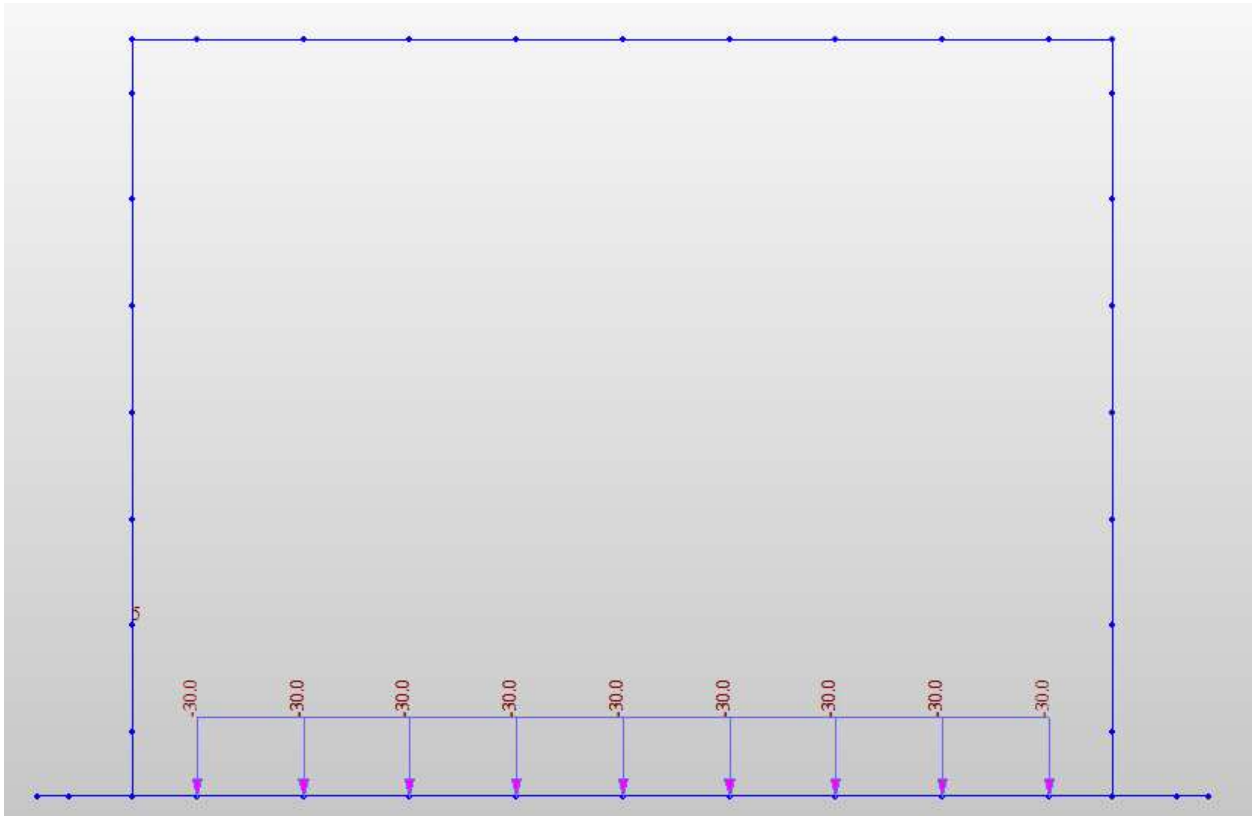


Figura 8-15 – SCARICO – Caso di carico "Peso verticale G2k_PESO ACQUA"

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:

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

Dove:

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

Si ottiene:

Spinta statica terreno

$\phi =$	41	*
$K_0 =$	0.344	
$\gamma_{nat} =$	20	kN/m ³
$z_{min} =$	8.75	m
$z_{max} =$	12.3	m
$\sigma_h(z_{min}) =$	60.2	kN/m ²
$\sigma_h(z_{max}) =$	84.6	kN/m ²

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

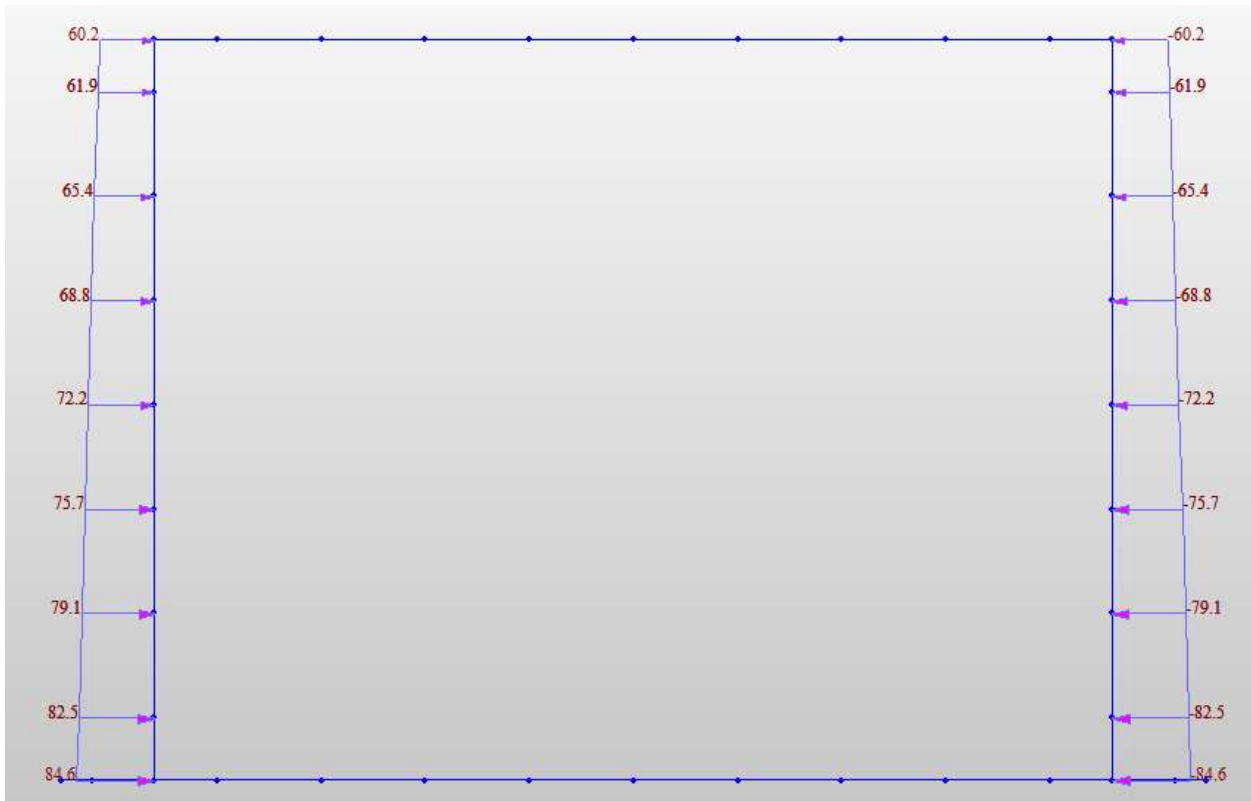


Figura 8-16 – Andamento delle tensioni orizzontali totali – Applicazione pareti perimetrali interrato.

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:

- γ_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 $\gamma_w \times z = 10 \times 3.00 = 30 \text{ kPa}$:

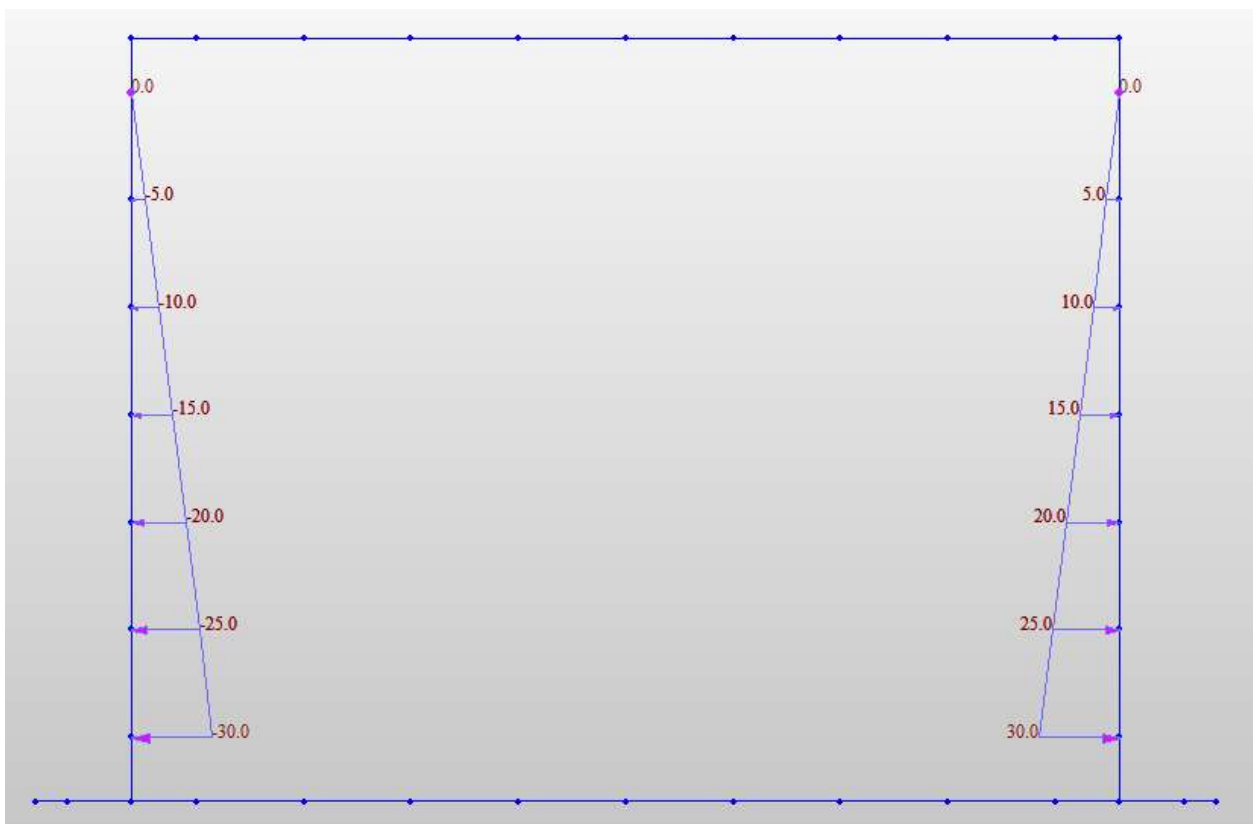


Figura 8-17 – SCARICO – Caso di carico "G2k_Spinta Acqua"

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:

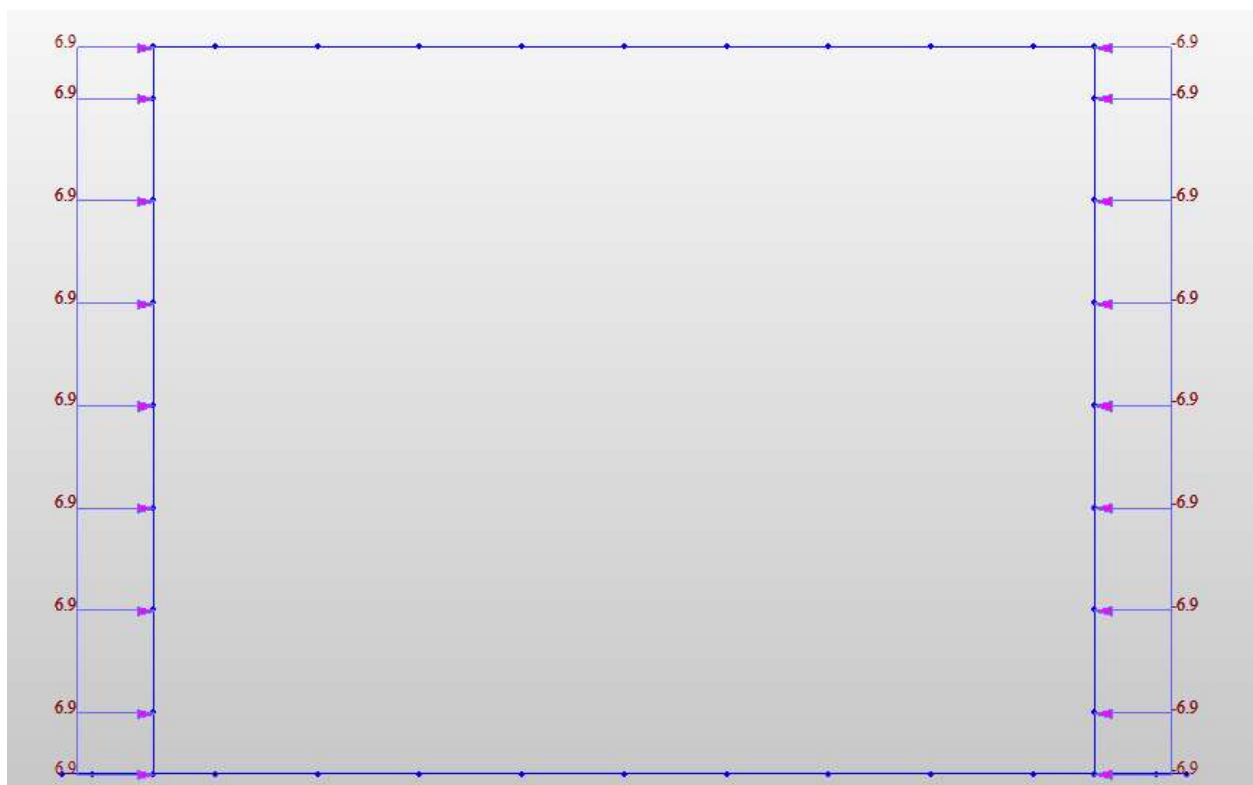


Figura 8-18 – Scarico – Caso di carico “Qk spinta sovraccarico 20kPa”

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=	0.221	-
γ =	20	kN/m ²
H=	4.1	m
ΔP_w =	18	kN/m ²

Tabella 8.1 – Incremento di spinta delle terre per effetto del sisma

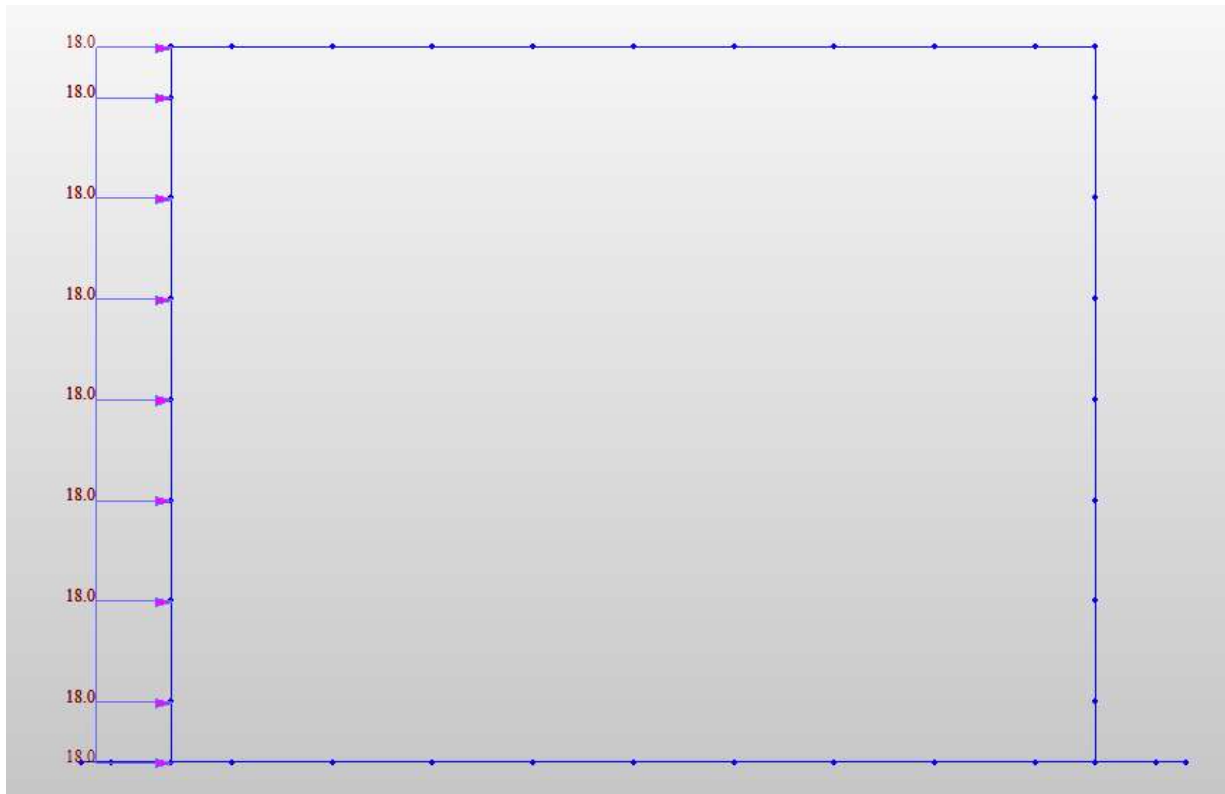


Figura 8-19 – Assegnazione incremento dinamico spinta terre – wood in dir. +X

▪ **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

$$P_{\max} (z=3.00\text{m}) = 7/8 \times 0.221 \times 10 \times (3.00 \times 3.00)^{0.5} = 5.8 \text{ kPa}$$

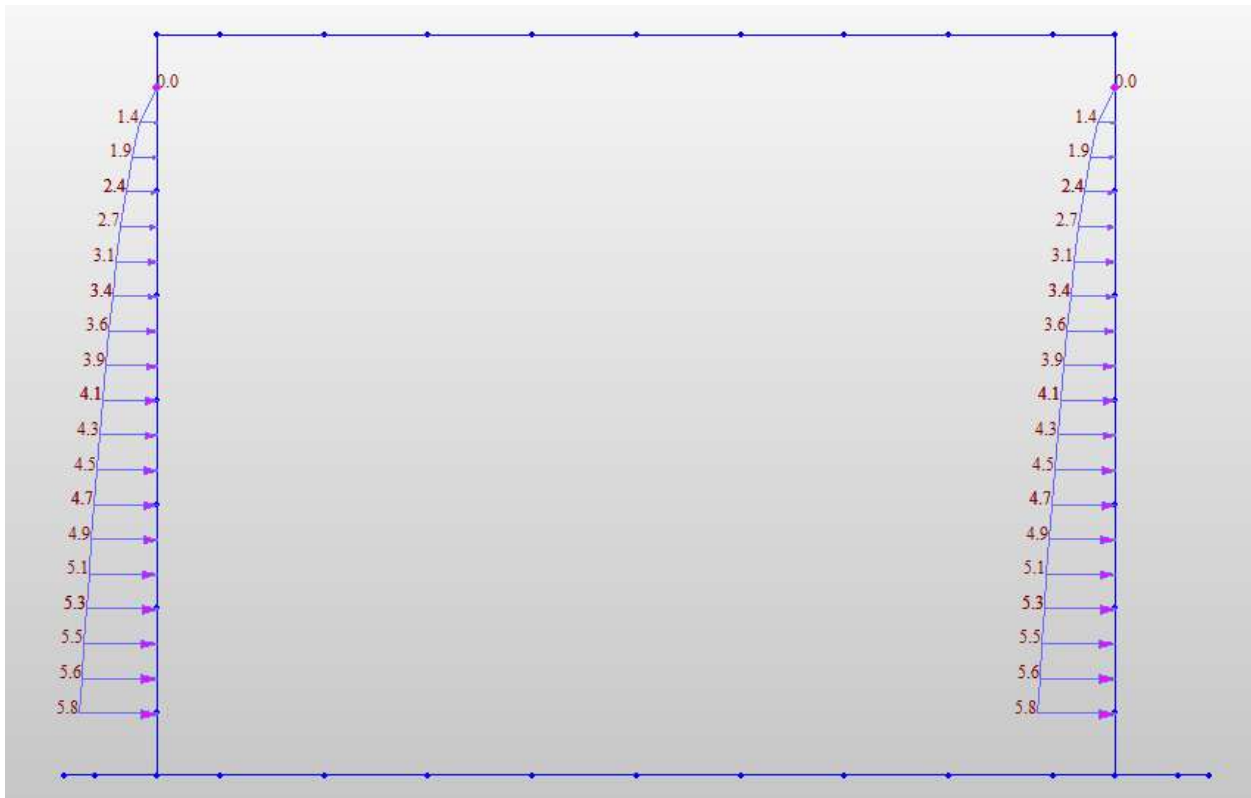


Figura 8-20 – Incremento pressione idrodinamica acqua di invaso in direzione +x

▪ **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.

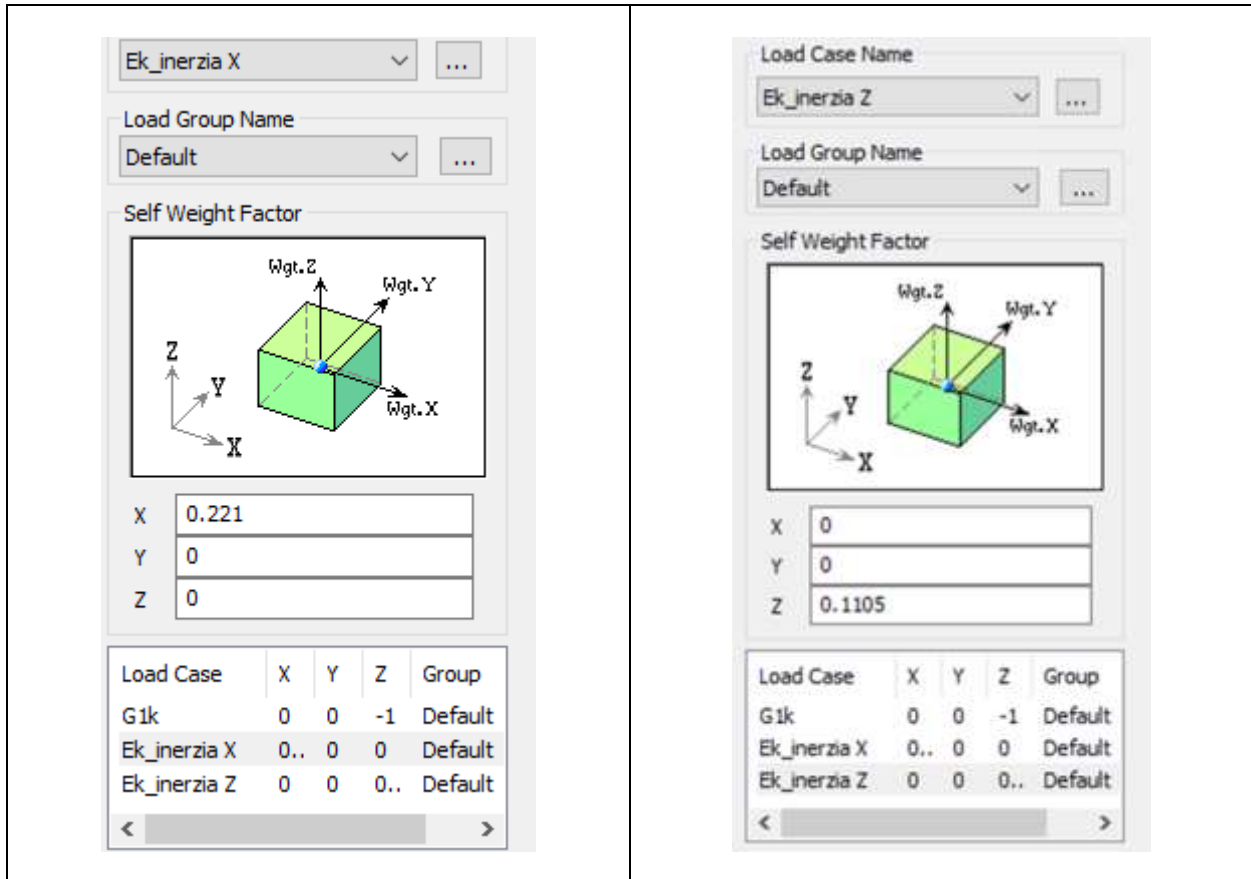


Figura 8-21 – Forze di inerzia della struttura in direzione +X e +Z

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:

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

$$A_s = C(cN_c s_c + 0.5\gamma B N_{\gamma} s_{\gamma})$$

$$B_s Z^1 = C(\gamma N_q s_q) Z^1$$

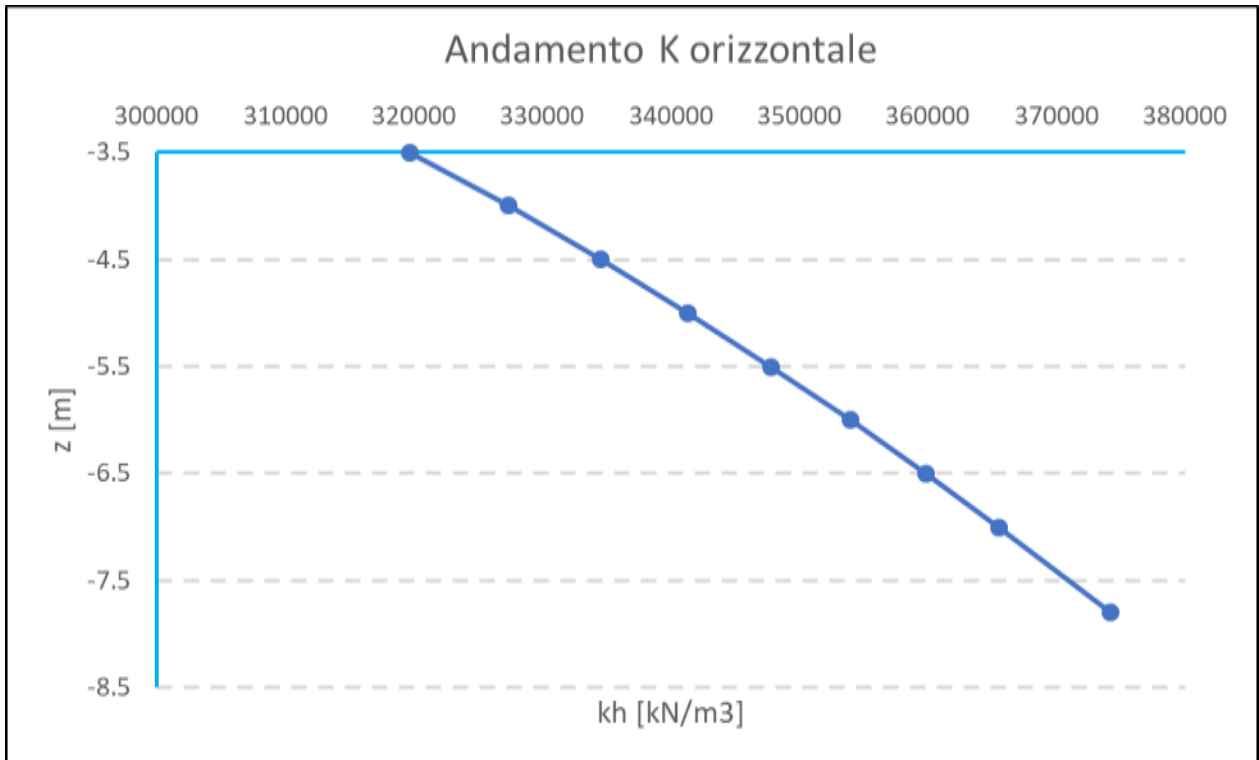
Molla verticale in fondazione a z=-7.8 da pc

$k_s = A_s + B_s \times Z^n = 374222$ [kN/m³] **valore della molla verticale da applicare al modello**

C	40	[kN/m ³]	fattore che dipende dal sistema di misura
c'	0	[kN/m ²]	coesione
Nc	83.86	[-]	
Sc	1	[-]	
ϕ'	41	[°]	angolo di resistenza a taglio
γ	20	[kN/m ³]	peso unità di volume
B=	6	[m]	larghezza fondazione
N _y	95.05	[-]	
S _y	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	5.5	[m]	
c'*Nc*sc= 0			
0.5* γ *B*N _y *s _y = 5227.885			
As= 209115			
γ *N _q *s _q = 1477.938			
Bs= 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 $K_s = 347000 \text{ kN/m}^3$.

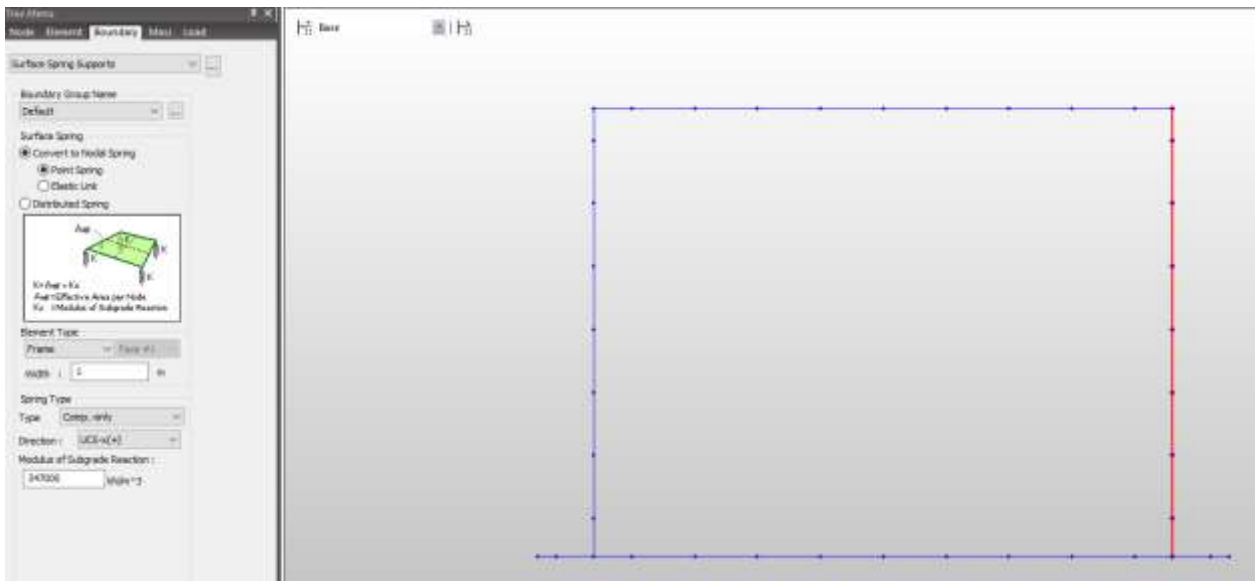


Figura 8-22 – Modalità di assegnazione delle molle "compression only"- Parete perimetrale interrata EST

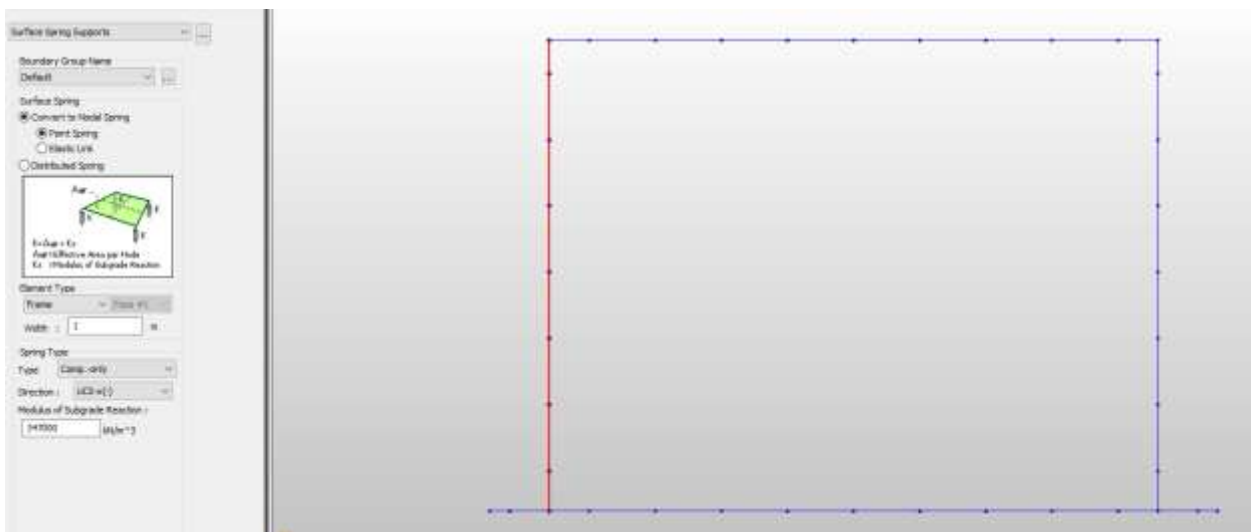


Figura 8-23 – Modalità di assegnazione delle molle "compression only"- Parete perimetrale interrata OVEST

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 =
 $\gamma_w \times h = 10 \times 5.00 = 50 \text{ kN/m}^2$;

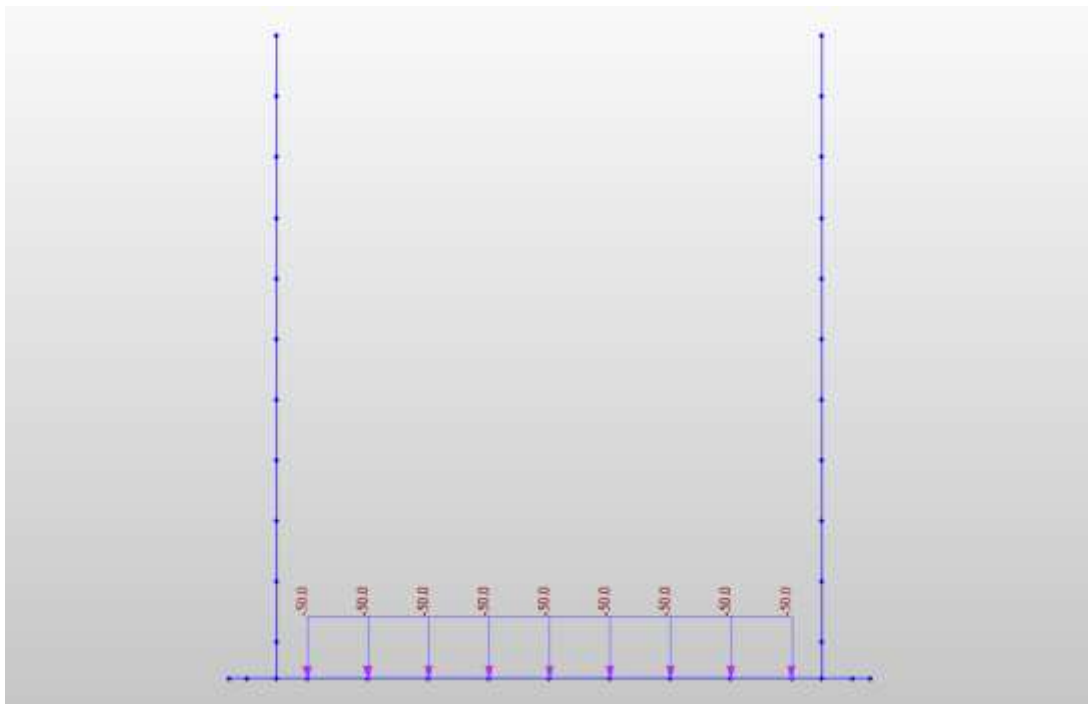


Figura 8-24 – SCARICO – Caso di carico “Peso verticale G2k_PESO ACQUA”

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 kN/m^2	1.00	Carico neve di calcolo 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			

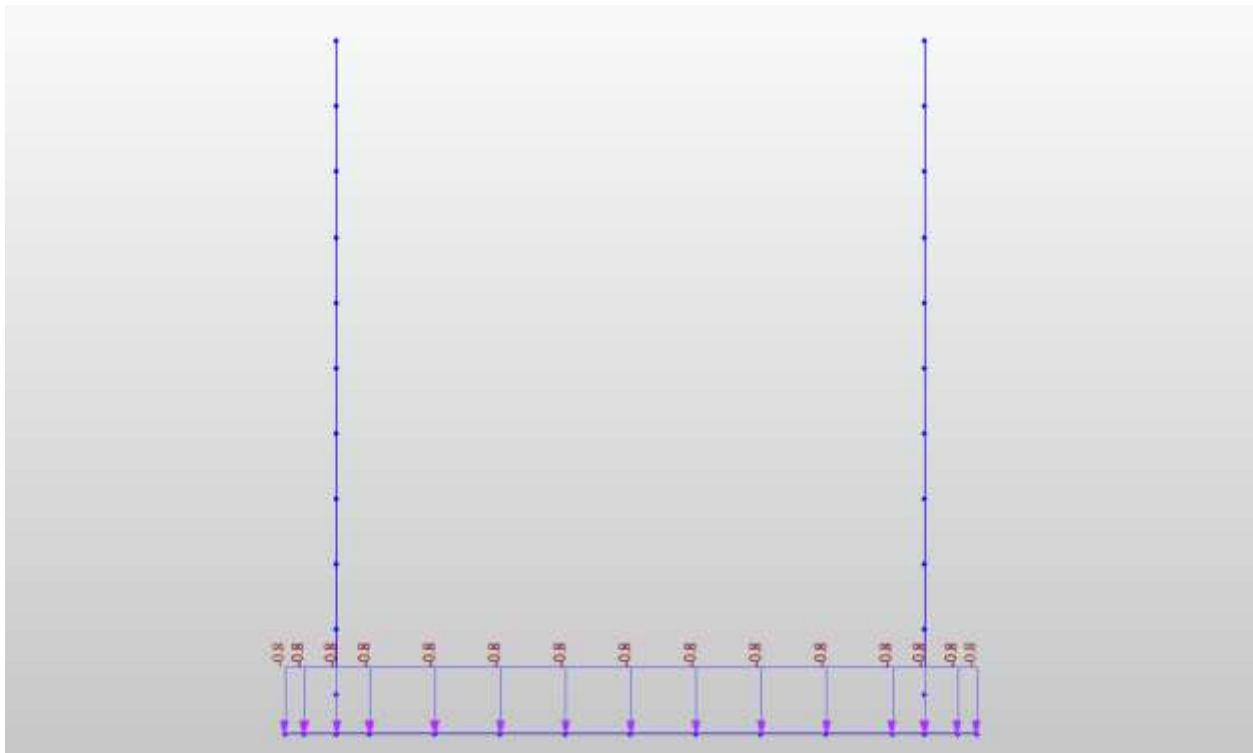


Figura 8-25 – SCARICO – Caso di carico “ Q_k neve”

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:

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

Dove:

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

Si ottiene:

Spinta statica terreno

$\phi =$	41	*
$K_0 =$	0.344	
$\gamma_{nat} =$	20	kN/m ³
$z_{min} =$	0	m
$z_{max} =$	5.3	m
$\sigma_h(z_{min}) =$	0.0	kN/m ²
$\sigma_h(z_{max}) =$	36.5	kN/m ³

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

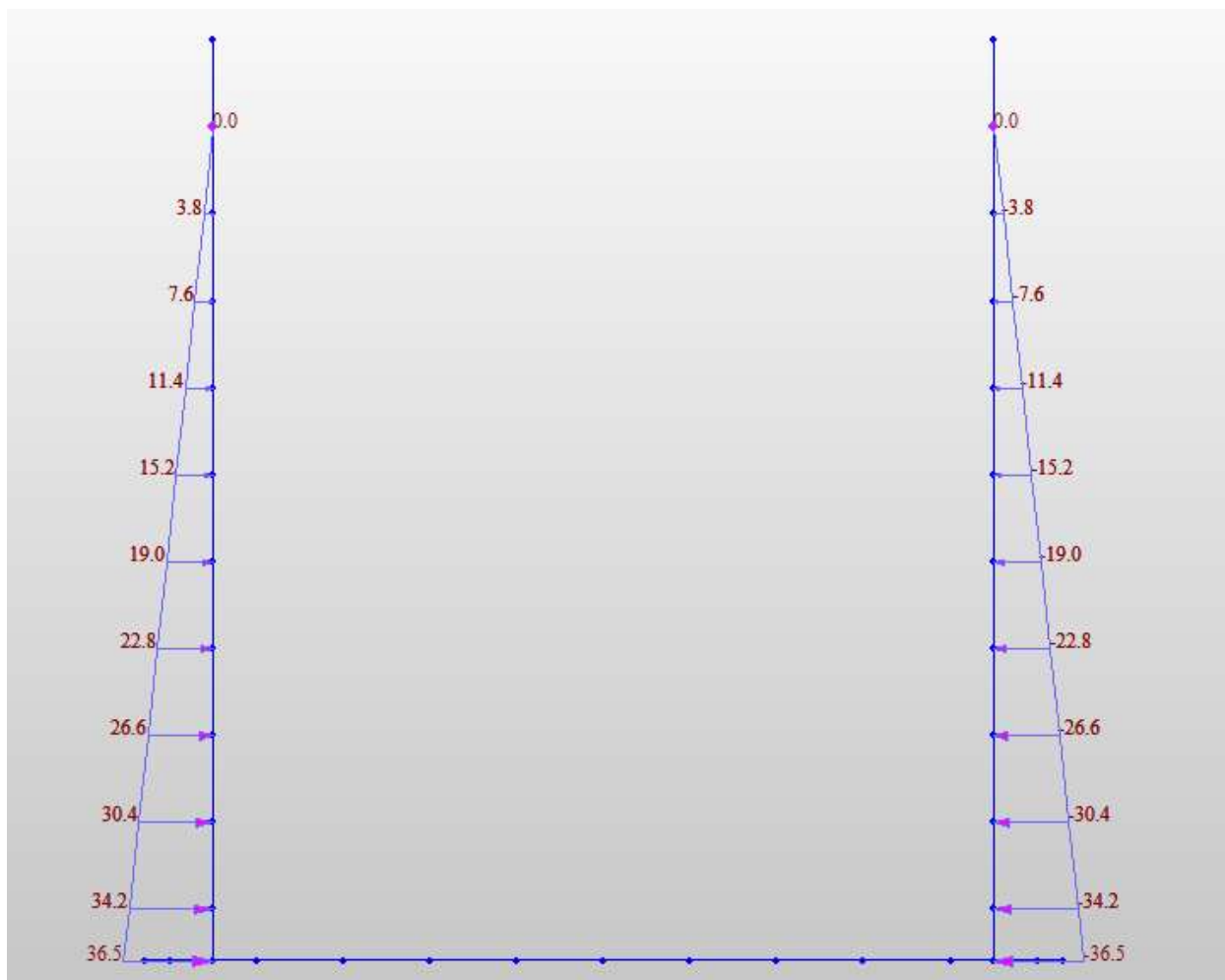


Figura 8-26 – Andamento delle tensioni orizzontali totali – Applicazione pareti perimetrali interrato.

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:

- γ_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:

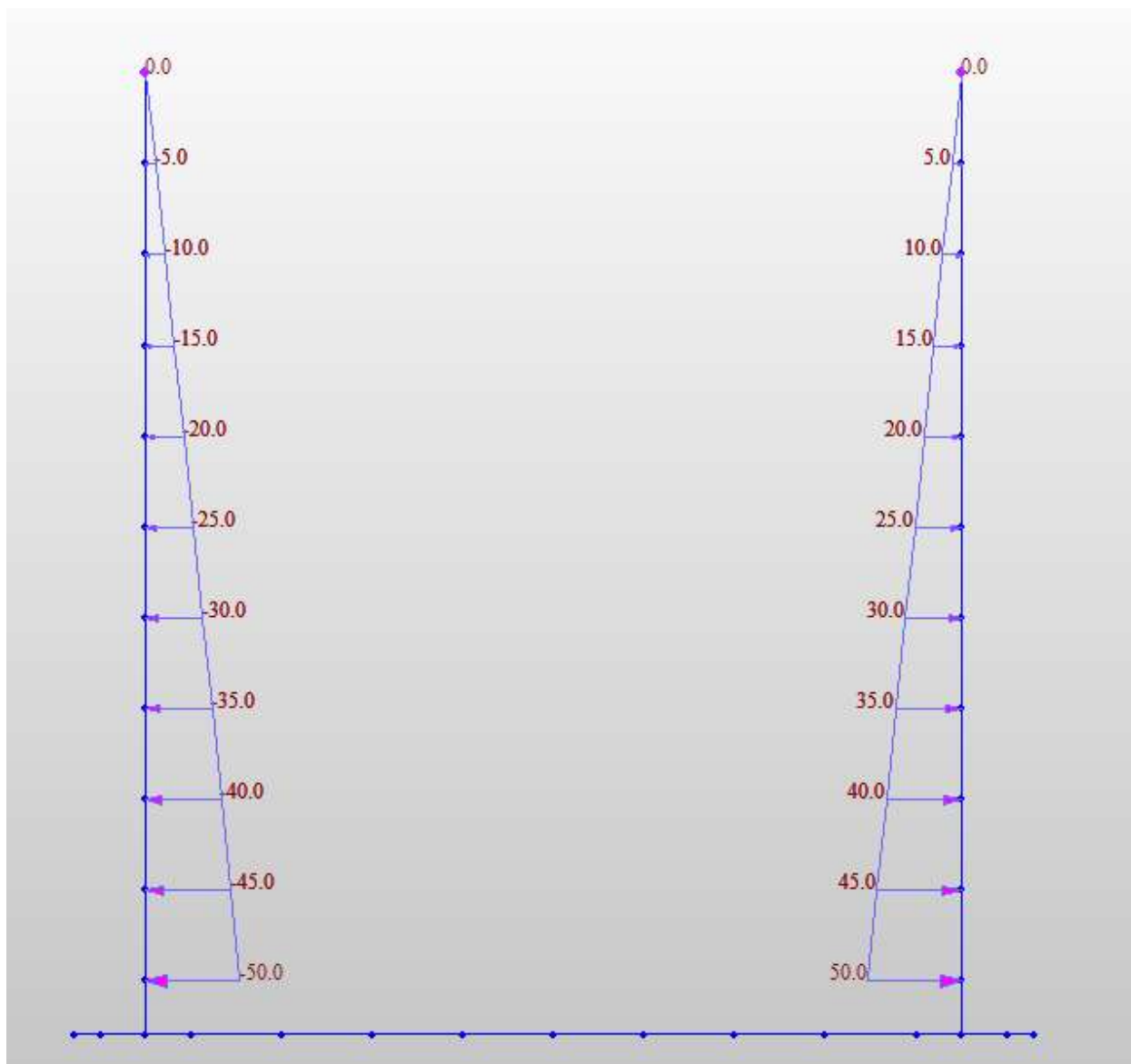


Figura 8-27 – SCARICO – Caso di carico "G2k_Spinta Acqua"

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:

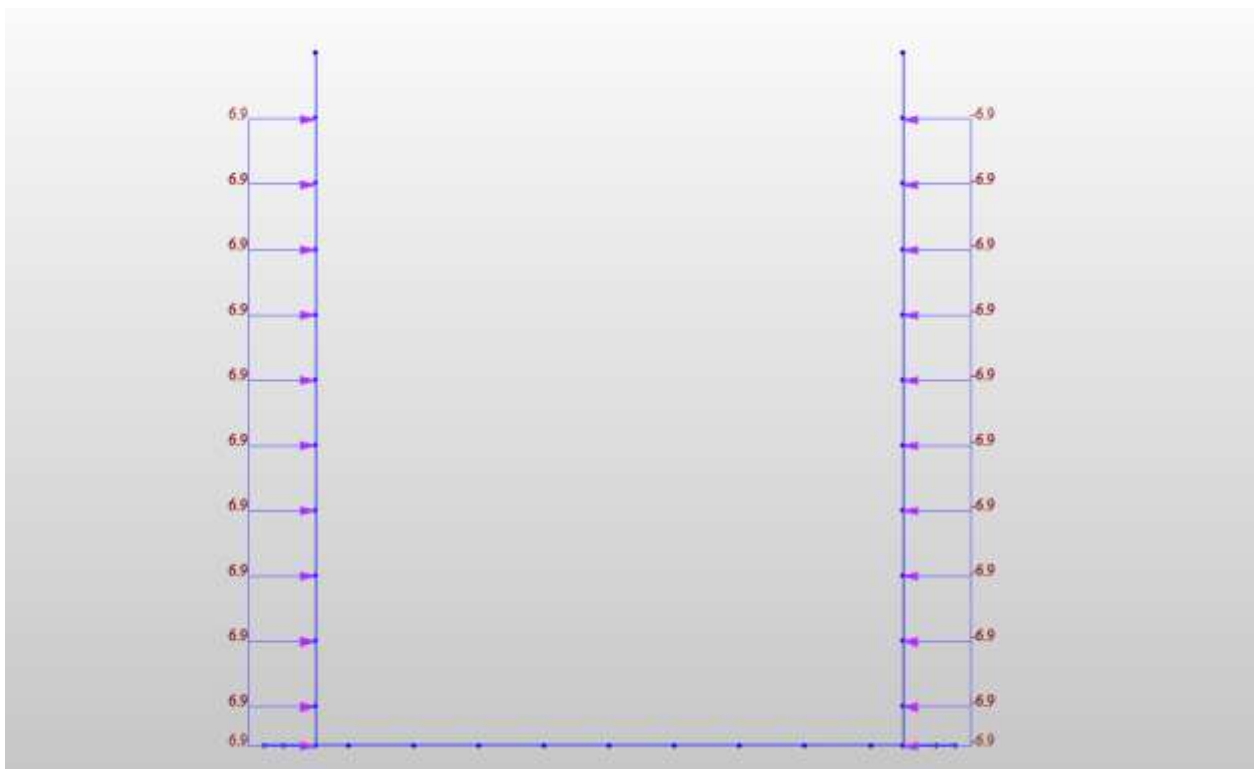


Figura 8-28 – Scarico – Caso di carico "Qk spinta sovraccarico 20kPa"

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	-
γ =	20	kN/m ²
H=	5	m
ΔP_w =	21	kN/m ²

Tabella 8.2 – Incremento di spinta delle terre per effetto del sisma

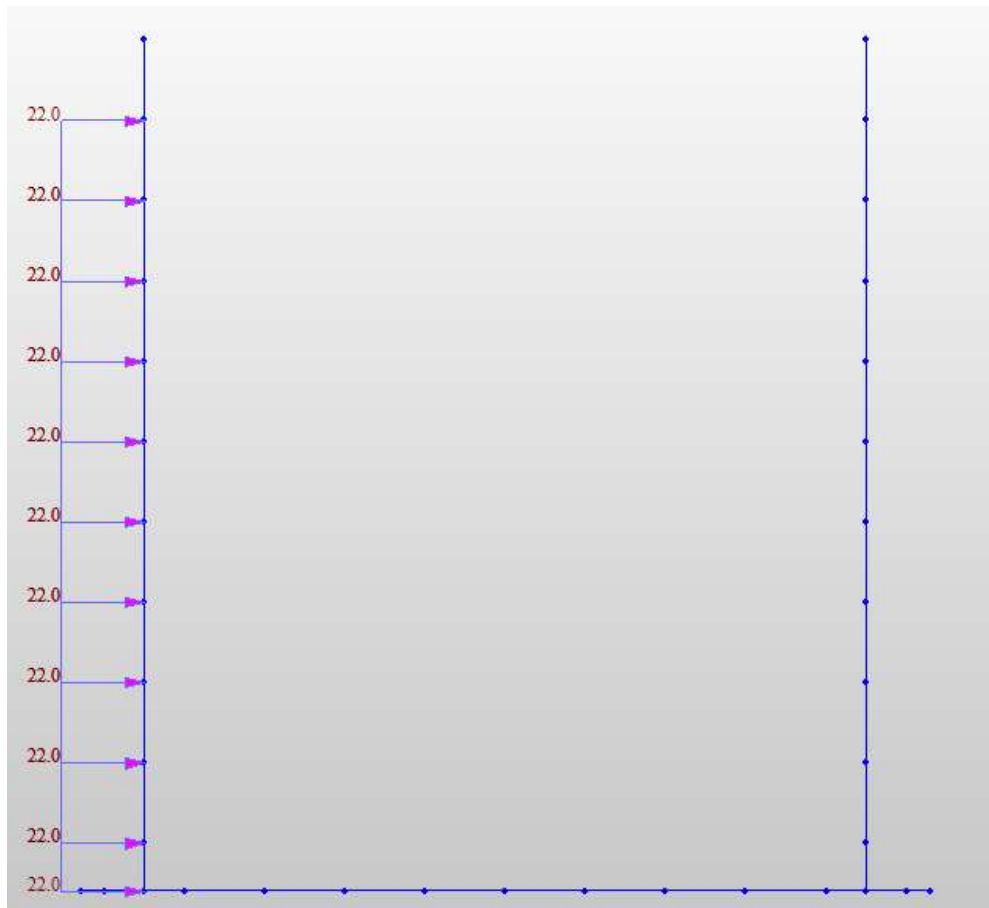


Figura 8-29 – Assegnazione incremento dinamico spinta terre – wood in dir. +X

▪ **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

$$P_{\max}(z=5.00\text{m}) = \frac{7}{8} \times 0.221 \times 10 \times (5.00 \times 35.00)^{0.5} = 9.67 \text{ kPa}$$

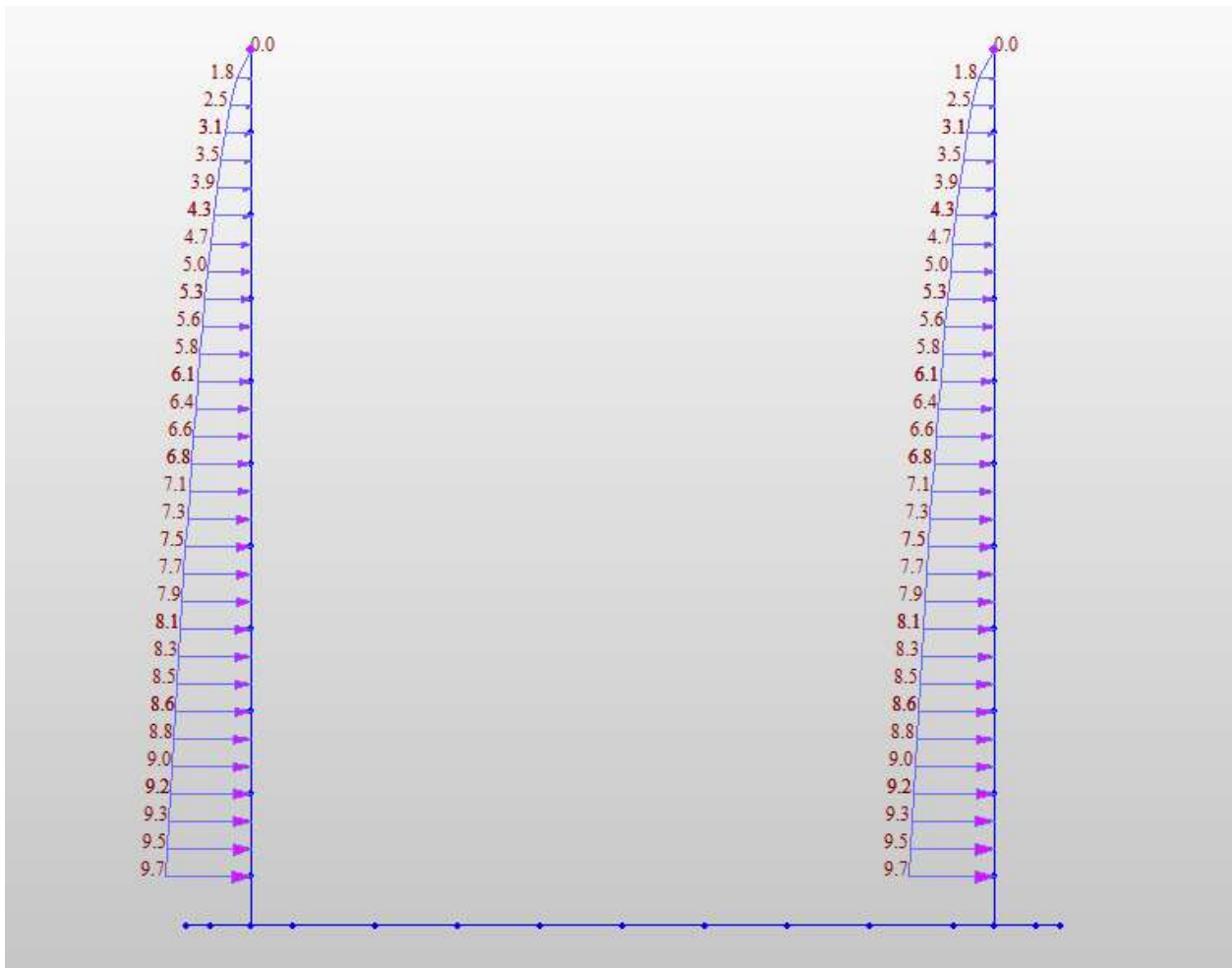


Figura 8-30 – Incremento pressione idrodinamica acqua di invaso in direzione +X

▪ **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.

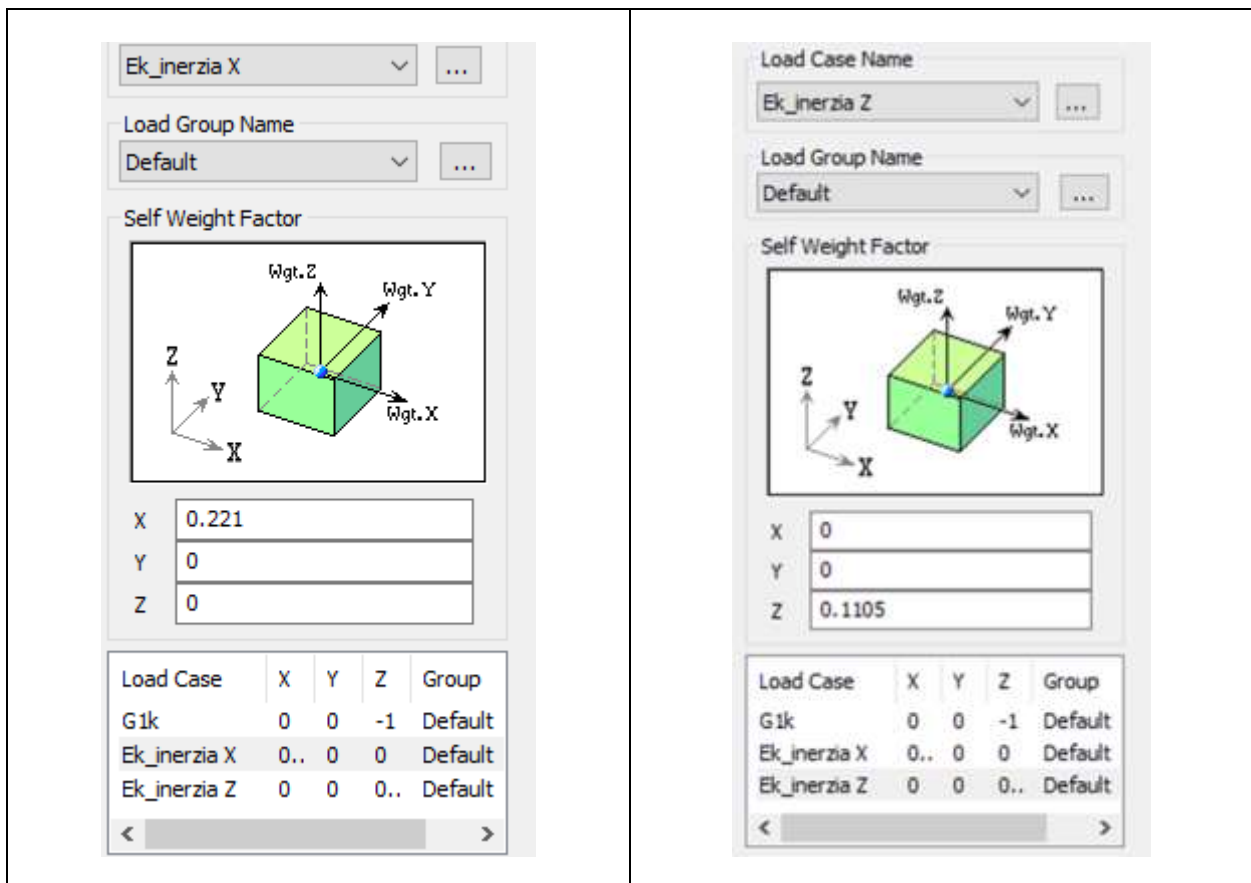


Figura 8-31 – Forze di inerzia della struttura in direzione +X e +Z

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:

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

$$A_s = C(cN_c s_c + 0.5\gamma B N_{\gamma} s_{\gamma})$$

$$B_s Z^1 = C(\gamma N_q s_q) Z^1$$

Molla verticale in fondazione a z=-5.5 da pc

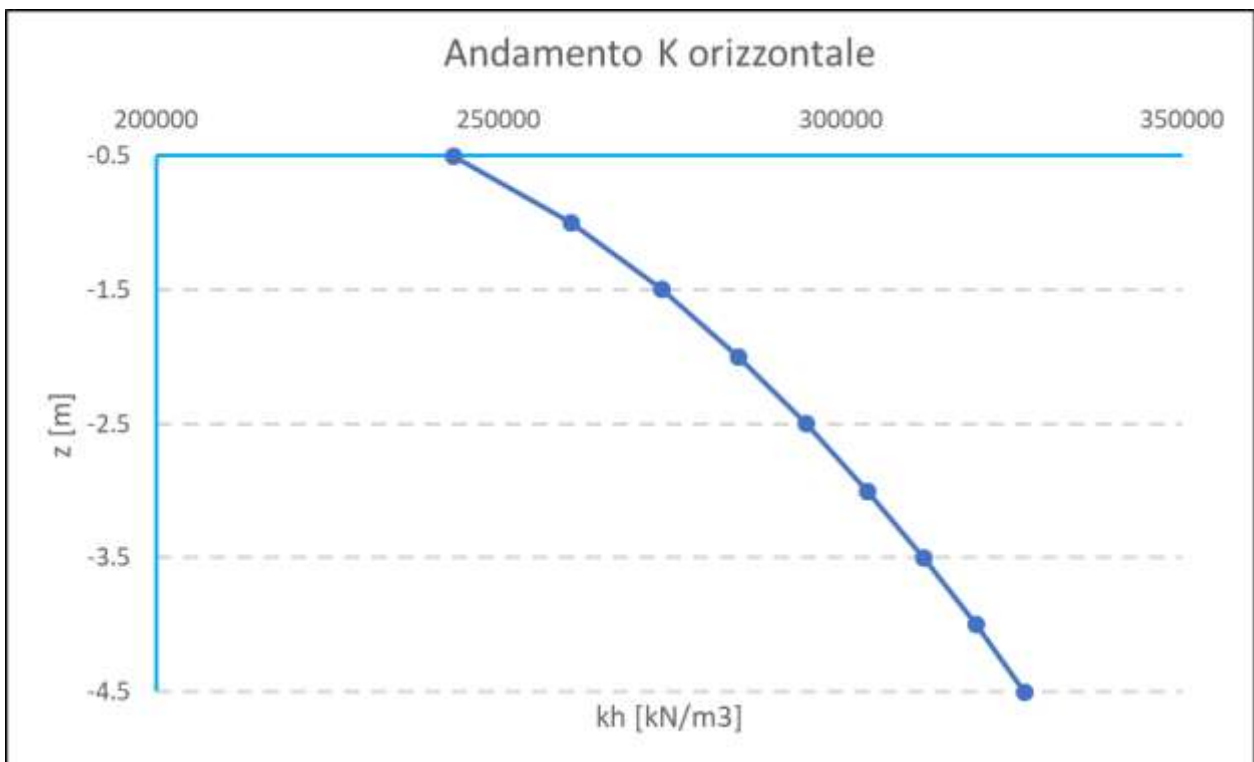
$k_s = A_s + B_s \times Z^n = 340154 \text{ [kN/m}^3\text{]}$ valore della molla verticale da applicare al modello

C	40	[kN/m ³]	fattore che dipende dal sistema di misura
c'	0	[kN/m ²]	coesione
Nc	83.86	[-]	
Sc	1	[-]	
ϕ'	41	[°]	angolo di resistenza a taglio
$\gamma =$	20	[kN/m ³]	peso unità di volume
B=	5	[m]	larghezza fondazione
N_{γ}	95.05	[-]	
S_{γ}	1	[-]	
N_q	73.90	[-]	
S_q	1	[-]	
n	0.5	[-]	
Z	5.5	[m]	profondità del piano di posa della fondazione rispetto al p.c.
B	5.3	[m]	
$c' * N_c * s_c =$	0		
$0.5 * \gamma * B * N_{\gamma} * s_{\gamma} =$	5037.78		
$A_s =$	201511		
$\gamma * N_q * s_q =$	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 $K_s = 291000 \text{ kN/m}^3$.

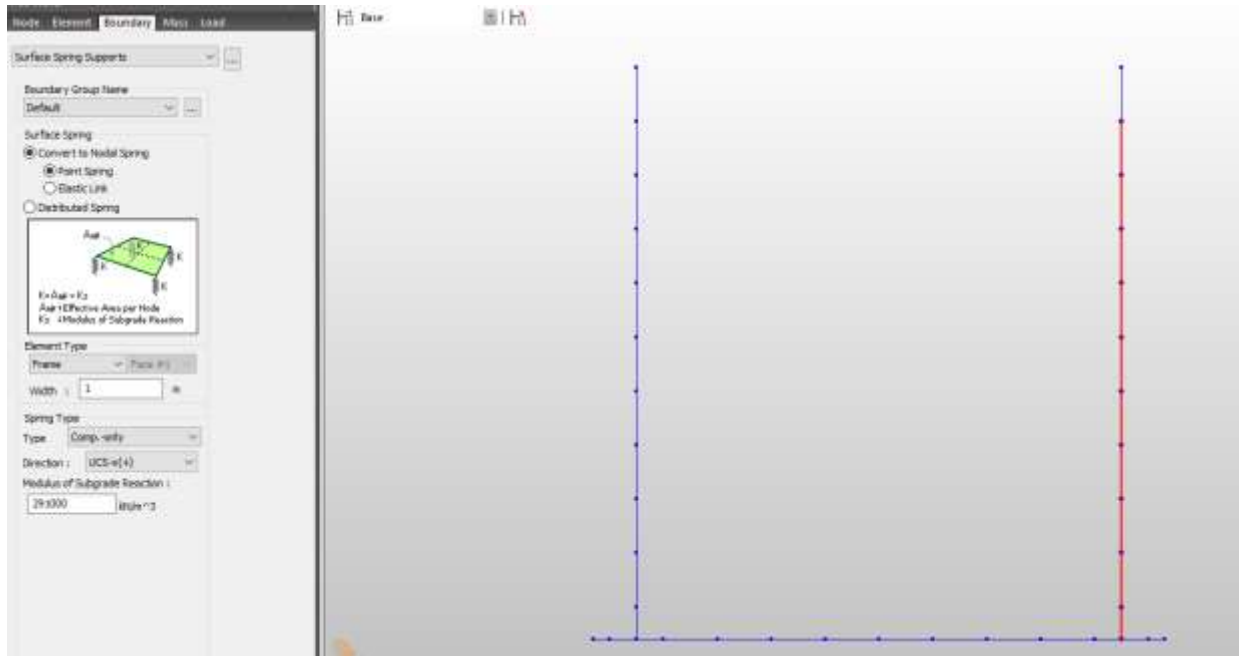


Figura 8-32 – Modalità di assegnazione delle molle "compression only"- Parete perimetrale interrata EST

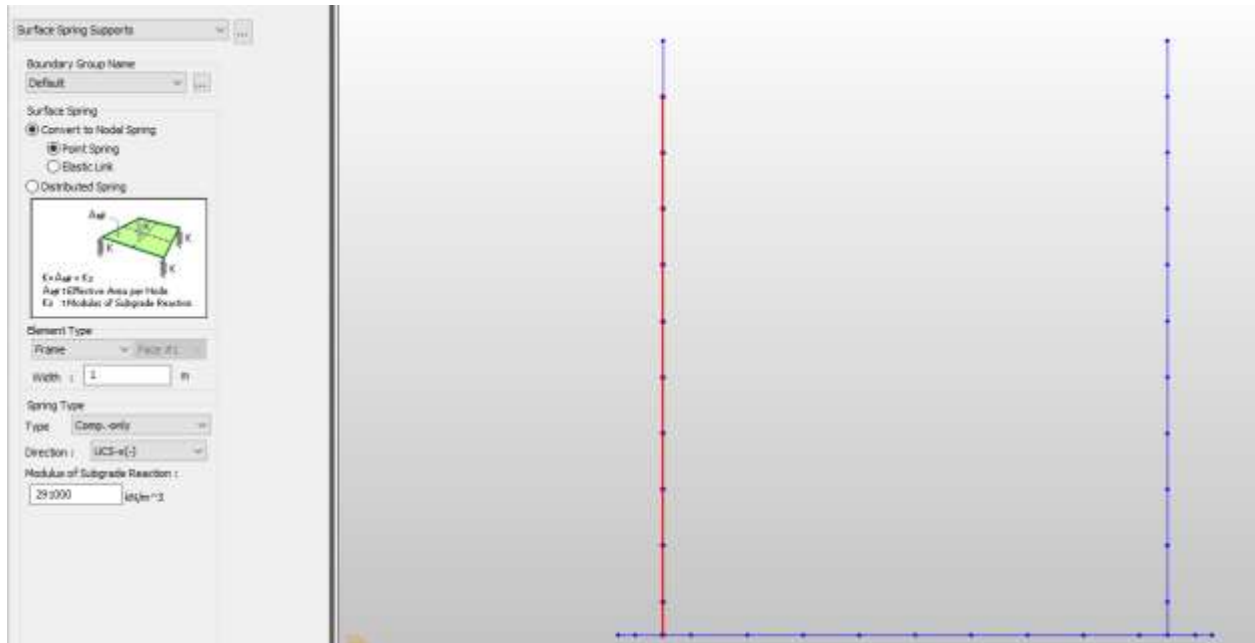


Figura 8-33 – Modalità di assegnazione delle molle "compression only"- Parete perimetrale interrata OVEST

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):

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

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 ϵ_{sm} per la distanza media tra le fessure Δs_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 σ_c del conglomerato cementizio deve rispettare la limitazione seguente:

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

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

La tensione massima σ_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	l/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

	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_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**);

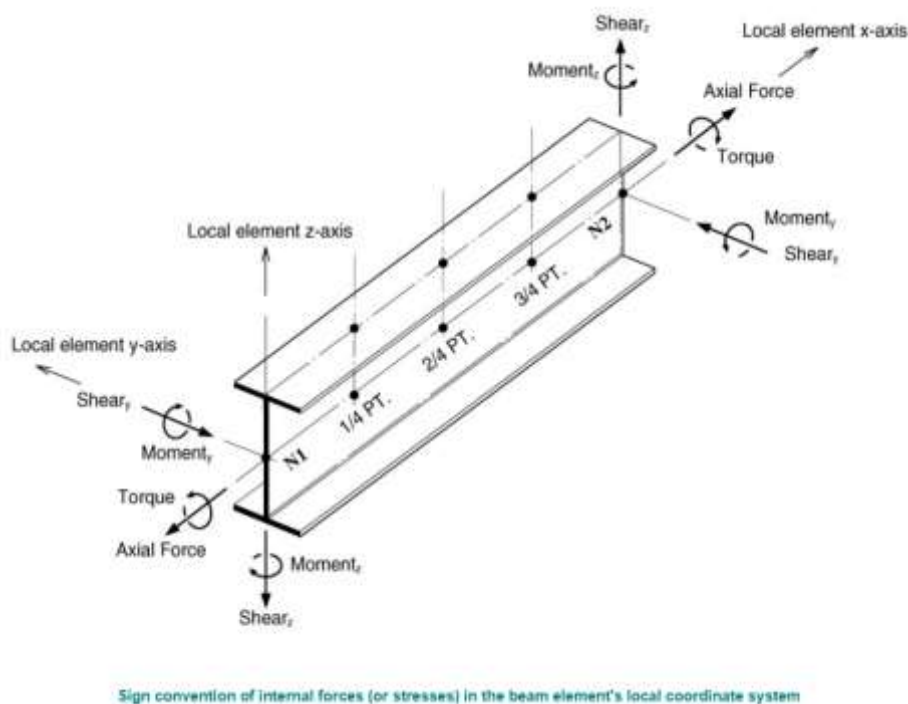


Figura 8-34 – Orientamento assi locali per gli elementi beam

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**

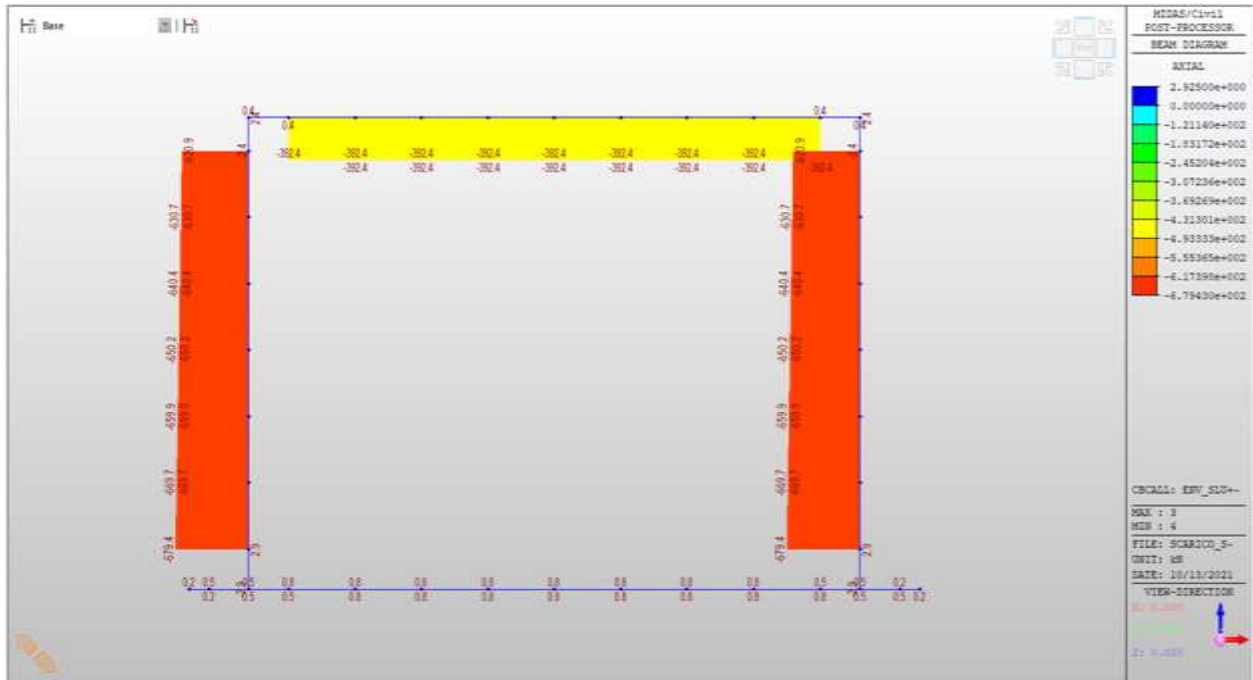


Figura 8-35 – Involuppo sforzo normale Fx

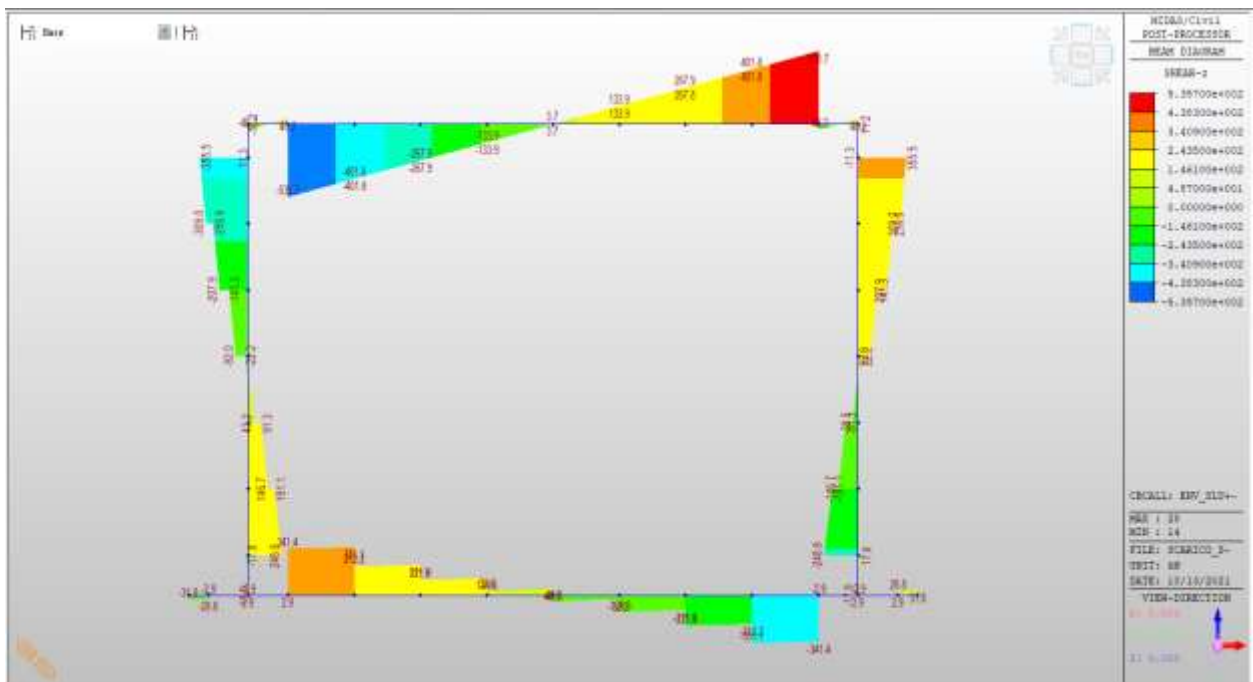


Figura 8-36 – Involuppo Taglio Fz

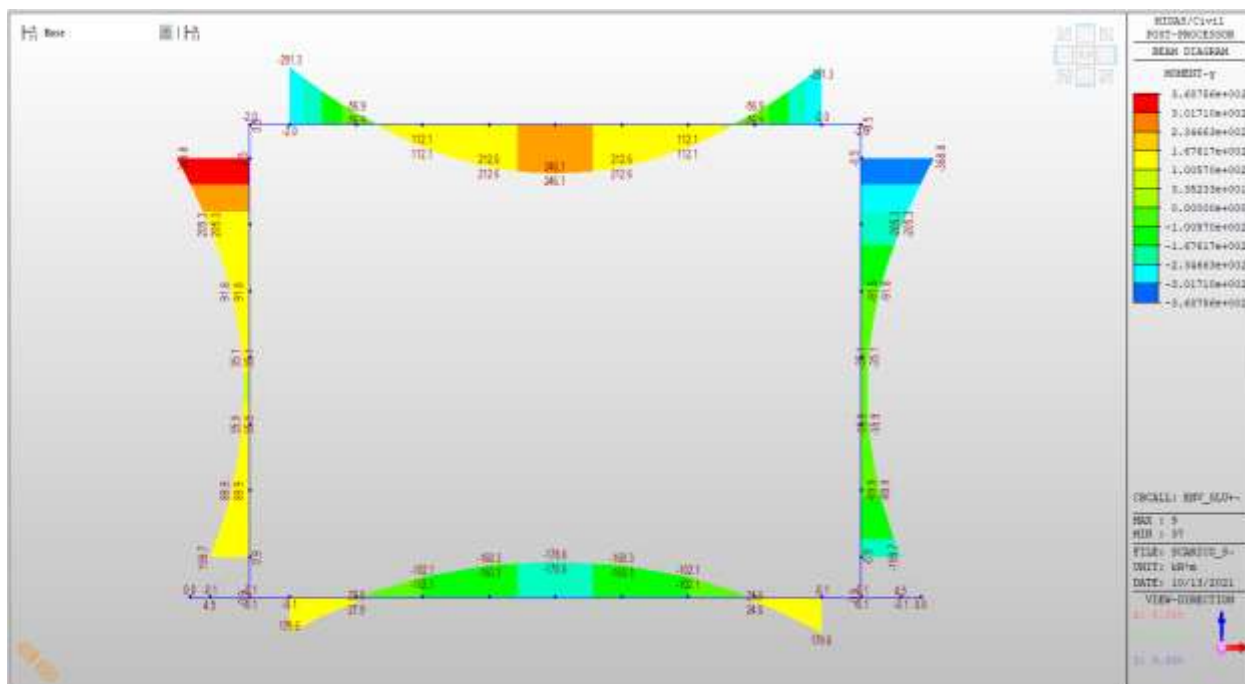


Figura 8-37 – Involuppo Momento flettente My

▪ **SLE – RARA**

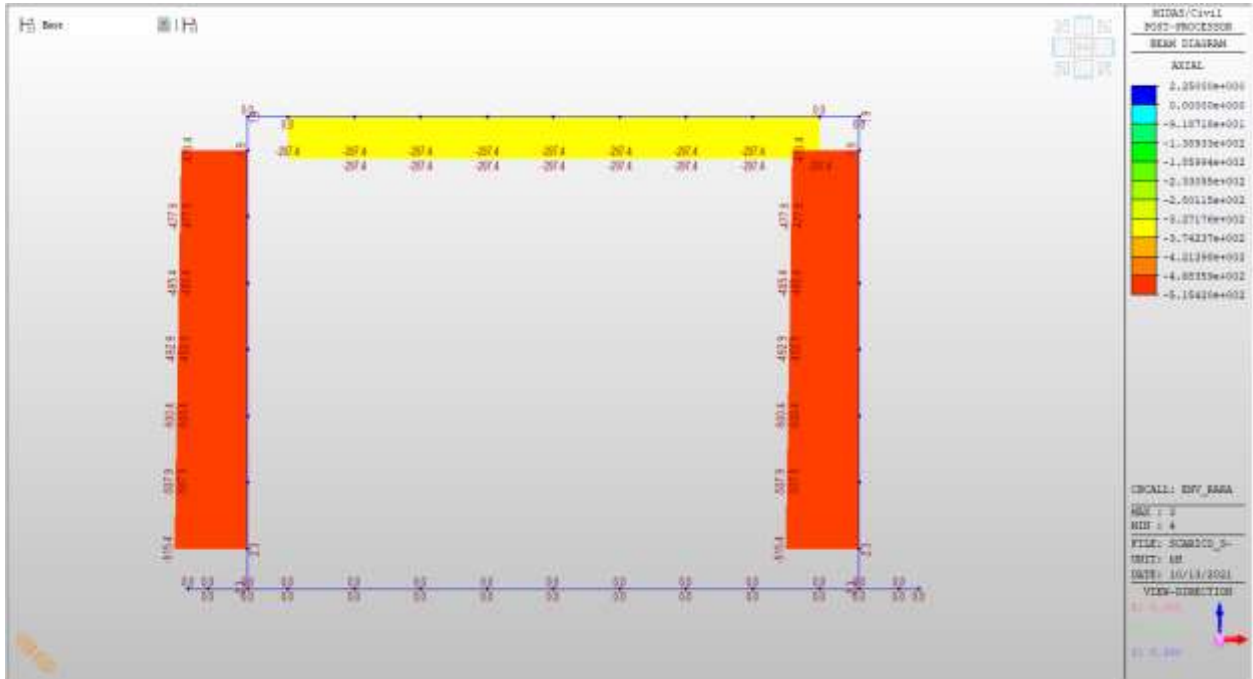


Figura 8-38 – Involuppo sforzo normale Fx

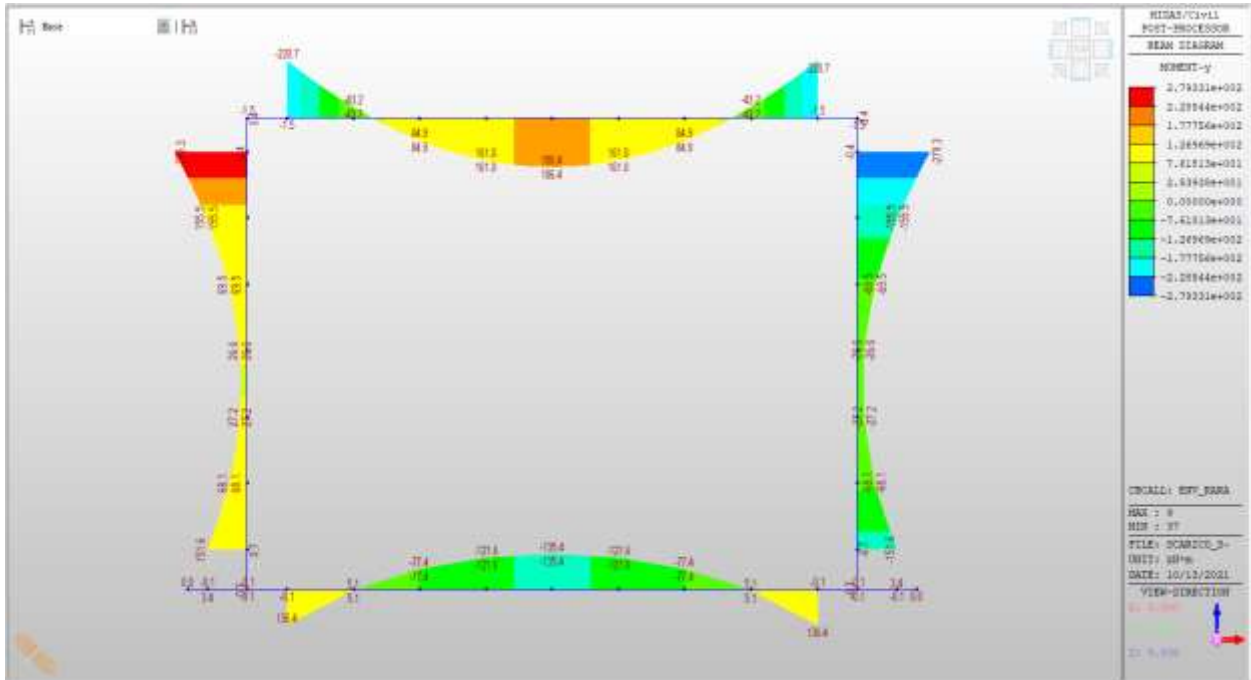


Figura 8-39 – Involuppo Momento flettente M_y

- **SLE – Frequente**

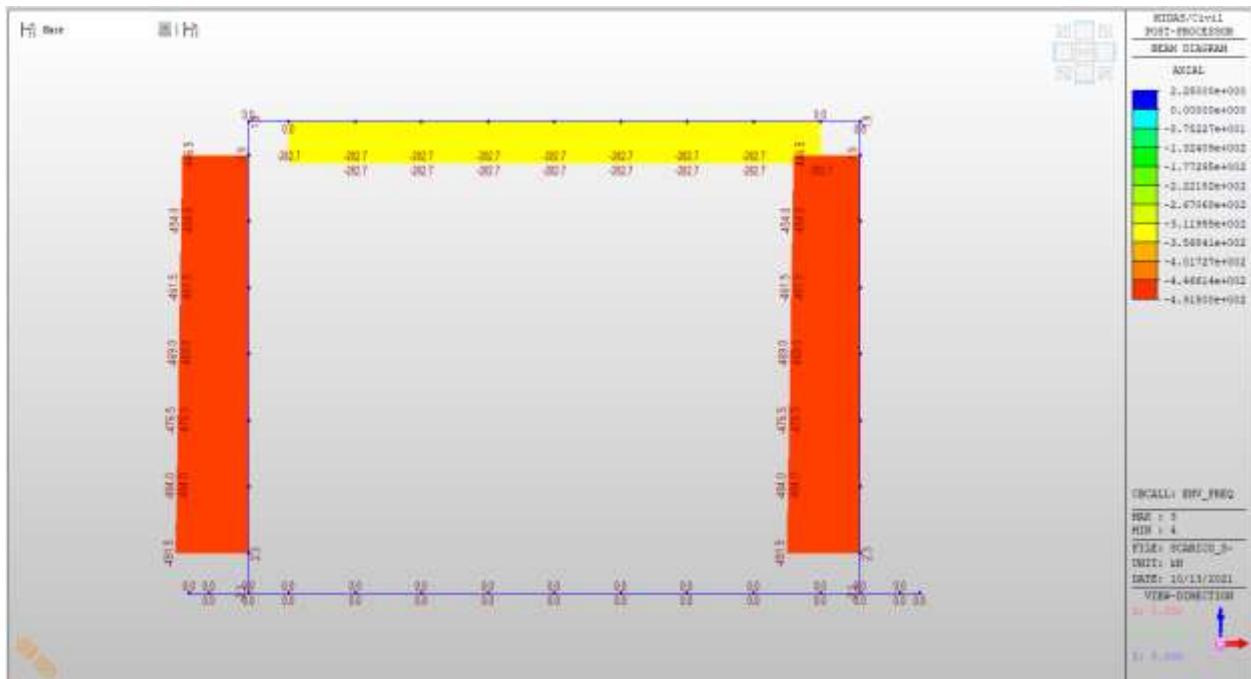


Figura 8-40 – Involuppo sforzo normale F_x

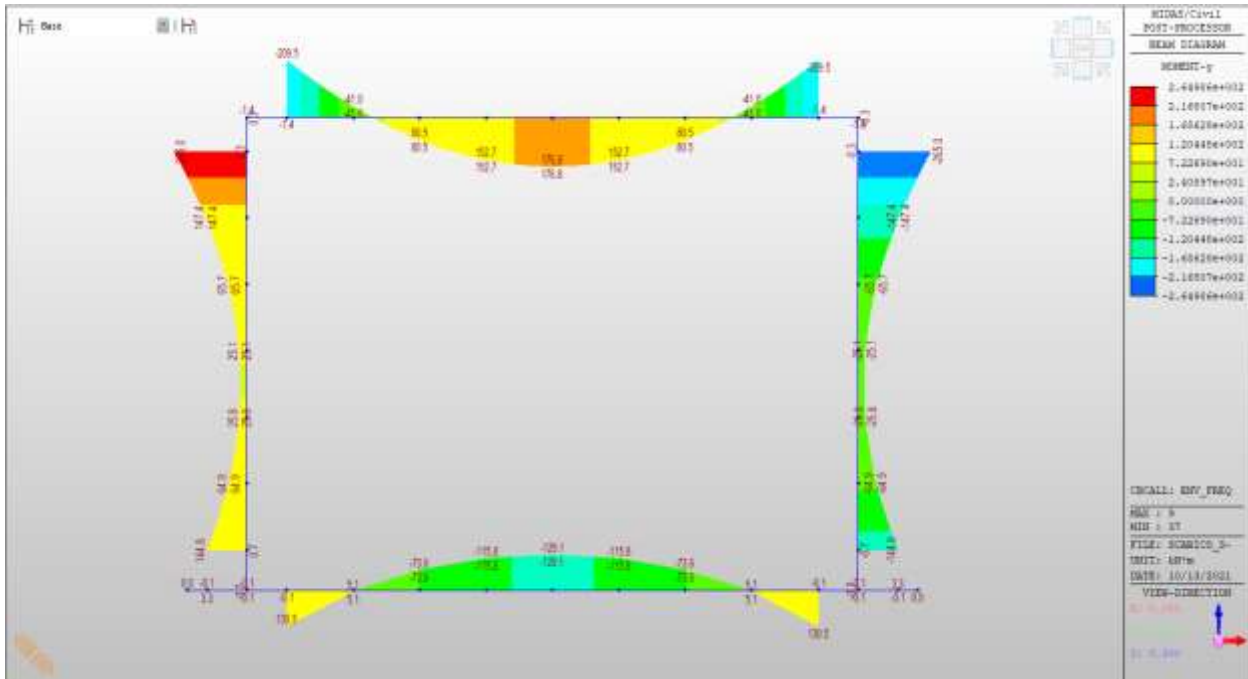


Figura 8-41 – Involuppo Momento flettente M_y

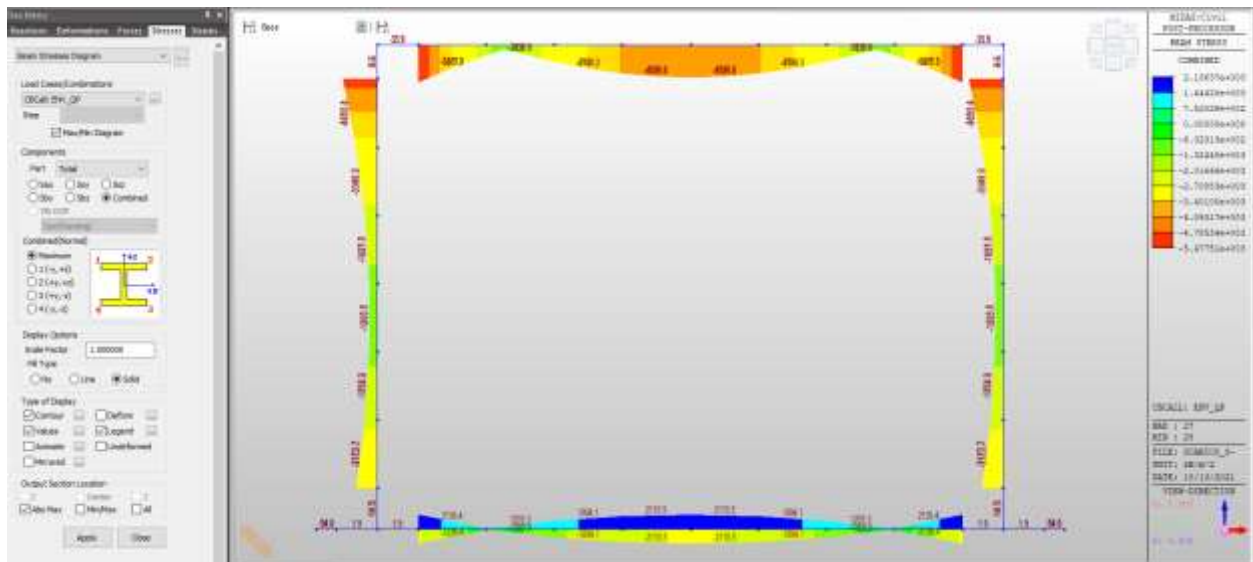
▪ **SLE – Quasi Permanente**

Tensioni di trazione in Combinazione Quasi Permanente

In combinazione quasi permanente deve risultare che la tensione massima di trazione sia minore del valore limite:

- $\sigma_t = f_{ctm} / 1.20 = 3.02 / 1.20 = 2.52$ 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**

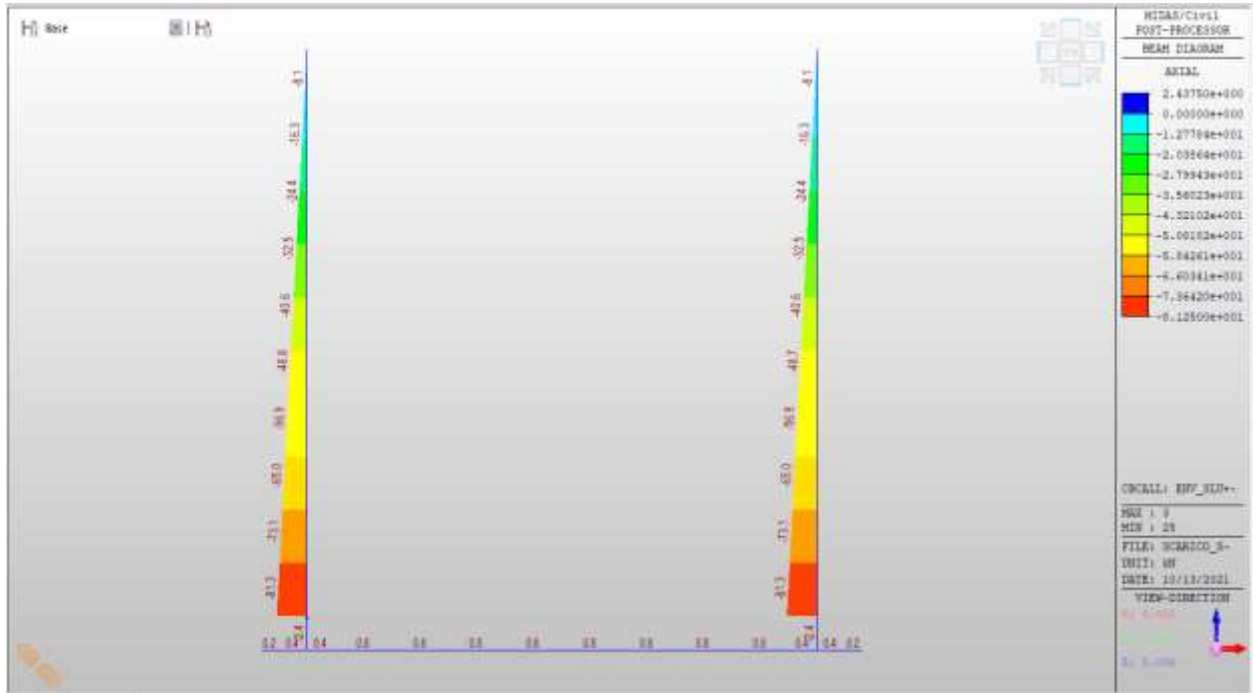


Figura 8-42 – Involuppo sforzo normale Fx

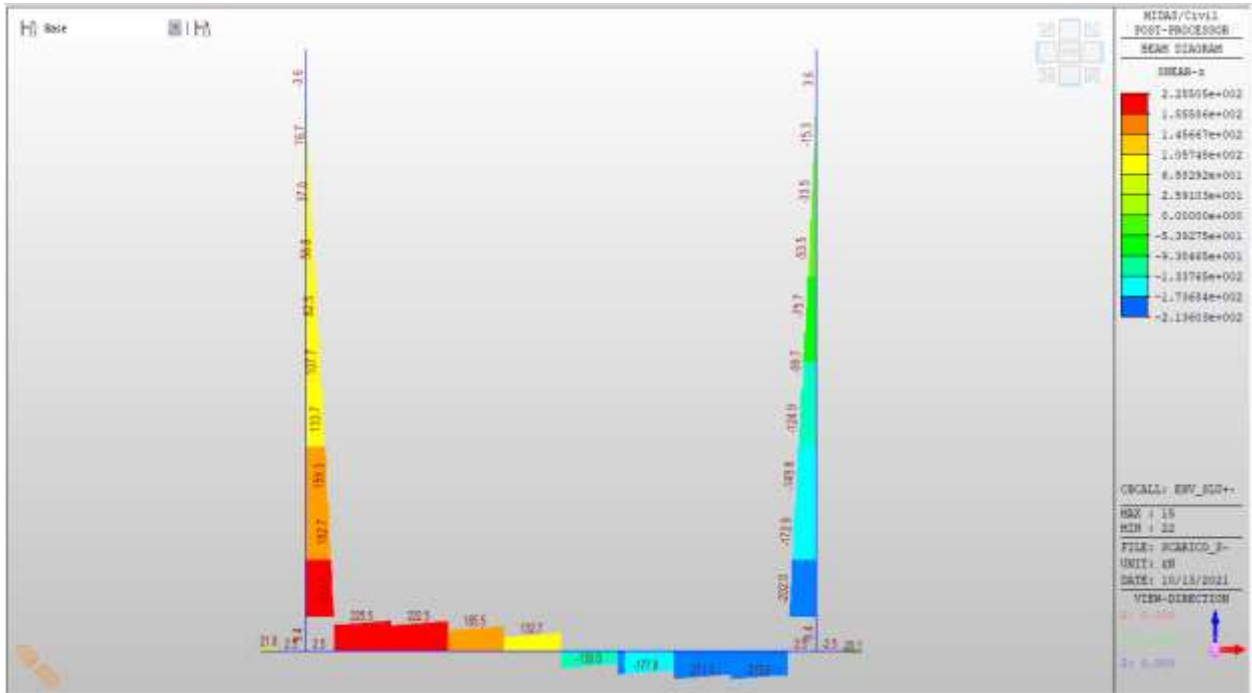


Figura 8-43 – Involuppo Taglio Fz

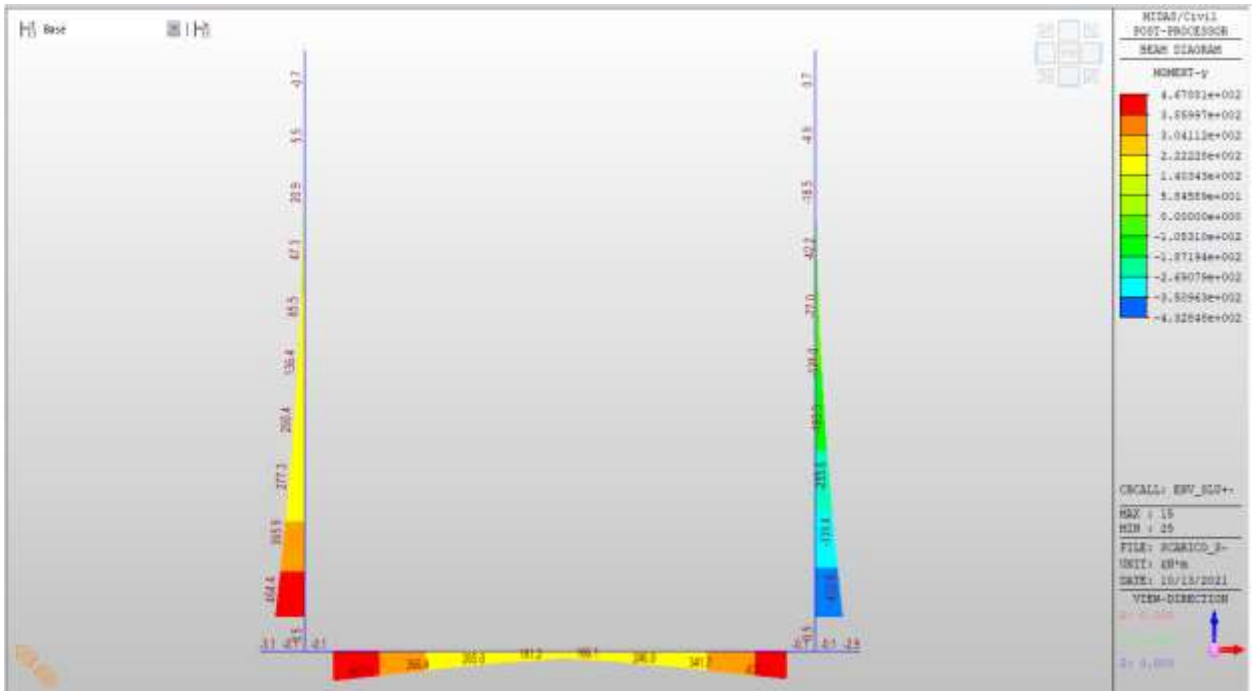


Figura 8-44 – Involuppo Momento flettente My

▪ **SLE – RARA**

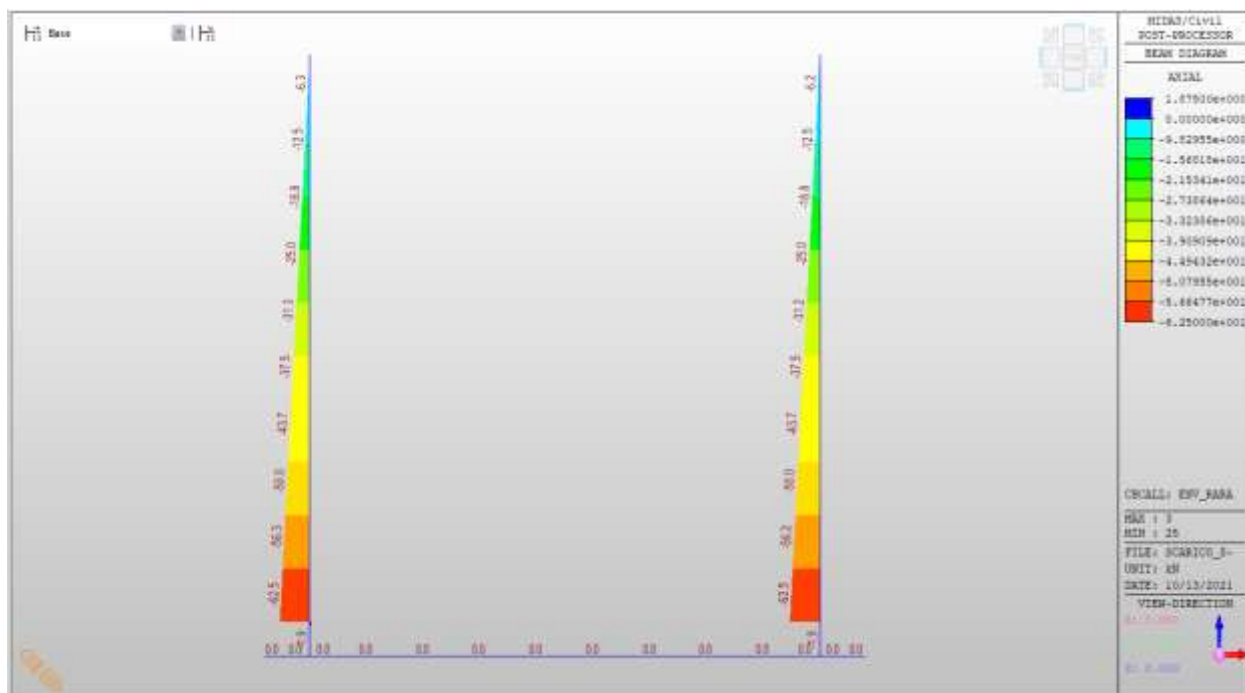


Figura 8-45 – Involuppo sforzo normale Fx

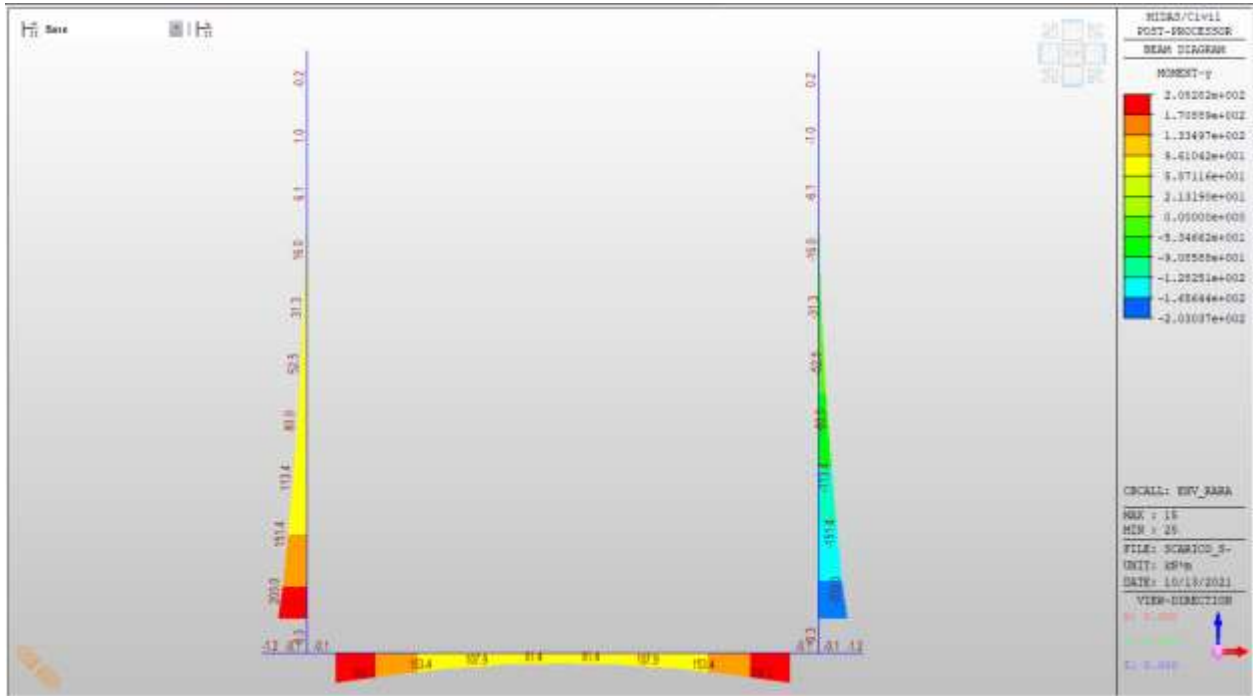


Figura 8-46 – Involuppo Momento flettente M_y

- **SLE – Frequente**

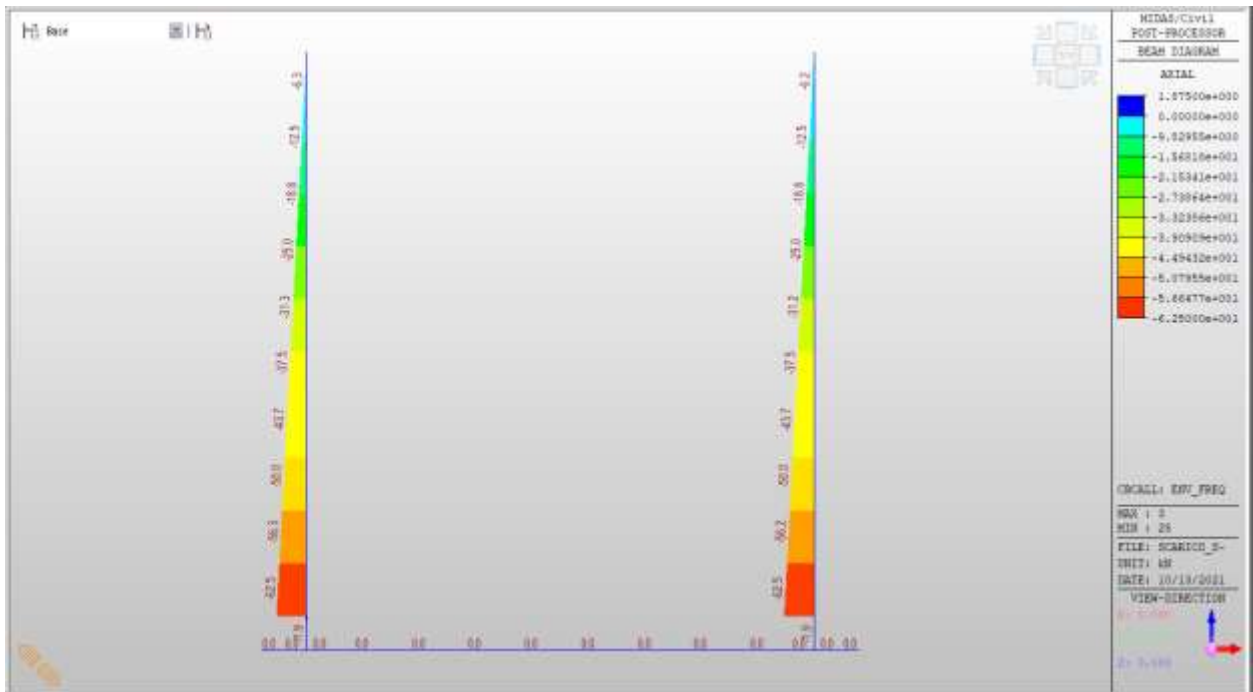


Figura 8-47 – Involuppo sforzo normale Fx

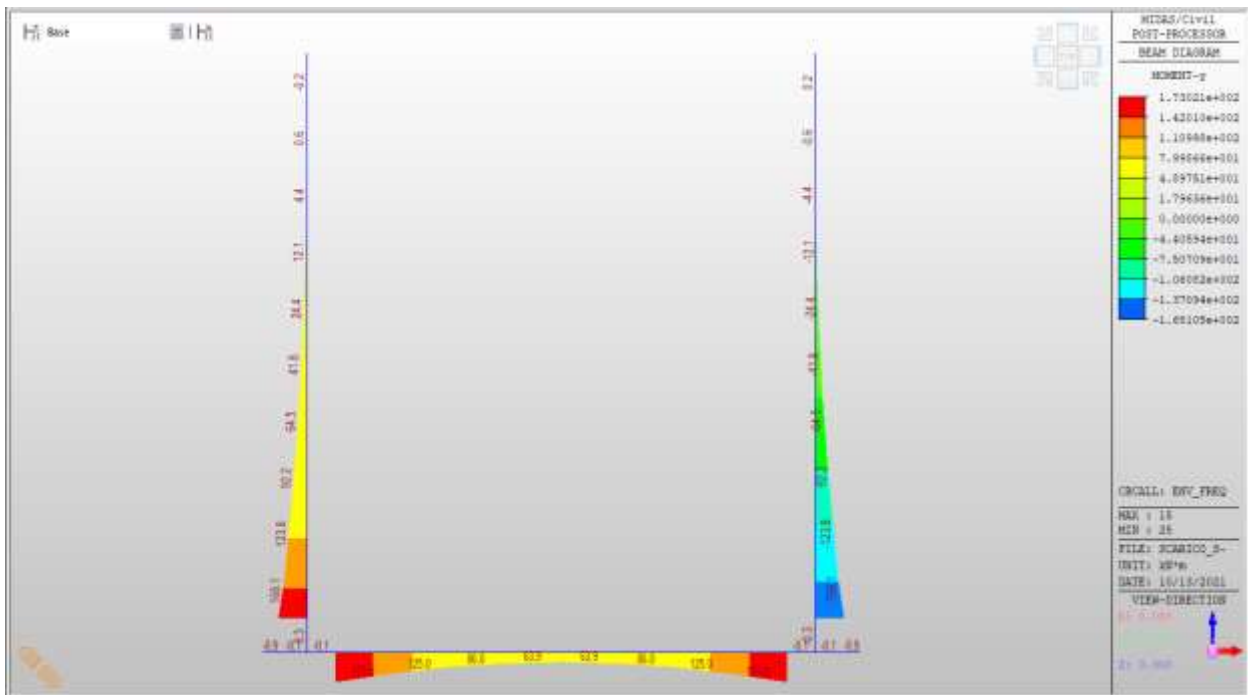


Figura 8-48 – Involuppo Momento flettente My

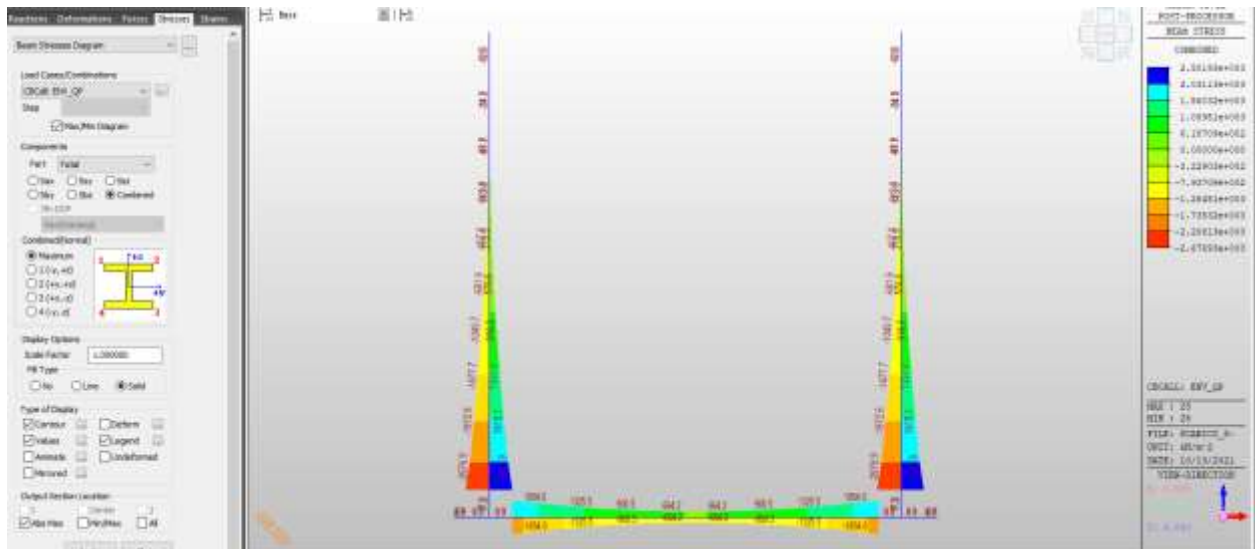
▪ **SLE – Quasi Permanente**

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 ϕ 22 al lembo superiore e 7 ϕ 22 al lembo inferiore
Setti	7 ϕ 22 al lembo superiore e 7 ϕ 22 al lembo inferiore
Copertuta	7 ϕ 22 al lembo superiore e 7 ϕ 22 al lembo inferiore

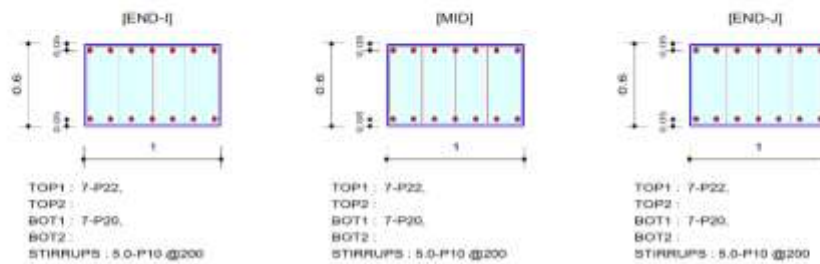
Nei confronti delle azioni di taglio, si dispongono nelle zone a ridosso dei setti dove si hanno sollecitazioni maggiori, spilli ϕ 10/200x200.

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 _{Ed})	178.56	173.54	178.56
(-) Load Combination No.	3	3	3
Factored Strength (M _{Rd})	540.29	540.29	540.29
Check Ratio (M _{Ed} /M _{Rd})	0.3305	0.3212	0.3305
Positive Moment (M _{Ed})	179.64	136.82	179.64
(+) Load Combination No.	3	3	3
Factored Strength (M _{Rd})	451.53	451.53	451.53
Check Ratio (M _{Ed} /M _{Rd})	0.3978	0.3030	0.3978
Using Rebar Top (A _{s_top})	0.0027	0.0027	0.0027
Using Rebar Bot (A _{s_bot})	0.0022	0.0022	0.0022

4. Shear Capacity

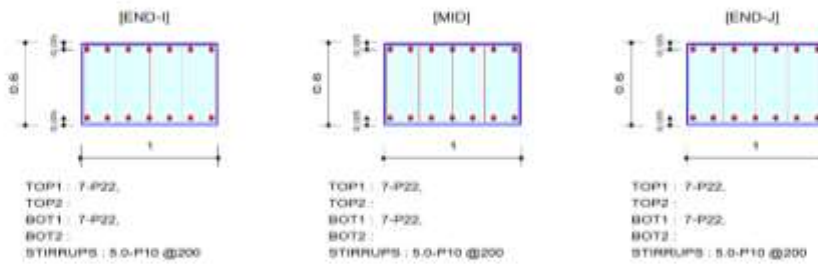
	END-I	MID	END-J
Load Combination No.	3	3	3
Factored Shear Force (V _{Ed})	351.12	348.68	351.12
Shear Strength by Conc (V _{Rdc})	263.66	263.66	263.66
Shear Strength by Rebar (V _{Rds})	946.84	946.84	946.84
Using Shear Reinf. (A _{sw})	0.0004	0.0004	0.0004
Using Stirrups Spacing	5.0-P10 @200	5.0-P10 @200	5.0-P10 @200
Check Ratio	0.3708	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	325.64	368.76
(-) 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	325.64	368.76
(+) 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

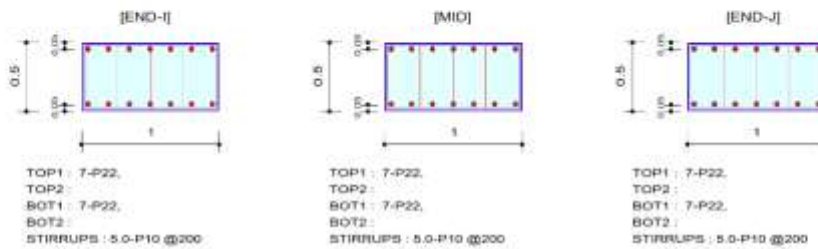
	END-I	MID	END-J
Load Combination No.	3	3	3
Factored Shear Force (V_{Ed})	320.85	344.12	355.55
Shear Strength by Conc. (V_{Rdc})	263.66	263.66	263.66
Shear Strength by Rebar (V_{Rds})	946.84	946.84	946.84
Using Shear Reinf. (A_{sw})	0.0004	0.0004	0.0004
Using Stirrups Spacing	5.0-P10 @200	5.0-P10 @200	5.0-P10 @200
Check Ratio	0.3389	0.3634	0.3755

Verifica SLU – Copertura

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: 50x100 (No : 4)

2. Section Diagram



3. Bending Moment Capacity

	END-I	MID	END-J
Negative Moment (M_{Ed})	291.30	226.43	291.30
(-) Load Combination No.	3	3	3
Factored Strength (M_{Rd})	438.14	438.14	438.14
Check Ratio (M_{Ed}/M_{Rd})	0.6649	0.5168	0.6649
Positive Moment (M_{Ed})	246.06	243.97	246.06
(+) Load Combination No.	1	1	1
Factored Strength (M_{Rd})	438.14	438.14	438.14
Check Ratio (M_{Ed}/M_{Rd})	0.5616	0.5568	0.5616
Using Rebar Top (A_{s_top})	0.0027	0.0027	0.0027
Using Rebar Bot (A_{s_bot})	0.0027	0.0027	0.0027

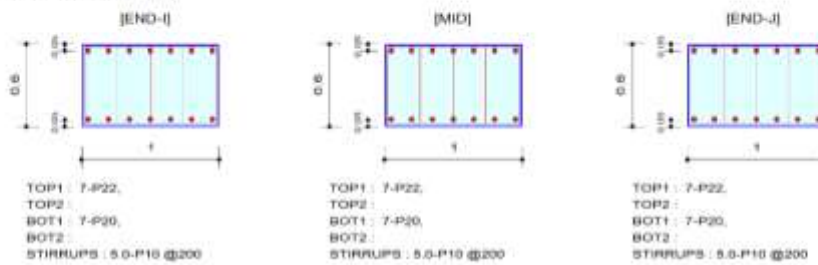
4. Shear Capacity

	END-I	MID	END-J
Load Combination No.	3	3	3
Factored Shear Force (V_{Ed})	535.70	502.22	535.70
Shear Strength by Conc. (V_{Rdc})	239.80	239.80	239.80
Shear Strength by Rebar (V_{Rds})	774.69	774.69	774.69
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	0.6915	0.6483	0.6915

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	1828.99	18806.24	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	1463.18	15085.06	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

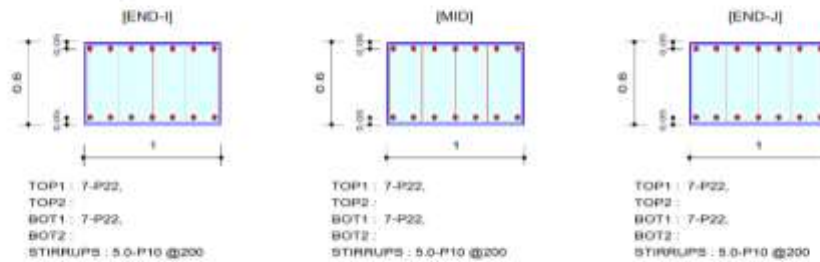
$L/2 = 0.007000 > 0.0000$ (L CB-15, PDS: 0.3m from END-I) O.K
 Model: Integrated Design & Analysis Software
 http://www.MidasUser.com
 MIDAS/CIVIL 9.0.0 Print Date/Time : 10/13/2021 09:14

Verifica SLE - 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. Stress Check

	END-I		MID		END-J	
	Concrete	Rebar	Concrete	Rebar	Concrete	Rebar
(-) Load Combination No.	13	13	13	13	13	13
Stress(s)	2546.40	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/aa)	0.8421	0.0728	0.6034	0.0522	0.7085	0.0613
(+) Load Combination No.	13	13	13	13	13	13
Stress(s)	2546.40	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/aa)	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)	0.1116	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)	0.1116	0.7729	0.8754

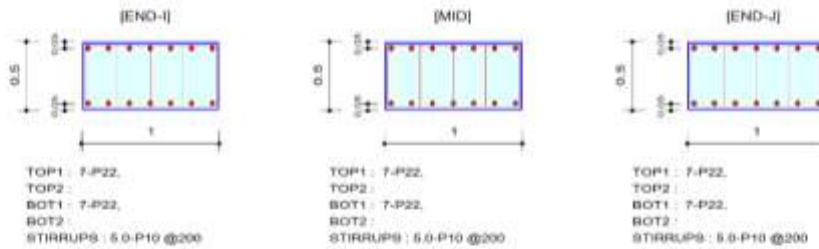
5. Deflection Control

Verifica SLE – Copertura

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: 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)	3265.21	32274.32	3319.02	32806.27	3265.21	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)	0.8468	0.1401	0.8468
(+) 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

Deflection: $0.002000 \leq 0.0000$ (OK) CP: 13, POS: 0.3m from END-I) OK Print Date/Time : 10/13/2021 09:14
 Modeling, Integrated Design & Analysis software
<http://www.MidasUser.com>
 MIDAS/Civil V 9.9.0

8.10.2 Sezione S10

Si riportano di seguito le verifiche effettuate per la sezione S10.

Le membrature risultano armate con:

Platea	7 ϕ 22 al lembo superiore e 7 ϕ 22 al lembo inferiore
Setti	7 ϕ 24 al lembo superiore e 7 ϕ 24 al lembo inferiore

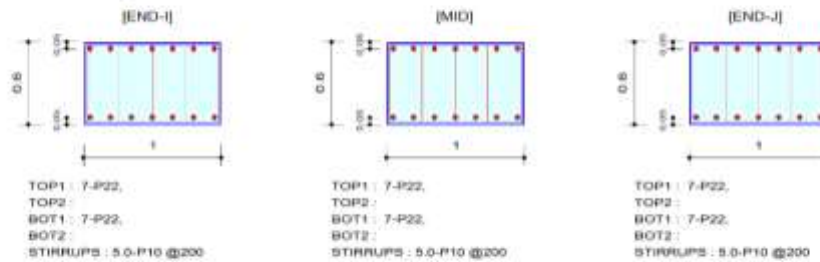
Nei confronti delle azioni di taglio, si dispongono nelle zone a ridosso dei setti dove si hanno sollecitazioni maggiori, spilli ϕ 10/200x200.

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})	2.86	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})	0.8600	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

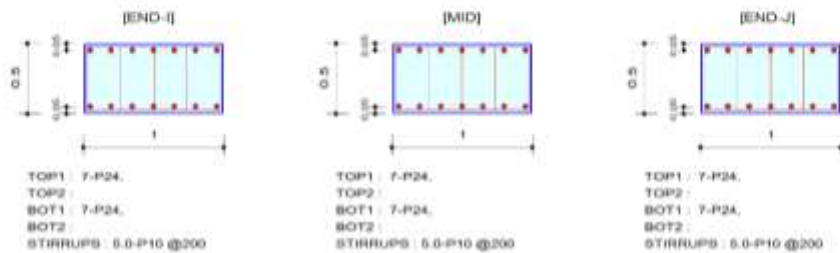
	END-I	MID	END-J
Load Combination No.	8	8	8
Factored Shear Force (V_{Ed})	213.60	217.17	225.50
Shear Strength by Conc (V_{Rdc})	263.66	263.66	263.66
Shear Strength by Rebar (V_{Rds})	946.84	946.84	946.84
Using Shear Reinf. (A_{sw})	0.0004	0.0004	0.0004
Using Stirrup Spacing	5.0-P10 @200	5.0-P10 @200	5.0-P10 @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 : $f_{ck} = 32000$, $f_{yk} = 450000$, $f_{yw} = 450000$ 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	362.25
(-) 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	0.7061
Positive Moment (M_Ed)	464.35	439.26	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 (A _{s_top})	0.0032	0.0032	0.0032
Using Rebar Bot (A _{s_bot})	0.0032	0.0032	0.0032

4. Shear Capacity

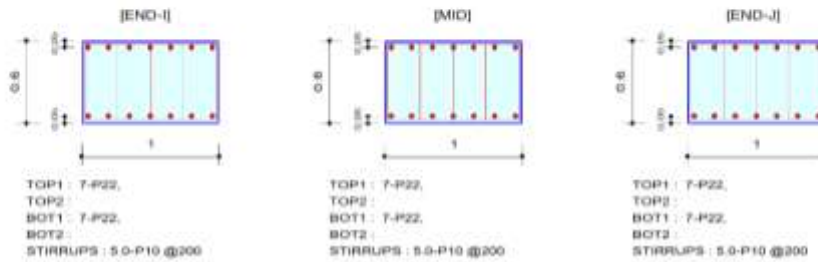
	END-I	MID	END-J
Load Combination No.	9	9	6
Factored Shear Force (V_Ed)	211.86	204.29	194.22
Shear Strength by Conc. (V_Rdc)	254.08	254.08	254.08
Shear Strength by Rebar (V_Rds)	774.69	774.69	774.69
Using Shear Reinf. (A _{sw})	0.0004	0.0004	0.0004
Using Stirrups Spacing	5.0-P10 @200	5.0-P10 @200	5.0-P10 @200
Check Ratio	0.8339	0.8040	0.7644

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)	16.17	166.54	11.68	120.29	16.17	166.54
Allowable Stress(sa)	3023.81	360000.00	3023.81	360000.00	3023.81	360000.00
Stress Ratio(s/sa)	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(sa)	3023.81	360000.00	3023.81	360000.00	3023.81	360000.00
Stress Ratio(s/sa)	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(wa)	0.000	0.000	0.000
Check Ratio(w/wa)	0.0006	0.0004	0.0006
(+) 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)	0.1102	0.1028	0.1102

5. Deflection Control

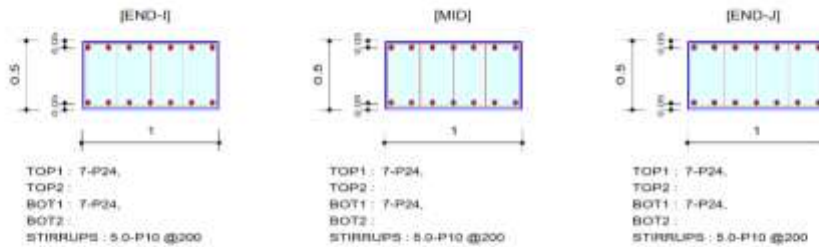
$L/2 = 0.007000 > 0.0000$ (CB-15, POS: 0.3m from END-I) OK
 Model: Integrated Design & Analysis Software
 http://www.MidasUser.com
 MIDAS/CIVIL V 9.0.0
 Print Date/Time : 10/13/2021 21:05

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

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.

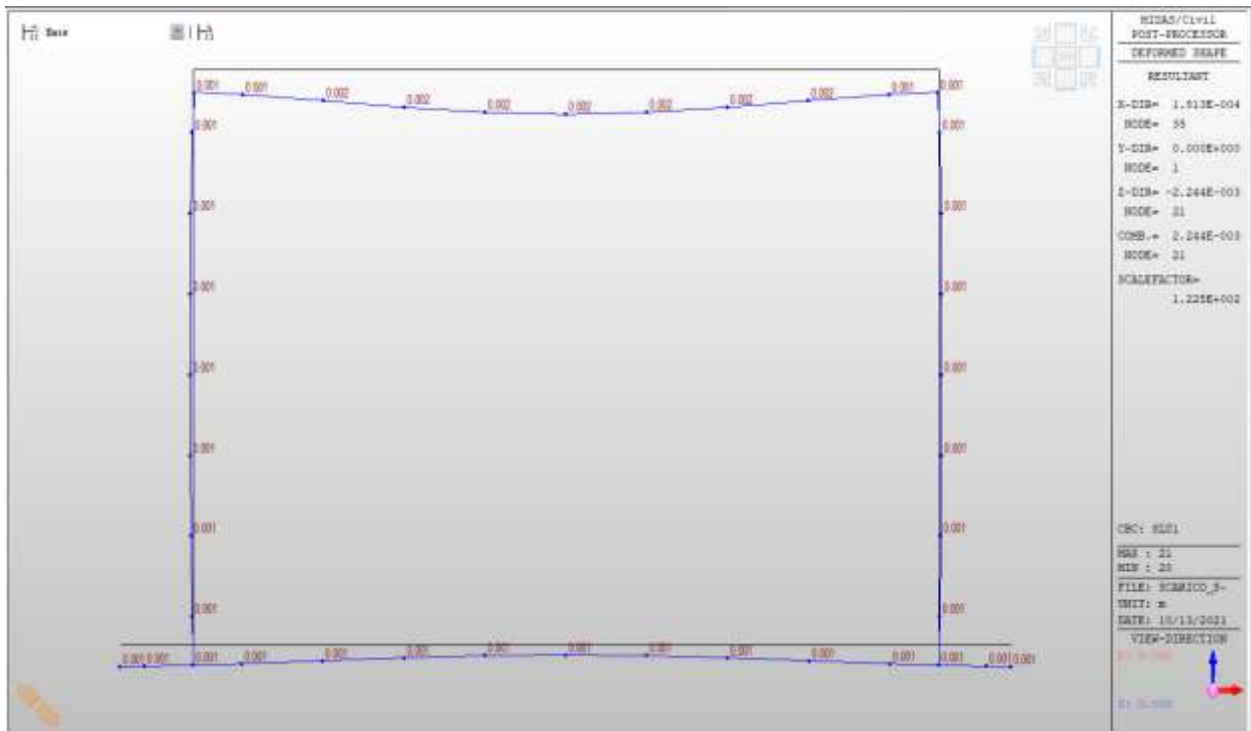


Figura 8-49 – Deformata struttura SLU comb. SLU1

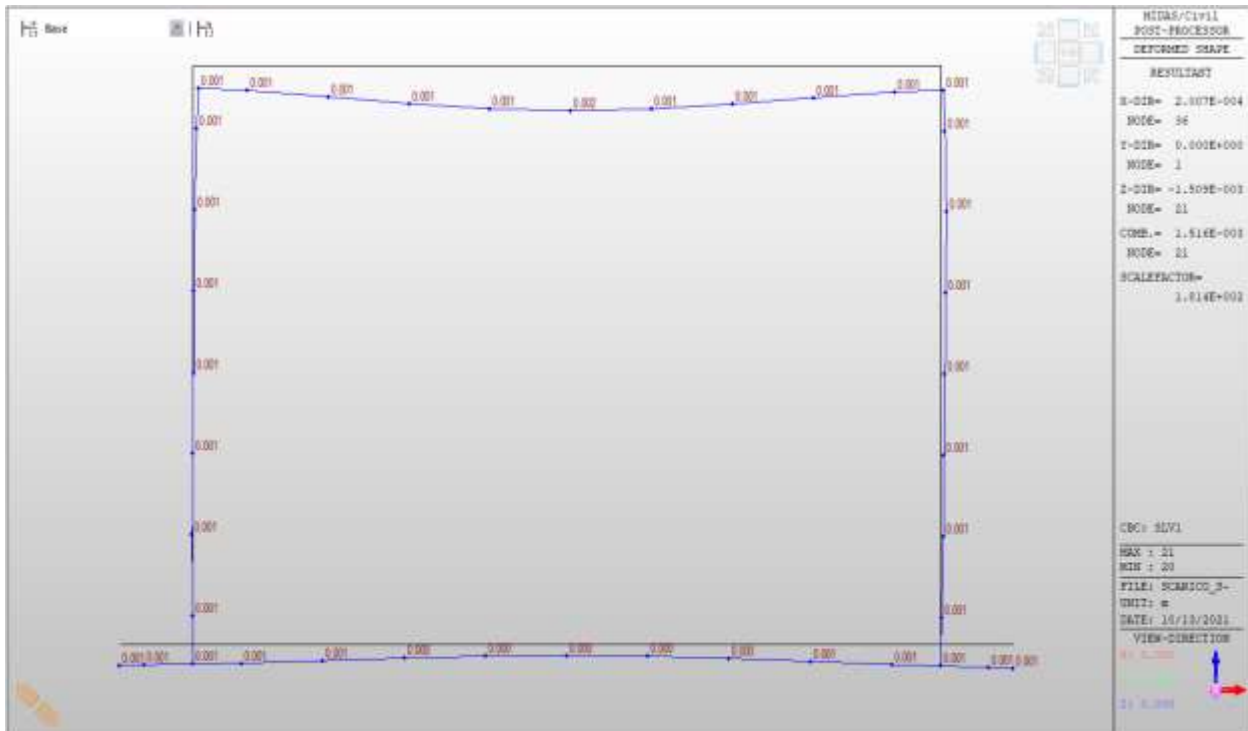


Figura 8-50 – Deformata struttura SLV comb. SLV1

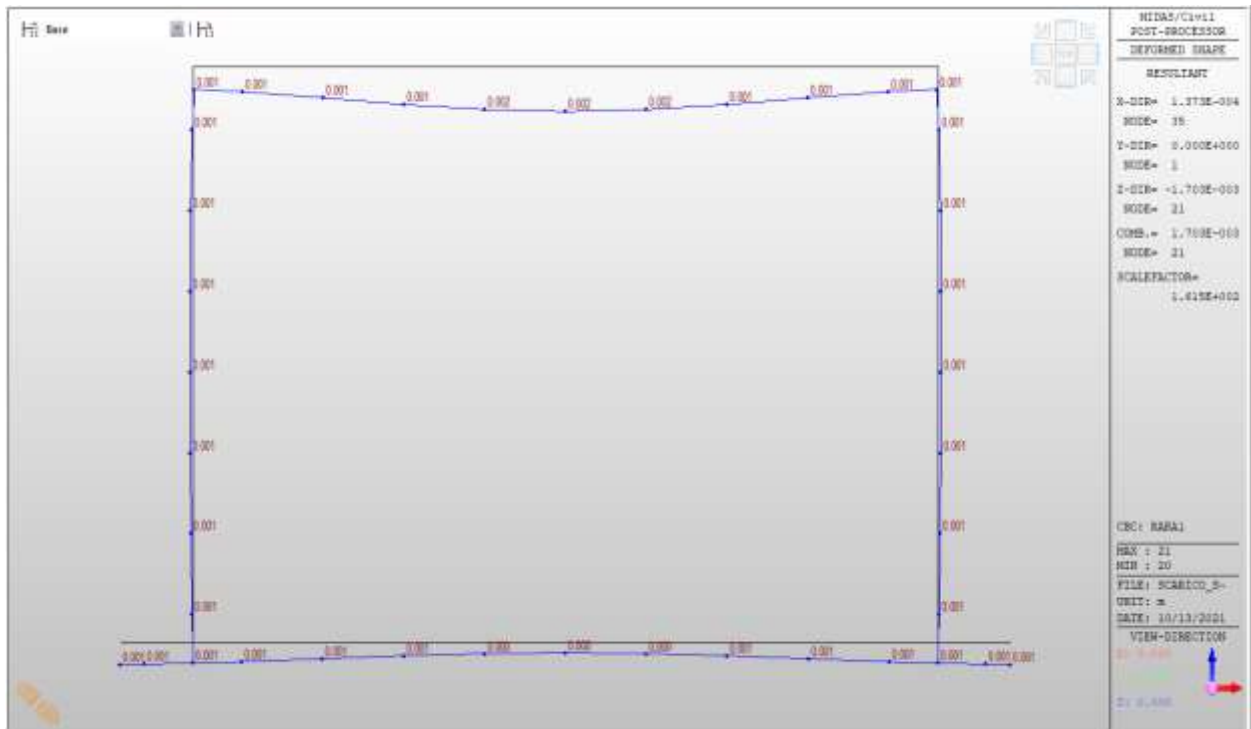


Figura 8-51 – Deformata struttura SLE- RARA comb. RARA1

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.

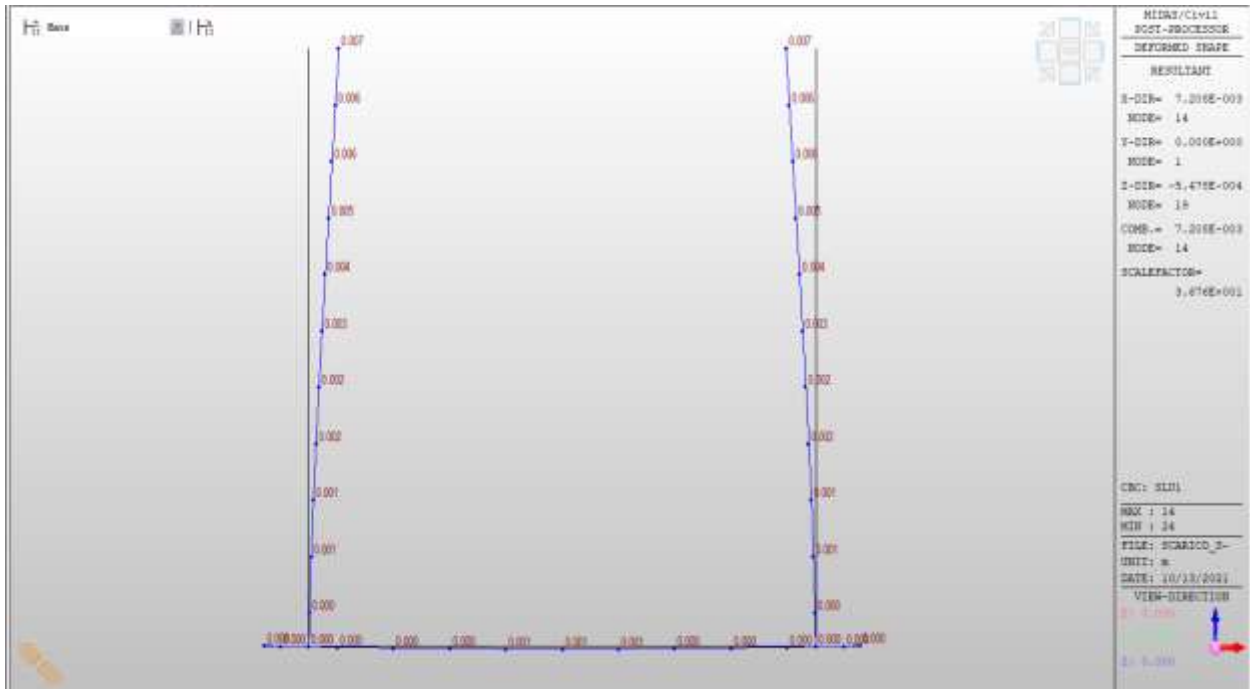


Figura 8-52 – Deformata struttura SLU comb. SLU1

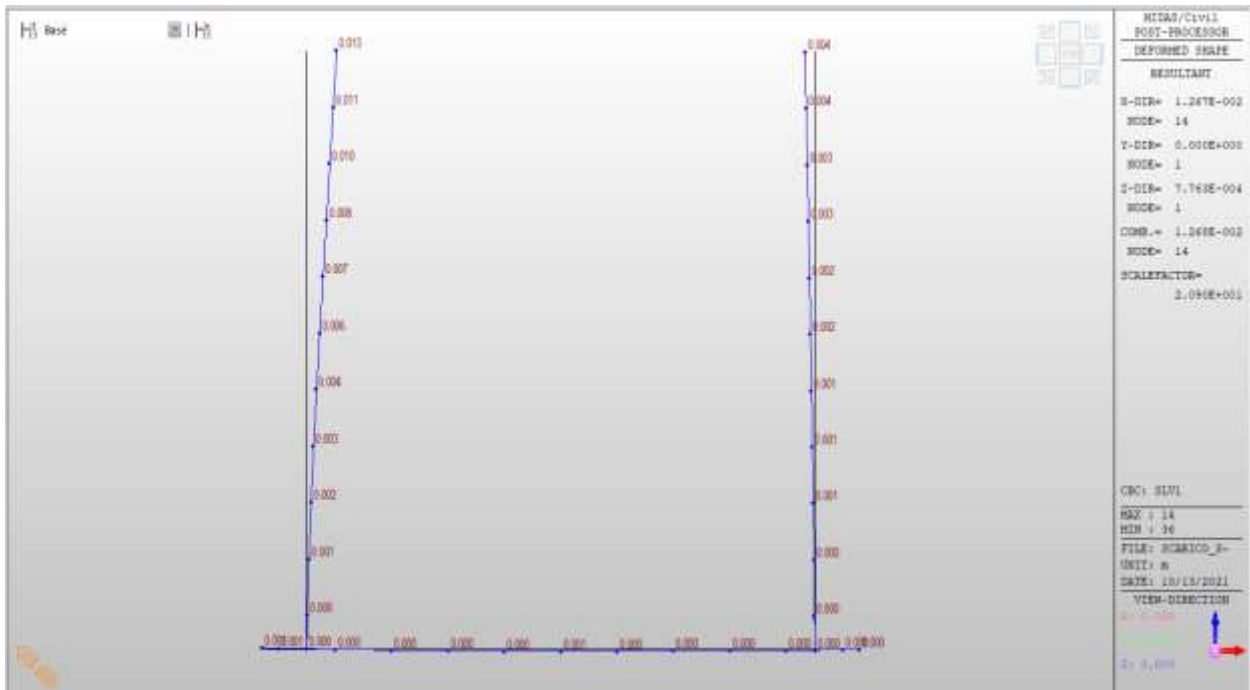


Figura 8-53 – Deformata struttura SLV comb. SLV1

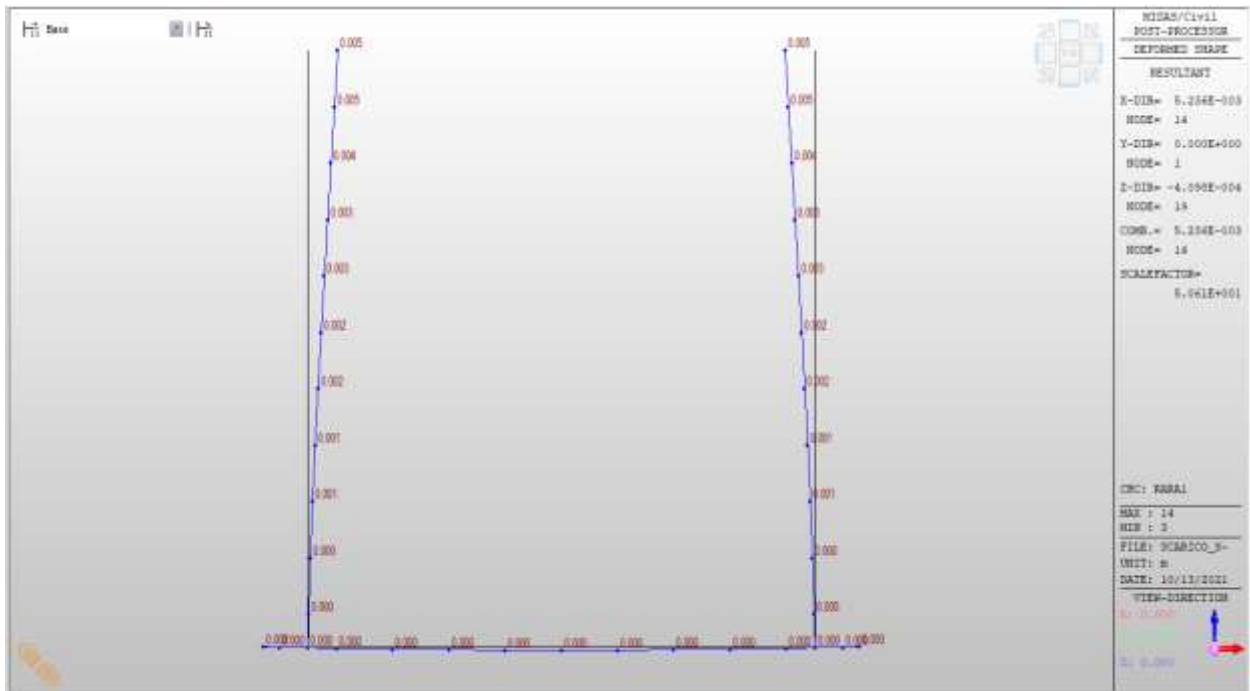


Figura 8-54 – Deformata struttura SLE- RARA comb. RARA1

Riepilogo incidenze

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

CANALE DI SCARICO BIPARTITORE		
ELEMENTO	spessore (m)	incidenza (kg/m3)
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.

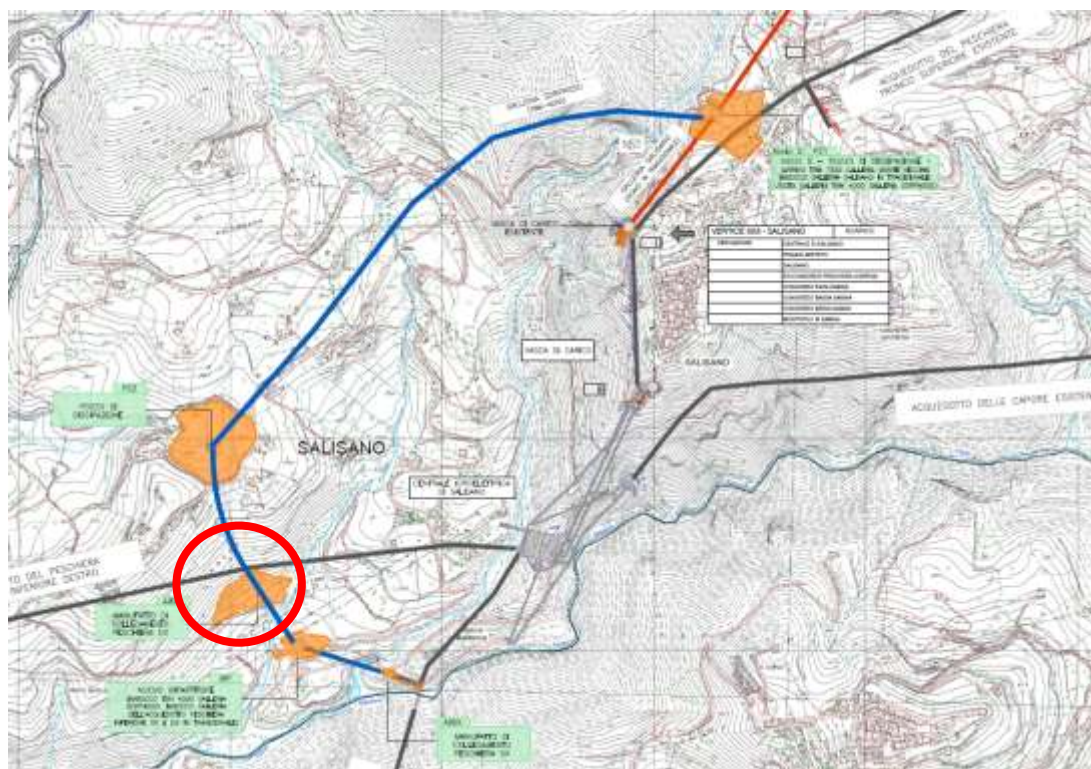


Figura 9-1 – Ubicazione dei Manufatti di Collegamento al Peschiera Destro (PiDX)

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	γ_s (kN/m ³)	σ'_z (MPa)	f_t (MPa)	RMR	GSI	c' (MPa)	ϕ' (°)	E_m (MPa)
SCZ	Calcari marnosi e marne calcaree di colore grigio e marrone	6	26.0	82.90	4.61	III (51.16)	45	3.67	27	9421
MAI (+POD)	Calcari micritici ben stratificati	7	26.0	74.92	4.16	III (51.83)	49	3.59	28	10361
SBI	Calcari e calcari marnosi di colore bianco	7	25.8	85.10	4.73	III (51.42)	51	3.91	28	9836
SAA	Calcari micritici, calcari marnosi e marne di colore rosa, arancione e nocciola	3	25.9	75.21	4.18	III (53.33)	48	3.14	27	6015
VAS	Calcari marnosi, marne e marne argillose dal rosa, al rosso al grigio	2	26.3	105.46 *	5.86 *	III (51.00)	28	3.07	21	1348
44K	Calcari, calcari marnosi, marne e marne argillose arancione	1	25.7	101.40 *	5.63 *	III (48.00)	25	2.78	20	1050

* Parametri di resistenza ottenuti dalle prove di Point Load condotte sulle formazioni che presentano alterazioni, in quanto riferiti alla sola componente orizzontale

k₁₁
Litologia: MAI
GSI: 55
RMR: 56 (III)
Jv: 12

k₁₆
Litologia: SAA
GSI: 50
RMR: 51 (III)
Jv: 15

k₁₉
Litologia: VAS
GSI: 40
RMR: 53 (III)
Jv: 7.2

k₂₇
Litologia: MAI
GSI: 60
RMR: 60 (III)
Jv: 8.8

k₁₃
Litologia: FUC
GSI: 30
RMR: 48 (III)
Jv: 18

k₁₇
Litologia: MAI
GSI: 35
RMR: 43 (III)
Jv: 18.4

k₂₄
Litologia: SBI
GSI: 55
RMR: 41 (III)
Jv: 22.9

k₂₈
Litologia: MAI
GSI: 25
RMR: 41 (III)
Jv: 24

k₁₅
Litologia: SBI
GSI: 45
RMR: 51 (III)
Jv: 14.9

k₁₈
Litologia: SBI
GSI: 55
RMR: 56 (III)
Jv: 12.8

k₂₅
Litologia: SBI
GSI: 60
RMR: 56 (III)
Jv: 10.8

DEPOSITI E COPERTURE QUATERNARIE		Valori medi da prove SPT			Valori medi da prove pressiometriche			Modulo E _y statico da geosismica		Range valori da prove di laboratorio							
Unità litotecnica	Descrizione	n° prove	C _v (MPa)	φ° (°)	E _d (MPa)	n° prove	E _p (MPa)	φ _{lim} (°)	E _d (MPa)	n° prove	γ _n (kN/m ³)	prova di taglio diretto		prova compressiva		SL	
												c' (MPa)	φ' (°)	f _{cc,0.5} (MPa)	f _{cc,0.1} (MPa)	f _{cc,0.05} (MPa)	SL
III (Piana San Vittorino)	Argilla microparenchima argillosa (facile laminata)	8	53	-	4	-	-	-	-	8	18-20	0-80	22-36	4.6	4.8	7.5	-
III (Viale del Salice)	Sabbia e ghiaia medio-fine con ghiaia sferoidale (facile gravata)	32	-	31	11	-	-	-	-	7	18-21	7-11	27-38	4.3	6.1	30.4	-
III (Viale del Salice)	Ghiaie in matrice sabbiosa-argillosa	12	-	31	13	-	-	-	-	12	17-21	7-9	29-36	4.4	4.7	6.5	-
III (Viale del Turano)	Sabbie-fine fluide con clasti arenacei	6	-	33	10	-	-	-	-	8	18-21	10-12	26-28	5.5	4.3	7.0	-
III (Piano di Sarnano)	Alternanza ghiaie in matrice sabbiosa-argillosa con livelli sabbiosi-fine	17	-	31	12	-	-	-	-	3	17-19	0-30	24-30	5.2	4.7	4.6	-
FIG.	Argille limose con interstrati sabbiosi-fine	33	-	33	25	-	-	-	-	4	17-19	35-65	38-39	4.0	6.7	7.3	150-300
IGR.	Conglomerati clastosostenuti arenacei, da arenacei a molto arenacei	/	/	/	/	8	338	42	302	7	18-19						
UMS.	Conglomerati clastosostenuti, con clasti arenacei, silicei e calcarei	/	/	/	/	1	113	41	102	1	20						
GR.	Conglomerati di medio-fine a grossi arenacei	12	-	33	25	7	92	41	127	8	17.5-20						

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)	φ _{lim} (°)	E _y (MPa)	γ _n (kN/m ³)
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	γ _n (kN/m ³)	σ _c (MPa)	f _t (MPa)	RMR	GSI	c' (MPa)	φ' (°)	E _m (MPa)
MAI (+POD)	Calcari micritici ben stratificati	7	26.0	74.92	4.16	III (51.83)	49	3.59	28	10361

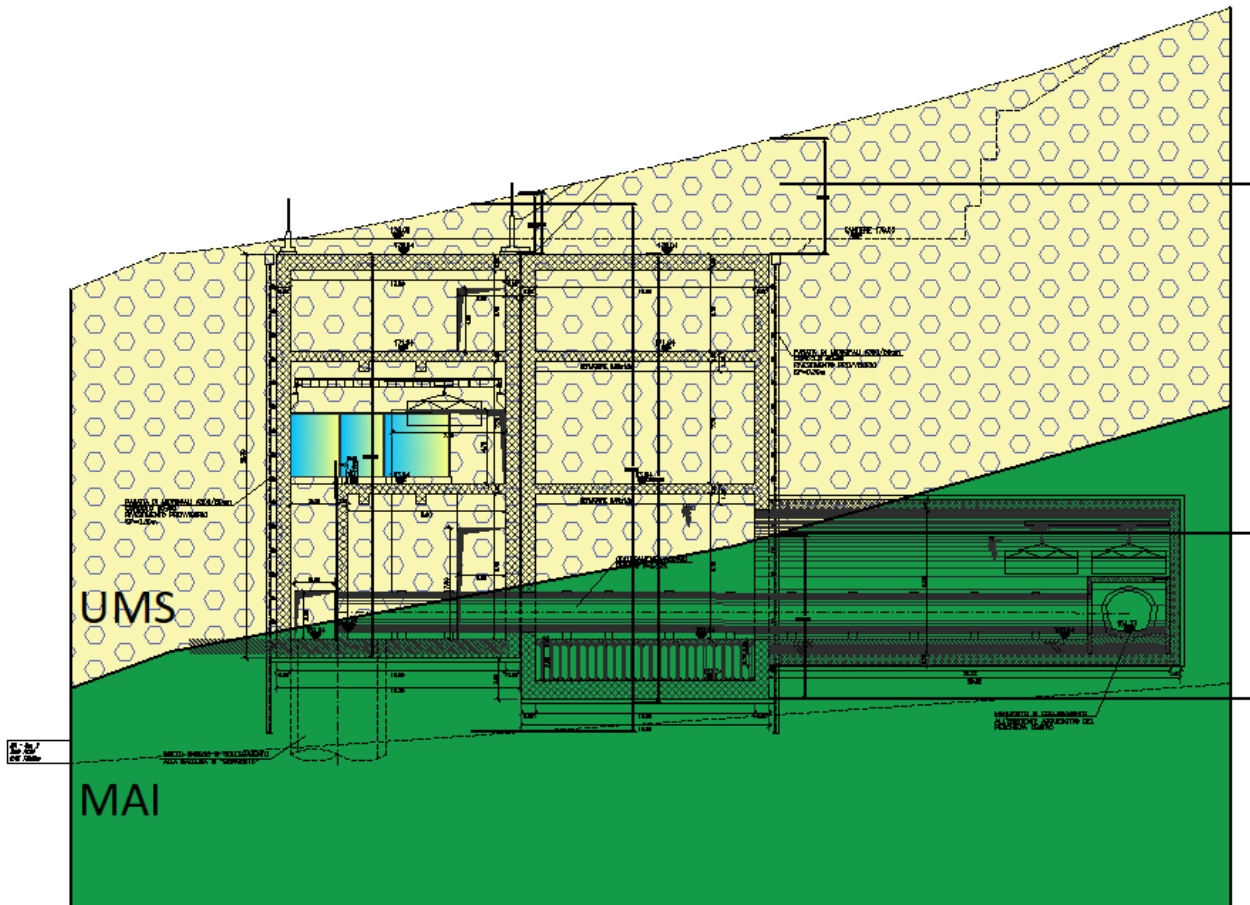


Figura 9-3 – Inserimento opera nella stratigrafia geologica di riferimento

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

9.3 Inquadramento sismico

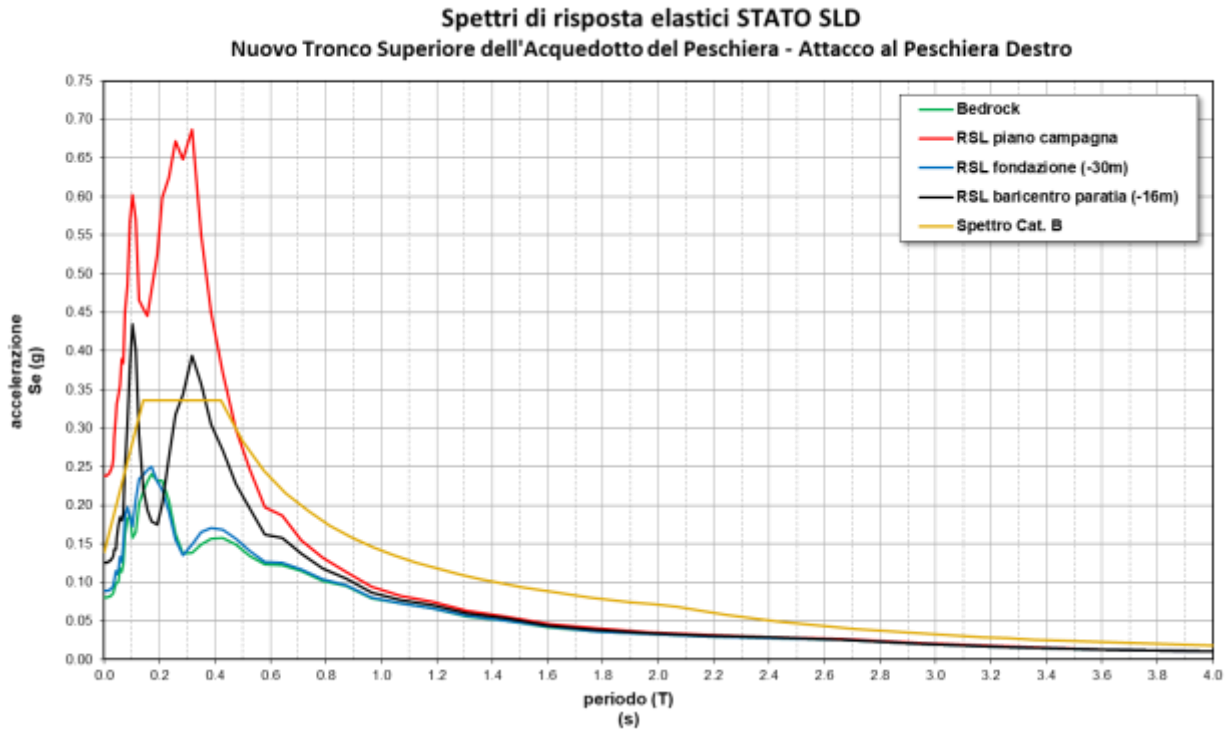
In riferimento al livello di prestazione rispetto alla durabilità si assume un valore di VN pari a 100 anni. Vista la rilevanza che l’opera assume e la sua strategicità, la stessa dovrà essere progettata in classe d’uso IV. Inoltre, è opportuno segnalare

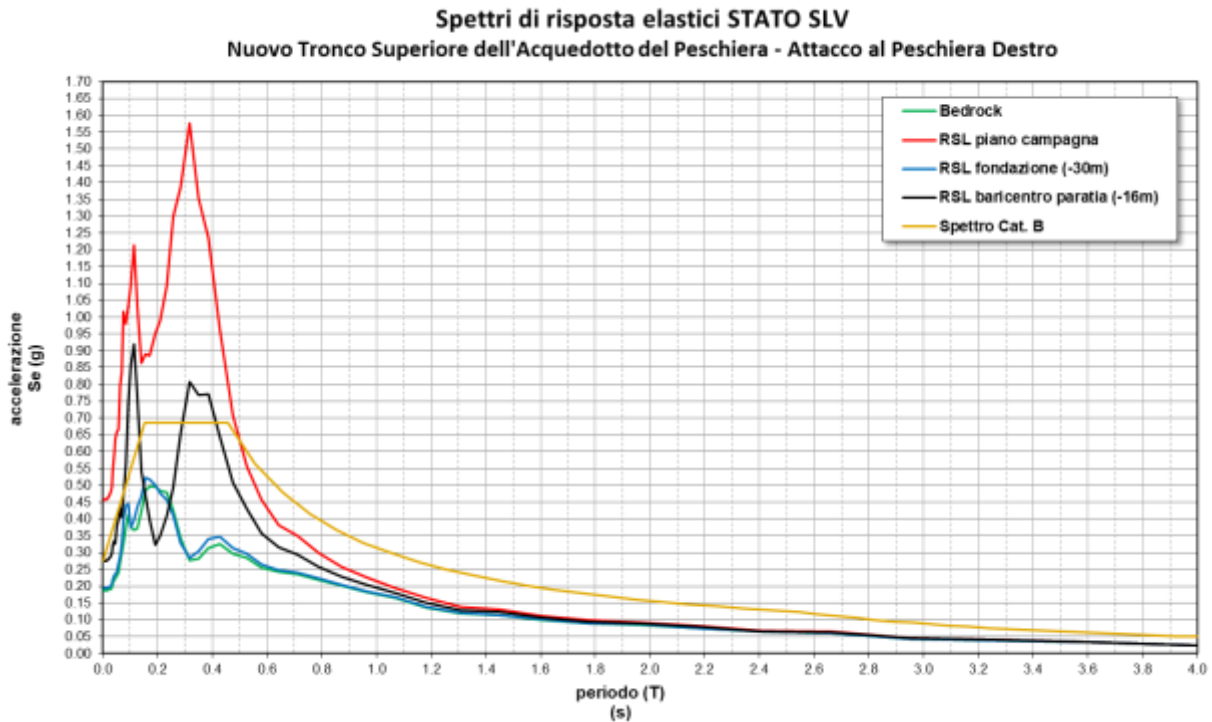
come l’assunto di opera strategica, e quindi aver assegnato una classe d’uso pari a IV, conferisce all’infrastruttura acquedottista una classe di affidabilità elevata.

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:

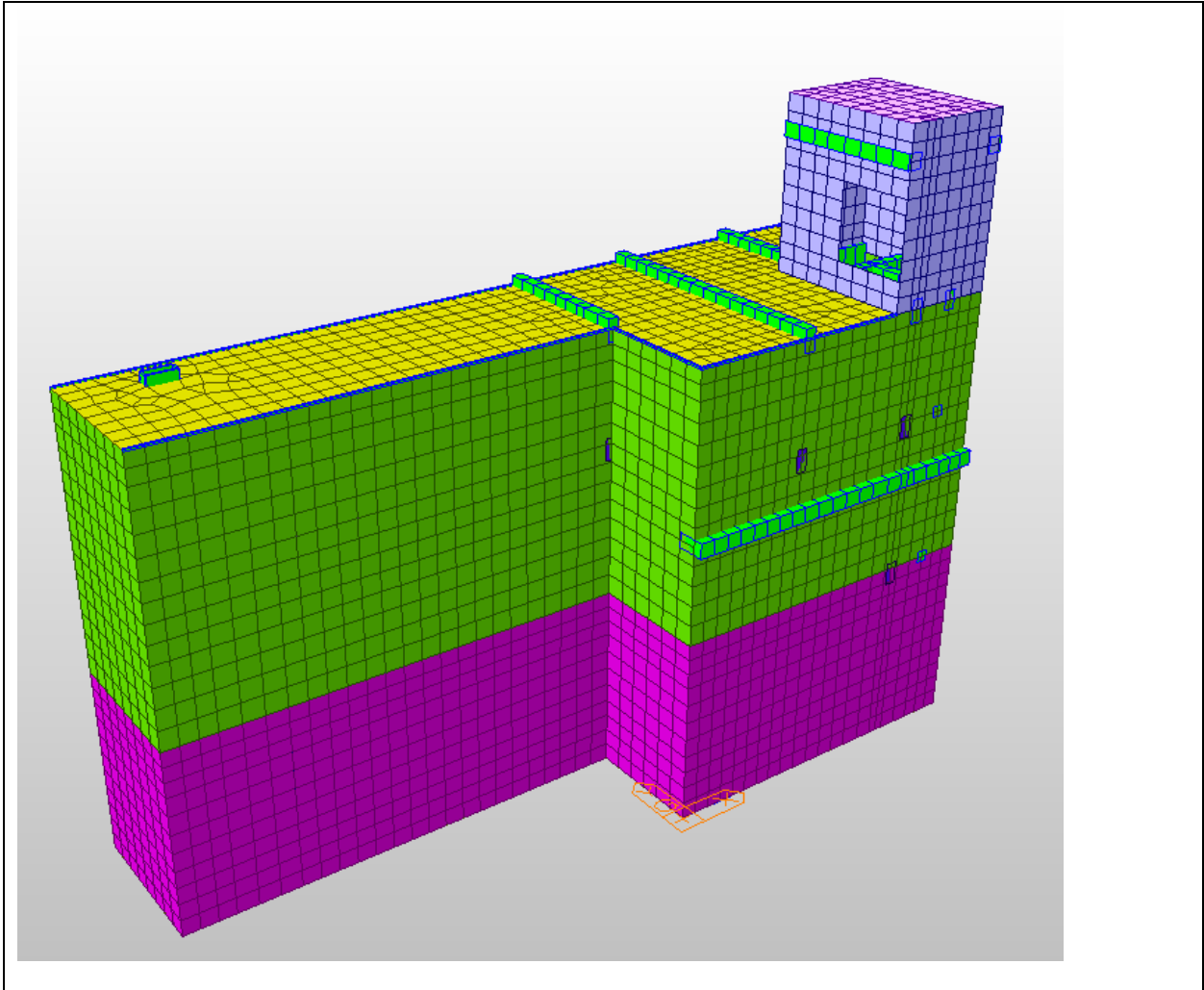


Figura 9-4 – MANUFATTO 1 – LATO SUD-OVEST

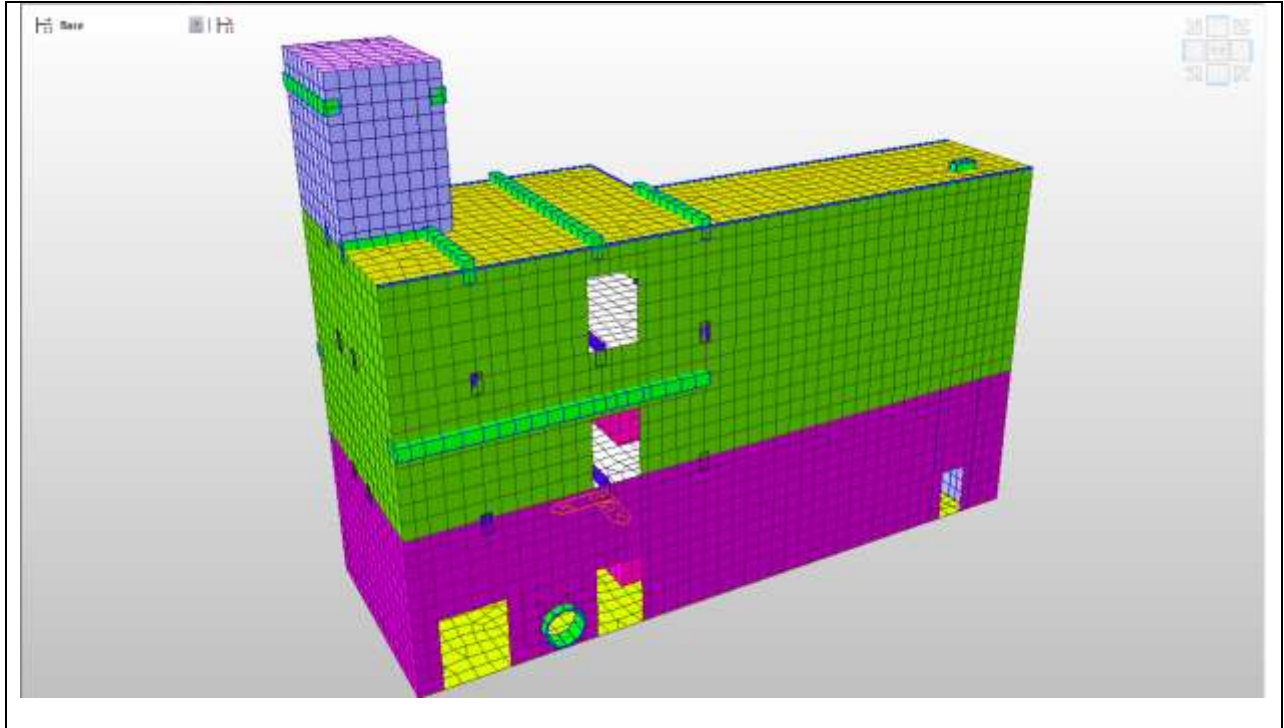


Figura 9-5 – MANUFATTO 1 – LATO NORD-EST

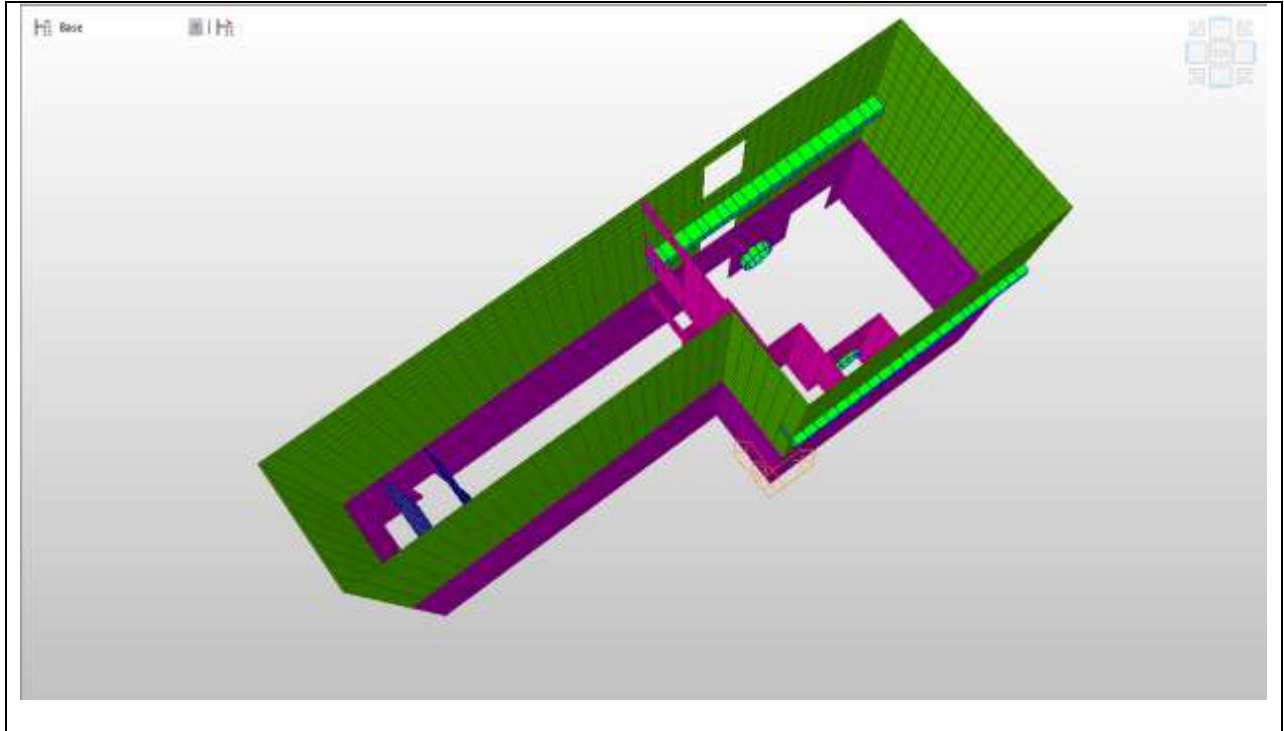


Figura 9-6 – MANUFATTO 1, vista dei setti interrati

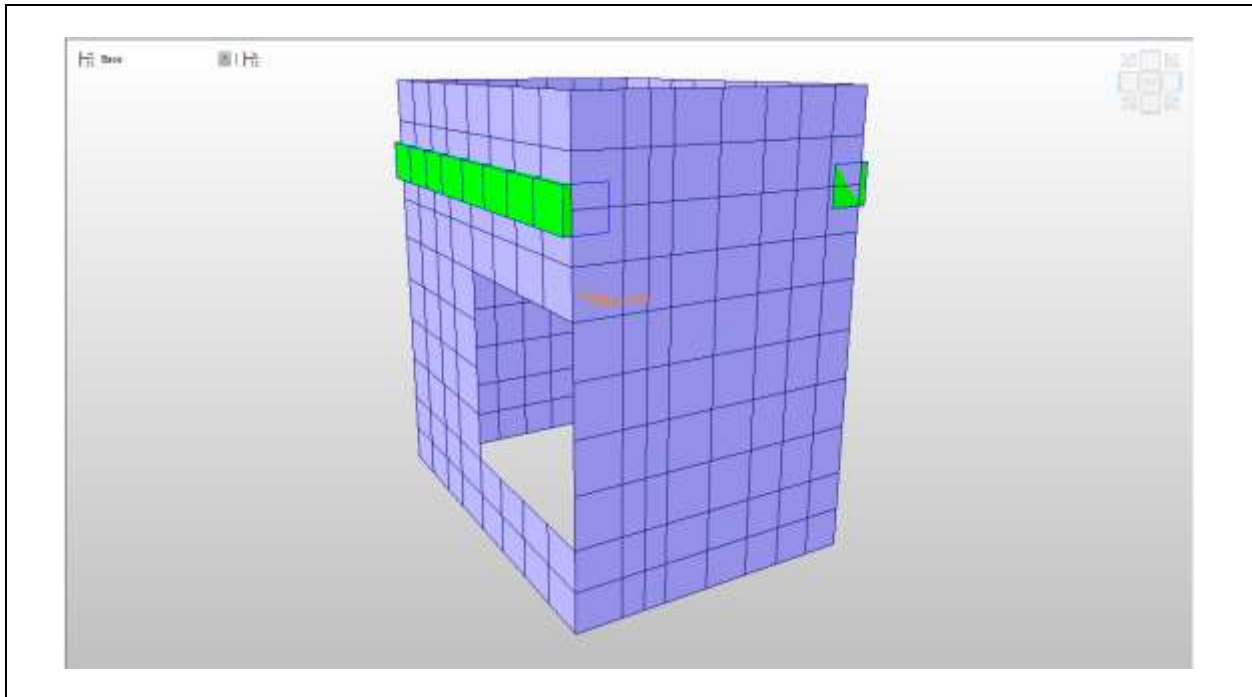


Figura 9-7 – MANUFATTO 1, vista setti fuori terra

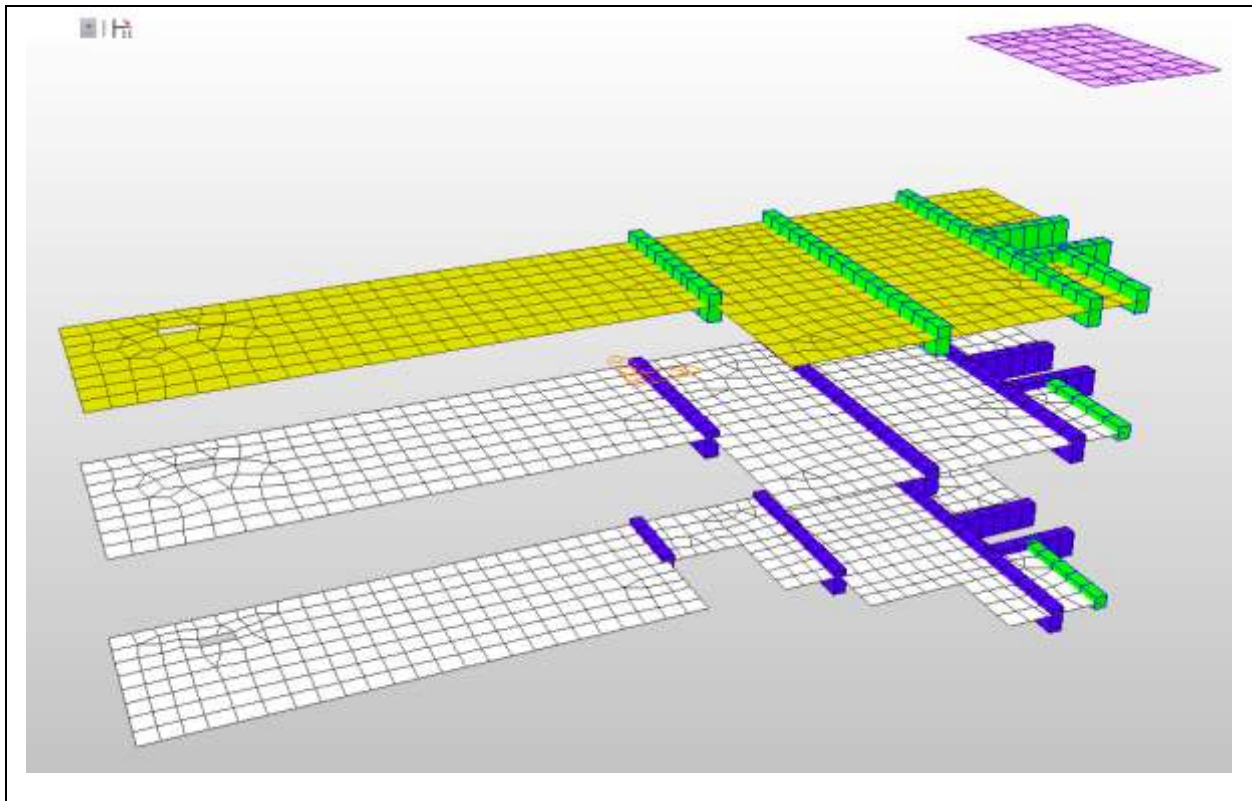


Figura 9-8 – MANUFATTO 1, orizzontamenti

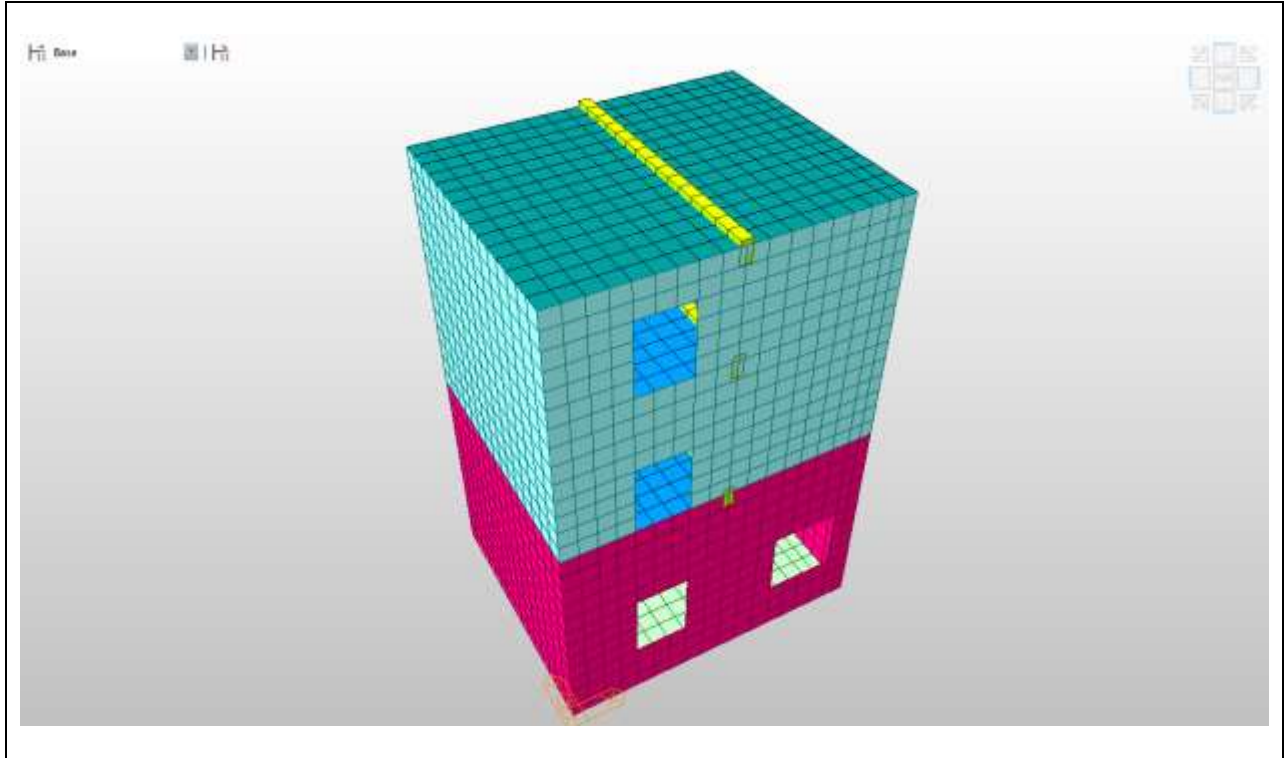


Figura 9-9 – MANUFATTO 2 – LATO SUD-OVEST

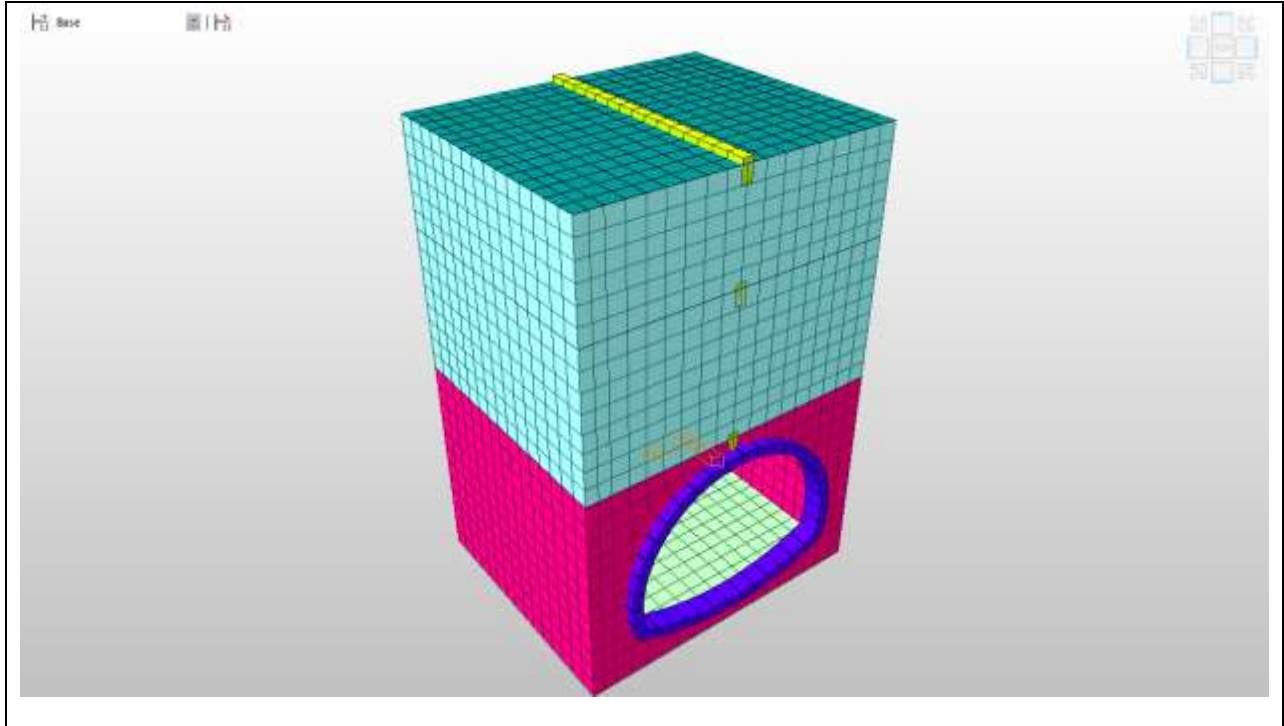


Figura 9-10 – MANUFATTO 2 – LATO NORD-EST

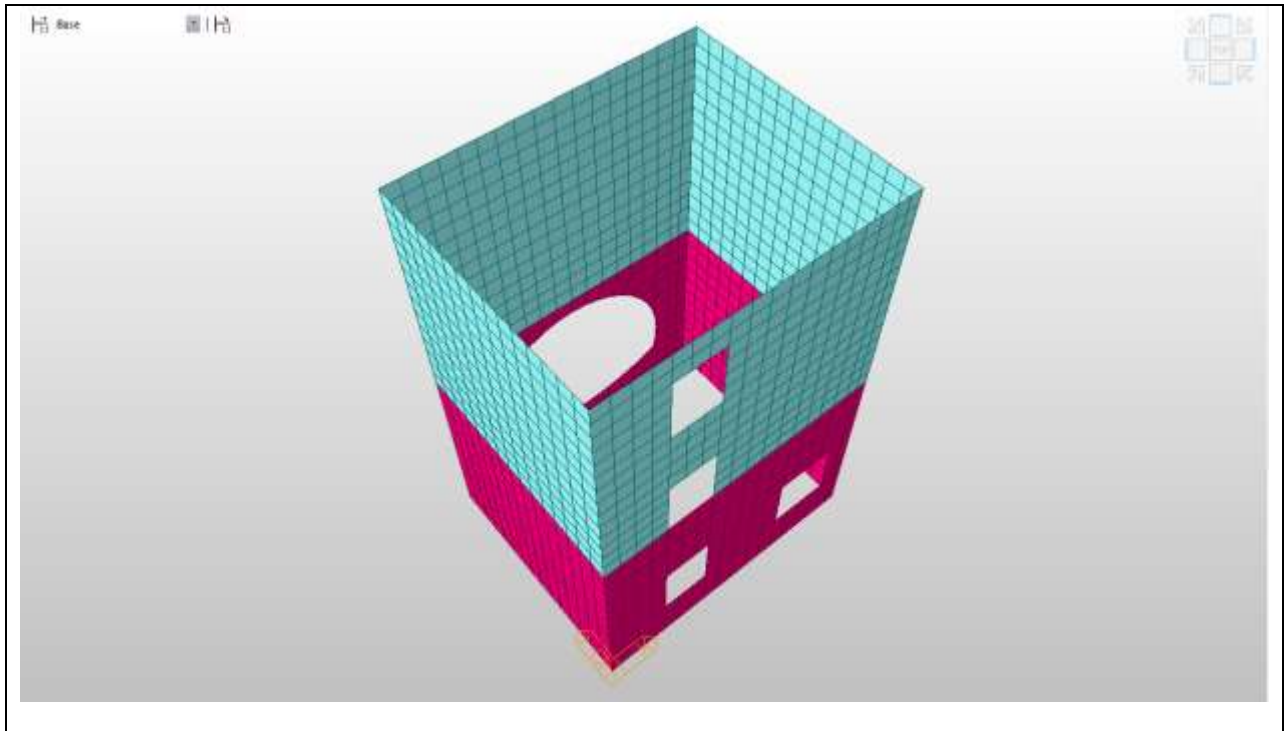


Figura 9-11 – MANUFATTO 2, vista dei setti interrati

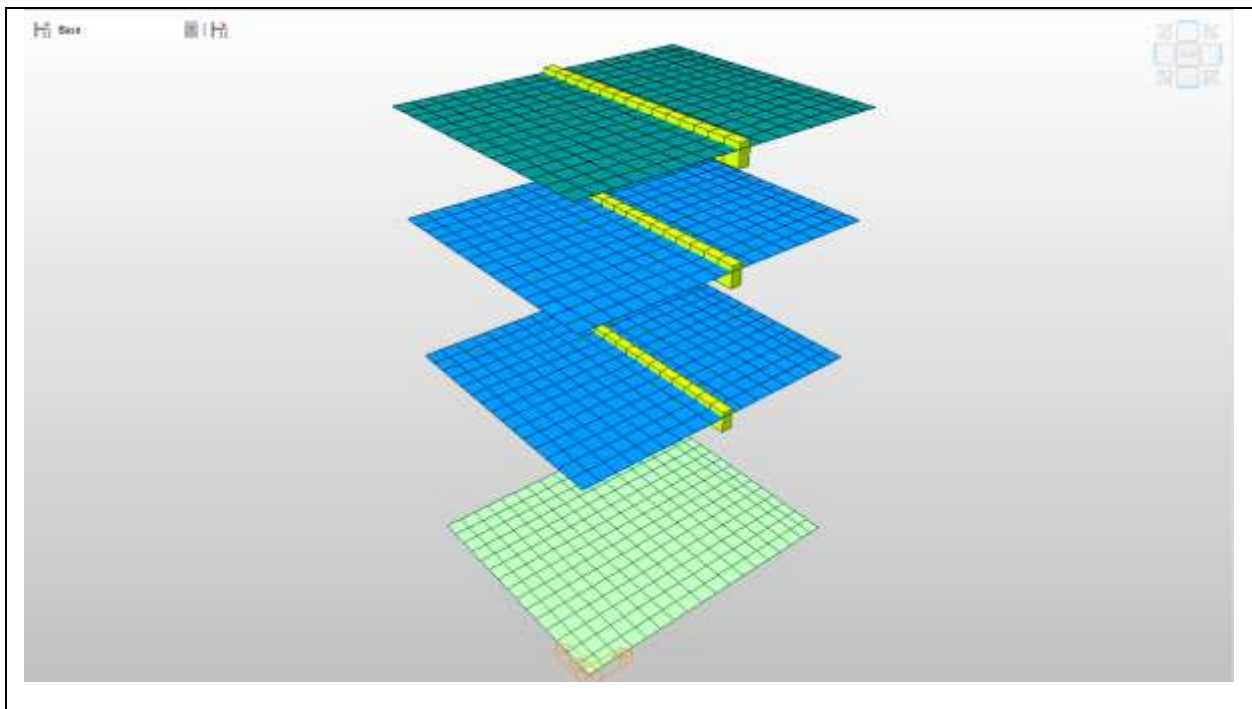


Figura 9-12 – MANUFATTO 2, orizzontamenti

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 kN/m^2

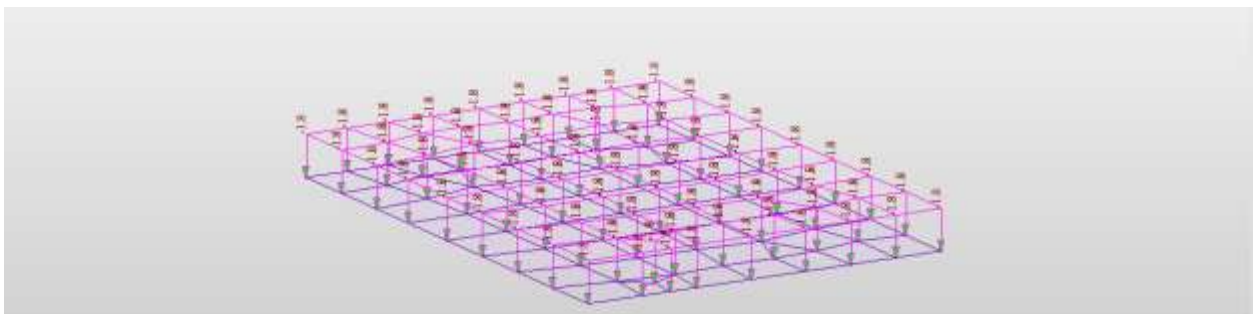


Figura 9-13 – MANUFATTO1 – Caso di carico "Permanente portato"

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 kN/m^2	1.00	Carico neve di calcolo 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			

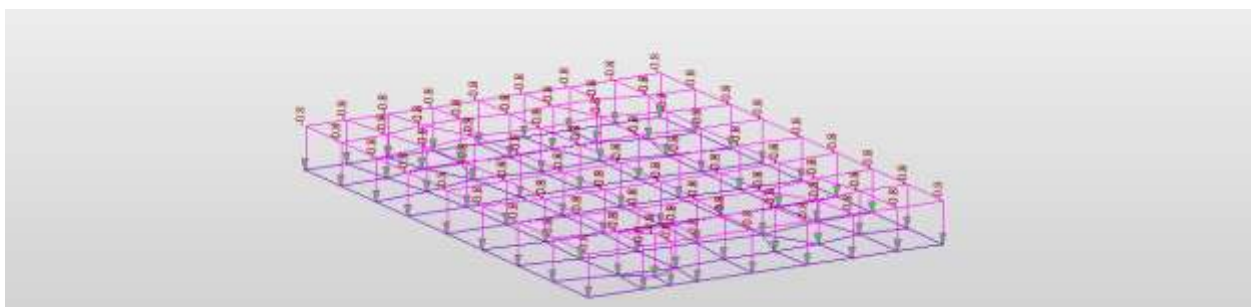
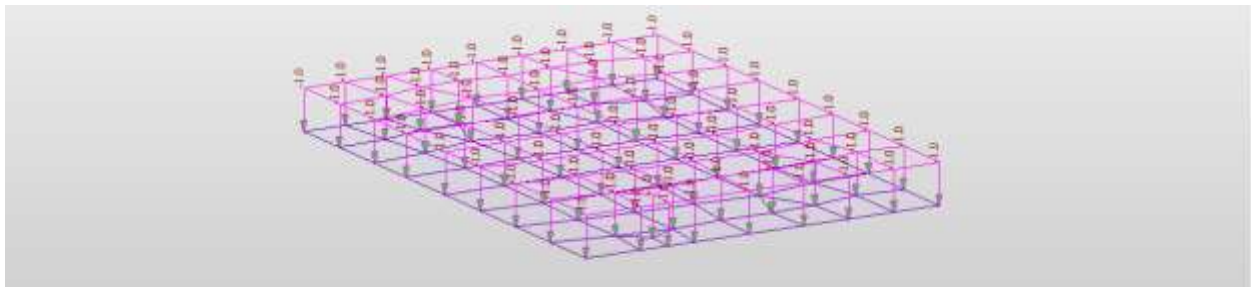


Figura 9-14 – BIPARTITORE – Caso di carico “Manutenzione” e “Neve”

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		
γ riemp=	20	kN/m ³	b_{cls} =	1.8	m
γ pav=	22	kN/m ³	h_{cls} =	2	m
z_{terr} =	0.9	m	sp_{cls} =	0.3	m
z_{pav} =	0.1	m	b_{terr} =	0.5	m
σ_v =	20	kN/m ²	h_{terr} =	2	m
			$p_{grigliato}$ =	1	kN/m
			γ_{cls} =	25	kN/m ³
			γ_{nat} =	20	kN/m ³
			G2k=	50	kN/ml

- g2k, riemp+pav: 20.00 kN/m²
- G2k, muri di sostegno: 50.00 kN/ml

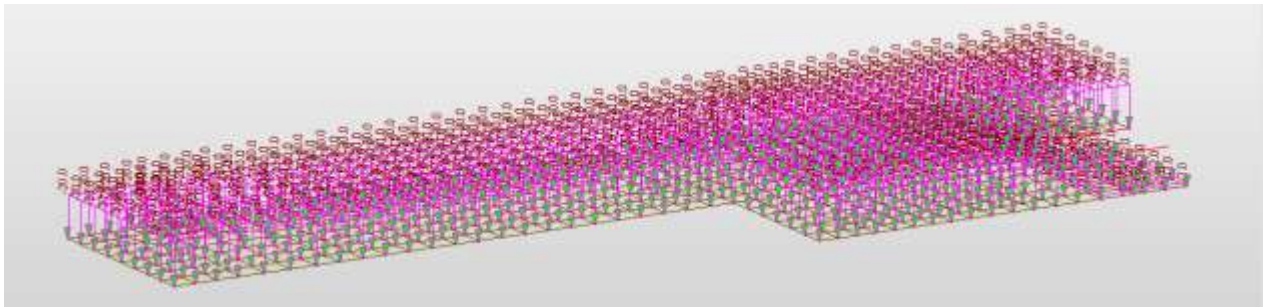


Figura 9-15 – MANUFATTO1 – Caso di carico “G2k, permanente portato”

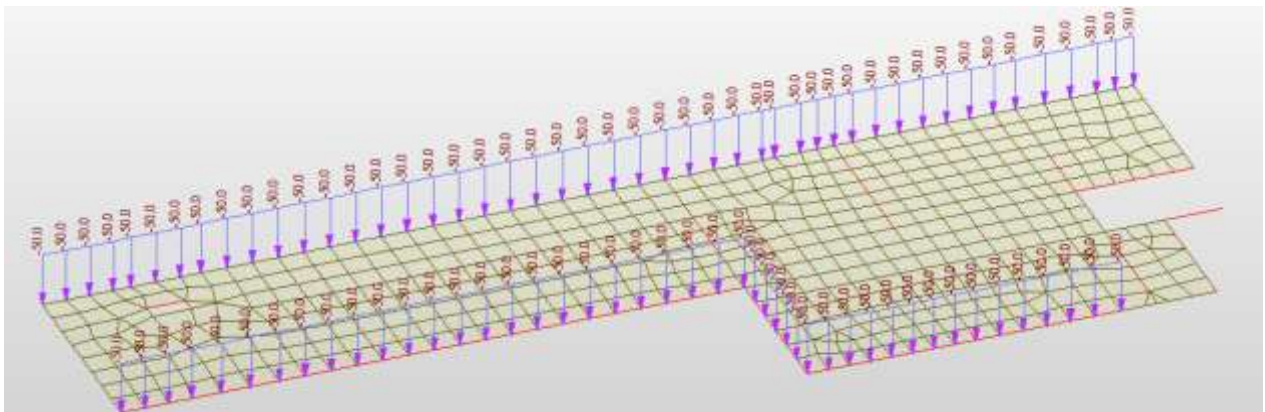


Figura 9-16 – MANUFATTO1– Caso di carico “G2k, Muri livello 0”

Variabili

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

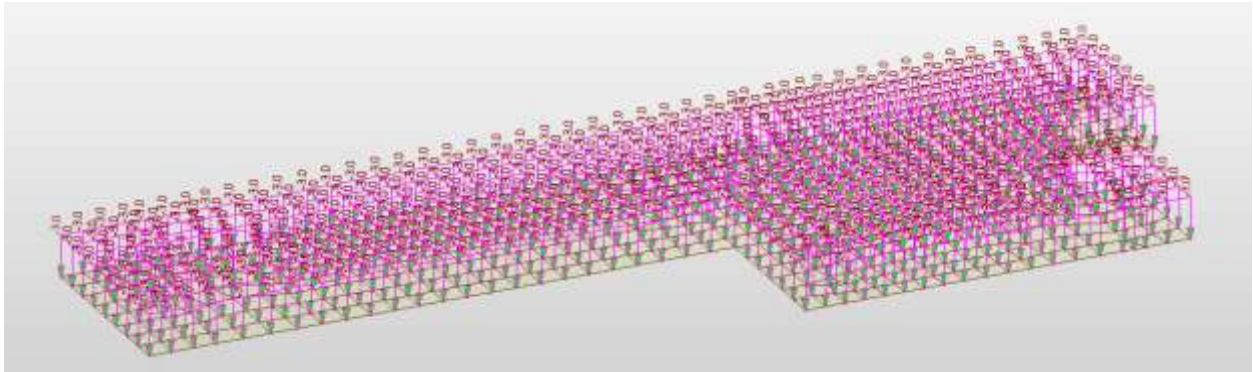


Figura 9-17 – MANUFATTO1 – Caso di carico "Qk Folla cat. E"

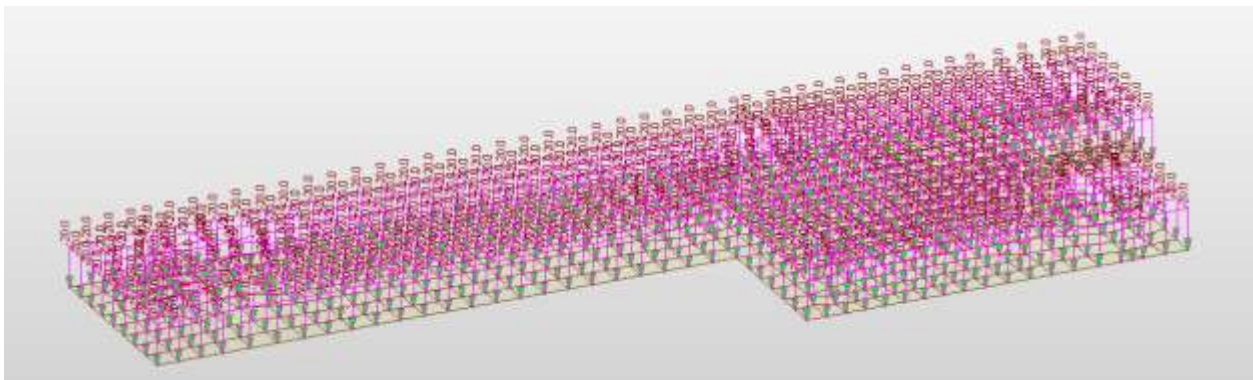


Figura 9-18 – Manufatto 1– Caso di carico "Mezzi Qk=20kPa"

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/m²

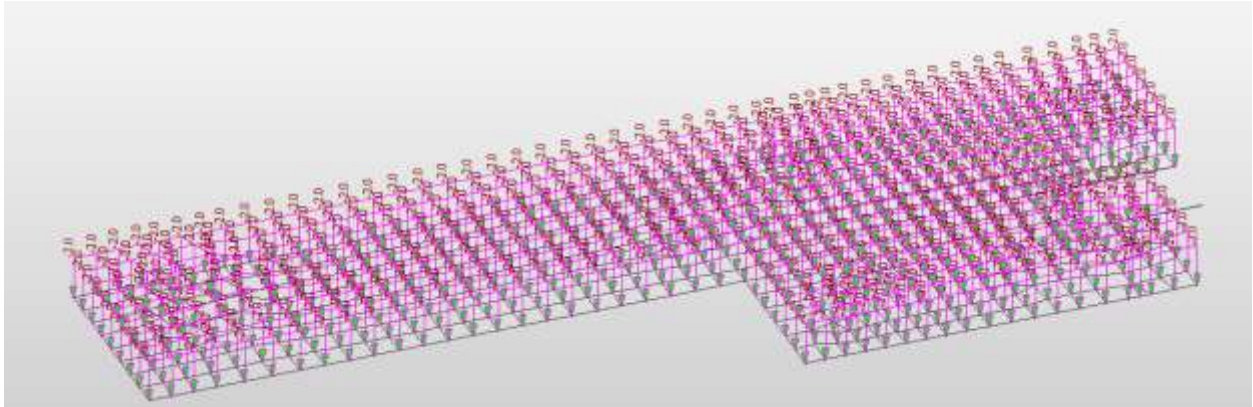


Figura 9-19 – MANUFATTO1 – Caso di carico "Permanente portato"

Variabili

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

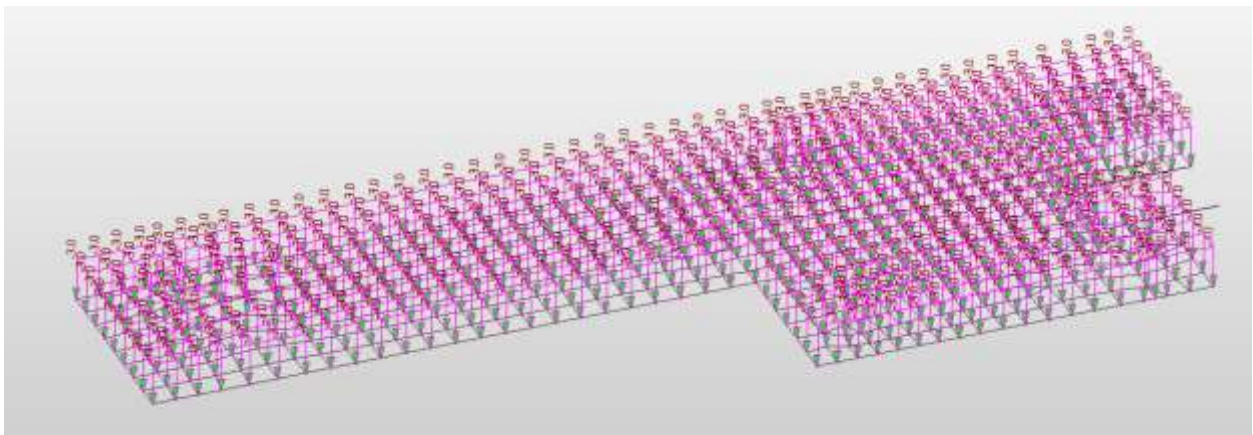


Figura 9-20 – MANUFATTO1 – Caso di carico "Qk Folla cat. E"

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

- G_{2k} : 2.00 kN/m^2

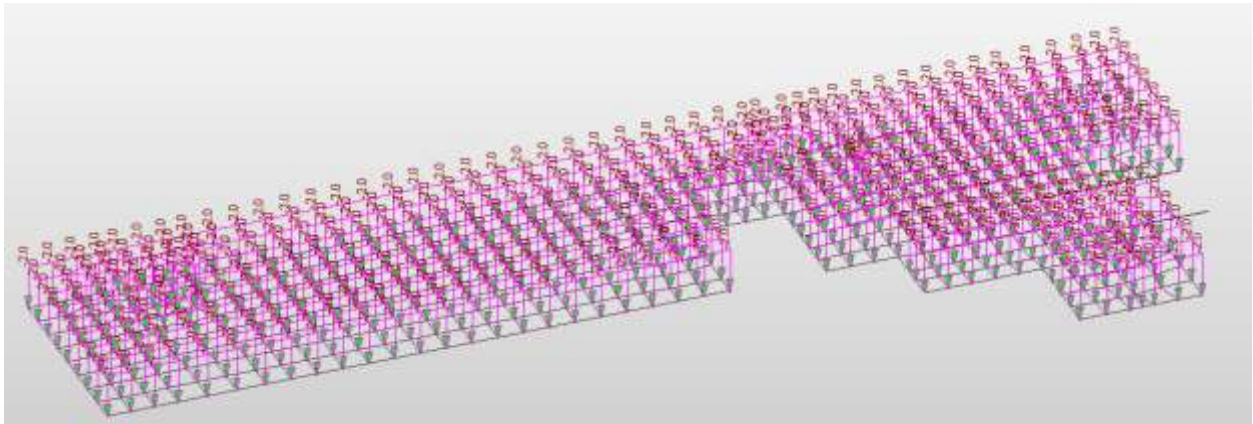


Figura 9-21 – MANUFATTO1 – Caso di carico “Permanente portato”

Variabili

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

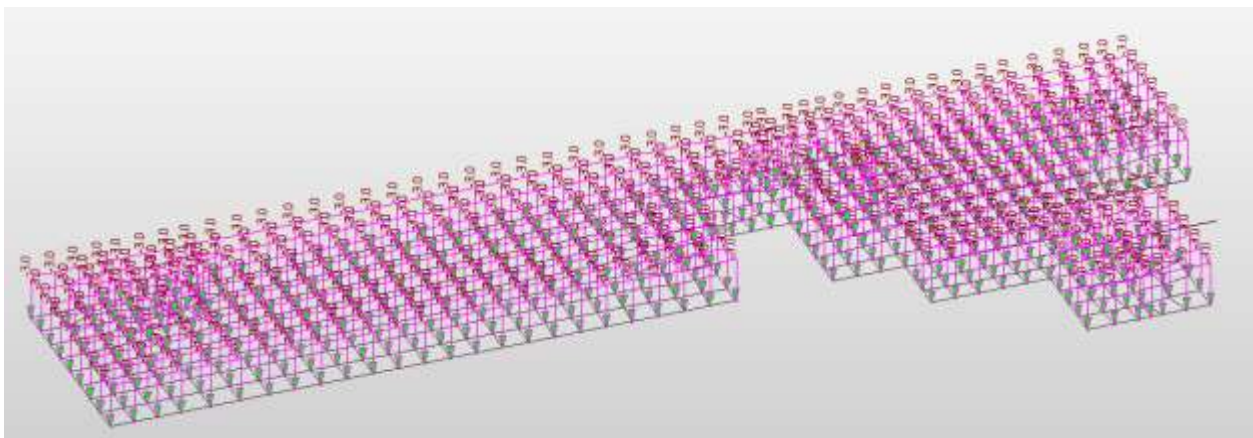


Figura 9-22 – MANUFATTO1 – Caso di carico “Qk Folla cat. E”

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=	2.5	m	
A=	4.9063	m ²	
P=	7.85	m	
sp=	0.02	m	
γ_w =	10	kN/m ³	
γ_s =	78.5	kN/m ³	
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	
Ltrasv.=	2.6	m	
g2k=	25	kN/m ²	

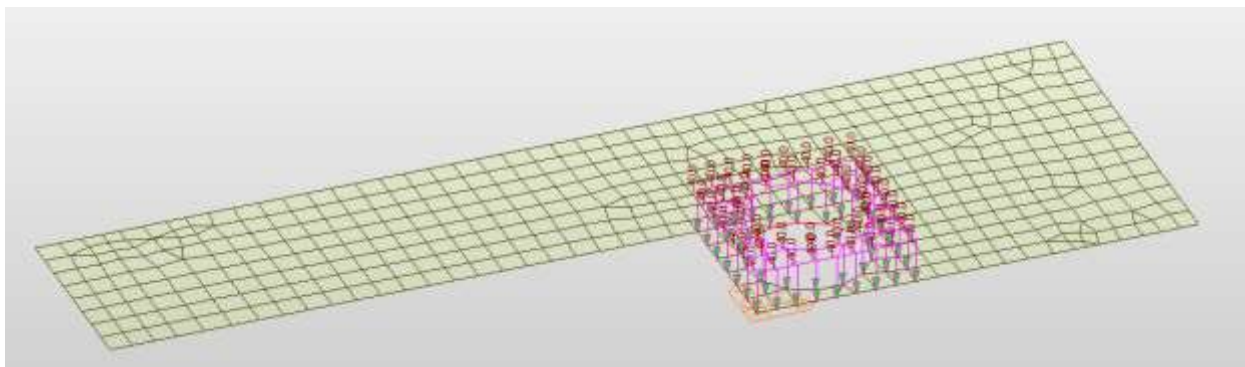


Figura 9-23 – MANUFATTO1 – Caso di carico "Peso verticale acqua "COND. PERMANENTE"

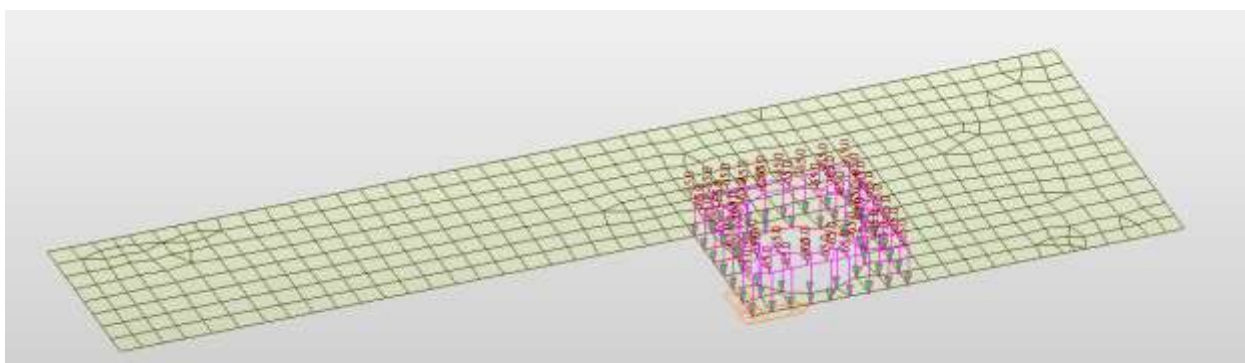


Figura 9-24 – MANUFATTO1 – Caso di carico "Peso verticale acqua "COND. ECCEZIONALE"

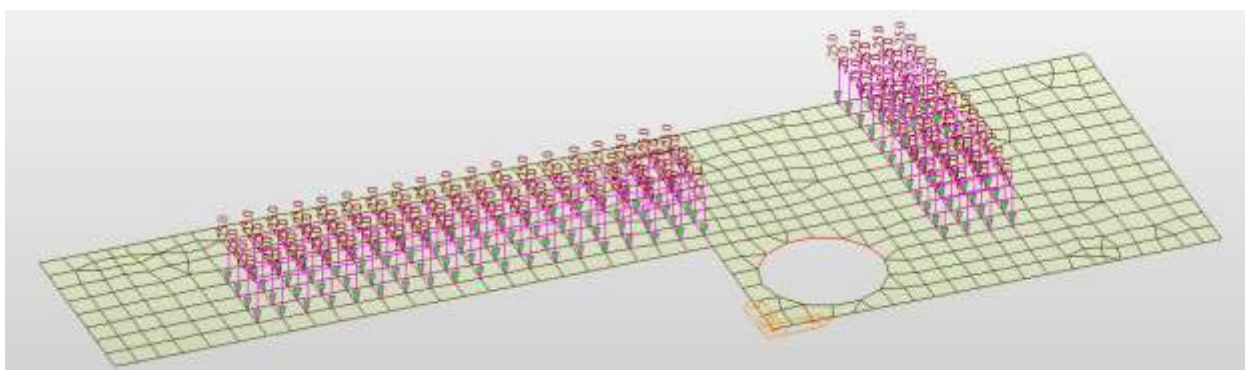


Figura 9-25 – MANUFATTO 1 – Caso di carico "G2k DN2500"

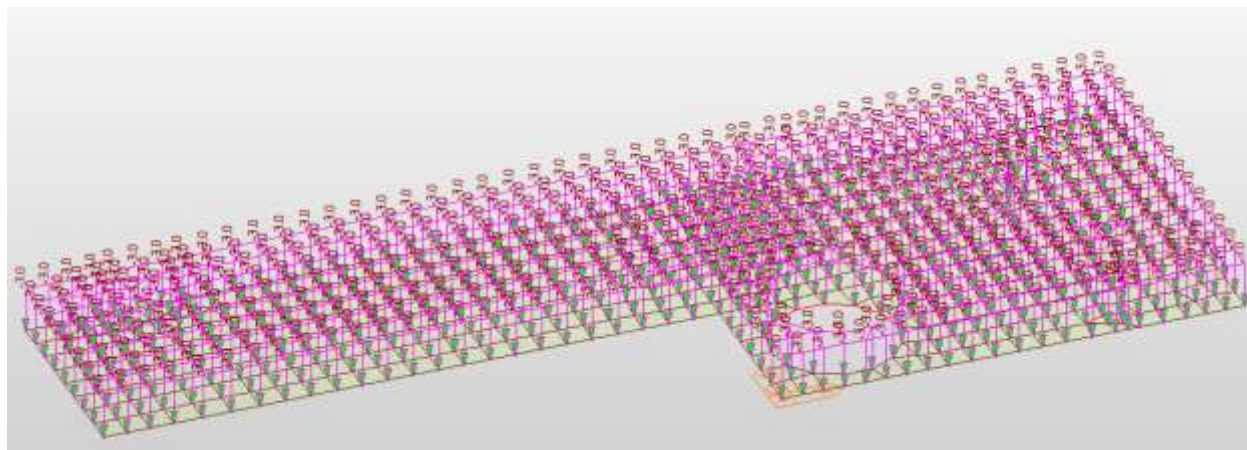


Figura 9-26 – MANUFATTO1 – Caso di carico “permanente portato”

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:

INGOMBRI GRU A PONTE BITRAVE A CASSONE															
20-dic-07															
PORTATA GRU t 6.3										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 (*) kg	Pmax daN	Pmin daN	I mm	L mm	C mm	B mm	T mm	D (**) mm	D1 (**) mm	A mm	B1 mm	F mm	H mm	R mm
5000	2080	3547	433	2500	3000	1200	560	80	1060	1180	140	970	1170	290	200
6000	2240	3691	466	2500	3000	1200	560	80	1060	1180	140	970	1170	290	200
7000	2400	3807	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 carroporte 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:

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

Dove:

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

Si ottiene:

Andamento delle tensioni orizzontali efficaci

strato	u.g.	spessore m	γ kN/m ³	ϕ °	c' kN/m ²	k0	$\sigma'v$ kN/m ²	$\sigma'h$ kN/m ²
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.

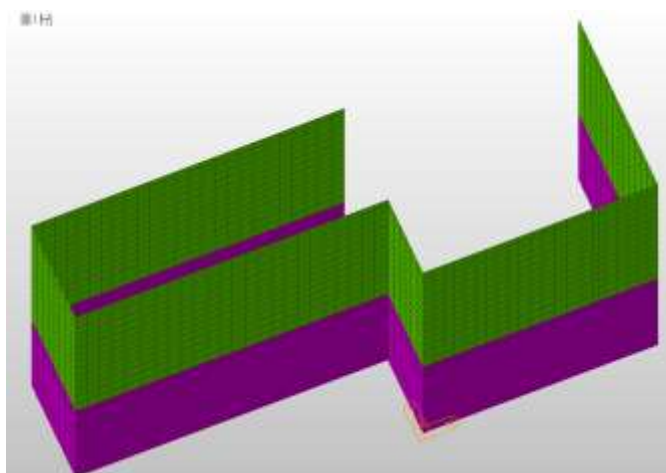


Figura 9-28 – Pareti perimetrali a contatto con il terreno

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

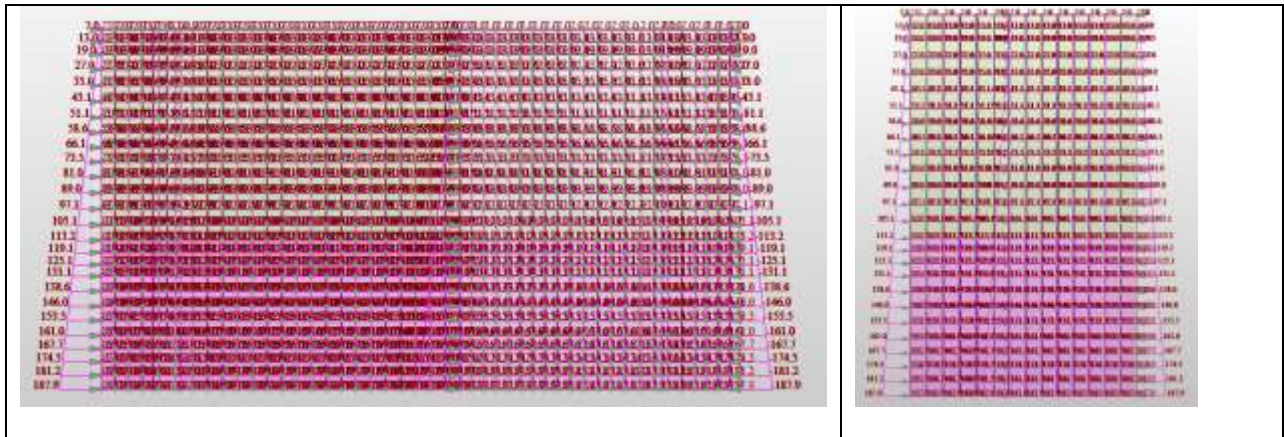


Figura 9-29 – Andamento delle tensioni orizzontali totali – Applicazione pareti perimetrali interrato.

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:

- γ_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:

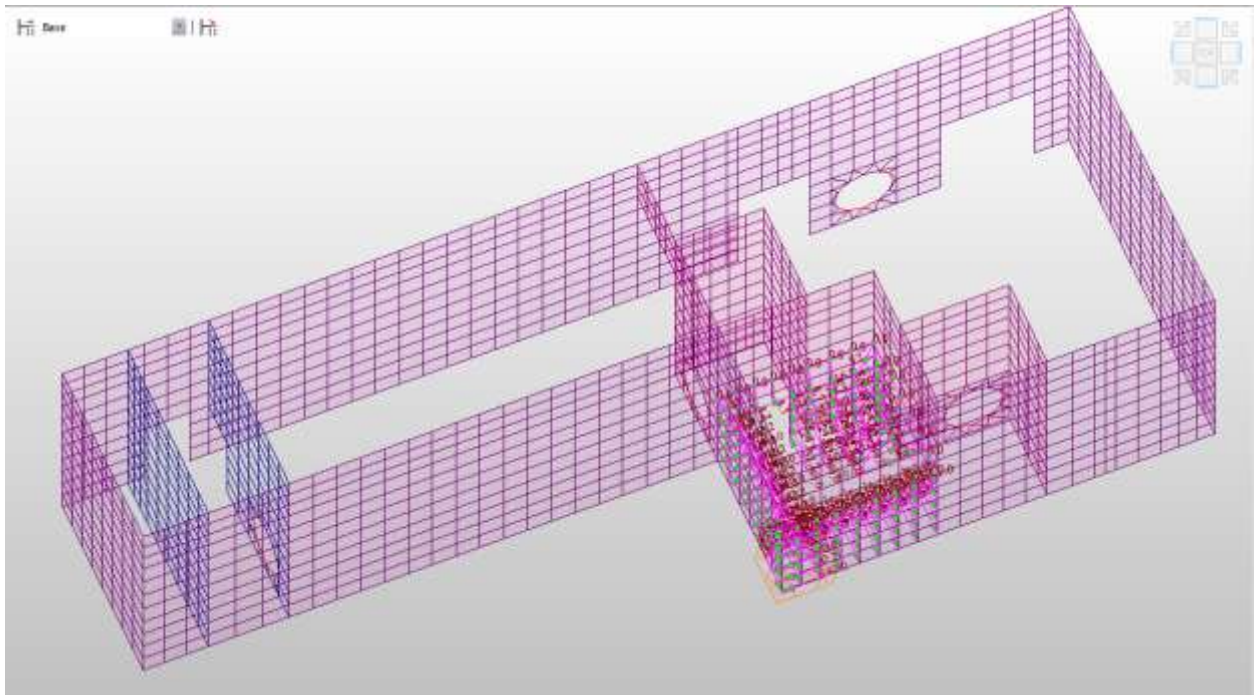


Figura 9-30 – MANUFATTO1 – Caso di carico "spinta orizzontale acqua di invaso"

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:

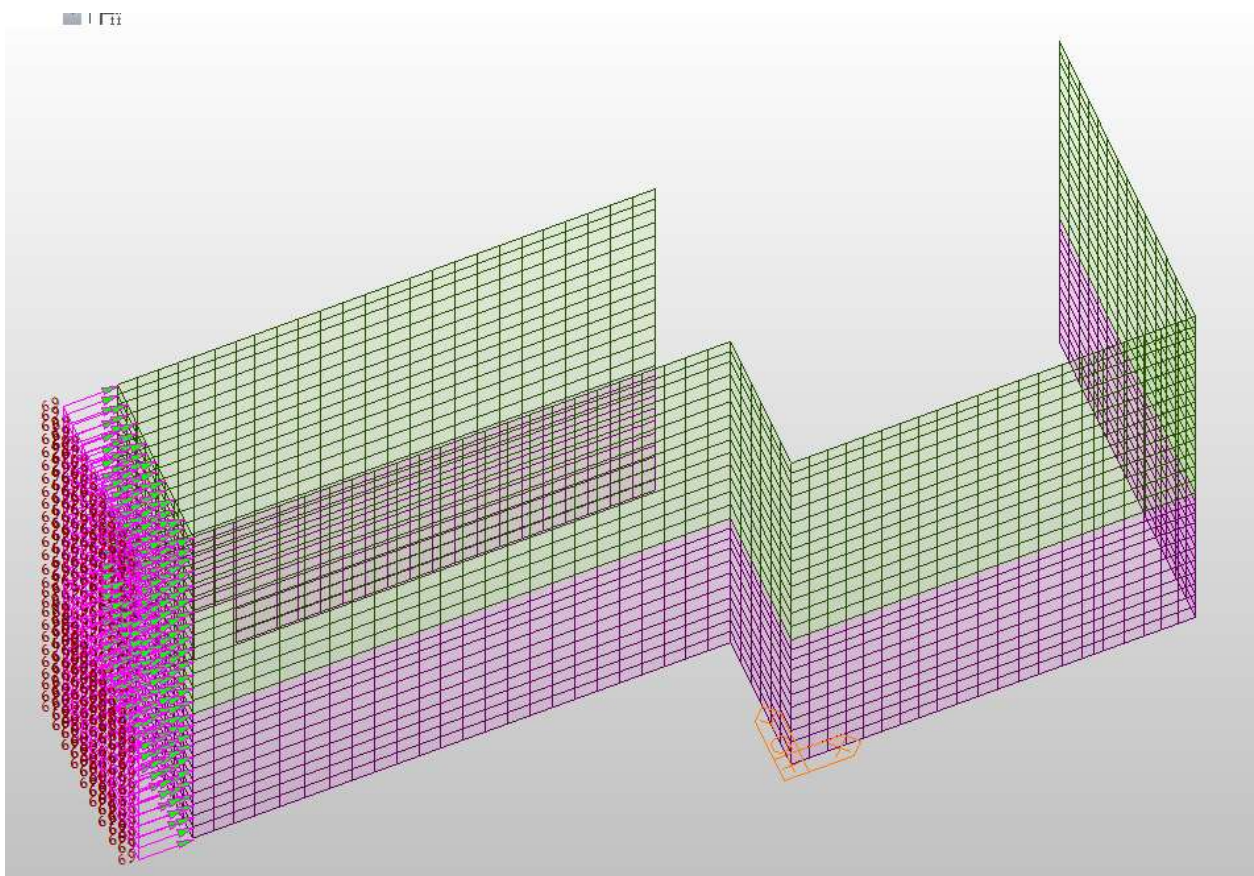


Figura 9-31 – MANUFATTO1 – Caso di carico "spinta orizzontale sovraccarico Qk"

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.

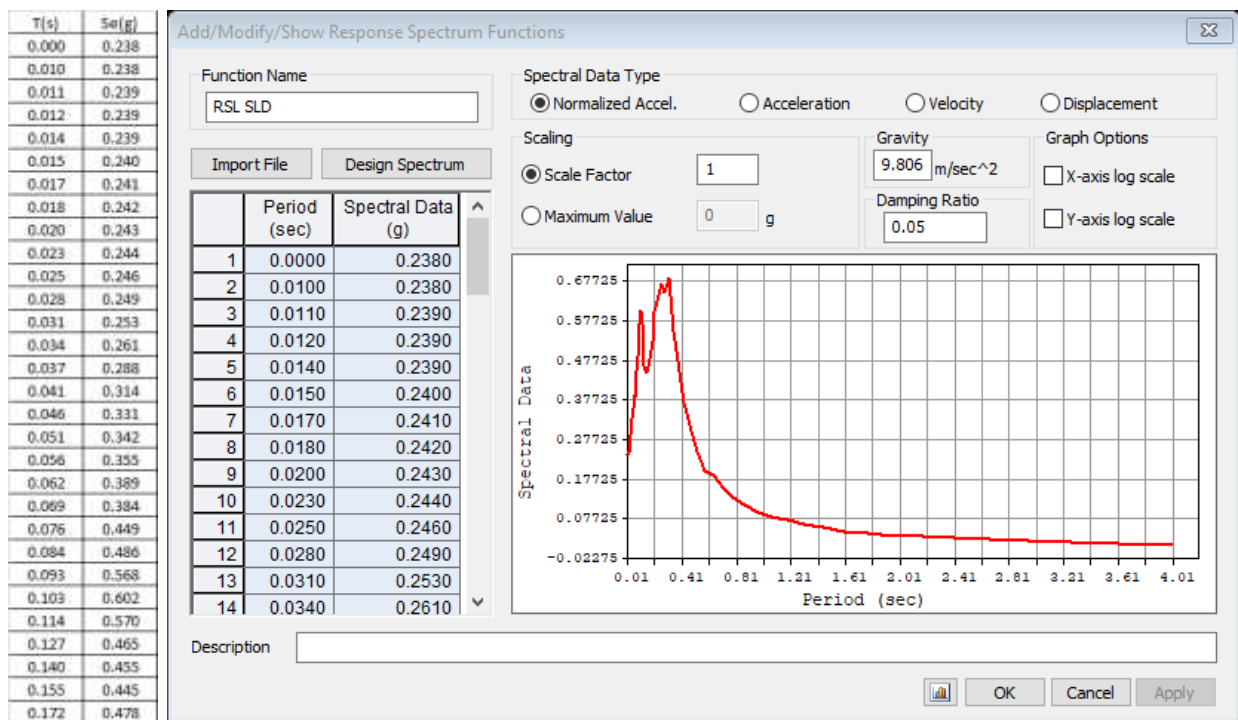


Figura 9-32 – Spettro di risposta RSL allo SLD

▪ **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:

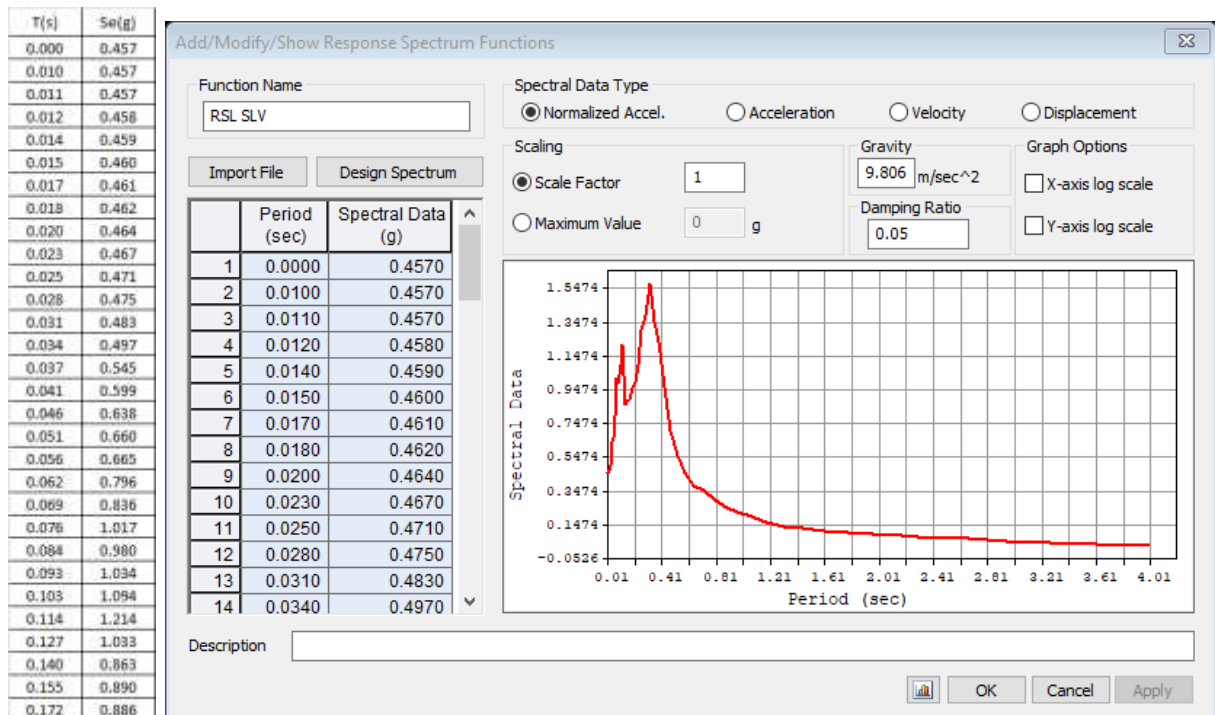


Figura 9-33 – Spettro di risposta RSL allo SLV

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=	0.275	-
γ =	20	kN/m ²
H=	25.3	m
ΔP_w =	140	kN/m ²

Tabella 9.1 – Incremento di spinta delle terre per effetto del sisma

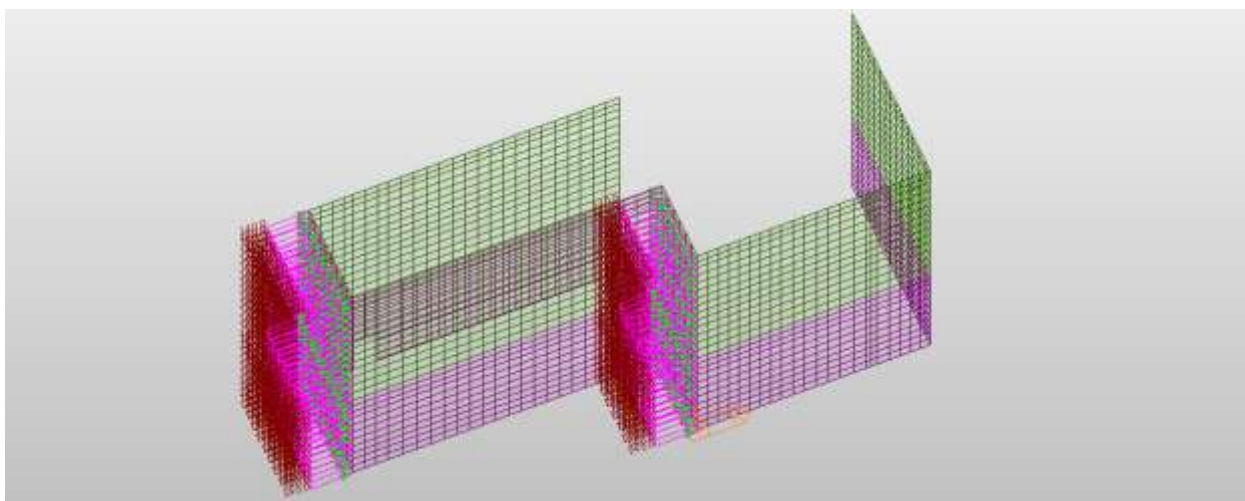


Figura 9-34 – Assegnazione incremento dinamico spinta terre – wood in direzione +X

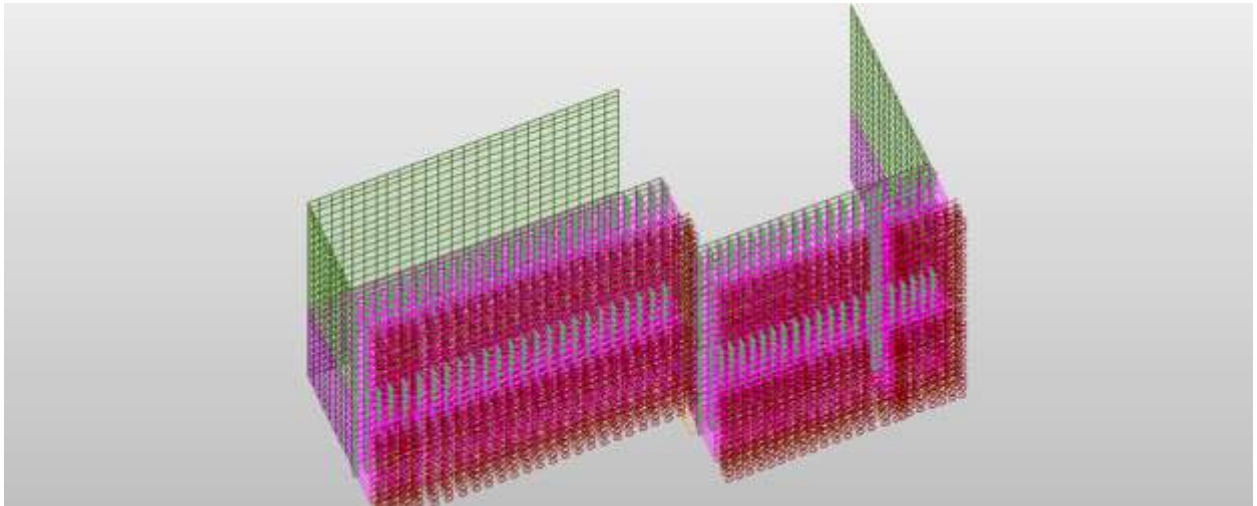


Figura 9-35 – Assegnazione incremento dinamico spinta terre – wood in direzione +Y

- **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.

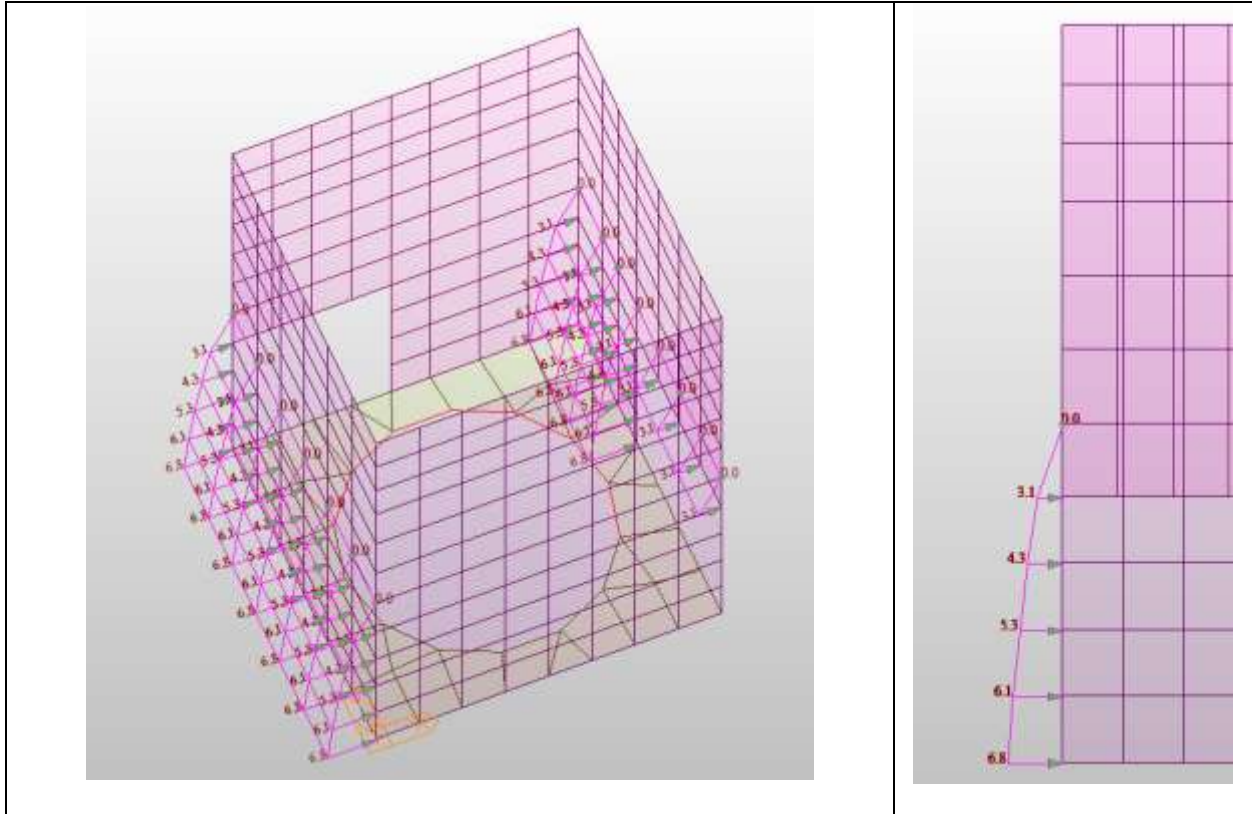


Figura 9-36 – Incremento pressione idrodinamica acqua di invaso in direzione +X

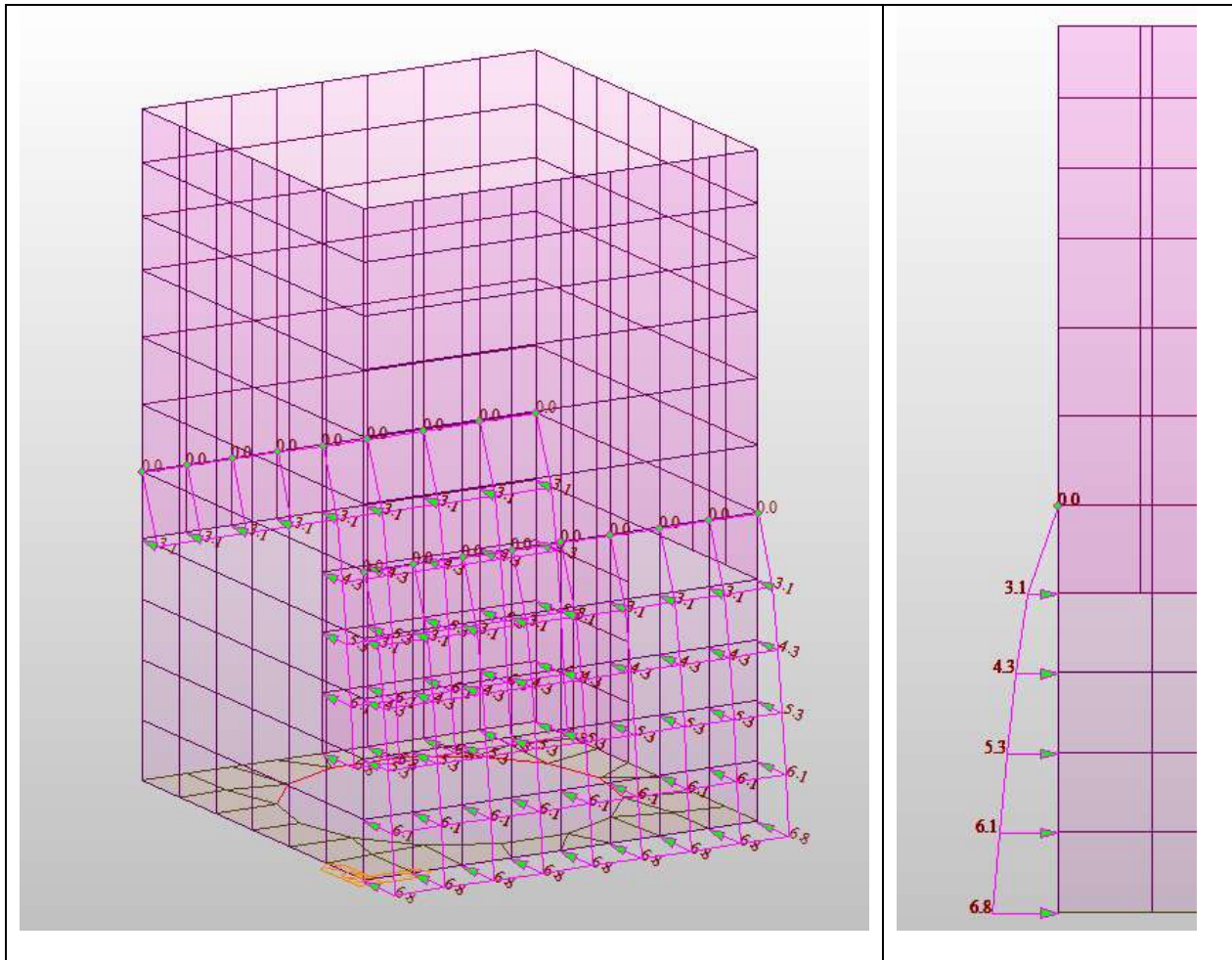


Figura 9-37 – Incremento pressione idrodinamica acqua di invaso in direzione +Y

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:

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

$$A_s = C(cN_c s_c + 0.5\gamma B N_{\gamma} s_{\gamma})$$

$$B_s Z^1 = C(\gamma N_q s_q) Z^1$$

Molla verticale in fondazione a z=-29.2 da pc

$k_s = A_s + B_s \times Z^n = 3842139$ [kN/m³] valore della molla verticale da applicare al modello

C	40	[kN/m ³]	fattore che dipende dal sistema di misura
c'	3590	[kN/m ²]	coesione
Nc	25.80	[-]	
Sc	1	[-]	
ϕ'	28	[°]	angolo di resistenza a taglio
γ	26	[kN/m ³]	peso unità di volume
B	9.5	[m]	larghezza fondazione
N_{γ}	10.94	[-]	
S_{γ}	1	[-]	
N_q	14.72	[-]	
S_q	1	[-]	
n	0.5	[-]	
Z	29.2	[m]	profondità del piano di posa della fondazione rispetto al p.c.
B	9.5	[m]	

$$c' * N_c * s_c = 92634$$

$$0.5 * \gamma * B * N_{\gamma} * s_{\gamma} = 1351.397$$

$$A_s = 3759416$$

$$\gamma * N_q * s_q = 382.717$$

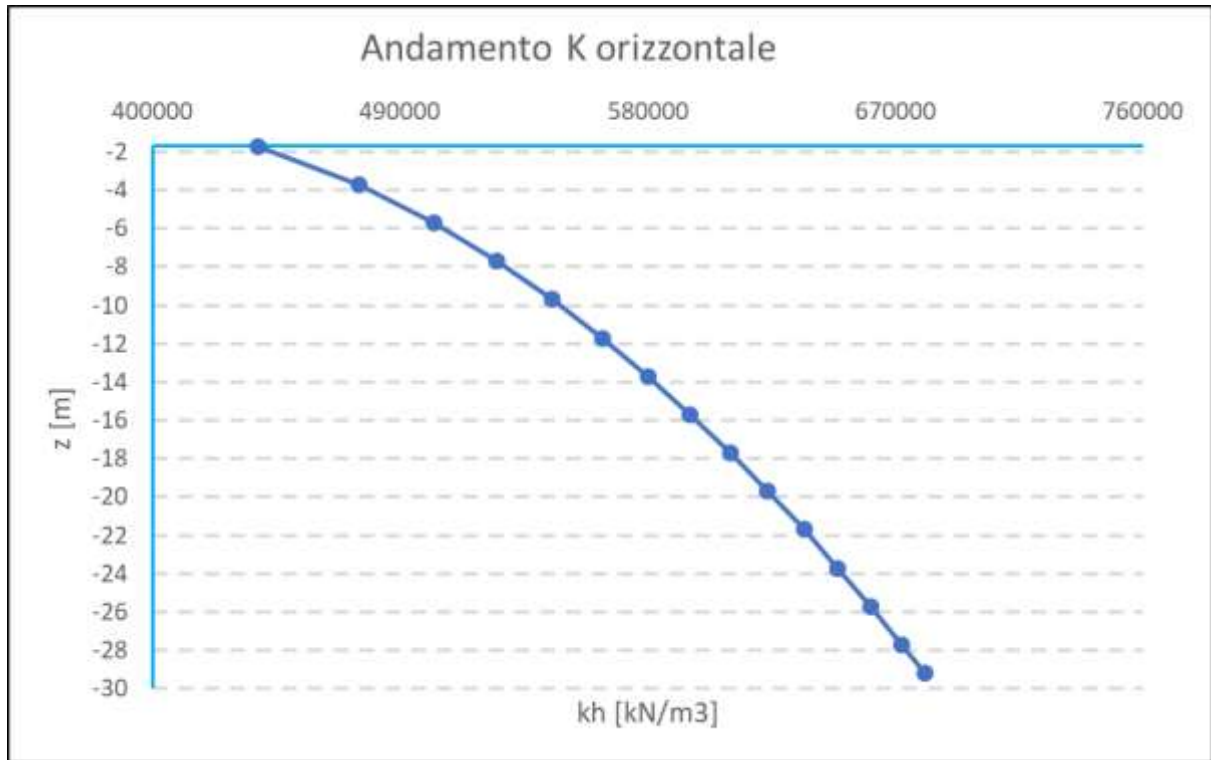
$$B_s = 15309$$

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	40	[kN/m ³]	fattore che dipende dal sistema di misura coesione
c'	0	[kN/m ²]	
Nc	83.86	[-]	
Sc	1	[-]	
φ'	41	[°]	angolo di resistenza a taglio
γ =	20	[kN/m ³]	
B=	15.6	[m]	peso unità di volume
N _γ	95.05	[-]	larghezza fondazione
S _γ	1	[-]	
N _q	73.90	[-]	
S _q	1	[-]	
n	0.5	[-]	
Z		[m]	profondità del piano di posa della fondazione rispetto al p.c.
B	15.6	[m]	
c'*Nc*sc=	0		
0.5*γ*B*N _γ *s _γ =	14828.2		
As=	593127		
γ*N _q *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 $K_s = 583000 \text{ kN/m}^3$.

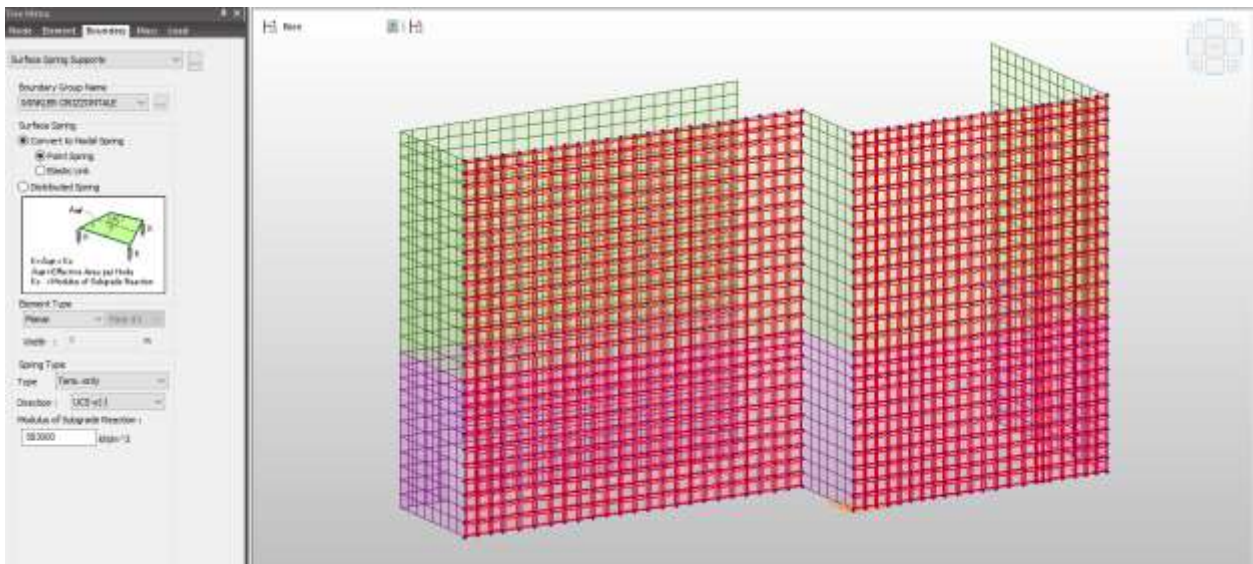


Figura 9-38 – Modalità di assegnazione delle molle "compression only"- Parete perimetrale interrata SUD

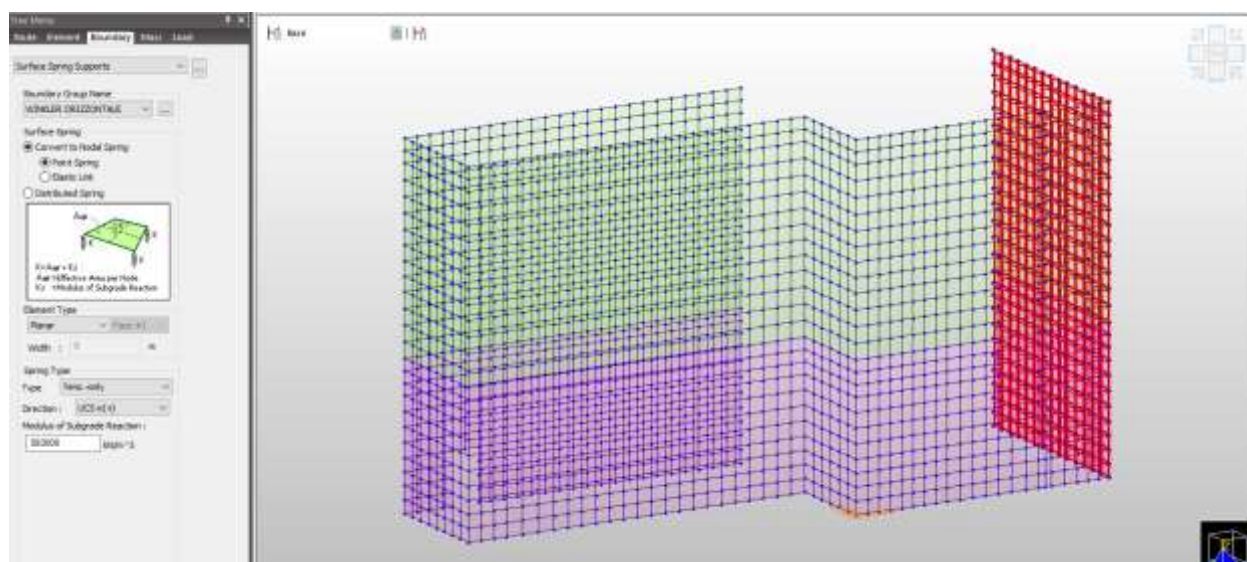


Figura 9-39 – Modalità di assegnazione delle molle "compression only"- Parete perimetrale interrata EST

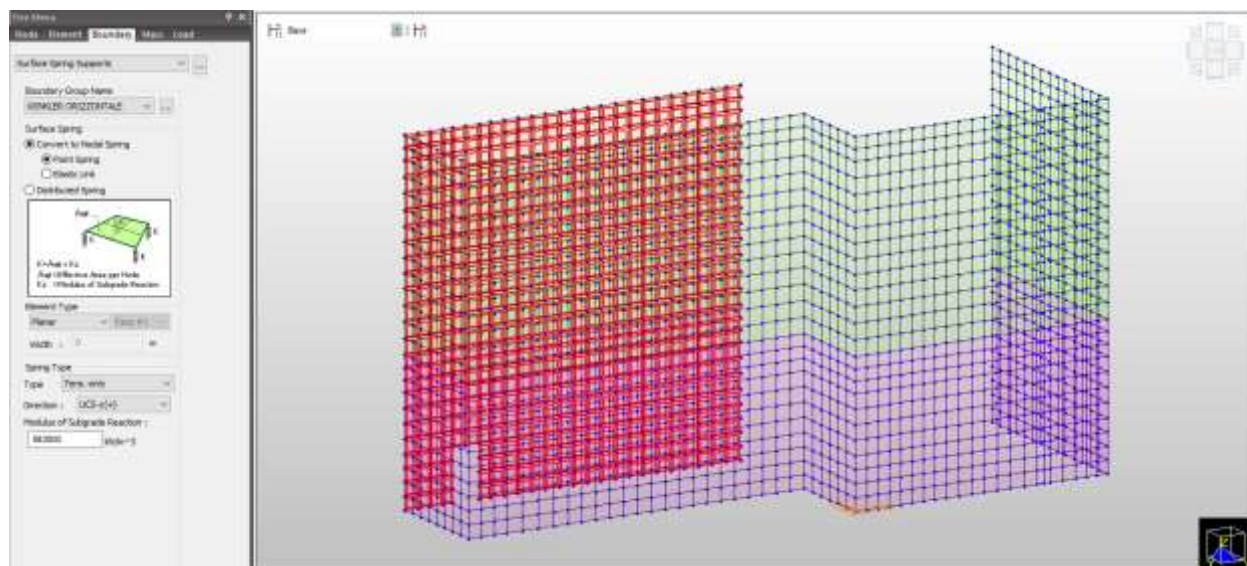


Figura 9-40 – Modalità di assegnazione delle molle "compression only"- Parete perimetrale interrata NORD

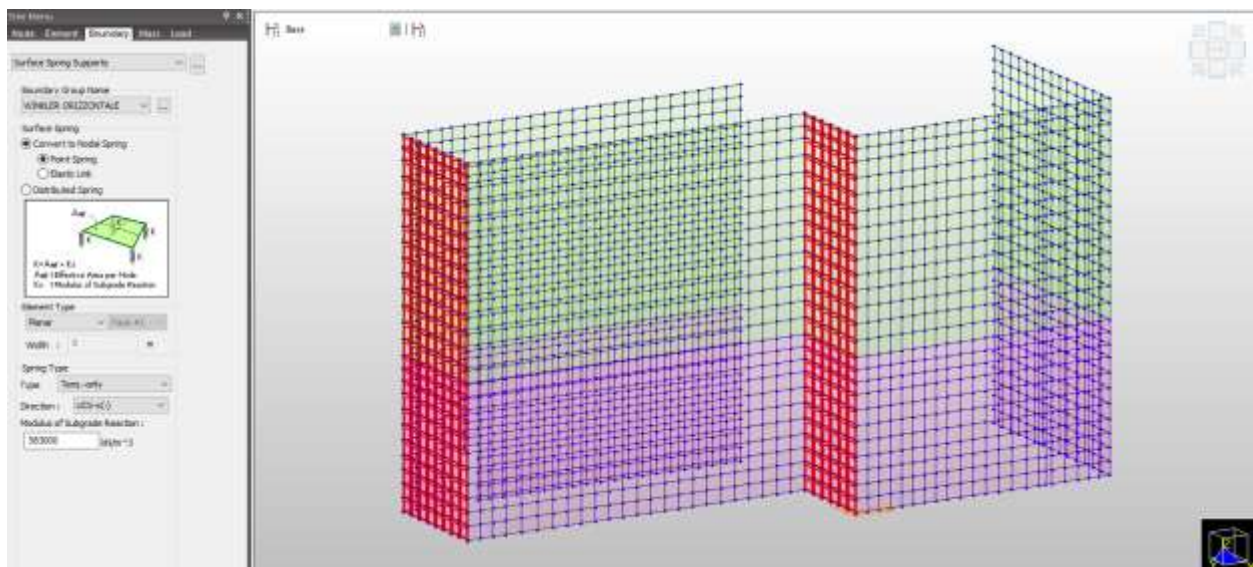


Figura 9-41 – Modalità di assegnazione delle molle "compression only"- Parete perimetrale interrata OVEST

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 kN/m^2

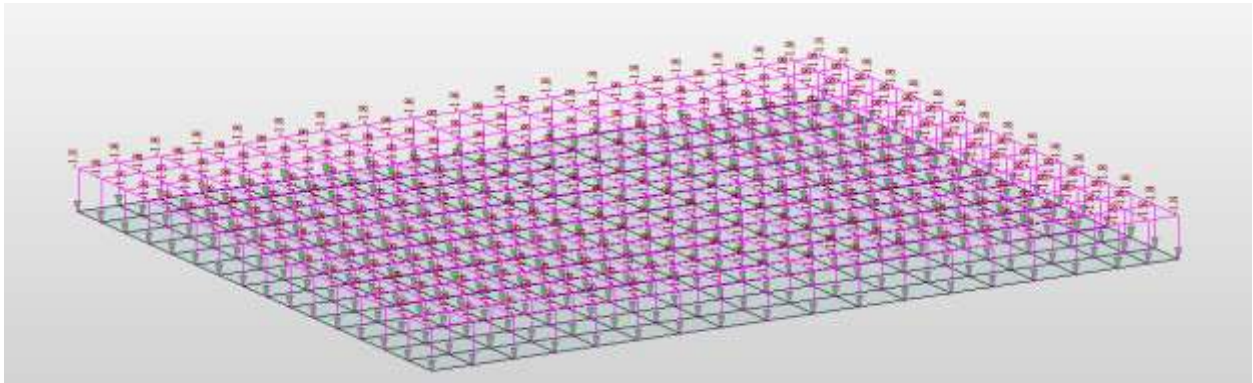


Figura 9-42 – MANUFATTO2 – Caso di carico “Permanente portato”

Peso del terreno di riempimento

Il peso del terreno di riempimento gravante sulla copertura è calcolato con riferimento ad un peso per unità di volume del terreno pari a 20kN/m^3 ed un altezza di ricoprimento media pari a 5.5m .

Sovraccarico terreno di riempimento

$\gamma_{\text{nat}} =$	20	kN/m^3
$z_{\text{min}} =$	4	m
$z_{\text{max}} =$	7	m
$z_{\text{med}} =$	5.5	m
$\sigma_v(z_{\text{med}}) =$	110	kN/m^2

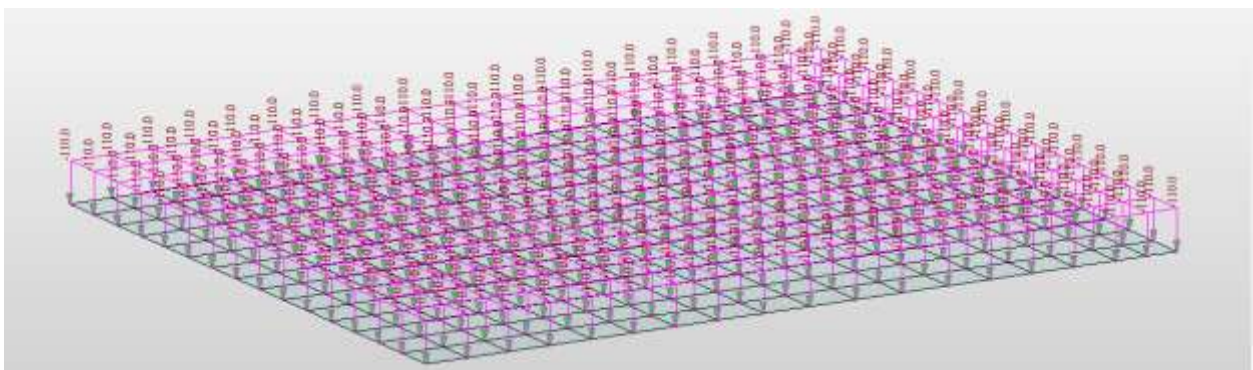


Figura 9-43 –MANUFATTO2– Caso di carico “Riempimento”

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/m2

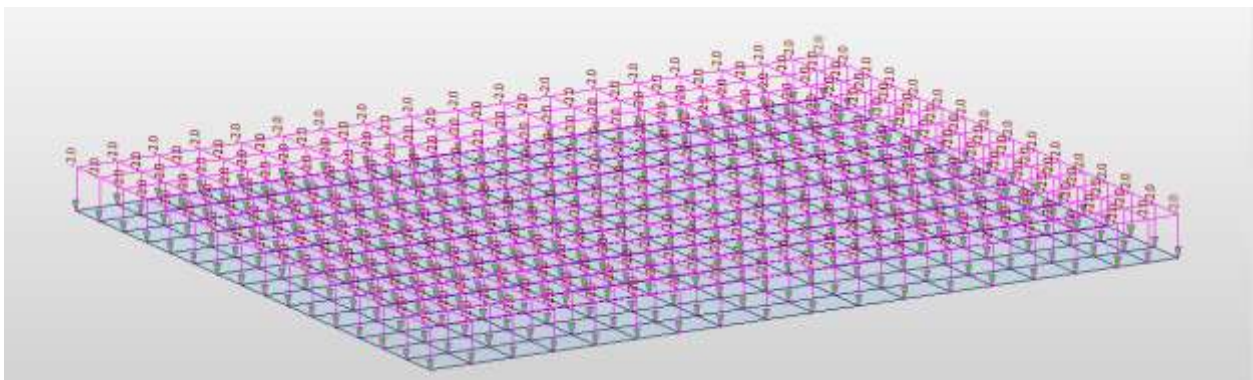


Figura 9-44 – MANUFATTO2 – Caso di carico "Permanente portato"

Variabili

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

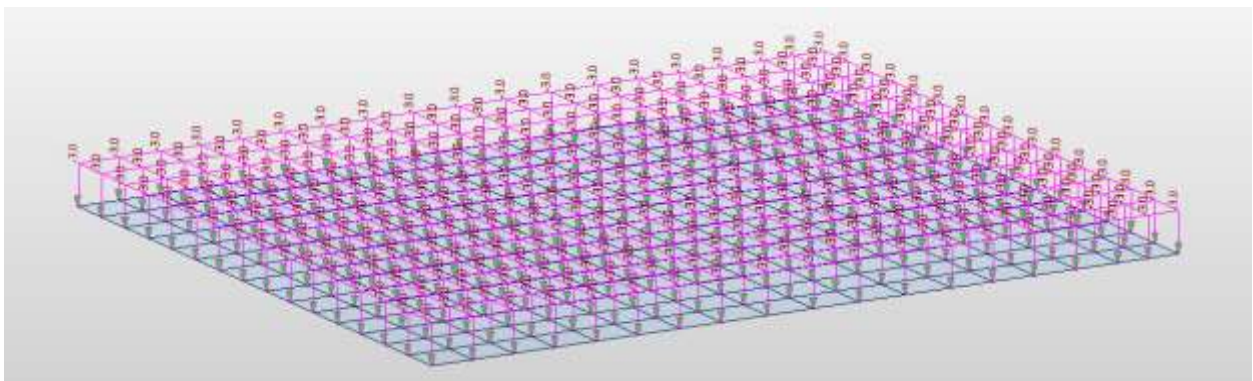


Figura 9-45 – MANUFATTO2 – Caso di carico "Qk Folla cat. E"

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/m2

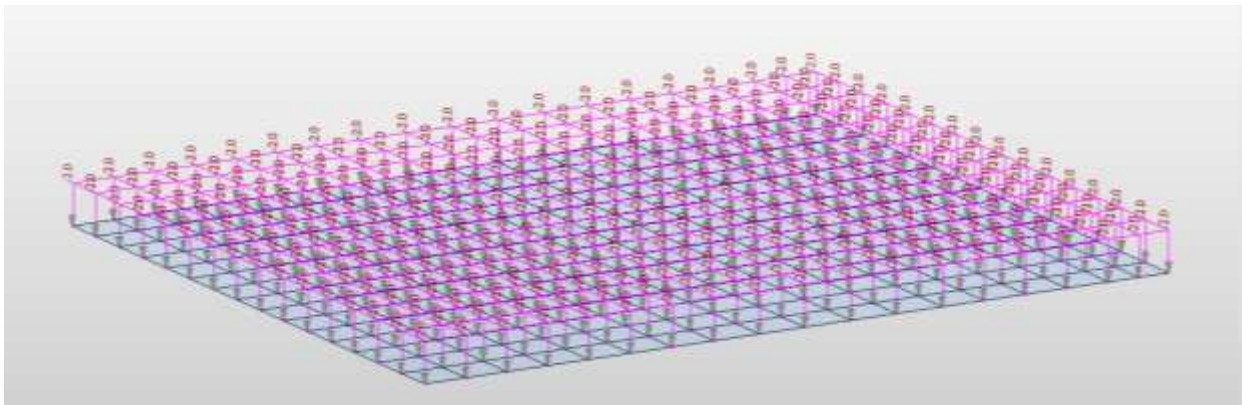


Figura 9-46 – MANUFATTO2 – Caso di carico "Permanente portato"

Variabili

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

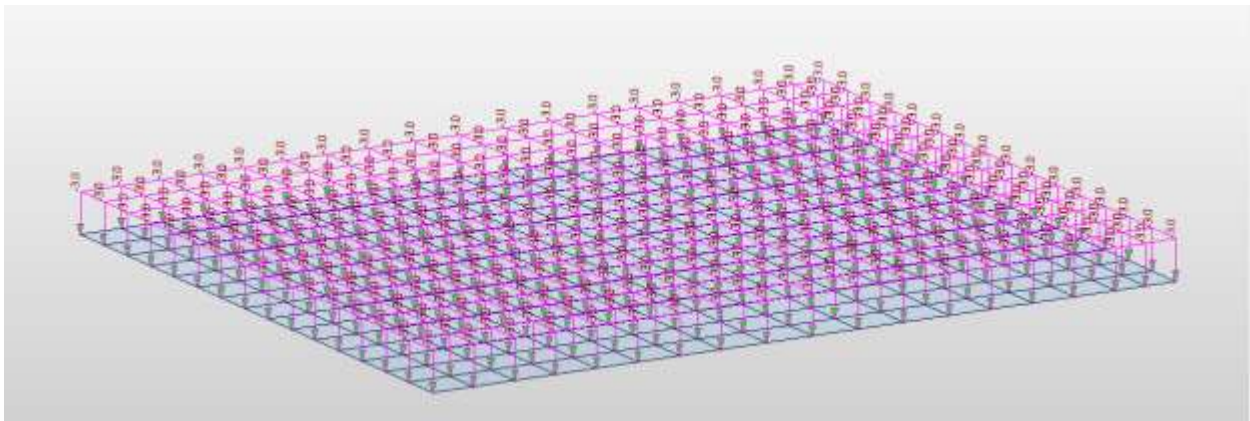


Figura 9-47 – MANUFATTO2 – Caso di carico "Qk Folla cat. E"

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

$sp_{cls} =$	0.3	m
$sp_{alv.} =$	2.3	m
$\gamma_{cls} =$	25	kN/m ³
$\gamma_{alv.} =$	12	kN/m ³
$g2k =$	35	kN/m ²

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

$d =$	2.5	m	
$A =$	4.9063	m ²	
$P =$	7.85	m	
$sp =$	0.02	m	
$\gamma_w =$	10	kN/m ³	
$\gamma_s =$	78.5	kN/m ³	
$P_w =$	49.063	kN/ml	
$P_{DN2500} =$	12.325	kN/ml	
$P_{SOSTEGNI} =$	4	kN/ml	30% P_{DN2500}
$G2k =$	64.961	kN/ml	
$L_{trasv.} =$	2.6	m	
$g2k =$	25	kN/m ²	

Variabili

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

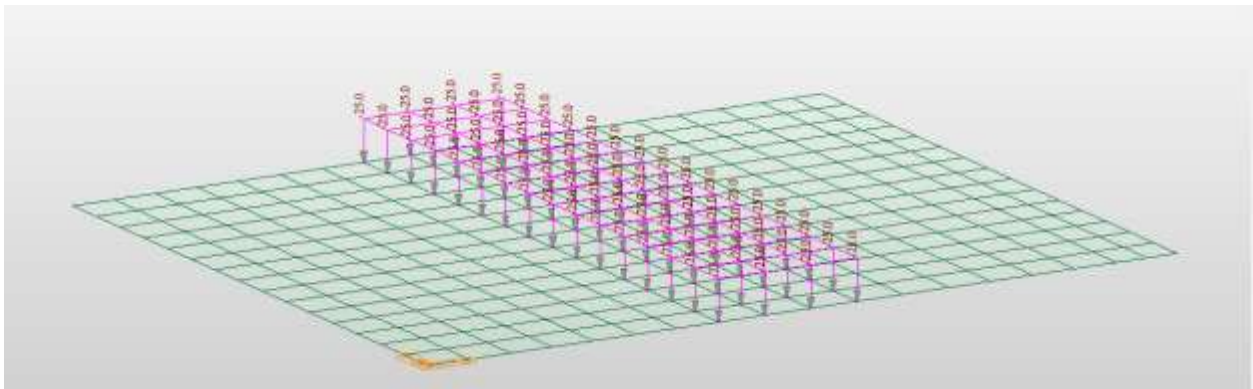


Figura 9-48 – MANUFATTO2 – Caso di carico “G2k DN2500”

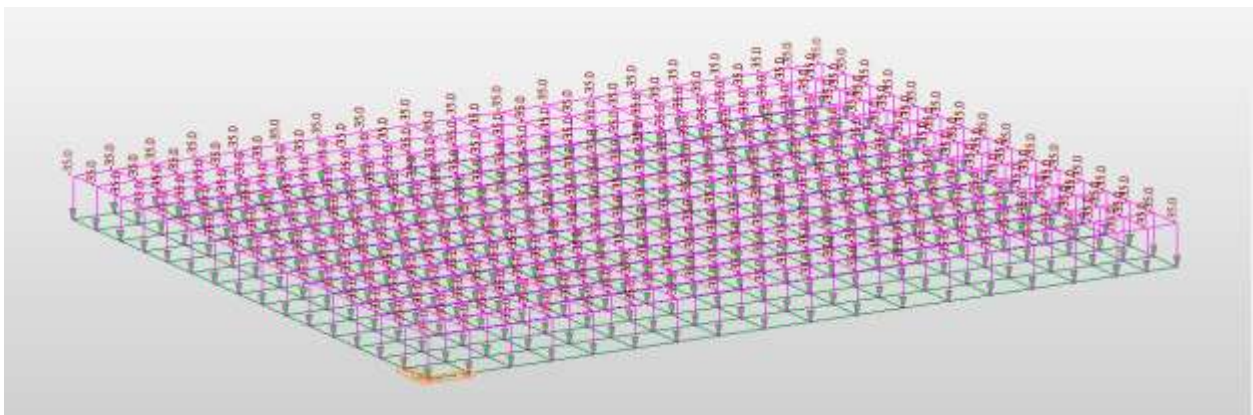


Figura 9-49 – MANUFATTO2 – Caso di carico “permanente portato”

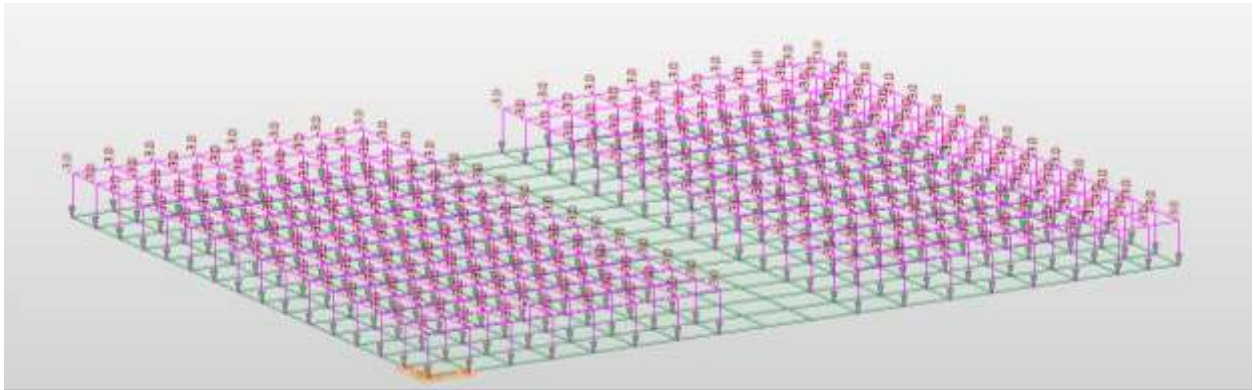


Figura 9-50 – MANUFATTO2 – Caso di carico “Qk Folla cat. E”

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:

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

Dove:

- z, profondità dal p.c.;
- γ_{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	γ	ϕ	c'	k_0	$\sigma'v$	$\sigma'h$
-	-	m	kN/m ³	°	kN/m ²	-	kN/m ²	kN/m ²
1_up	UMS	5.5	20	41	0	0.344	110	38
2_bottom	UMS	27.9	20	41	0	0.344	668	230

La spinta del terreno è stata applicata alle pareti perimetrali interrato riportate nella figura seguente.

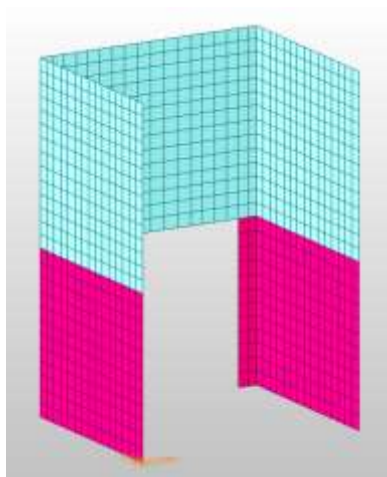


Figura 9-51 – Pareti perimetrali a contatto con il terreno

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

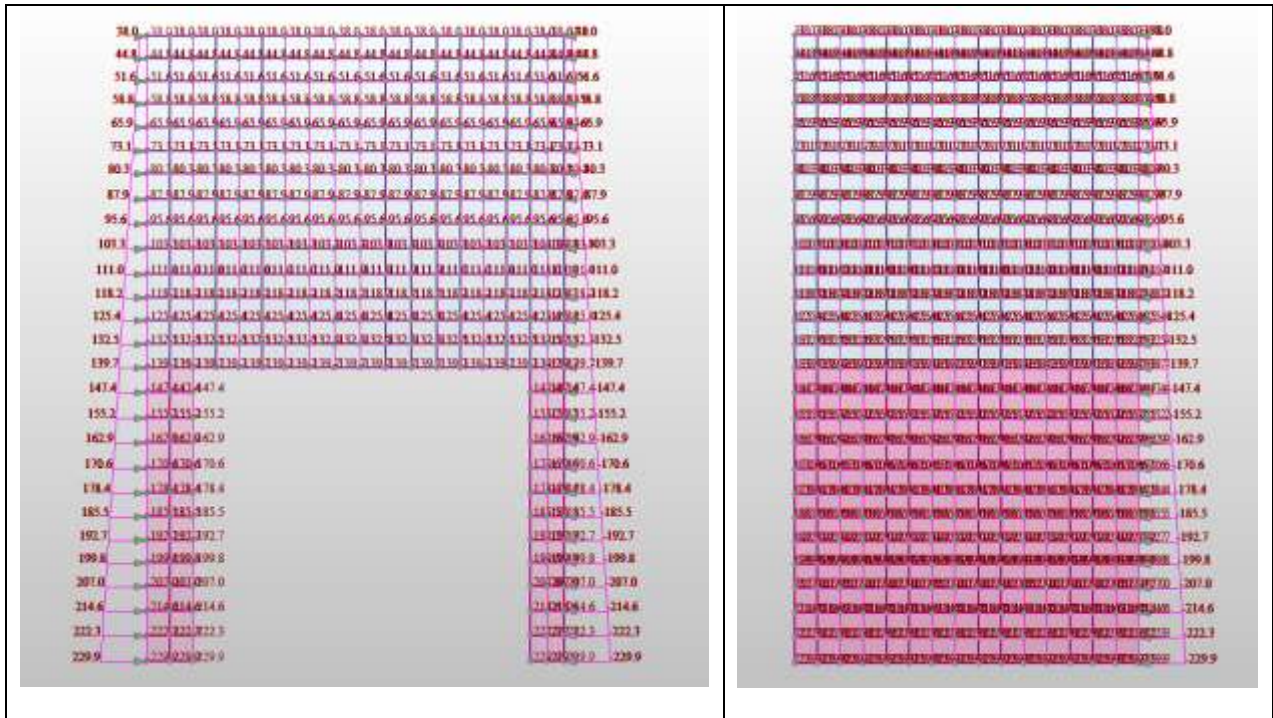


Figura 9-52 – Andamento delle tensioni orizzontali totali – Applicazione pareti perimetrali interraste.

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.

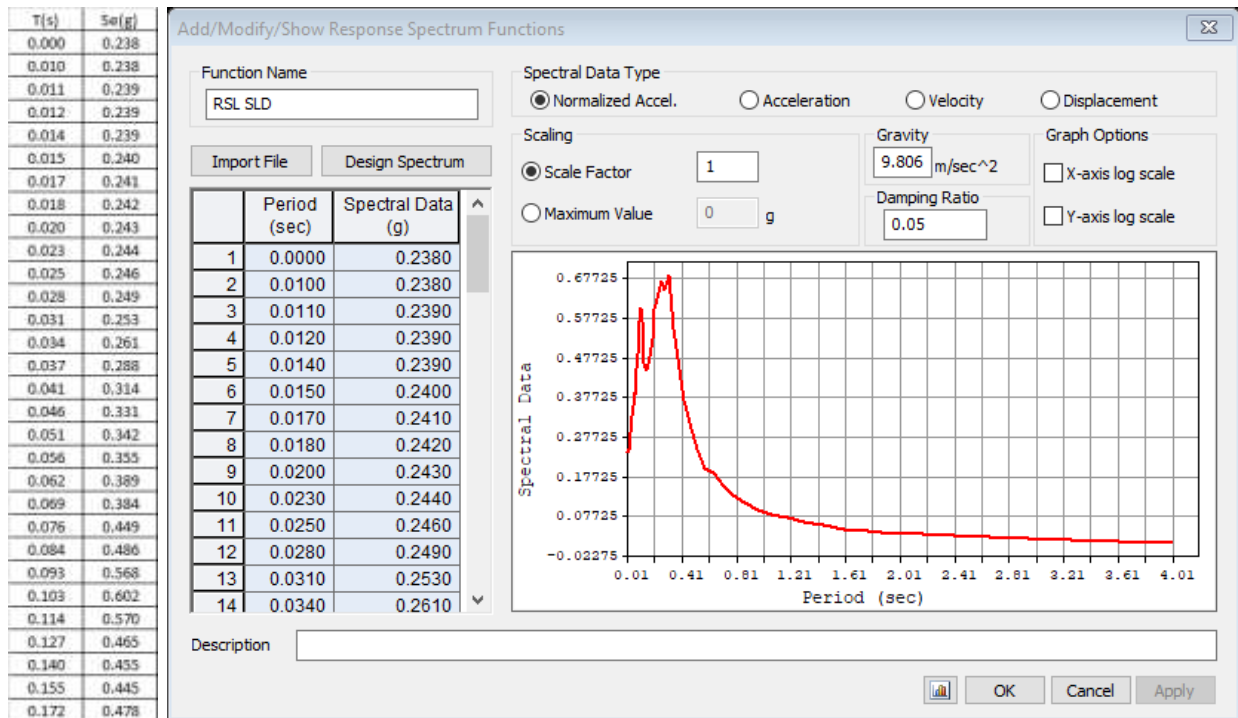


Figura 9-53 – Spettro di risposta RSL allo SLD

▪ **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:

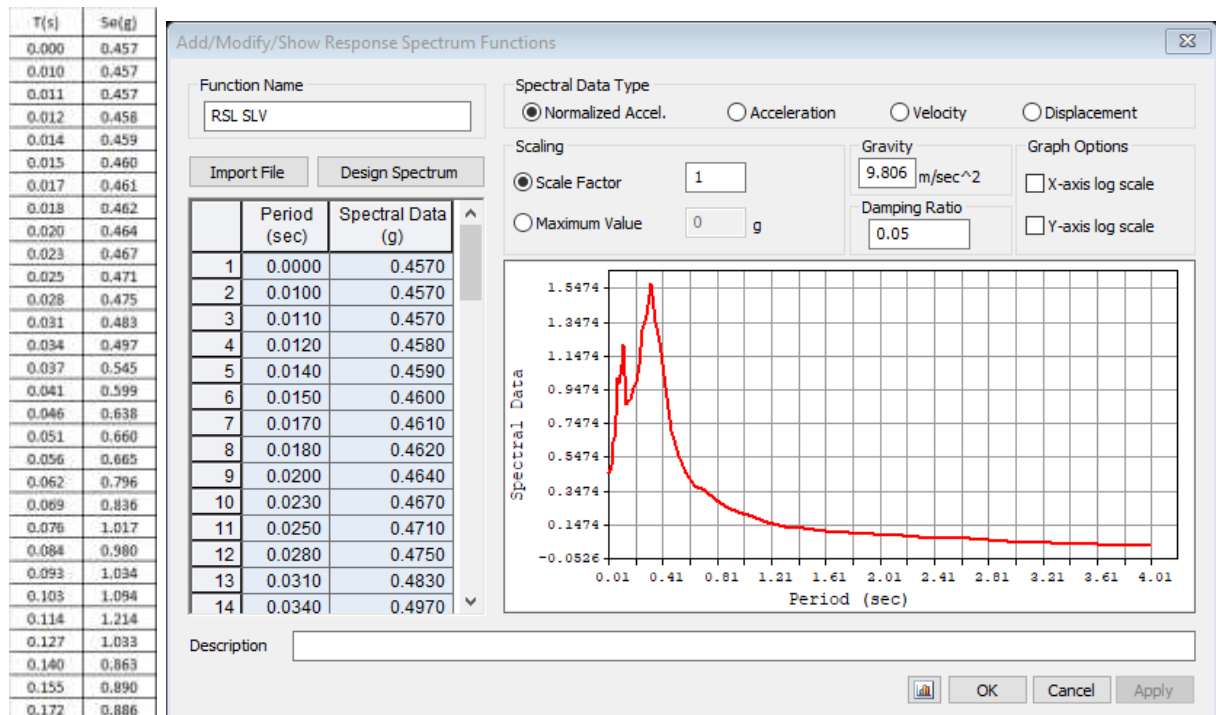


Figura 9-54 – Spettro di risposta RSL allo SLV

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	-
γ =	20	kN/m ²
H=	27.9	m
ΔP_w =	153	kN/m ²

Tabella 9.2 – Incremento di spinta delle terre per effetto del sisma

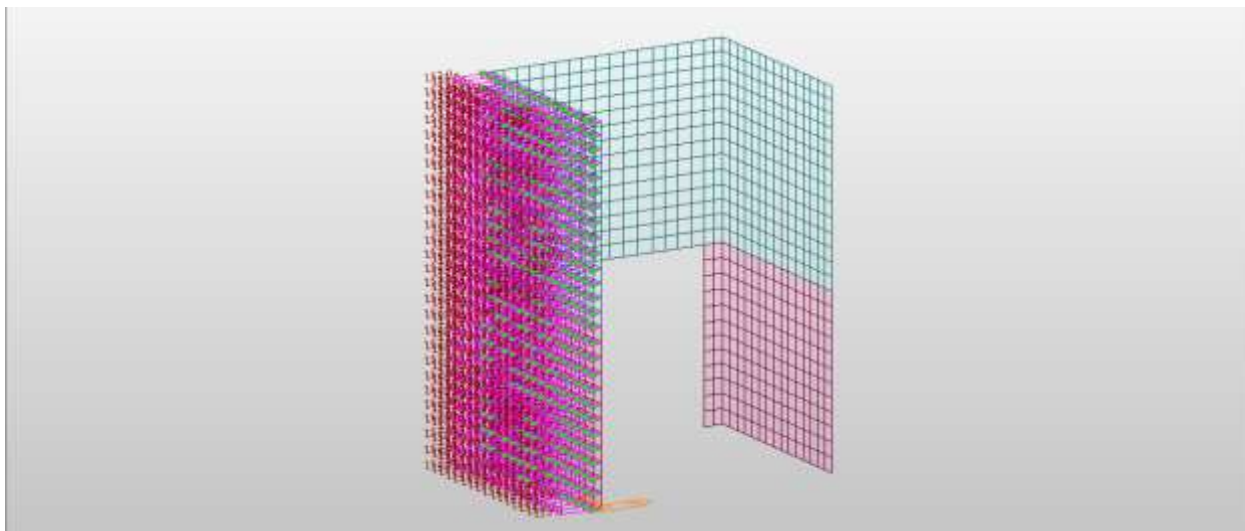


Figura 9-55 – Assegnazione incremento dinamico spinta terre – wood in direzione +X

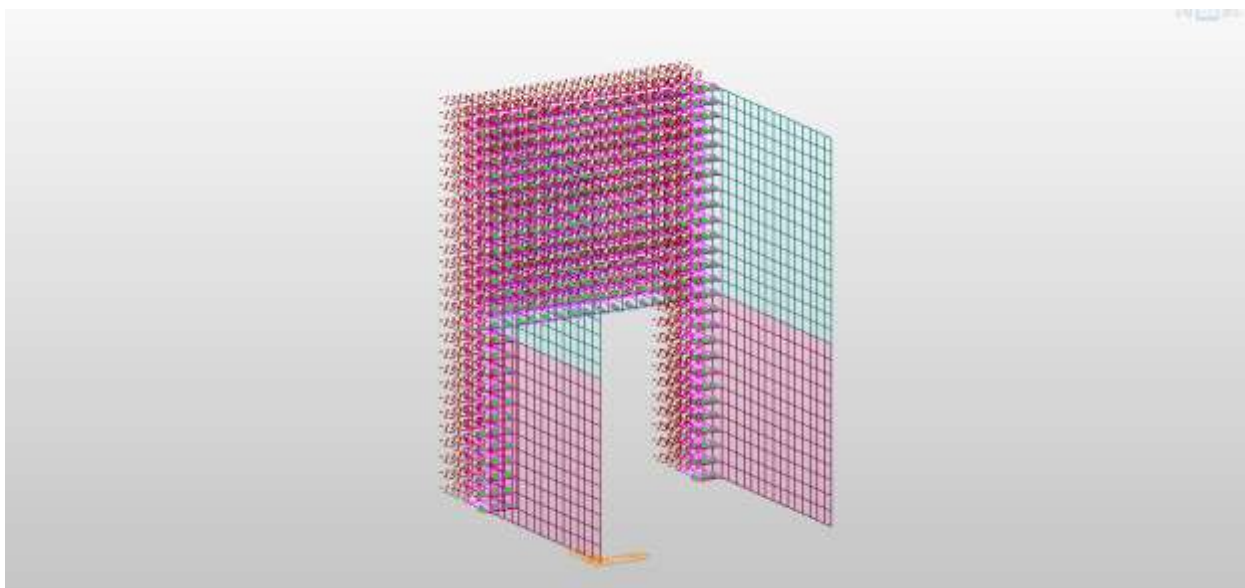


Figura 9-56 – Assegnazione incremento dinamico spinta terre – wood in direzione -Y

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:

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

$$A_s = C(cN_c s_c + 0.5\gamma B N_{\gamma} s_{\gamma})$$

$$B_s Z^1 = C(\gamma N_q s_q) Z^1$$

Molla verticale in fondazione a z=-33.4 da pc

$k_s = A_s + B_s \times Z^n = 3882599 \text{ [kN/m}^3\text{]}$ valore della molla verticale da applicare al modello

C	40	[kN/m ³]	fattore che dipende dal sistema di misura
c'	3590	[kN/m ²]	coesione
Nc	25.80	[-]	
Sc	1	[-]	
ϕ'	28	[°]	angolo di resistenza a taglio
γ	26	[kN/m ³]	peso unità di volume
B=	15.6	[m]	larghezza fondazione
N _y	10.94	[-]	
S _y	1	[-]	
N _q	14.72	[-]	
S _q	1	[-]	
n	0.5	[-]	
Z	33.4	[m]	profondità del piano di posa della fondazione rispetto al p.c.
B	15.6	[m]	

$c' \cdot N_c \cdot s_c = 92634$

$0.5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_y \cdot s_y = 2219.136$

$A_s = 3794125$

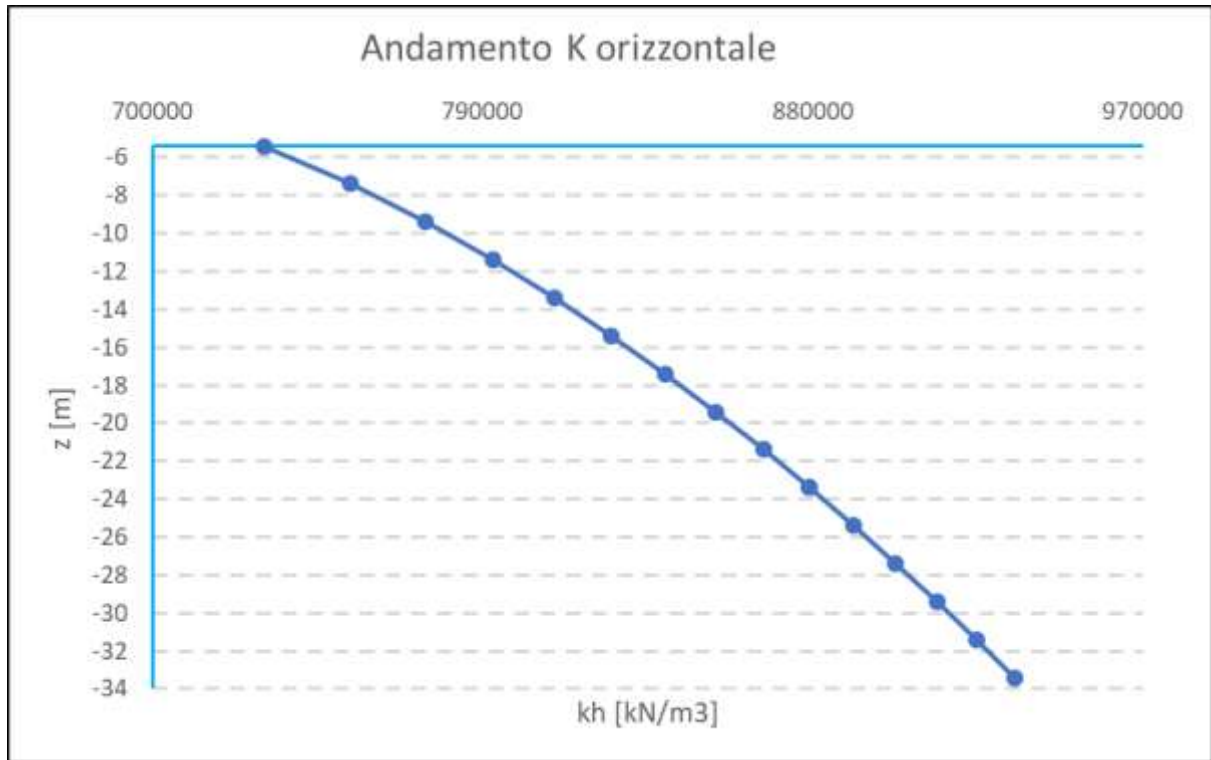
$\gamma \cdot N_q \cdot s_q = 382.717$

$B_s = 15309$

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	40	[kN/m ³]	fattore che dipende dal sistema di misura
c'	0	[kN/m ²]	coesione
Nc	83.86	[-]	
Sc	1	[-]	
φ'	41	[°]	angolo di resistenza a taglio
γ =	20	[kN/m ³]	peso unità di volume
B=	15.6	[m]	larghezza fondazione
N _γ	95.05	[-]	
S _γ	1	[-]	
N _q	73.90	[-]	
S _q	1	[-]	
n	0.5	[-]	
Z		[m]	profondità del piano di posa della fondazione rispetto al p.c.
B	15.6	[m]	
c'*Nc*sc=	0		
0.5*γ*B*N _γ *s _γ =	14828.2		
As=	593127		
γ*N _q *s _q =	1477.9		
Bs=	59118		

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



Nel software è stato considerato un valore costante medio di $K_s = 848000 \text{ kN/m}^3$.

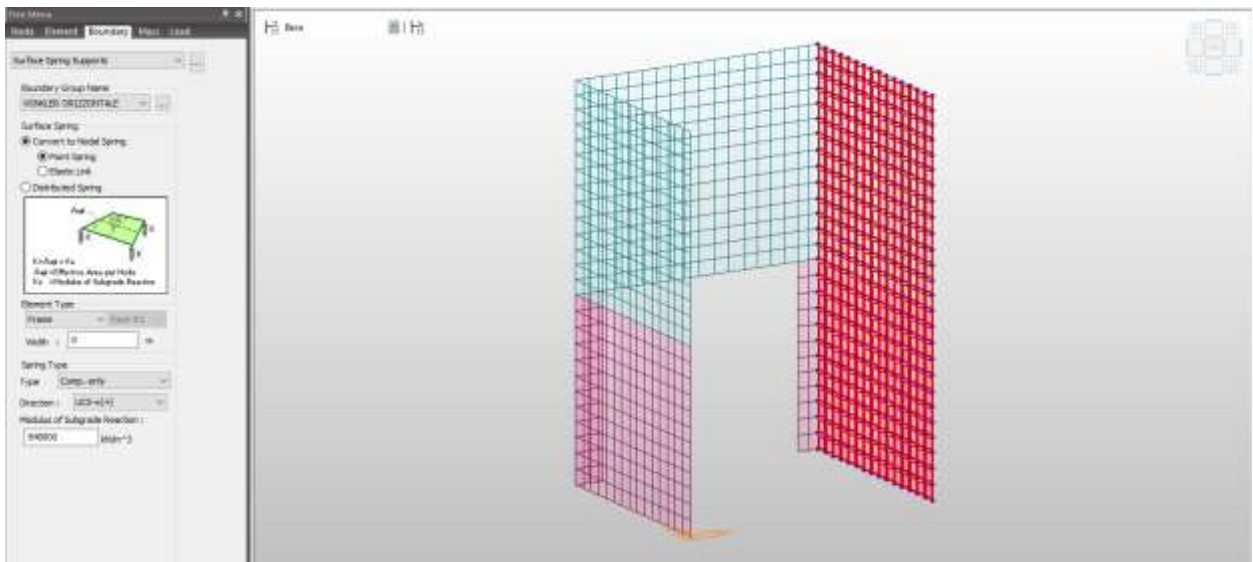


Figura 9-57 – Modalità di assegnazione delle molle "compression only"- Parete perimetrale interrata EST

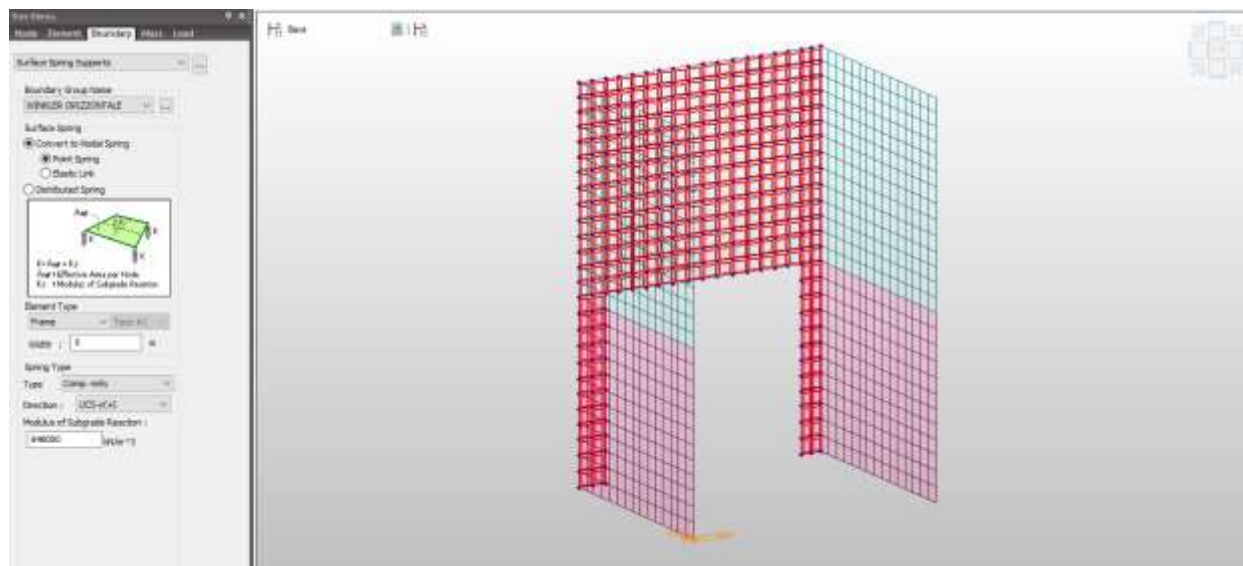


Figura 9-58 – Modalità di assegnazione delle molle "compression only"- Parete perimetrale interrata NORD

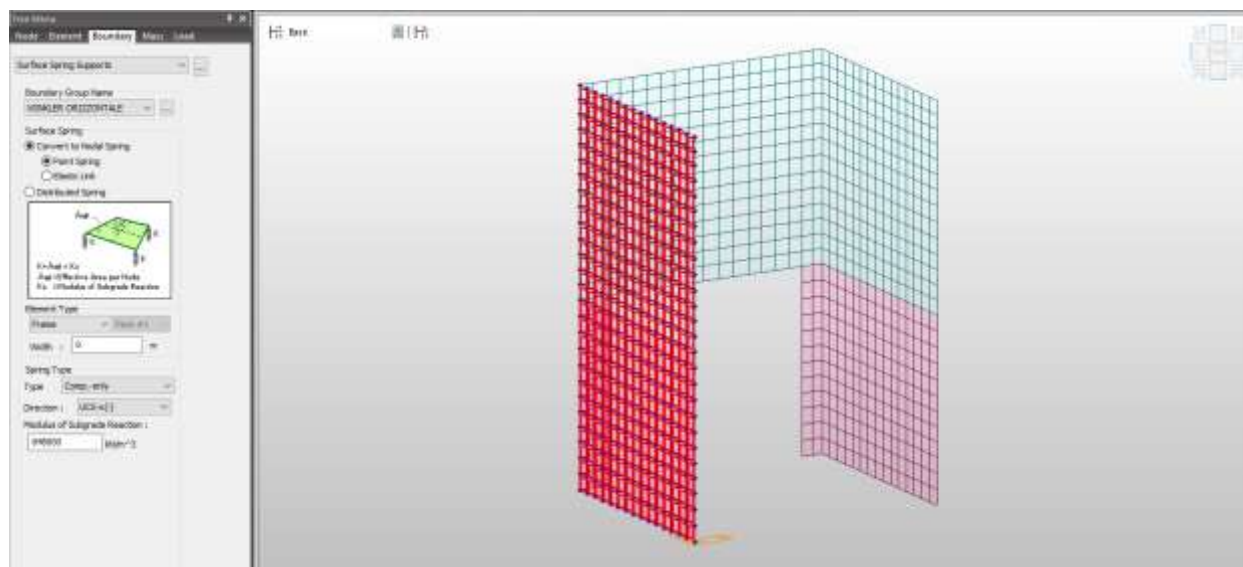


Figura 9-59 – Modalità di assegnazione delle molle "compression only"- Parete perimetrale interrata OVEST

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):

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

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 ϵ_{sm} per la distanza media tra le fessure Δs_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 σ_c del conglomerato cementizio deve rispettare la limitazione seguente:

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

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

La tensione massima σ_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	l/h
Travi a sbalzo	7
Travi e piastre semplicemente appoggiate	20
Travi continue, piastre incastrate	26

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_CARPONTE 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_sovrast.	Ek_SLV_Y_sovrast.	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	
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	

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**.

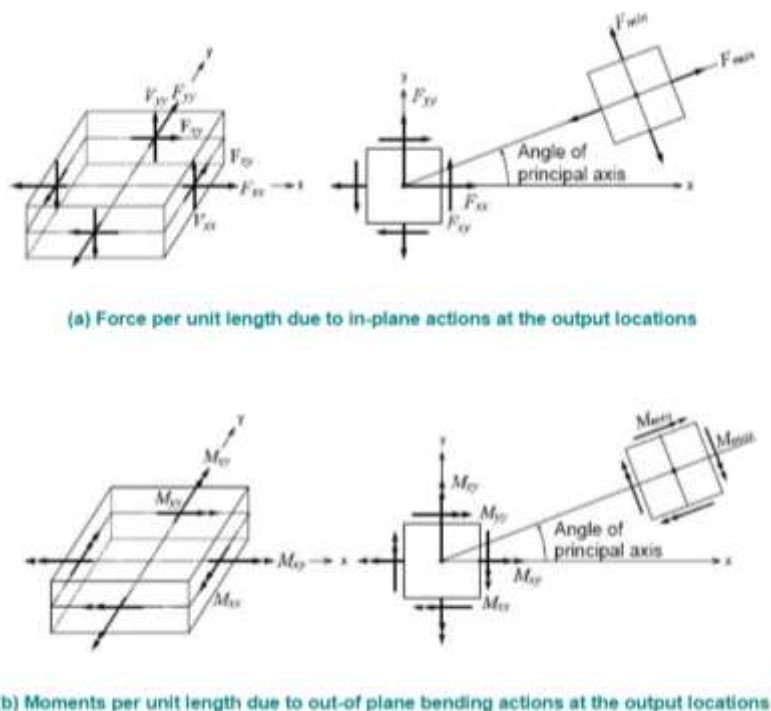


Figura 9-60 – Orientamento assi locali per gli elementi shell

9.8.2 Stato di sollecitazione e verifiche – MANUFATTO1

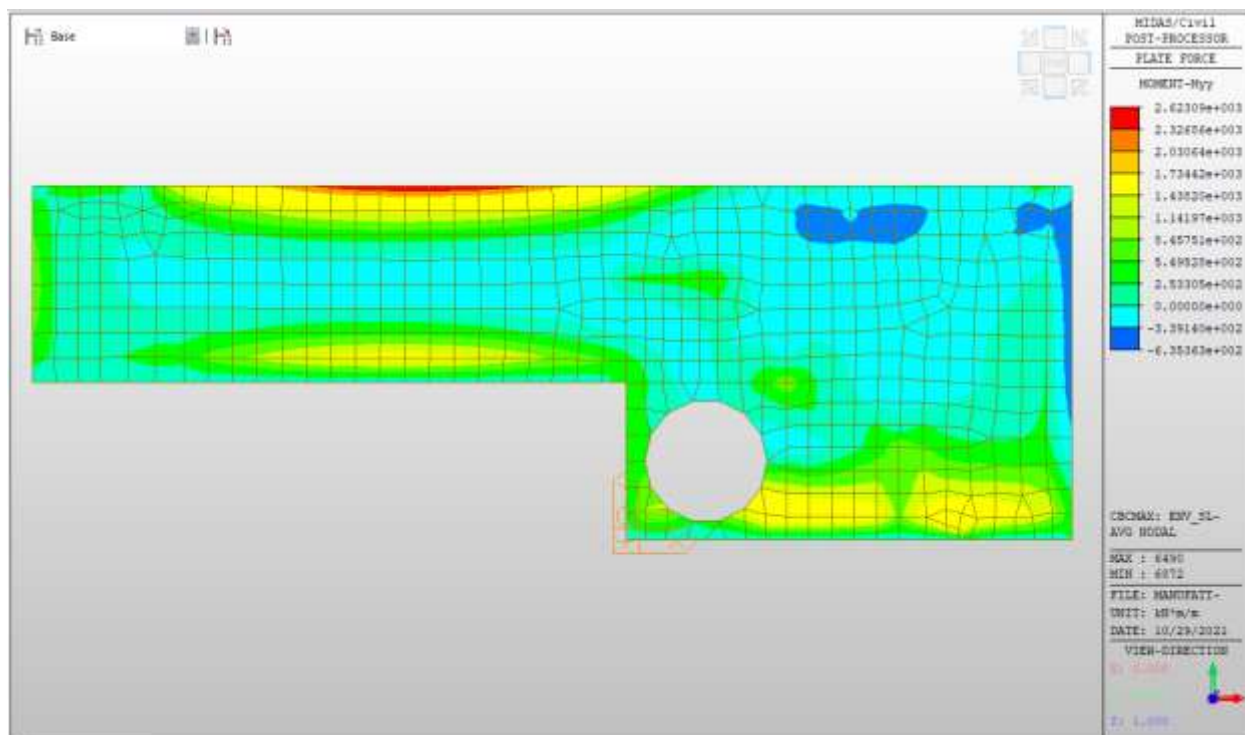
Fondazione

Fondazione – SLU-SLV

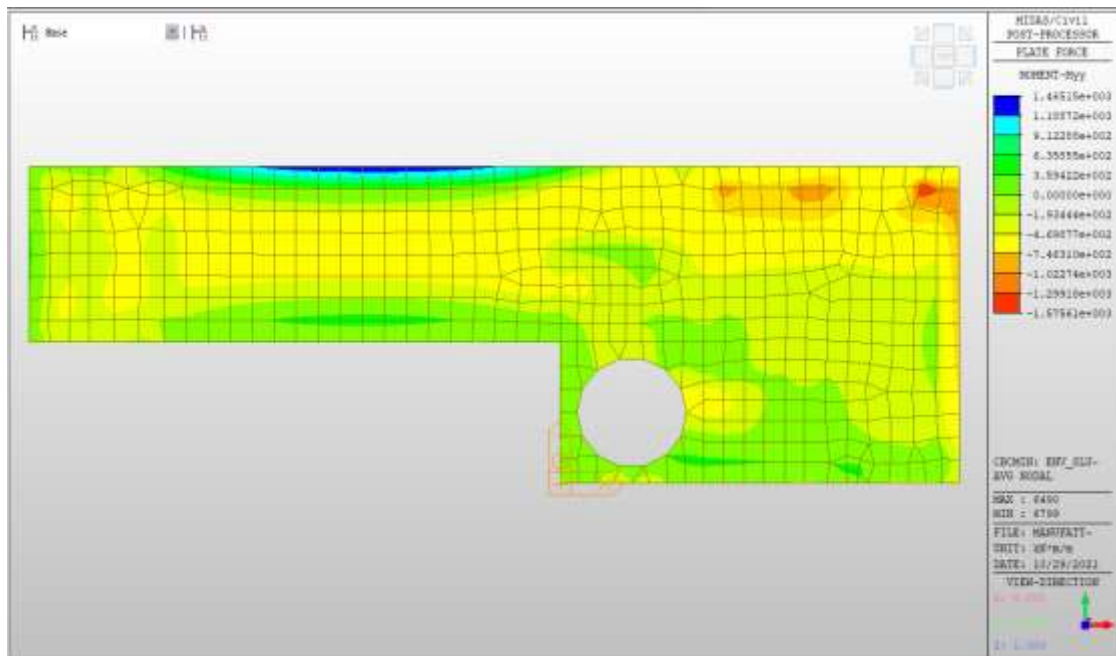
Si riportano di seguito gli involucri delle mappe delle sollecitazioni per le combinazioni allo stato limite ultimo (sismiche e statiche) e di esercizio per il piano di fondazione.

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)

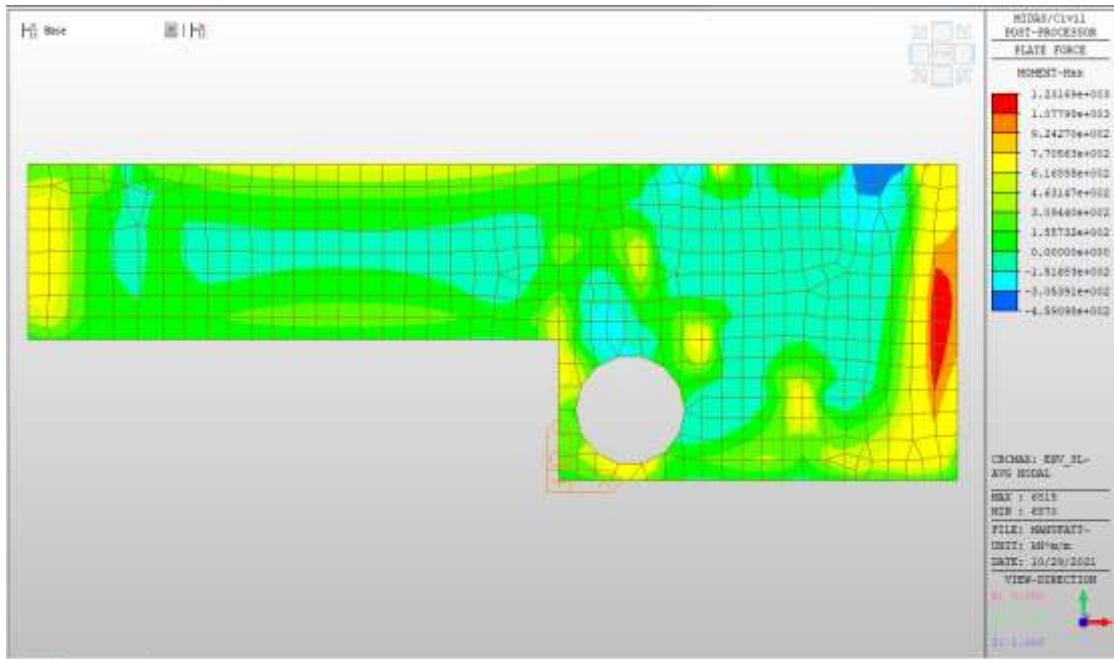


MY min, SLV-SLU = -750 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)
 MY min, SLV-SLU = -1580 kNm/m (soll. di verifica armatura zone di raffittimento)



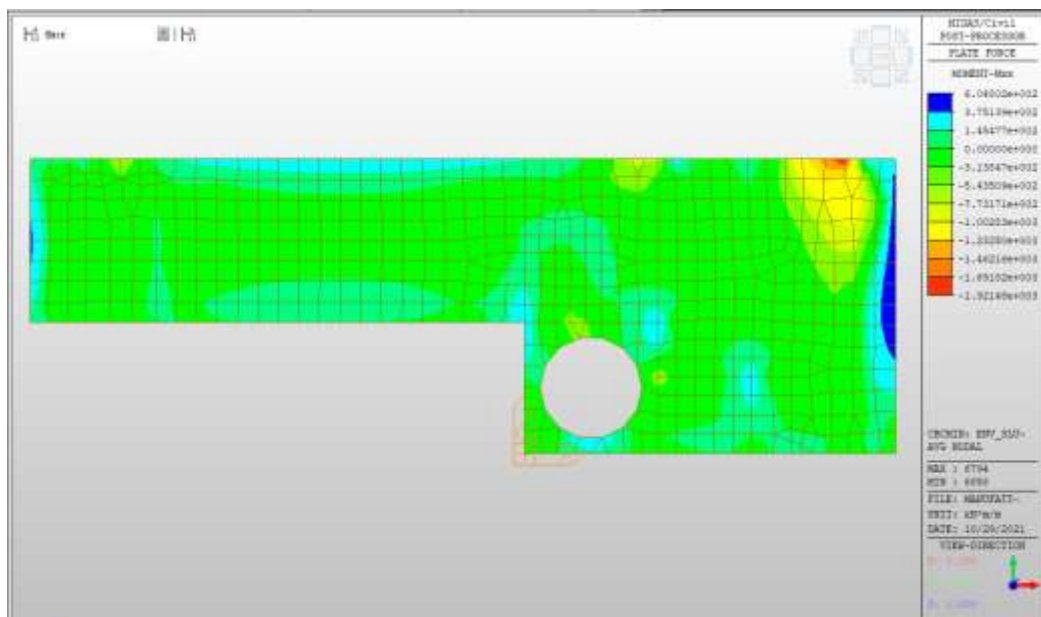
MXX max, SLV-SLU= +770 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull'intera area)

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)

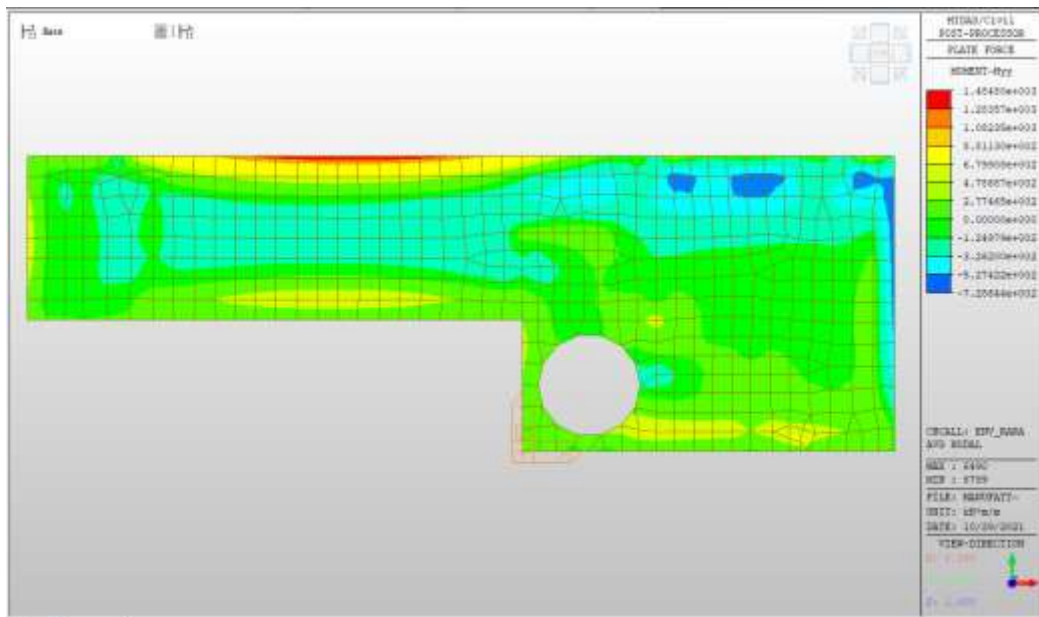
MXX min, SLV-SLU= -1920 kNm/m (soll. di verifica armatura zone di raffittimento)



Fondazione – SLE – RARA

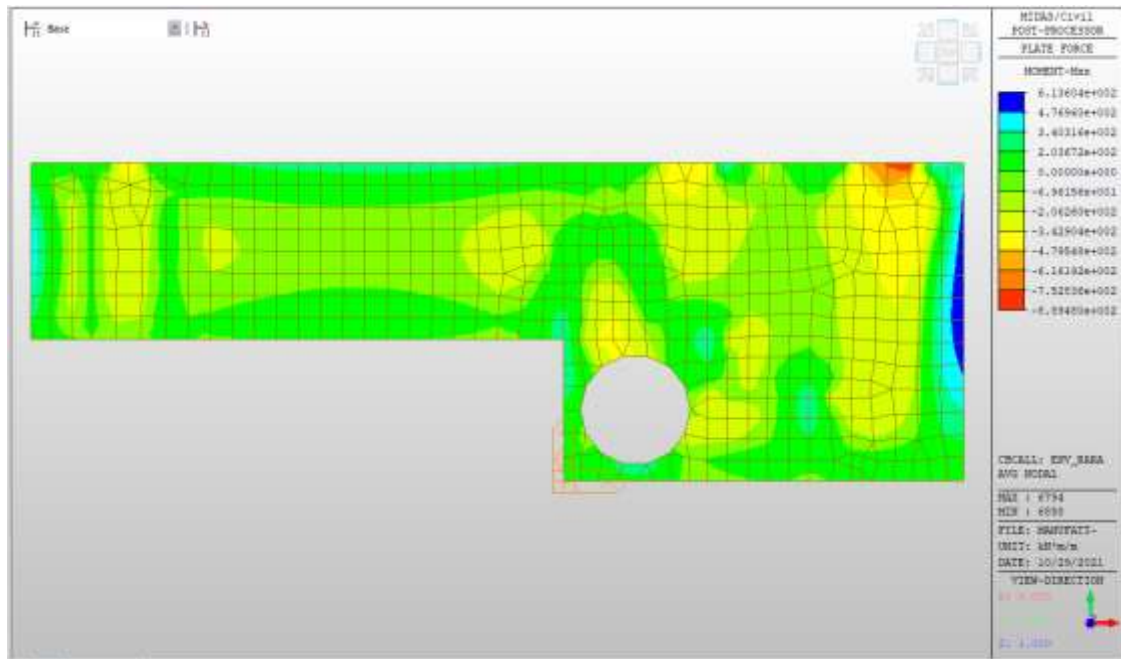
MYX max, RARA= +881 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull'intera area)

MYX min, RARA= -125 kNm/m



MXX max, RARA= +204 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull'intera area)

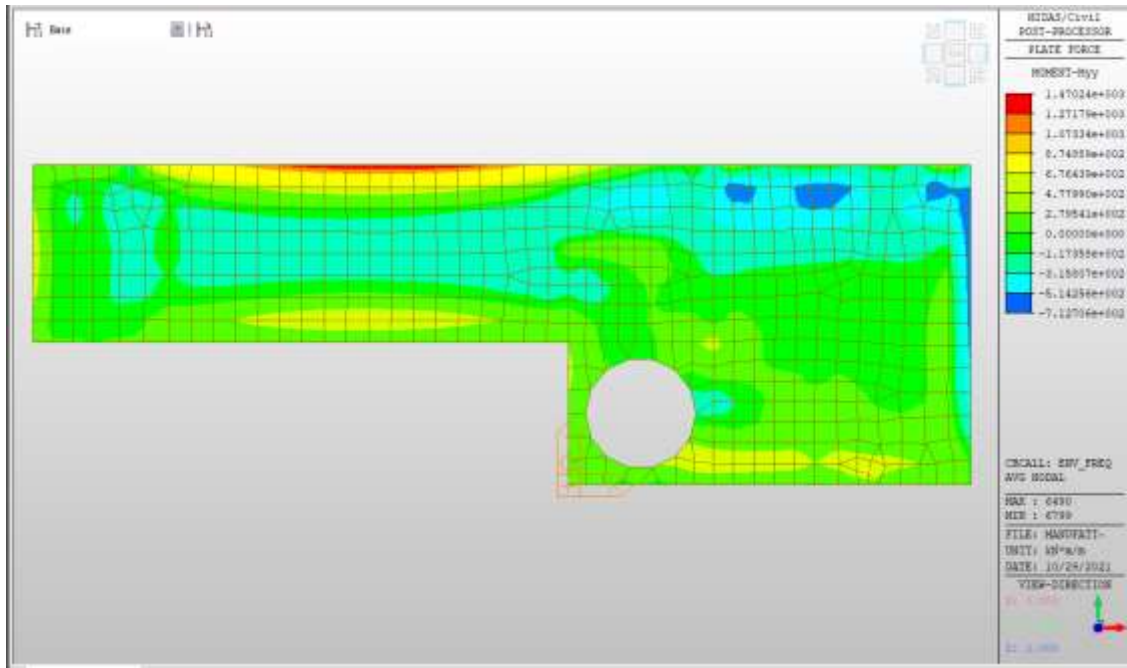
MXX min, RARA= -480 kNm/m



Fondazione – SLE – Frequente

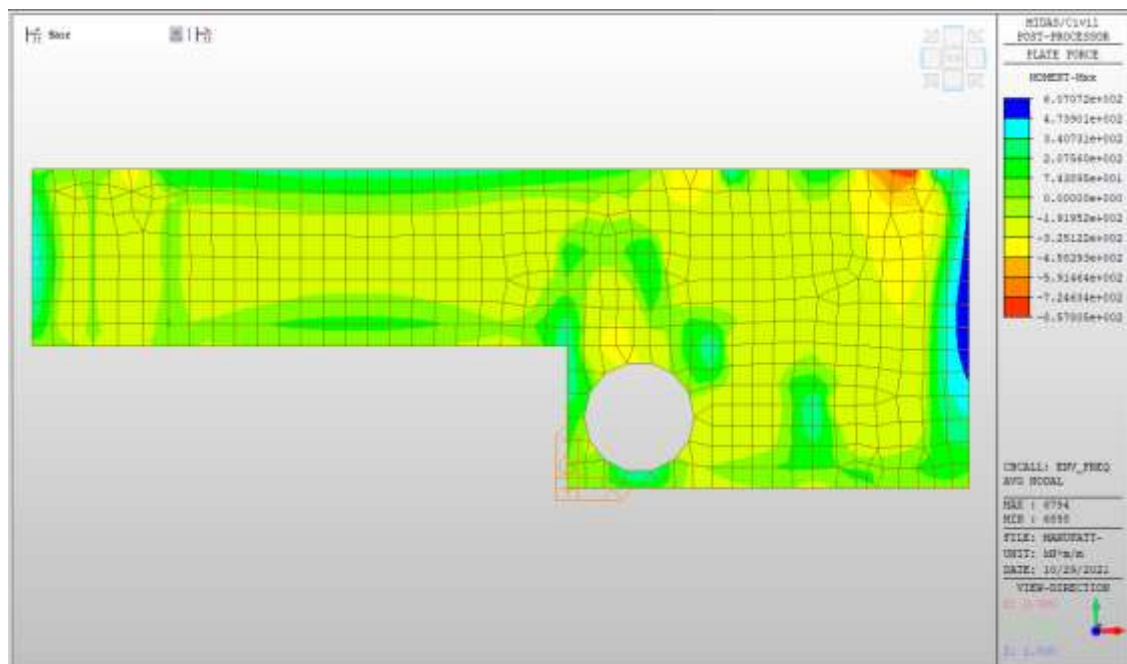
MYX max, Frequente= +875 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

MYX min, Frequente= -118 kNm/m



MXX max, Frequente= +208kNm/m (soll. di verifica armatura media sull'intera area)

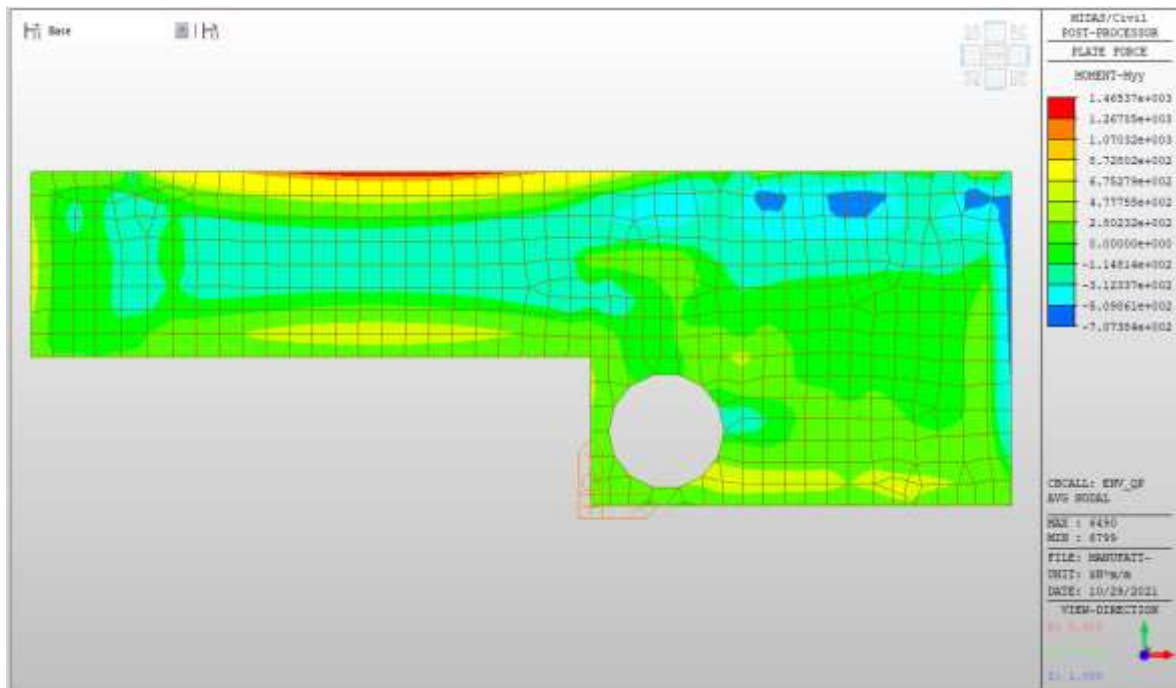
MXX min, Frequente= - 458 kNm/m



Fondazione – SLE – Quasi Permanente

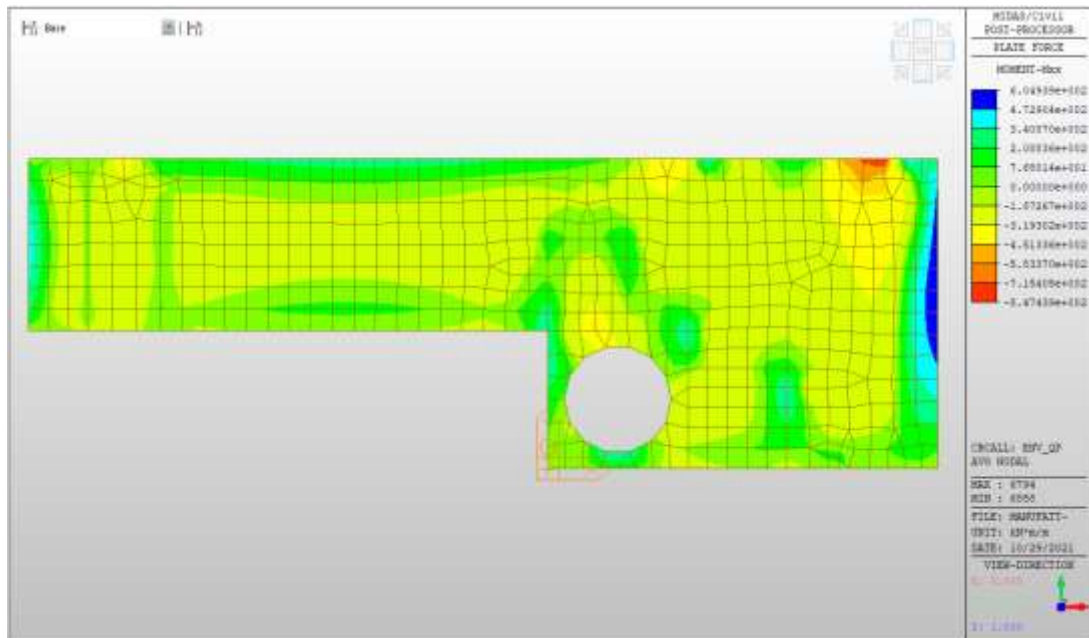
MYX max, QP= +873kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

MYX min, QP= - 115kNm/m



MXX max, QP= +209kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

MXX min, QP= -452kNm/m

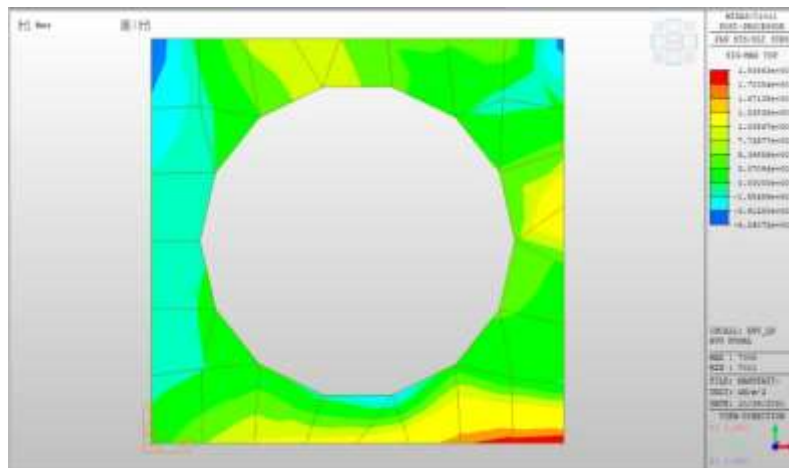


Tensioni di trazione in Combinazione Quasi Permanente

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 ²)
Barre superiori:	$7\phi 22$	(26.6 cm ²)
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	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 ≥ 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
--------	---

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 ²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
As eff.	Area Barre tese di acciaio [cm ²] 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]

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 ²)
Barre superiori:	14Ø24	(63.3 cm ²)
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 ²)
Barre superiori:	7Ø22	(26.6 cm ²)
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

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)

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	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 = $1 - \text{Beta}12 \cdot (\text{Ssr}/\text{Ss})^2 = 1 - \text{Beta}12 \cdot (\text{fctm}/\text{Sclmin})^2 = 1 - \text{Beta}12 \cdot (\text{Mfess}/\text{M})^2$ [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 = $1,7 \cdot \text{Eps} \cdot \text{Srm}$. 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 ²)
Barre superiori:	14Ø24	(63.3 cm ²)
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 ≥ 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.)

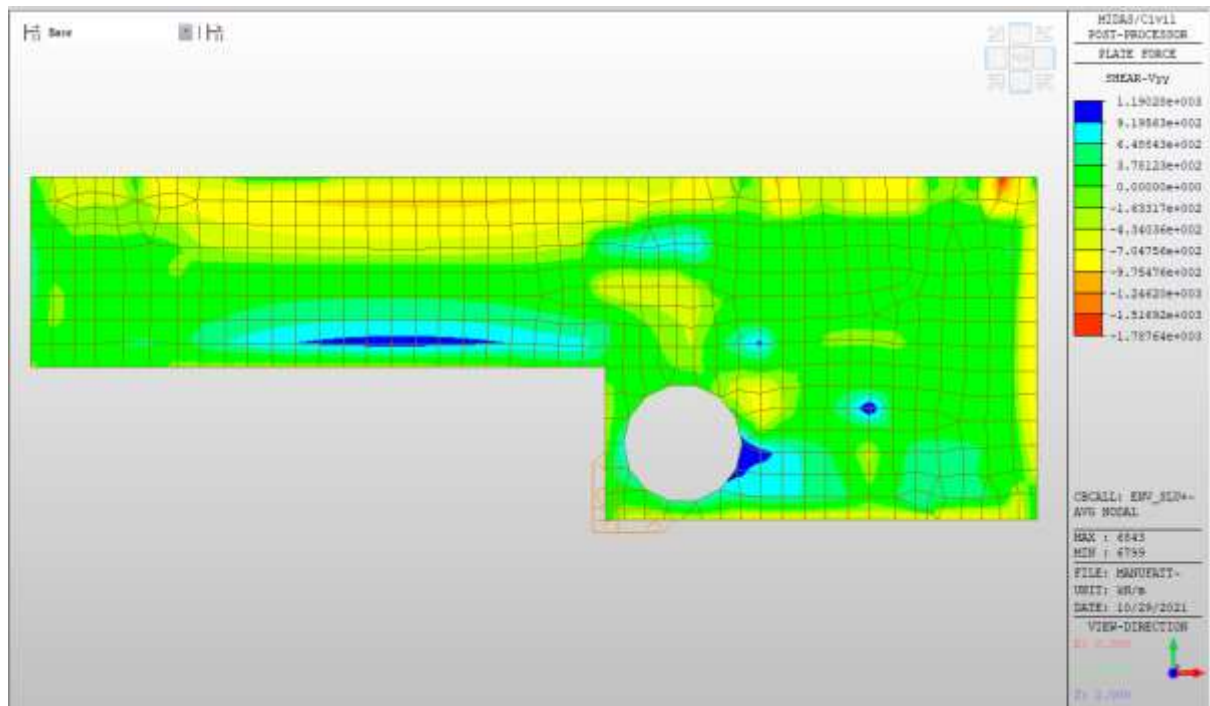
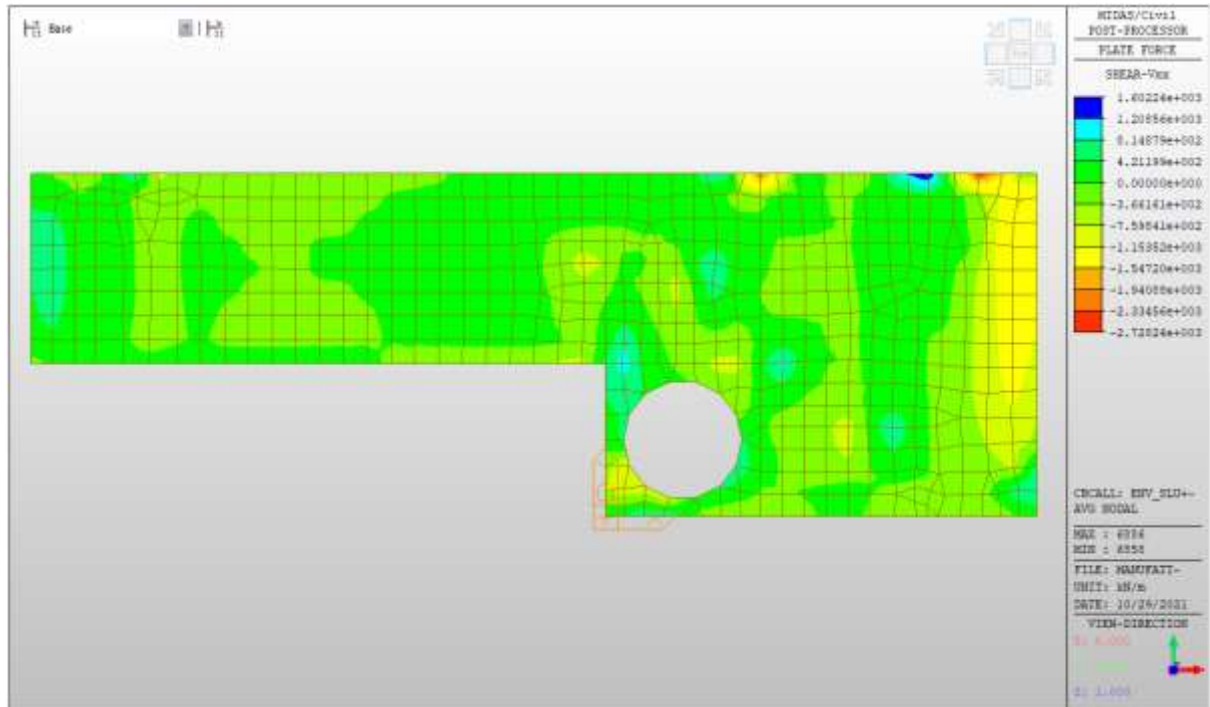
N°Comb	ec max	ec 3/7	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	-0.01555	150.0	0.00054	140.0	-0.03798	10.0
2	0.00350	-0.01555	0.0	0.00054	10.0	-0.03798	140.0

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)

$V_{ed} =$	2730	kN	Taglio agente verticale
H =	1500	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 ²	resistenza caratteristica a compressione
$f_{cd} =$	17.4	N/mm ²	resistenza di progetto a compressione
c =	50	mm	copriferro
$b_{st} =$	5	-	braccia delle staffe
$\Phi_{st} =$	12	mm	diametro staffe
s =	200	mm	passo staffe
$A_{st} =$	565	mm ²	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 ²	resistenza a compressione ridotta del cls d'anima
$\alpha_c =$	1.000	-	coefficiente maggiorativo per compressione
$f_{yd} =$	391.3	N/mm ²	resistenza a snervamento dell'acciaio
$V_{Rsd} =$	3096.3	kN	taglio resistente relativo alle armature tese
$V_{Rcd} =$	4349.2	kN	taglio resistente relativo alle bielle compresse
$V_{Rd} =$	3096.3	kN	ok!

c.s. ($V_{Rd}/V_{ed,v}$) = 1.13

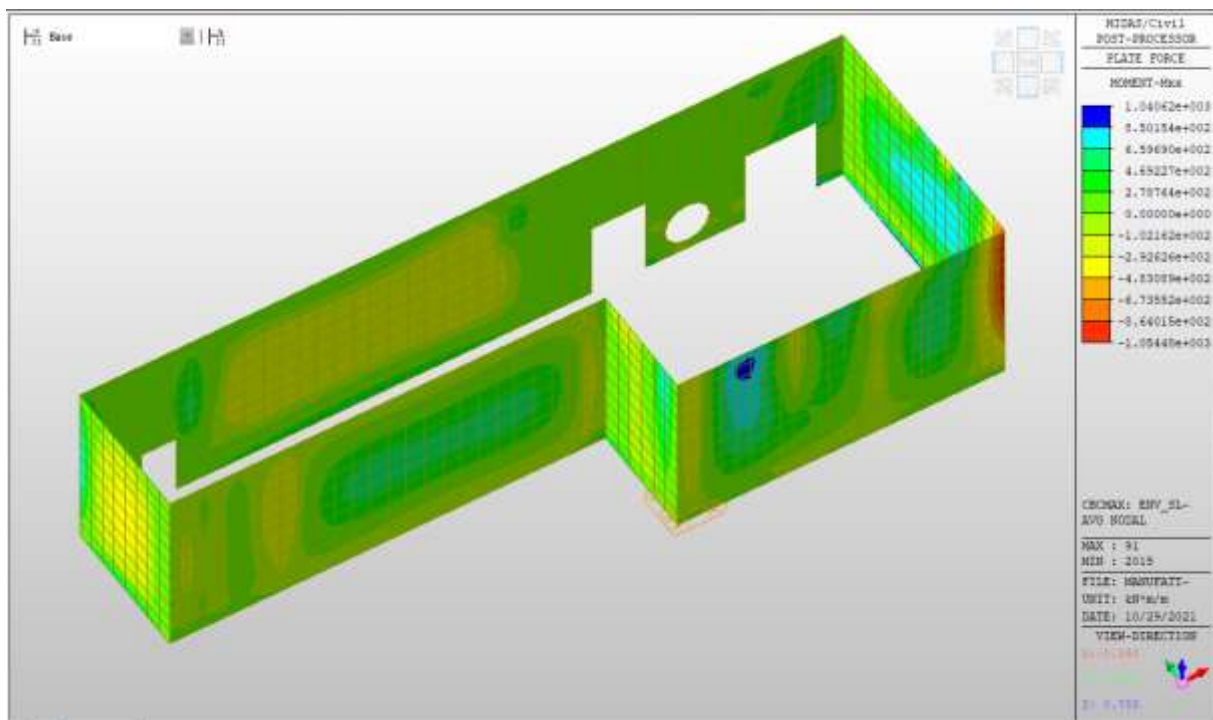
Setti perimetrali livello -3

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.

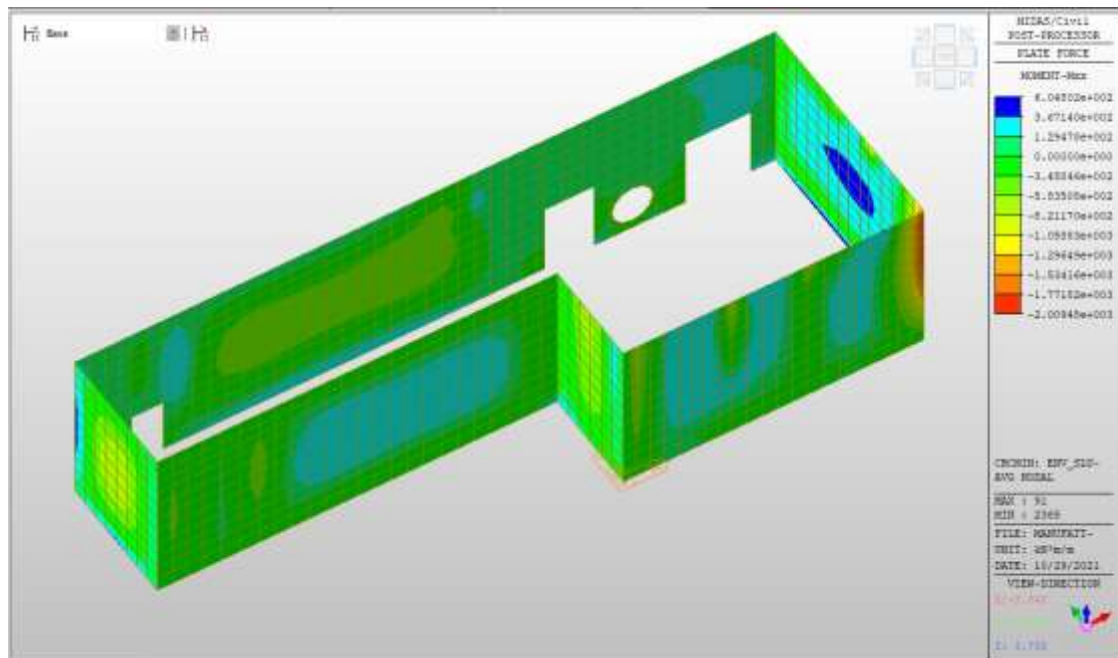
MXX max, SLV-SLU= +470 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull'intera area)

MXX max, SLV-SLU= +1040 kNm/m (soll. di verifica armatura zone di raffittimento)



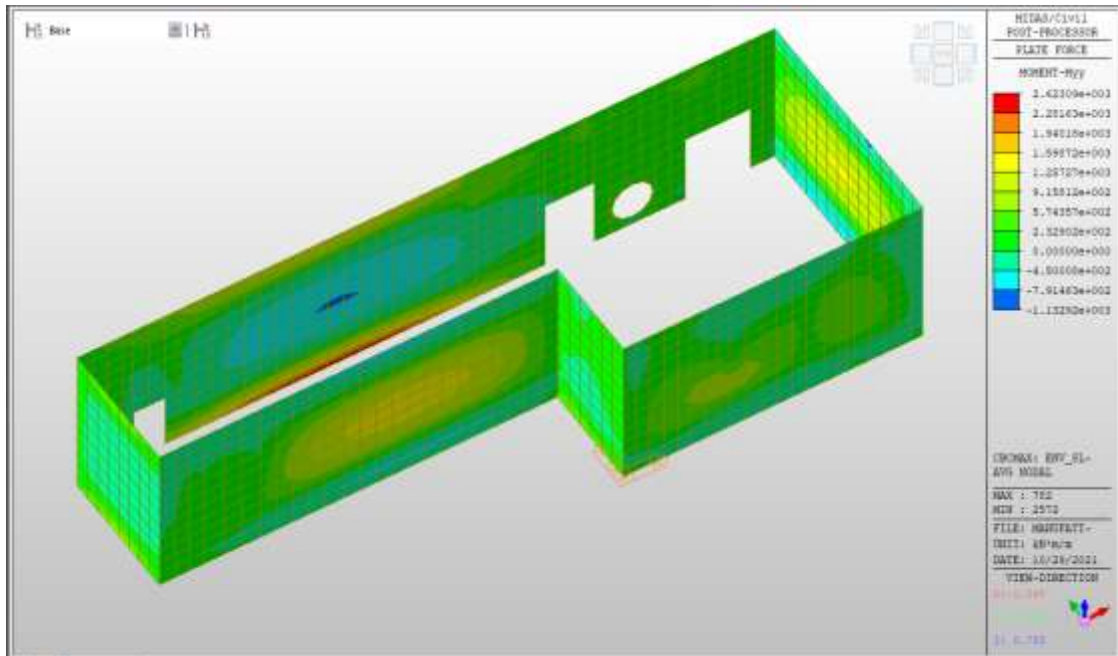
MXX min, SLV-SLU= -1300 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull'intera area)

MXX min, SLV-SLU= -2010 kNm/m (soll. di verifica armatura zone di raffittimento)



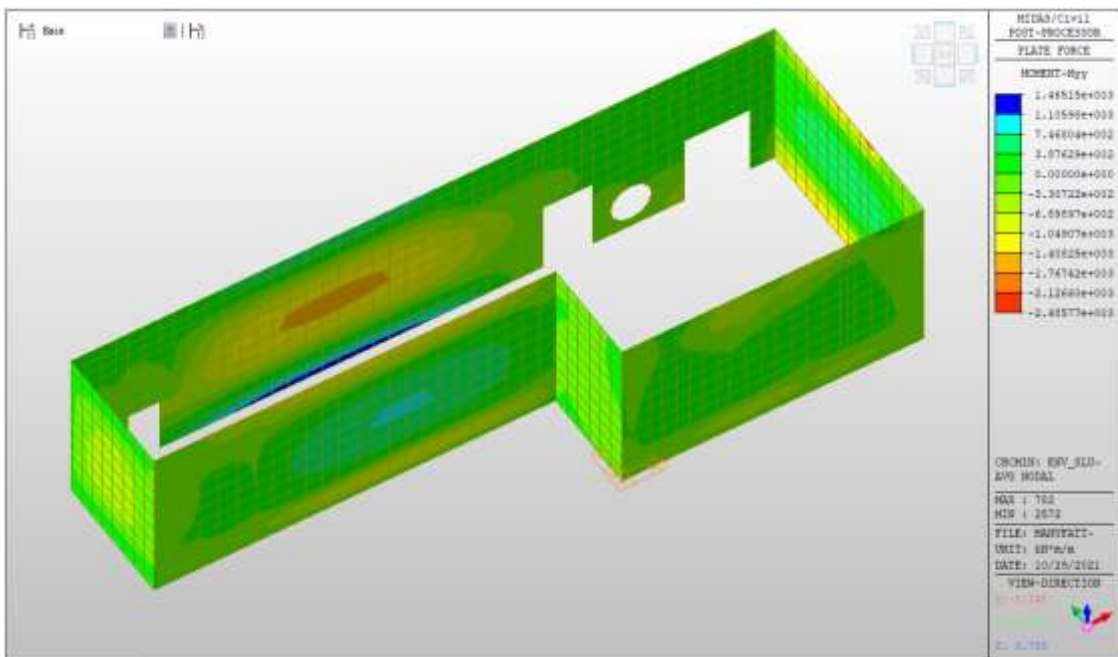
MY max, SLV-SLU = +1600 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull'intera area)

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)

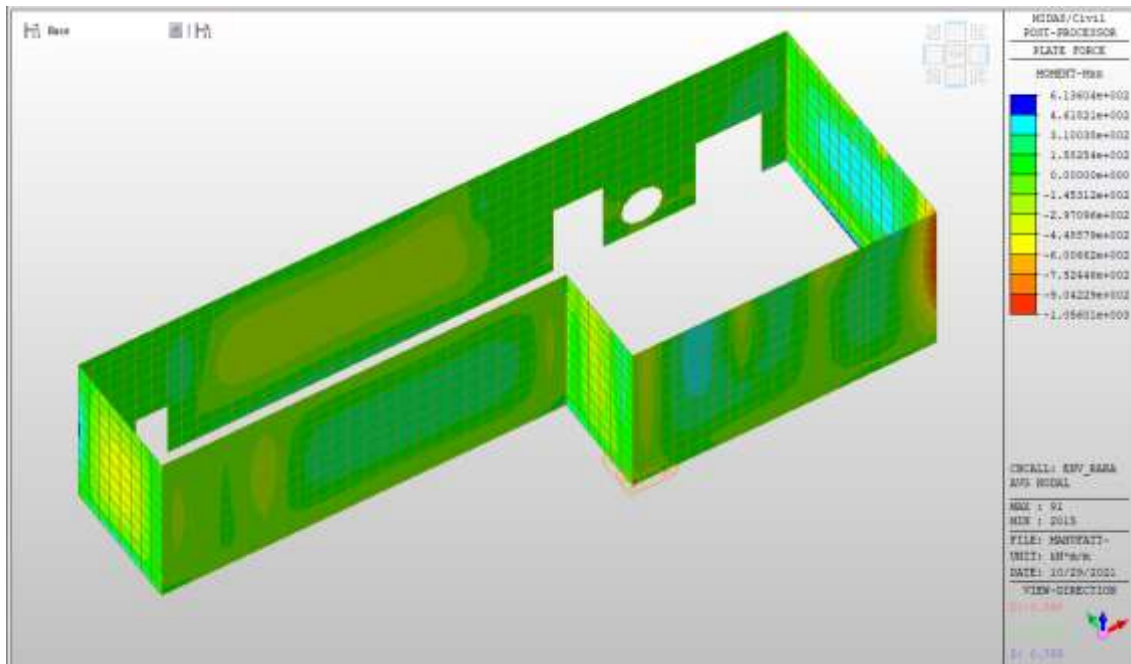
MY min, SLV-SLU = -2485 kNm/m (soll. di verifica armatura zone di raffittimento)



Setti perimetrali livello -3 – Mappe sollecitazioni SLE -RARA

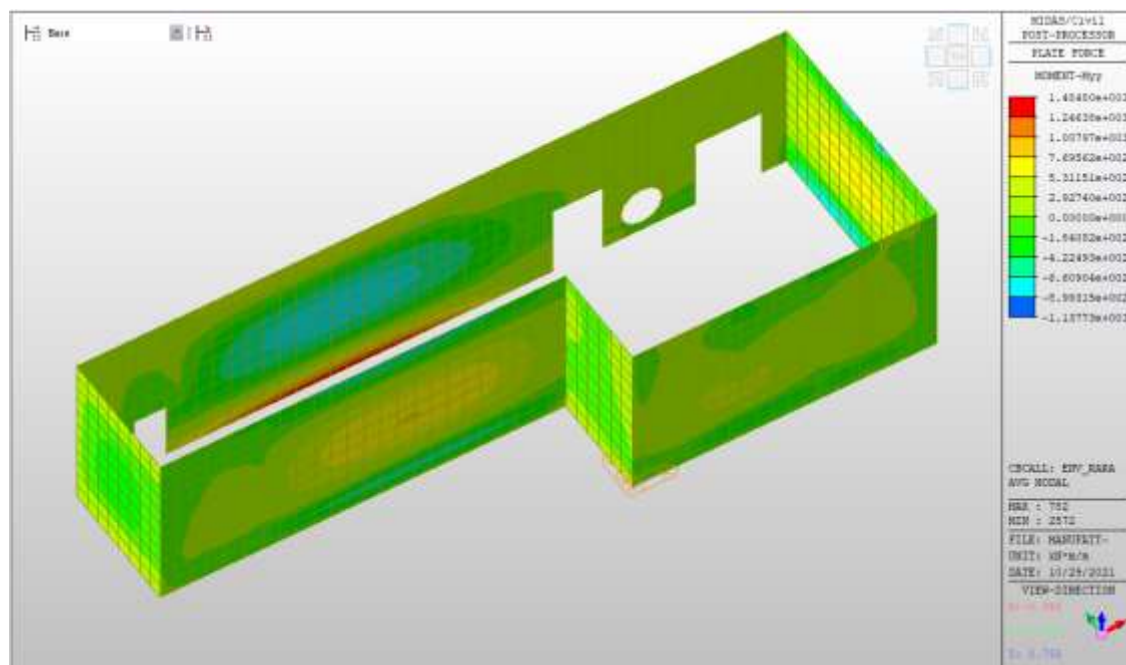
MXX max, RARA= +158 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

MXX min, RARA= -600 kNm/m



MYX max, RARA= +769 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

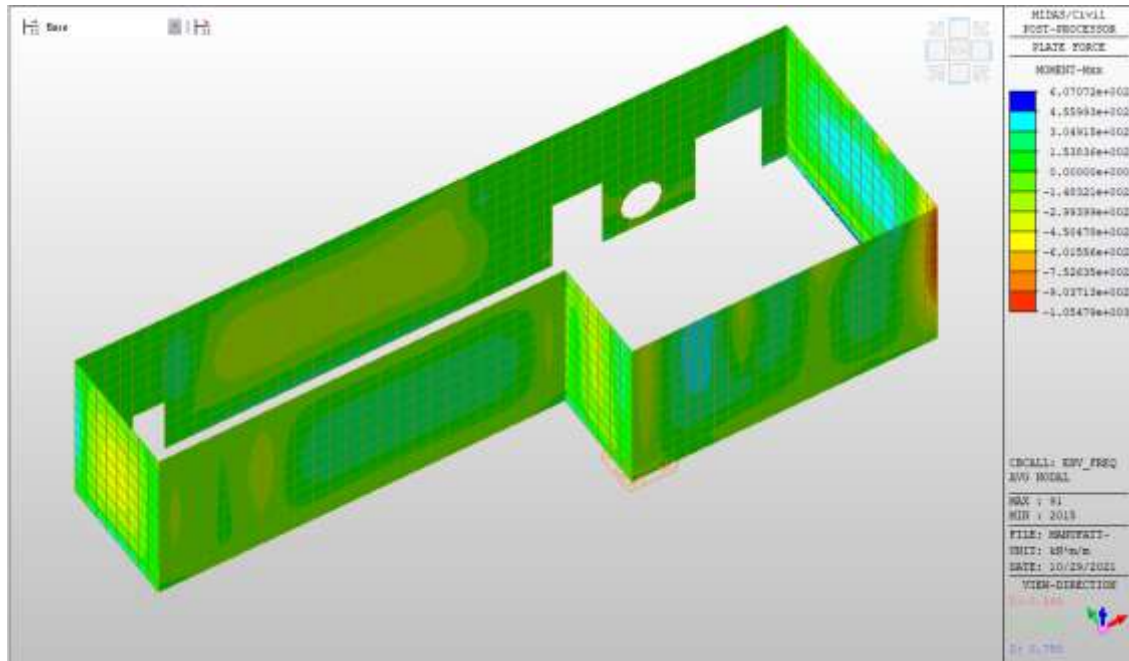
MYX min, RARA= -422 kNm/m



Setti perimetrali livello -3 – Mappe sollecitazioni SLE - FREQUENTE

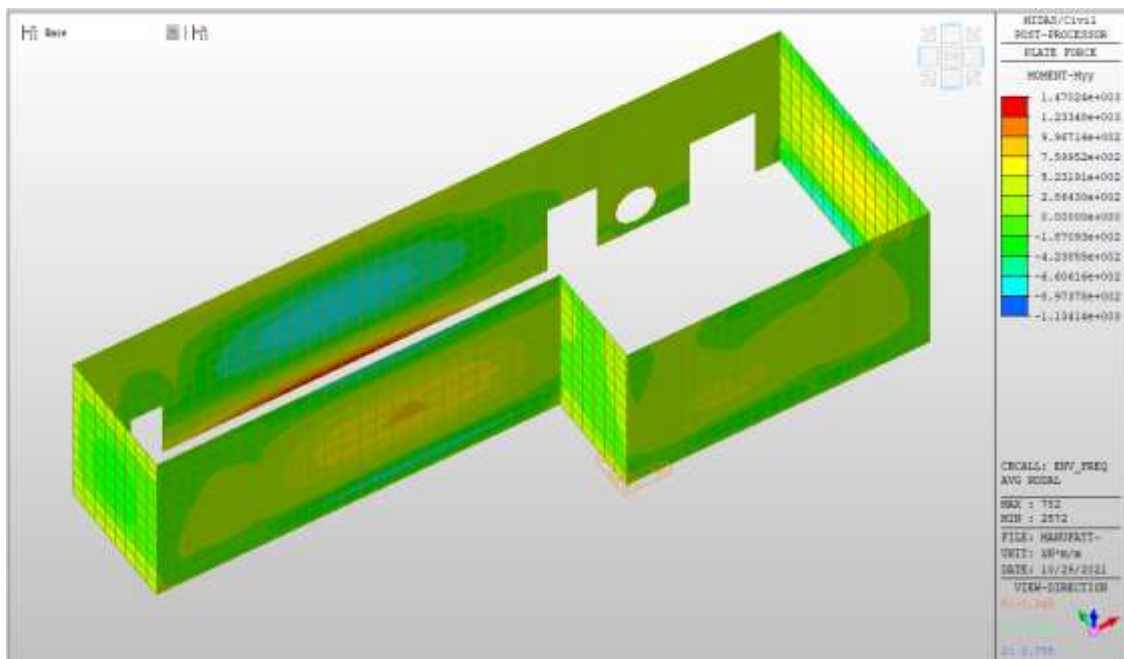
MXX max, Frequente= +154kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

MXX min, Frequente= - 602kNm/m



MYX max, Frequente= +760 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull'intera area)

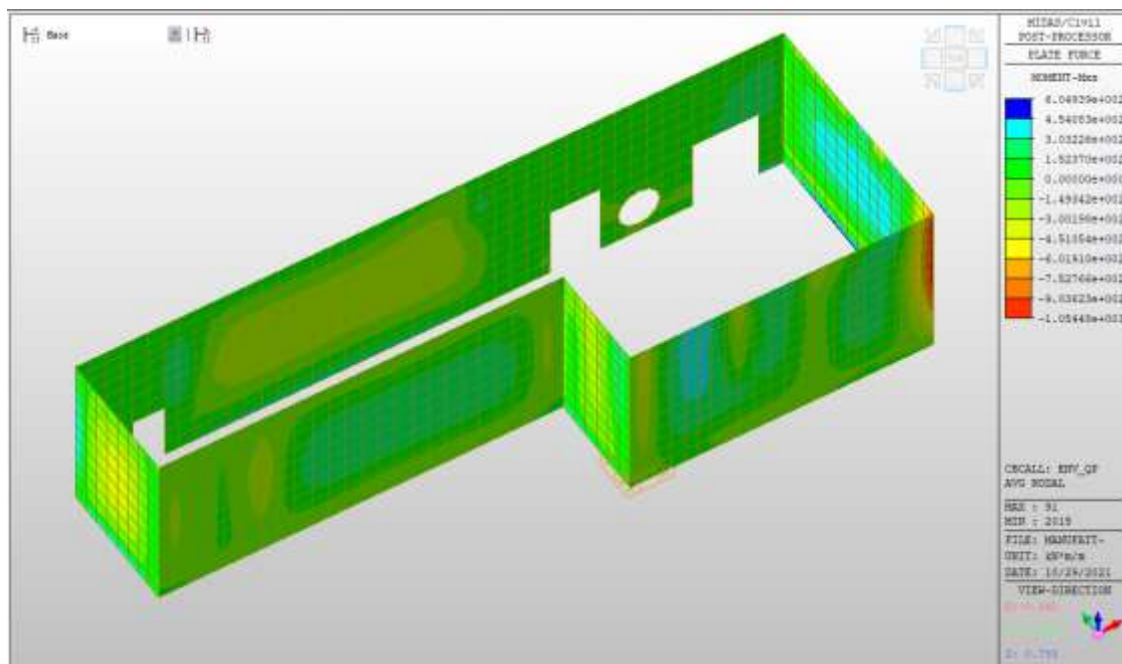
MYX min, Frequente= -425 kNm/m



Setti perimetrali livello -3 – Mappe sollecitazioni SLE – Quasi permanente

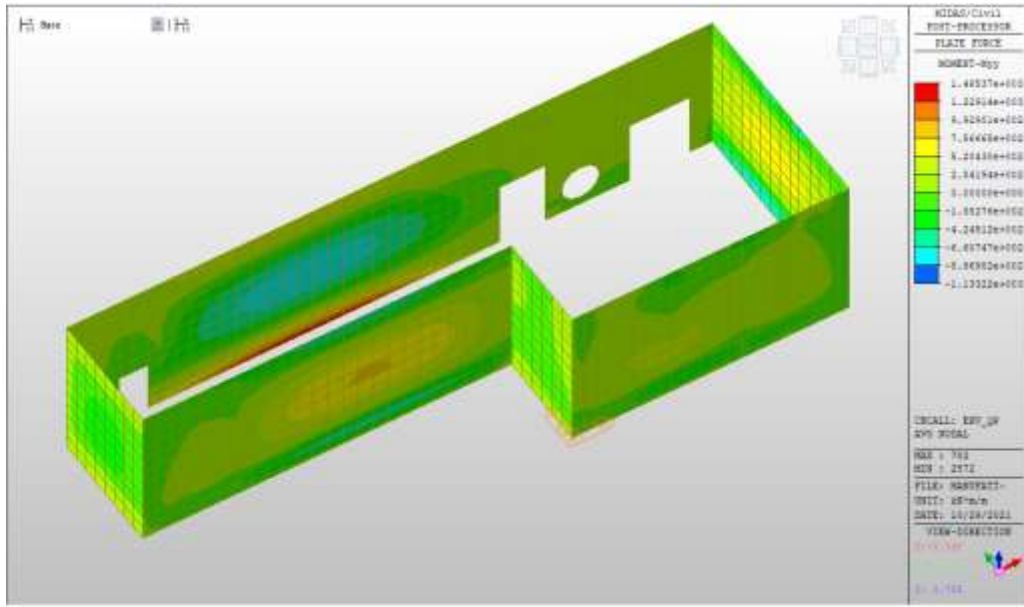
MXX max, QP= +153kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

MXX min, QP= -602kNm/m



MYX max, QP= +757kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

MYX min, QP= -425kNm/m

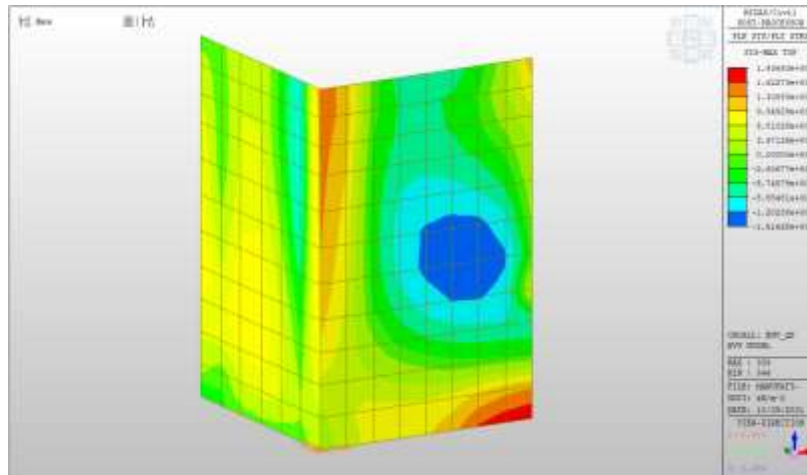


Tensioni di trazione in Combinazione Quasi Permanente

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:	7Ø26	(37.2 cm ²)
Barre superiori:	7Ø26	(37.2 cm ²)
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	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 ≥ 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 ²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
As eff.	Area Barre tese di acciaio [cm ²] 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]

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 _{lmax}	Sc _{lmin}	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 _{lmax}	Sc _{lmin}	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 ²)
Barre superiori:	14Ø26	(74.3 cm ²)
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 ²)
Barre superiori:	7Ø26	(37.2 cm ²)
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 ≥ 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]

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 ²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
As eff.	Area Barre tese di acciaio [cm ²] 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) 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	2.60	-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

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

Altezza:	120.0	cm
Barre inferiori:	14Ø26	(74.3 cm ²)
Barre superiori:	14Ø26	(74.3 cm ²)
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.)

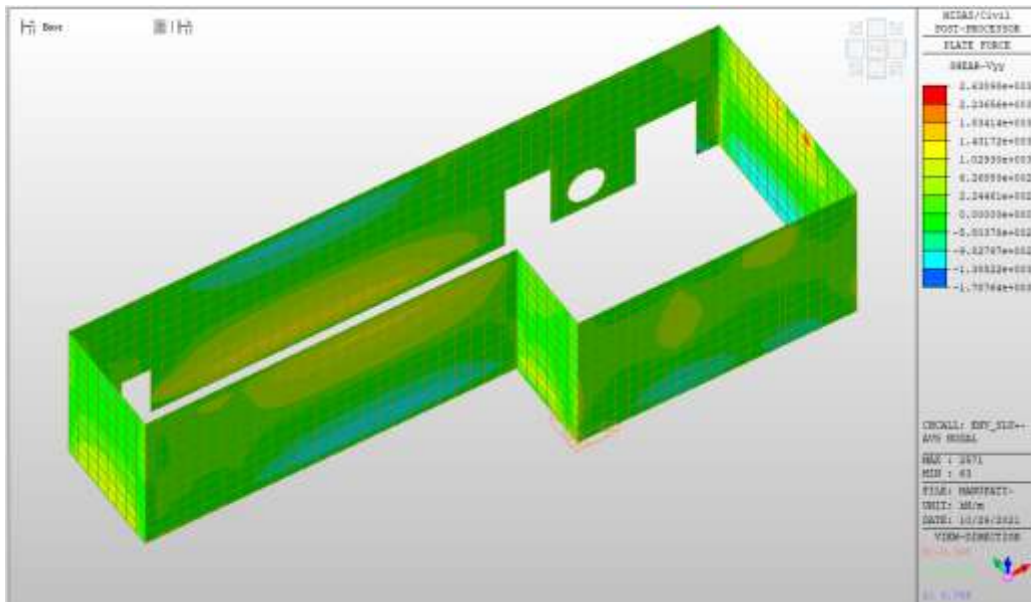
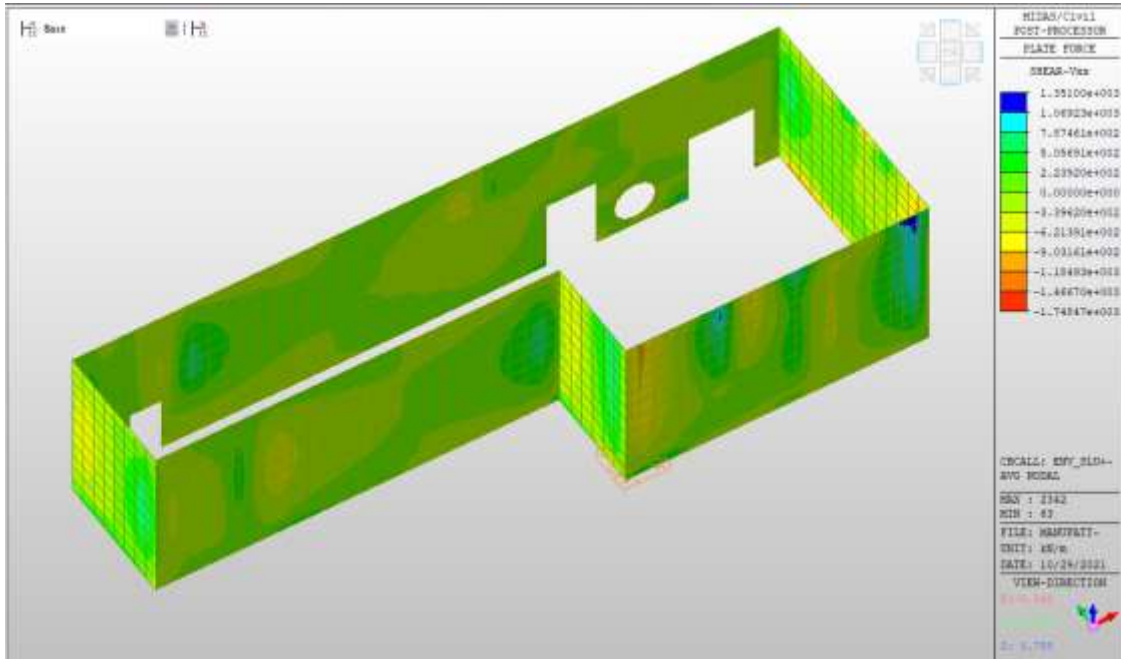
N°Comb	ec max	ec 3/7	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	-0.01099	120.0	0.00068	110.0	-0.02748	10.0
2	0.00350	-0.01099	0.0	0.00068	10.0	-0.02748	110.0
3	0.00350	-0.01099	120.0	0.00068	110.0	-0.02748	10.0
4	0.00350	-0.01099	120.0	0.00068	110.0	-0.02748	10.0

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)

$V_{ed} =$	2640	kN	Taglio agente verticale
$H =$	1200	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 ²	resistenza caratteristica a compressione
$f_{cd} =$	17.4	N/mm ²	resistenza di progetto a compressione
$c =$	50	mm	copriferro
$b_{st} =$	5	-	braccia delle staffe
$\Phi_{st} =$	12	mm	diametro staffe
$s =$	200	mm	passo staffe
$A_{st} =$	565	mm ²	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 ²	resistenza a compressione ridotta del cls d'anima
$\alpha_c =$	1.000	-	coefficiente maggiorativo per compressione
$f_{yd} =$	391.3	N/mm ²	resistenza a snervamento dell'acciaio
$V_{Rsd} =$	2834.2	kN	taglio resistente relativo alle armature tese
$V_{Rcd} =$	3127.9	kN	taglio resistente relativo alle bielle compresse
$V_{Rd} =$	2834.2	kN	ok!

C.S. ($V_{Rd}/V_{ed,v}$) = 1.07

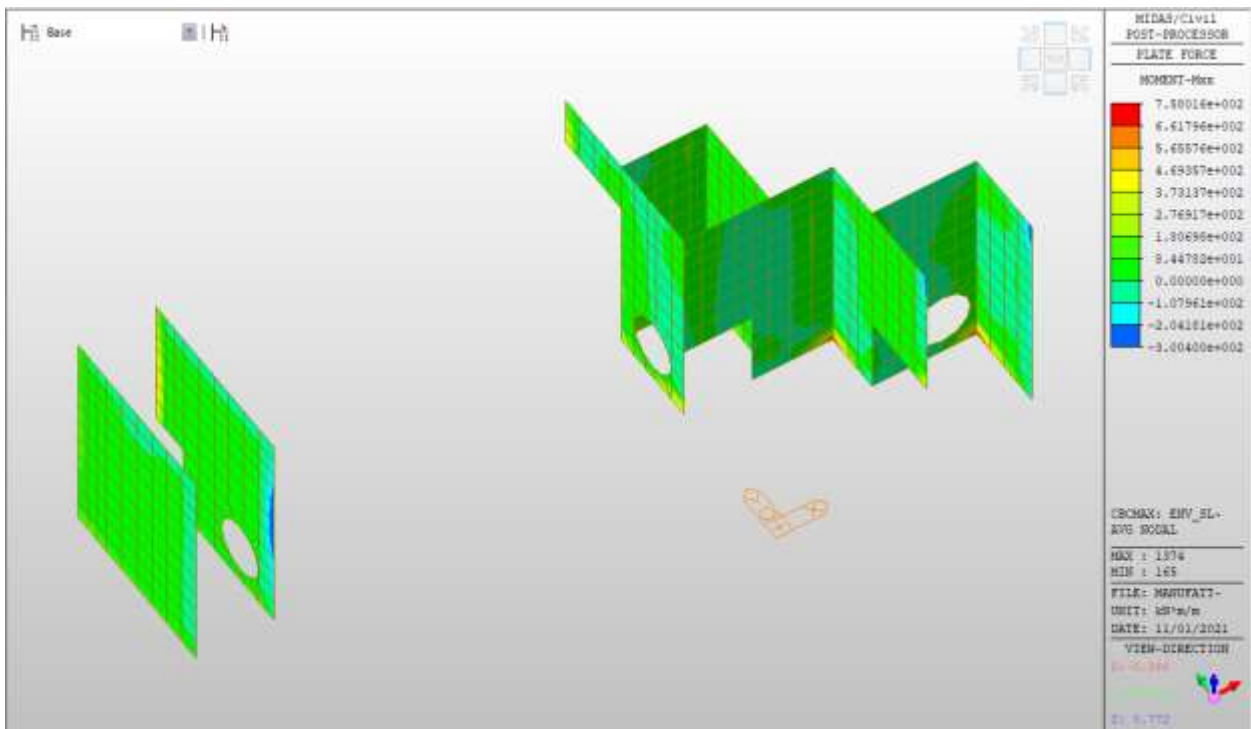
Setti interni livello -3

Setti interni livello -3 – Mappe sollecitazioni SLU - SLV

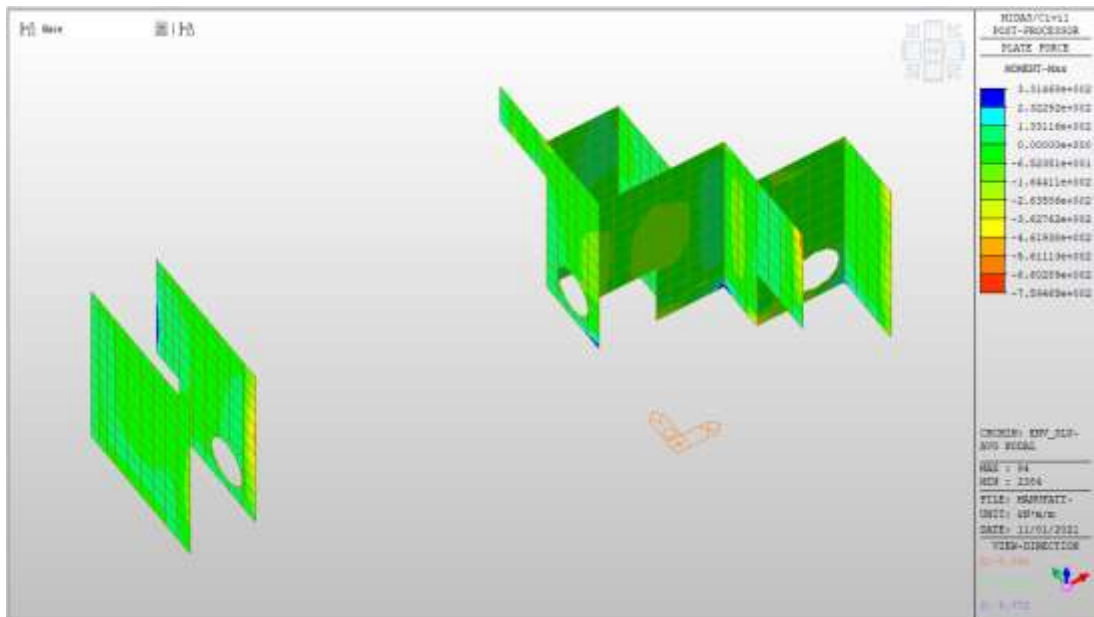
Si riportano di seguito gli involuipi delle mappe delle sollecitazioni per le combinazioni allo stato limite ultimo (sismiche e statiche) e di esercizio per i setti interni posti al piano interrato.

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)

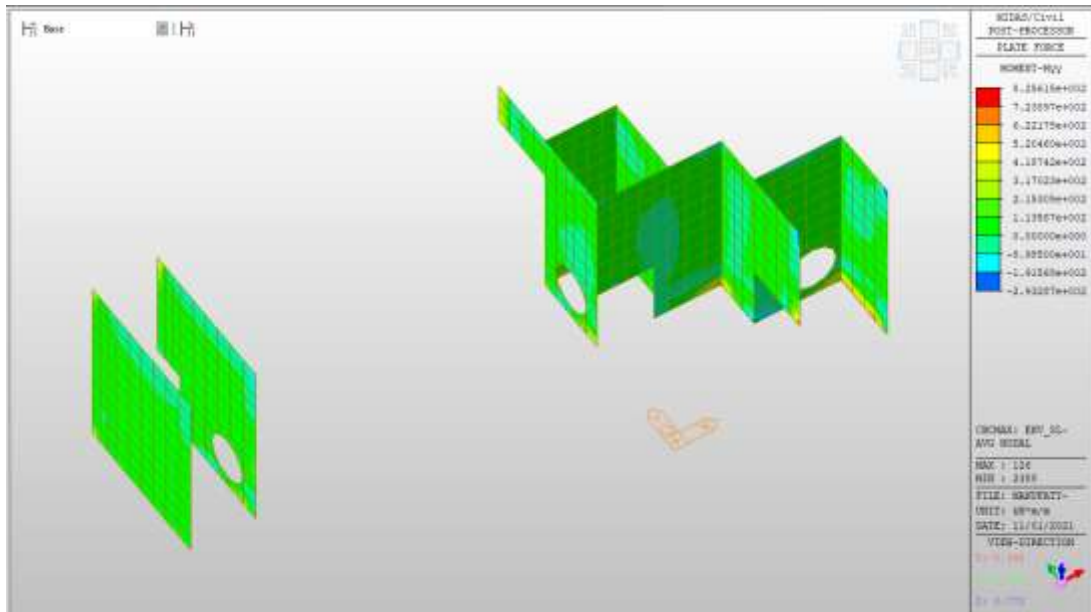


MXX min, SLV-SLU= -462 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)
MXX min, SLV-SLU= -760 kNm/m (soll. di verifica armatura zone di raffittimento)



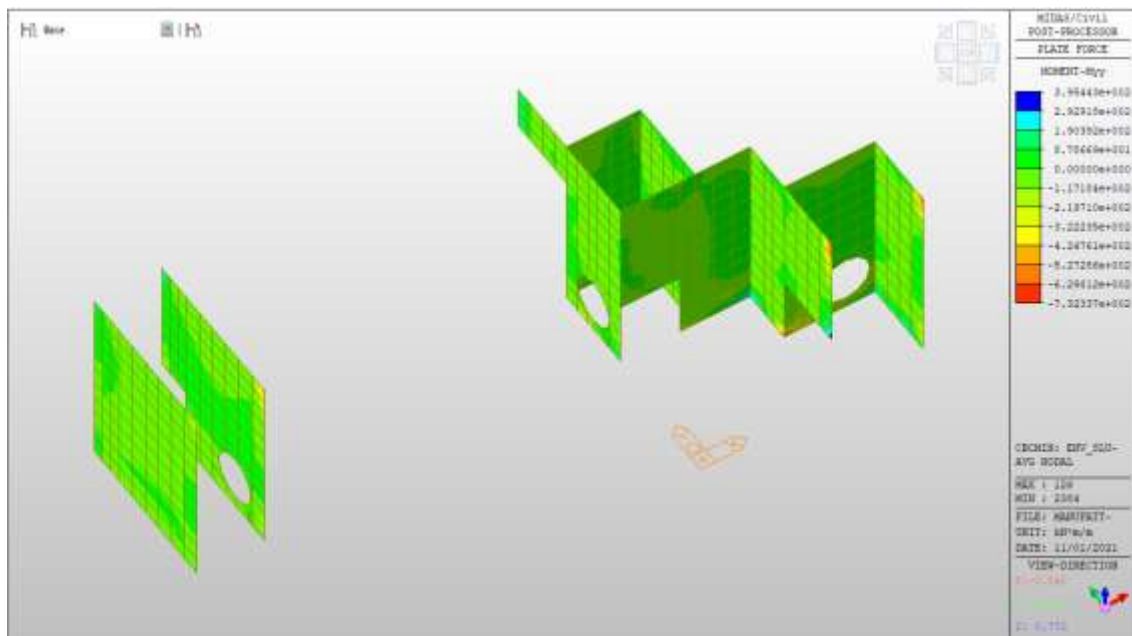
MYY max, SLV-SLU = +520 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

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)

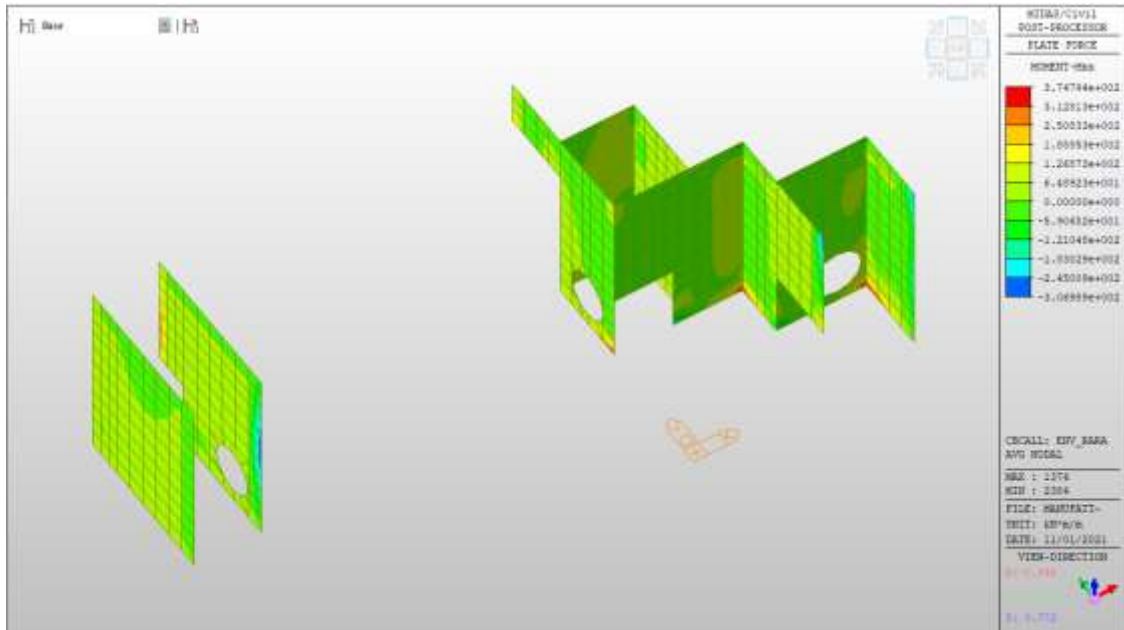
MY min, SLV-SLU = -733 kNm/m (soll. di verifica armatura zone di raffittimento)



Setti interni livello -3 – Mappe sollecitazioni SLE - RARA

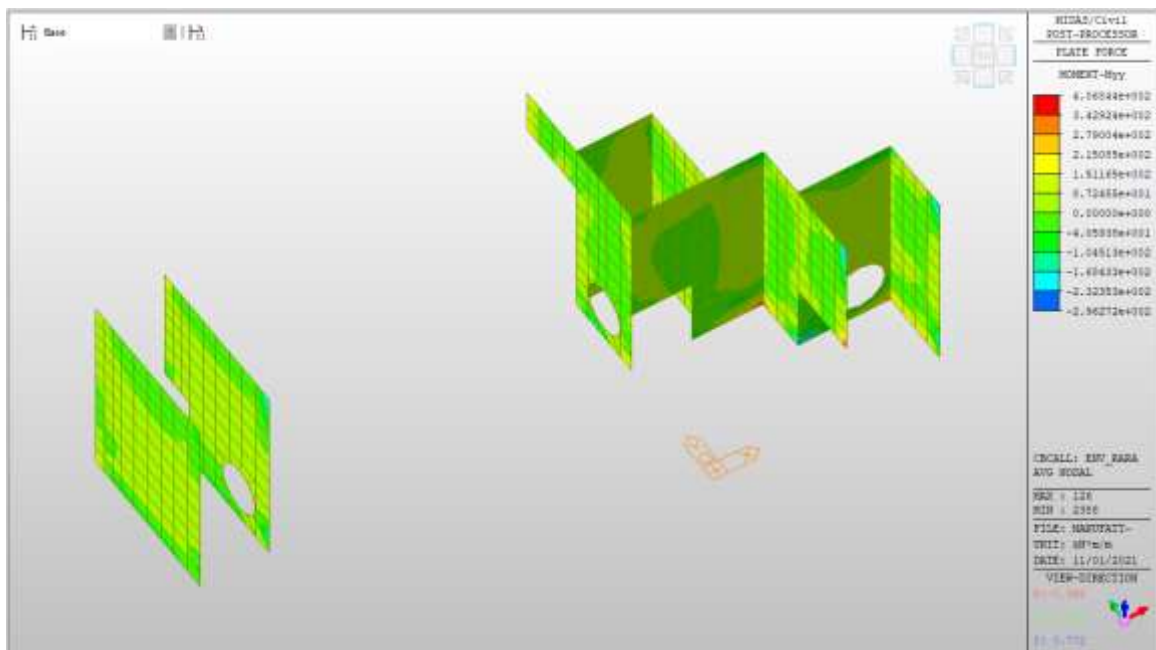
MX max, RARA= +189 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull'intera area)

MXX min, RARA= -122 kNm/m



MYX max, RARA= +215 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

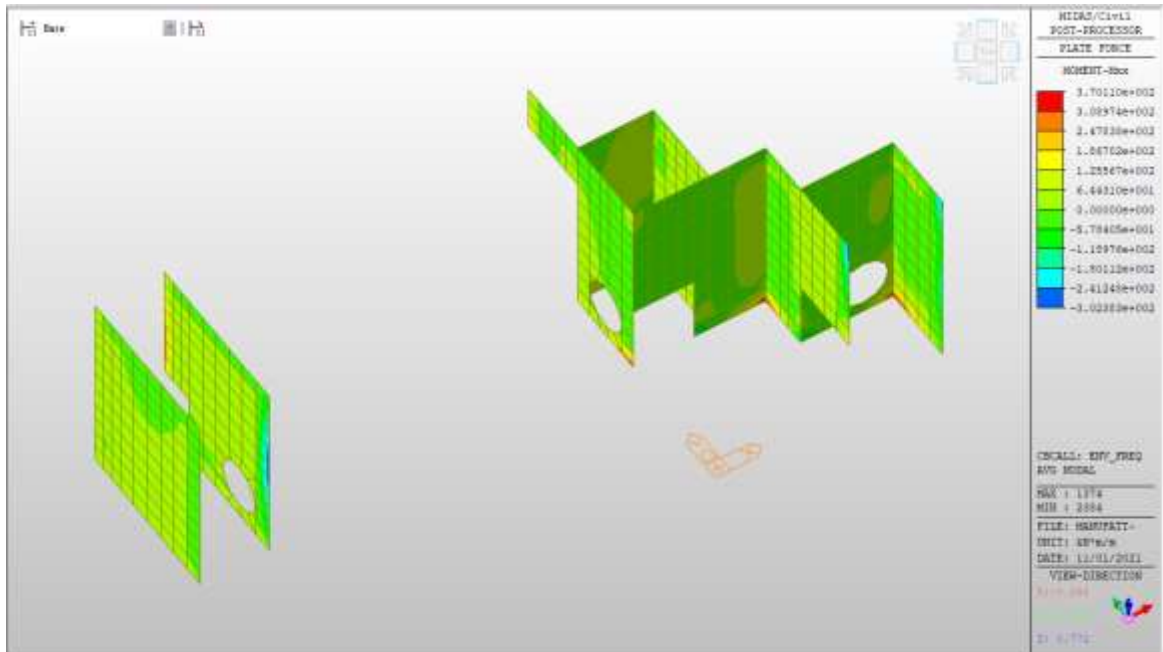
MYX min, RARA= -105 kNm/m



Setti interni livello -3 – Mappe sollecitazioni SLE – FREQUENTE

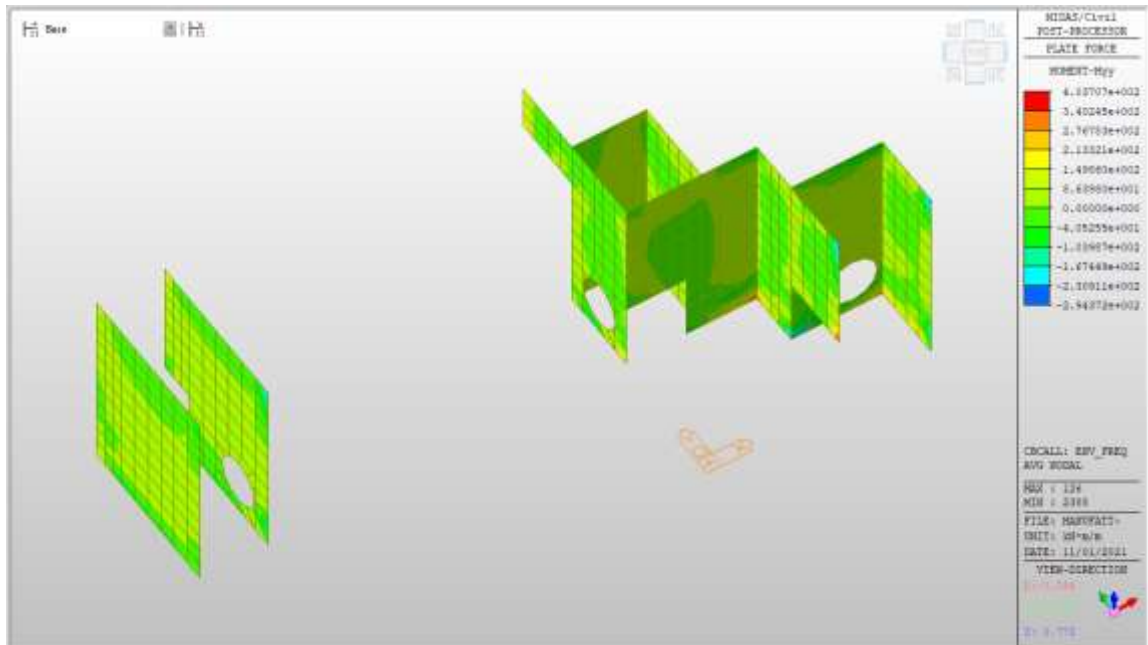
MXX max, Frequente= +187kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

MXX min, Frequente= -120kNm/m



MYY max, Frequente= +214 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

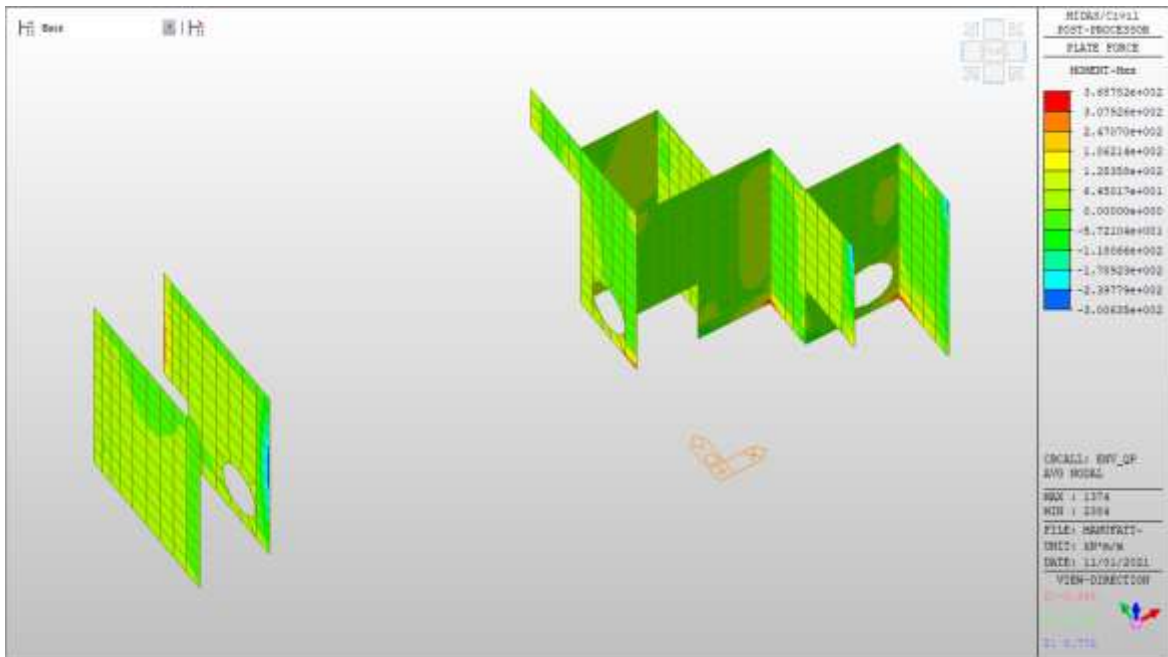
MYY min, Frequente= -104kNm/m



Setti interni livello -3 – Mappe sollecitazioni SLE – Quasi permanente

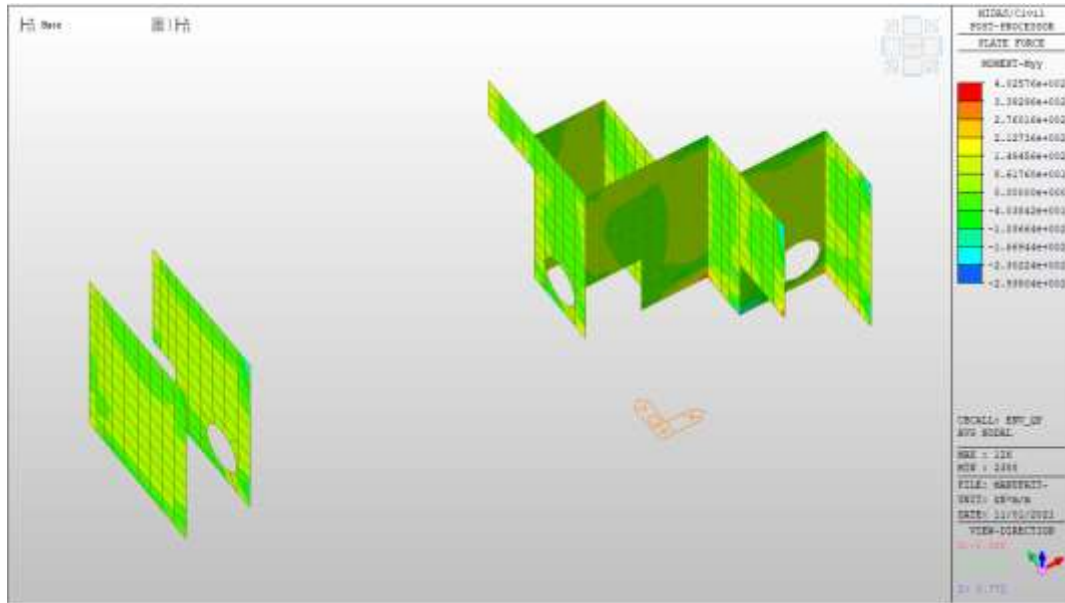
MXX max, QP= +186kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

MXX min, QP= -118kNm/m



MY max, QP= +214kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

MY min, QP= - 104kNm/m

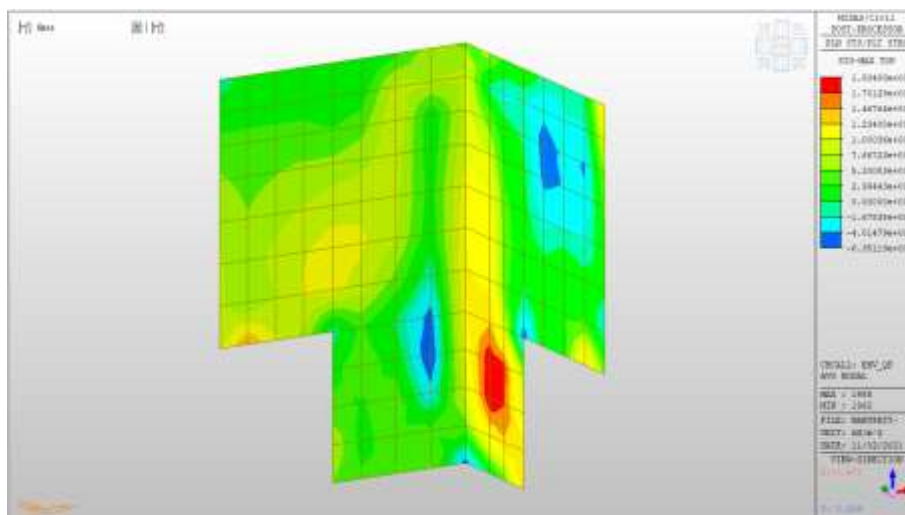


Tensioni di trazione in Combinazione Quasi Permanente

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 ϕ 22 al lembo superiore e 7 ϕ 22 al lembo inferiore in entrambe le direzioni.

Nelle zone di raffittimento la sezione risulta essere armata con 7+7 ϕ 22 al lembo superiore e 7+7 ϕ 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 ϕ 22	(26.6 cm ²)
Barre superiori:	7 ϕ 22	(26.6 cm ²)
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	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.)
---	---

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 ≥ 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 ²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
As eff.	Area Barre tese di acciaio [cm ²] 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 cm²)
Barre superiori:	14Ø22	(53.2 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	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

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 ²)
Barre superiori:	7Ø22	(26.6 cm ²)
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 ≥ 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 ²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
As eff.	Area Barre tese di acciaio [cm ²] 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) 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	2.81	-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)

Barre superiori:	14Ø22	(53.2 cm ²)
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
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	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

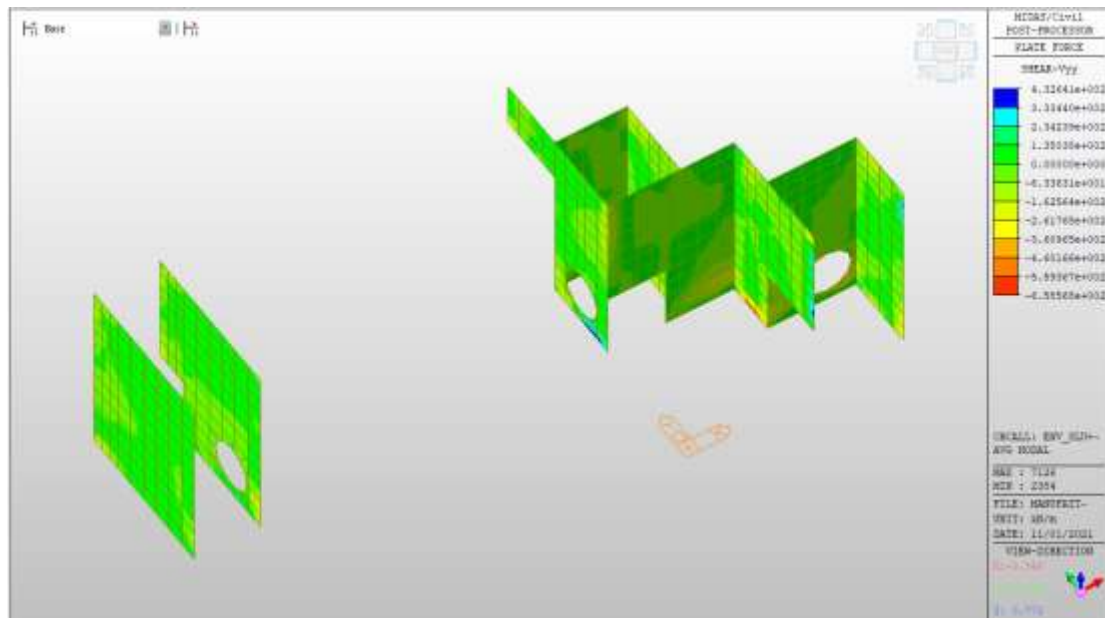
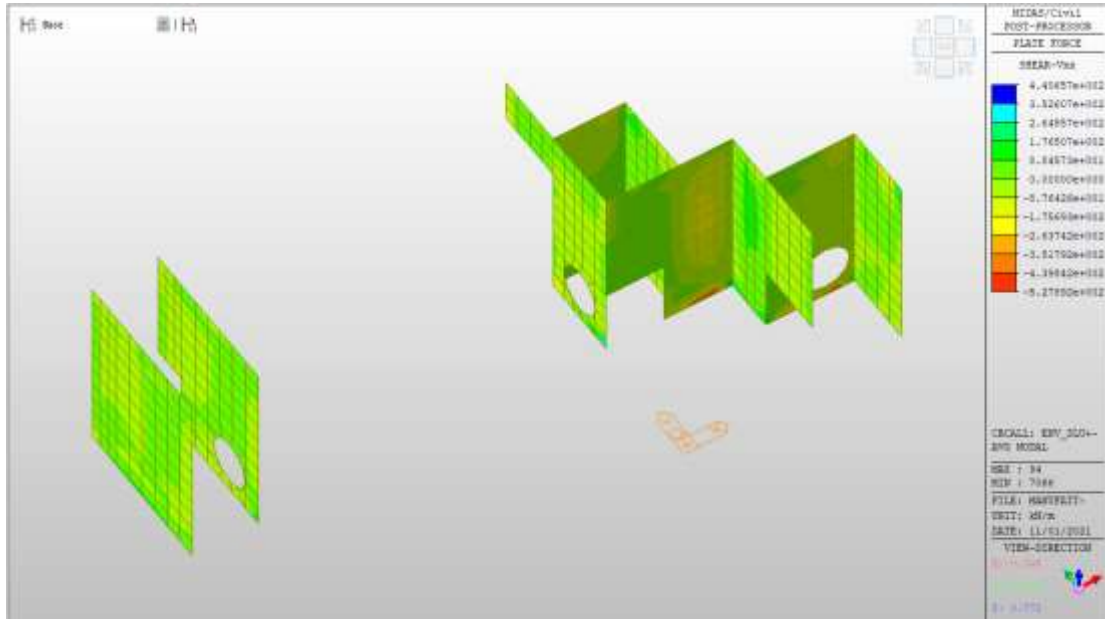
ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Ys min Ordinata in 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)

$V_{ed} =$	660	kN	Taglio agente verticale
$H =$	600	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 ²	resistenza caratteristica a compressione
$f_{cd} =$	17.4	N/mm ²	resistenza di progetto a compressione
$c =$	50	mm	copriferro
$b_{st} =$	5	-	braccia delle staffe
$\Phi_{st} =$	10	mm	diametro staffe
$s =$	200	mm	passo staffe
$A_{st} =$	393	mm ²	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 ²	resistenza a compressione ridotta del cls d'anima
$\alpha_c =$	1.000	-	coefficiente maggiorativo per compressione
$f_{yd} =$	391.3	N/mm ²	resistenza a snervamento dell'acciaio
$V_{Rsd} =$	941.3	kN	taglio resistente relativo alle armature tese
$V_{Rcd} =$	1496.0	kN	taglio resistente relativo alle bielle compresse
$V_{Rd} =$	941.3	kN	ok!

C.S. ($V_{Rd}/V_{ed,v}$) = 1.43

Solaio a quota +163.64m

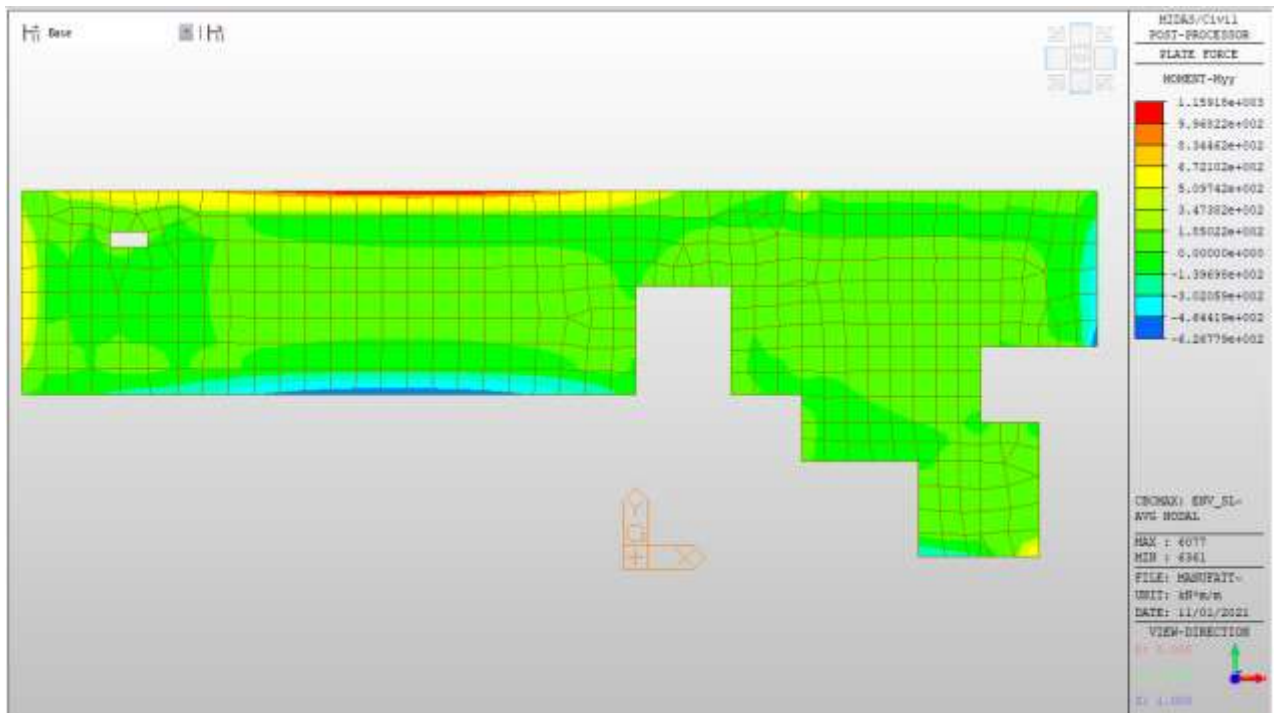
Solaio a quota +163.64m – Mappe sollecitazioni SLU - SLV

Si riportano di seguito gli involuپی delle mappe delle sollecitazioni per le combinazioni allo stato limite ultimo (sismiche e statiche) e di esercizio per solaio posto a quota +163.64m.

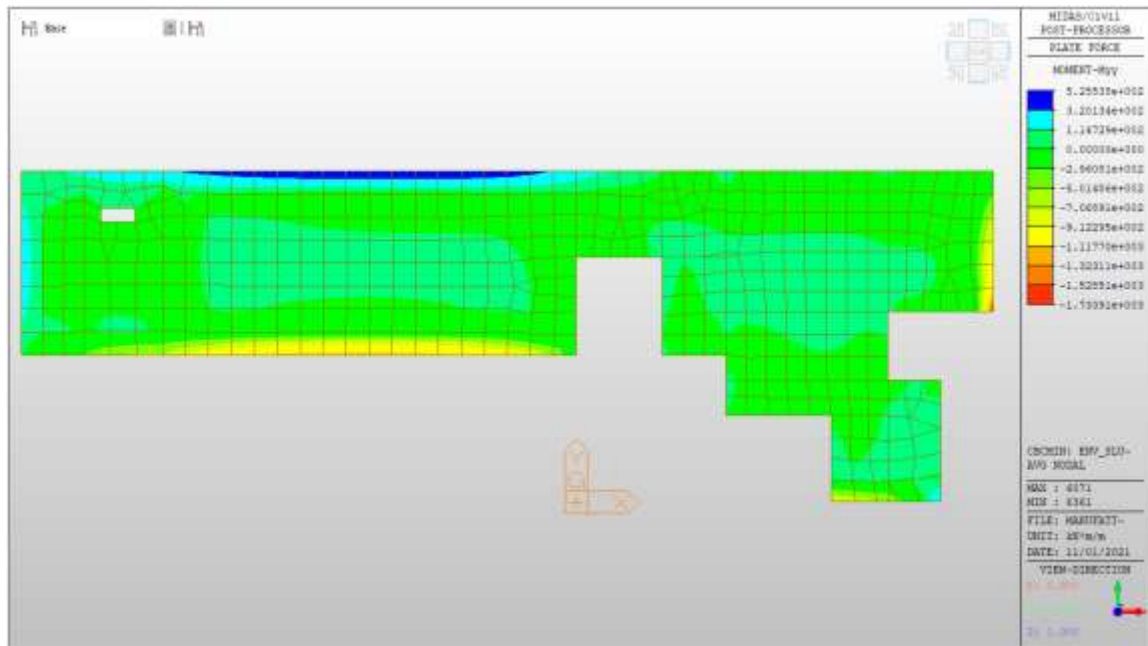
Momento verticale

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)



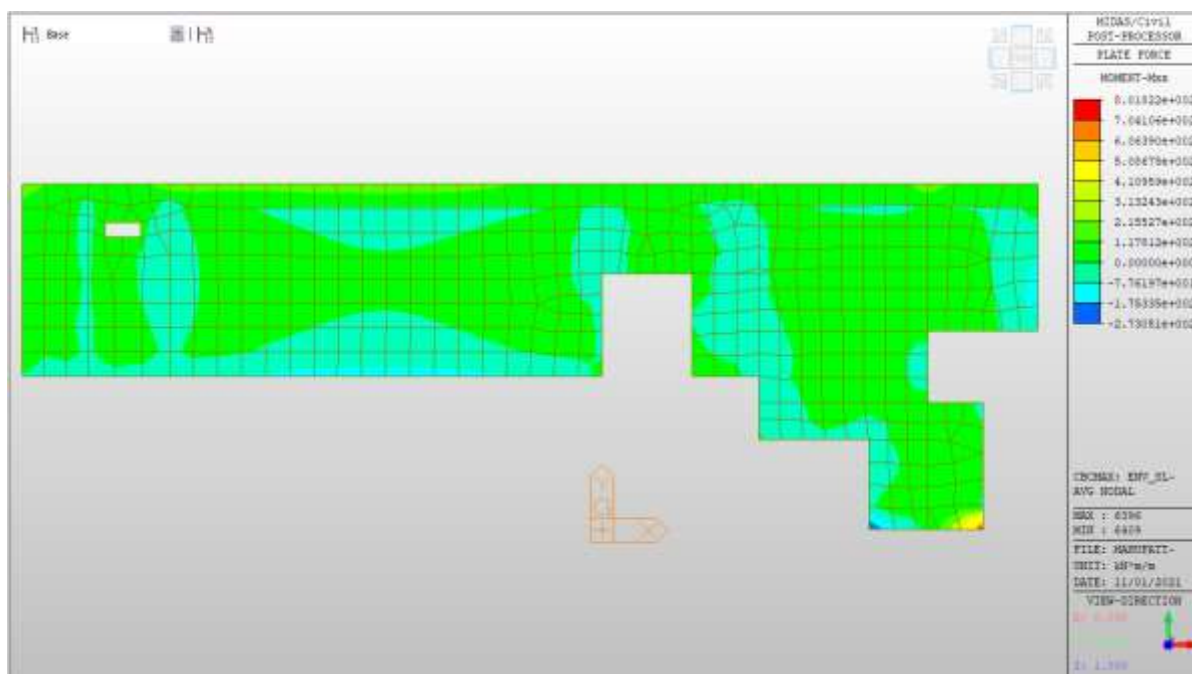
MYM min, SLV-SLU = -913 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)
MYM min, SLV-SLU = -1734 kNm/m (soll. di verifica armatura zone di raffittimento)



Momento orizzontale

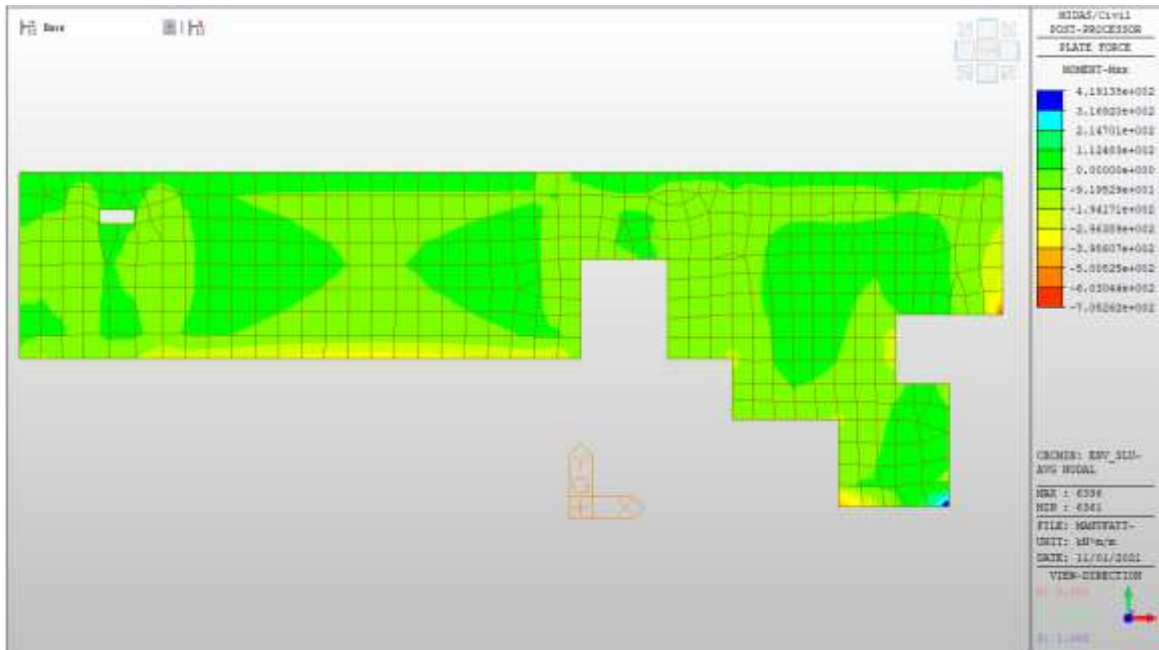
MXX max, SLV-SLU= +510 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

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)

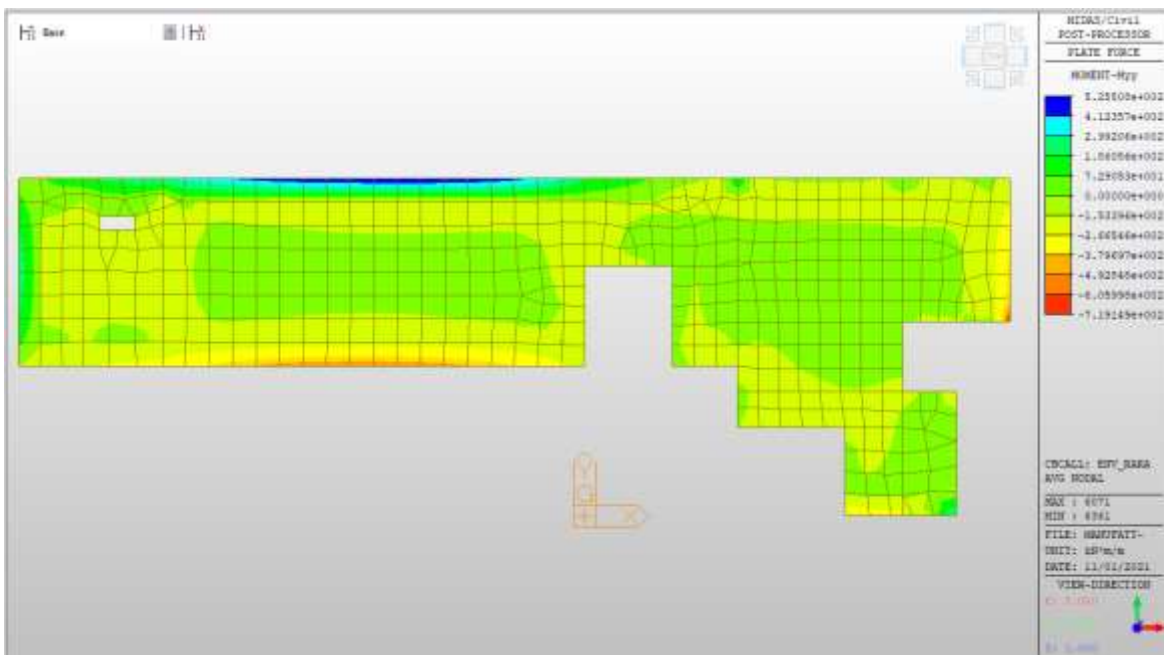
MXX min, SLV-SLU= -705 kNm/m (soll. di verifica armatura zone di raffittimento)



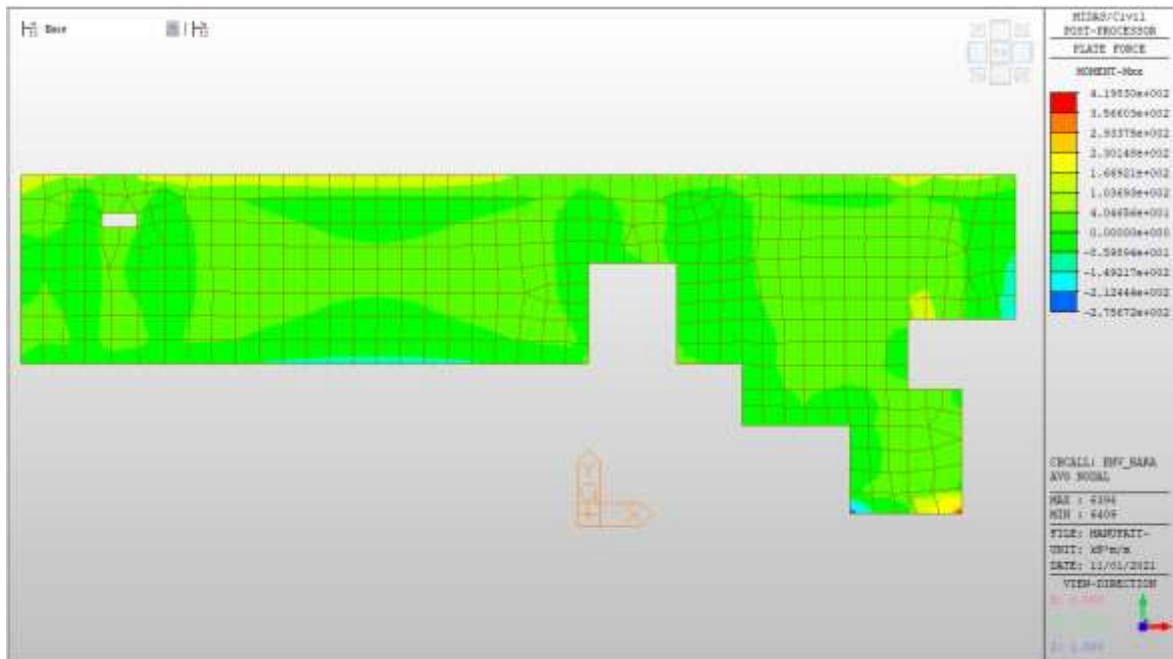
Solaio a quota +163.64m– Mappe sollecitazioni SLE - RARA

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

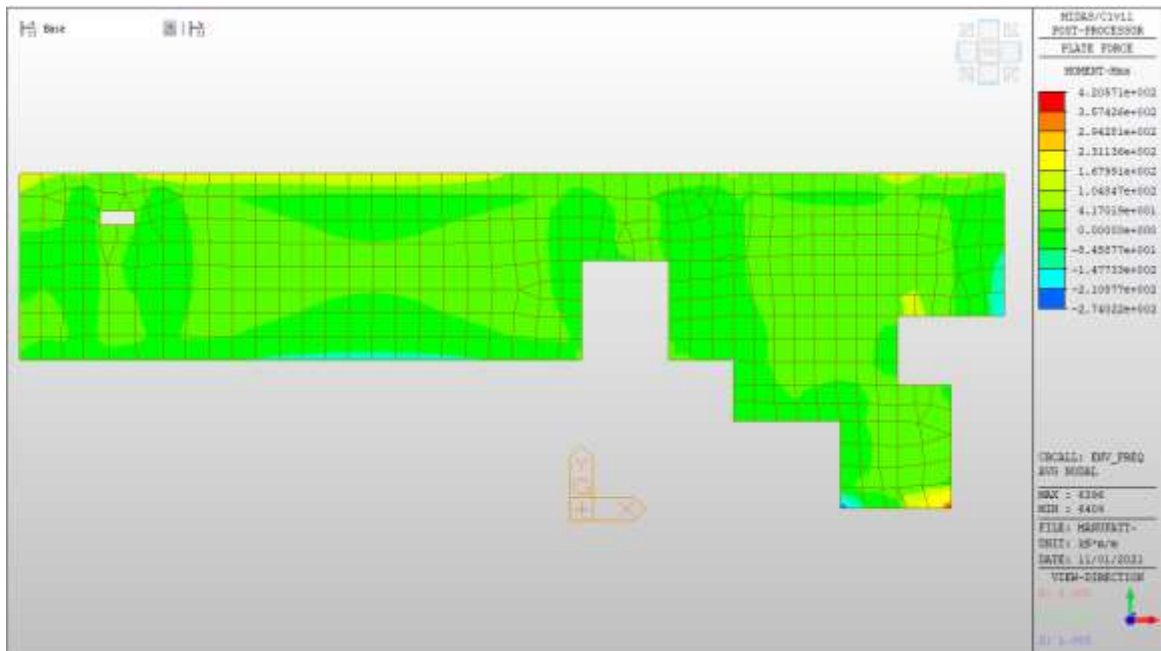
MYX max, Frequente= +188 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

MYX min, Frequente= -262 kNm/m



MXX max, Frequente= +232kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

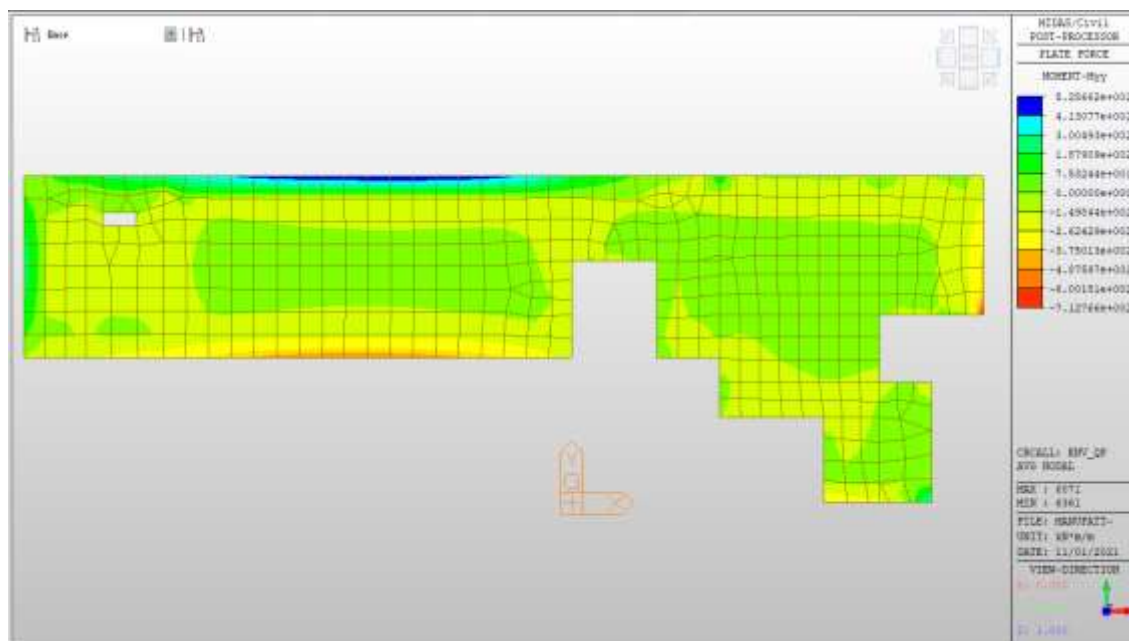
MXX min, Frequente= - 85kNm/m



Solaio a quota +163.64m– Mappe sollecitazioni SLE – Quasi permanente

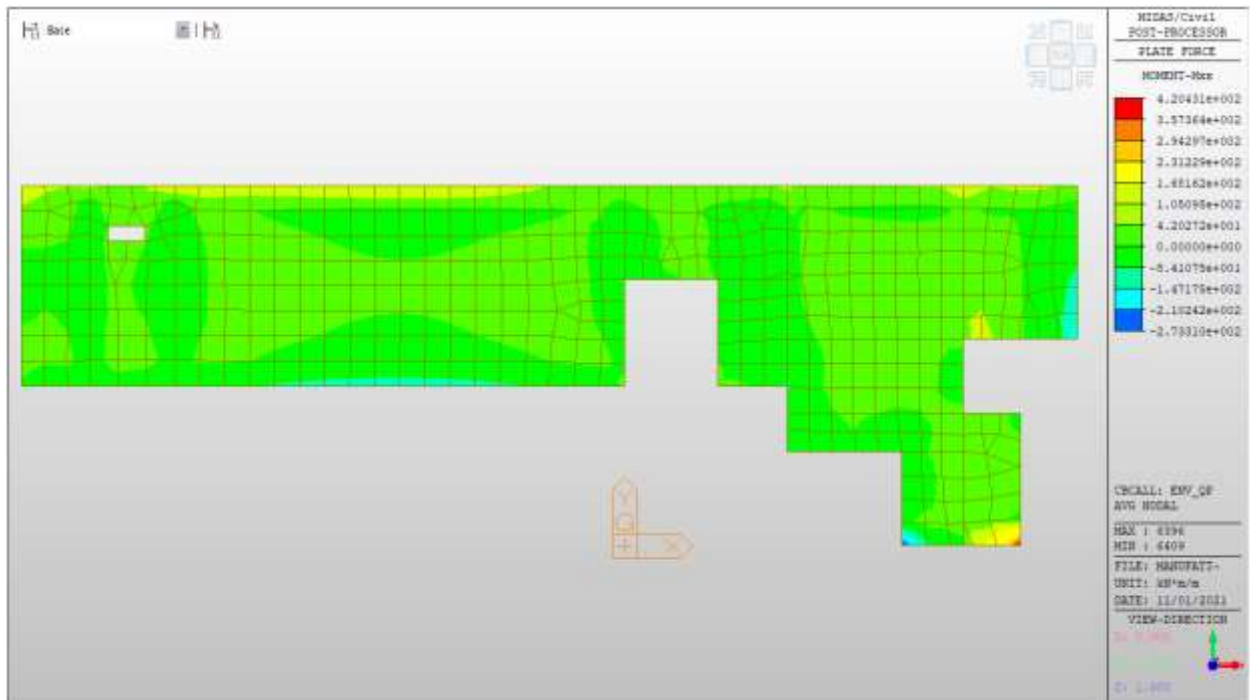
MY max, QP= +188kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

MY 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 ϕ 22 al lembo superiore e 7+7 ϕ 22 al lembo inferiore in direzione Y, su due livelli e con 7 ϕ 22 al lembo superiore e 7 ϕ 22 al lembo inferiore in direzione X.

Nelle zone di raffittimento la sezione risulta essere armata con 10+10 ϕ 26 al lembo superiore e 10+10 ϕ 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 ϕ 22	(53.2 cm ²)

Barre superiori:	14Ø22	(53.2 cm ²)
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
---------	---	----

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 ≥ 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	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. [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	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
Scmax	Massima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [Mpa]
Scmin	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 (Scmin + ScEff)/(2 Scmin)
Beta12	Prodotto dei Coeff. di aderenza Beta1*Beta2
Psi	= 1-Beta12*(Ssr/Ss) ² = 1-Beta12*(fctm/Scmin) 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	Scmax	Scmin	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 ²)
Barre superiori:	20Ø26	(106.2 cm ²)
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 ≥ 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 ≥ 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 ²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
As eff.	Area Barre tese di acciaio [cm ²] 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) 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	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 ²)
Barre superiori:	20Ø26	(106.2 cm ²)
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 >=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.)

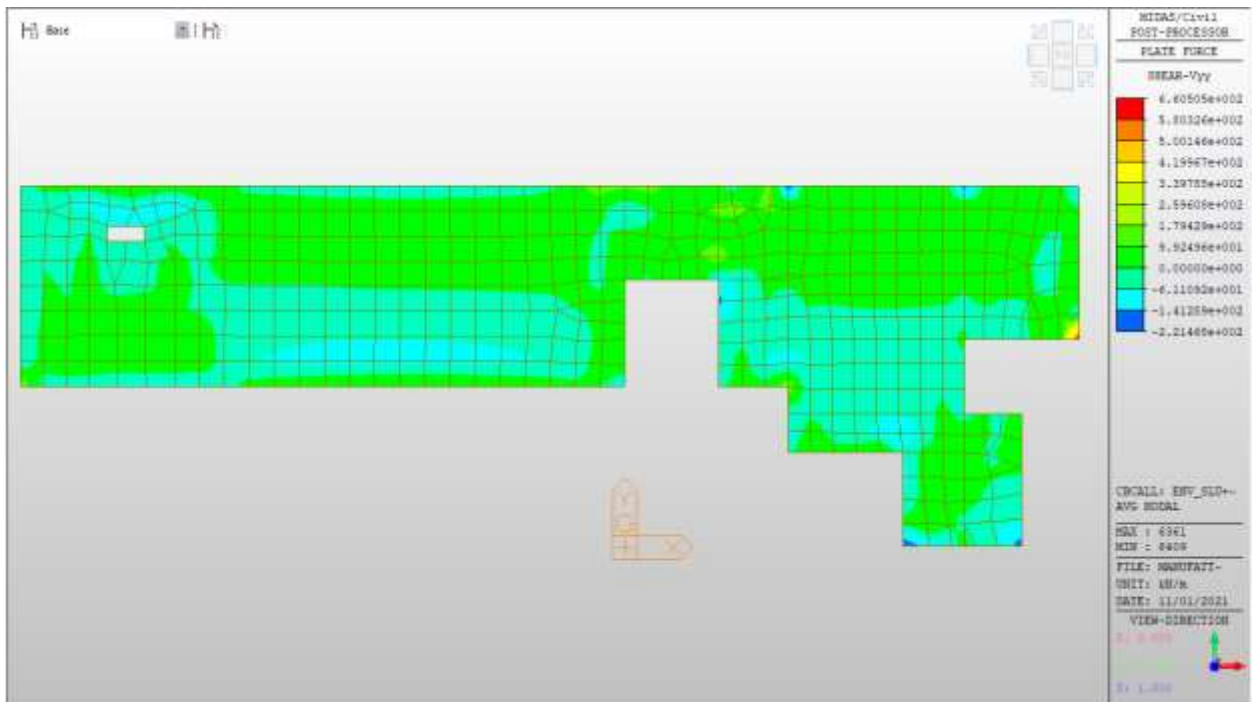
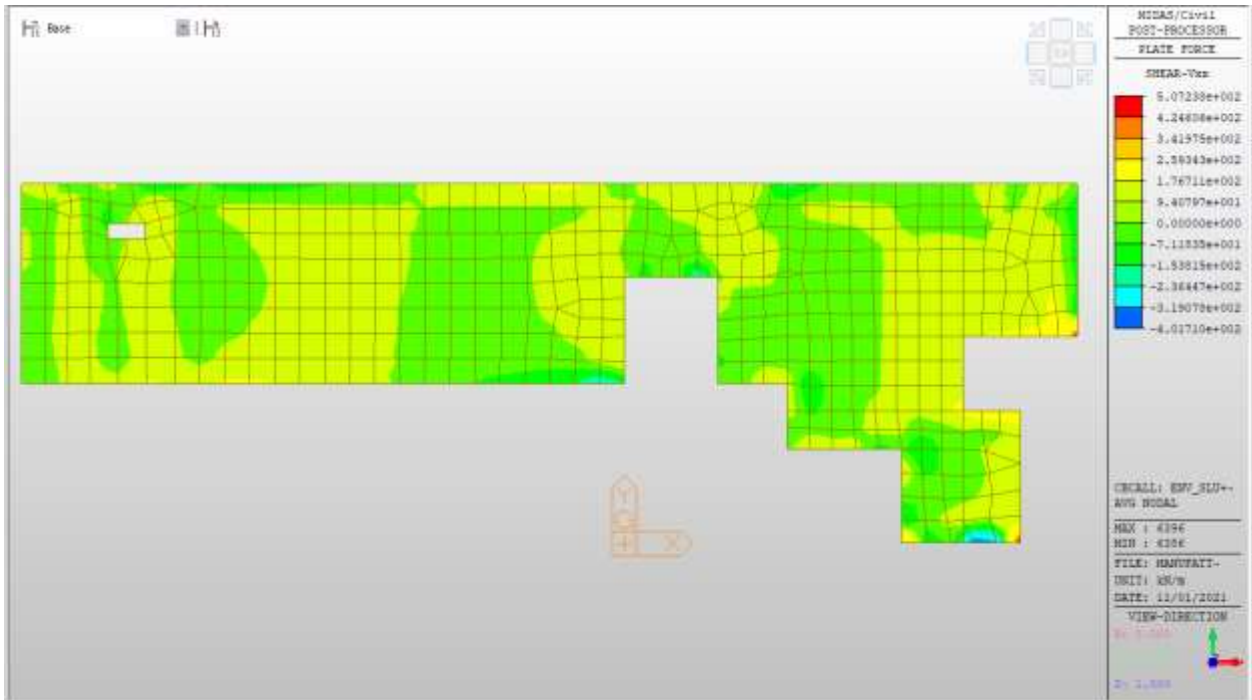
N°Comb	ec max	ec 3/7	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	-0.00302	60.0	0.00097	50.0	-0.00917	10.0
2	0.00350	-0.00302	0.0	0.00097	10.0	-0.00917	50.0
3	0.00350	-0.00302	60.0	0.00097	50.0	-0.00917	10.0
4	0.00350	-0.00302	0.0	0.00097	10.0	-0.00917	50.0

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)

$V_{ed} =$	660	kN	Taglio agente verticale
$H =$	600	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 ²	resistenza caratteristica a compressione
$f_{cd} =$	17.4	N/mm ²	resistenza di progetto a compressione
$c =$	50	mm	copriferro
$b_{st} =$	5	-	braccia delle staffe
$\Phi_{st} =$	10	mm	diametro staffe
$s =$	200	mm	passo staffe
$A_{st} =$	393	mm ²	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 ²	resistenza a compressione ridotta del cls d'anima
$\alpha_c =$	1.000	-	coefficiente maggiorativo per compressione
$f_{yd} =$	391.3	N/mm ²	resistenza a snervamento dell'acciaio
$V_{Rsd} =$	941.3	kN	taglio resistente relativo alle armature tese
$V_{Rcd} =$	1496.0	kN	taglio resistente relativo alle bielle compresse
$V_{Rd} =$	941.3	kN	ok!

C.S. ($V_{Rd}/V_{ed,v}$) = 1.43

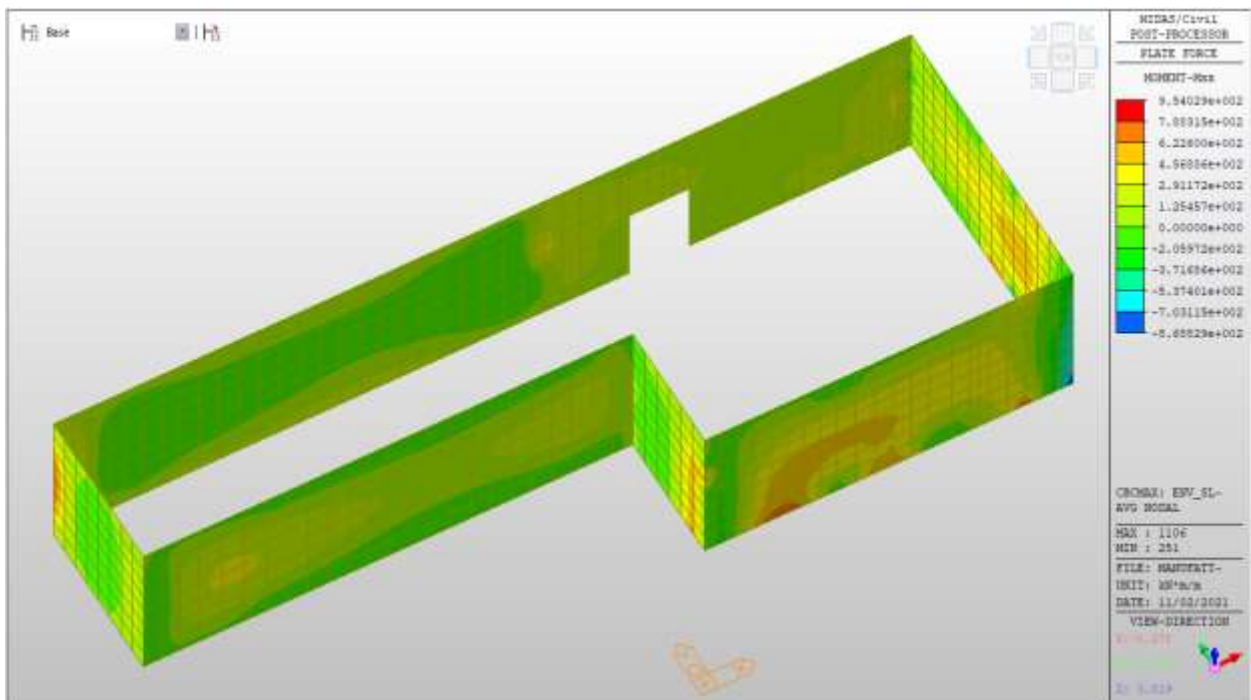
Setti perimetrali livello -2

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.

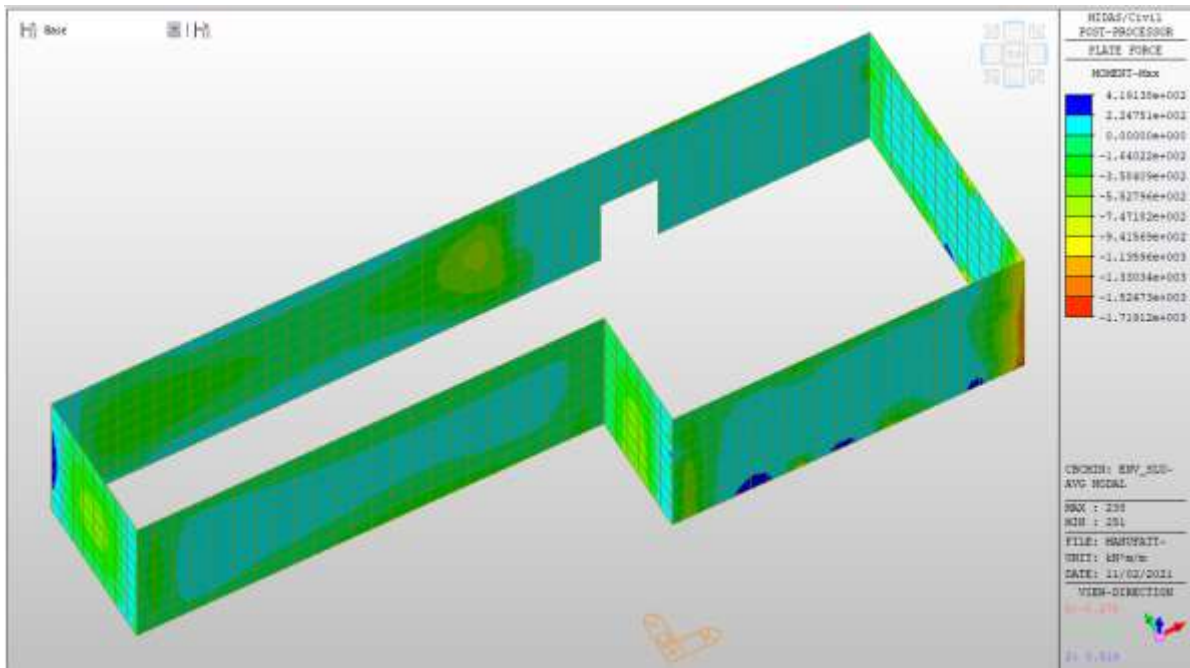
MXX max, SLV-SLU= +456 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

MXX max, SLV-SLU= +955 kNm/m (soll. di verifica armatura zone di raffittimento)



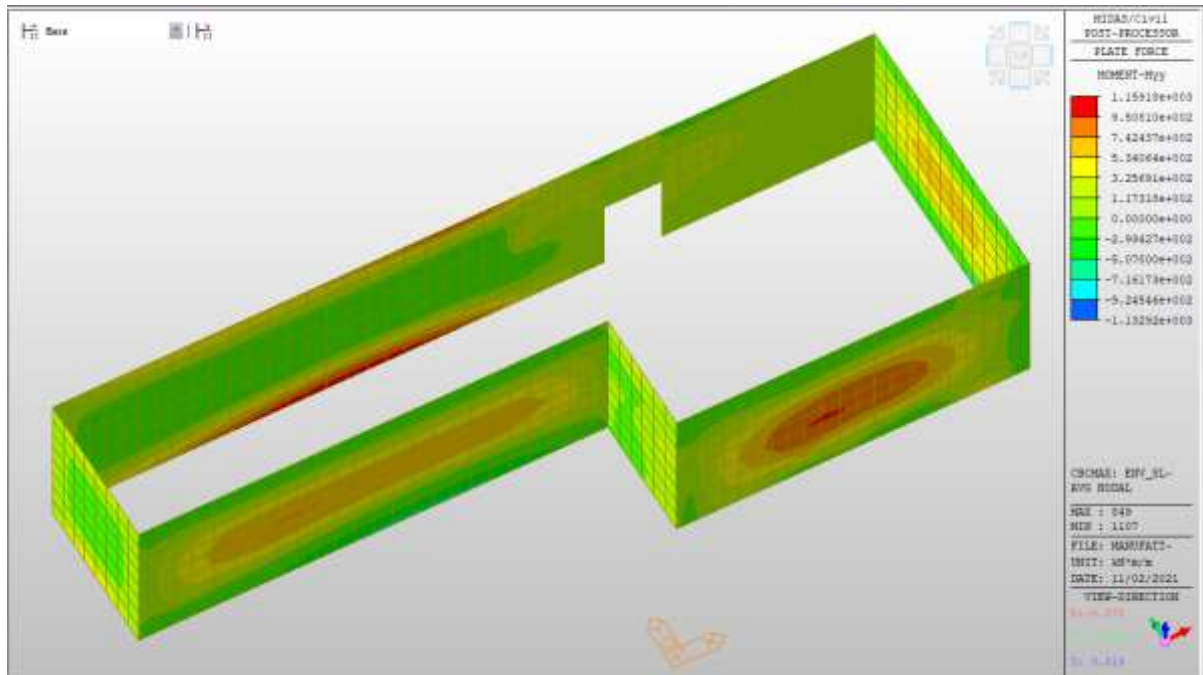
MXX min, SLV-SLU= -1136 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

MXX min, SLV-SLU= -1720 kNm/m (soll. di verifica armatura zone di raffittimento)



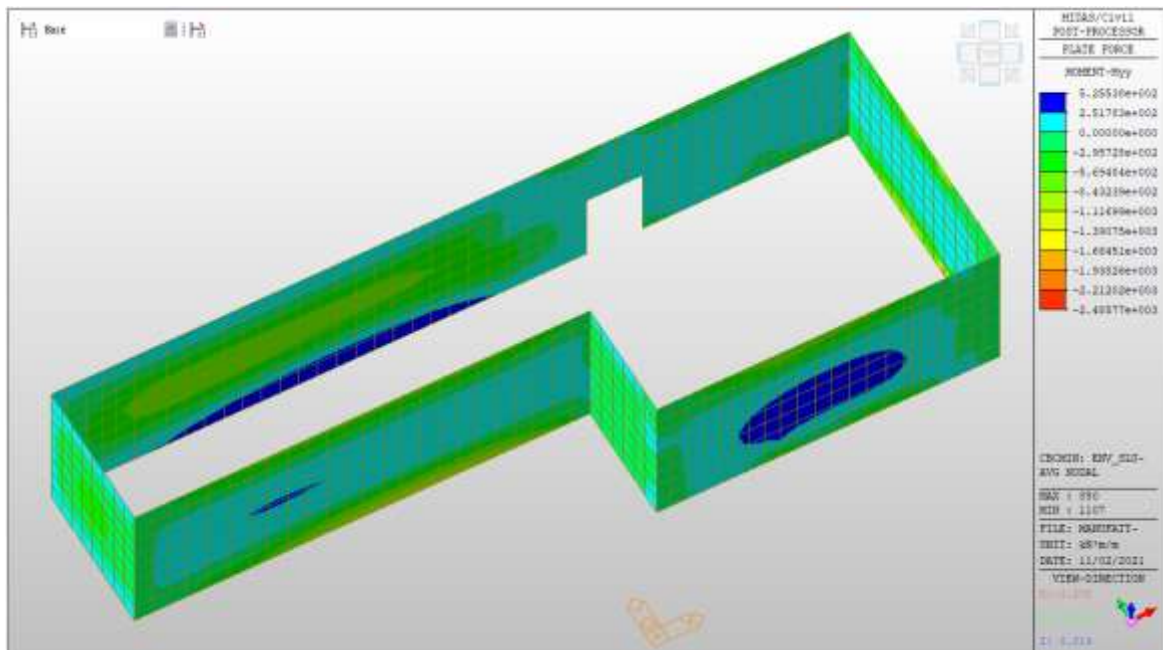
MYY max, SLV-SLU = +534 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

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)

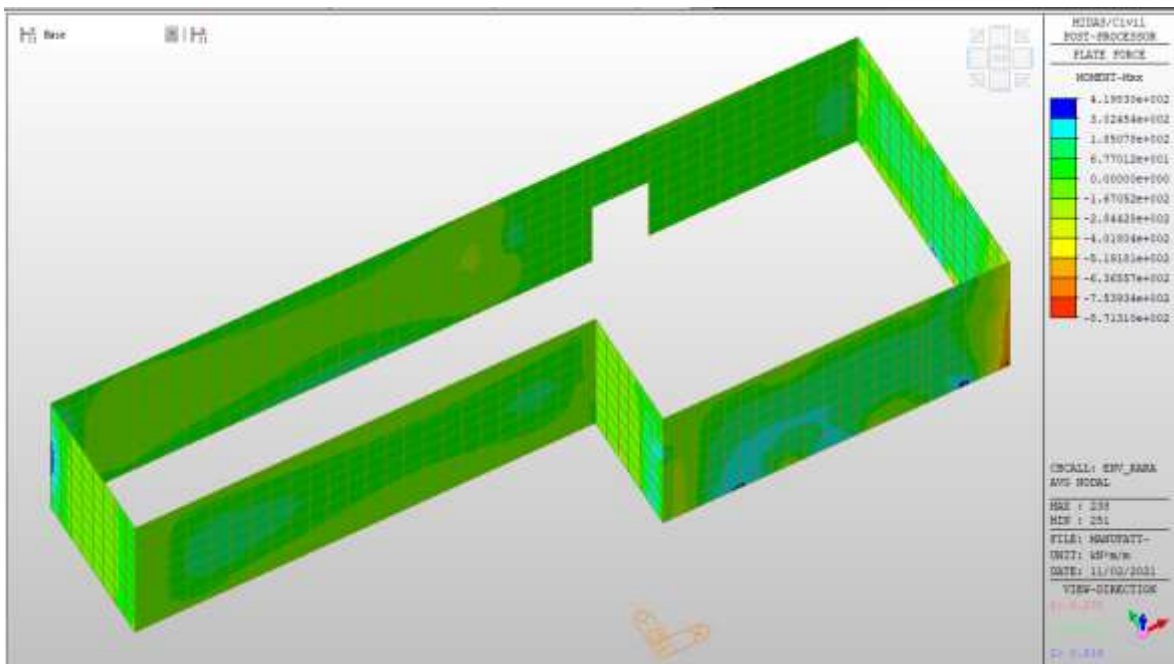
MY min, SLV-SLU = -2486kNm/m (soll. di verifica armatura zone di raffittimento)



Setti perimetrali livello -2 – Mappe sollecitazioni SLE -RARA

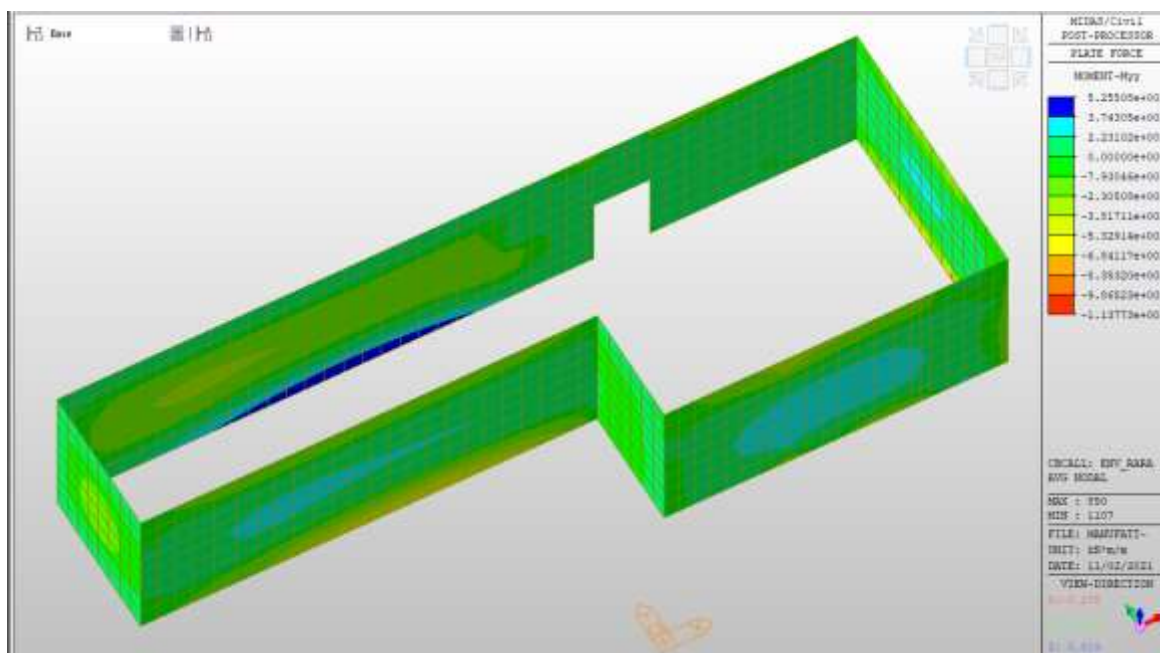
MXX max, RARA= +68 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

MXX min, RARA= -520 kNm/m



MYX max, RARA= +50 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

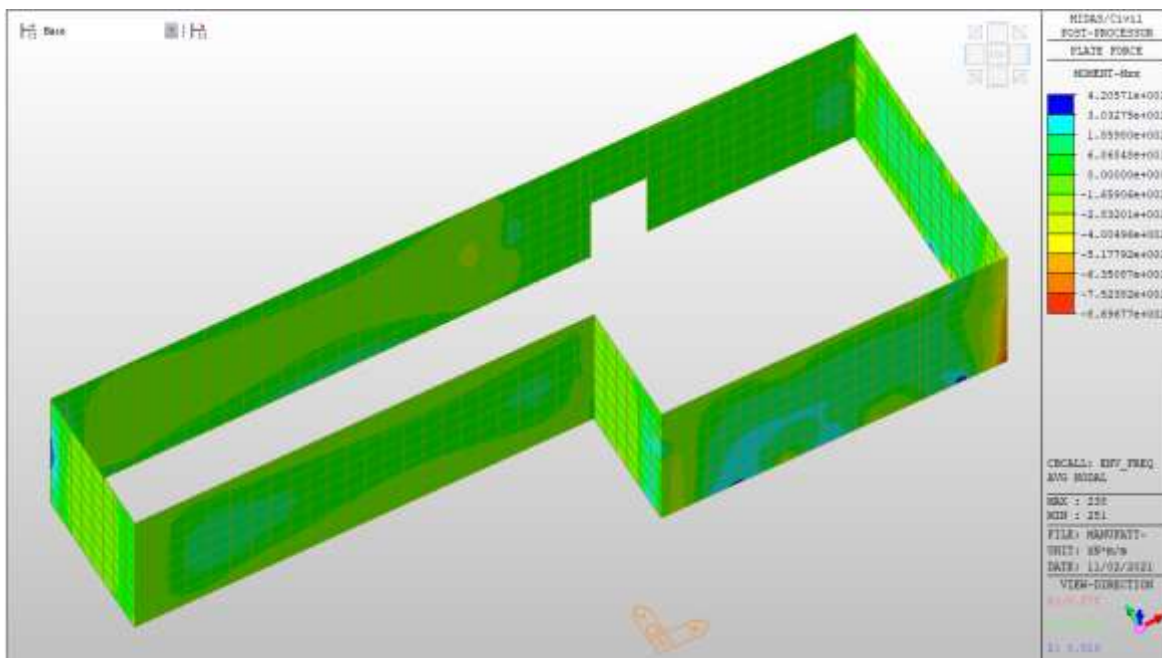
MYX min, RARA= -684 kNm/m



Setti perimetrali livello -2 – Mappe sollecitazioni SLE - FREQUENTE

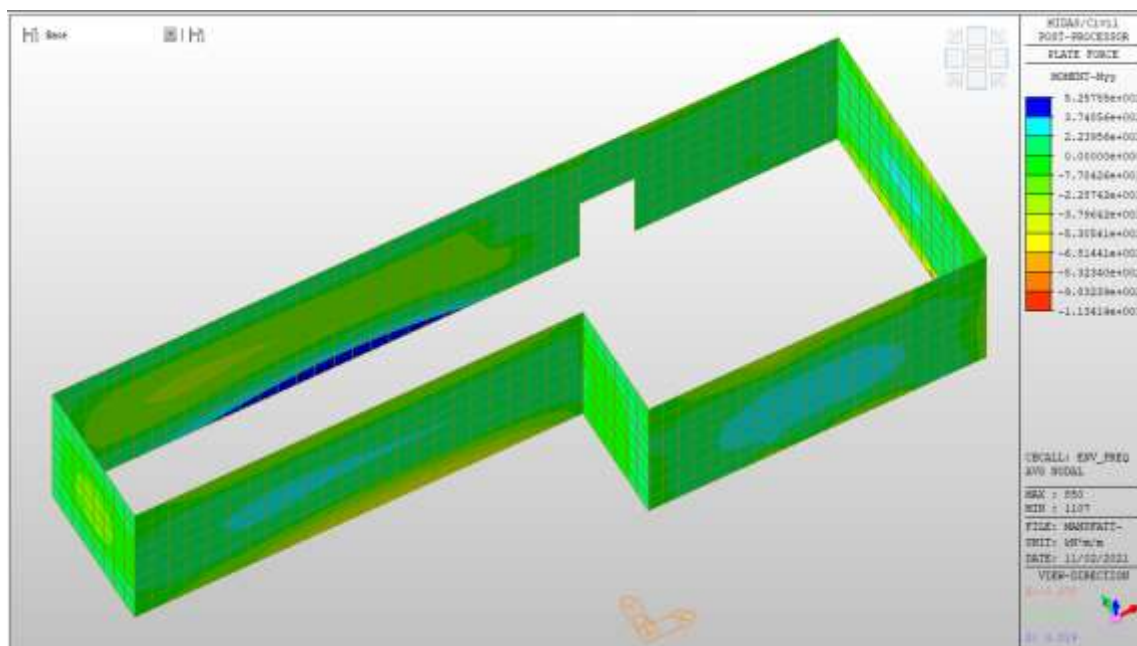
MXX max, Frequente= +69 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

MXX min, Frequente= - 518kNm/m



MYX max, Frequente= +50 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull'intera area)

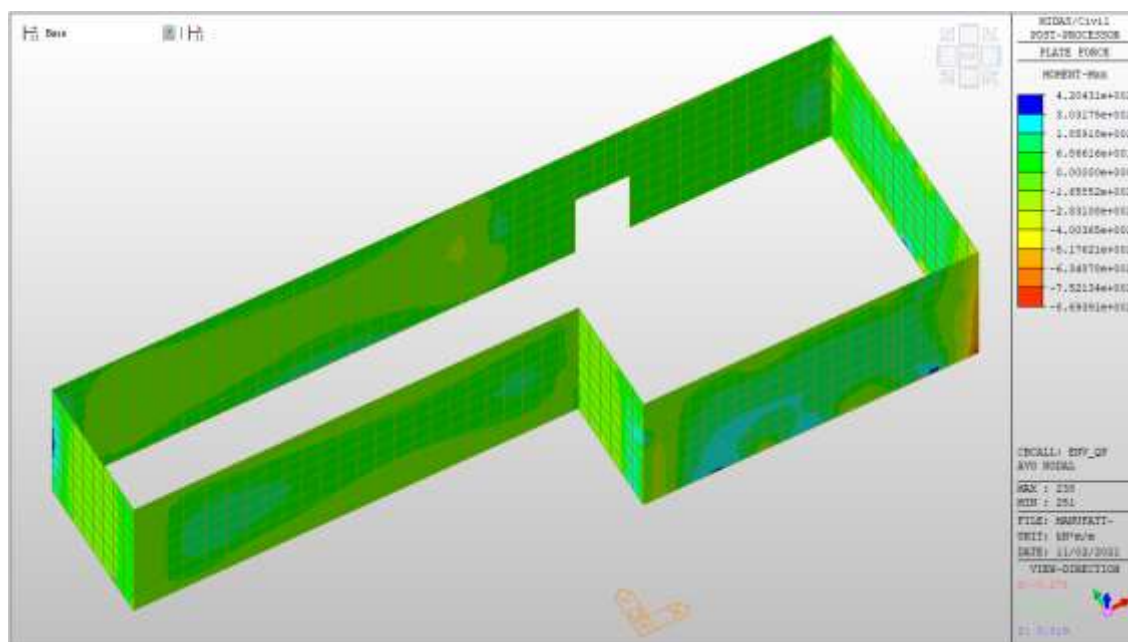
MYX min, Frequente= -682 kNm/m



Setti perimetrali livello -2 – Mappe sollecitazioni SLE – Quasi permanente

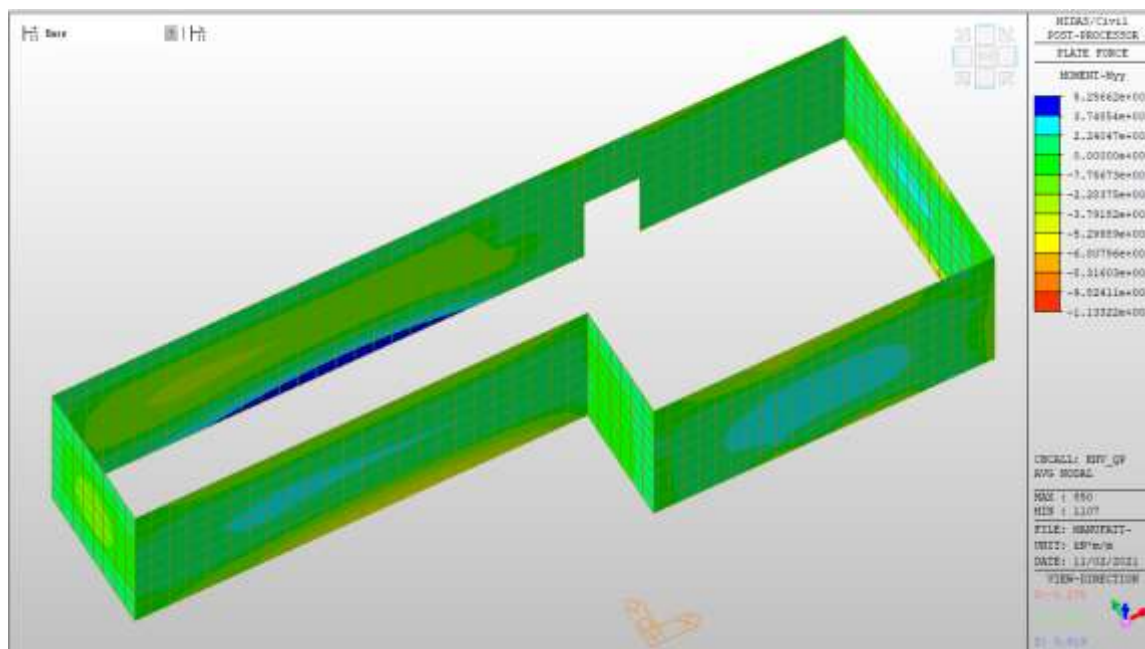
MXX max, QP= +68kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

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 M_{XX} (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 ²)
Barre superiori:	$7\phi 24$	(31.7 cm ²)
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 ≥ 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	456.00	0.27	1138.19	2.496	94.1	1094.71	0.06	0.70	31.7 (17.0)

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. [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	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 = $1,7 * Eps * Srm$. 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	0.33	-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	sm	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 ²)
Barre superiori:	20Ø24	(90.5 cm ²)
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
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 ≥ 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)

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. [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	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)

Beta12	Prodotto dei Coeff. di aderenza Beta1*Beta2
Psi	= 1-Beta12*(Ssr/Ss) ² = 1-Beta12*(fctm/ScImin) 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	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 ²)
Barre superiori:	20Ø24	(90.5 cm ²)
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

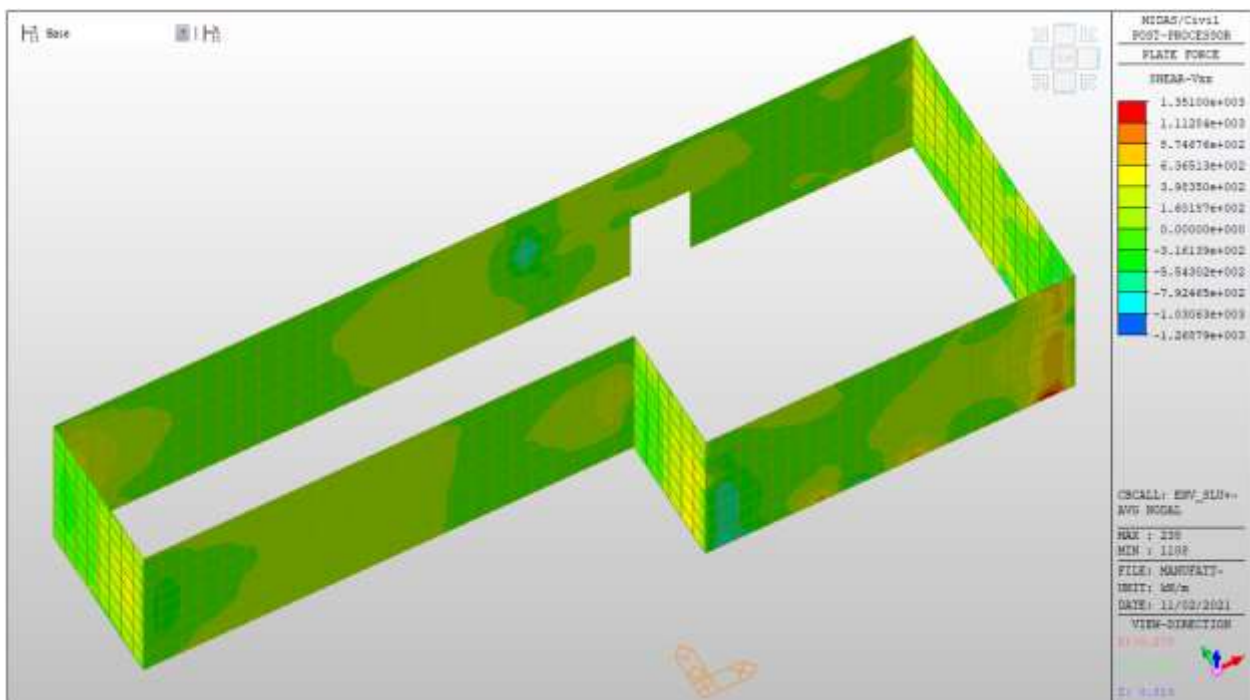
2	0.00350	-0.00787	0.0	0.00085	10.0	-0.02038	90.0
3	0.00350	-0.00787	100.0	0.00085	90.0	-0.02038	10.0
4	0.00350	-0.00787	0.0	0.00085	10.0	-0.02038	90.0

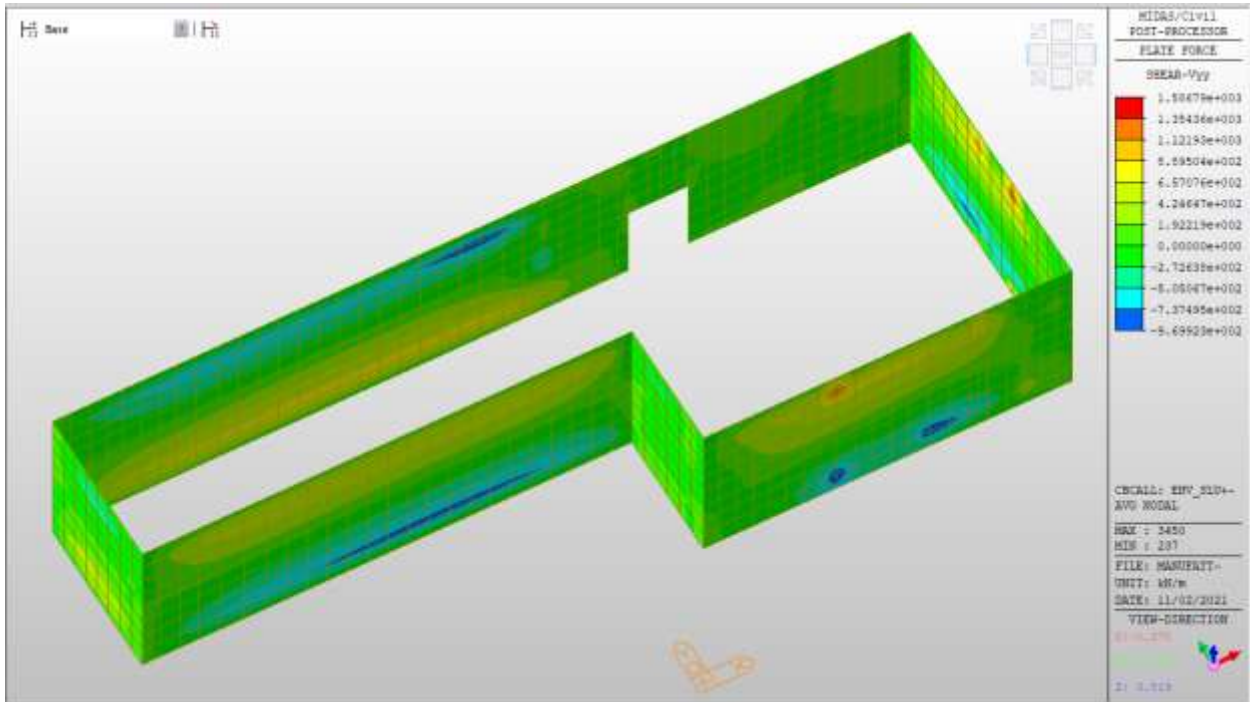
Nei confronti delle azioni di taglio, si dispongono nelle zone di incastro con i setti interni e con gli orizzontamenti, dove si hanno sollecitazioni maggiori, spilli $\phi 10/200 \times 200$.

Di seguito la verifica per la sollecitazione massima di taglio:

Taglio massimo

V MAX, SLV-SLU= 1586 kN/m





Verifica a taglio (SLU)

$V_{ed} =$	1586	kN	Taglio agente verticale
$H =$	1000	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 ²	resistenza caratteristica a compressione
$f_{cd} =$	17.4	N/mm ²	resistenza di progetto a compressione
$c =$	50	mm	copriferro
$b_{st} =$	5	-	braccia delle staffe
$\Phi_{st} =$	10	mm	diametro staffe
$s =$	200	mm	passo staffe
$A_{st} =$	393	mm ²	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 ²	resistenza a compressione ridotta del cls d'anima
$\alpha_c =$	1.000	-	coefficiente maggiorativo per compressione
$f_{yd} =$	391.3	N/mm ²	resistenza a snervamento dell'acciaio
$V_{Rsd} =$	1625.9	kN	taglio resistente relativo alle armature tese
$V_{Rcd} =$	2584.0	kN	taglio resistente relativo alle bielle compresse
$V_{Rd} =$	1625.9	kN	ok!

C.S. ($V_{Rd}/V_{ed,v}$) = 1.03

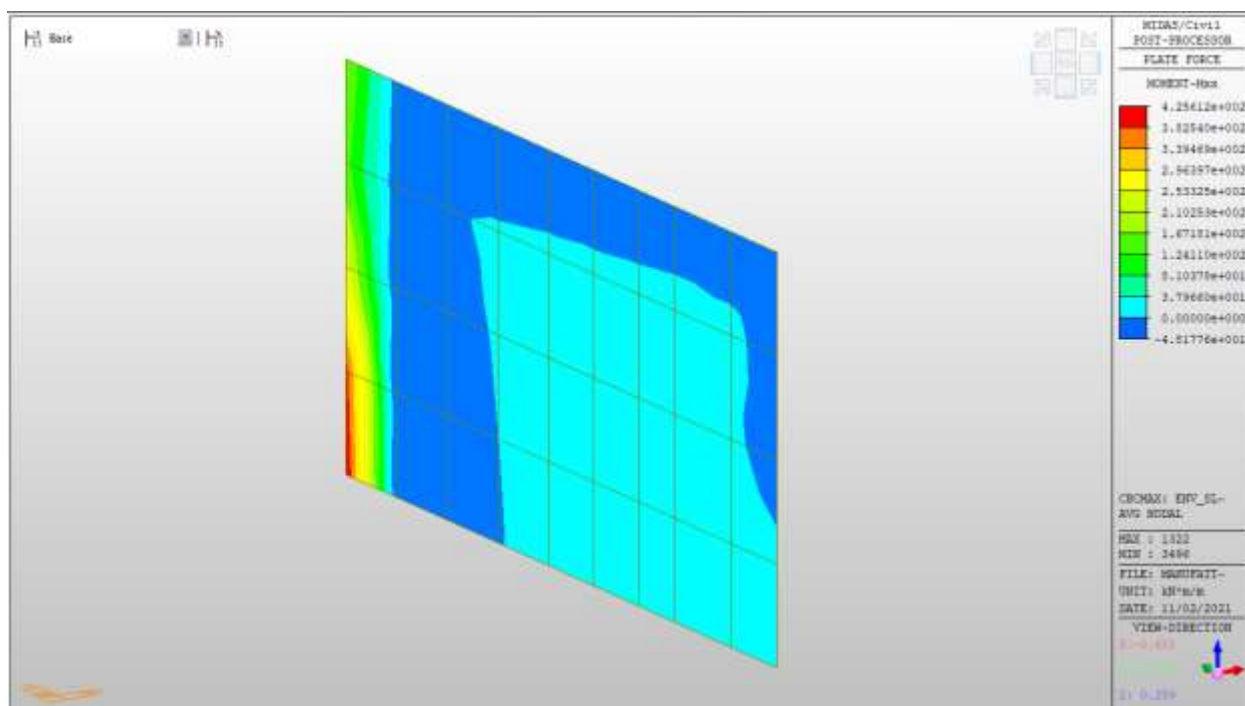
Setti interni livello -2

Setti interni livello -2 – Mappe sollecitazioni SLU - SLV

Si riportano di seguito gli involuপি 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.

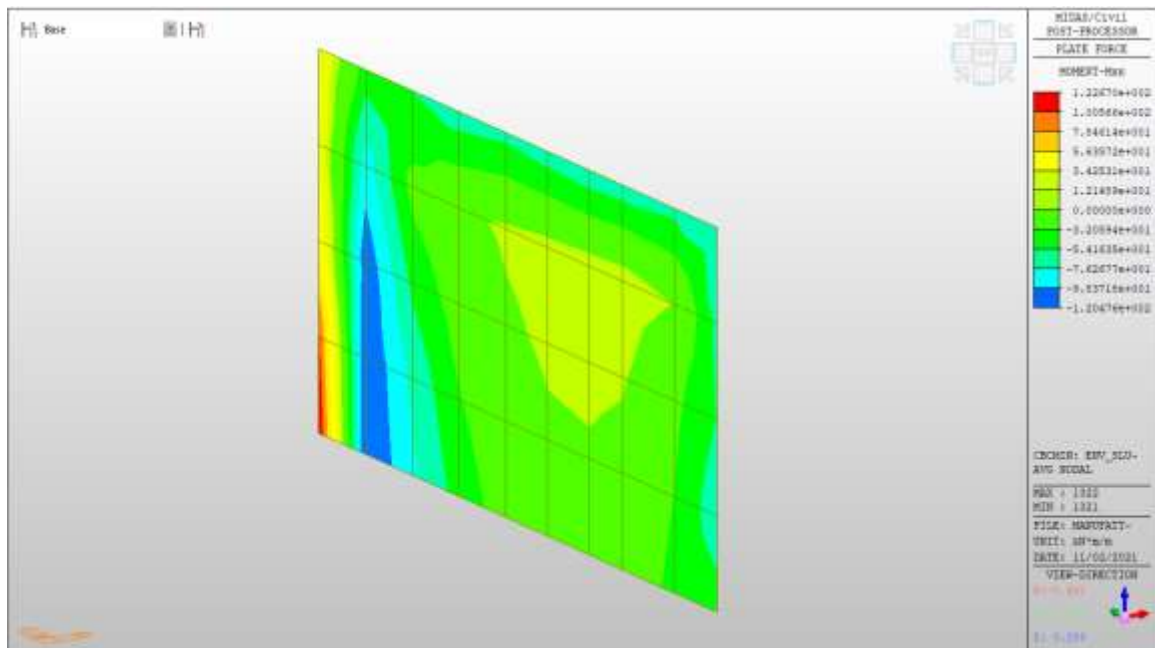
MXX max, SLV-SLU= +296 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

MXX max, SLV-SLU= +425 kNm/m (soll. di verifica armatura zone di raffittimento)



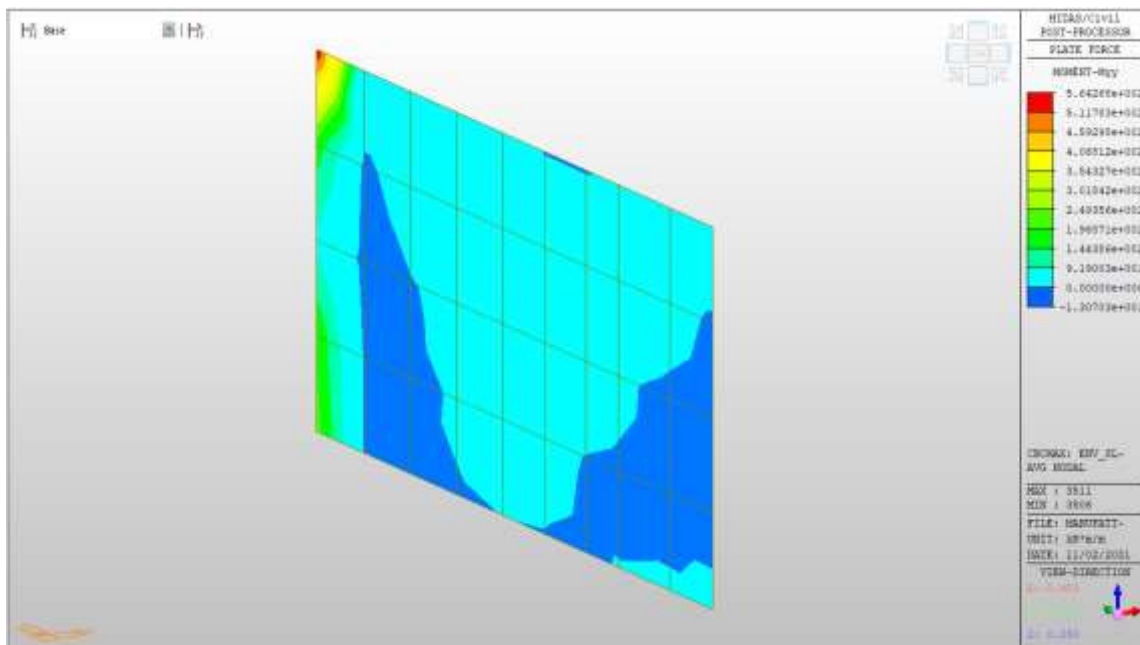
MXX min, SLV-SLU= - 54 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

MXX min, SLV-SLU= -120 kNm/m (soll. di verifica armatura zone di raffittimento)



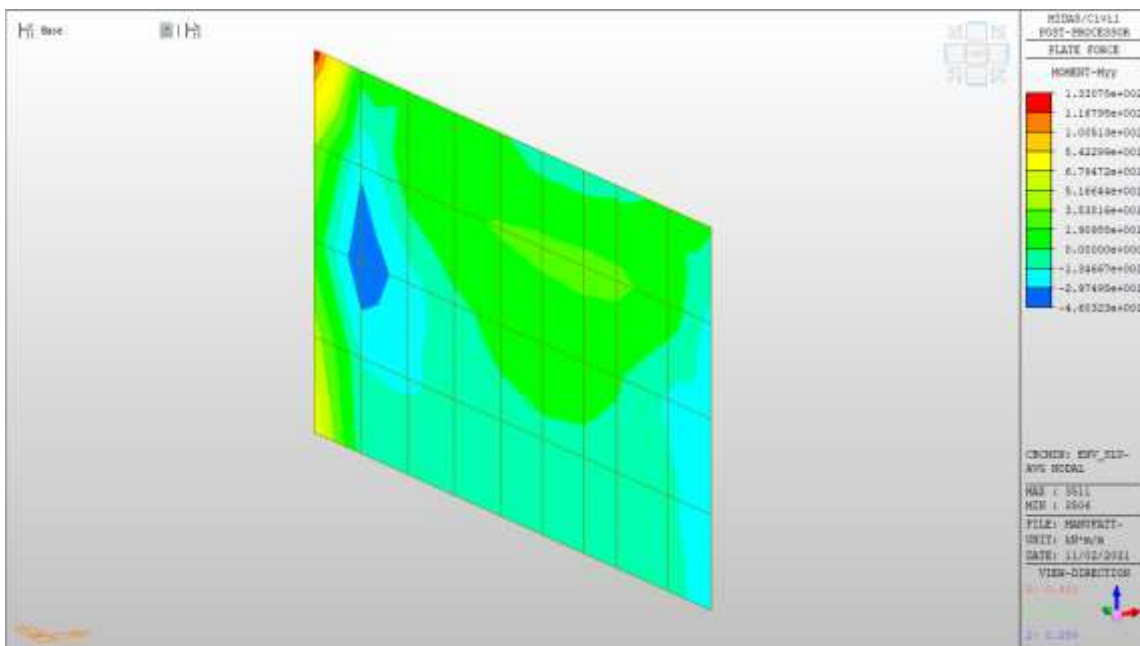
MYX max, SLV-SLU = +406 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

MYX 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)

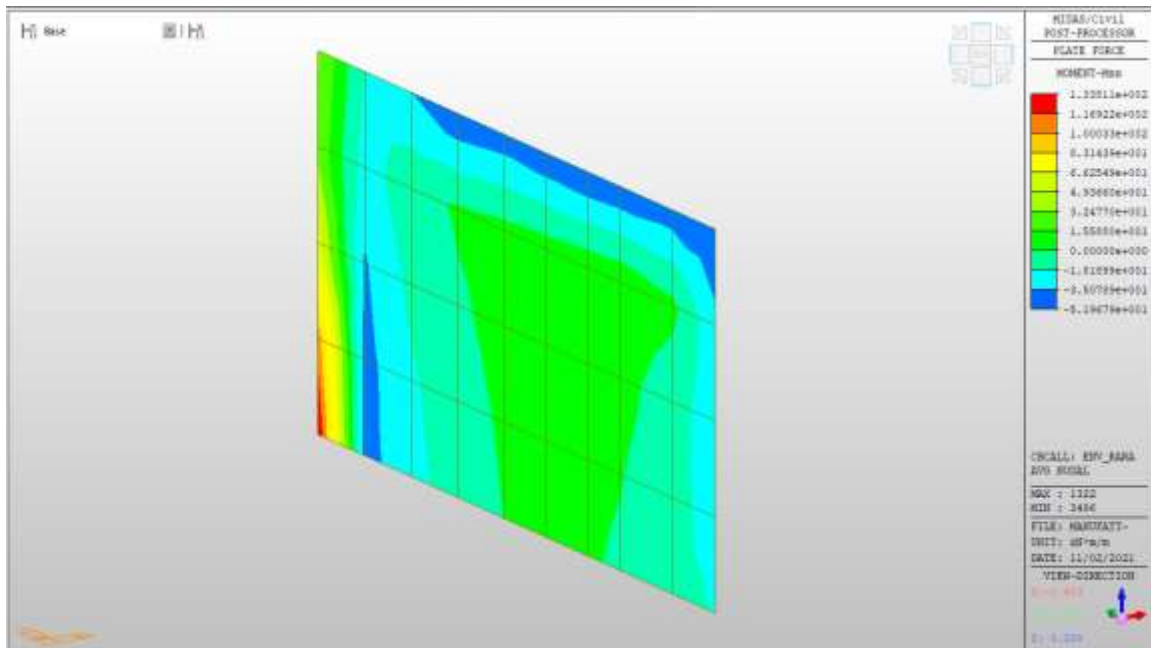
MYy min, SLV-SLU = -460 kNm/m (soll. di verifica armatura zone di raffittimento)



Setti interni livello -2 – Mappe sollecitazioni SLE - RARA

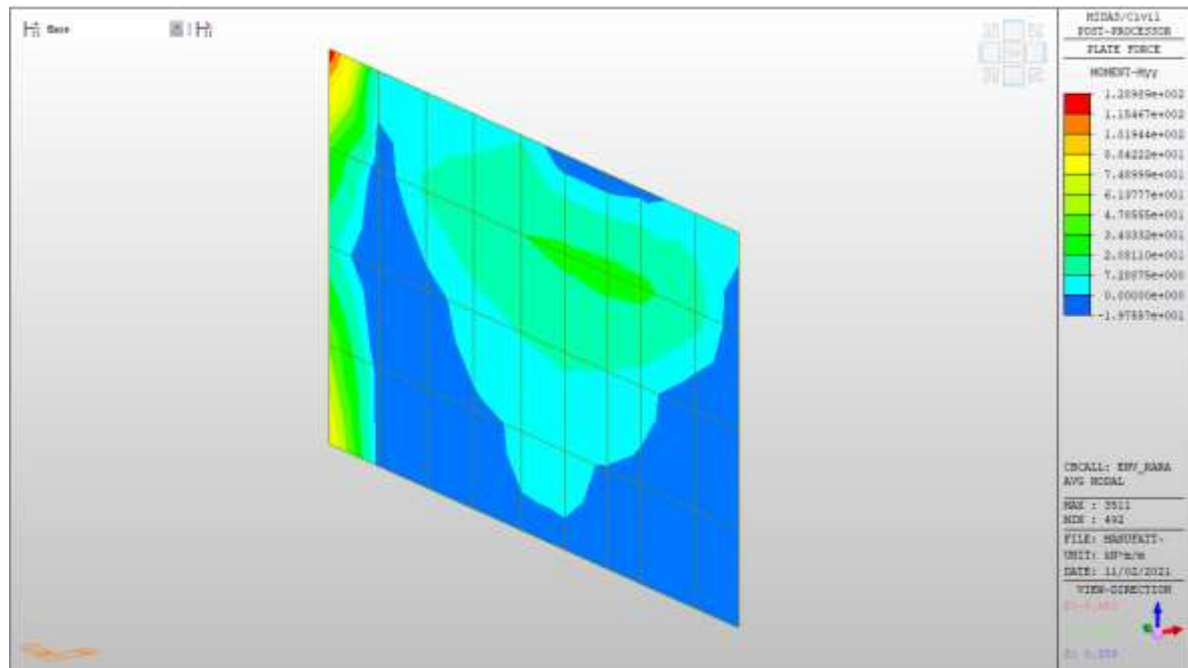
MXX max, RARA= +84 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

MXX min, RARA= -50 kNm/m



MYY max, RARA= +88 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

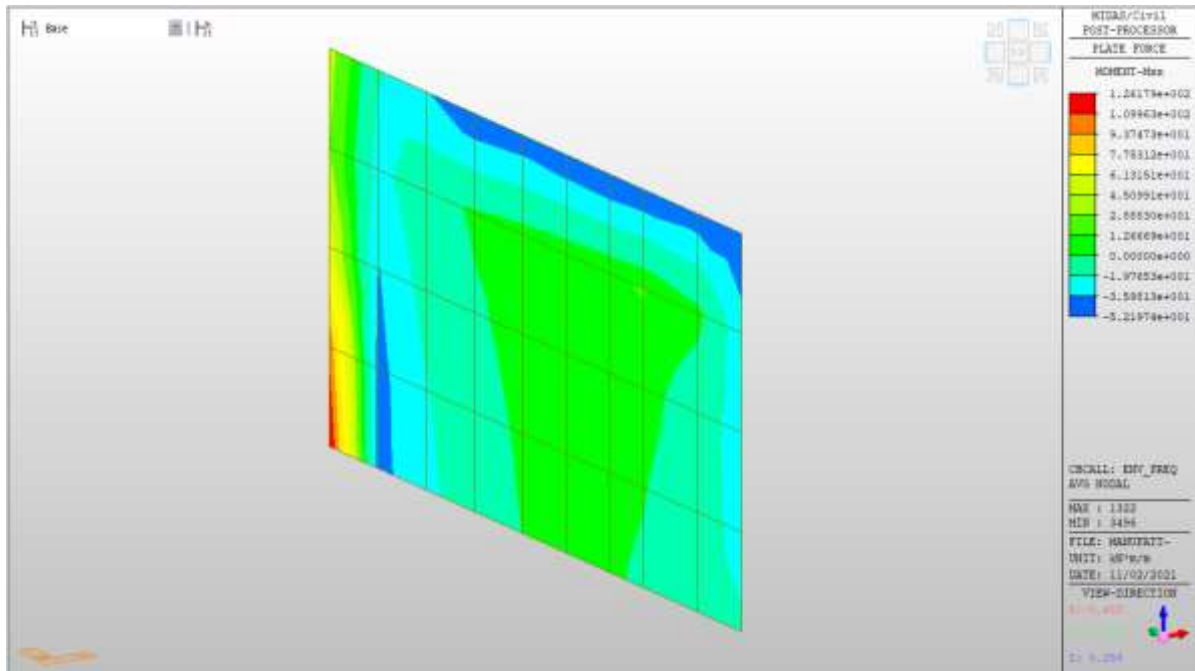
MYY min, RARA= -20 kNm/m



Setti interni livello -2 – Mappe sollecitazioni SLE – FREQUENTE

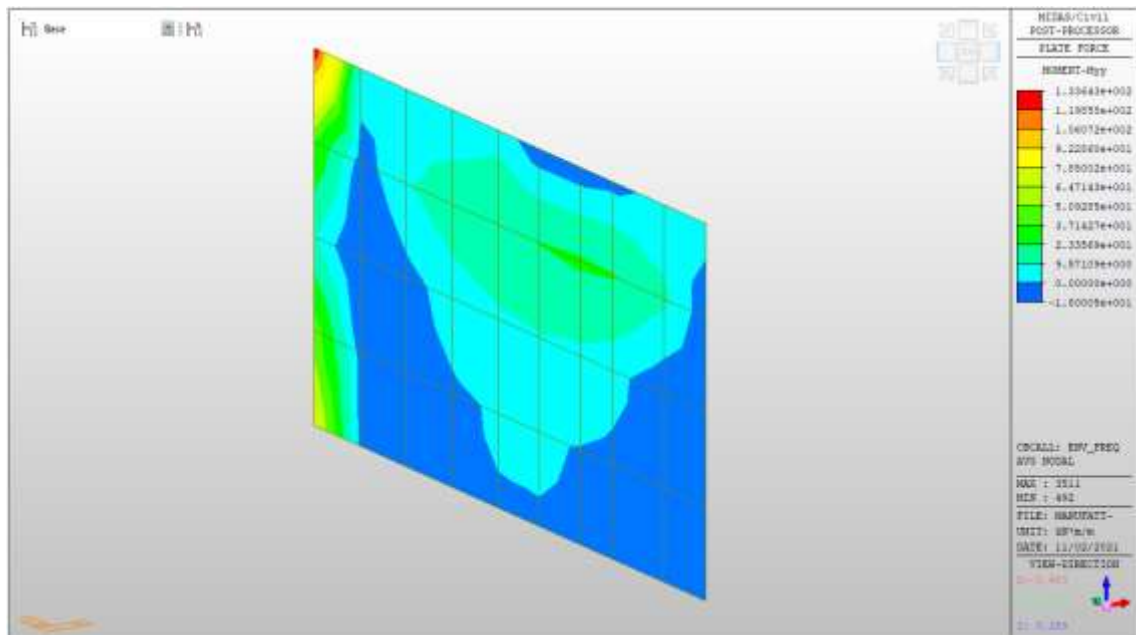
MXX max, Frequente= +77kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

MXX min, Frequente= - 52kNm/m



MYX max, Frequente= +92kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

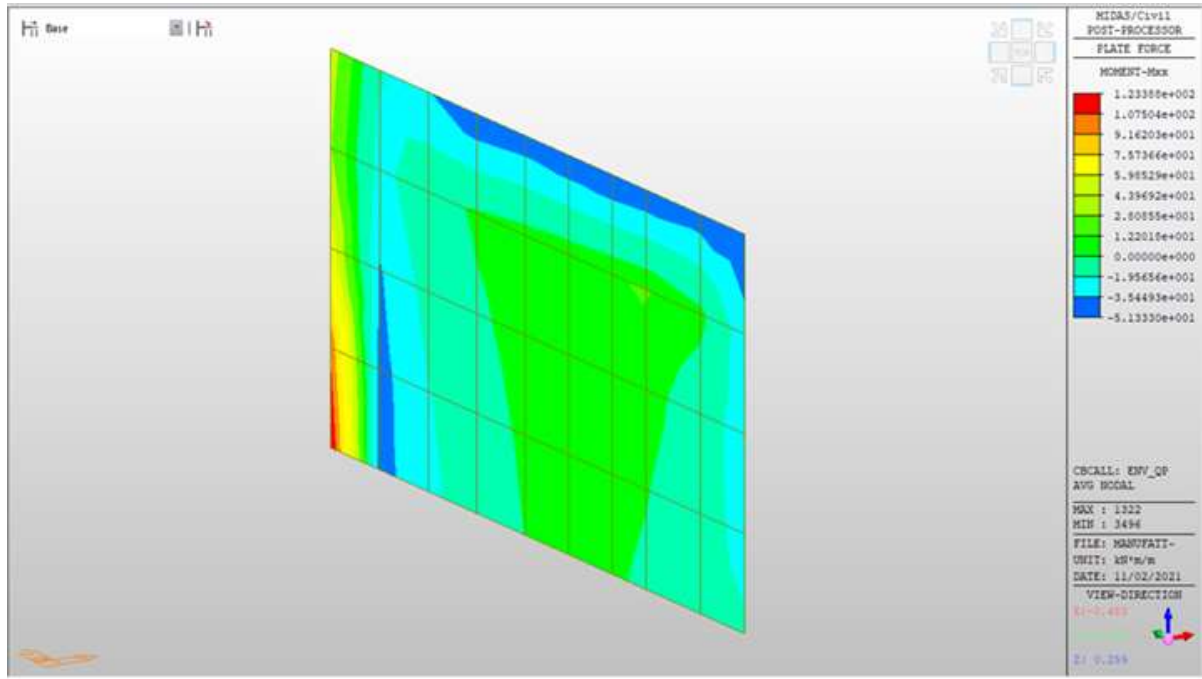
MYX min, Frequente= -20 kNm/m



Setti interni livello -2 – Mappe sollecitazioni SLE – Quasi permanente

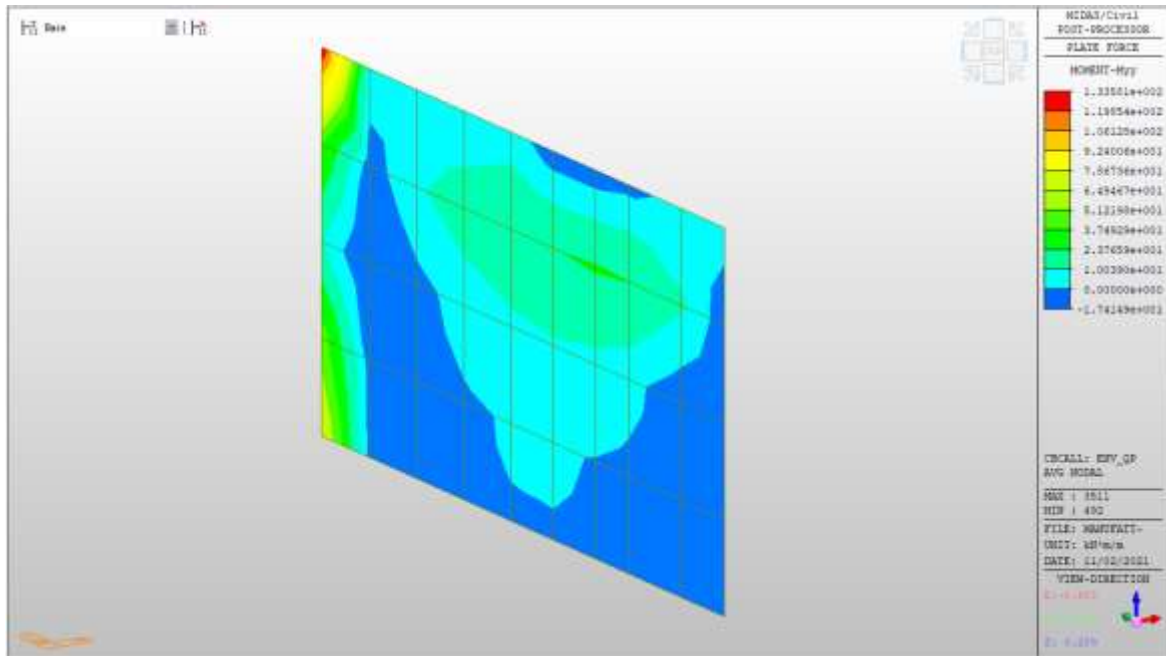
MXX max, QP= +76kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

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 ²)
Barre superiori:	$7\phi 22$	(26.6 cm ²)
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 ≥ 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

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 ²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
As eff.	Area Barre tese di acciaio [cm ²] 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) ² = 1-Beta12*(fctm/ScImin) 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	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 ²)
Barre superiori:	10Ø22	(38.0 cm ²)
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 ≥ 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 ²)
Barre superiori:	7Ø22	(26.6 cm ²)
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 ≥ 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	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 ²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
As eff.	Area Barre tese di acciaio [cm ²] 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 = $1,7 * Eps * Srm$. 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	1.15	-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 ²)
Barre superiori:	10Ø22	(38.0 cm ²)
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 ≥ 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.)

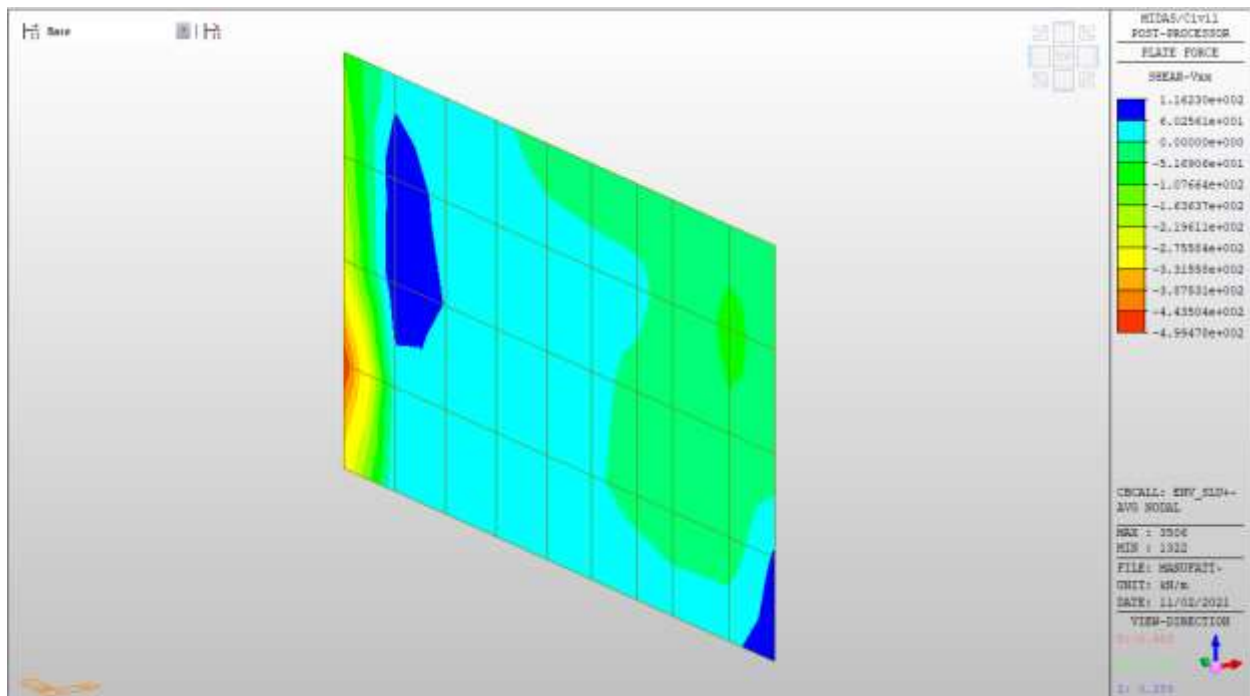
N°Comb	ec max	ec 3/7	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

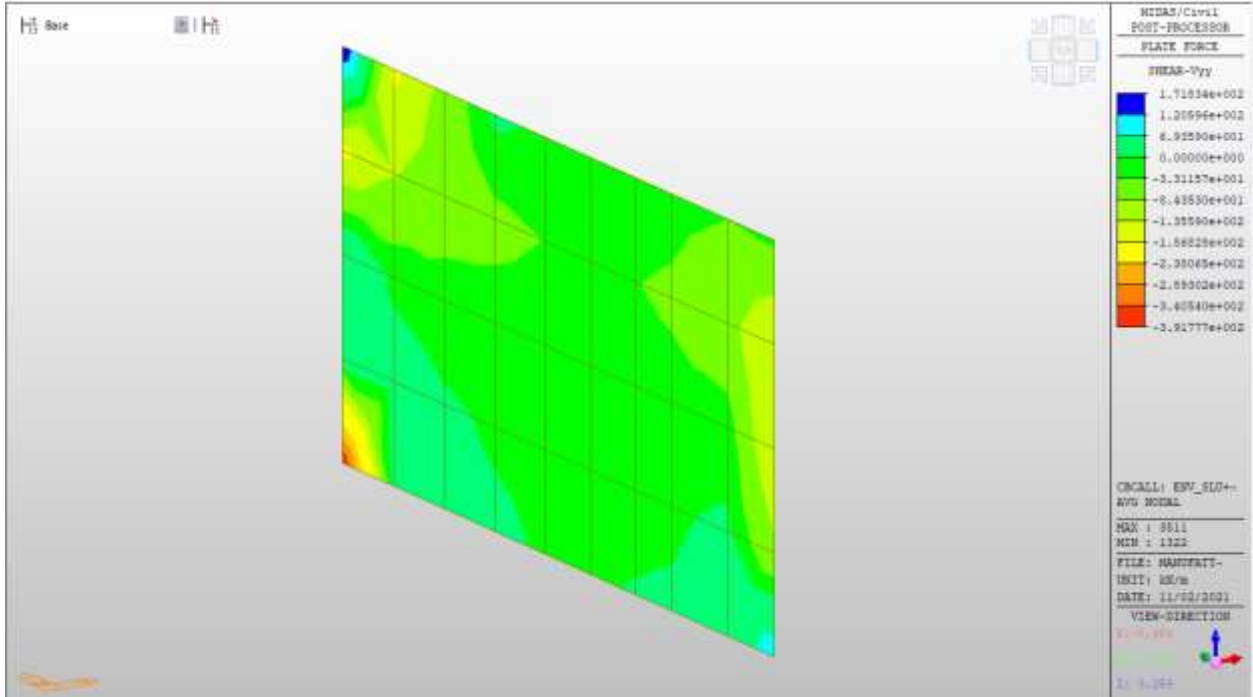
1	0.00350	-0.01087	60.0	0.00071	55.0	-0.02724	5.0
2	0.00350	-0.01087	0.0	0.00071	5.0	-0.02724	55.0
3	0.00350	-0.01087	60.0	0.00071	55.0	-0.02724	5.0
4	0.00350	-0.01087	0.0	0.00071	5.0	-0.02724	55.0

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)

$V_{ed} =$	500	kN	Taglio agente verticale
$H =$	600	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 ²	resistenza caratteristica a compressione
$f_{cd} =$	17.4	N/mm ²	resistenza di progetto a compressione
$c =$	50	mm	copriferro
$b_{st} =$	5	-	braccia delle staffe
$\Phi_{st} =$	10	mm	diametro staffe
$s =$	200	mm	passo staffe
$A_{st} =$	393	mm ²	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 ²	resistenza a compressione ridotta del cls d'anima
$\alpha_c =$	1.000	-	coefficiente maggiorativo per compressione
$f_{yd} =$	391.3	N/mm ²	resistenza a snervamento dell'acciaio
$V_{Rsd} =$	941.3	kN	taglio resistente relativo alle armature tese
$V_{Rcd} =$	1496.0	kN	taglio resistente relativo alle bielle compresse
$V_{Rd} =$	941.3	kN	ok!

C.S. ($V_{Rd}/V_{ed,v}$) = 1.88

Solaio a quota +171.94m

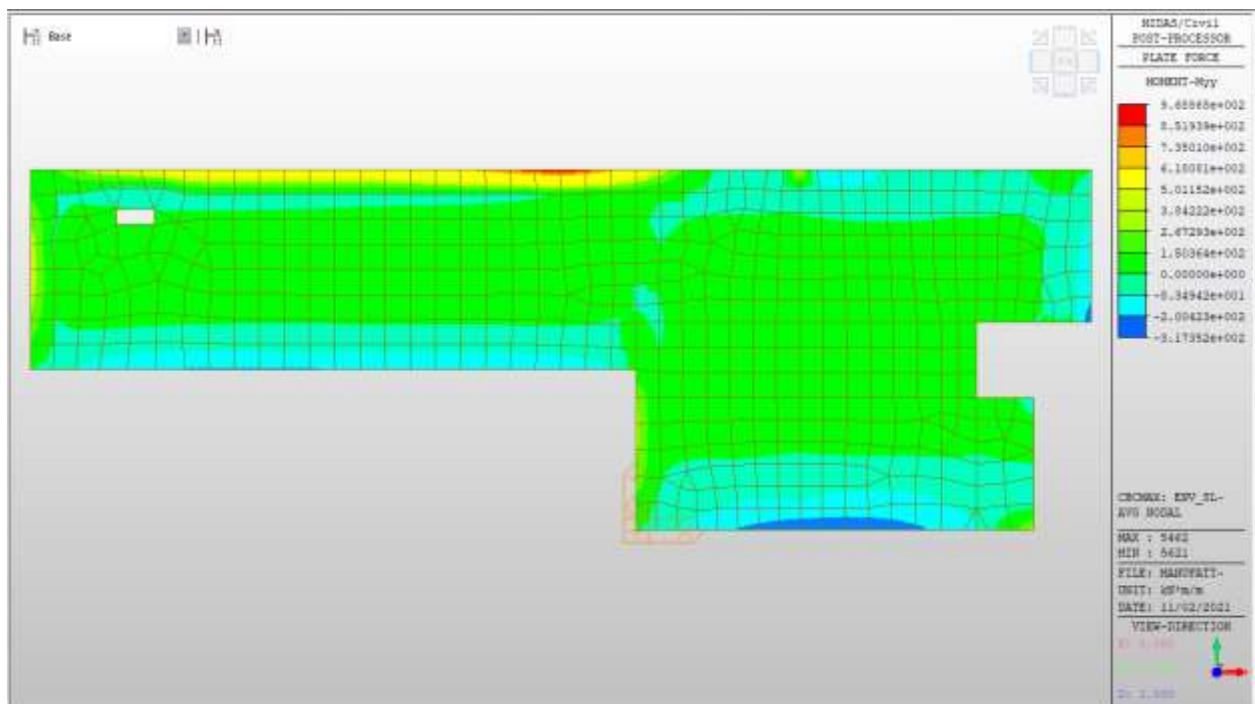
Solaio a quota +171.94m – Mappe sollecitazioni SLU - SLV

Si riportano di seguito gli involuپی 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

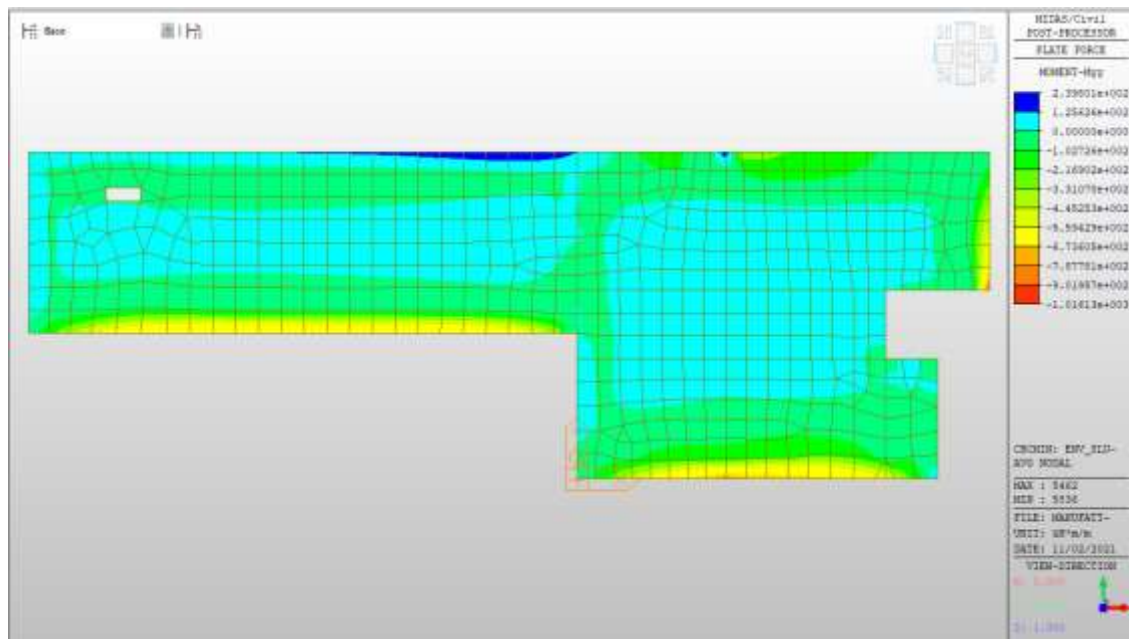
MYX max, SLV-SLU = +618 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

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)

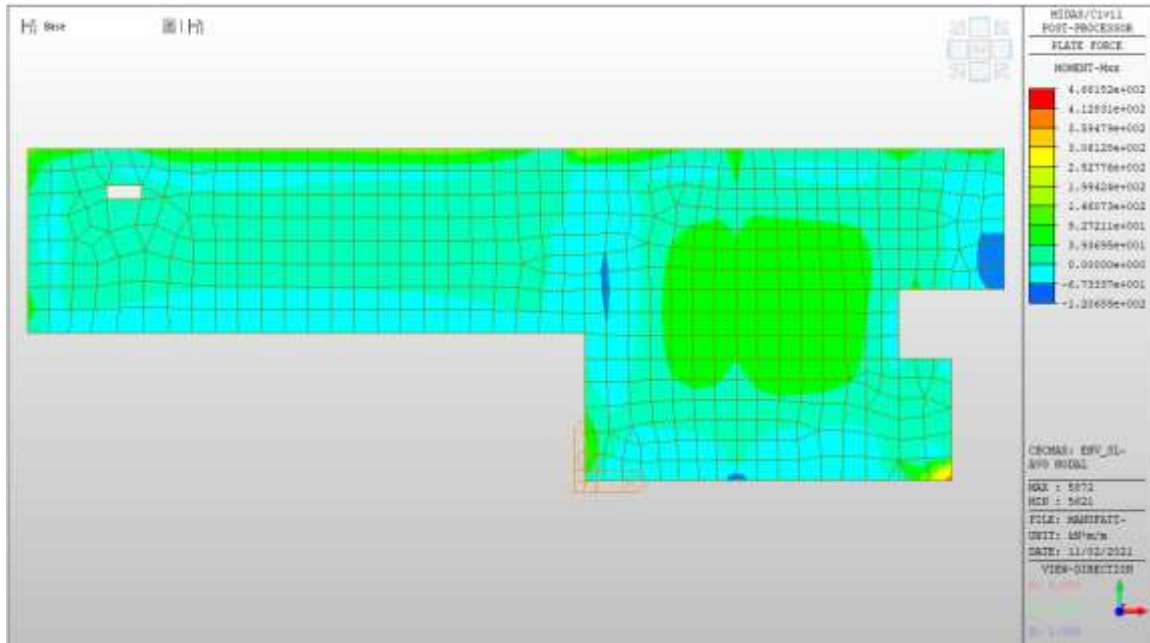
MYM min, SLV-SLU = -1016kNm/m (soll. di verifica armatura zone di raffittimento)



Momento orizzontale

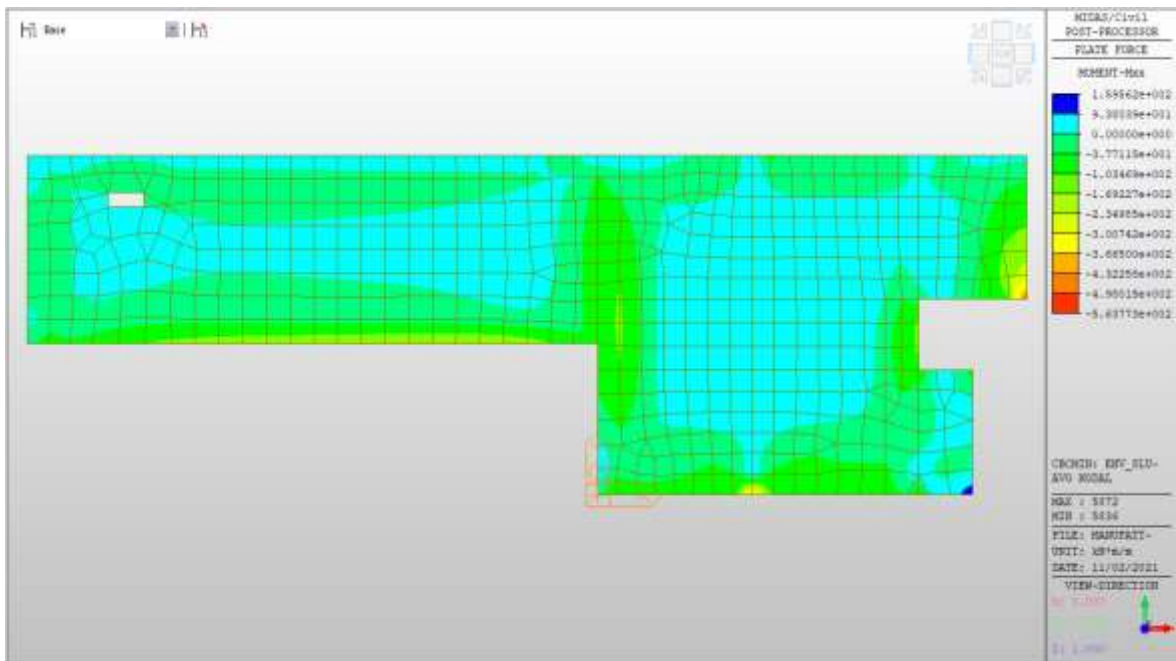
MXX max, SLV-SLU= +306 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

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)

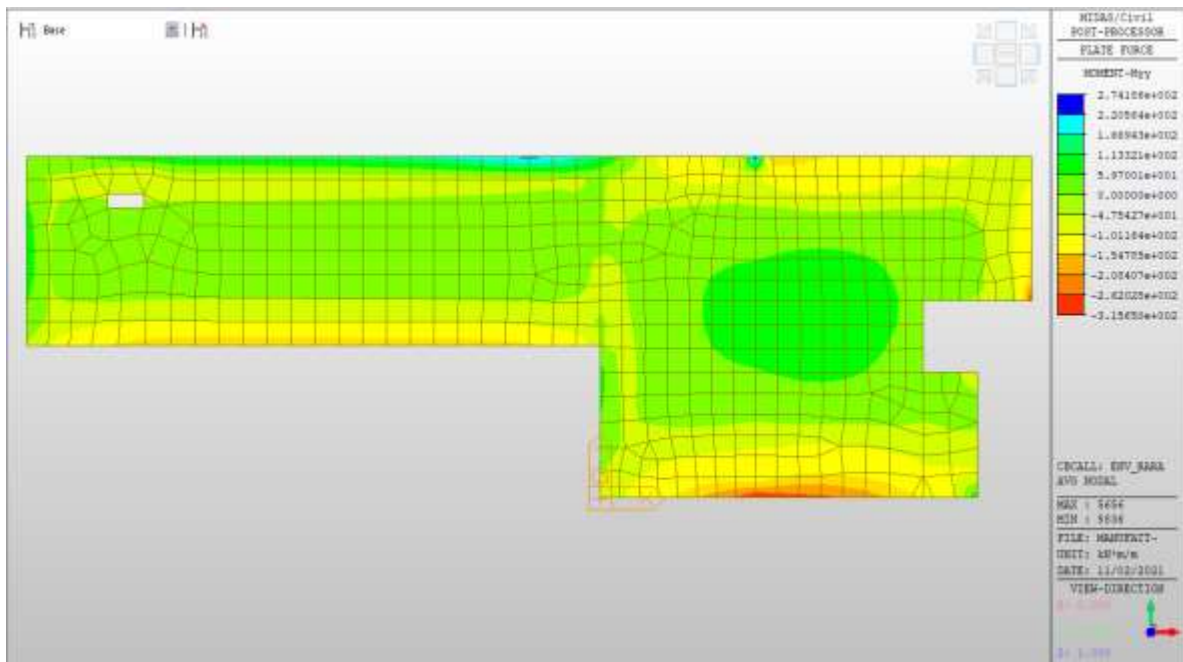
MXX min, SLV-SLU= -564 kNm/m (soll. di verifica armatura zone di raffittimento)



Solaio a quota +171.94m – Mappe sollecitazioni SLE - RARA

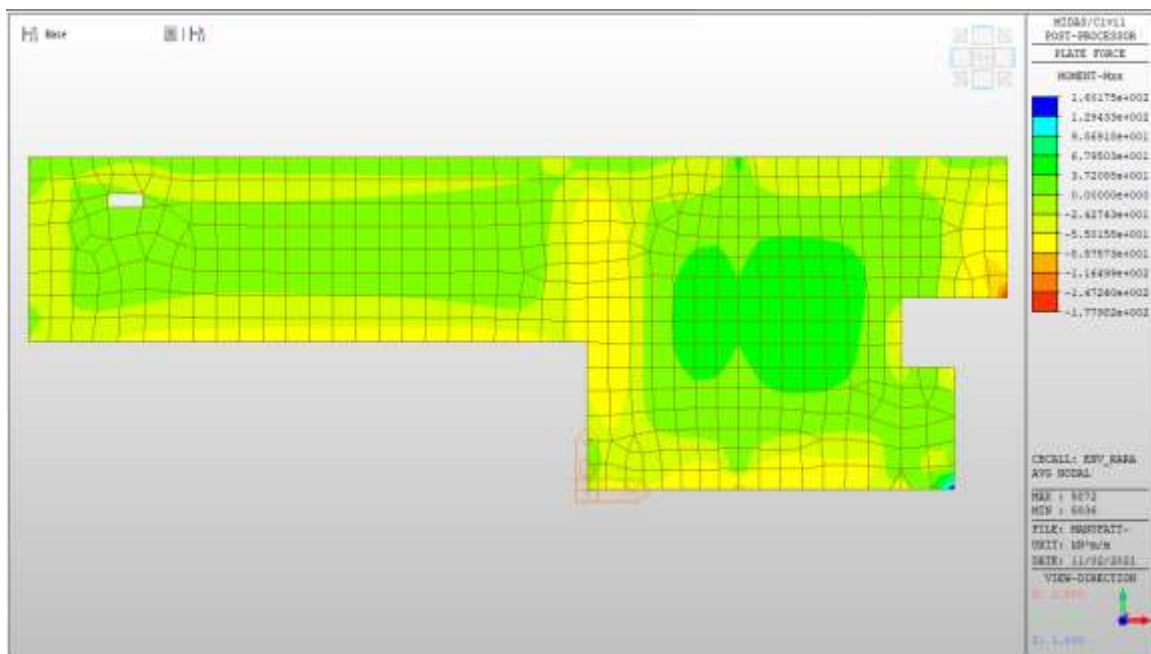
MYX max, RARA= +114 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull'intera area)

MYX min, RARA= -155 kNm/m



MXX max, RARA= +68 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull'intera area)

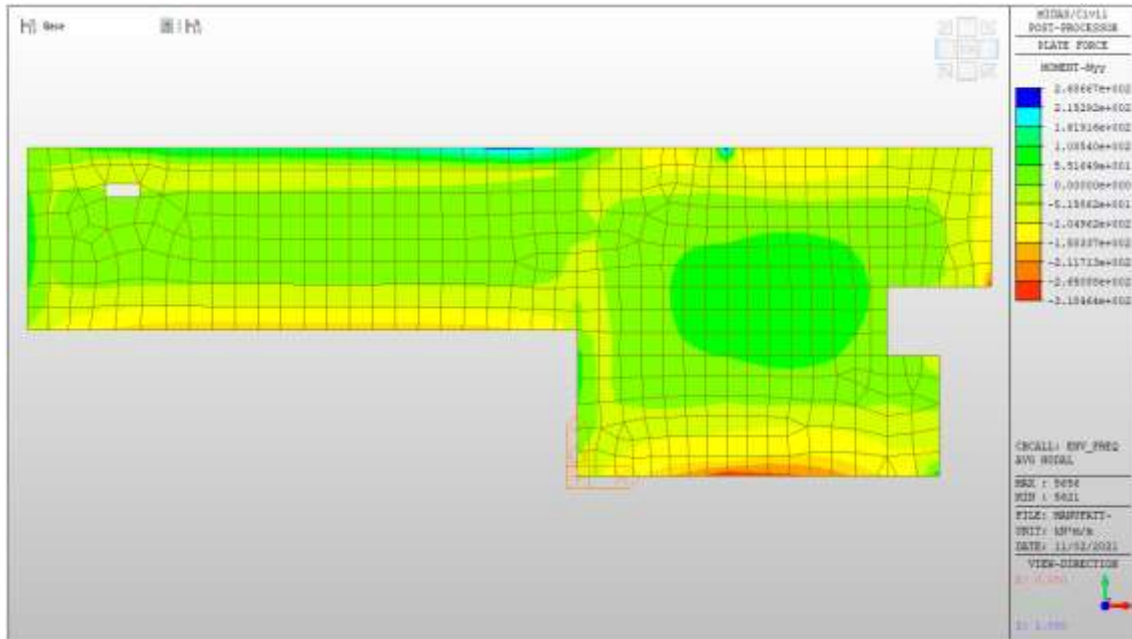
MXX min, RARA= -86 kNm/m



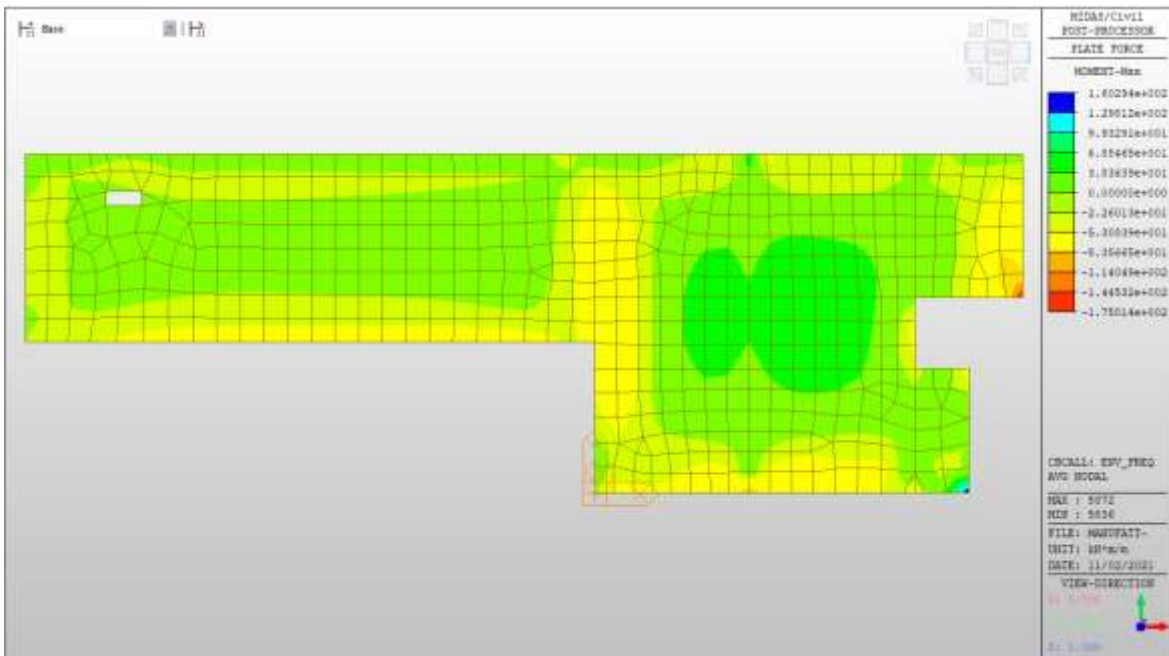
Solaio a quota +171.94m – Mappe sollecitazioni SLE - Frequente

MYX max, Frequente= +108 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

MYX min, Frequente= -158 kNm/m



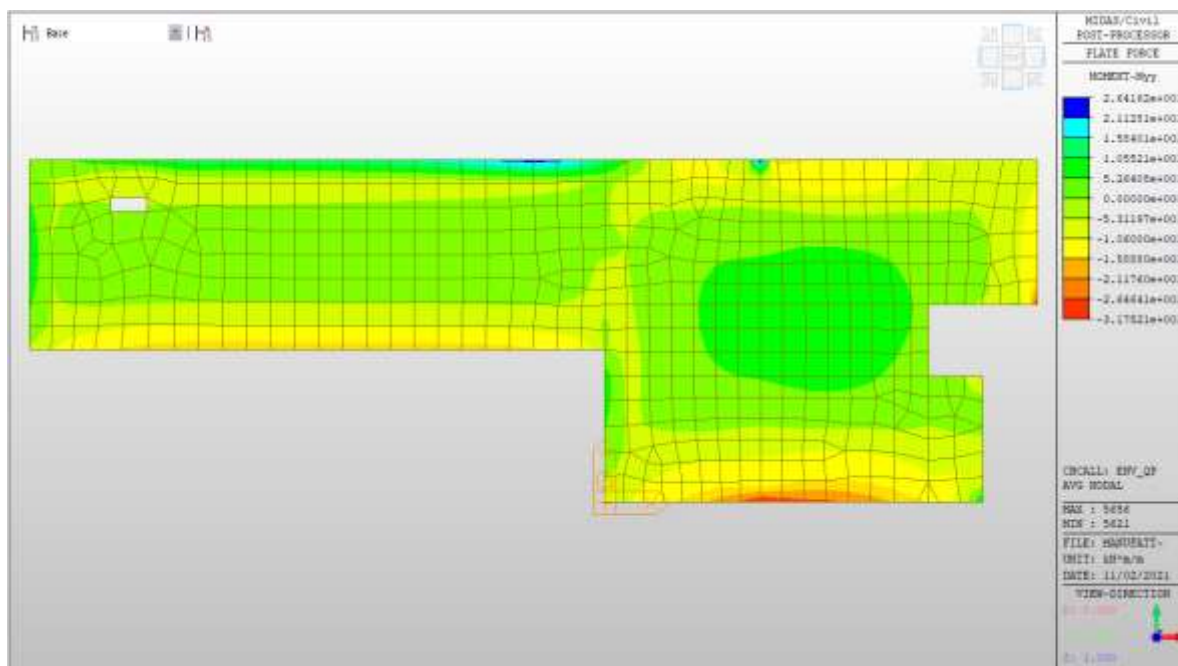
MXX max, Frequente= +68kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)
MXX min, Frequente= - 84 kNm/m



Solaio a quota +171.94m – Mappe sollecitazioni SLE – Quasi permanente

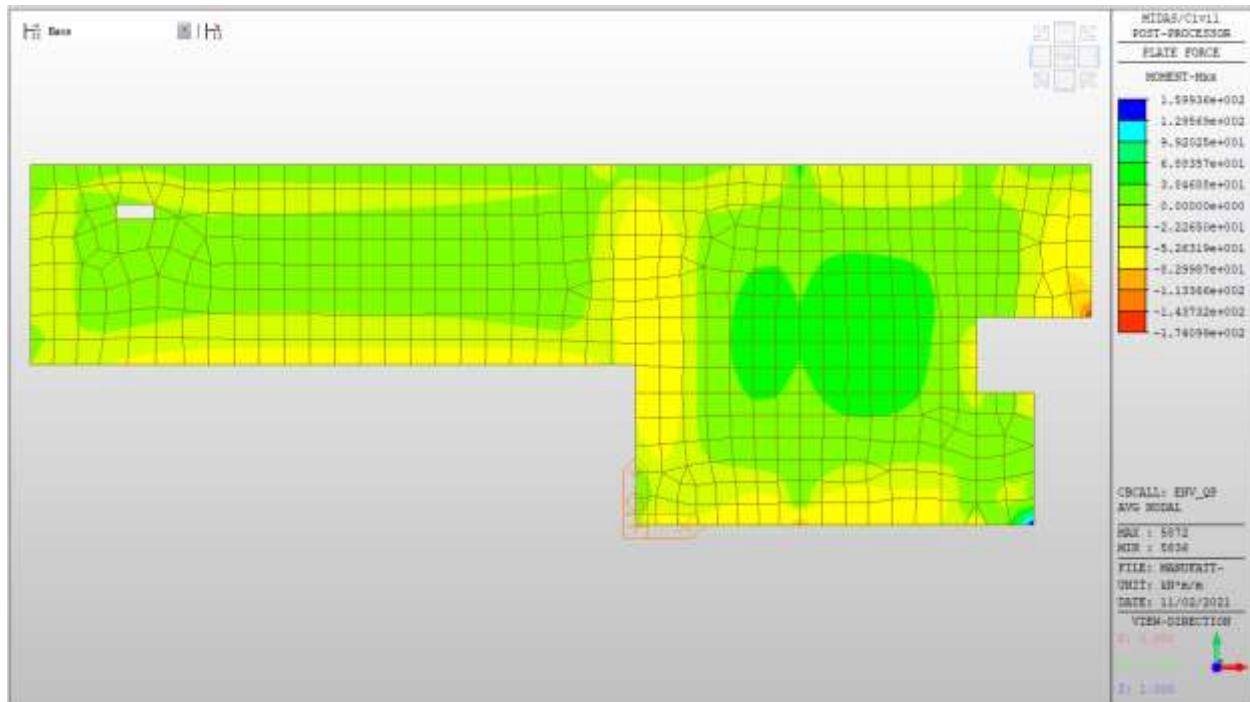
MYX max, QP= +106kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

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 ²)
Barre superiori:	$7\phi 24$	(31.7 cm ²)
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 ≥ 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	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. [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
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	---------	---------	---------	---------

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) 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	1.43	-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	ScImax	ScImin	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 ²)
Barre superiori:	14Ø24	(63.3 cm ²)
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

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 ²)
Barre superiori:	7Ø24	(31.7 cm ²)
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	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 ≥ 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 ²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
As eff.	Area Barre tese di acciaio [cm ²] 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

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc _{max}	Massima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [Mpa]
Sc _{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 (Sc _{min} + ScEff)/(2 Sc _{min})
Beta12	Prodotto dei Coeff. di aderenza Beta1*Beta2
Psi	= 1-Beta12*(Ssr/Ss) ² = 1-Beta12*(fctm/Sc _{min}) 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	Sc _{max}	Sc _{min}	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	Sc _{max}	Sc _{min}	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 ²)
Barre superiori:	14Ø24	(63.3 cm ²)
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.)

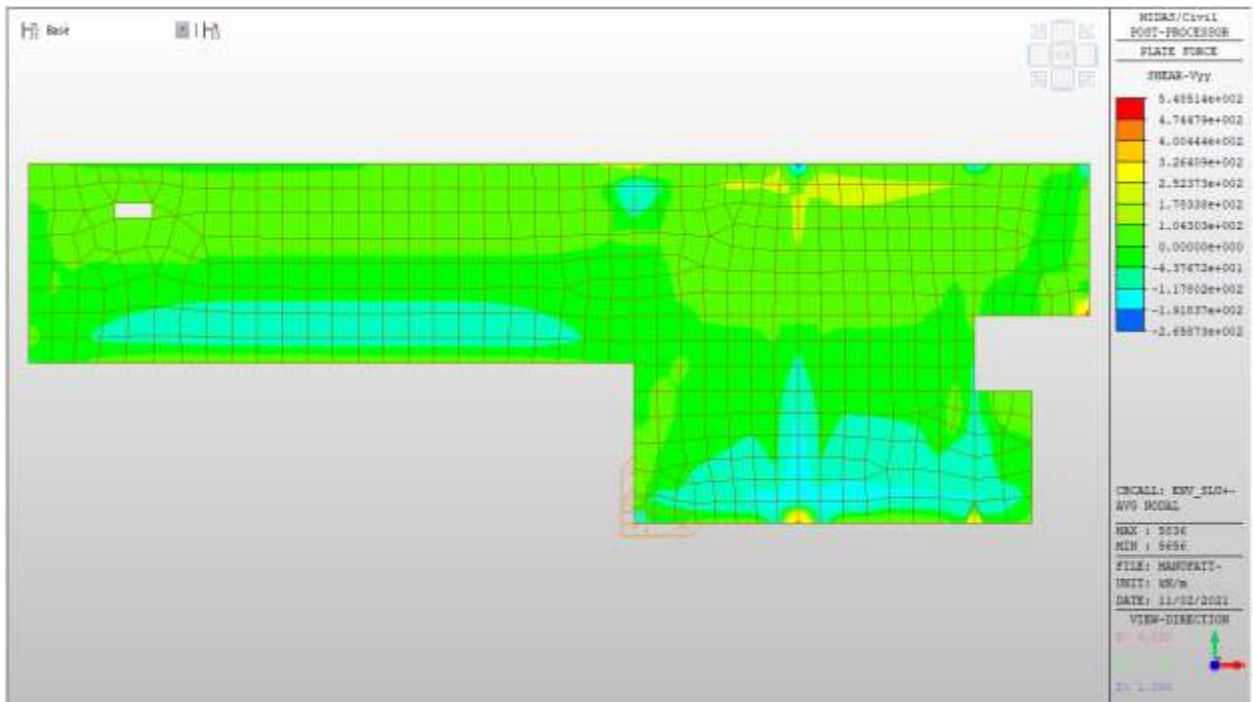
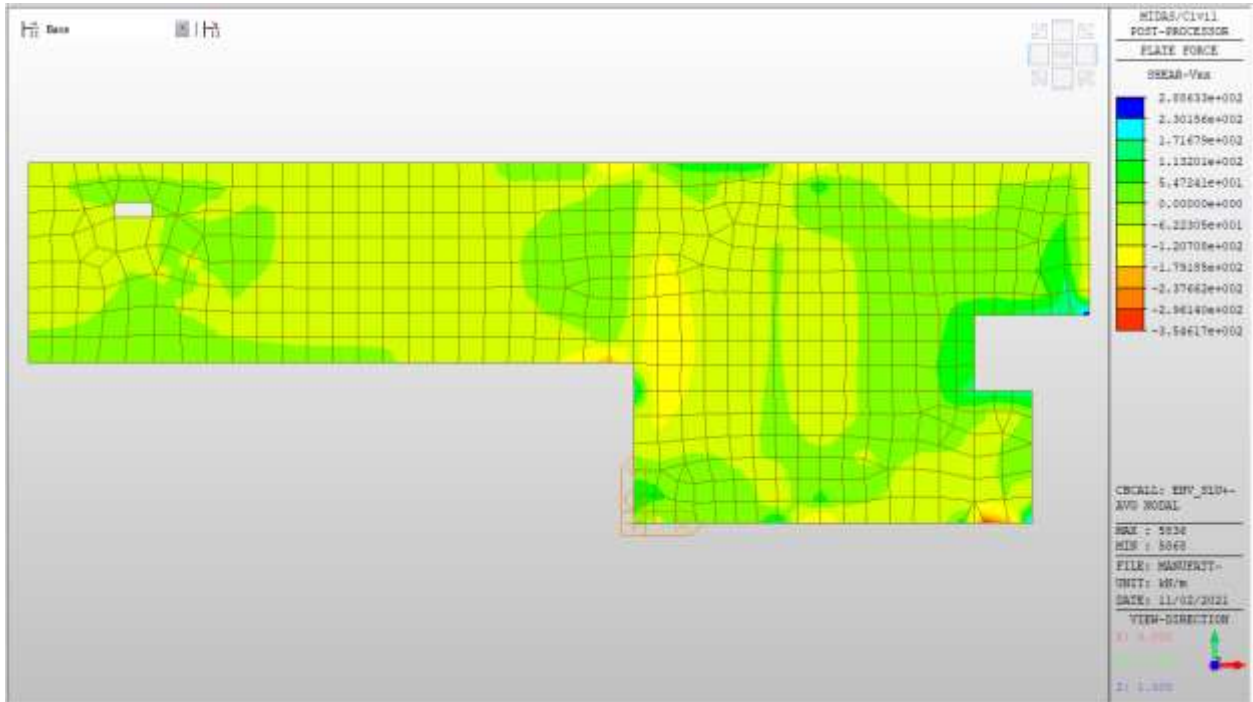
N°Comb	ec max	ec 3/7	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	-0.00412	60.0	0.00054	50.0	-0.01132	10.0
2	0.00350	-0.00412	0.0	0.00054	10.0	-0.01132	50.0
3	0.00350	-0.00412	60.0	0.00054	50.0	-0.01132	10.0
4	0.00350	-0.00412	0.0	0.00054	10.0	-0.01132	50.0

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)

$V_{ed} =$	550	kN	Taglio agente verticale
$H =$	600	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 ²	resistenza caratteristica a compressione
$f_{cd} =$	17.4	N/mm ²	resistenza di progetto a compressione
$c =$	50	mm	copriferro
$b_{st} =$	5	-	braccia delle staffe
$\Phi_{st} =$	10	mm	diametro staffe
$s =$	200	mm	passo staffe
$A_{st} =$	393	mm ²	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 ²	resistenza a compressione ridotta del cls d'anima
$\alpha_c =$	1.000	-	coefficiente maggiorativo per compressione
$f_{yd} =$	391.3	N/mm ²	resistenza a snervamento dell'acciaio
$V_{Rsd} =$	941.3	kN	taglio resistente relativo alle armature tese
$V_{Rcd} =$	1496.0	kN	taglio resistente relativo alle bielle compresse
$V_{Rd} =$	941.3	kN	ok!

C.S. ($V_{Rd}/V_{ed,v}$) = 1.71

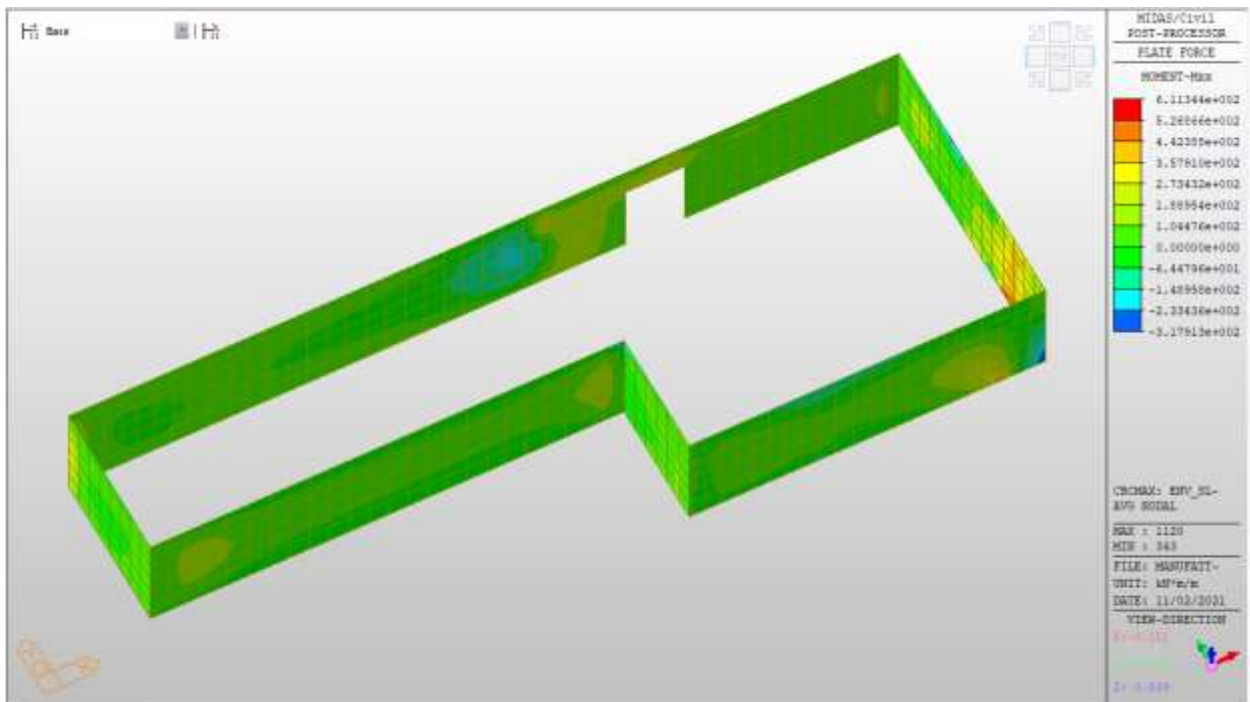
Setti perimetrali livello -1

Setti perimetrali livello -1 – Mappe sollecitazioni SLU - SLV

Si riportano di seguito gli involuপি 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.

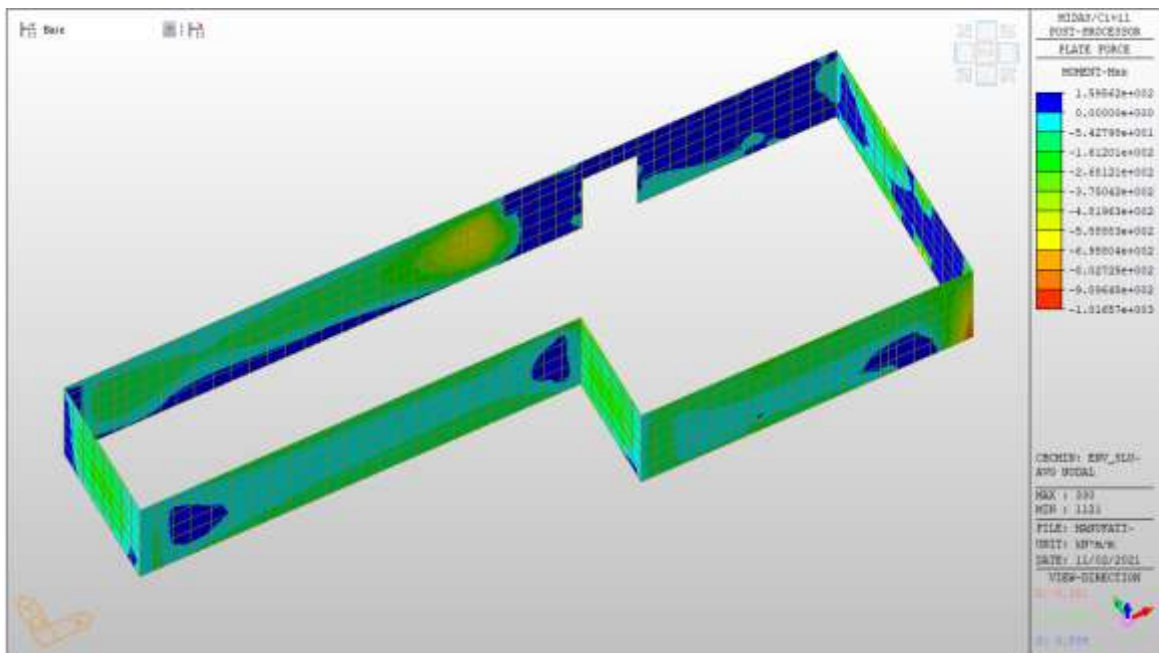
MXX max, SLV-SLU= +358 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

MXX max, SLV-SLU= +612 kNm/m (soll. di verifica armatura zone di raffittimento)



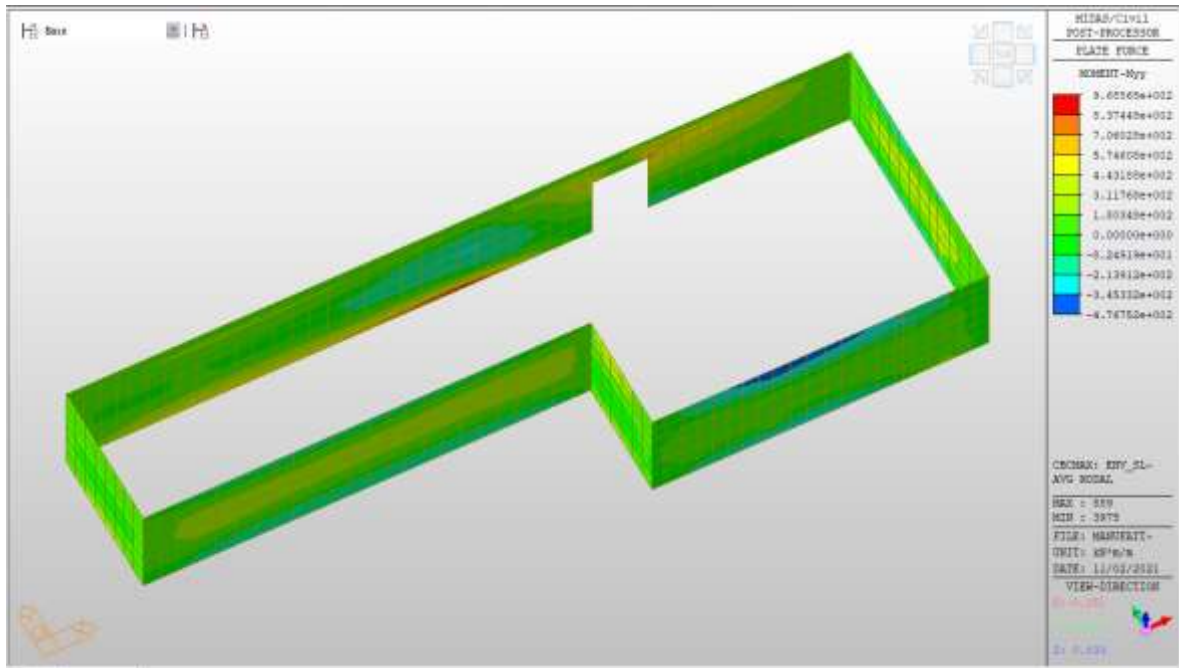
MXx min, SLV-SLU= -696 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

MXx min, SLV-SLU= -1016 kNm/m (soll. di verifica armatura zone di raffittimento)



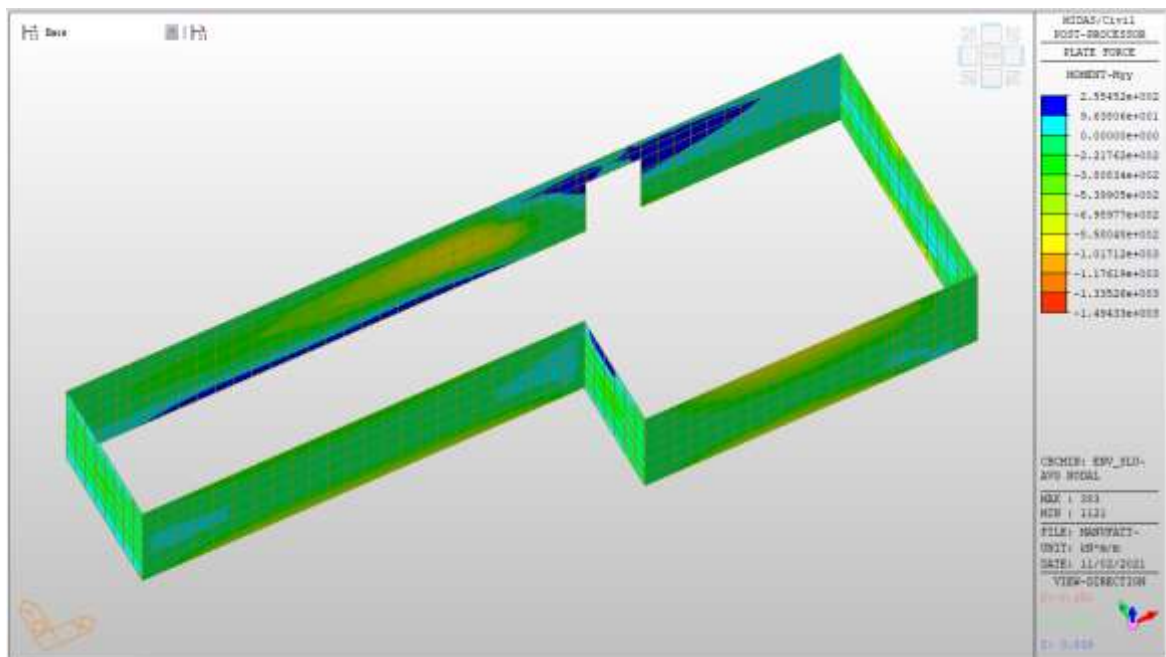
MYY max, SLV-SLU = +574 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

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)

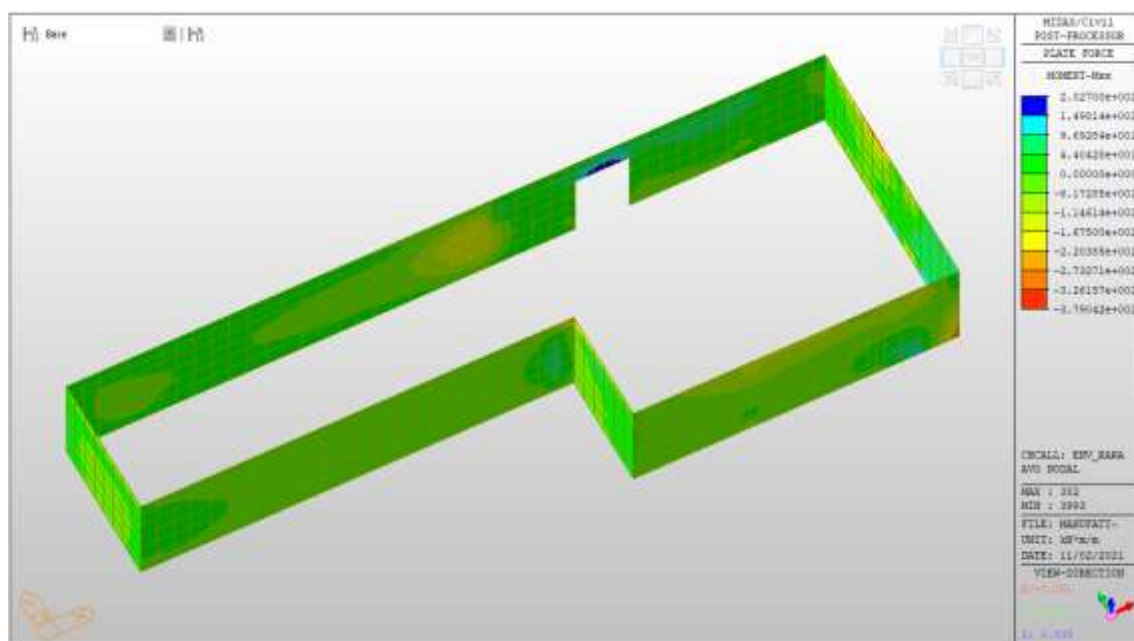
MY min, SLV-SLU = -1494 kNm/m (soll. di verifica armatura zone di raffittimento)



Setti perimetrali livello -1 – Mappe sollecitazioni SLE -RARA

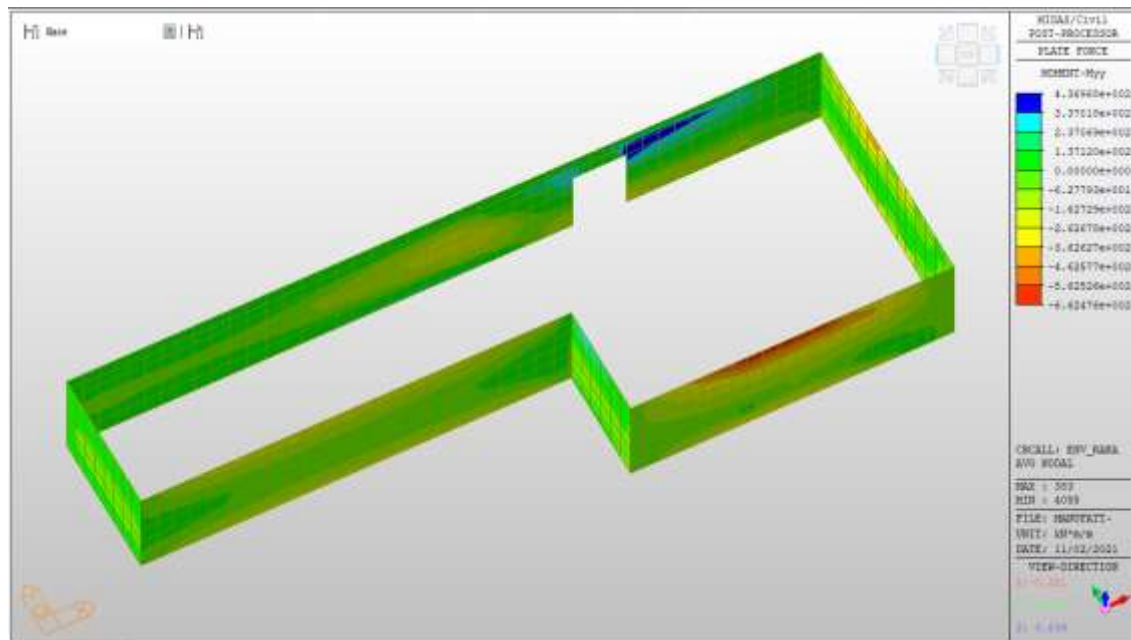
MXX max, RARA= +440 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

MXX min, RARA= -220 kNm/m



MYX max, RARA= +138 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

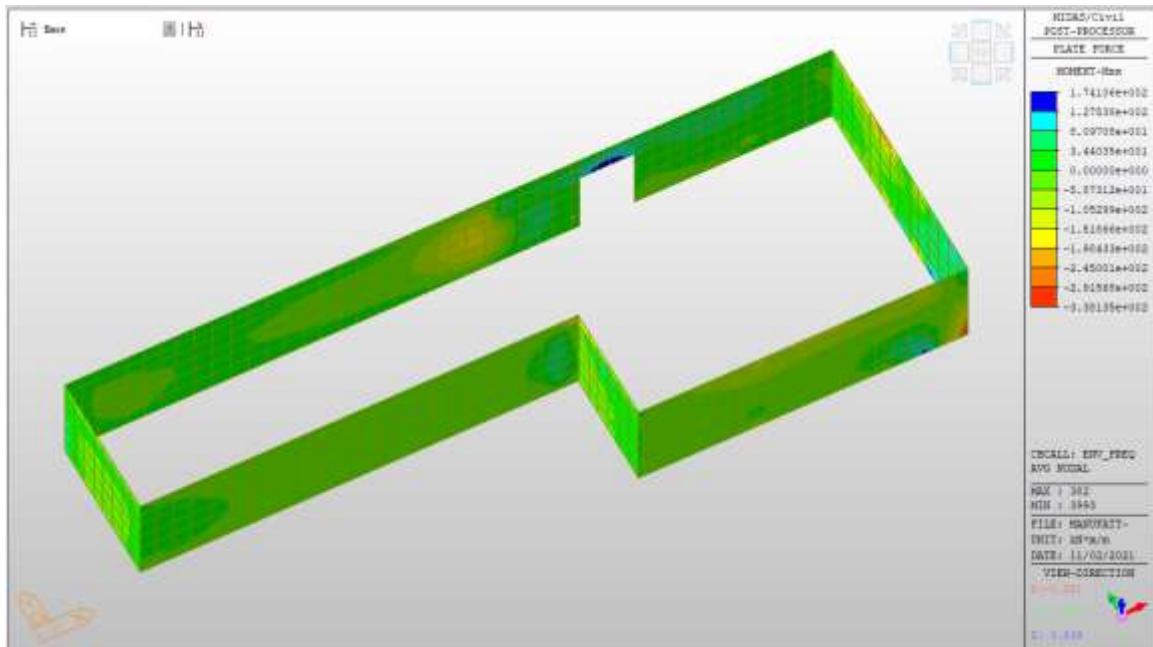
MYX min, RARA= -362 kNm/m



Setti perimetrali livello -1 – Mappe sollecitazioni SLE - FREQUENTE

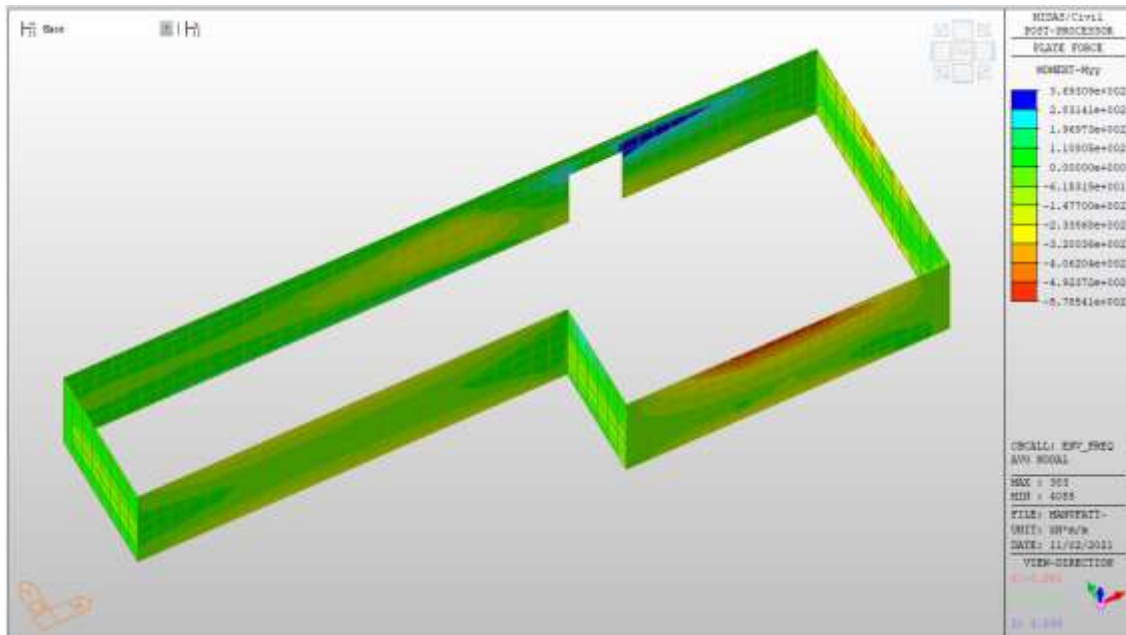
MXX max, Frequente= +36kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

MXX min, Frequente= -198kNm/m



MYX max, Frequente= +110 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull'intera area)

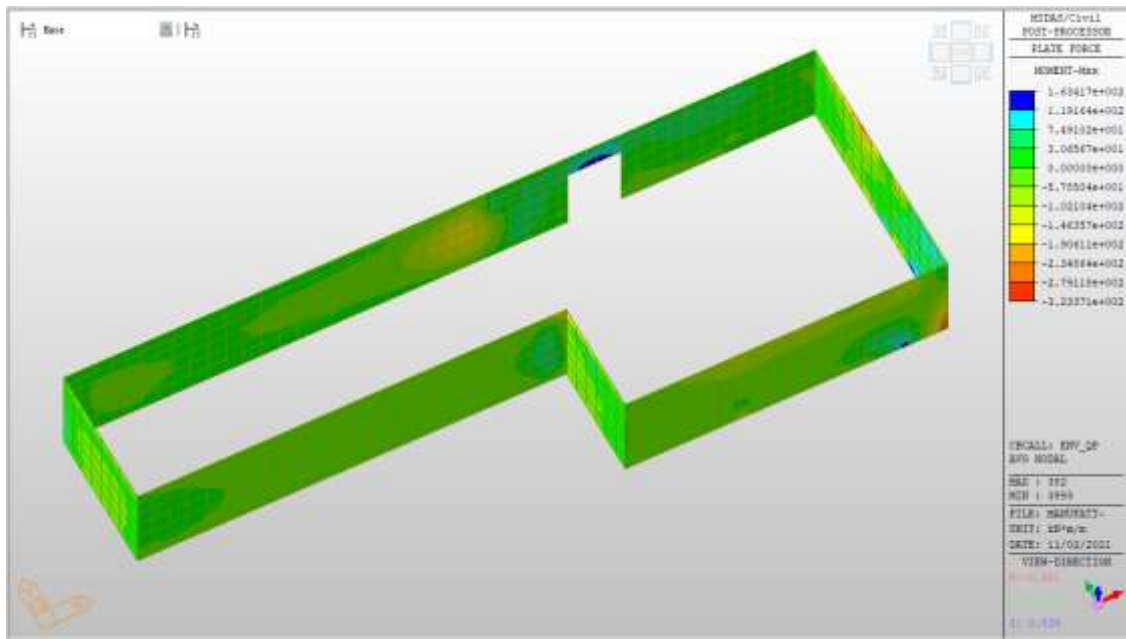
MYX min, Frequente= -320 kNm/m



Setti perimetrali livello -1 – Mappe sollecitazioni SLE – Quasi permanente

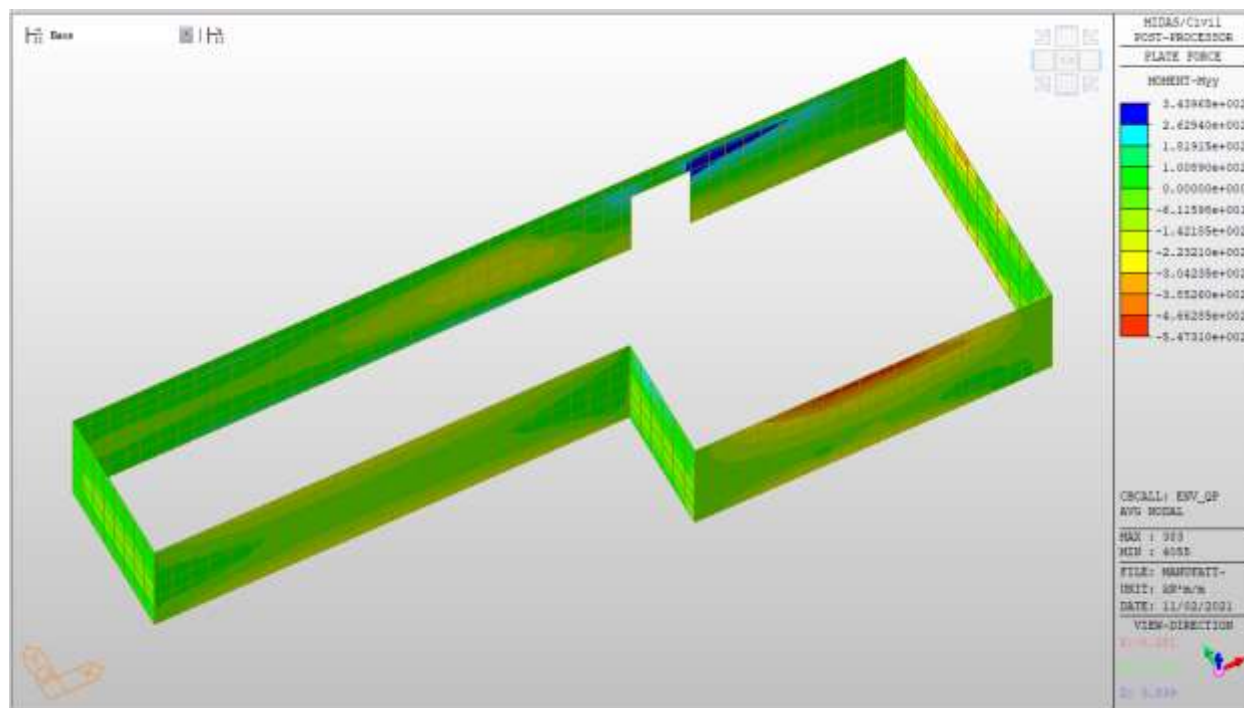
MXX max, QP= +30kNm/m (soll. di verifica armatura media sull'intera area)

MXX min, QP= -190kNm/m



MYX max, QP= +100kNm/m (soll. di verifica armatura media sull'intera area)

MYX min, QP= - 304kNm/m



Verifiche

Si riportano di seguito le verifiche effettuate. La sezione risulta essere armata con 7 ϕ 24 al lembo superiore e 7 ϕ 24 al lembo inferiore in entrambe le direzioni.

Nelle zone di raffittimento la sezione risulta essere armata con 10 ϕ 24 al lembo superiore e 10 ϕ 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 ϕ 24	(31.7 cm ²)
Barre superiori:	7 ϕ 24	(31.7 cm ²)
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 ≥ 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)

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. [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	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 = $1,7 * Eps * Srm$. 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	-12.1	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	sm	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 ≥ 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

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.)
---	---

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 ≥ 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 ²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
As eff.	Area Barre tese di acciaio [cm ²] 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) 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	0.67	-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 ²)
Barre superiori:	10Ø24	(45.2 cm ²)
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 ≥ 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.)

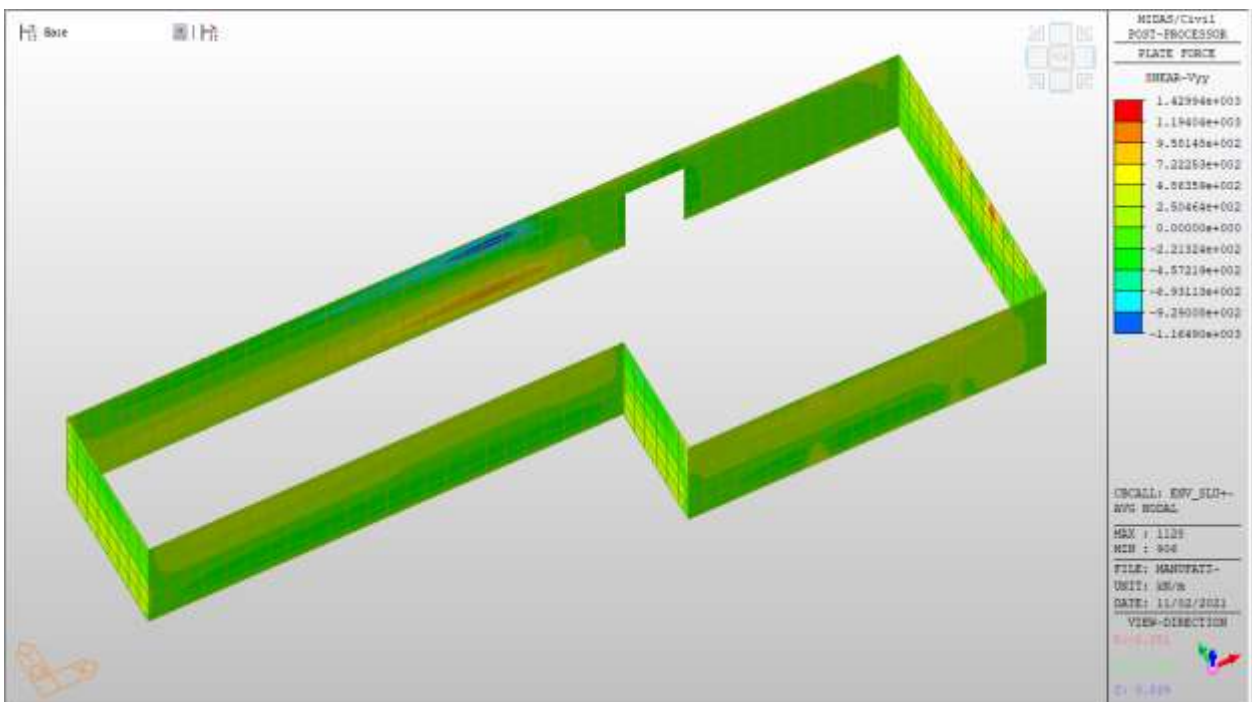
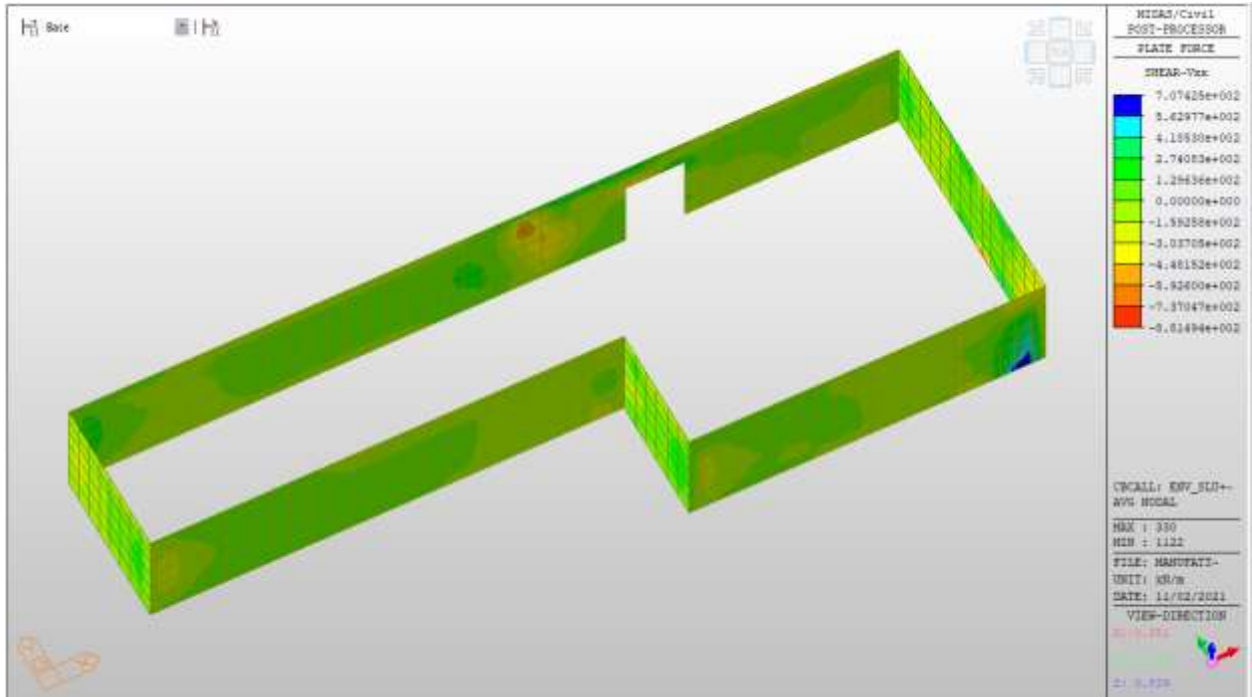
N°Comb	ec max	ec 3/7	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	-0.01925	100.0	0.00085	95.0	-0.04692	5.0
2	0.00350	-0.01925	0.0	0.00085	5.0	-0.04692	95.0
3	0.00350	-0.01925	100.0	0.00085	95.0	-0.04692	5.0
4	0.00350	-0.01925	0.0	0.00085	5.0	-0.04692	95.0

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)

V_{ed}	=	1430	kN	Taglio agente verticale
H	=	1000	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 ²	resistenza caratteristica a compressione
f_{cd}	=	17.4	N/mm ²	resistenza di progetto a compressione
c	=	50	mm	copriferro
b_{st}	=	5	-	braccia delle staffe
Φ_{st}	=	10	mm	diametro staffe
s	=	200	mm	passo staffe
A_{st}	=	393	mm ²	area staffe
d	=	950	mm	altezza utile sezione
ρ_l	=	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'_{cd}	=	8.7	N/mm ²	resistenza a compressione ridotta del cls d'anima
α_c	=	1.000	-	coefficiente maggiorativo per compressione
f_{yd}	=	391.3	N/mm ²	resistenza a snervamento dell'acciaio
V_{Rsd}	=	1625.9	kN	taglio resistente relativo alle armature tese
V_{Rcd}	=	2584.0	kN	taglio resistente relativo alle bielle compresse
V_{Rd}	=	1625.9	kN	ok!

C.S. ($V_{Rd}/V_{ed,v}$) = 1.14

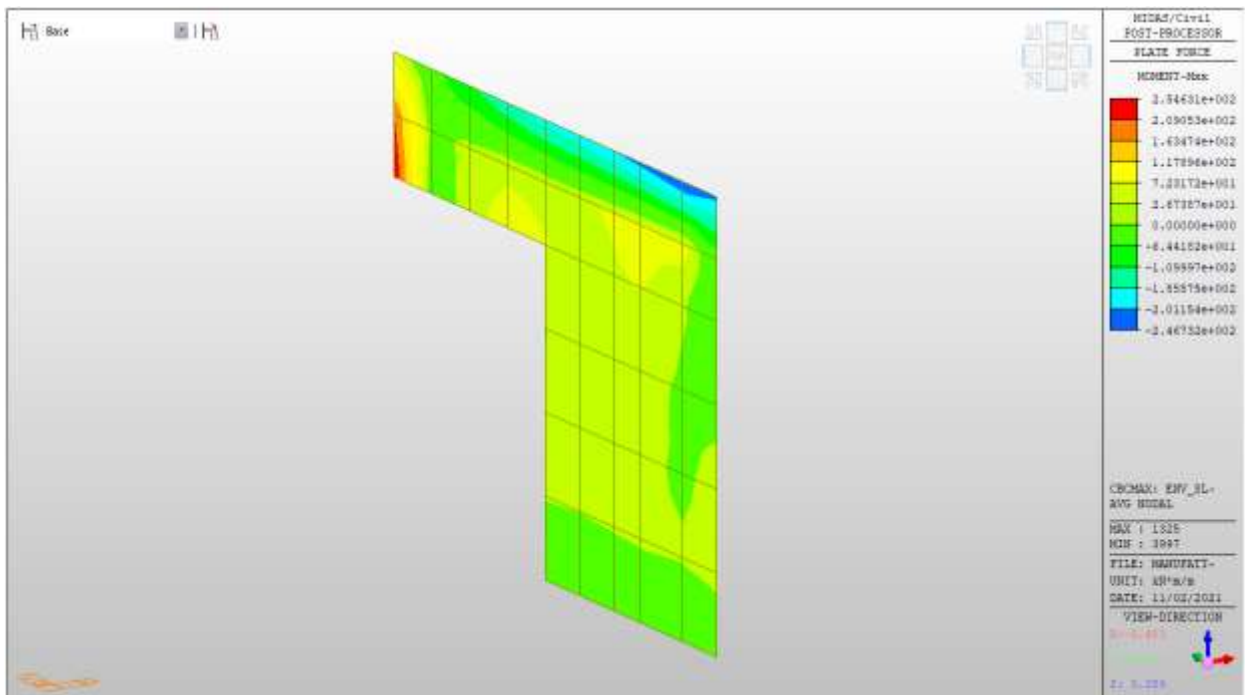
Setti interni livello -1

Setti interni livello - 1 – Mappe sollecitazioni SLU - SLV

Si riportano di seguito gli involuপি 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.

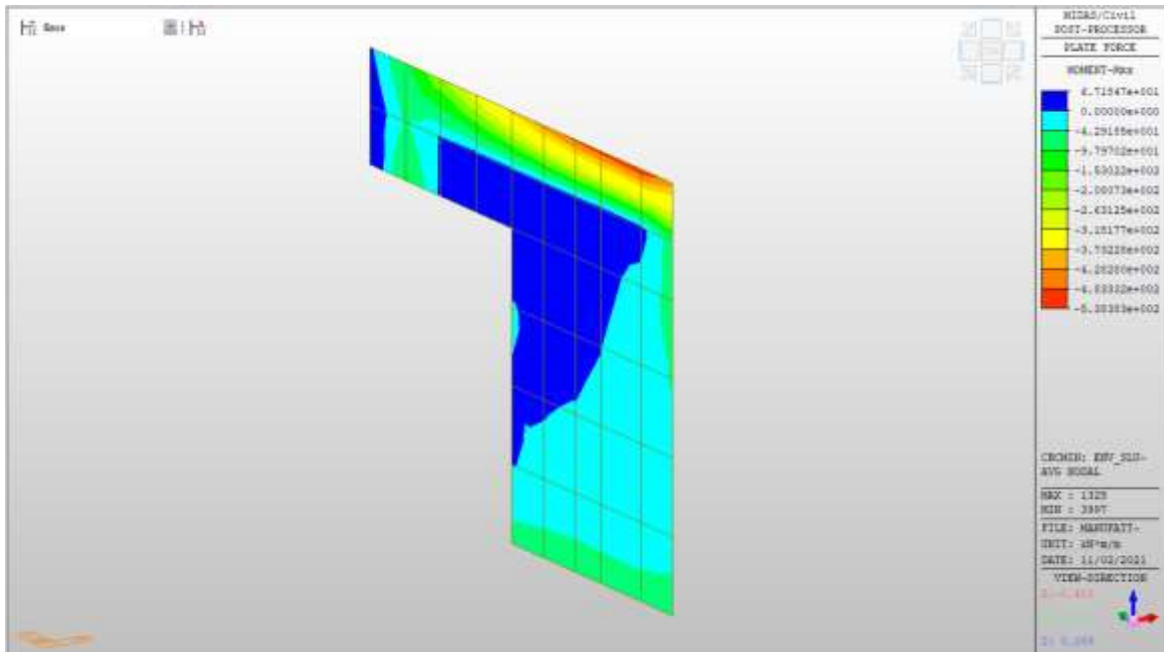
MXX max, SLV-SLU= +118 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

MXX max, SLV-SLU= +254 kNm/m (soll. di verifica armatura zone di raffittimento)



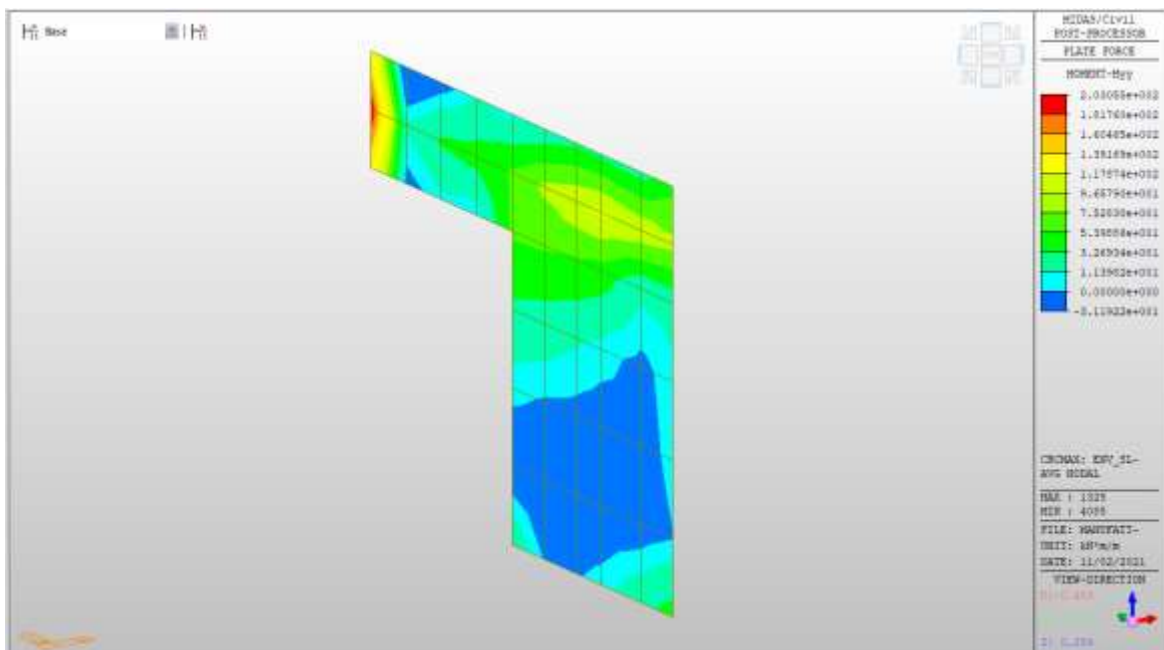
MXX min, SLV-SLU= -374 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

MXX min, SLV-SLU= -538 kNm/m (soll. di verifica armatura zone di raffittimento)



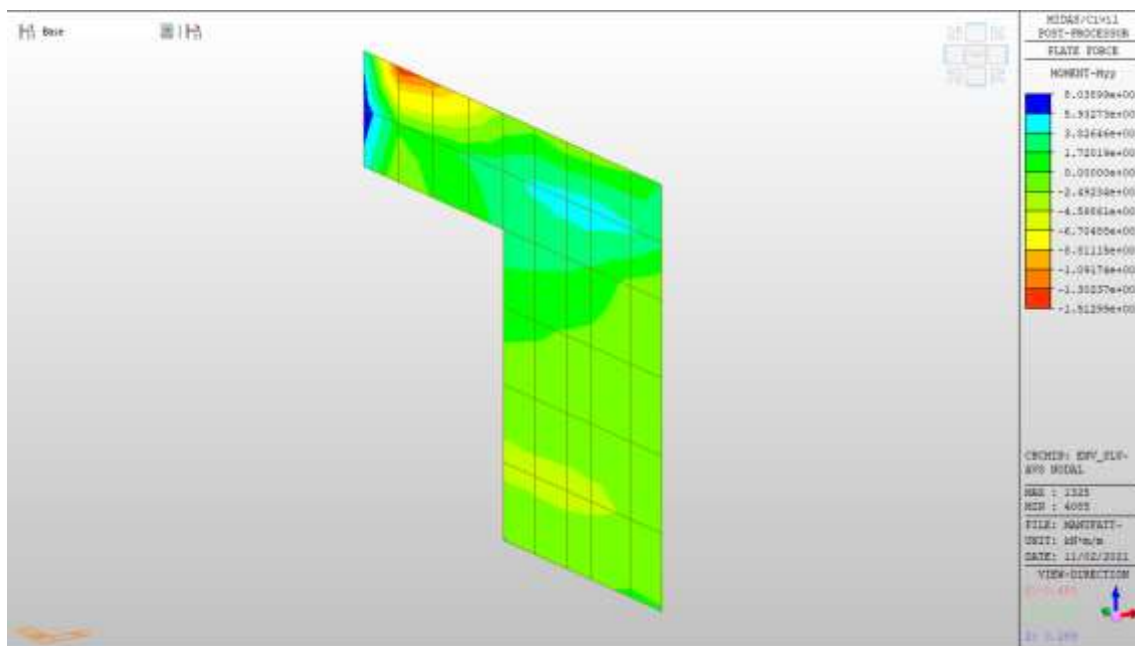
MYX max, SLV-SLU = +140 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull'intera area)

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)

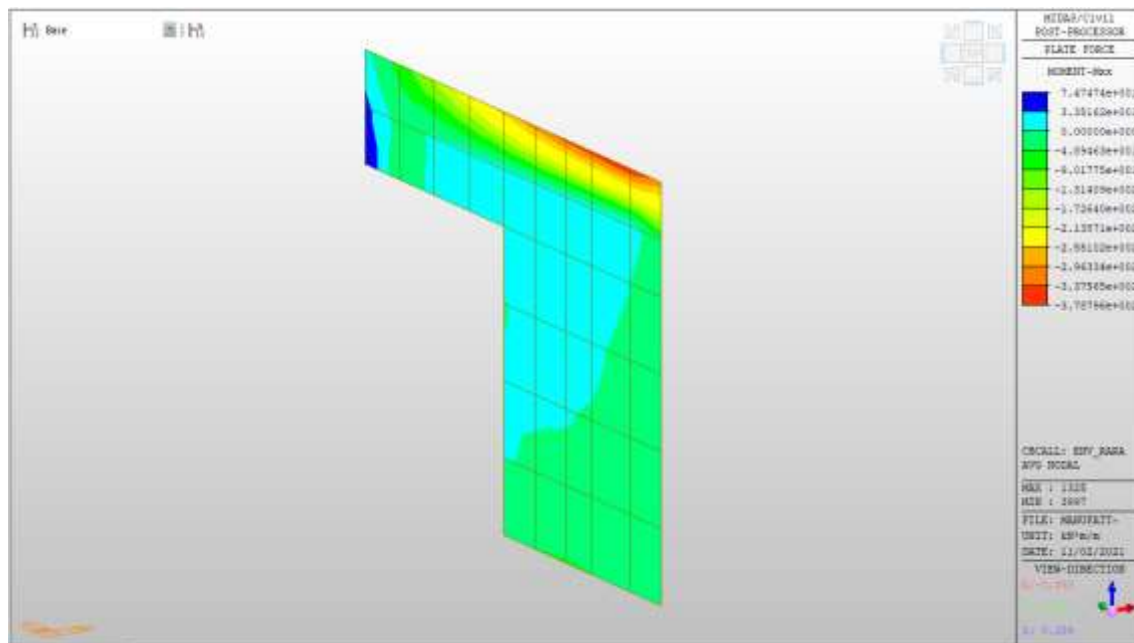
MYX min, SLV-SLU = -152 kNm/m (soll. di verifica armatura zone di raffittimento)



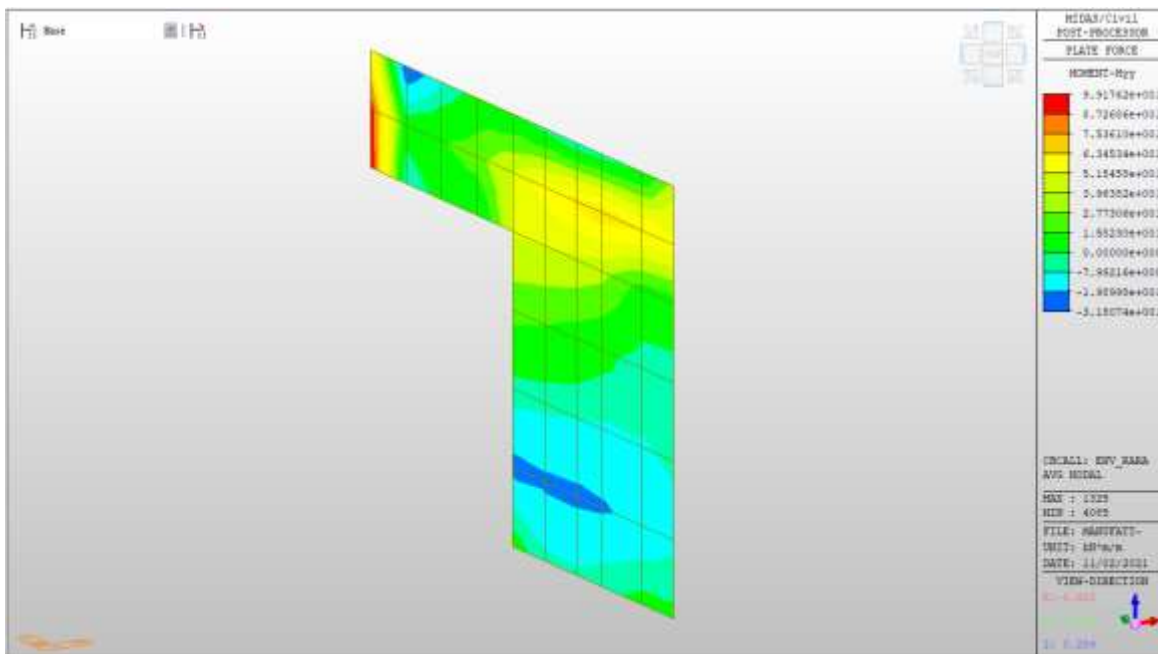
Setti interni livello -1 – Mappe sollecitazioni SLE - RARA

MXX max, RARA= +34 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

MXX min, RARA= -256 kNm/m

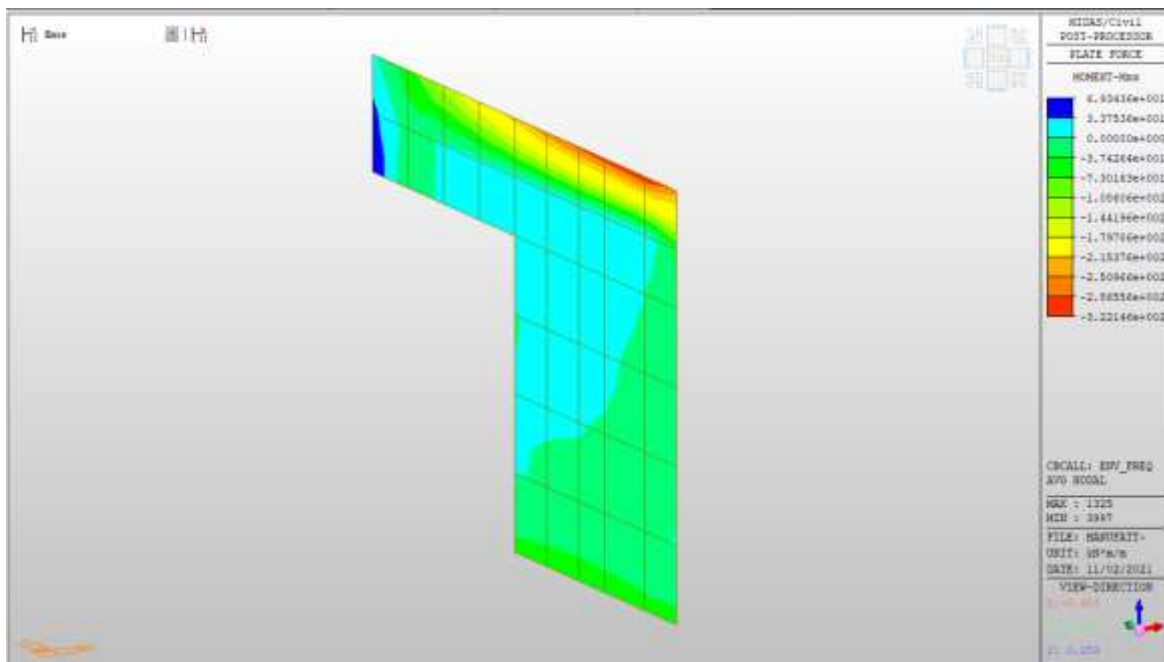


MY max, RARA= +64 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)
 MY min, RARA= -20kNm/m

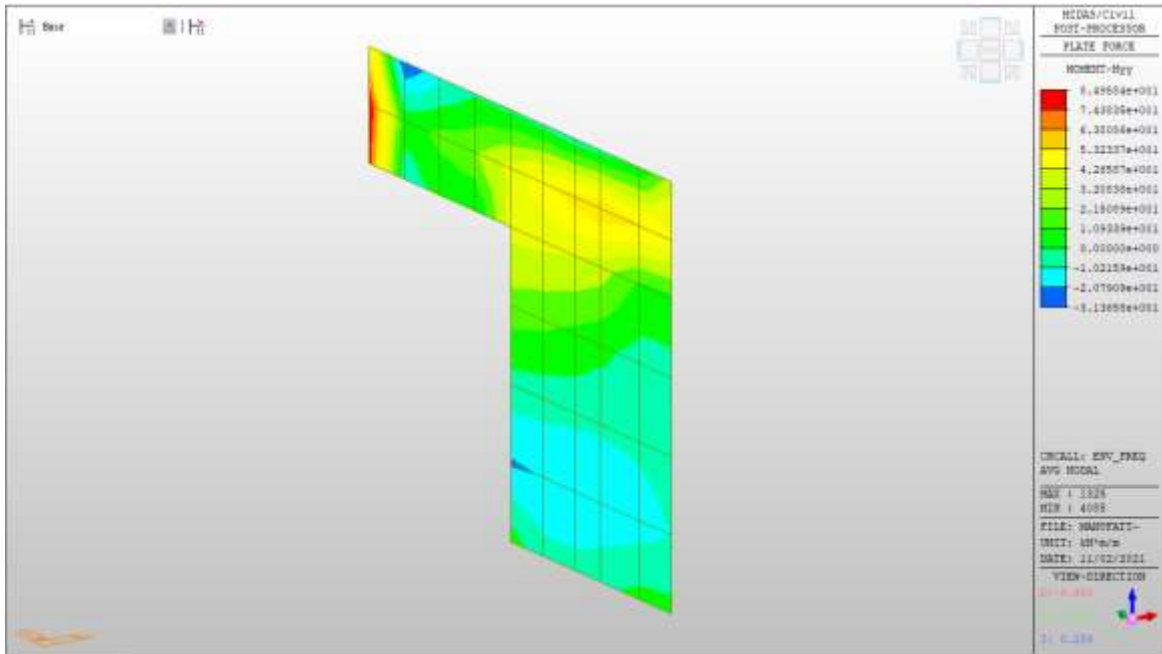


Setti interni livello -1 – Mappe sollecitazioni SLE – FREQUENTE

MXX max, Frequente= +34kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)
MXX min, Frequente= - 216kNm/m



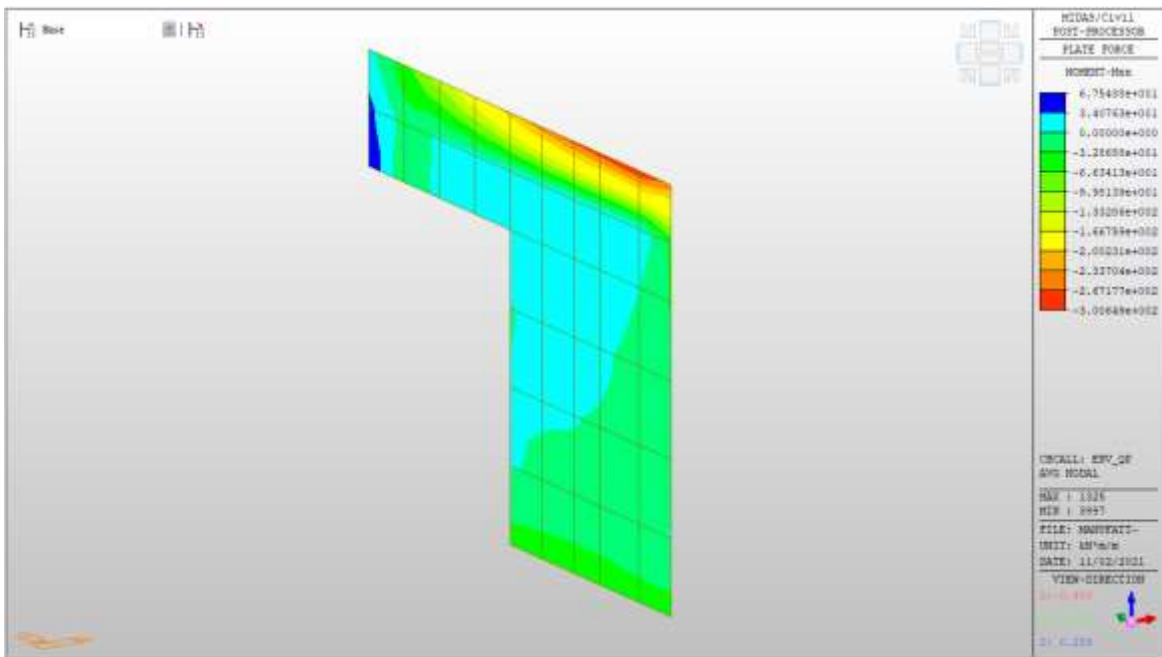
MYX max, Frequente= +54kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)
MYX min, Frequente= -20 kNm/m



Setti interni livello -1 – Mappe sollecitazioni SLE – Quasi permanente

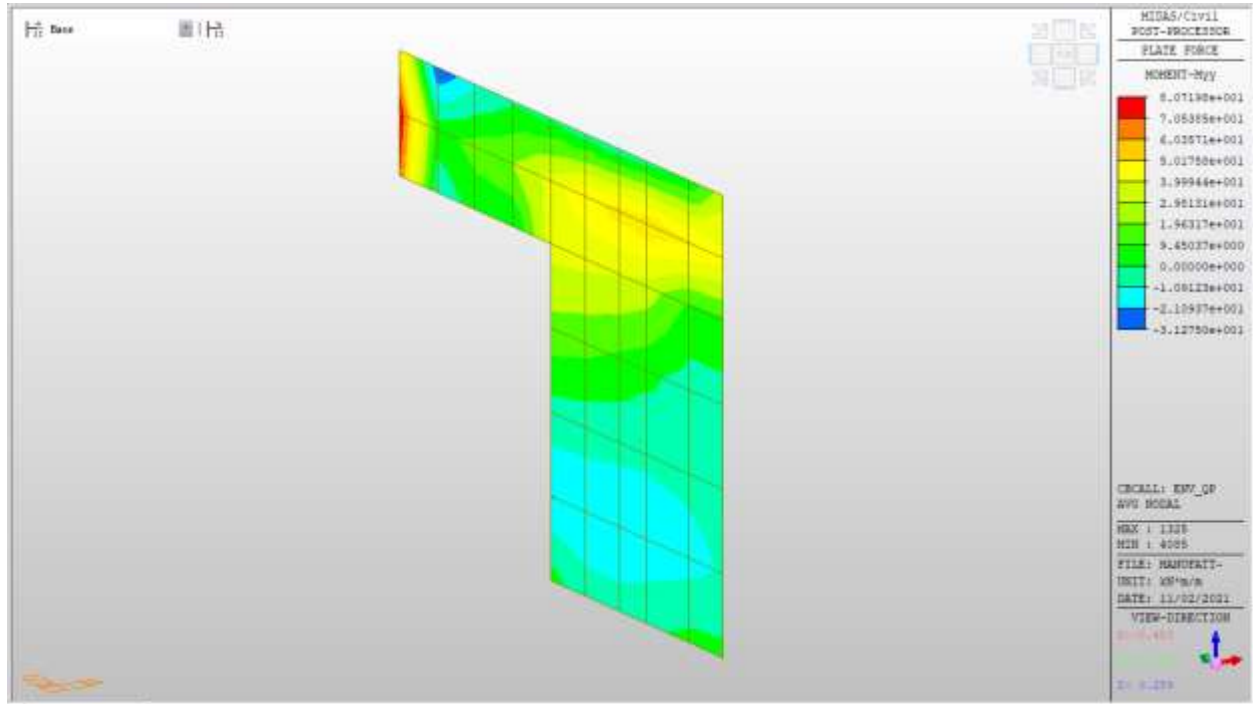
MXX max, QP= +34kNm/m (soll. di verifica armatura media sull'intera area)

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

Barre inferiori:	7Ø22	(26.6 cm ²)
Barre superiori:	7Ø22	(26.6 cm ²)
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 ≥ 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	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. [cm ²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)

ACEA ENGINEERING LABORATORIES RESEARCH INNOVATION SPA

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	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)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	0.44	-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

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 ²)
Barre superiori:	10Ø22	(38.0 cm ²)
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 ≥ 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

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 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	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 ≥ 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. [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	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	sm	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 ≥ 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

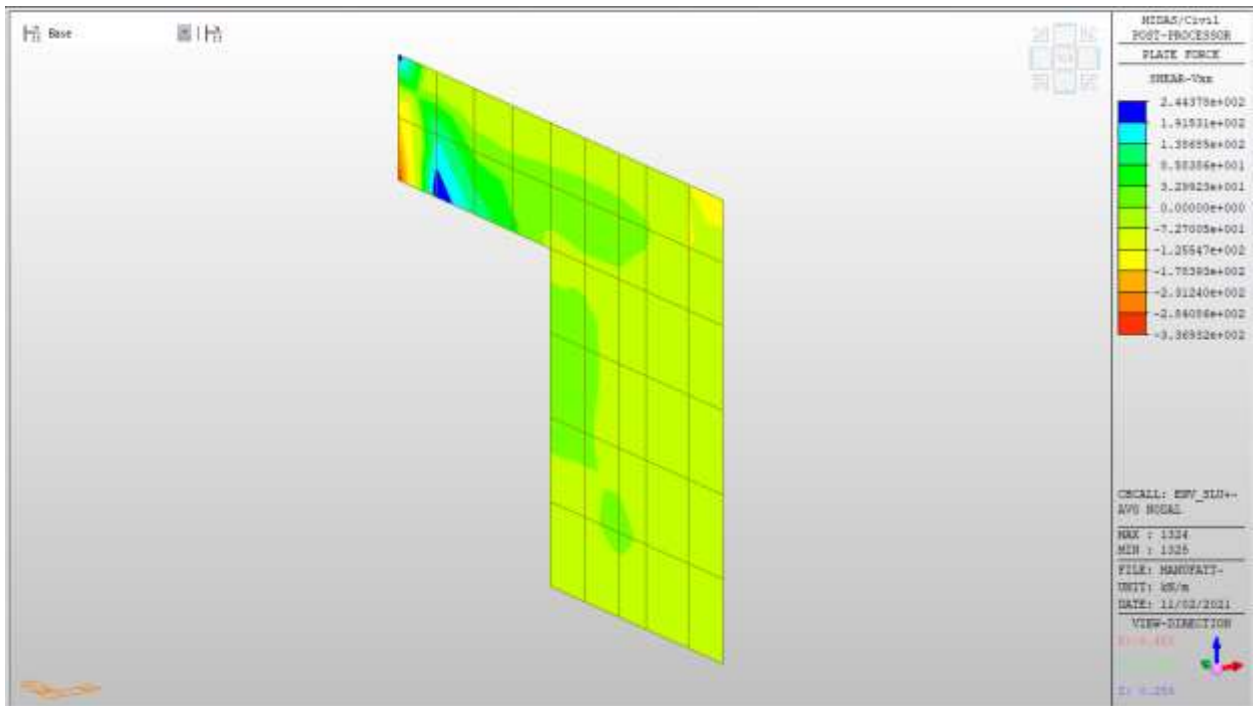
ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Ys min Ordinata in 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.)

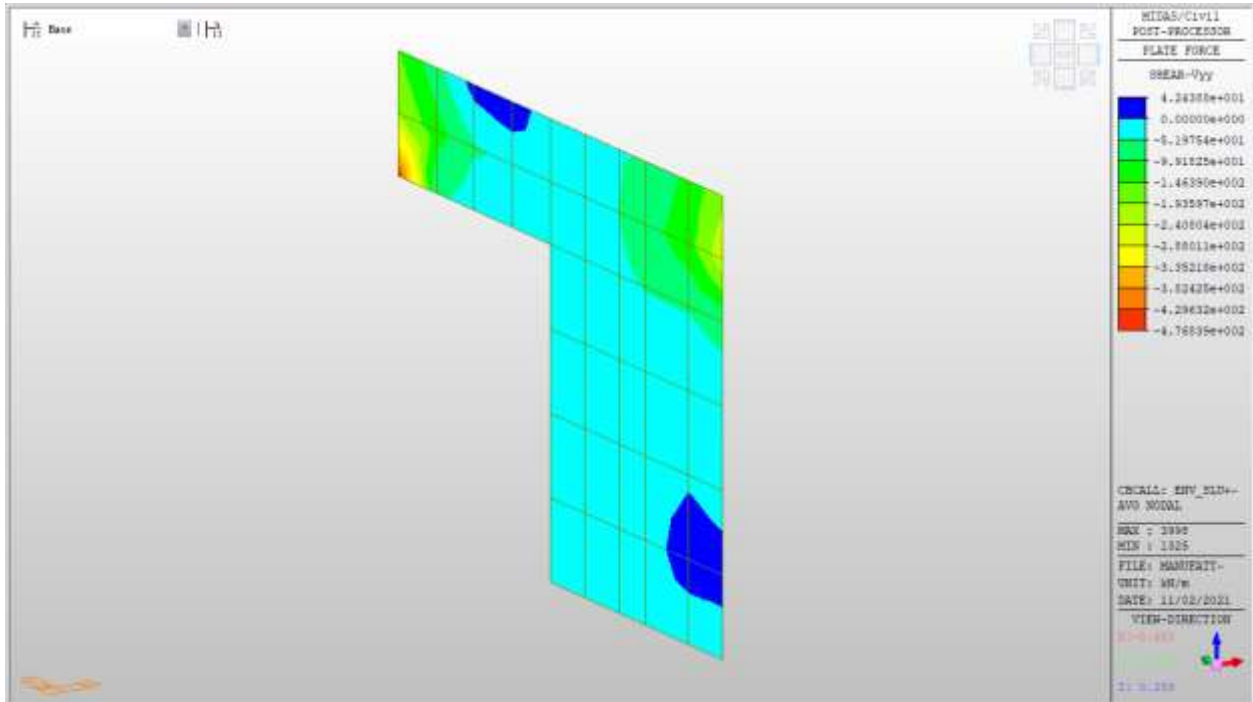
N°Comb	ec max	ec 3/7	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	-0.01087	60.0	0.00071	55.0	-0.02724	5.0
2	0.00350	-0.01087	0.0	0.00071	5.0	-0.02724	55.0
3	0.00350	-0.01087	60.0	0.00071	55.0	-0.02724	5.0
4	0.00350	-0.01087	0.0	0.00071	5.0	-0.02724	55.0

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)

$V_{ed} =$	476	kN	Taglio agente verticale
$H =$	600	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 ²	resistenza caratteristica a compressione
$f_{cd} =$	17.4	N/mm ²	resistenza di progetto a compressione
$c =$	50	mm	copriferro
$b_{st} =$	5	-	braccia delle staffe
$\Phi_{st} =$	10	mm	diametro staffe
$s =$	200	mm	passo staffe
$A_{st} =$	393	mm ²	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 ²	resistenza a compressione ridotta del cls d'anima
$\alpha_c =$	1.000	-	coefficiente maggiorativo per compressione
$f_{yd} =$	391.3	N/mm ²	resistenza a snervamento dell'acciaio
$V_{Rsd} =$	941.3	kN	taglio resistente relativo alle armature tese
$V_{Rcd} =$	1496.0	kN	taglio resistente relativo alle bielle compresse
$V_{Rd} =$	941.3	kN	ok!

C.S. ($V_{Rd}/V_{ed,v}$) = 1.98

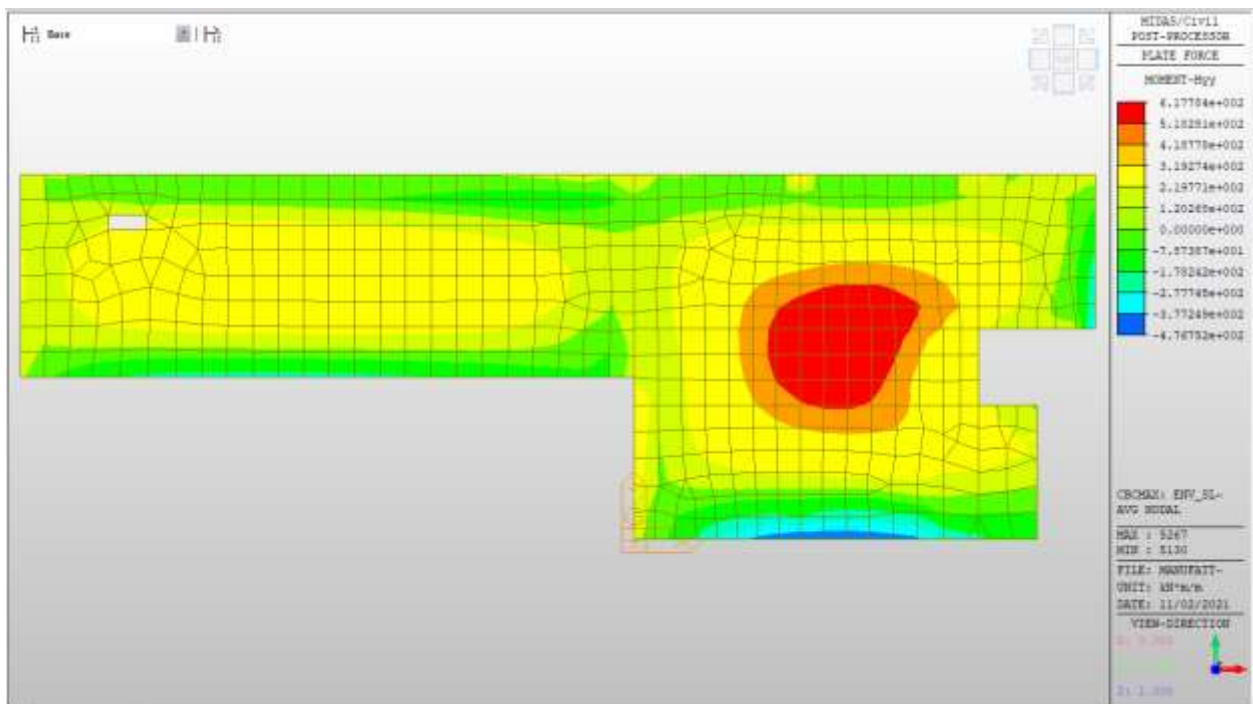
Solaio a quota p.c.

Solaio a quota p.c. – Mappe sollecitazioni SLU - SLV

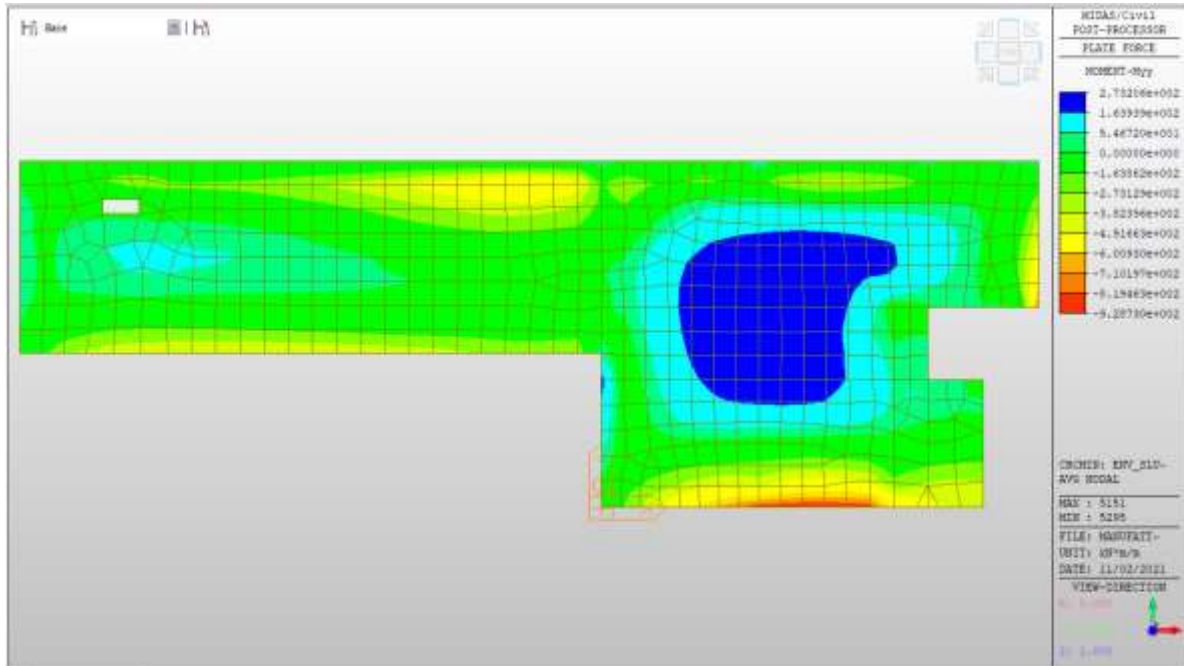
Si riportano di seguito gli involuپی delle mappe delle sollecitazioni per le combinazioni allo stato limite ultimo (sismiche e statiche) e di esercizio per solaio posto a quota piano campagna.

Momento verticale

MYM max, SLV-SLU = +618 kNm/m

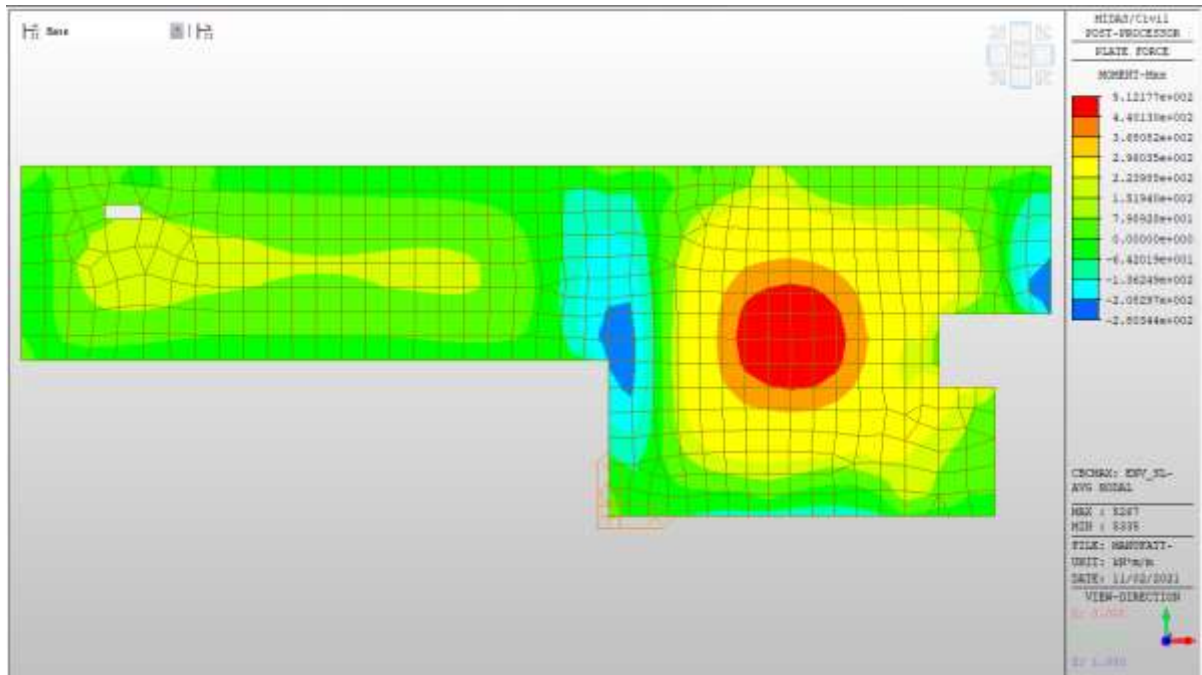


MY min, SLV-SLU = -930 kNm/m

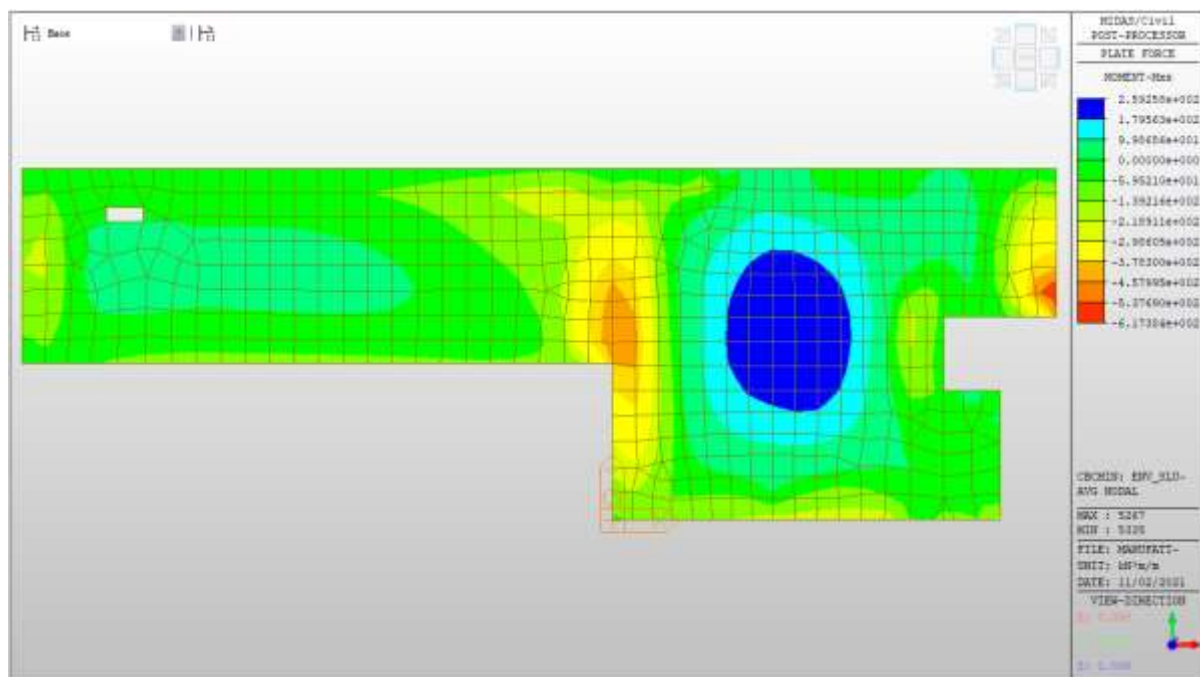


Momento orizzontale

MXX max, SLV-SLU= +512 kNm/m



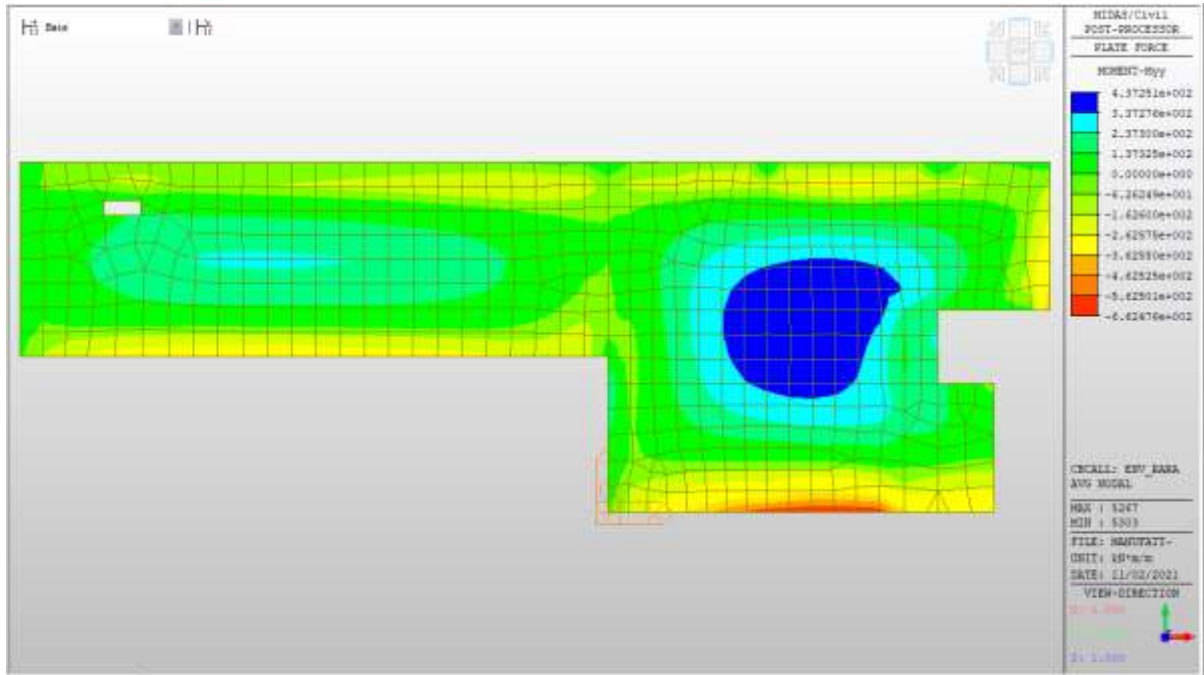
MXX min, SLV-SLU= -618 kNm/m



Solaio a quota p.c. – Mappe sollecitazioni SLE - RARA

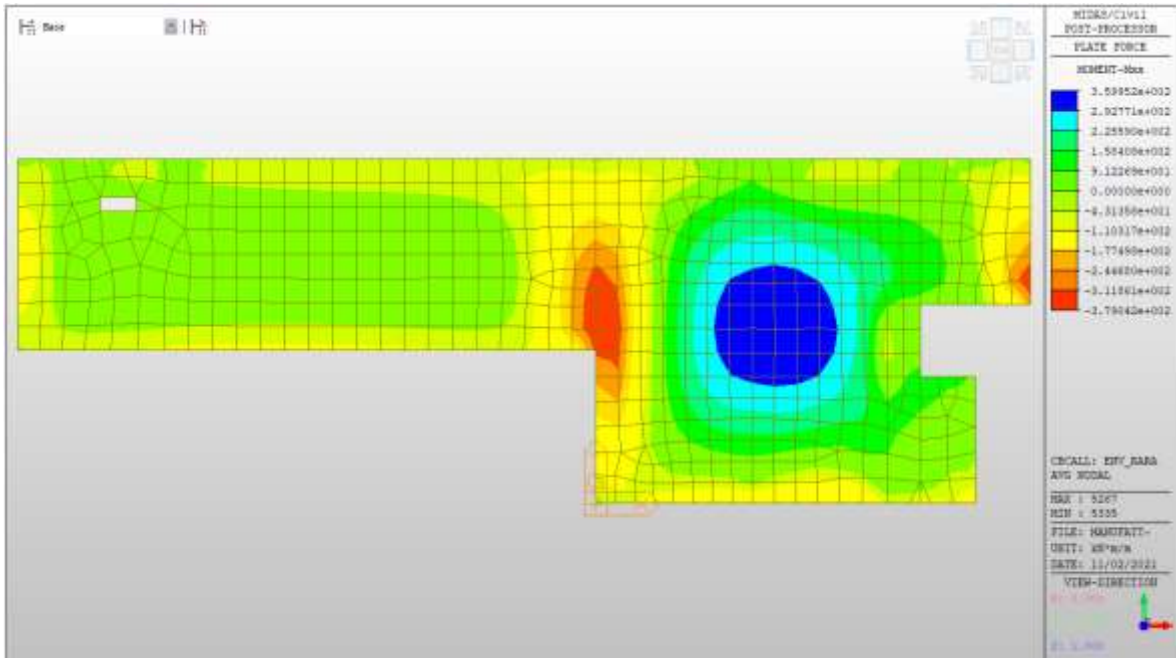
MYX max, RARA= +438 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull'intera area)

MYX min, RARA= -662 kNm/m



MXX max, RARA= +360 kNm/m

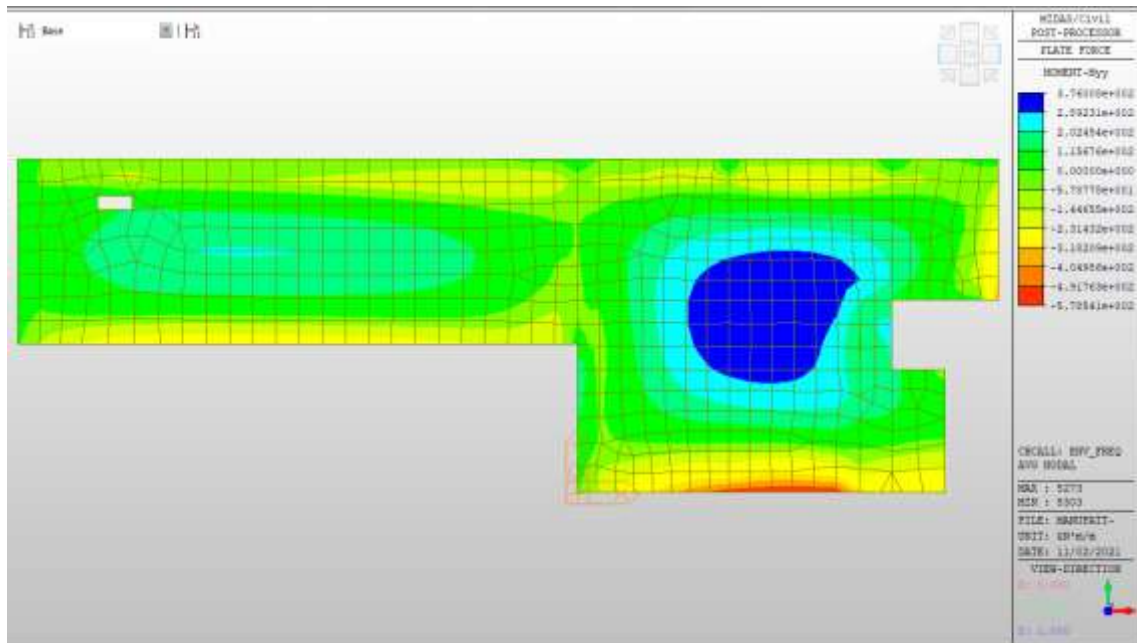
MXX min, RARA= -379 kNm/m



Solaio a quota p.c. – Mappe sollecitazioni SLE - Frequente

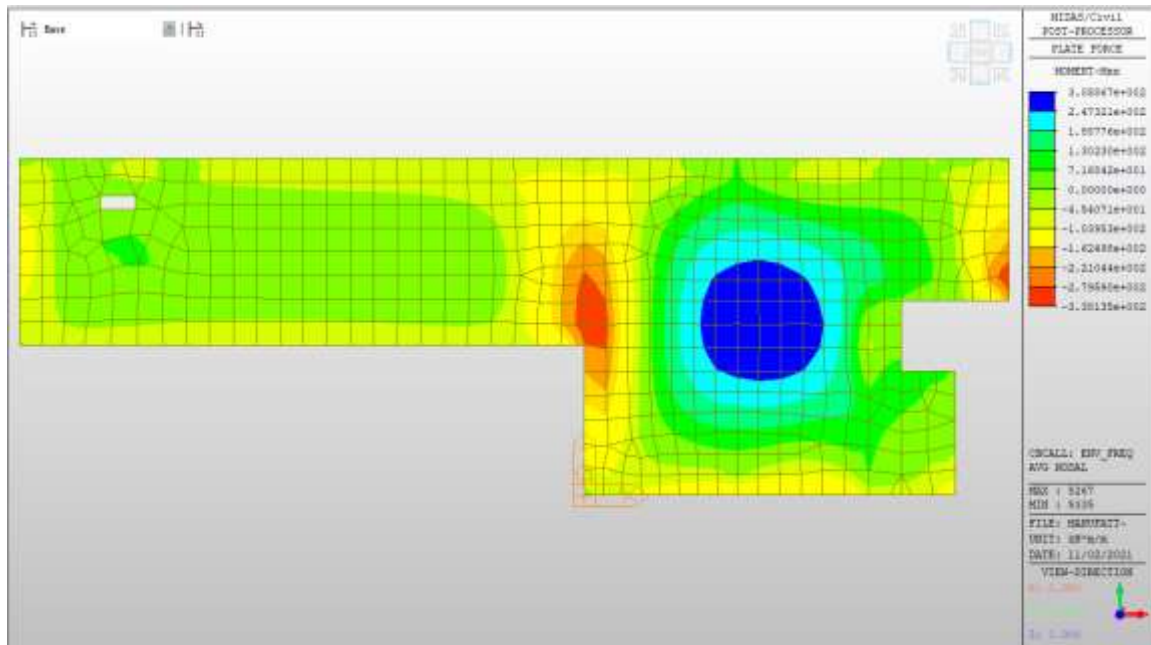
MYX max, Frequente= +376 kNm/m

MYX min, Frequente= -578 kNm/m



MXX max, Frequente= +306kNm/m

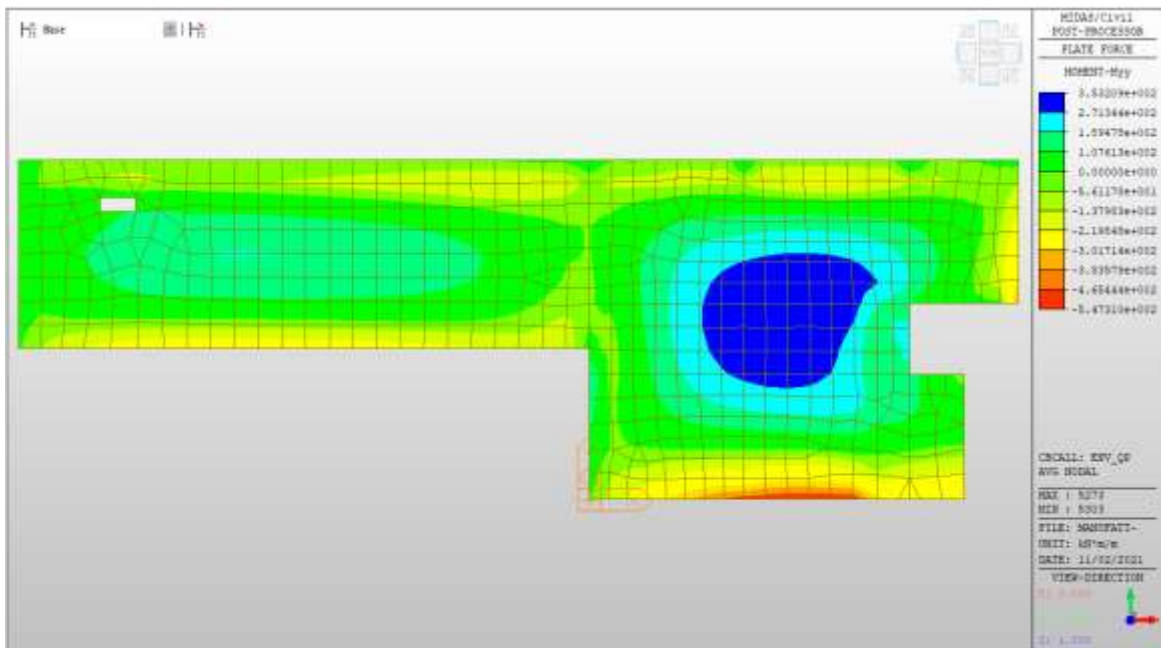
MXX min, Frequente= - 338kNm/m



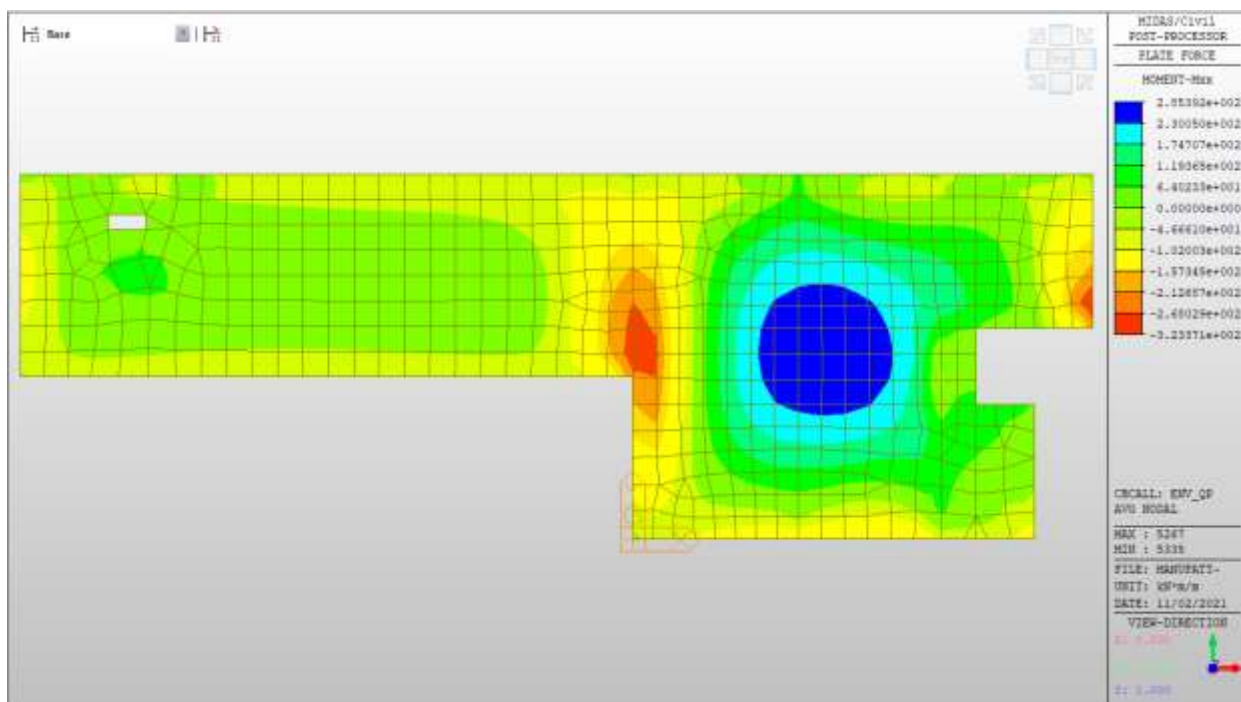
Solaio a quota p.c. – Mappe sollecitazioni SLE – Quasi permanente

MYX max, QP= +353kNm/m

MYX 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 ²)
Barre superiori:	$7\phi 24$	(31.7 cm ²)
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 ≥ 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 ²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
As eff.	Area Barre tese di acciaio [cm ²] 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

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) 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	2.14	-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	sm	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 ≥ 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.)

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	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]

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

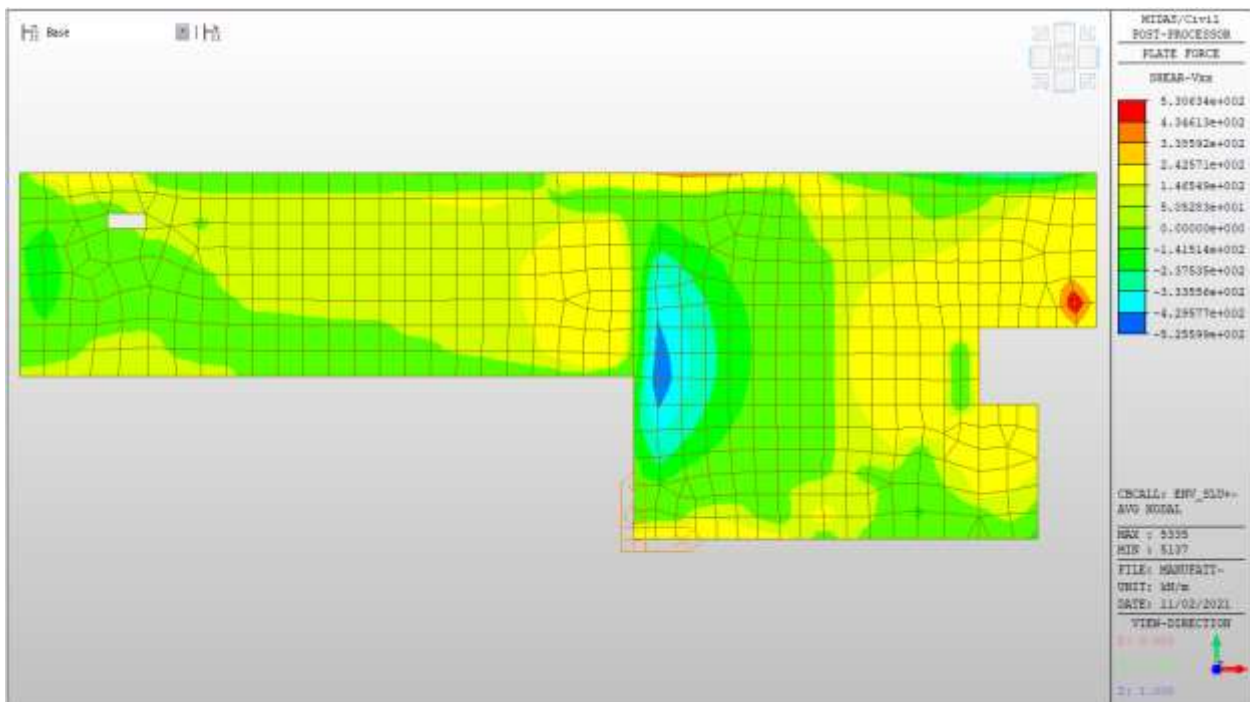
N°Comb	Ver	Sclmax	Sclmin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	1.39	-1.39	-7.9	0.196	0.50	0.400	0.000205 (0.000205)	235	0.082 (0.20)	635.94
2	S	1.58	-1.58	-8.9	0.196	0.50	0.400	0.000232 (0.000232)	235	0.093 (0.20)	-635.94

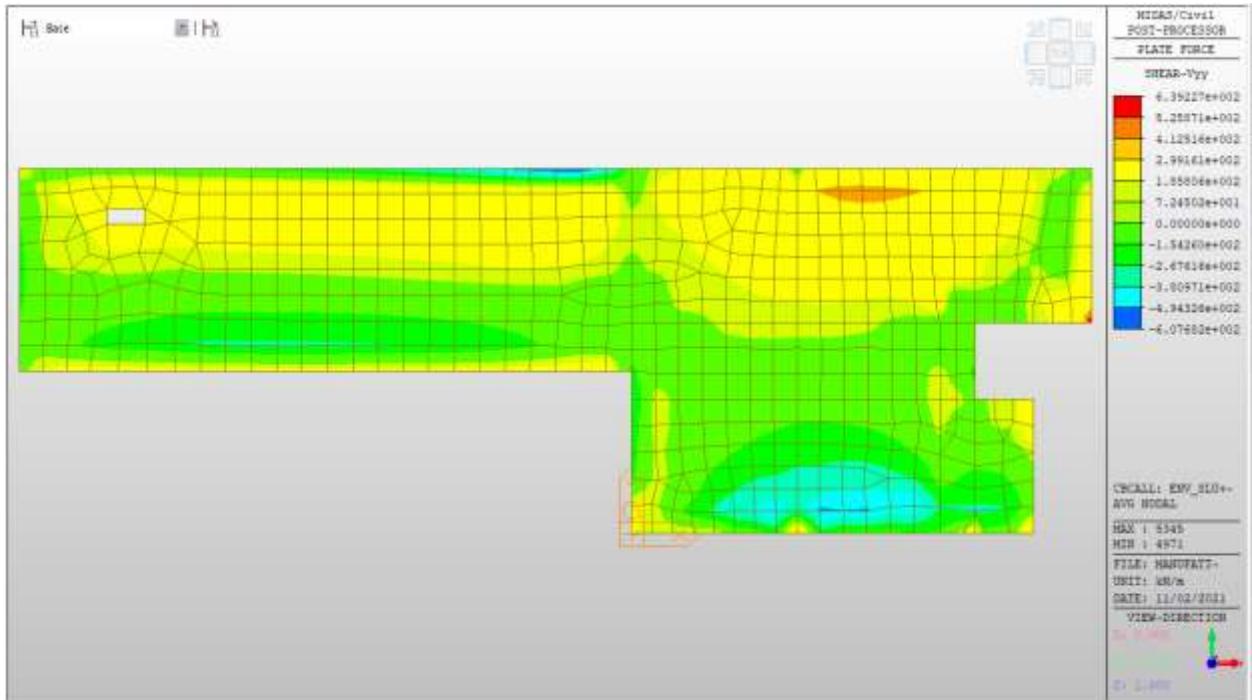
Nei confronti delle azioni di taglio si dispongono spilli $\phi 10/200 \times 200$ in corrispondenza delle intersezioni con i setti verticali.

Di seguito la verifica per la sollecitazione massima di taglio:

Taglio massimo

V MAX, SLV-SLU= 640kN/m





Verifica a taglio (SLU)

$V_{ed} =$	640	kN	Taglio agente verticale
$H =$	1000	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 ²	resistenza caratteristica a compressione
$f_{cd} =$	17.4	N/mm ²	resistenza di progetto a compressione
$c =$	50	mm	copriferro
$b_{st} =$	5	-	braccia delle staffe
$\Phi_{st} =$	10	mm	diametro staffe
$s =$	200	mm	passo staffe
$A_{st} =$	393	mm ²	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 ²	resistenza a compressione ridotta del cls d'anima
$\alpha_c =$	1.000	-	coefficiente maggiorativo per compressione
$f_{yd} =$	391.3	N/mm ²	resistenza a snervamento dell'acciaio
$V_{Rsd} =$	1625.9	kN	taglio resistente relativo alle armature tese
$V_{Rcd} =$	2584.0	kN	taglio resistente relativo alle bielle compresse
$V_{Rd} =$	1625.9	kN	ok!

C.S. ($V_{Rd}/V_{ed,v}$) = 2.54

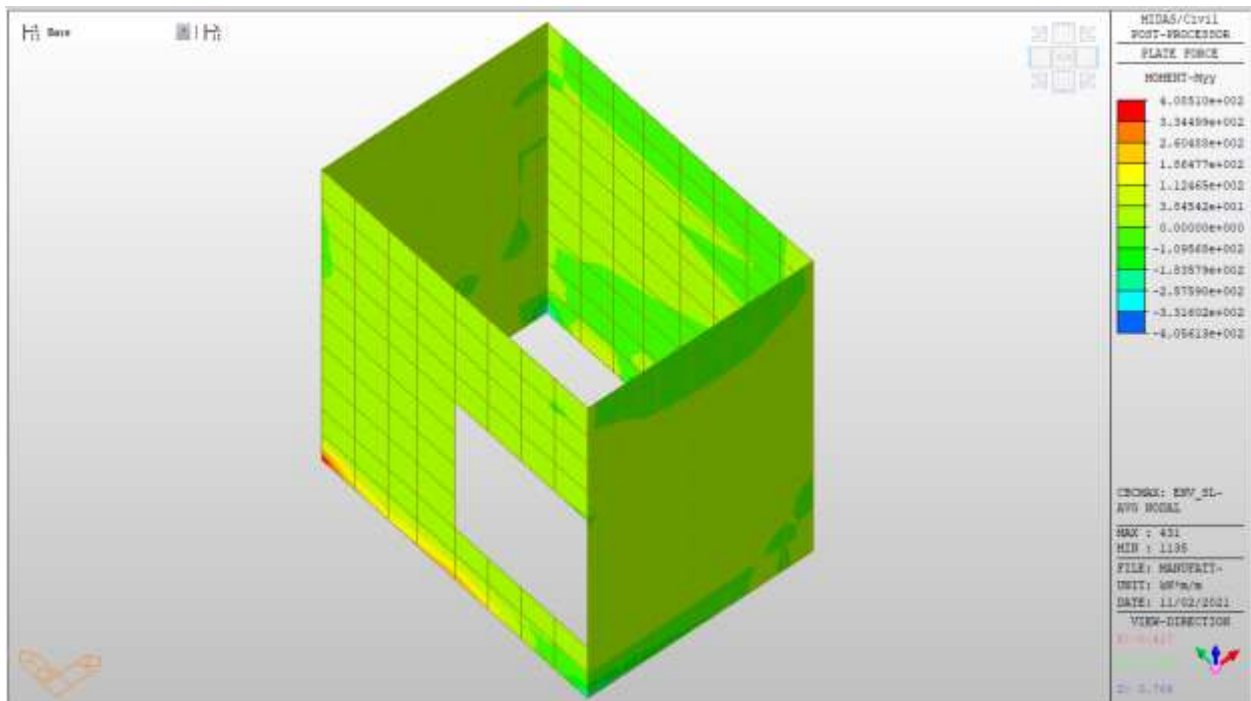
Setti perimetrali fuori terra

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.

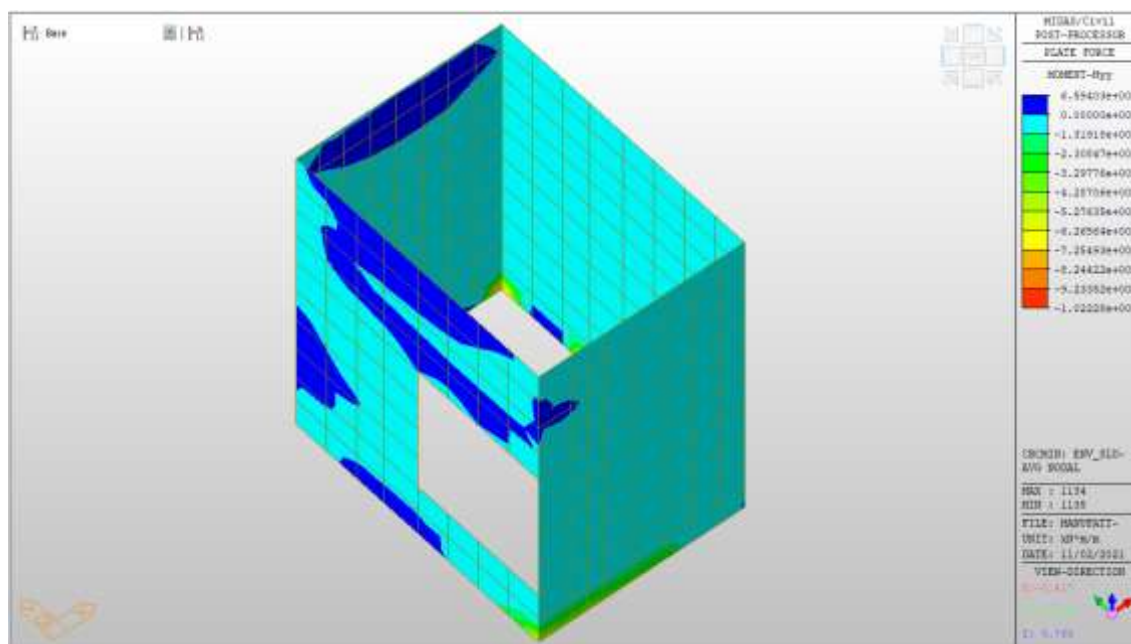
MYX max, SLV-SLU = +112 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

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)

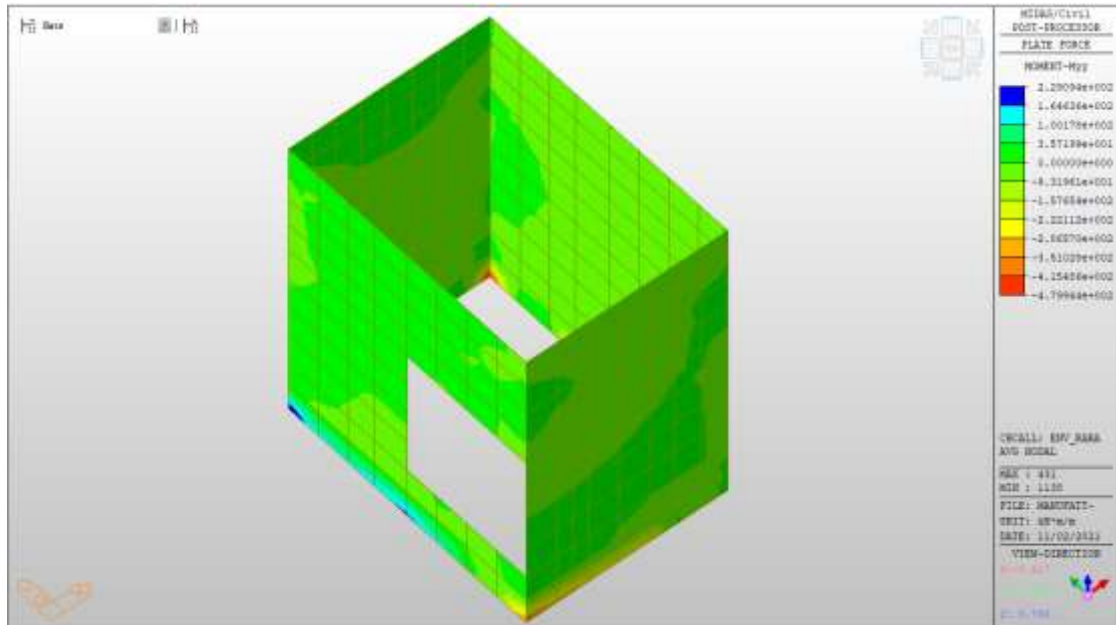
MY min, SLV-SLU = -500 kNm/m (soll. di verifica armatura zone di raffittimento)



Setti perimetrali fuori terra – SLE RARA

MY max, RARA= +36kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

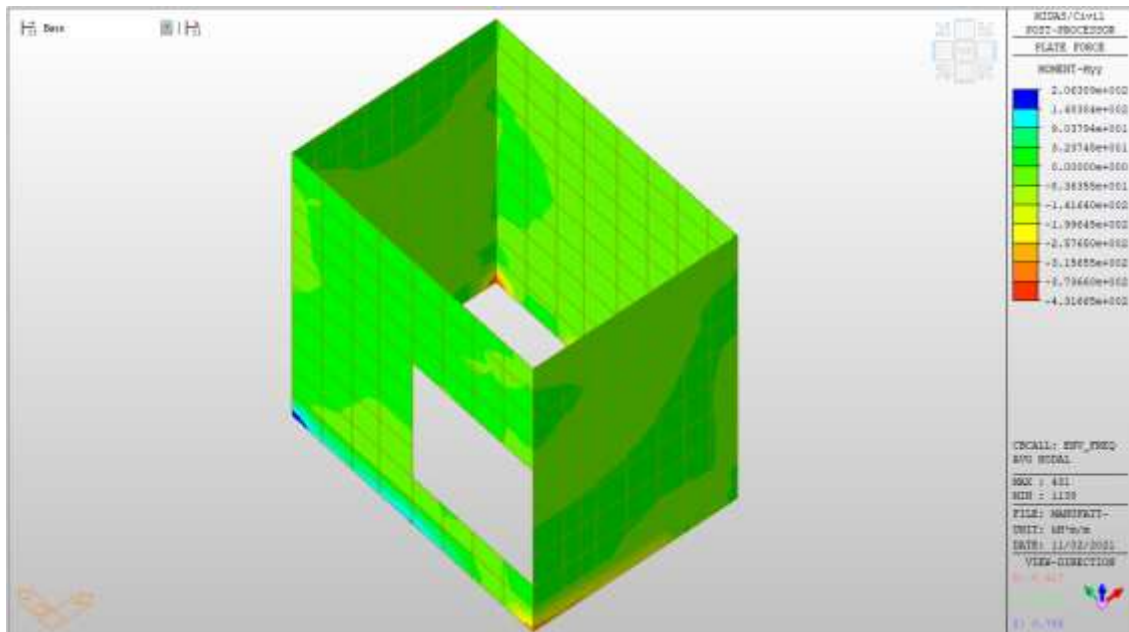
MY min, RARA= -93 kNm/m



Setti perimetrali fuori terra – SLE Frequente

MY max, Frequente= +34 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull'intera area)

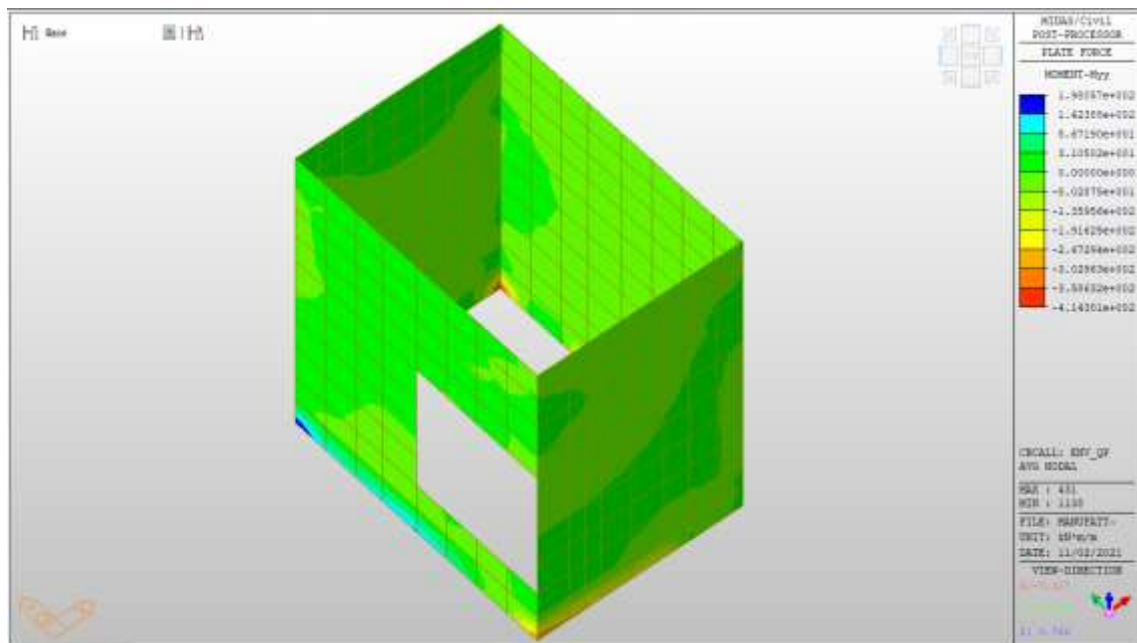
MY min, Frequente= -84 kNm/m



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 ϕ 22 al lembo superiore e 7 ϕ 22 al lembo inferiore in direzione Y.

Nelle zone di raffittimento la sezione risulta essere armata con 7+7 ϕ 24 al lembo superiore e 7+7 ϕ 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

Barre inferiori:	7Ø22	(26.6 cm ²)
Barre superiori:	7Ø22	(26.6 cm ²)
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 ≥ 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	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. [cm ²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)

ACEA ENGINEERING LABORATORIES RESEARCH INNOVATION SPA

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	2.56	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)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	1.77	-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

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 ²)
Barre superiori:	14Ø24	(63.3 cm ²)
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 ≥ 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.)

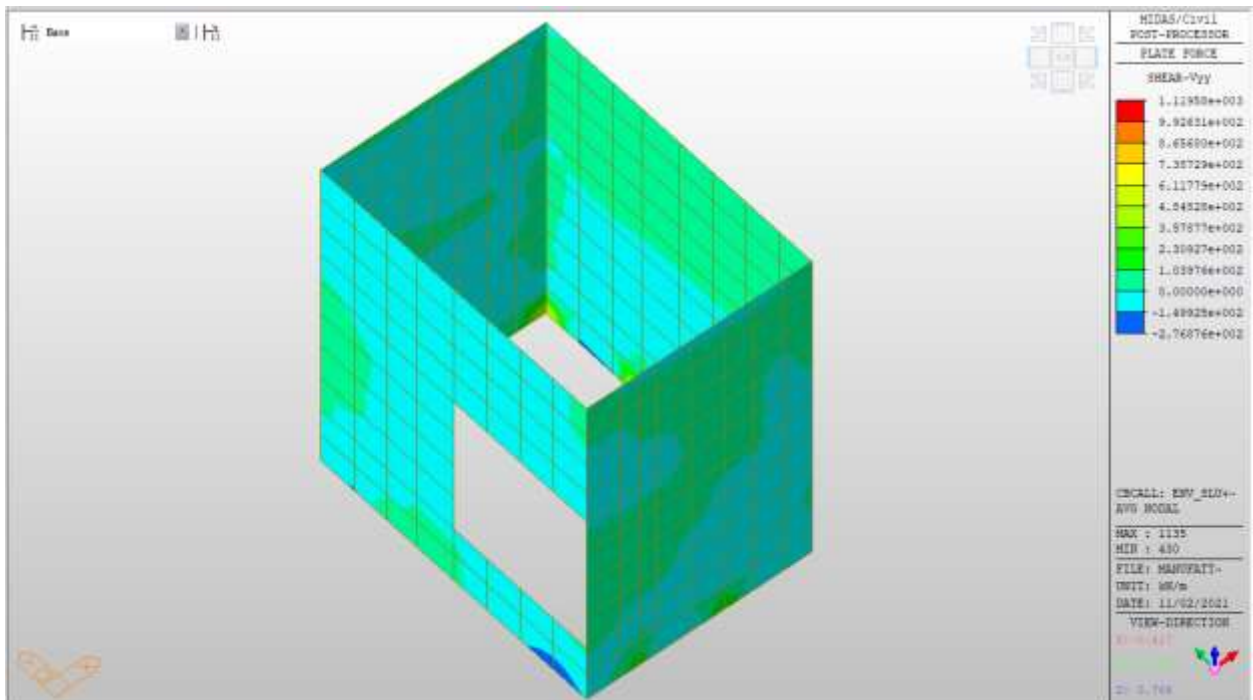
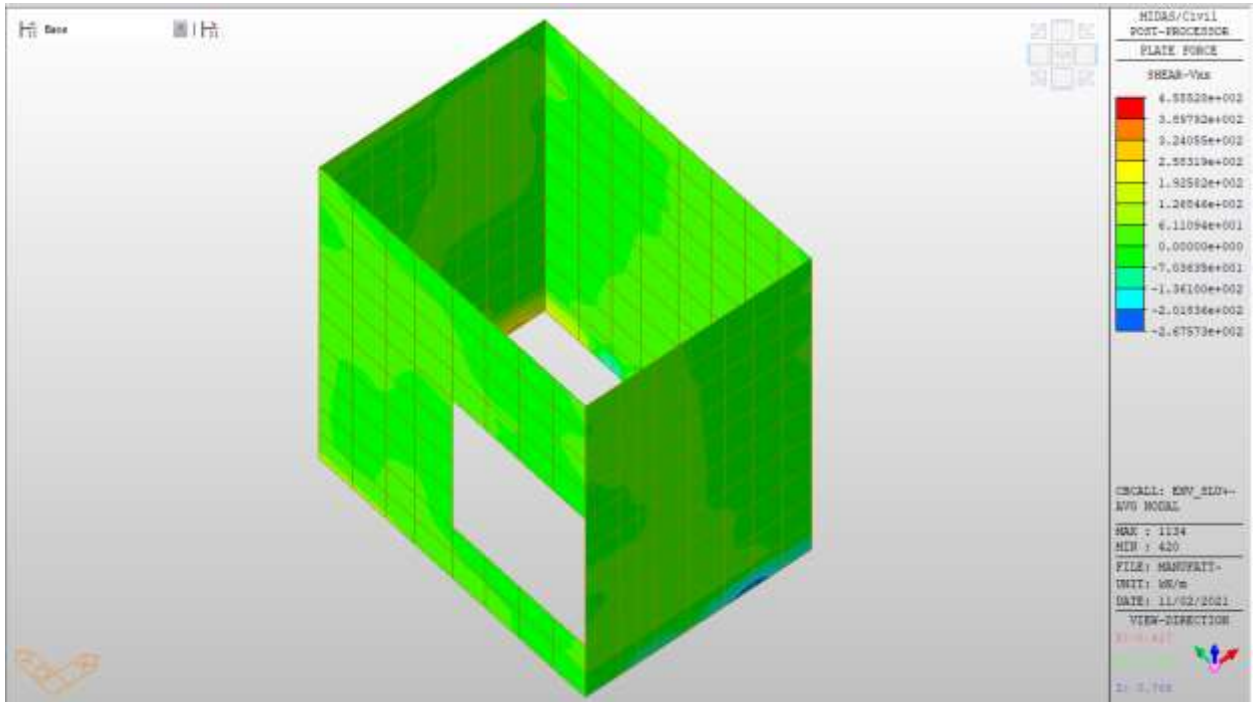
N°Comb	ec max	ec 3/7	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	-0.00271	30.0	0.00109	25.0	-0.00857	5.0
2	0.00350	-0.00271	30.0	0.00109	25.0	-0.00857	5.0

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)

$V_{ed} =$	455	kN	Taglio agente verticale
$H =$	300	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 ²	resistenza caratteristica a compressione
$f_{cd} =$	17.4	N/mm ²	resistenza di progetto a compressione
$c =$	50	mm	copriferro
$b_{st} =$	5	-	braccia delle staffe
$\Phi_{st} =$	12	mm	diametro staffe
$s =$	200	mm	passo staffe
$A_{st} =$	565	mm ²	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 ²	resistenza a compressione ridotta del cls d'anima
$\alpha_c =$	1.000	-	coefficiente maggiorativo per compressione
$f_{yd} =$	391.3	N/mm ²	resistenza a snervamento dell'acciaio
$V_{Rsd} =$	616.1	kN	taglio resistente relativo alle armature tese
$V_{Rcd} =$	680.0	kN	taglio resistente relativo alle bielle compresse
$V_{Rd} =$	616.1	kN	ok!

C.S. ($V_{Rd}/V_{ed,v}$) = 1.35

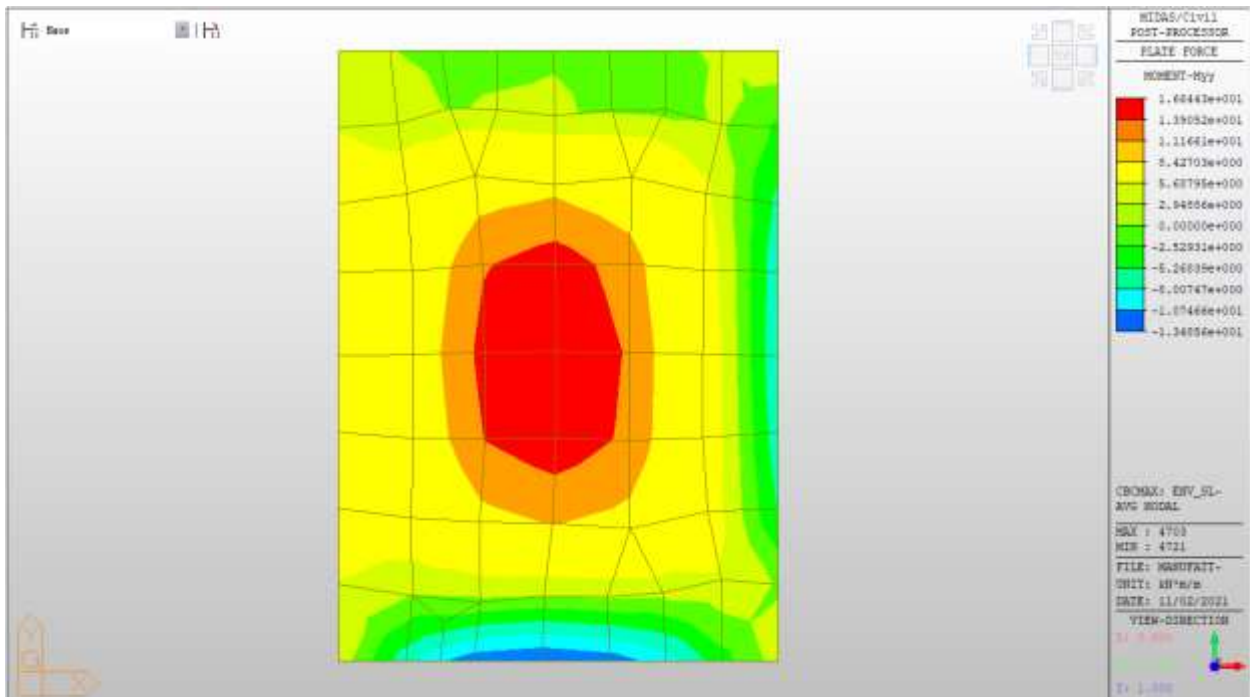
Solaio copertura

Solaio copertura – Mappe sollecitazioni SLU - SLV

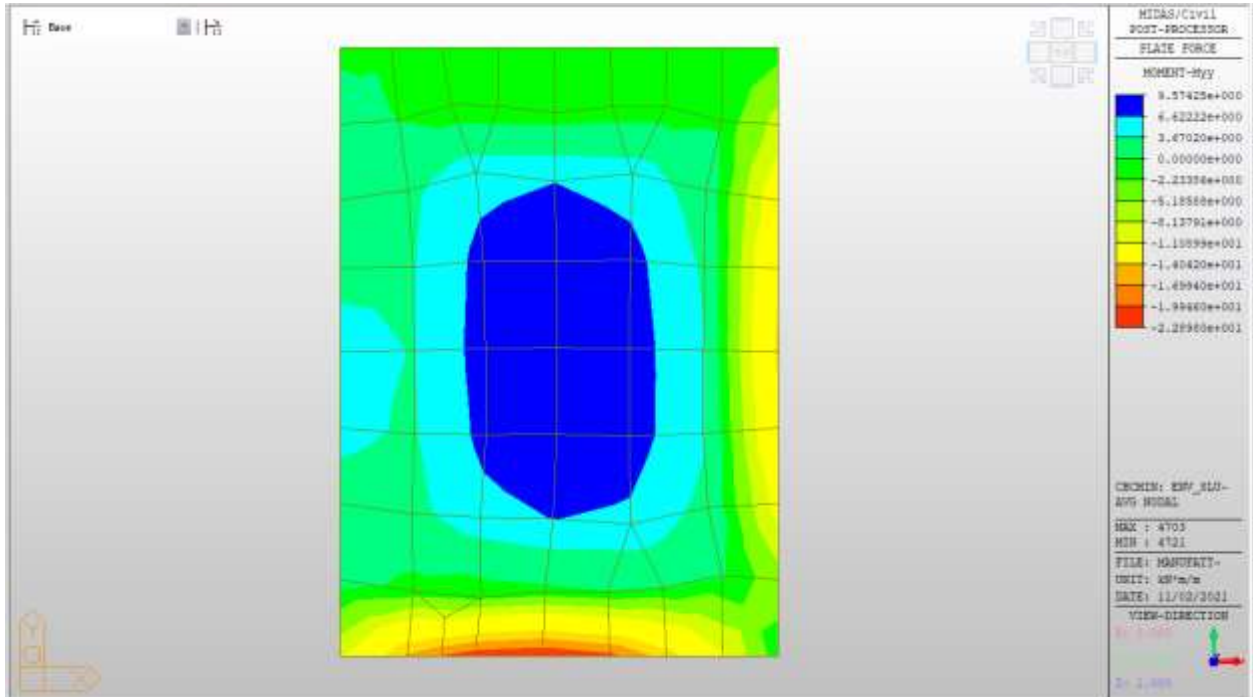
Si riportano di seguito gli involuپی delle mappe delle sollecitazioni per le combinazioni allo stato limite ultimo (sismiche e statiche) e di esercizio per solaio di copertura.

Momento verticale

MYX max, SLV-SLU = +166 kNm/m

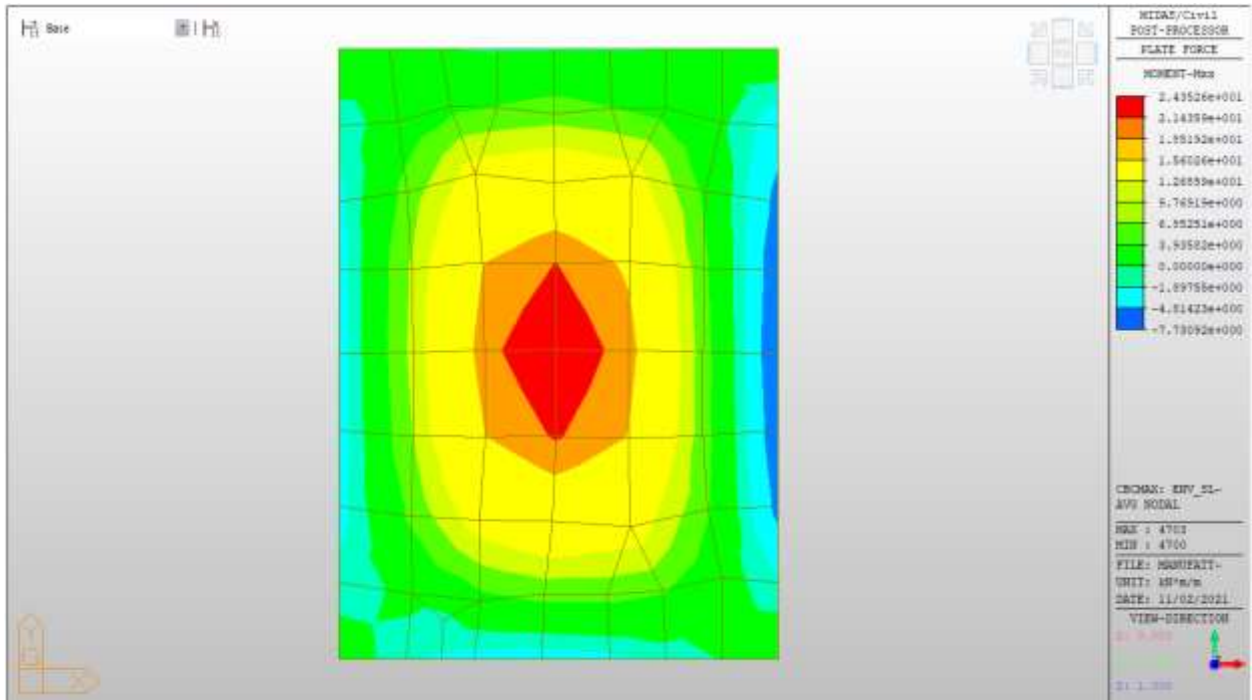


MYM min, SLV-SLU = -230 kNm/m

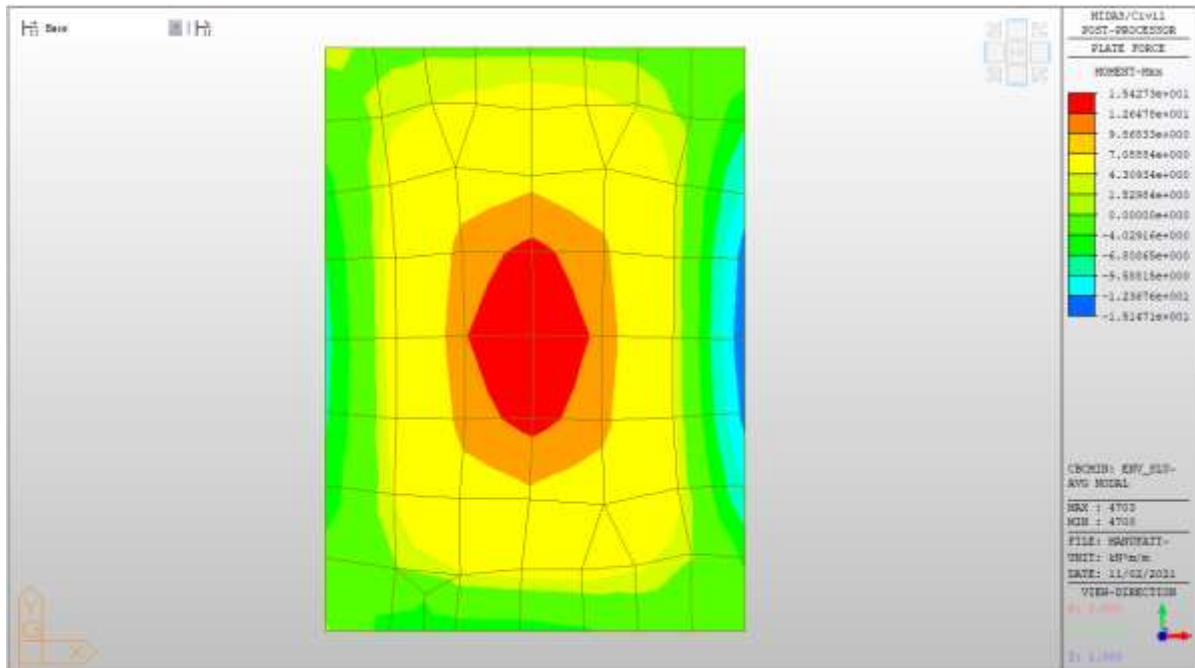


Momento orizzontale

MXM max, SLV-SLU= +244 kNm/m



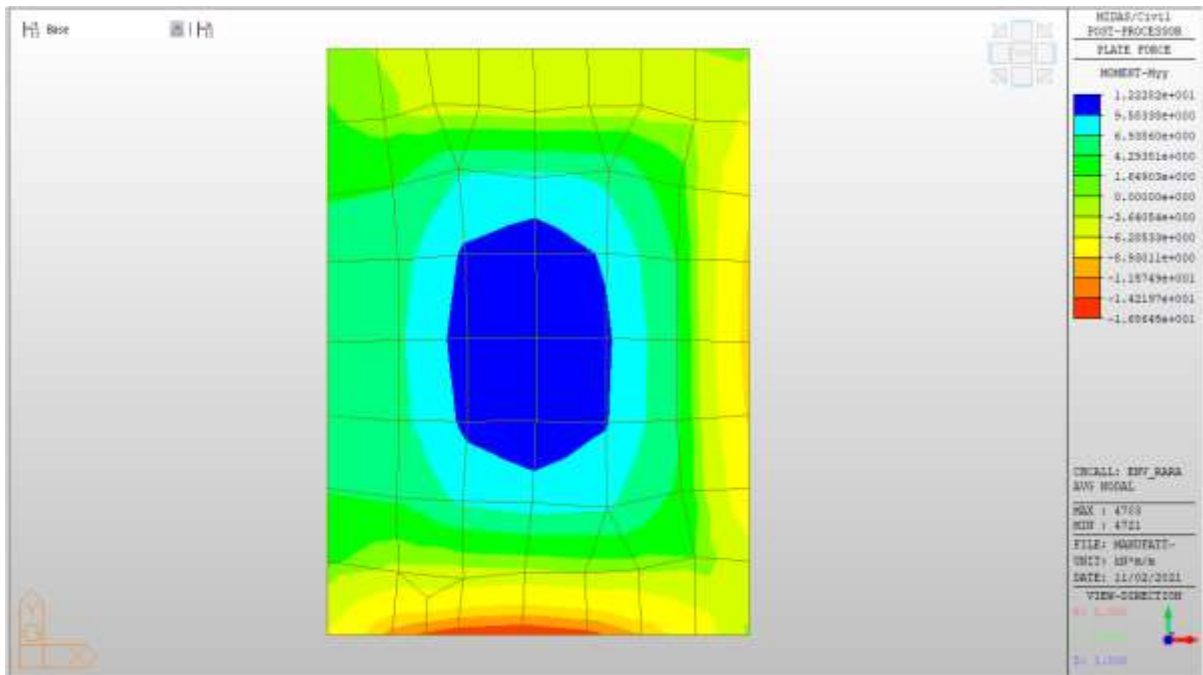
MXX min, SLV-SLU= -16 kNm/m



Solaio copertura – Mappe sollecitazioni SLE - RARA

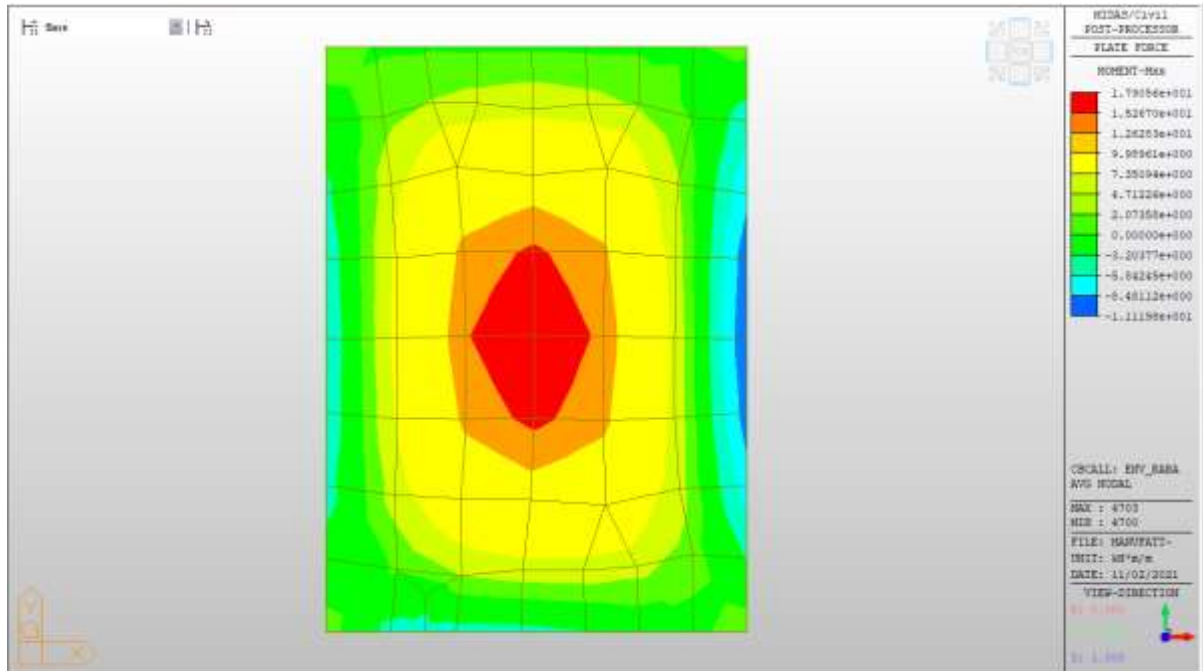
MYX max, RARA= +14 kNm/m

MYX min, RARA= -18 kNm/m



MXX max, RARA= +18 kNm/m

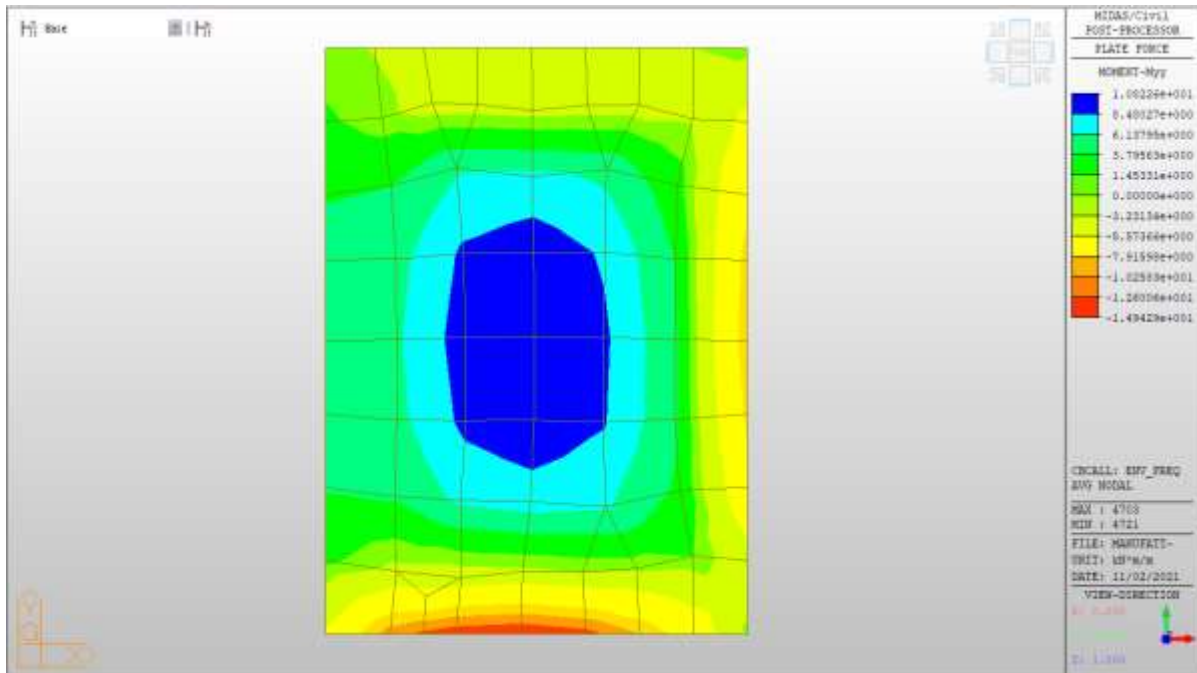
MXX min, RARA= -12 kNm/m



Solaio copertura – Mappe sollecitazioni SLE - Frequente

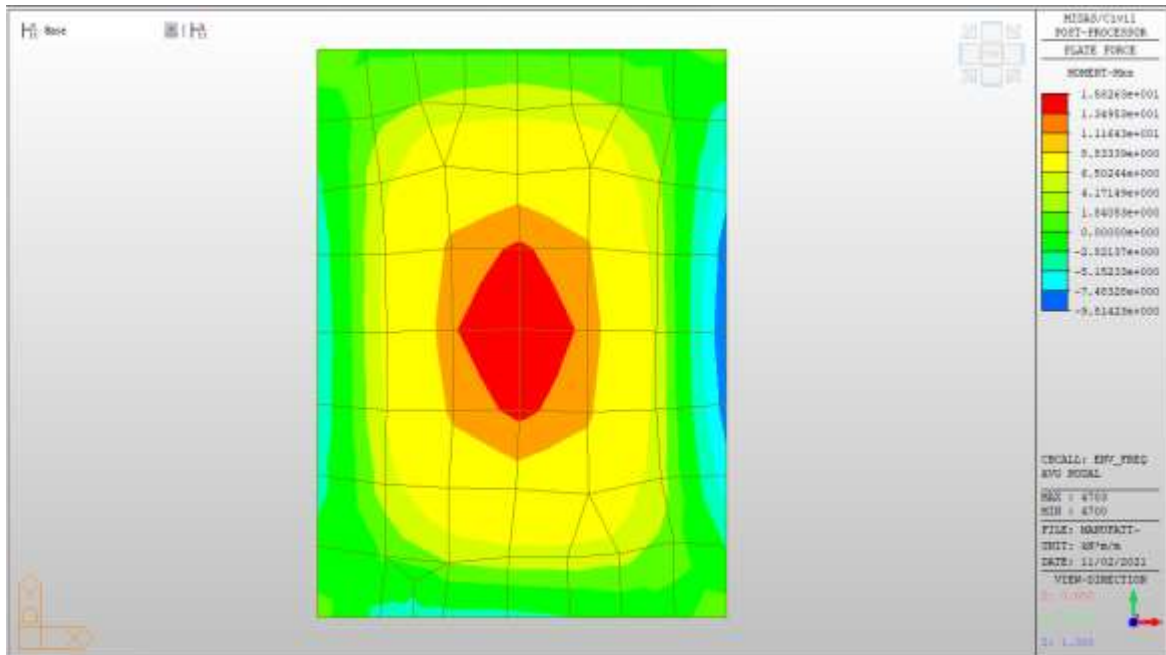
MYX max, Frequente= +12kNm/m

MYX min, Frequente= -16 kNm/m



MXX max, Frequente= +16kNm/m

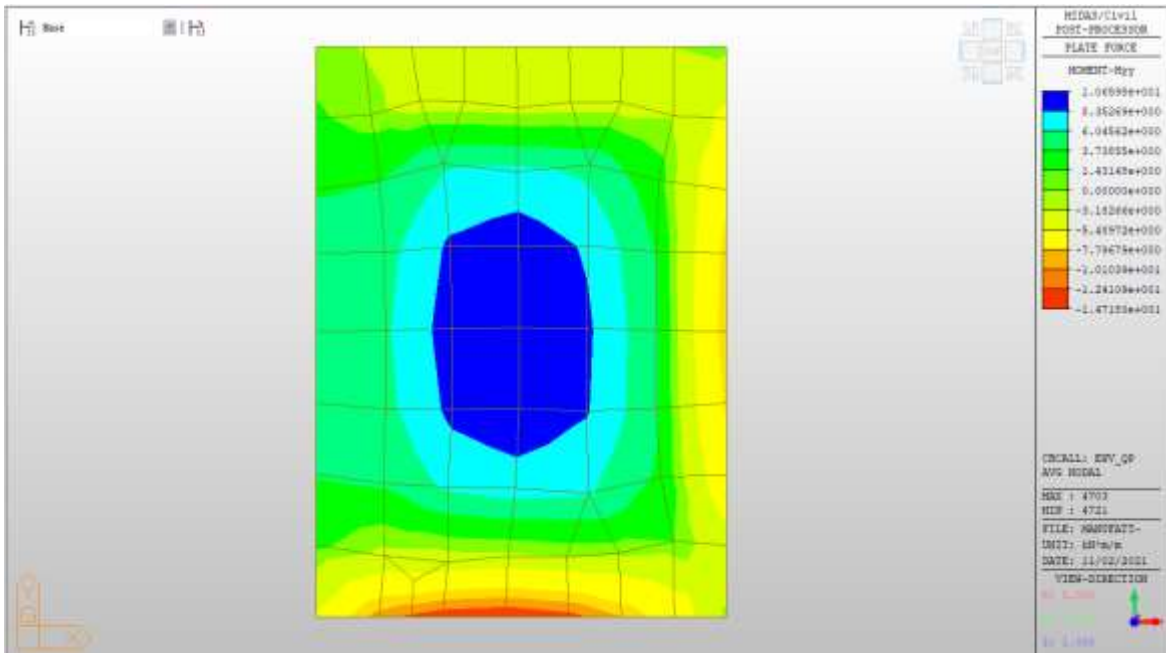
MXX min, Frequente= - 10kNm/m



Solaio copertura – Mappe sollecitazioni SLE – Quasi permanente

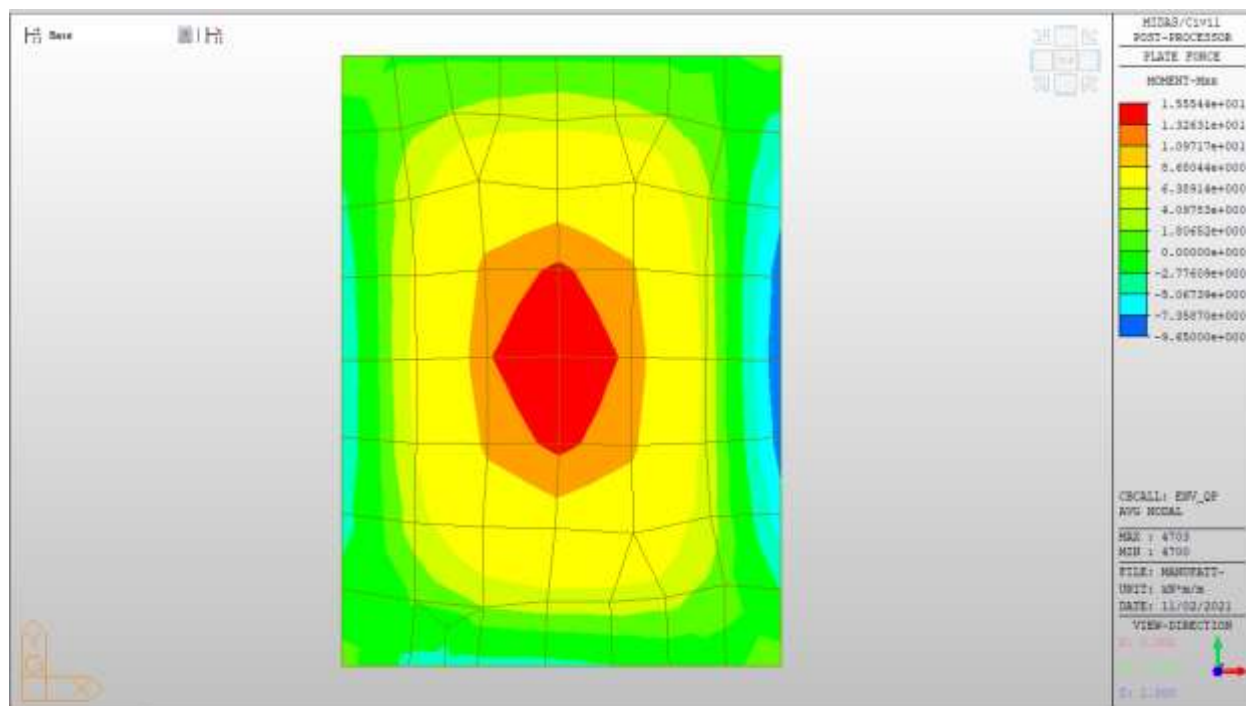
MYM max, QP= +12kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

MYM min, QP= - 16kNm/m



MXX max, QP= +16 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

MXX min, QP= -10kNm/m



Verifiche

Si riportano di seguito le verifiche effettuate. La sezione risulta essere armata con 7 ϕ 22 al lembo superiore e 7 ϕ 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 ϕ 22	(26.6 cm ²)
Barre superiori:	7 ϕ 22	(26.6 cm ²)
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 ≥ 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	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 ²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
As eff.	Area Barre tese di acciaio [cm ²] 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	1.00	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
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]
K3	Coeff. di normativa = 0,25 (ScImin + ScEff)/(2 ScImin)
Beta12	Prodotto dei Coeff. di aderenza Beta1*Beta2
Psi	= 1-Beta12*(Ssr/Ss) ² = 1-Beta12*(fctm/ScImin) 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	ScImax	ScImin	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	ScImax	ScImin	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 ≥ 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.)

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 ²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
As eff.	Area Barre tese di acciaio [cm ²] 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]

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

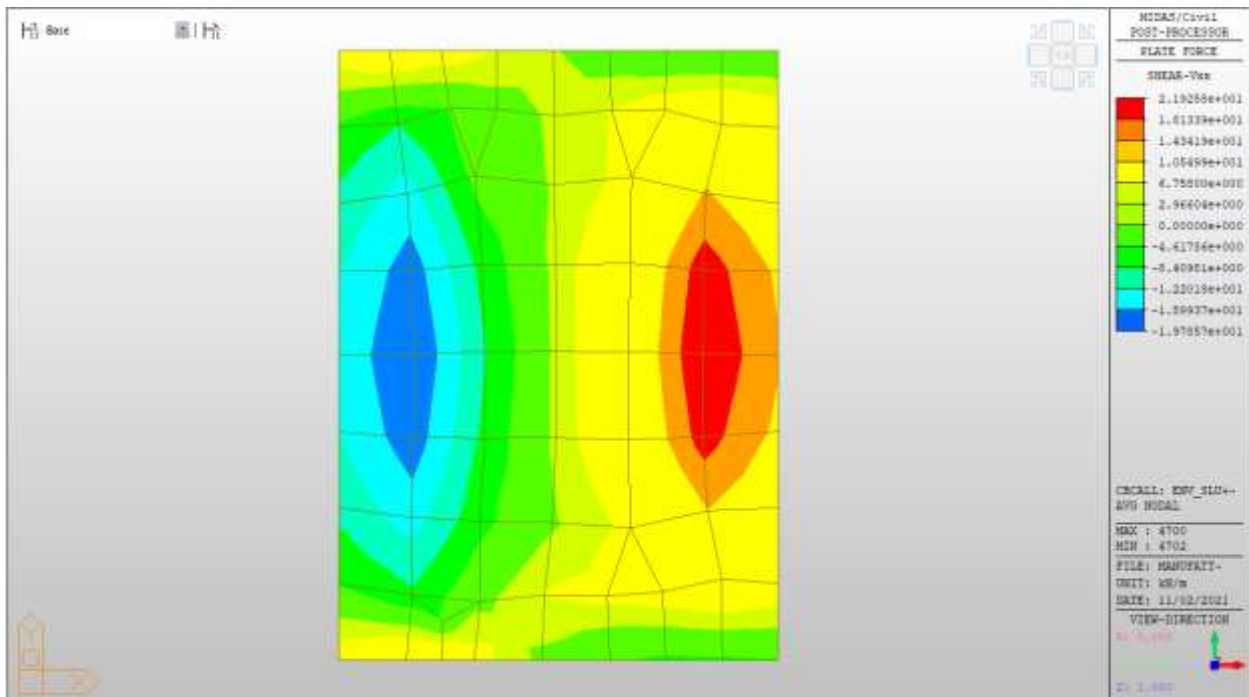
N°Comb	Ver	ScImax	ScImin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	0.71	-0.71	-2.2	0.164	0.50	0.400	0.000050 (0.000050)	94	0.008 (0.20)	70.26
2	S	0.44	-0.44	-1.4	0.164	0.50	0.400	0.000031 (0.000031)	94	0.005 (0.20)	-70.26

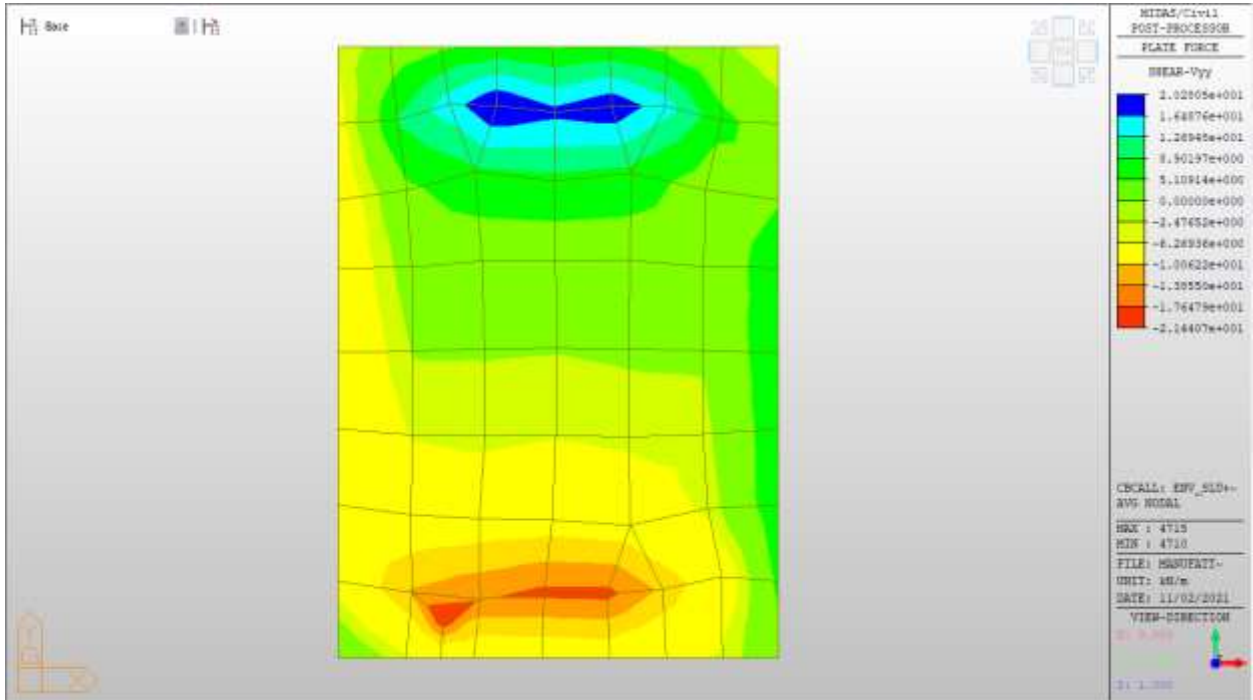
Nei confronti delle azioni di taglio, la sezione risulta verificata senza disporre specifica armatura a taglio. Si dispongono comunque spilli $\phi 10/400 \times 400$.

Di seguito la verifica per la sollecitazione massima di taglio:

Taglio massimo

V MAX, SLV-SLU= 22 kN/m





Verifica a taglio (SLU)

$V_{ed} =$	22	kN	Taglio agente verticale
$H =$	300	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 ²	resistenza caratteristica a compressione
$f_{cd} =$	17.4	N/mm ²	resistenza di progetto a compressione
$c =$	50	mm	copriferro
$b_{st} =$	3	-	braccia delle staffe
$\Phi_{st} =$	10	mm	diametro staffe
$s =$	400	mm	passo staffe
$A_{st} =$	196	mm ²	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 ²	resistenza a compressione ridotta del cls d'anima
$\alpha_c =$	1.000	-	coefficiente maggiorativo per compressione
$f_{yd} =$	391.3	N/mm ²	resistenza a snervamento dell'acciaio
$V_{Rsd} =$	107.0	kN	taglio resistente relativo alle armature tese
$V_{Rcd} =$	680.0	kN	taglio resistente relativo alle bielle compresse
$V_{Rd} =$	107.0	kN	ok!

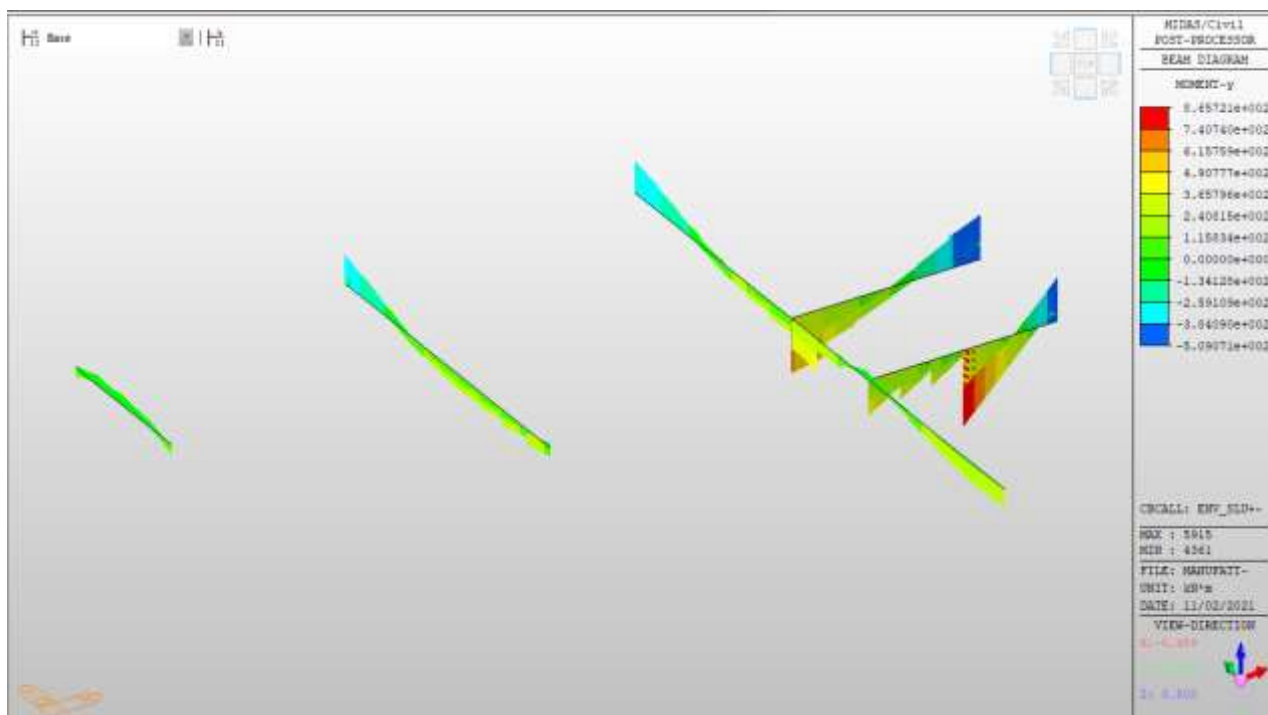
C.S. ($V_{Rd}/V_{ed,v}$) = 5.75

Travi solaio a quota +163.64 m

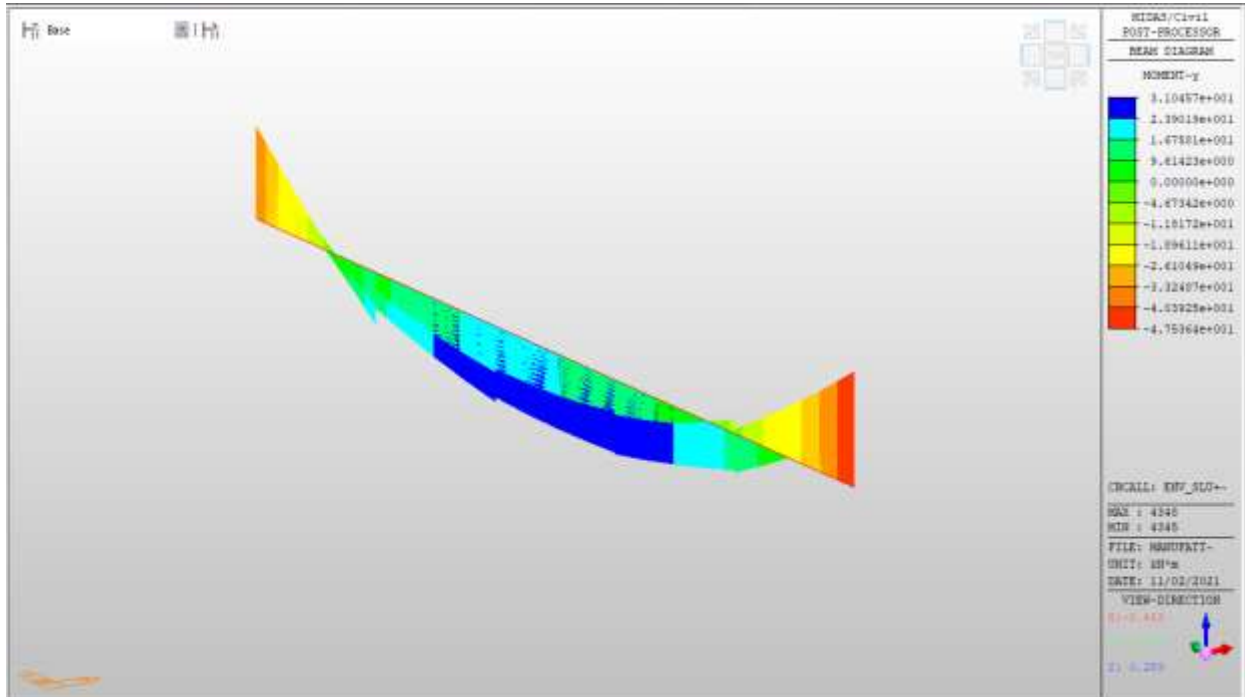
Travi solaio a quota +163.64 m– Mappe sollecitazioni SLU ed SLV

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.

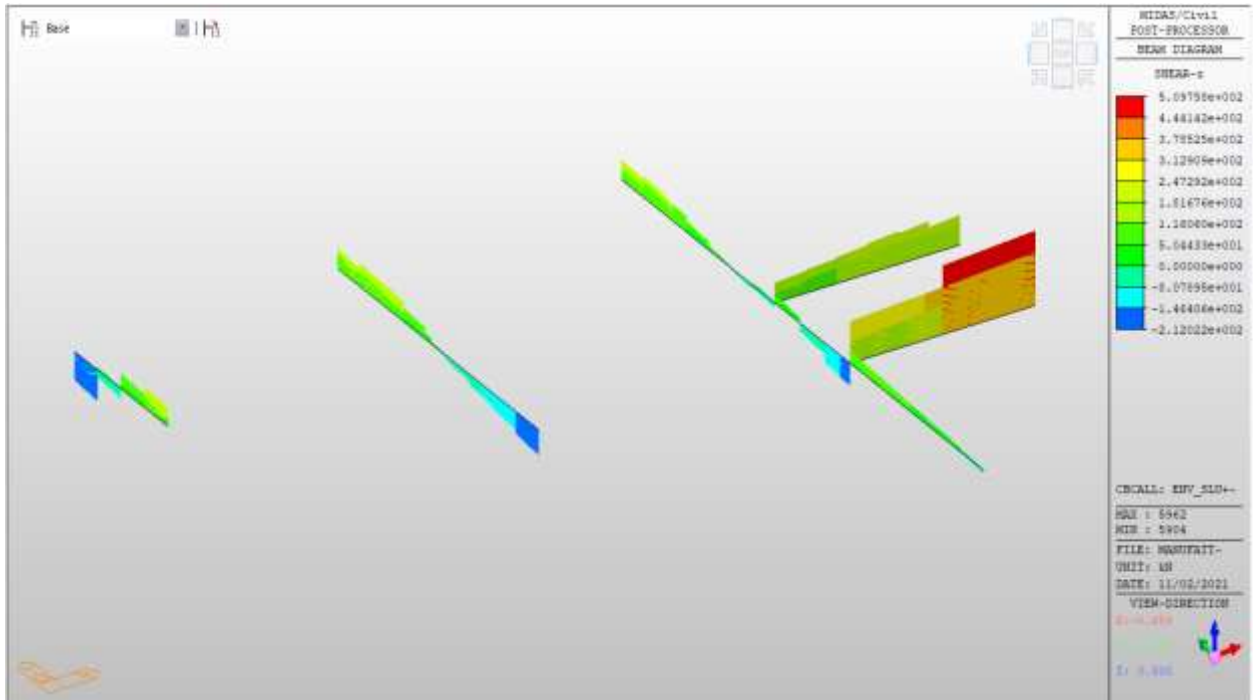
Momento MY, SLU+SLV (travi 60x120cm)



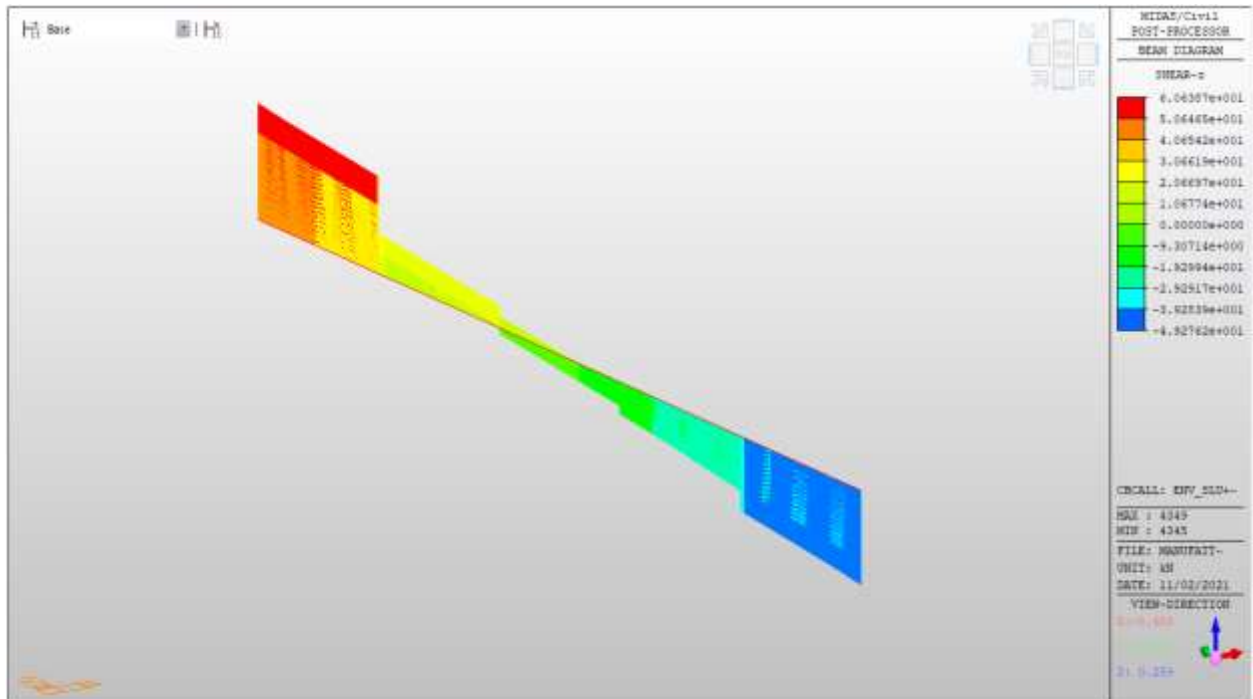
Momento MY, SLU+SLV (travi 60x60cm)



Taglio FZ, SLU+SLV (travi 60x120cm)

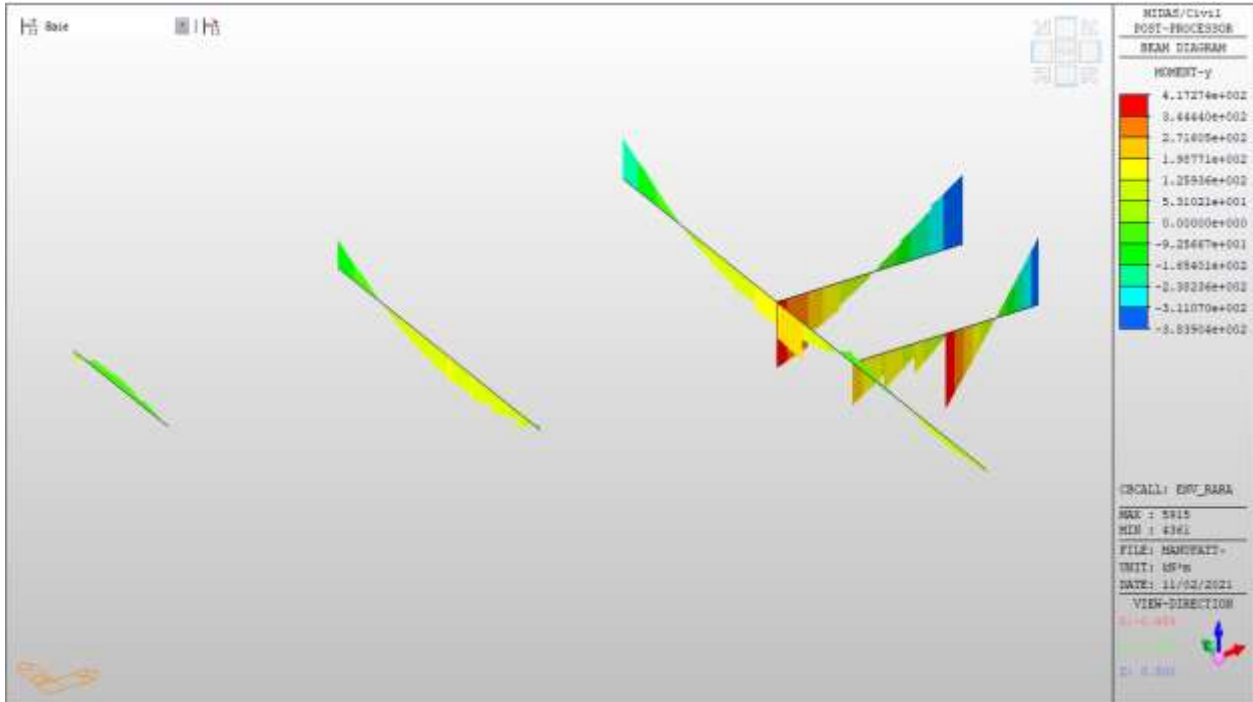


Taglio FZ, SLU+SLV (travi 60x60cm)

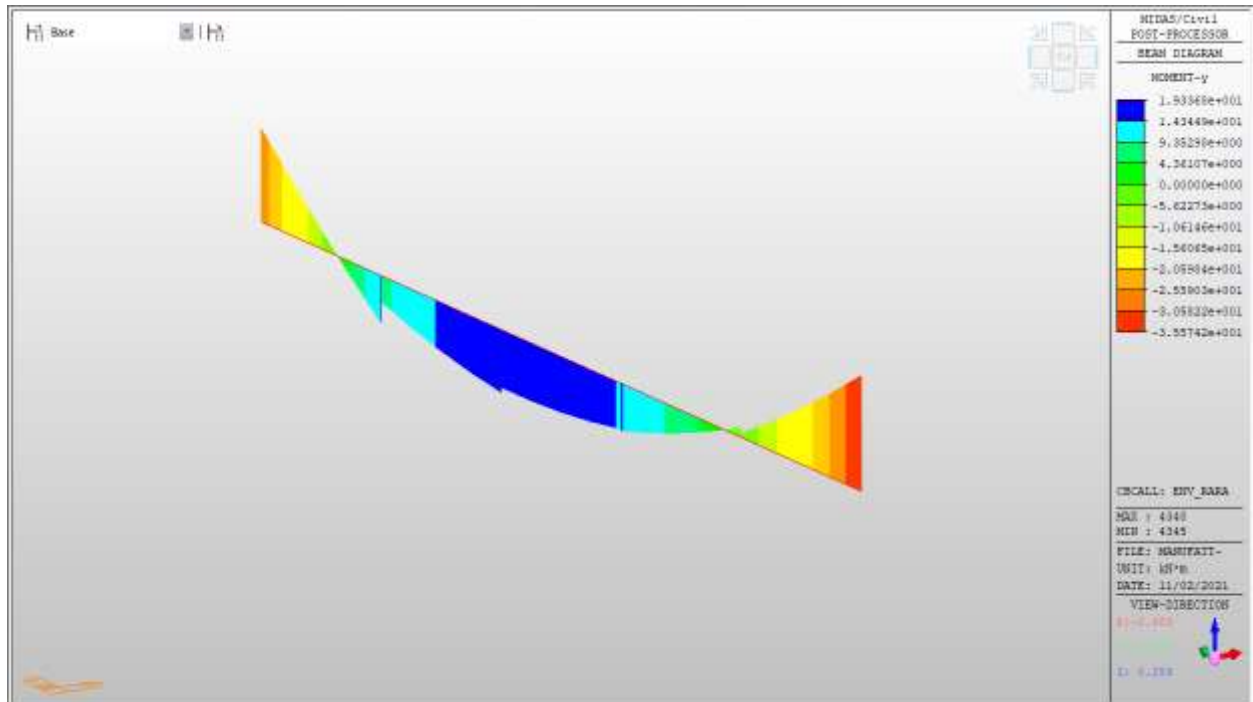


Travi solaio a quota +163.64 m– Mappe SLE RARA

Momento MY, RARA (travi 60x120cm)

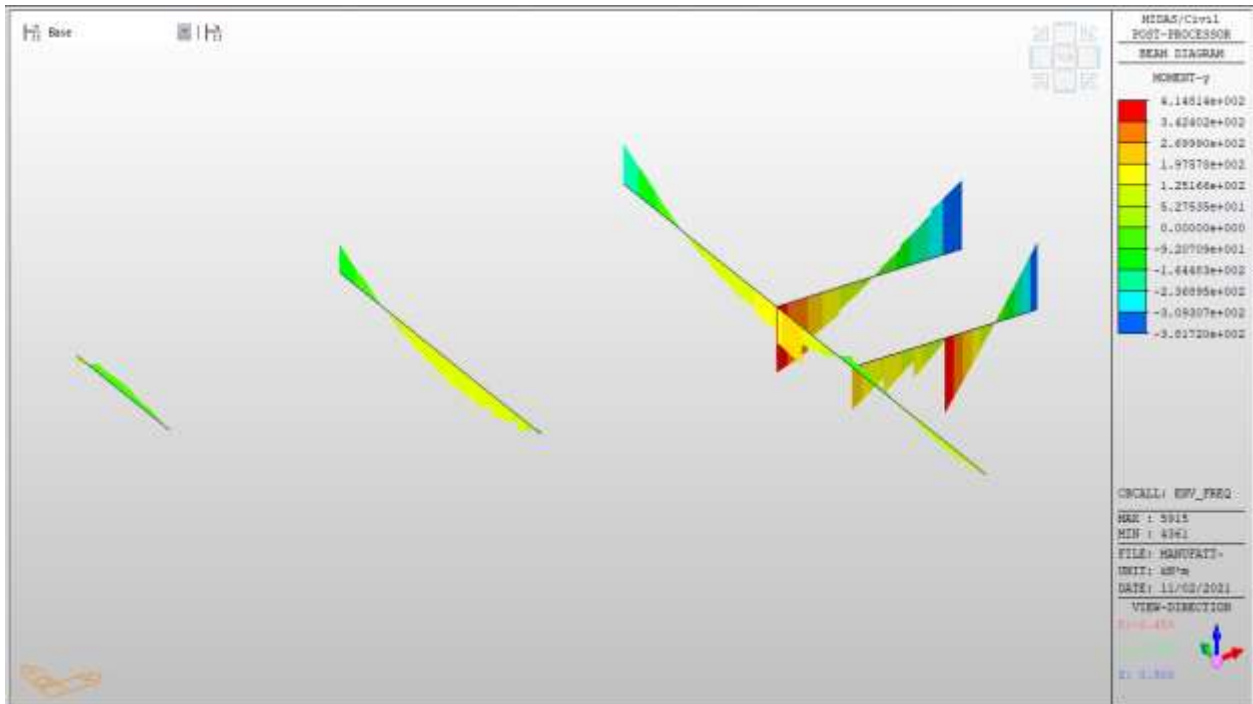


Momento MY, RARA (travi 60x60cm)

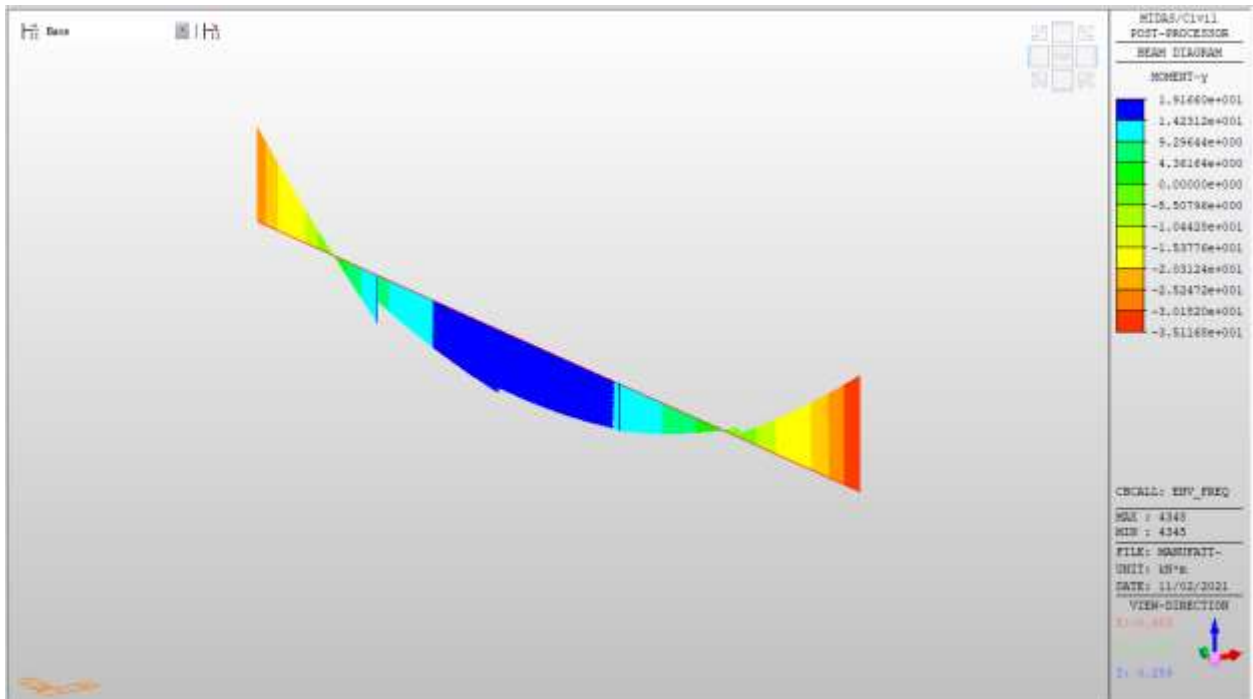


Travi solaio a quota +163.64 m– Mappe SLE Frequente

Momento MY, Frequente (travi 60x120cm)



Momento MY, Frequente (travi 60x60cm)



Verifiche

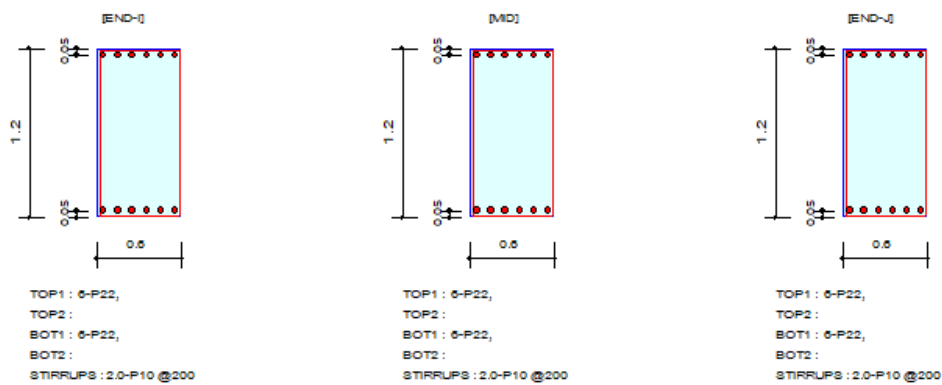
Le travi emergenti 60x120 sono armate con 6 ϕ 22 al lembo superiore e 6 ϕ 22 al lembo inferiore. Per le azioni di taglio, si dispongono staffe a 2 bracci ϕ 10/20 cm.

Le travi a spessore 60x60 sono armate con 4 ϕ 22 al lembo superiore e 4 ϕ 22 al lembo inferiore. Per le azioni di taglio, si dispongono staffe a 4 bracci ϕ 10/20 cm.

Verifiche a momento e taglio (travi emergenti 60x120cm)

Design Code : Eurocode2-2:05
Unit System : kN, m
Material Data : $f_{ck} = 32000$, $f_{yk} = 450000$, $f_{yw} = 450000$ KPa
Beam Span : 1.1 m
Section Property : 60x120 (No : 2)

2. Section Diagram



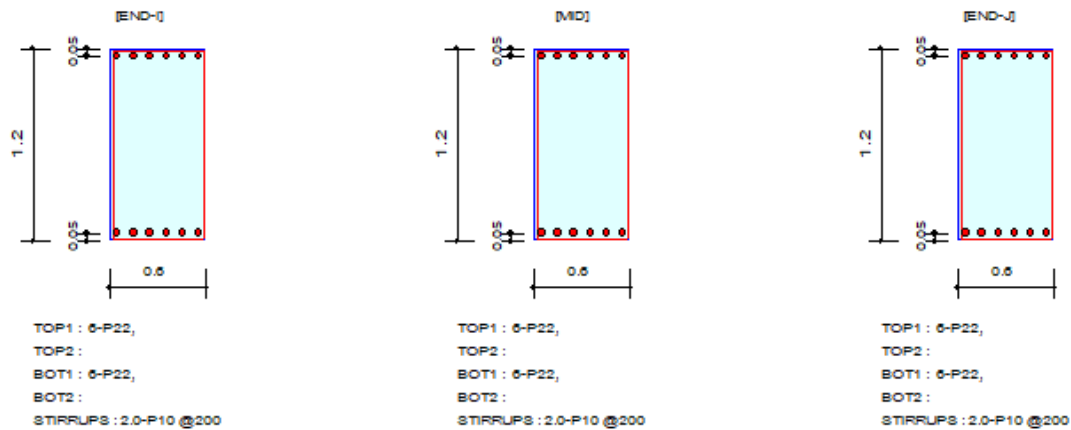
3. Bending Moment Capacity

	END-I	MID	END-J
Negative Moment (M_{Ed})	399.18	470.10	509.07
(-) Load Combination No.	30-	21	21
Factored Strength (M_{Rd})	985.18	985.18	985.18
Check Ratio (M_{Ed}/M_{Rd})	0.4052	0.4772	0.5167
Positive Moment (M_{Ed})	865.72	776.72	596.74
(+) Load Combination No.	28+	28+	28-
Factored Strength (M_{Rd})	985.18	985.18	985.18
Check Ratio (M_{Ed}/M_{Rd})	0.8787	0.7884	0.6057
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.	31+	31+	31+
Factored Shear Force (V_{Ed})	499.41	506.31	509.76
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-P10 @200	2.0-P10 @200	2.0-P10 @200
Check Ratio	0.6306	0.6394	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

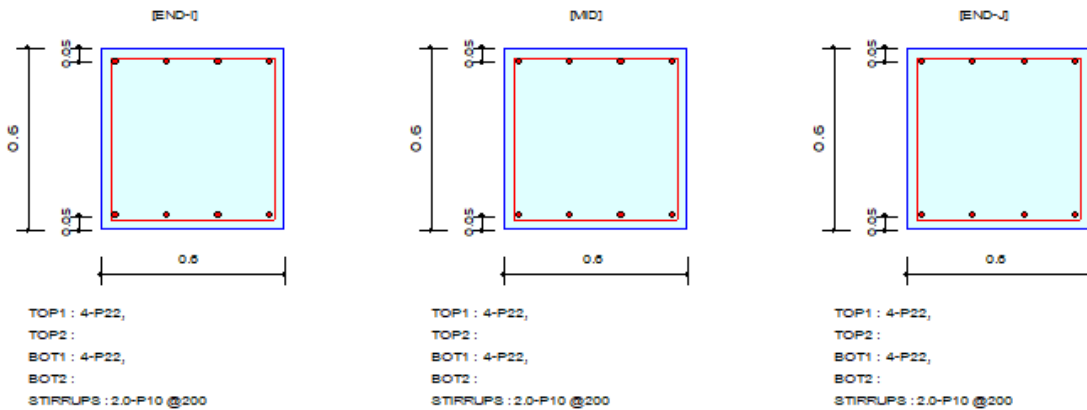
	END-I	MID	END-J
(-) Load Combination No.	51	51	51
Crack Width(w)	0.000	0.000	0.000
Allowable Crack Width(wa)	0.000	0.000	0.000
Check Ratio(w/wa)	0.0490	0.0583	0.0631
(+) Load Combination No.	46	46	46
Crack Width(w)	0.000	0.000	0.000
Allowable Crack Width(wa)	0.000	0.000	0.000
Check Ratio(w/wa)	0.0685	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



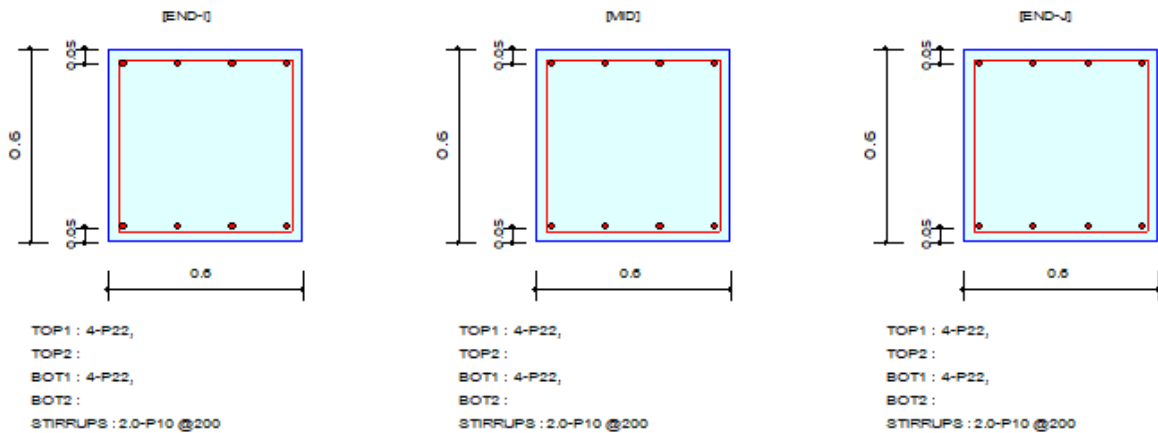
3. Bending Moment Capacity

	END-I	MID	END-J
Negative Moment (M _{Ed})	47.54	34.90	38.18
(-) Load Combination No.	22	23	22
Factored Strength (M _{Rd})	310.09	310.09	310.09
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})	310.09	310.09	310.09
Check Ratio (M _{Ed} /M _{Rd})	0.1001	0.0992	0.0985
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	MID	END-J
Load Combination No.	31-	31-	23
Factored Shear Force (V _{Ed})	52.89	57.66	60.64
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

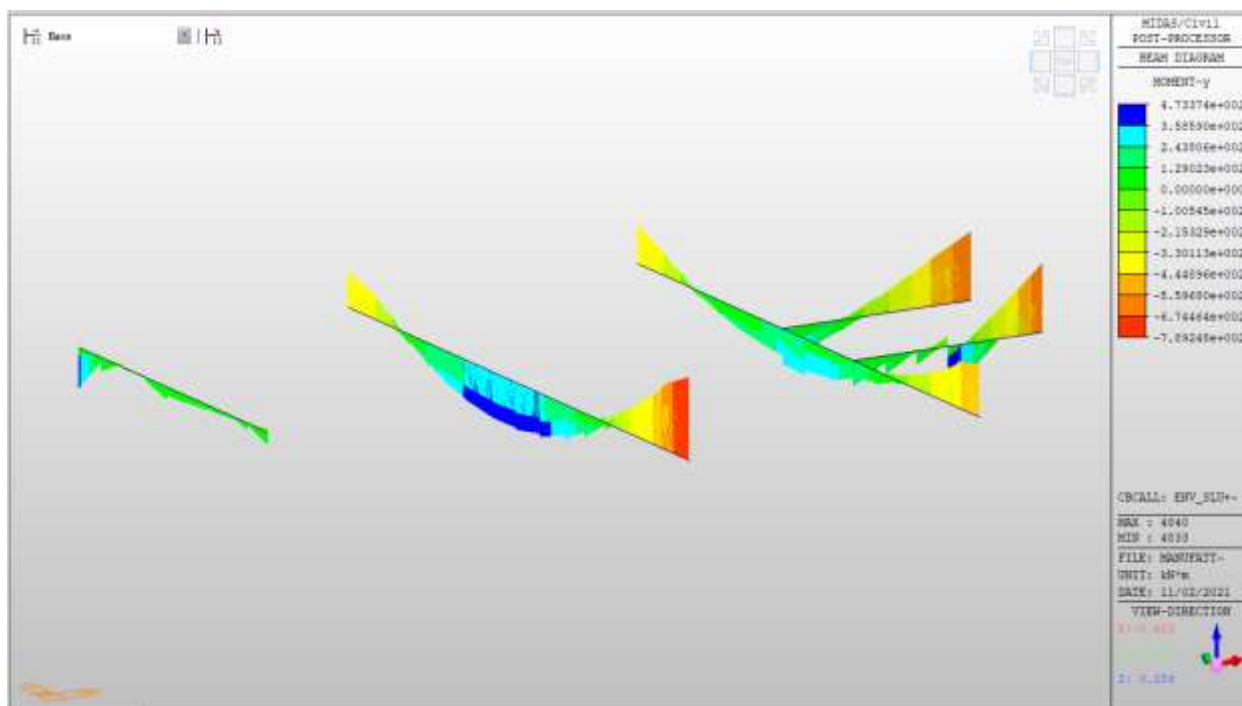
L/4 = 0.004240 > 0.0000 (LCB:32, POS: 0.5m from END-I)..... O.K

Travi solaio a quota +171.94 m

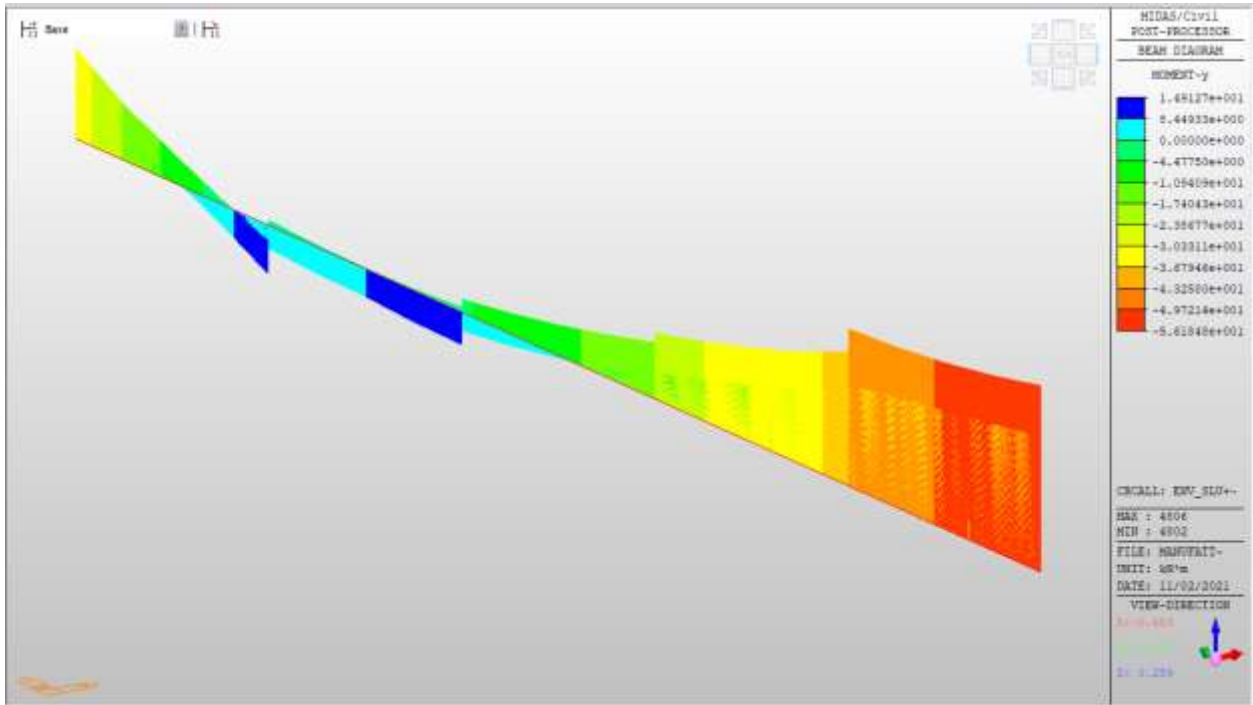
Travi solaio a quota +171.94m– Mappe sollecitazioni SLU e SLV

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.

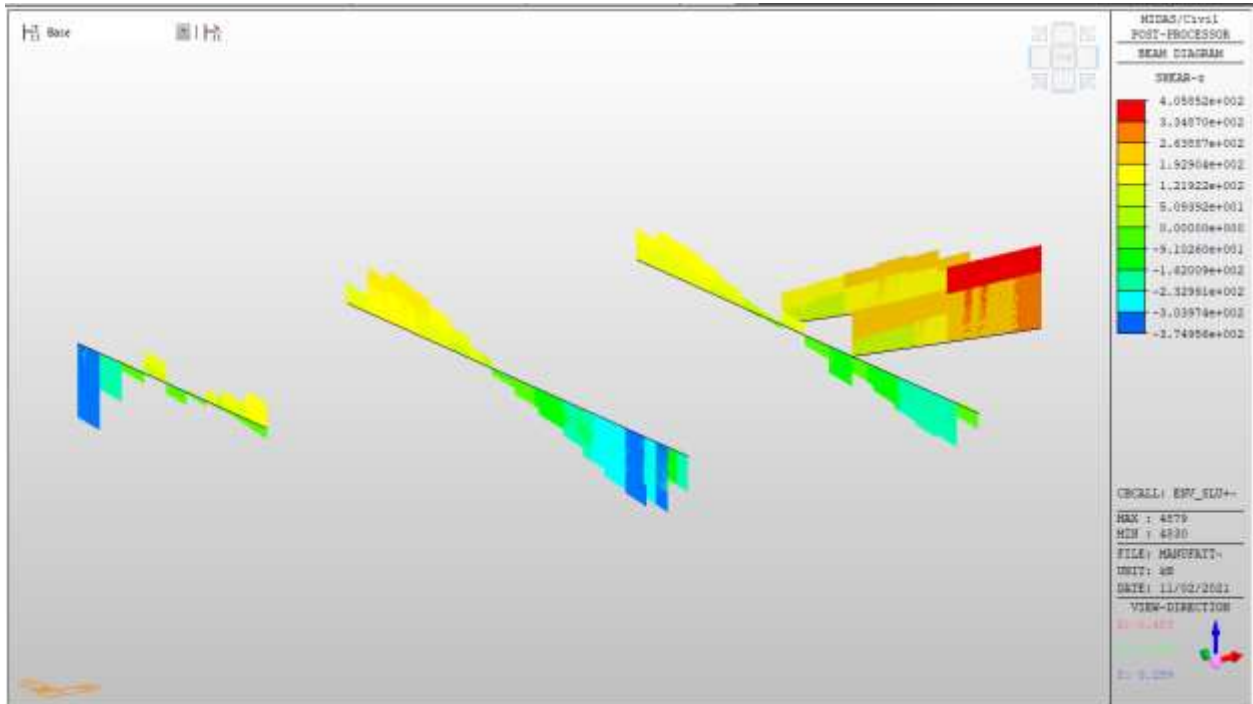
Momento MY, SLU+SLV (travi 60x120cm)



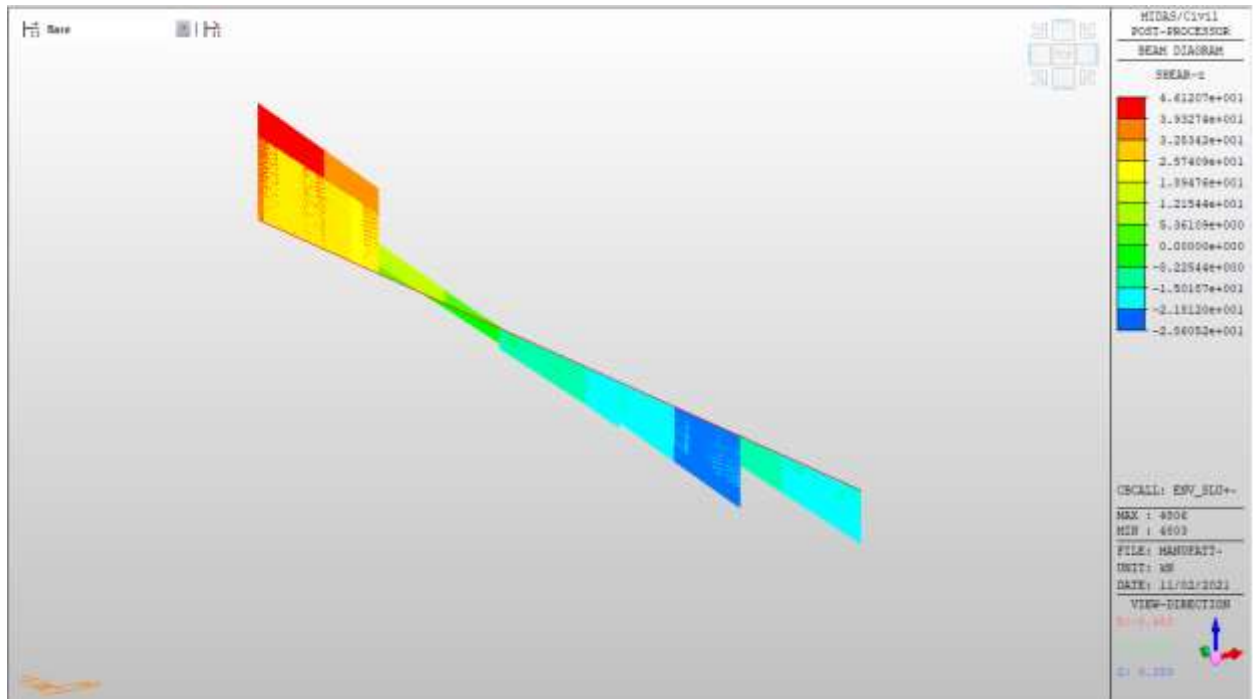
Momento MY, SLU+SLV (travi 60x60cm)



Taglio FZ, SLU+SLV (travi 60x120cm)

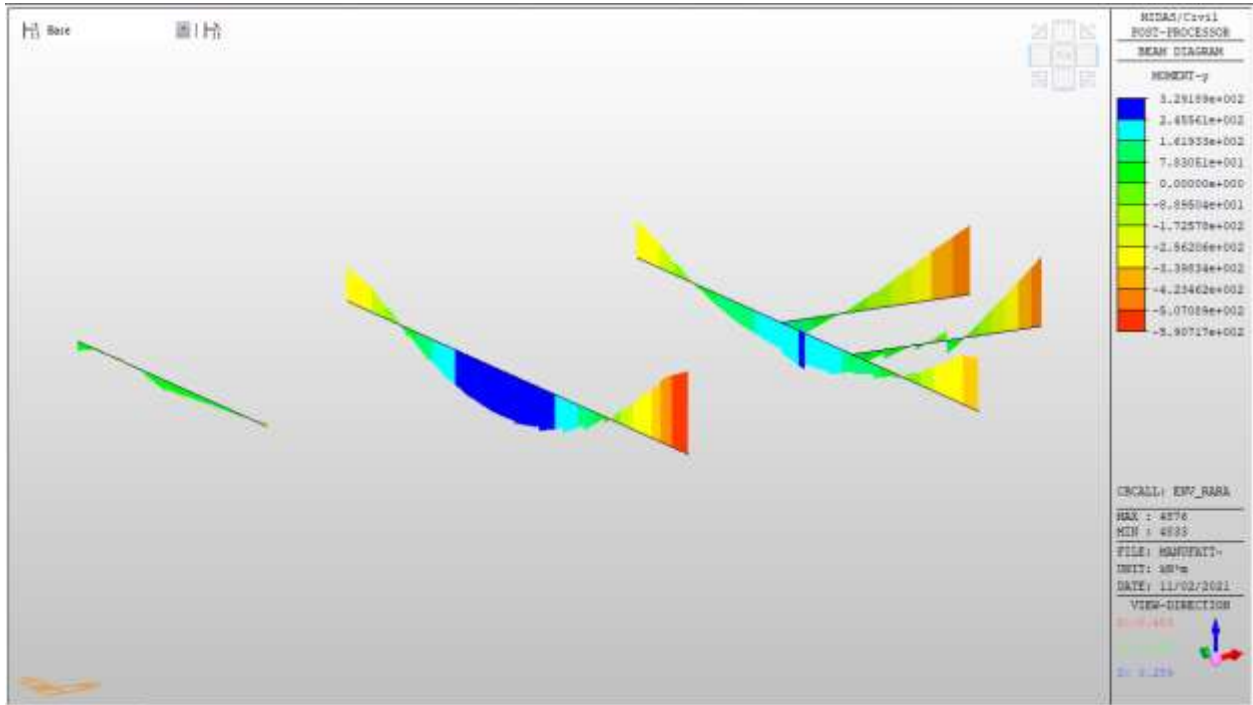


Taglio FZ, SLU+SLV (travi 60x60cm)

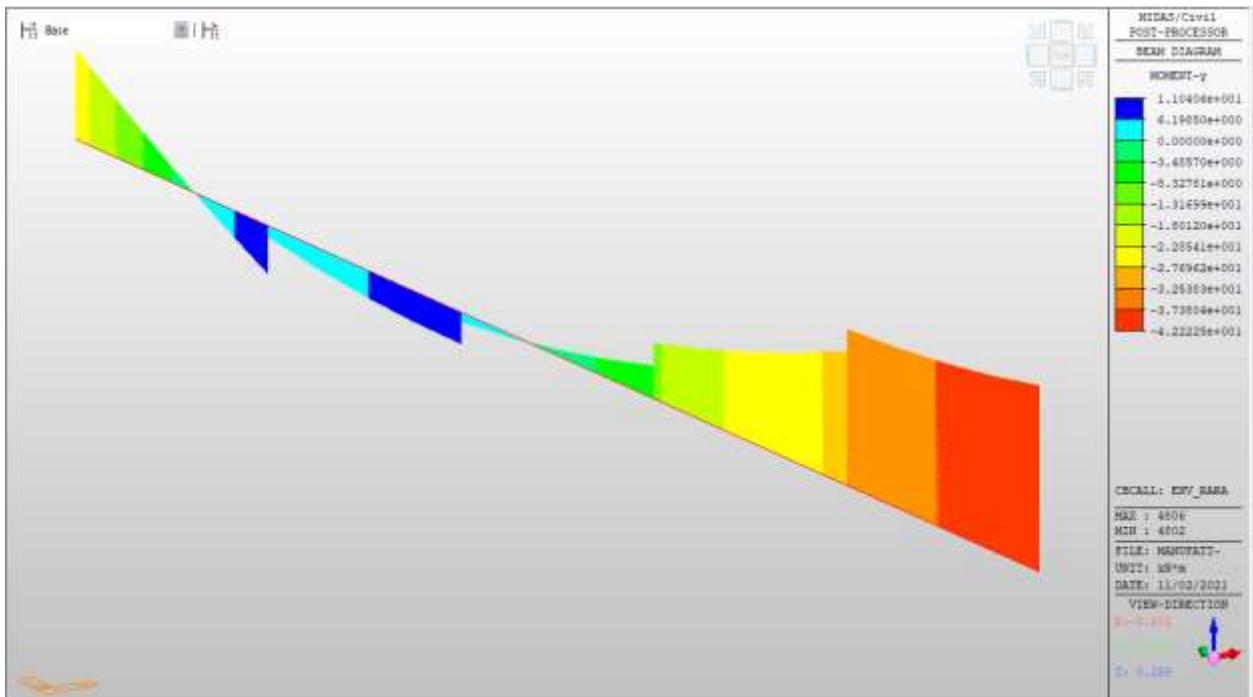


Travi solaio a quota +171.94m– Mappe sollecitazioni SLE RARA

Momento MY, RARA (travi 60x120cm)

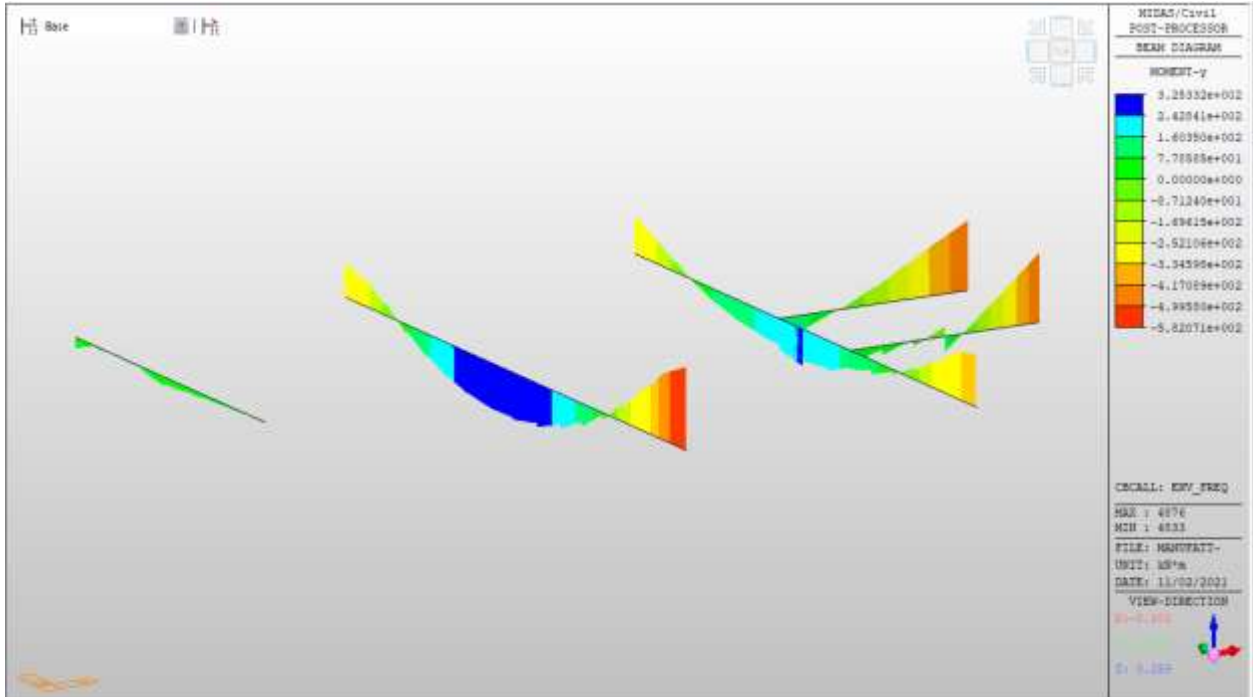


Momento MY, RARA (travi 60x60cm)

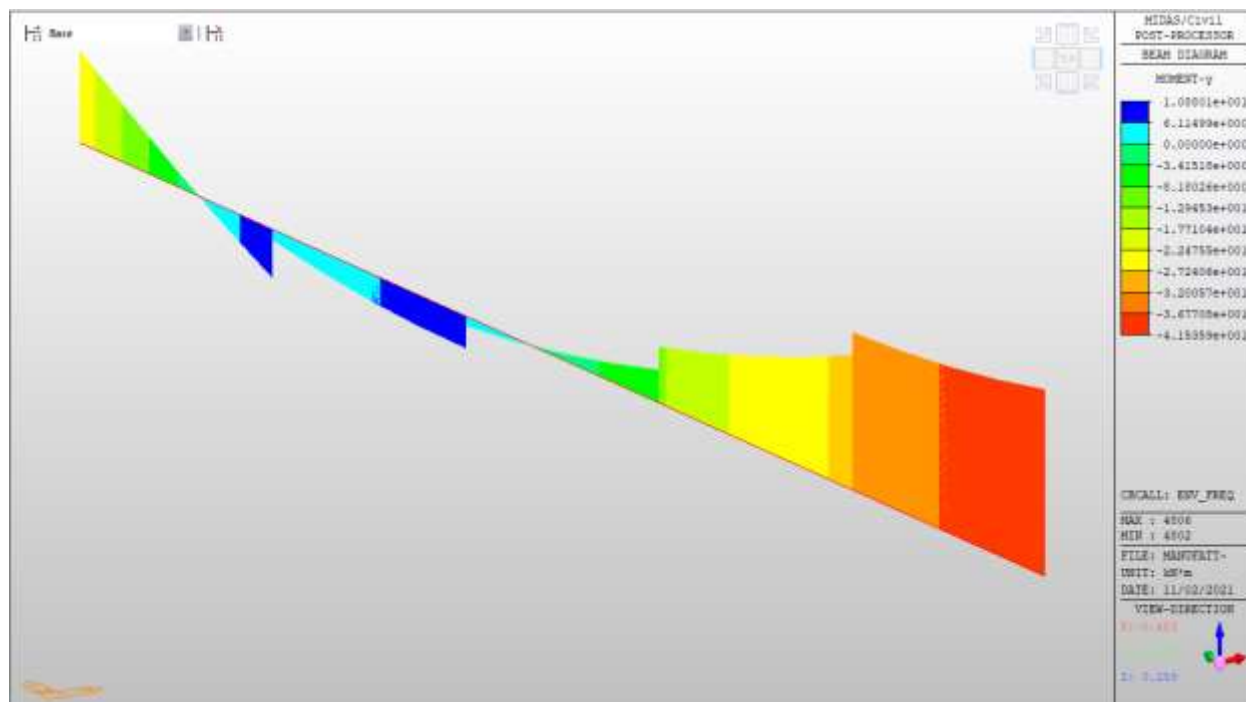


Travi solaio a quota +171.94m– Mappe sollecitazioni SLE Frequente

Momento MY, Frequente (travi 60x120cm)



Momento MY, Frequente (travi 60x60cm)



Verifiche

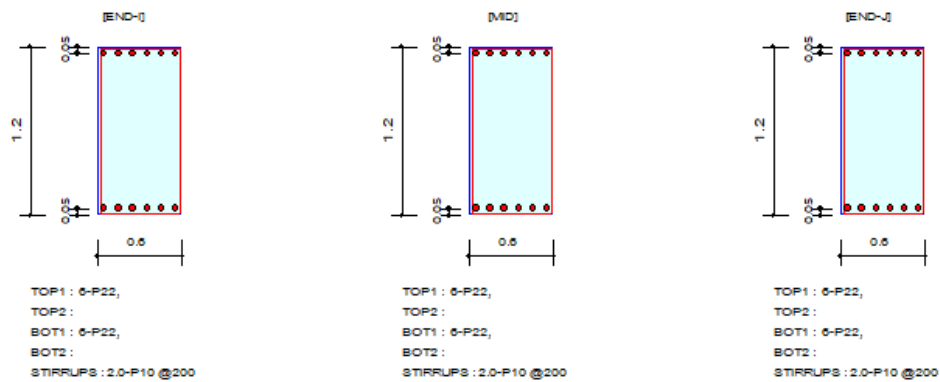
Le travi emergenti 60x120 sono armate con 6 ϕ 22 al lembo superiore e 6 ϕ 22 al lembo inferiore. Per le azioni di taglio, si dispongono staffe a 2 bracci ϕ 10/20 cm.

Le travi a spessore 60x60 sono armate con 4 ϕ 22 al lembo superiore e 4 ϕ 22 al lembo inferiore. Per le azioni di taglio, si dispongono staffe a 4 bracci ϕ 10/20 cm.

Verifiche a momento e taglio (travi emergenti 60x120cm)

Design Code : Eurocode2-2:05
Unit System : kN, m
Material Data : $f_{ck} = 32000$, $f_{yk} = 450000$, $f_{yw} = 450000$ KPa
Beam Span : 0.766667 m
Section Property : 60x120 (No : 2)

2. Section Diagram



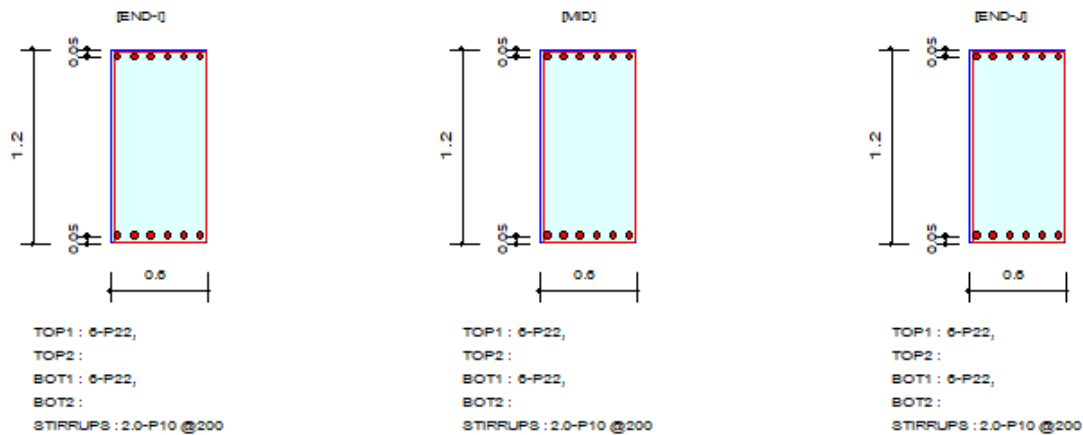
3. Bending Moment Capacity

	END-I	MID	END-J
Negative Moment (M_{Ed})	789.25	751.44	679.26
(-) Load Combination No.	22	22	22
Factored Strength (M_{Rd})	985.18	985.18	985.18
Check Ratio (M_{Ed}/M_{Rd})	0.8011	0.7627	0.6895
Positive Moment (M_{Ed})	473.37	431.34	442.89
(+) Load Combination No.	28-	16	16
Factored Strength (M_{Rd})	985.18	985.18	985.18
Check Ratio (M_{Ed}/M_{Rd})	0.4805	0.4378	0.4496
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.	28-	28-	28-
Factored Shear Force (V_{Ed})	395.50	402.40	405.85
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-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

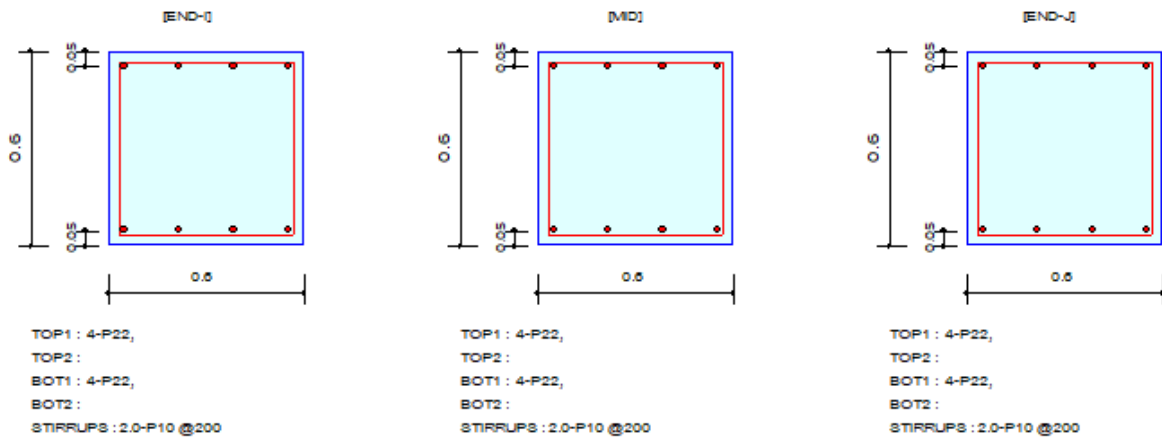
	END-I	MID	END-J
(-) Load Combination No.	51	51	51
Crack Width(w)	0.000	0.000	0.000
Allowable Crack Width(wa)	0.000	0.000	0.000
Check Ratio(w/wa)	0.6789	0.6328	0.0829
(+) Load Combination No.	46	46	46
Crack Width(w)	0.000	0.000	0.000
Allowable Crack Width(wa)	0.000	0.000	0.000
Check Ratio(w/wa)	0.0521	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



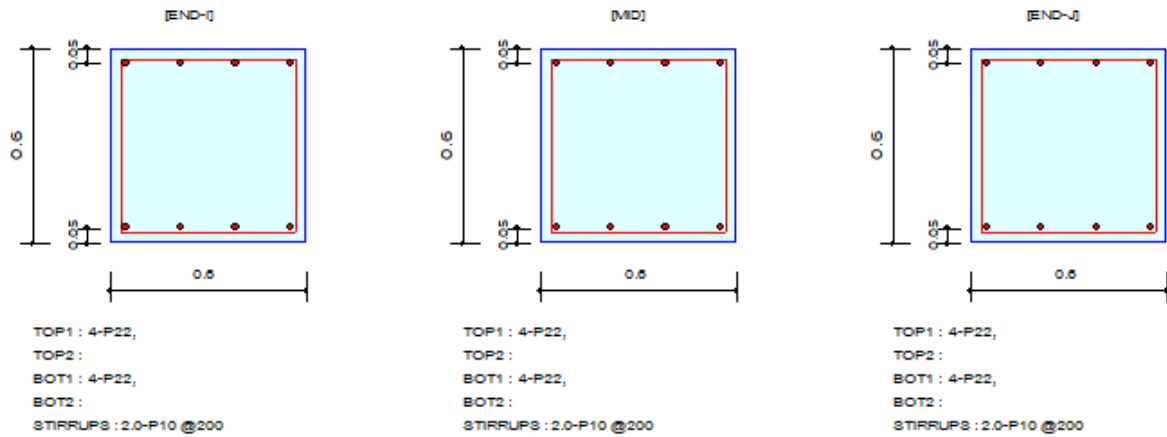
3. Bending Moment Capacity

	END-I	MID	END-J
Negative Moment (M_{Ed})	56.18	52.73	48.30
(-) Load Combination No.	22	22	22
Factored Strength (M_{Rd})	310.09	310.09	310.09
Check Ratio (M_{Ed}/M_{Rd})	0.1812	0.1701	0.1558
Positive Moment (M_{Ed})	14.91	9.55	8.08
(+) Load Combination No.	18	18	29-
Factored Strength (M_{Rd})	310.09	310.09	310.09
Check Ratio (M_{Ed}/M_{Rd})	0.0481	0.0308	0.0261
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	MID	END-J
Load Combination No.	16	16	16
Factored Shear Force (V_{Ed})	36.82	43.02	46.12
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	0.2366	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

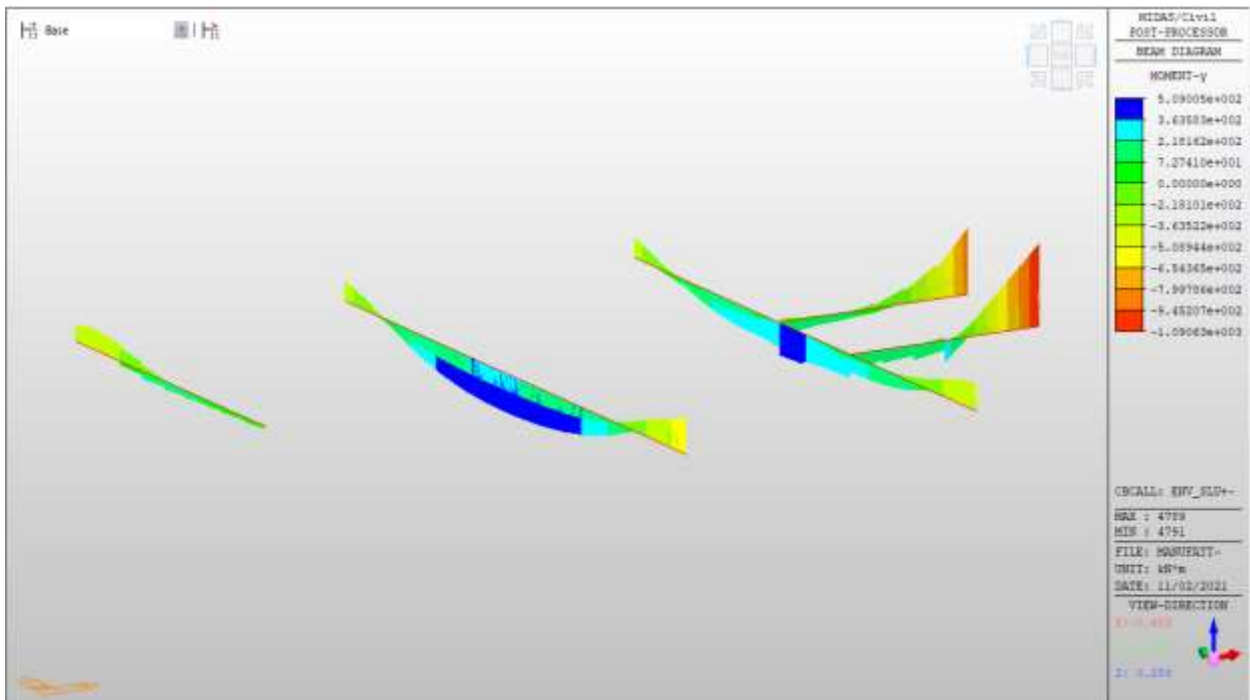
$L/4 = 0.004240 > 0.0000$ (LCB:37, POS: 0.5m from END-I)..... O.K

Travi solaio a quota p.c.

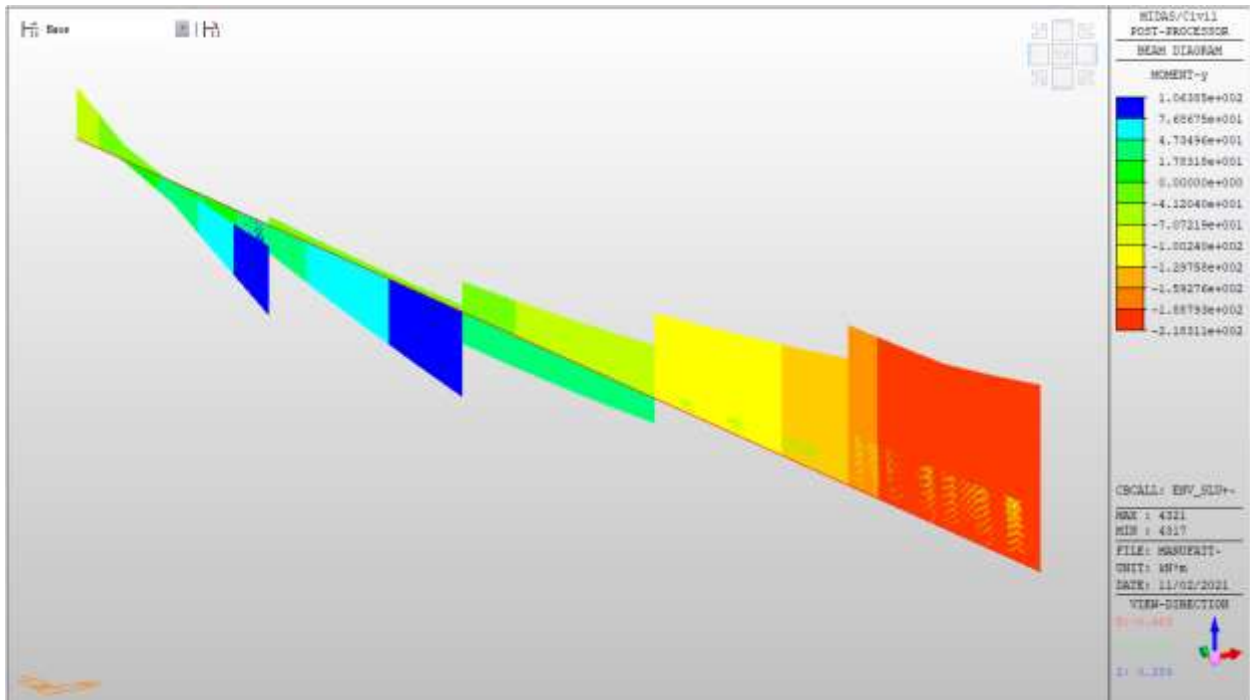
Si riportano di seguito gli involuipi delle mappe delle sollecitazioni per le combinazioni allo stato limite ultimo (sismiche e statiche) e di esercizio per le travi a spessore ed emergenti presenti in corrispondenza dei fori del solaio posto a quota p.c.

Travi solaio a quota p.c.– Mappe sollecitazioni SLU ed SLV

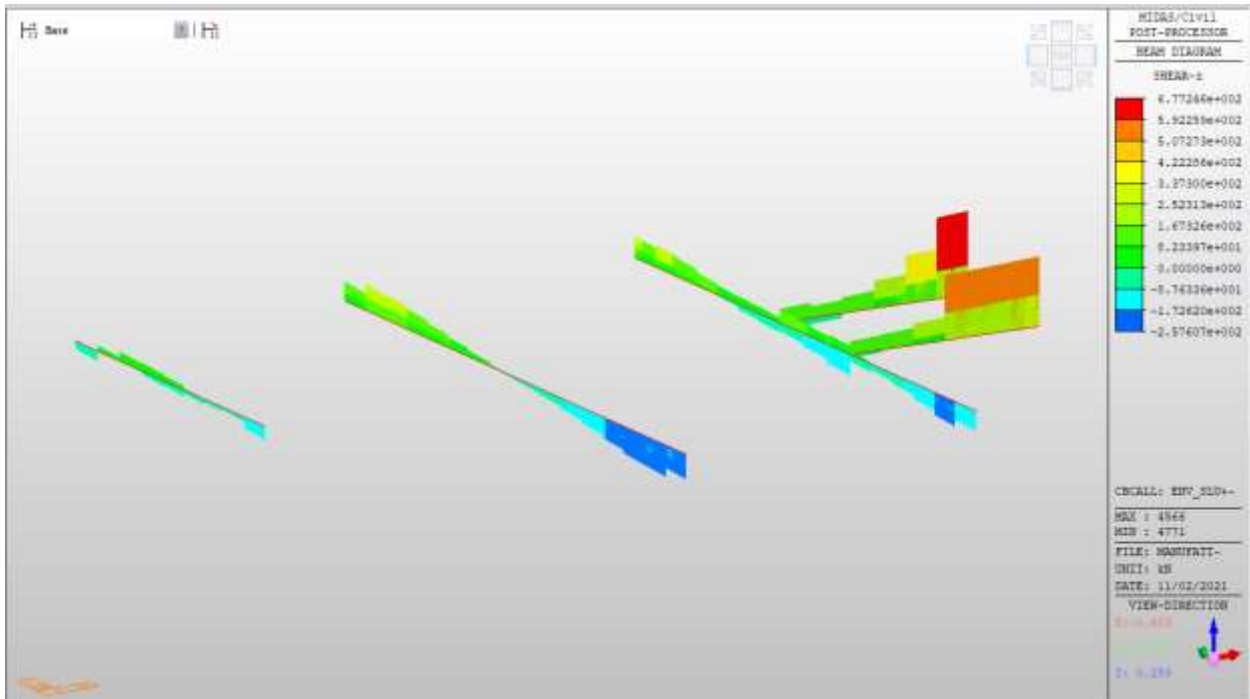
Momento MY, SLU+SLV (travi 60x120cm)



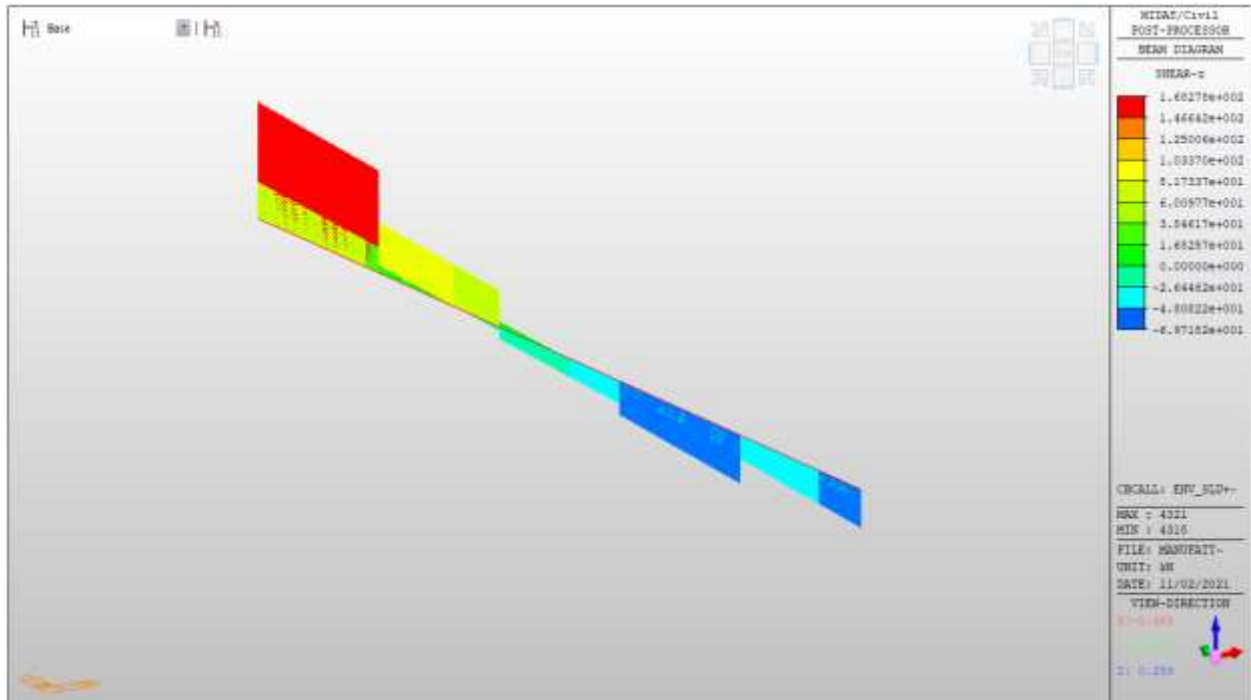
Momento MY, SLU+SLV (travi 60x100cm)



Taglio FZ, SLU+SLV (travi 60x120cm)

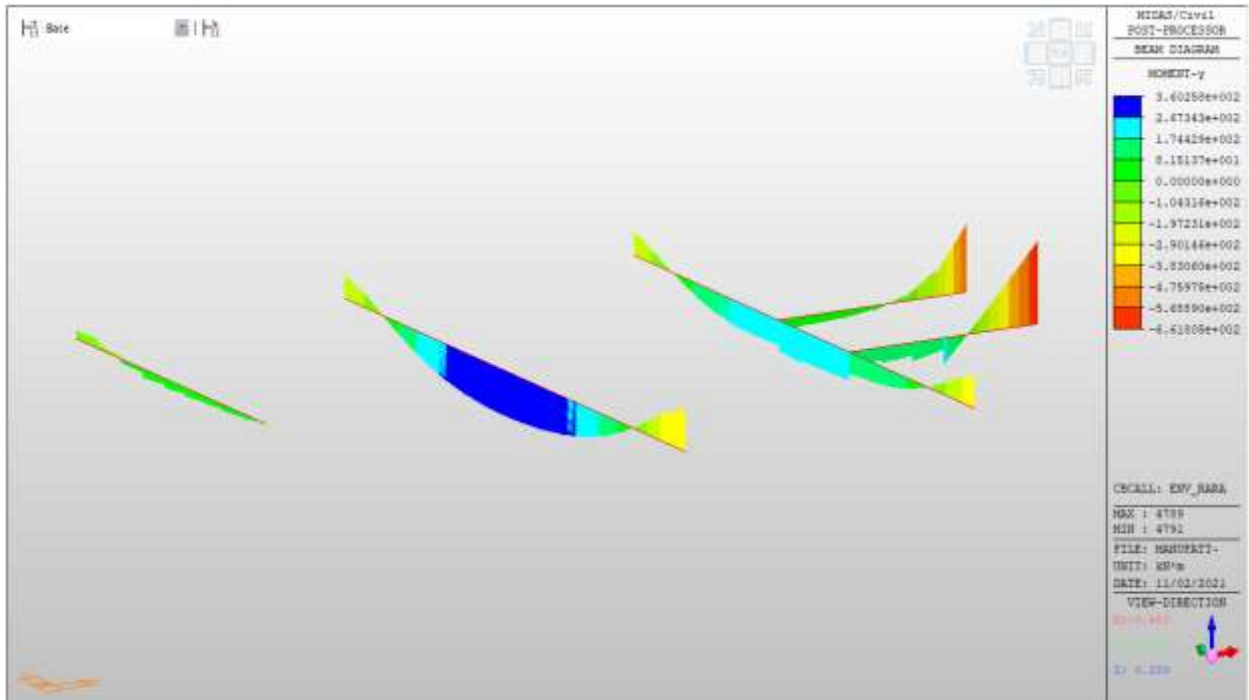


Taglio FZ, SLU+SLV (travi 60x100cm)

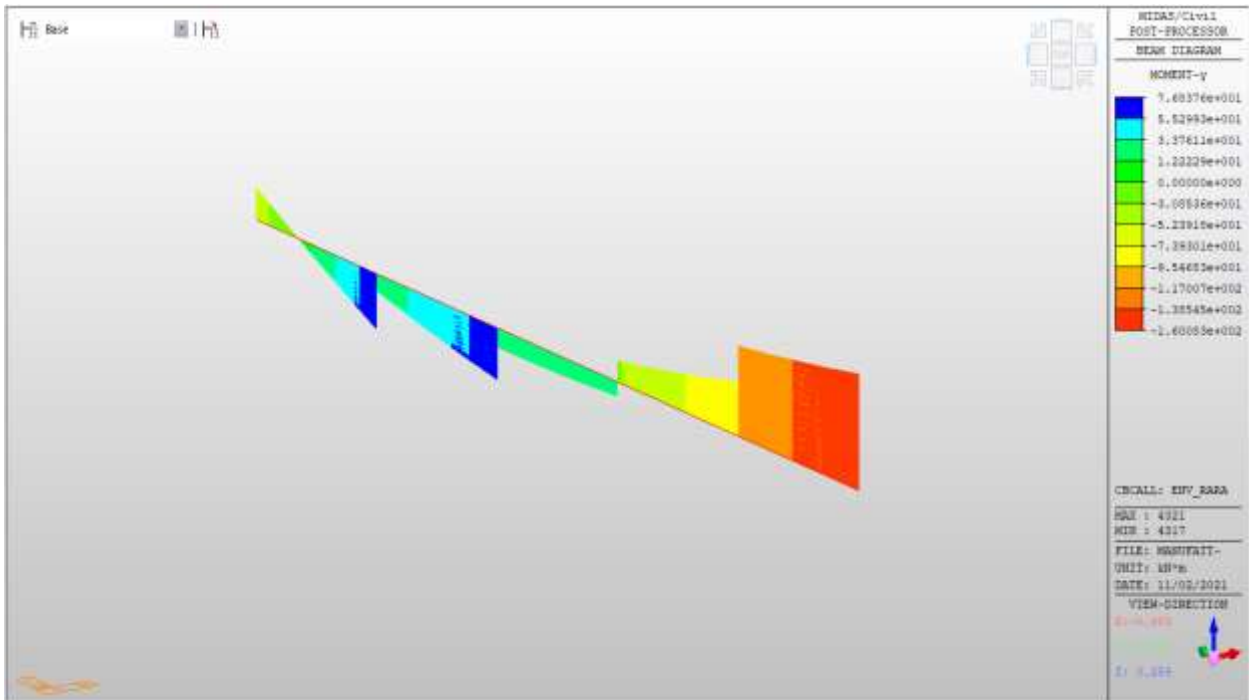


Travi solaio a quota p.c. – Mappe sollecitazioni SLE RARA

Momento MY, RARA (travi 60x120cm)

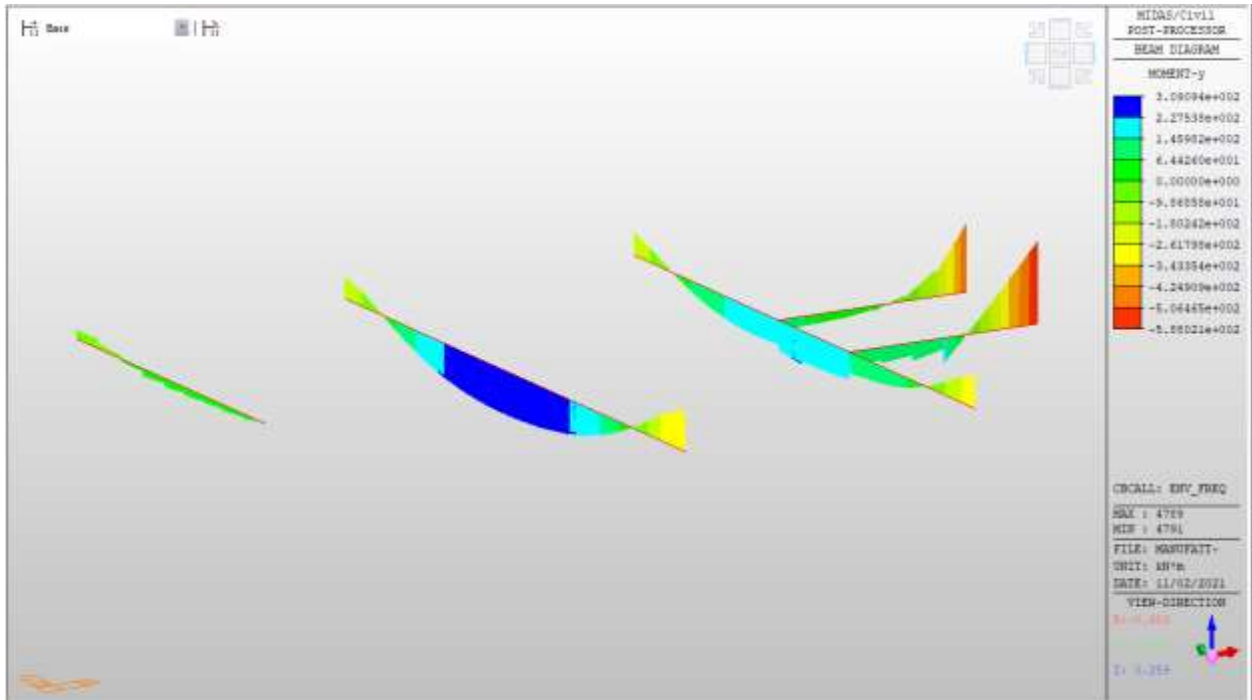


Momento MY, RARA (travi 60x100cm)

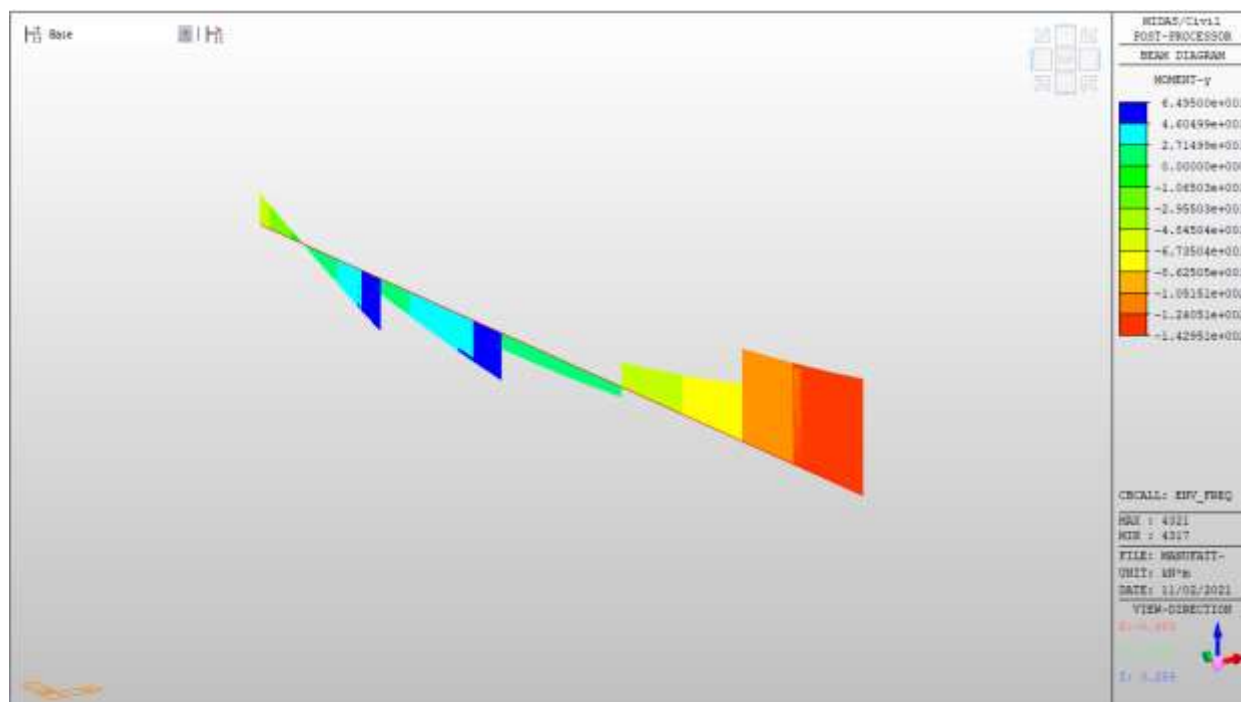


Travi solaio a quota p.c.– Mappe sollecitazioni SLE Frequente

Momento MY, Frequente (travi 60x120cm)



Momento MY, Frequente (travi 60x100cm)



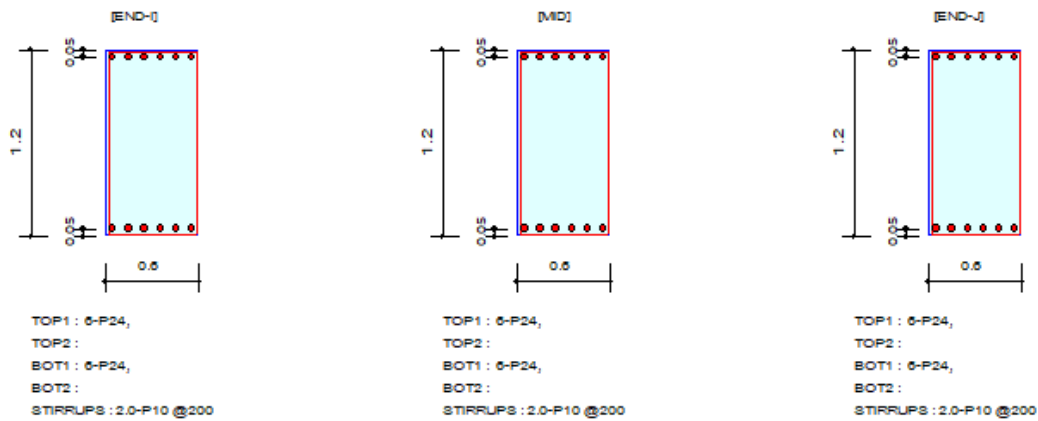
Verifiche

Le travi emergenti 60x120 sono armate con 6 ϕ 24 al lembo superiore e 6 ϕ 24 al lembo inferiore. Per le azioni di taglio, si dispongono staffe a 2 bracci ϕ 10/20 cm.

Le travi a spessore 60x100 sono armate con 4 ϕ 22 al lembo superiore e 4 ϕ 22 al lembo inferiore. Per le azioni di taglio, si dispongono staffe a 4 bracci ϕ 10/20 cm.

Verifiche a momento e taglio (travi emergenti 60x120cm)

2. Section Diagram



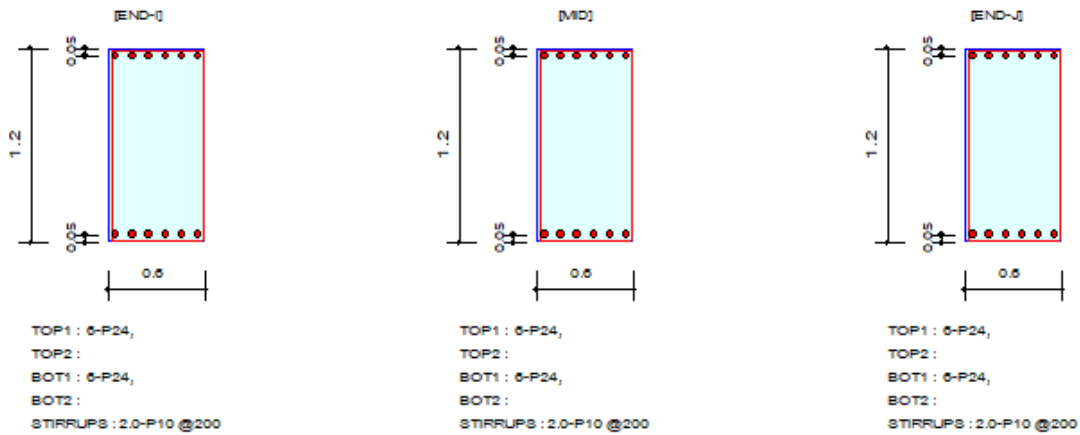
3. Bending Moment Capacity

	END-I	MID	END-J
Negative Moment (M_{Ed})	767.17	982.15	1090.63
(-) Load Combination No.	28+	28+	28+
Factored Strength (M_{Rd})	1168.44	1168.44	1168.44
Check Ratio (M_{Ed}/M_{Rd})	0.6566	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	360000.00	3023.81	360000.00	3023.81	360000.00
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	360000.00	3023.81	360000.00	3023.81	360000.00
Stress Ratio(s/sa)	0.6806	0.0647	0.6806	0.0647	0.6790	0.0646

7. Crack Control

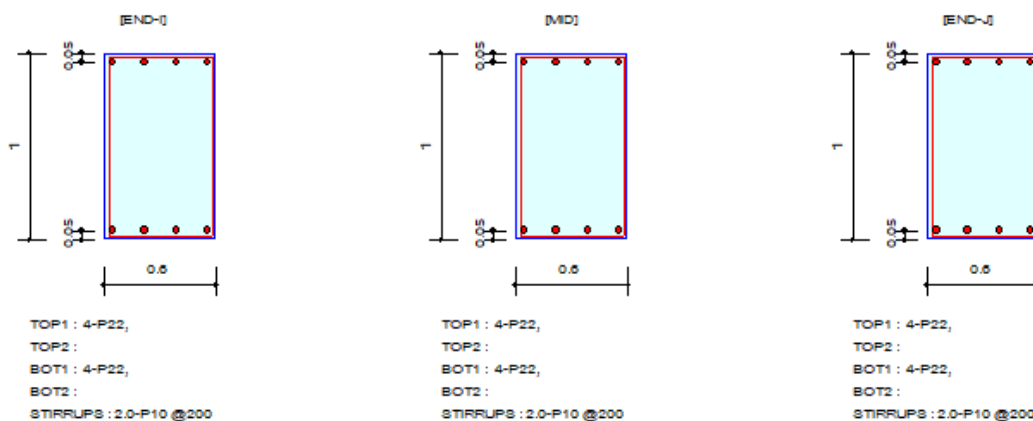
	END-I	MID	END-J
(-) Load Combination No.	47	47	47
Crack Width(w)	0.000	0.000	0.000
Allowable Crack Width(wa)	0.000	0.000	0.000
Check Ratio(w/wa)	0.0588	0.0791	0.5441
(+) Load Combination No.	47	47	47
Crack Width(w)	0.000	0.000	0.000
Allowable Crack Width(wa)	0.000	0.000	0.000
Check Ratio(w/wa)	0.0470	0.0470	0.0469

5. Deflection Control

L/3 = 0.003067 > 0.0000 (LCB:32, POS: 0.4m from END-I)..... O.K

Verifiche a momento e taglio (travi a spessore 60x100cm)

2. Section Diagram



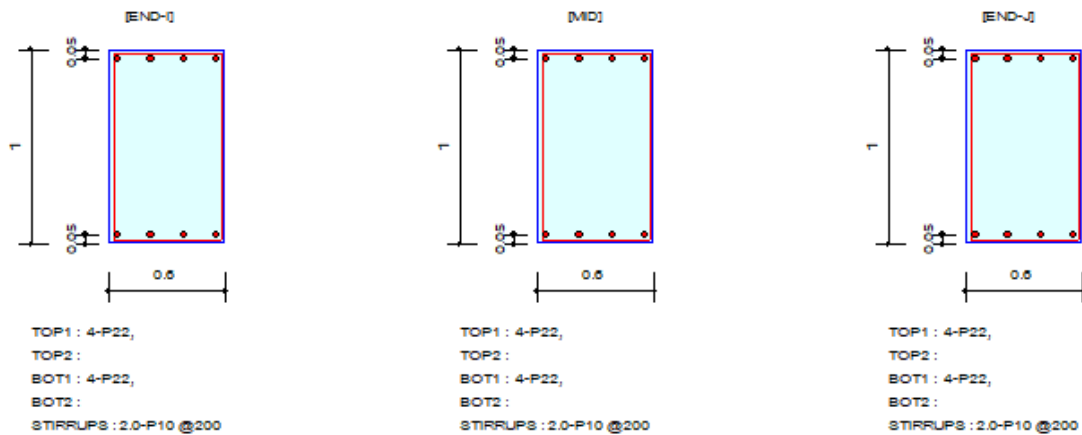
3. Bending Moment Capacity

	END-I	MID	END-J
Negative Moment (M_{Ed})	218.31	204.36	189.49
(-) Load Combination No.	17	17	31-
Factored Strength (M_{Rd})	546.36	546.36	546.36
Check Ratio (M_{Ed}/M_{Rd})	0.3996	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	0.0949
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	MID	END-J
Load Combination No.	22	22	22
Factored Shear Force (V_{Ed})	152.78	163.11	168.28
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	0.7492	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(s)	1404.47	15617.54	1312.01	14589.32	1154.80	12841.18
Allowable Stress(sa)	3023.81	360000.00	3023.81	360000.00	3023.81	360000.00
Stress Ratio(s/sa)	0.4645	0.0434	0.4339	0.0405	0.3819	0.0357
(+) Load Combination No.	42	42	42	42	42	42
Stress(s)	674.13	7496.20	536.62	5967.16	328.05	3647.83
Allowable Stress(sa)	3023.81	360000.00	3023.81	360000.00	3023.81	360000.00
Stress Ratio(s/sa)	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(wa)	0.000	0.000	0.000
Check Ratio(w/wa)	0.0429	0.0403	0.0359
(+) Load Combination No.	52	52	52
Crack Width(w)	0.000	0.000	0.000
Allowable Crack Width(wa)	0.000	0.000	0.000
Check Ratio(w/wa)	0.0195	0.0150	0.0091

5. Deflection Control

L/4 = 0.004240 > 0.0000 (LCB:32, POS: 0.5m from END-I)..... O.K

9.8.3 Stato di sollecitazione e verifiche – MANUFATTO2

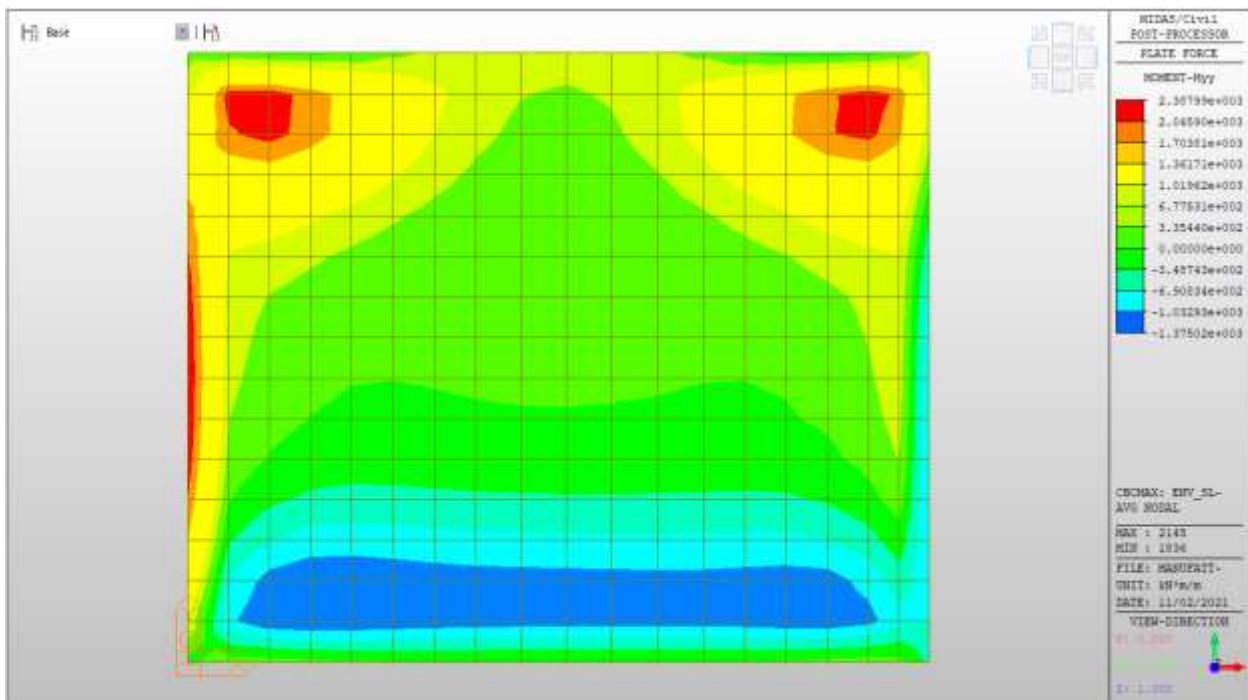
Fondazione

Fondazione – SLU-SLV

Si riportano di seguito gli involuipi delle mappe delle sollecitazioni per le combinazioni allo stato limite ultimo (sismiche e statiche) e di esercizio per il piano di fondazione.

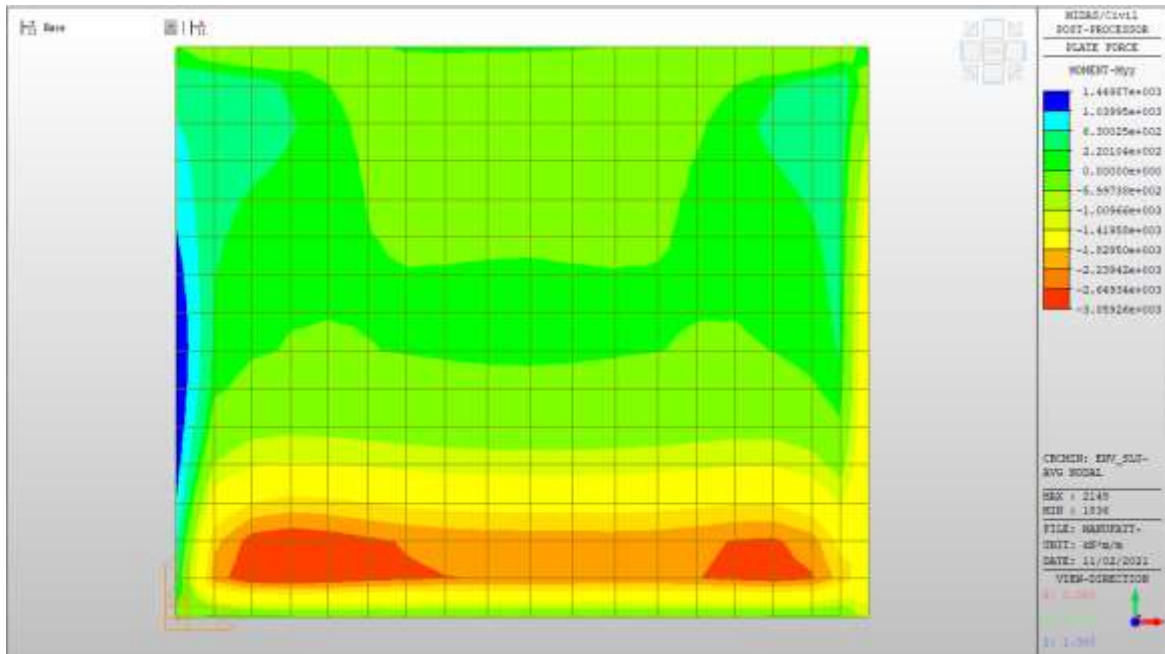
MYX max, SLV-SLU = +1362 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull'intera area)

MYX max, SLV-SLU = +2390 kNm/m (soll. di verifica armatura zone di raffittimento)



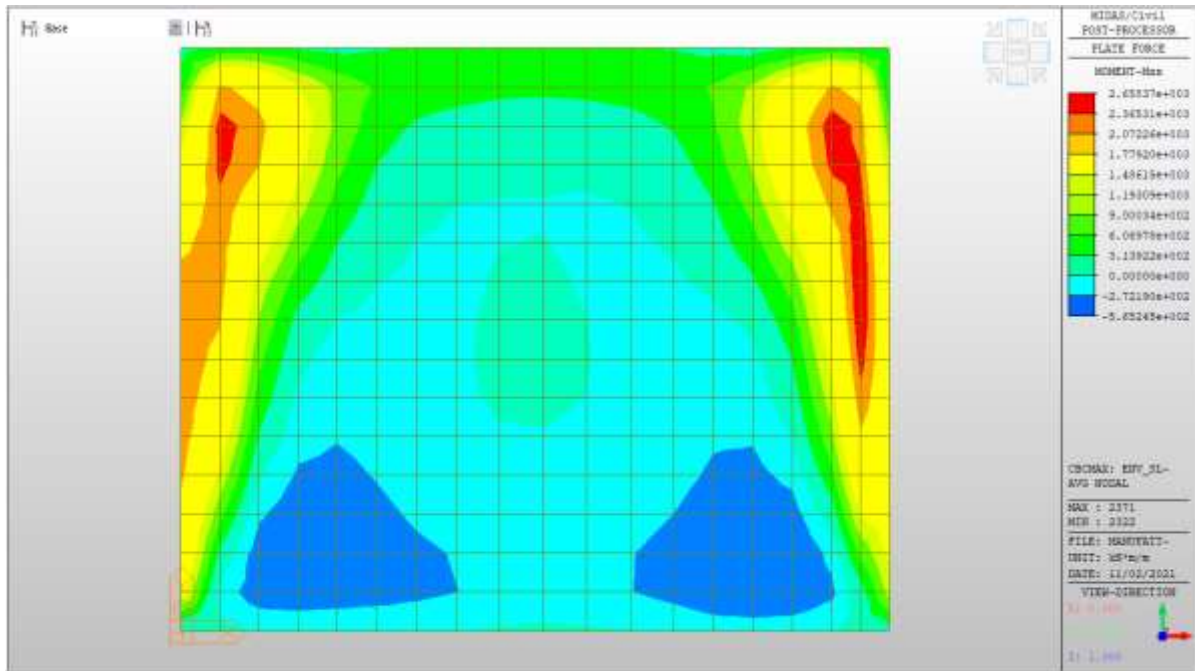
MYX min, SLV-SLU = -1830kNm/m (soll. di verifica armatura media sull'intera area)

MYX min, SLV-SLU = -3060kNm/m (soll. di verifica armatura zone di raffittimento)



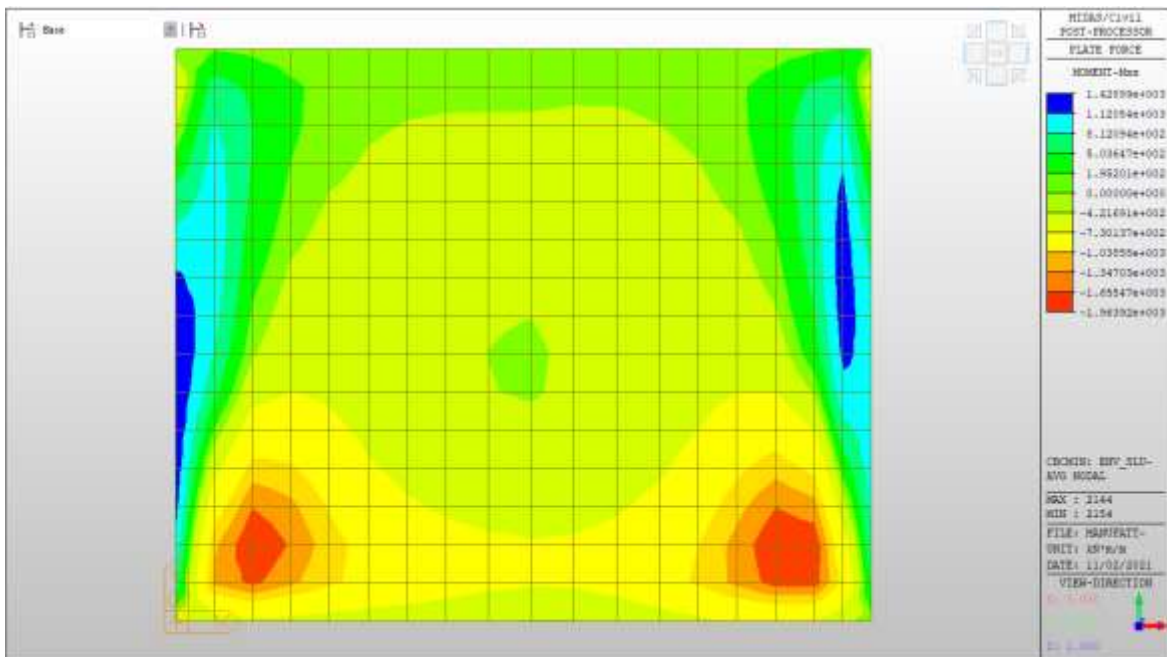
MXX max, SLV-SLU= +1780 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull'intera area)

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)

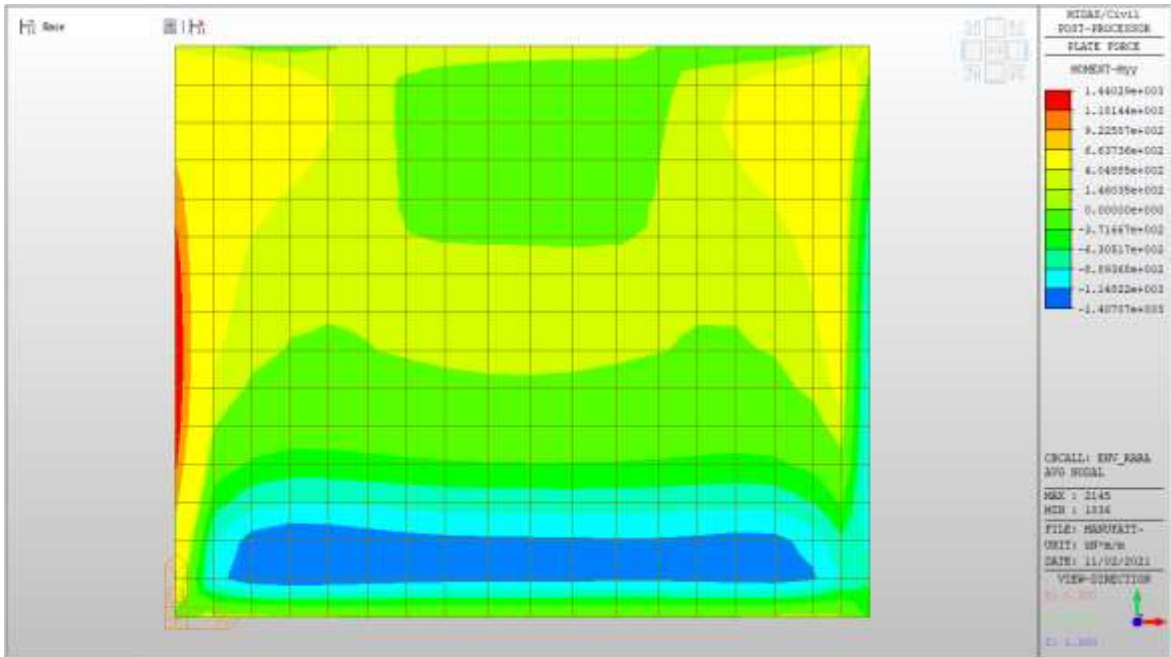
MXX min, SLV-SLU= -1964 kNm/m (soll. di verifica armatura zone di raffittimento)



Fondazione – SLE – RARA

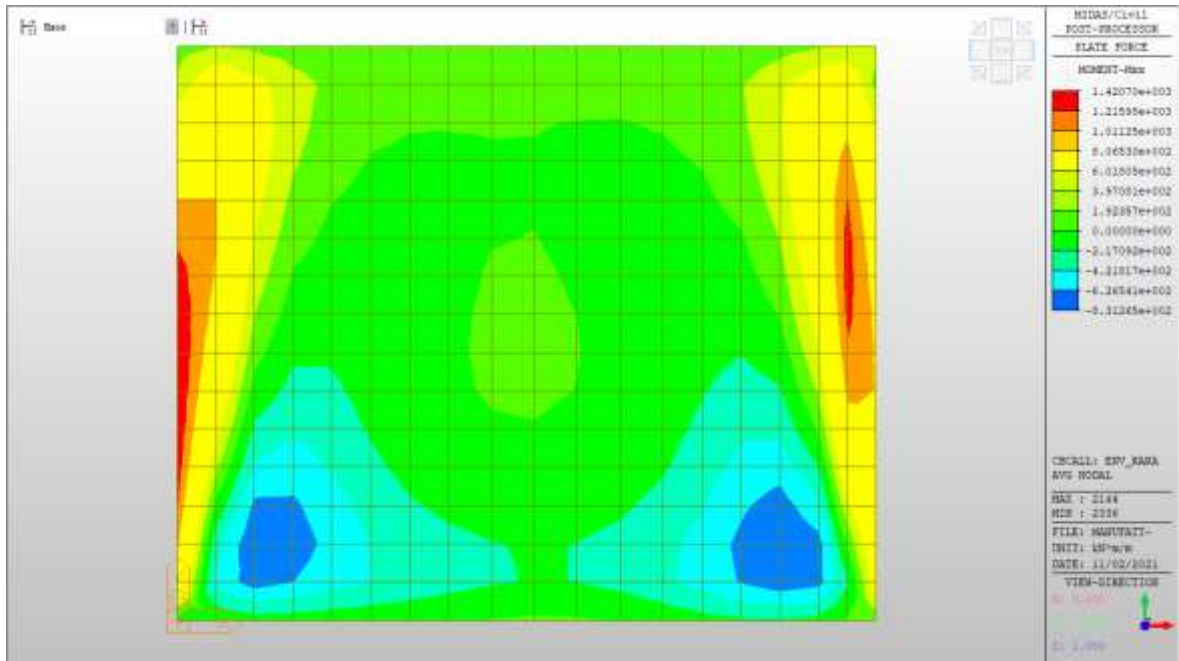
MYX max, RARA= +664 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

MYX min, RARA= -630 kNm/m



MXX max, RARA= +806 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

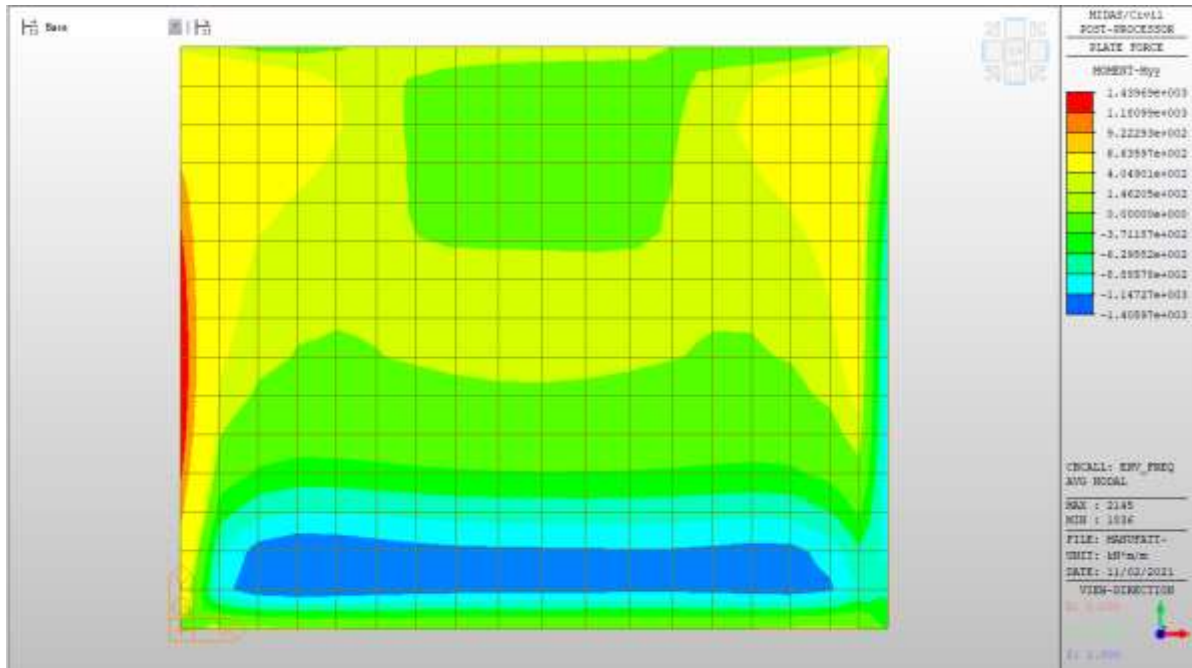
MXX min, RARA= -218 kNm/m



Fondazione – SLE – Frequente

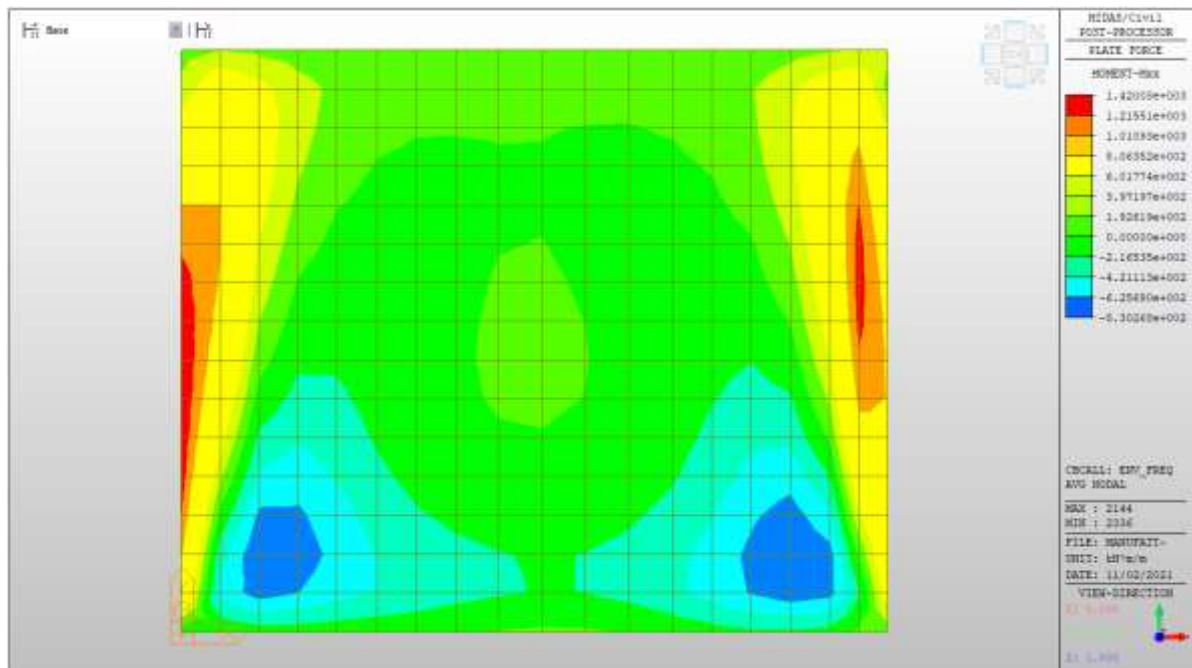
MYX max, Frequente= +664kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

MYX min, Frequente= -630 kNm/m



MXX max, Frequente= +806kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

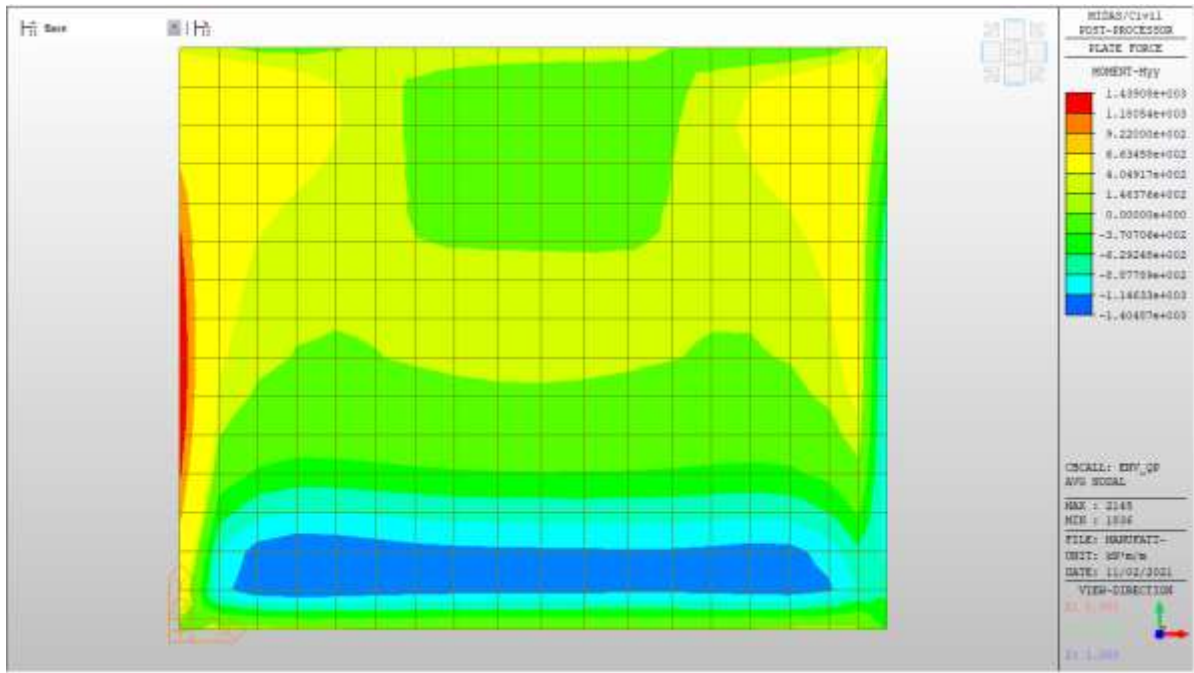
MXX min, Frequente= - 218kNm/m



Fondazione – SLE – Quasi Permanente

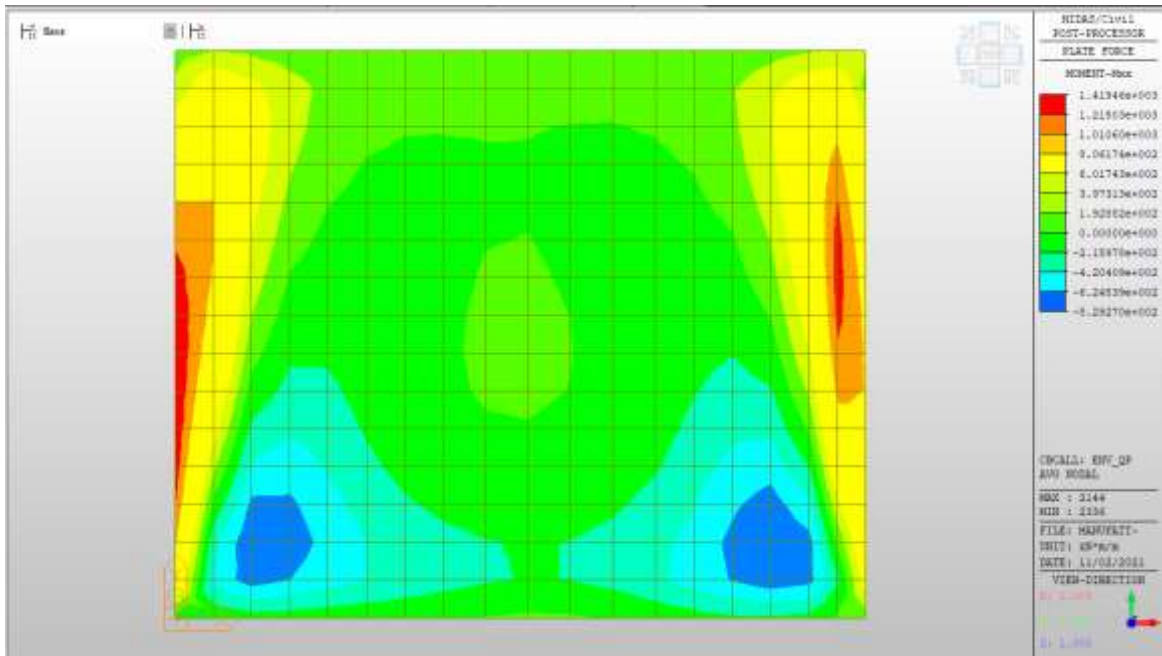
MYX max, QP= +664kNm/m (soll. di verifica armatura media sull'intera area)

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

Barre inferiori:	7Ø26	(37.2 cm ²)
Barre superiori:	7Ø26	(37.2 cm ²)
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 ≥ 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. [cm ²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)

ACEA ENGINEERING LABORATORIES RESEARCH INNOVATION SPA

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	2.41	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)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	1.48	-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 ²)
Barre superiori:	14Ø26	(74.3 cm ²)
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 ≥ 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

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 ≥ 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 ²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
As eff.	Area Barre tese di acciaio [cm ²] 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	2.92	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
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]
K3	Coeff. di normativa = 0,25 (ScImin + ScEff)/(2 ScImin)
Beta12	Prodotto dei Coeff. di aderenza Beta1*Beta2
Psi	= 1-Beta12*(Ssr/Ss) ² = 1-Beta12*(fctm/ScImin) 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	ScImax	ScImin	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	ScImax	ScImin	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 ²)
Barre superiori:	14Ø26	(74.3 cm ²)
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 ≥ 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.)

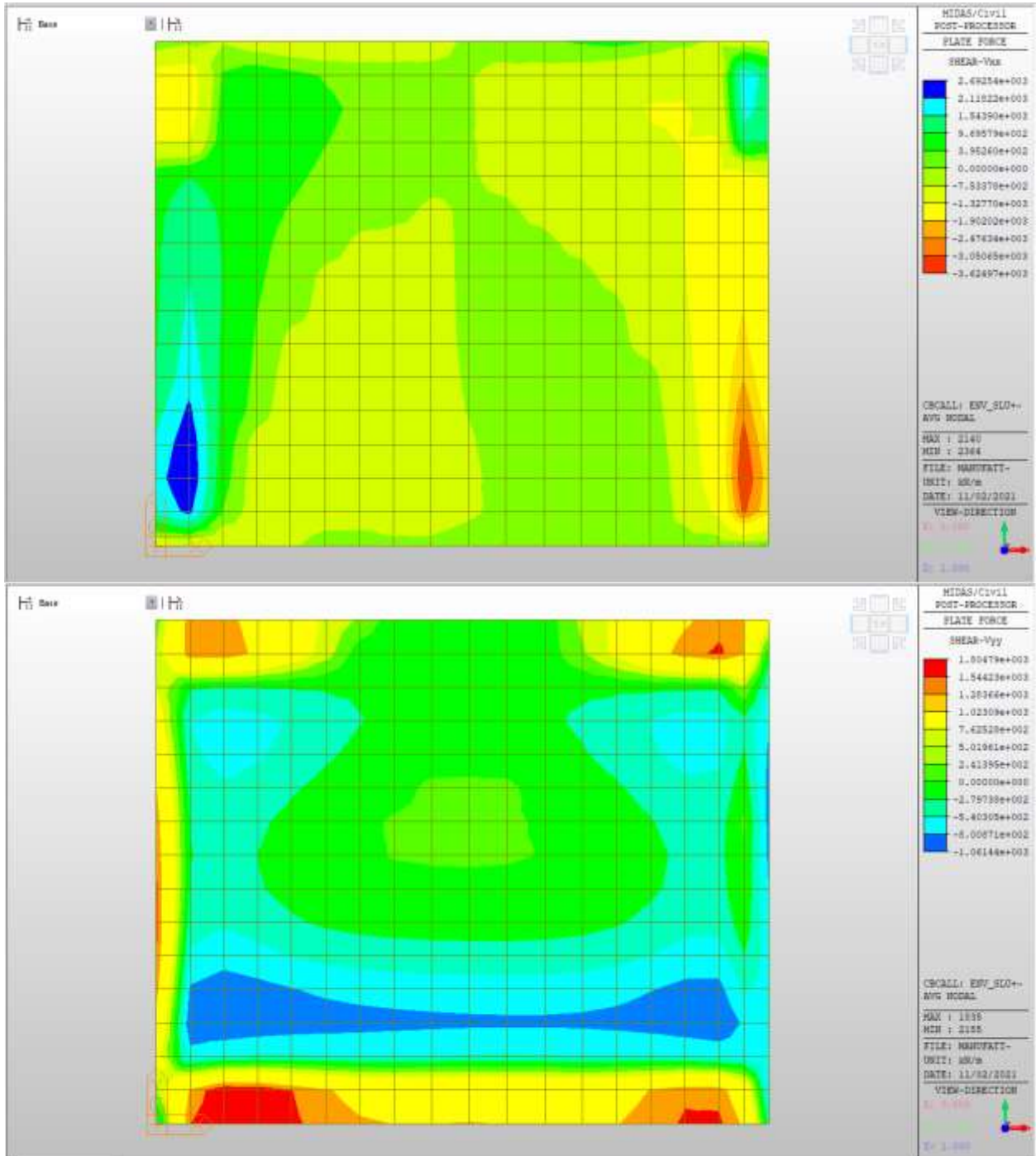
N°Comb	ec max	ec 3/7	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	-0.01461	150.0	0.00068	140.0	-0.03593	10.0
2	0.00350	-0.01461	0.0	0.00068	10.0	-0.03593	140.0
3	0.00350	-0.01461	150.0	0.00068	140.0	-0.03593	10.0
4	0.00350	-0.01461	0.0	0.00068	10.0	-0.03593	140.0

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)

$V_{ed} =$	3626	kN	Taglio agente verticale
$H =$	1500	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 ²	resistenza caratteristica a compressione
$f_{cd} =$	17.4	N/mm ²	resistenza di progetto a compressione
$c =$	50	mm	copriferro
$b_{st} =$	5	-	braccia delle staffe
$\Phi_{st} =$	12	mm	diametro staffe
$s =$	200	mm	passo staffe
$A_{st} =$	565	mm ²	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 ²	resistenza a compressione ridotta del cls d'anima
$\alpha_c =$	1.000	-	coefficiente maggiorativo per compressione
$f_{yd} =$	391.3	N/mm ²	resistenza a snervamento dell'acciaio
$V_{Rsd} =$	3646.7	kN	taglio resistente relativo alle armature tese
$V_{Rcd} =$	3886.5	kN	taglio resistente relativo alle bielle compresse
$V_{Rd} =$	3646.7	kN	ok!

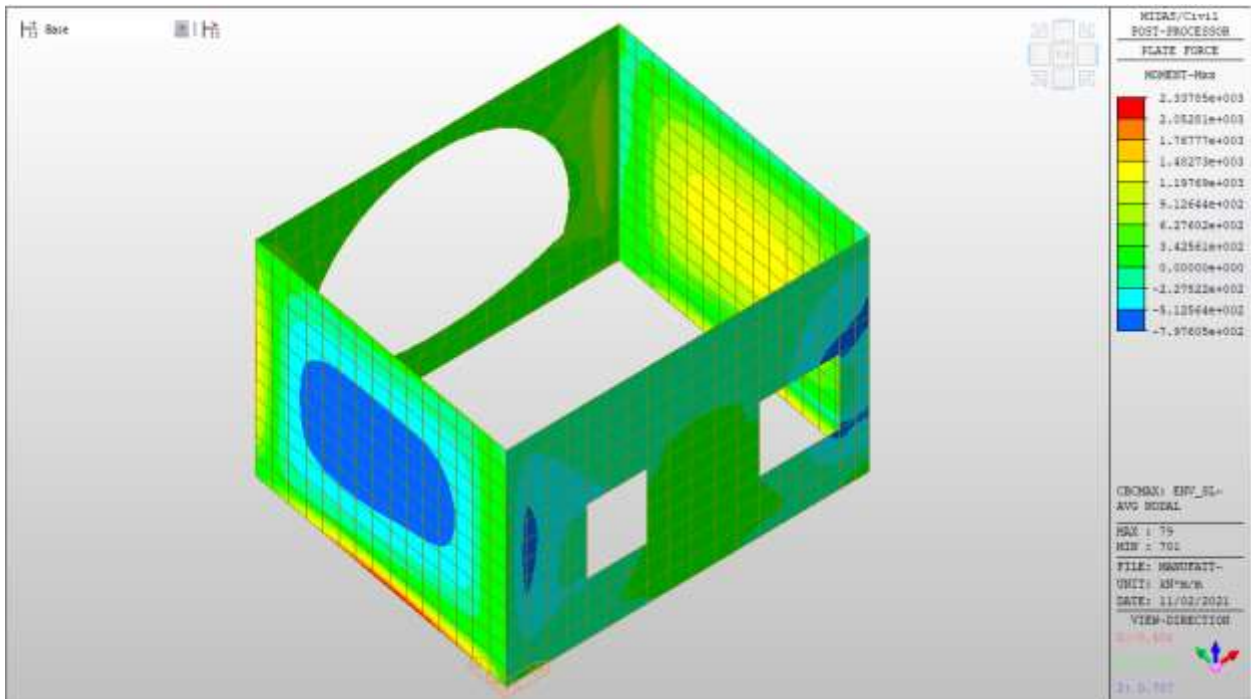
C.S. ($V_{Rd}/V_{ed,v}$) = 1.01

Setti perimetrali livello -3

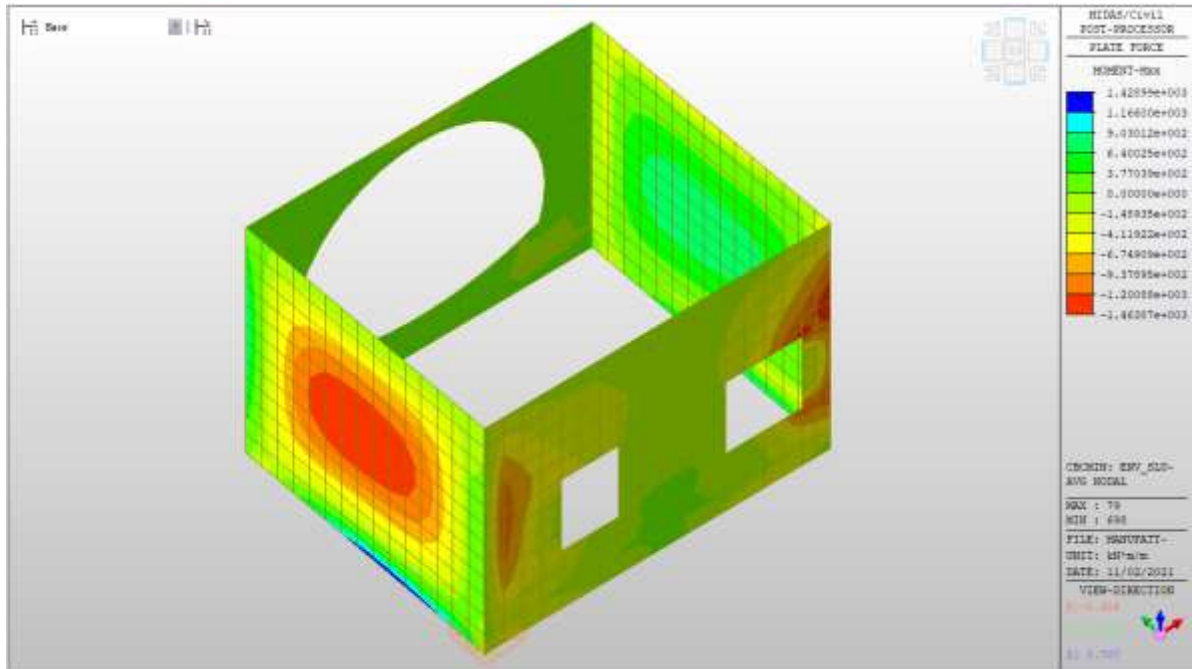
Setti perimetrali livello -3 – Mappe sollecitazioni SLU - SLV

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.

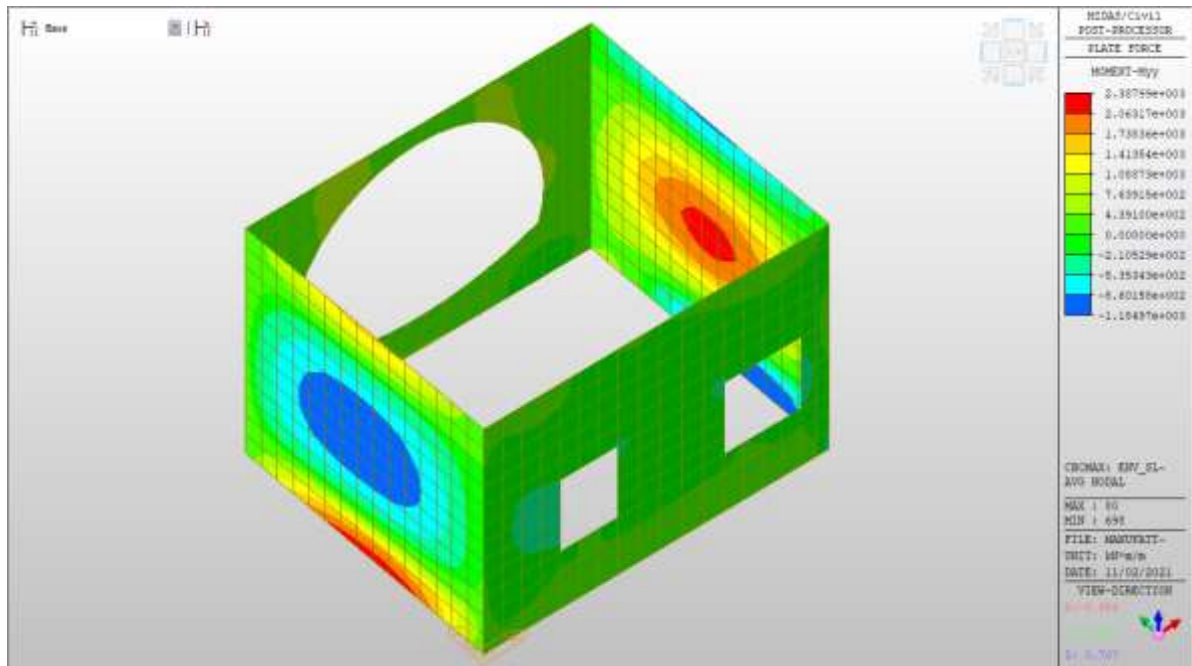
MXX max, SLV-SLU= +2338 kNm/m



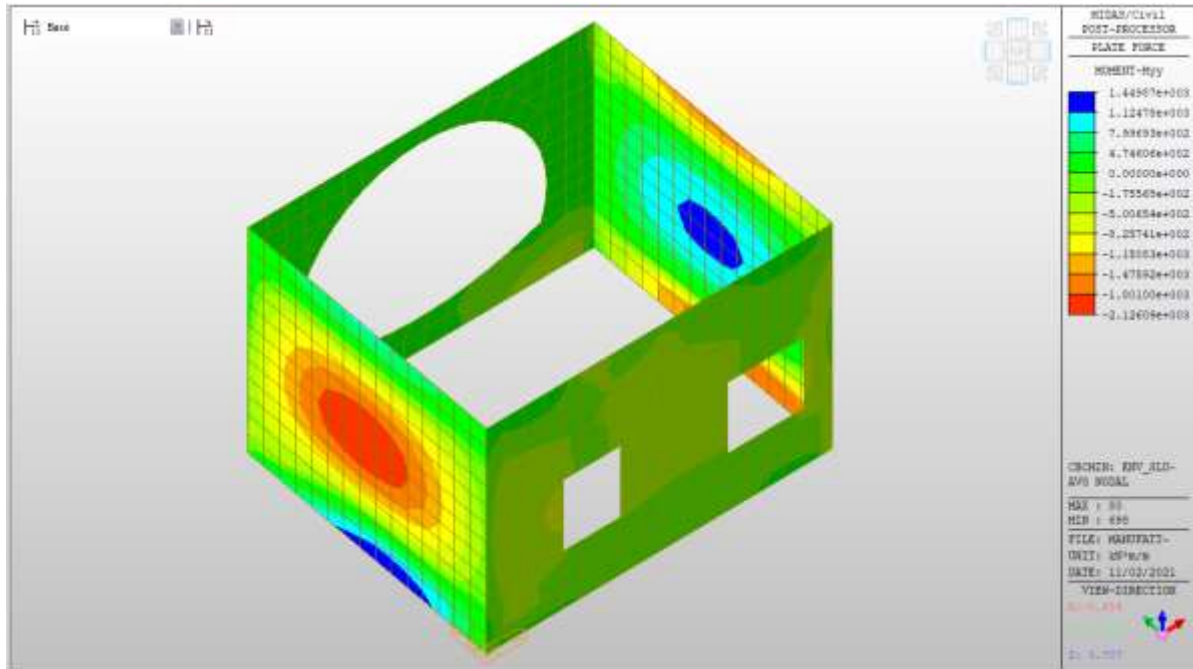
MXX min, SLV-SLU= -1464 kNm/m



MYX max, SLV-SLU = +2388 kNm/m



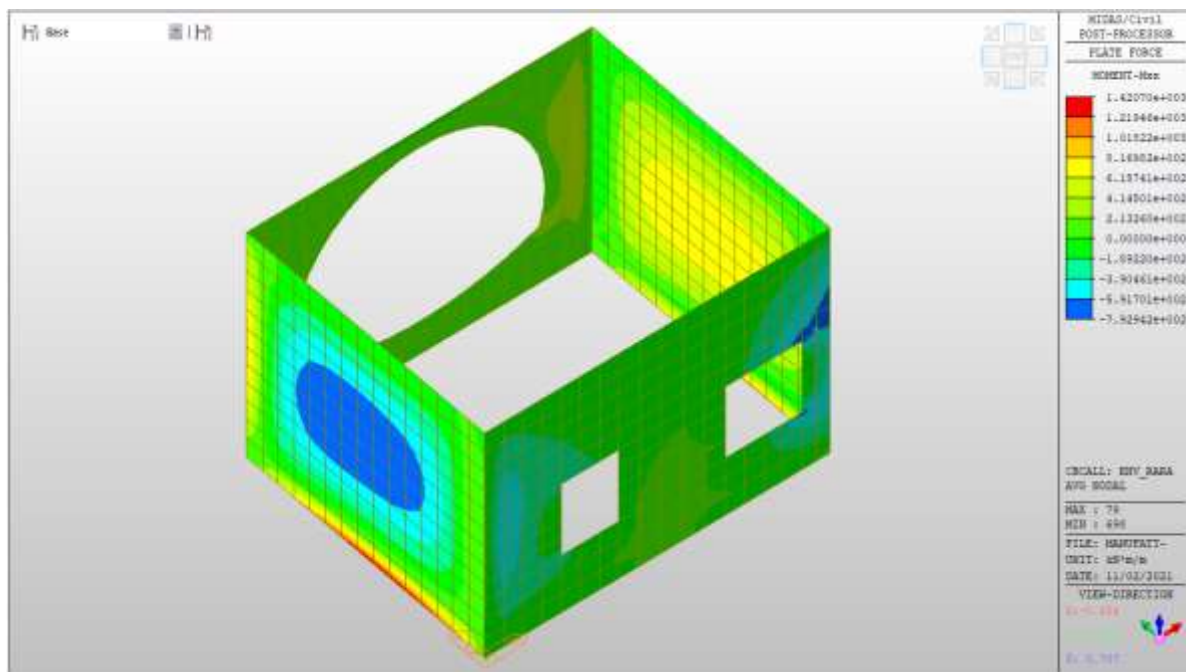
MYX min, SLV-SLU = -2126kNm/m



Setti perimetrali livello -3 – Mappe sollecitazioni SLE -RARA

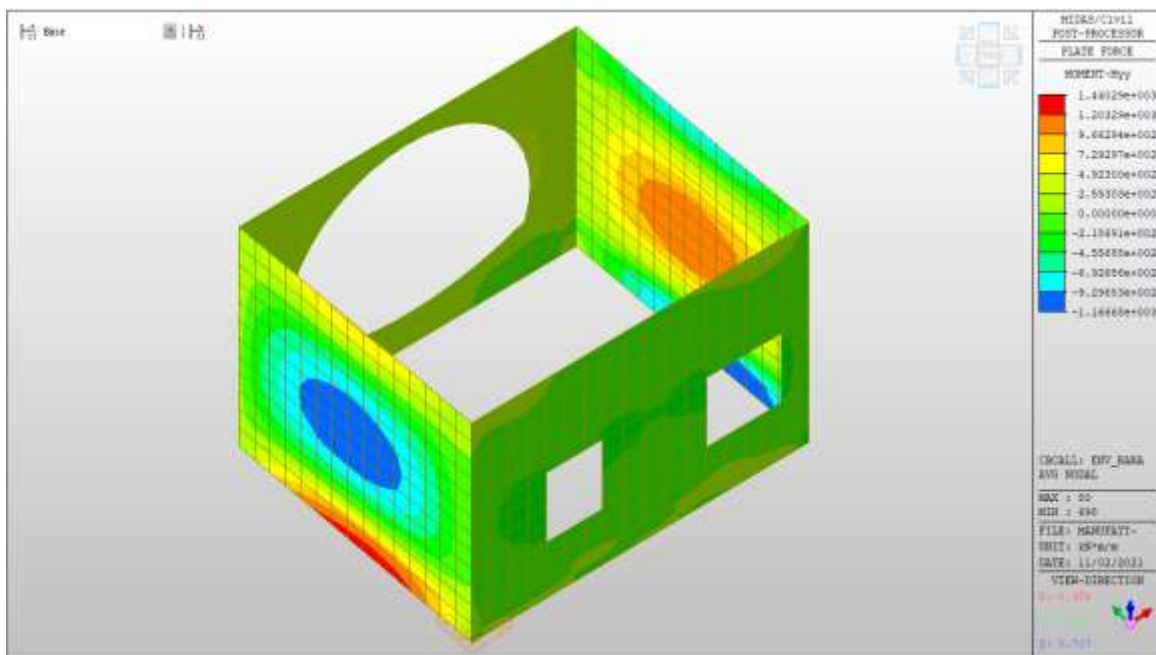
MXX max, RARA= +1420 kNm/m

MXX min, RARA= -792 kNm/m



MYX max, RARA= +1440 kNm/m

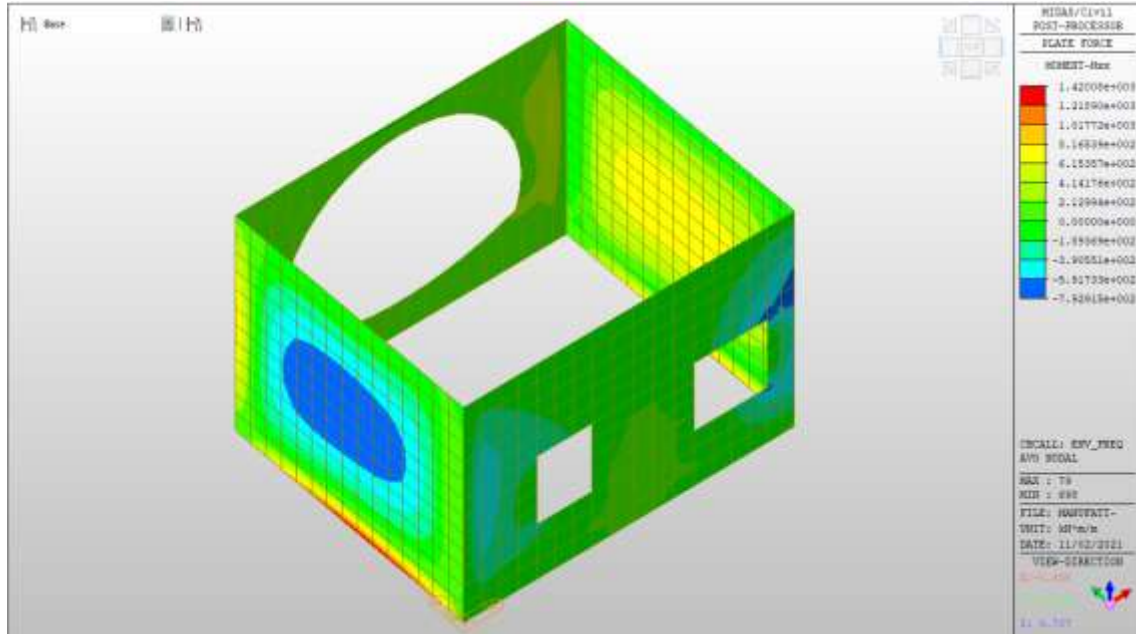
MYX min, RARA= -1166 kNm/m



Setti perimetrali livello -3 – Mappe sollecitazioni SLE - FREQUENTE

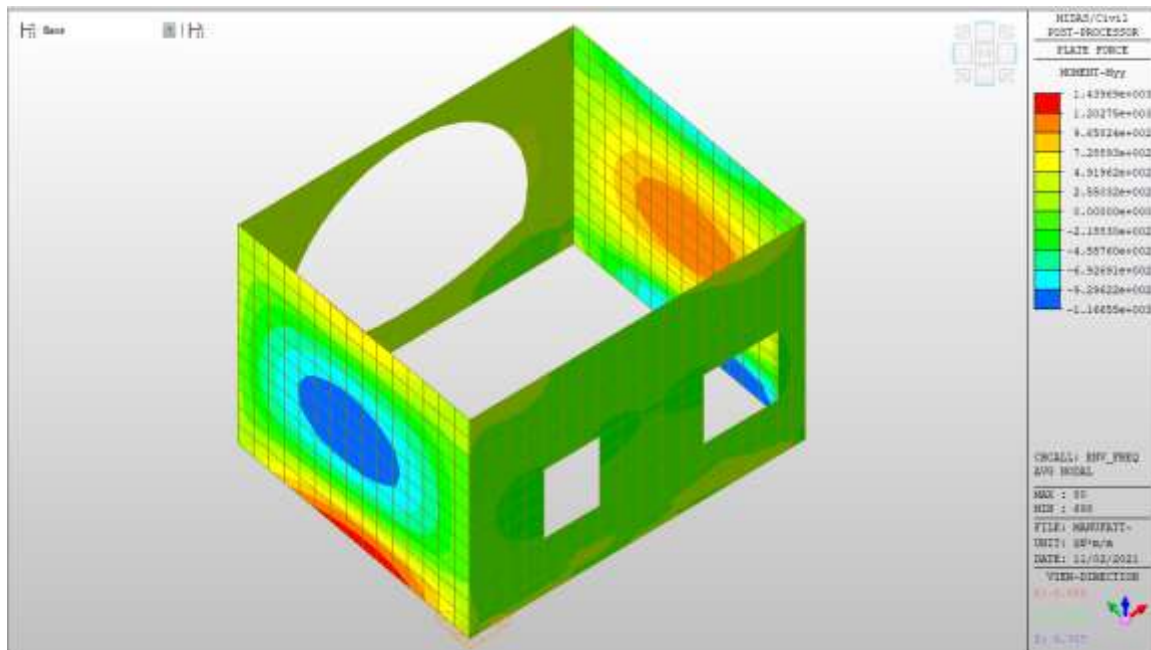
MXX max, Frequente= +1420kNm/m

MXX min, Frequente= -794kNm/m



MYY max, Frequente= +1440kNm/m

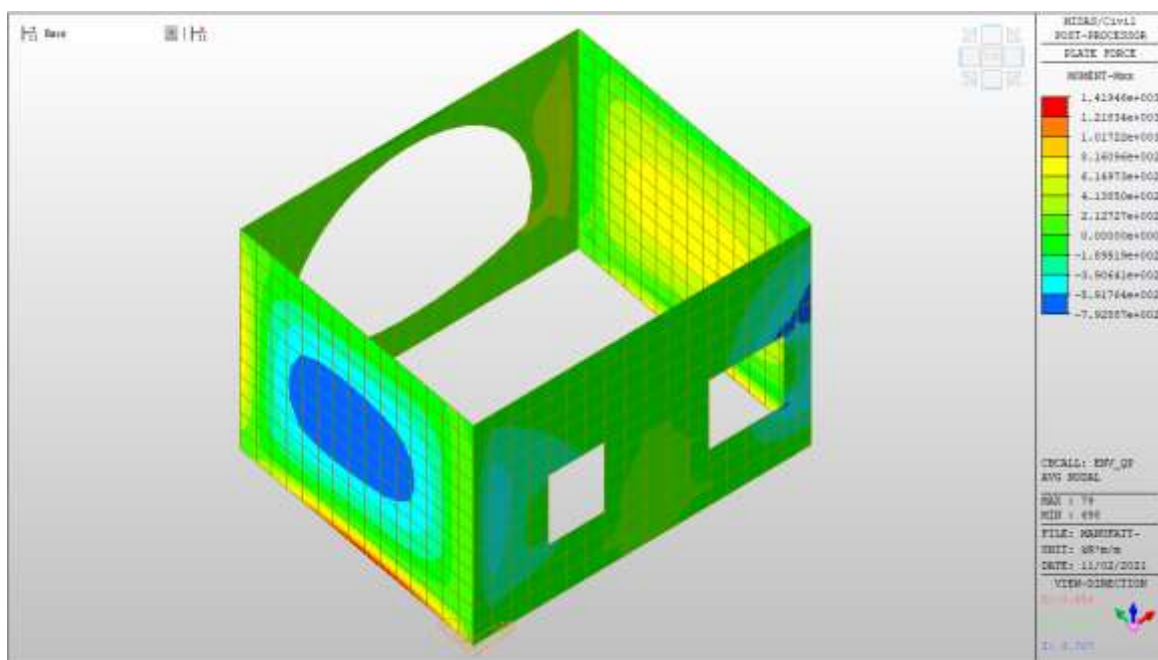
MYY min, Frequente= -1166 kNm/m



Setti perimetrali livello -3 – Mappe sollecitazioni SLE – Quasi permanente

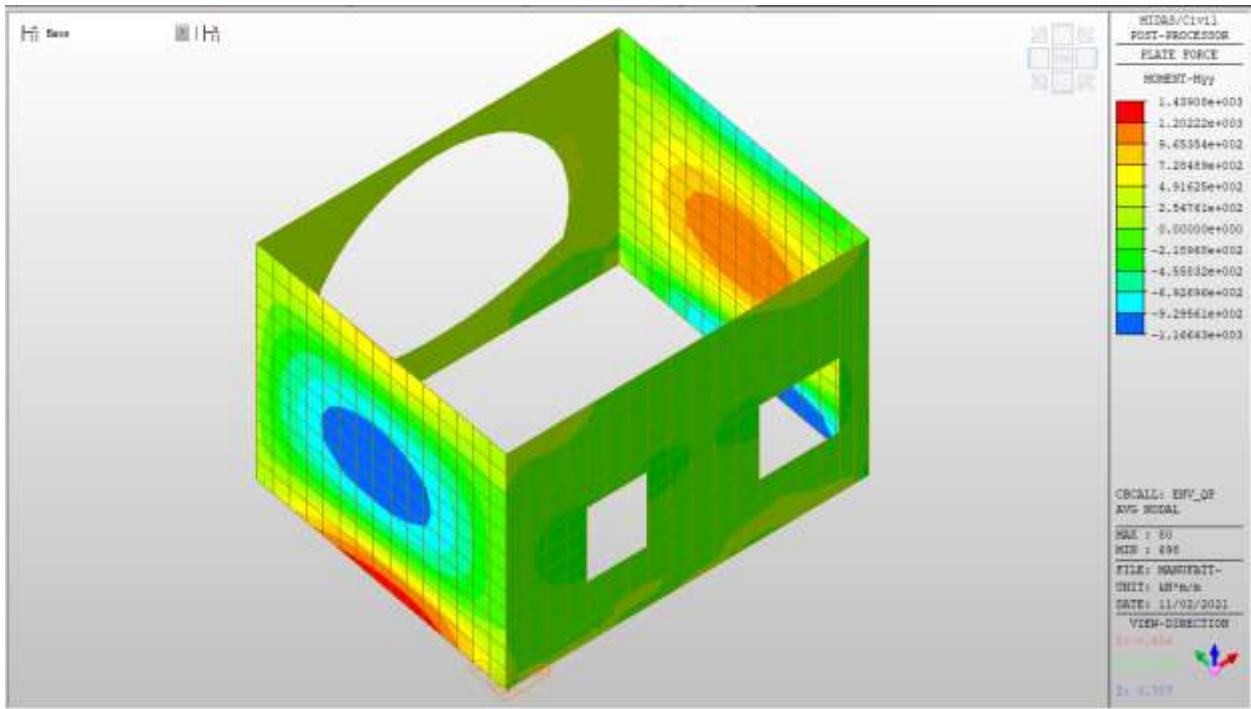
MXX max, QP= +1420kNm/m

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 ϕ 26 al lembo superiore e 7+7 ϕ 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 ϕ 26	(74.3 cm ²)
Barre superiori:	14 ϕ 26	(74.3 cm ²)
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 ≥ 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 ²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
As eff.	Area Barre tese di acciaio [cm ²] 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
Sc _{lmax}	Massima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [Mpa]
Sc _{lmin}	Minima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [Mpa]
K3	=0,125 per flessione; = 0,25 (Sc _{lmin} + Sc _{lmax})/(2 Sc _{lmin}) per trazione eccentrica
Beta12	Prodotto dei Coeff. di aderenza Beta1*Beta2
Psi	= 1-Beta12*(S _{sr} /S _s) ² = 1-Beta12*(f _{ctm} /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 S _s /E _s
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 _{lmax}	Sc _{lmin}	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	Sc _{lmax}	Sc _{lmin}	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	sm	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
---------	---	----	----	----

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 ≥ 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.)

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 ²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
As eff.	Area Barre tese di acciaio [cm ²] 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) 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 = $1,7 \cdot \text{Eps} \cdot \text{Srm}$. 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.
--------	-----	--------	--------	--------	----	--------	-----	------	-----	----	---------

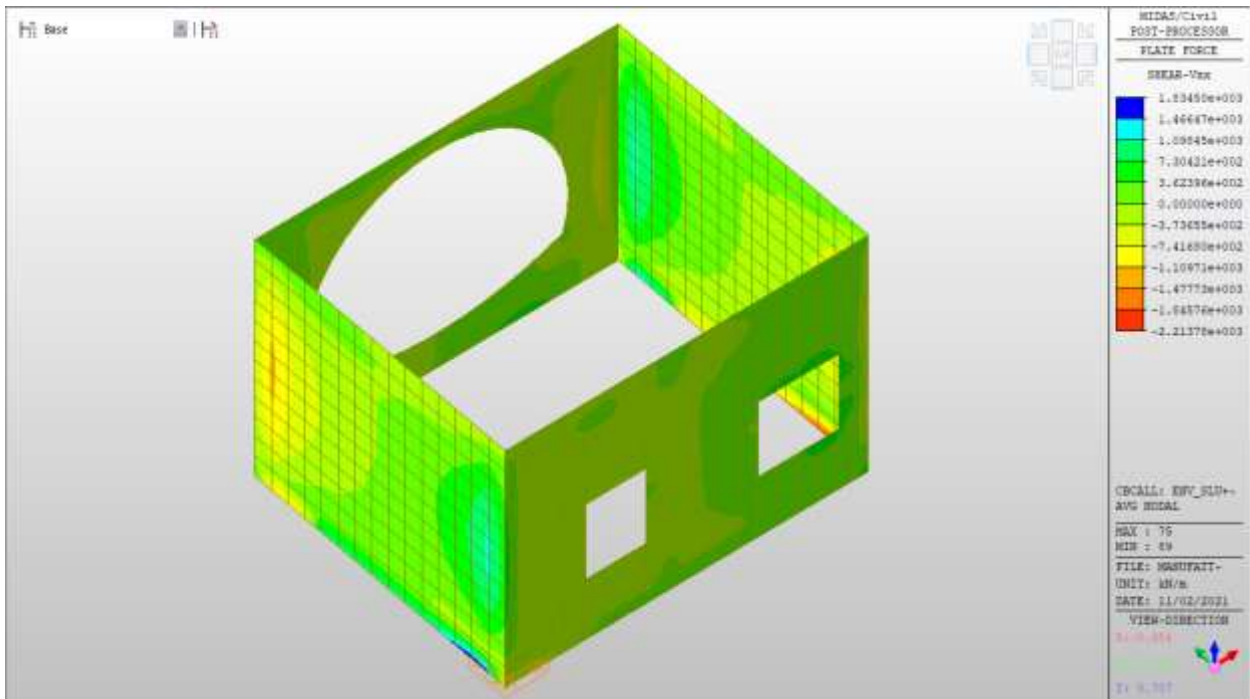
1	S	4.18	-4.18	--	0.125	0.50	0.725	0.000681 (0.000376)	171	0.198 (0.20)	1067.63
2	S	3.39	-3.39	--	0.125	0.50	0.581	0.000442 (0.000304)	171	0.129 (0.20)	-1067.63

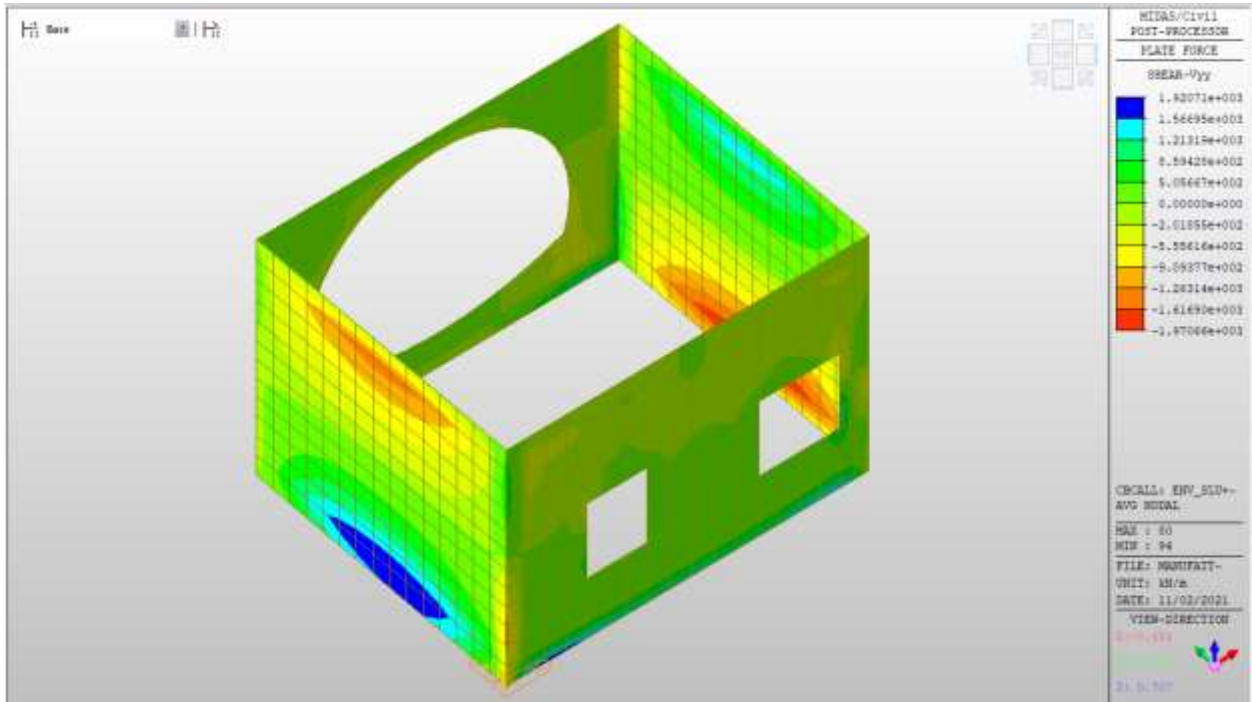
Nei confronti delle azioni di taglio, si dispongono nelle zone di incastro con i setti interni e con gli orizzontamenti, dove si hanno sollecitazioni maggiori, spilli $\phi 12/200 \times 200$.

Di seguito la verifica per la sollecitazione massima di taglio:

Taglio massimo

V MAX, SLV-SLU= 2214kN/m





Verifica a taglio (SLU)

$V_{ed} =$	2214	kN	Taglio agente verticale
$H =$	1200	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 ²	resistenza caratteristica a compressione
$f_{cd} =$	17.4	N/mm ²	resistenza di progetto a compressione
$c =$	50	mm	copriferro
$b_{st} =$	5	-	braccia delle staffe
$\Phi_{st} =$	12	mm	diametro staffe
$s =$	200	mm	passo staffe
$A_{st} =$	565	mm ²	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 ²	resistenza a compressione ridotta del cls d'anima
$\alpha_c =$	1.000	-	coefficiente maggiorativo per compressione
$f_{yd} =$	391.3	N/mm ²	resistenza a snervamento dell'acciaio
$V_{Rsd} =$	2834.2	kN	taglio resistente relativo alle armature tese
$V_{Rcd} =$	3127.9	kN	taglio resistente relativo alle bielle compresse
$V_{Rd} =$	2834.2	kN	ok!

C.S. ($V_{Rd}/V_{ed,v}$) = 1.28

Solaio a quota +163.64m

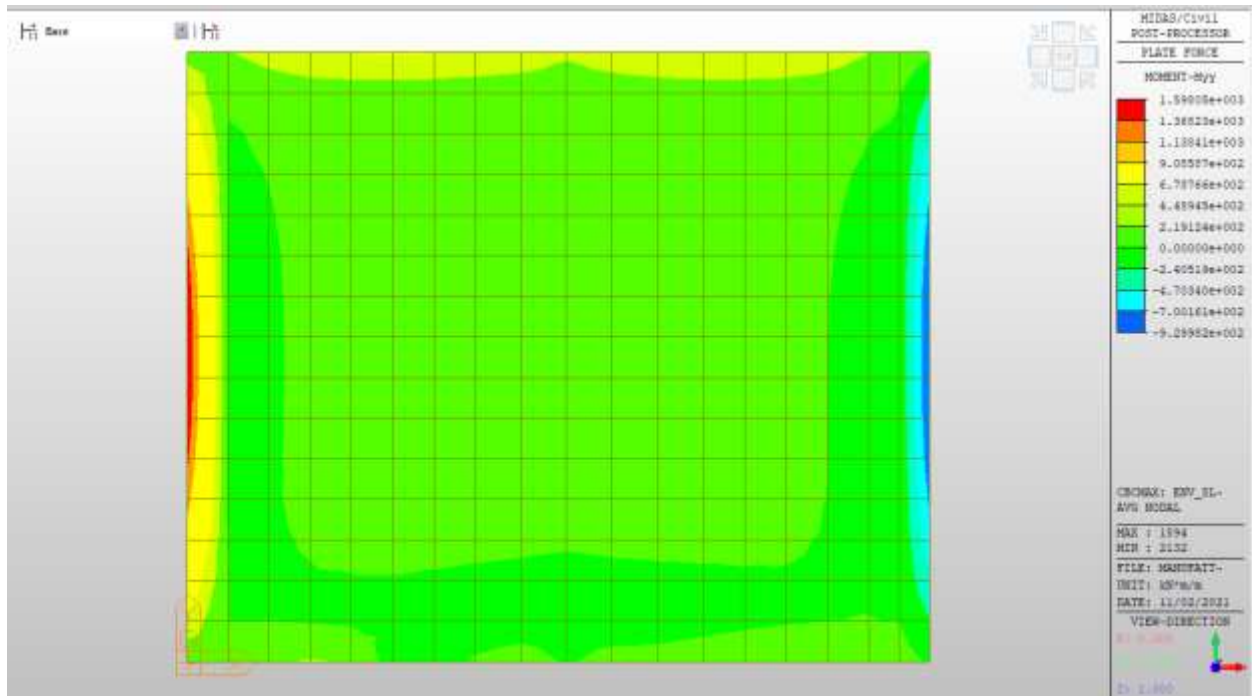
Solaio a quota +163.64m – Mappe sollecitazioni SLU - SLV

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

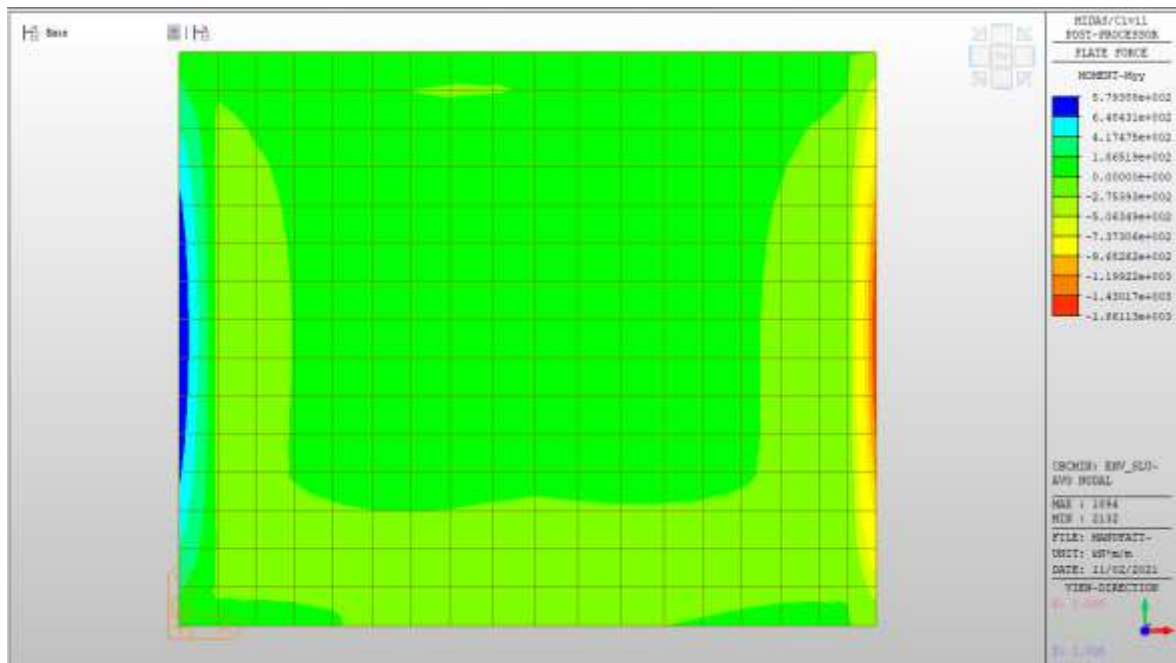
MYX max, SLV-SLU = +678 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

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)

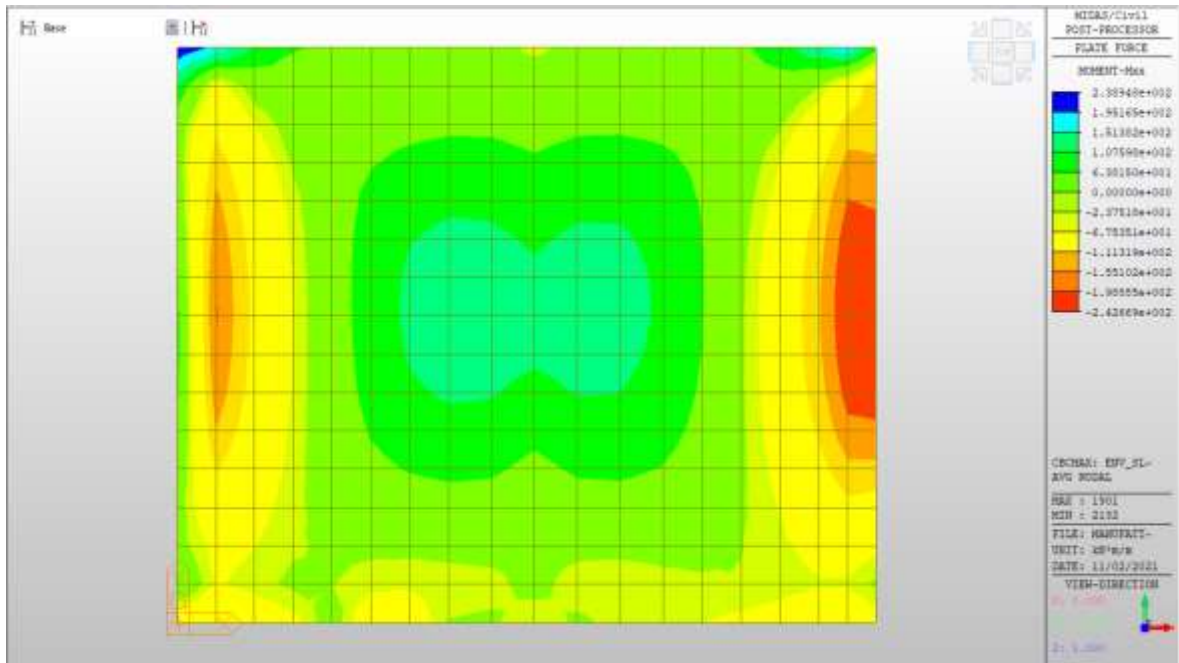
MYX min, SLV-SLU = -1661 kNm/m (soll. di verifica armatura zone di raffittimento)



Momento orizzontale

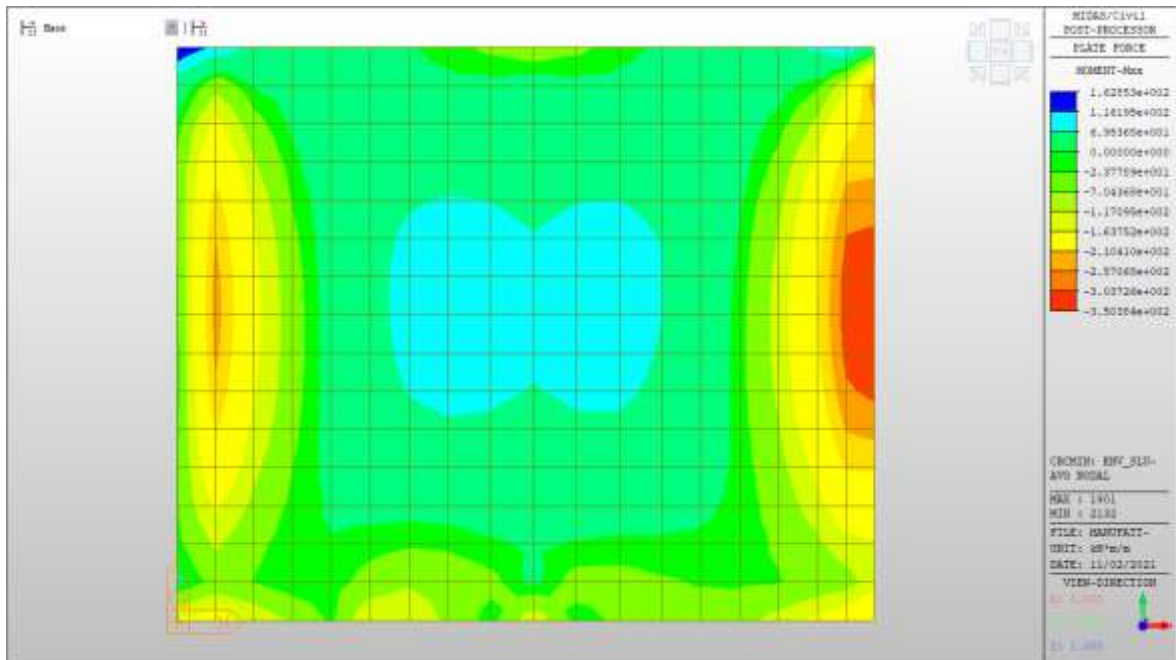
MXX max, SLV-SLU= +111 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull'intera area)

MXX max, SLV-SLU= +242 kNm/m (soll. di verifica armatura zone di raffittimento)



MXM min, SLV-SLU= -210 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull'intera area)

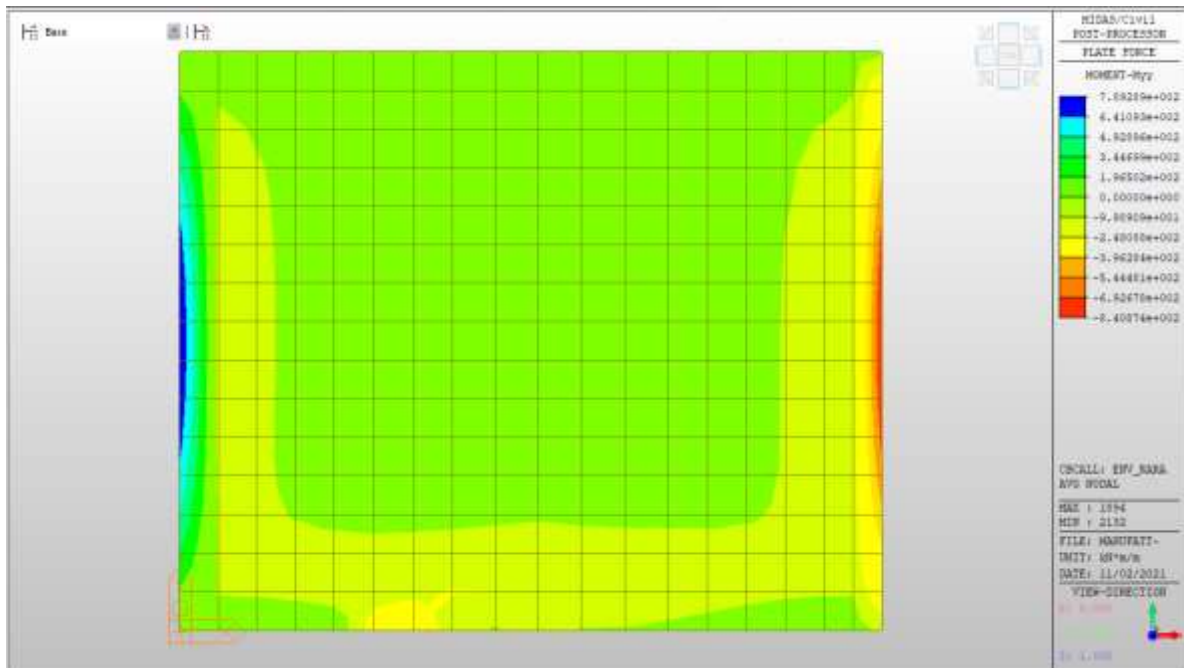
MXM min, SLV-SLU= -350 kNm/m (soll. di verifica armatura zone di raffittimento)



Solaio a quota +163.64m – Mappe sollecitazioni SLE - RARA

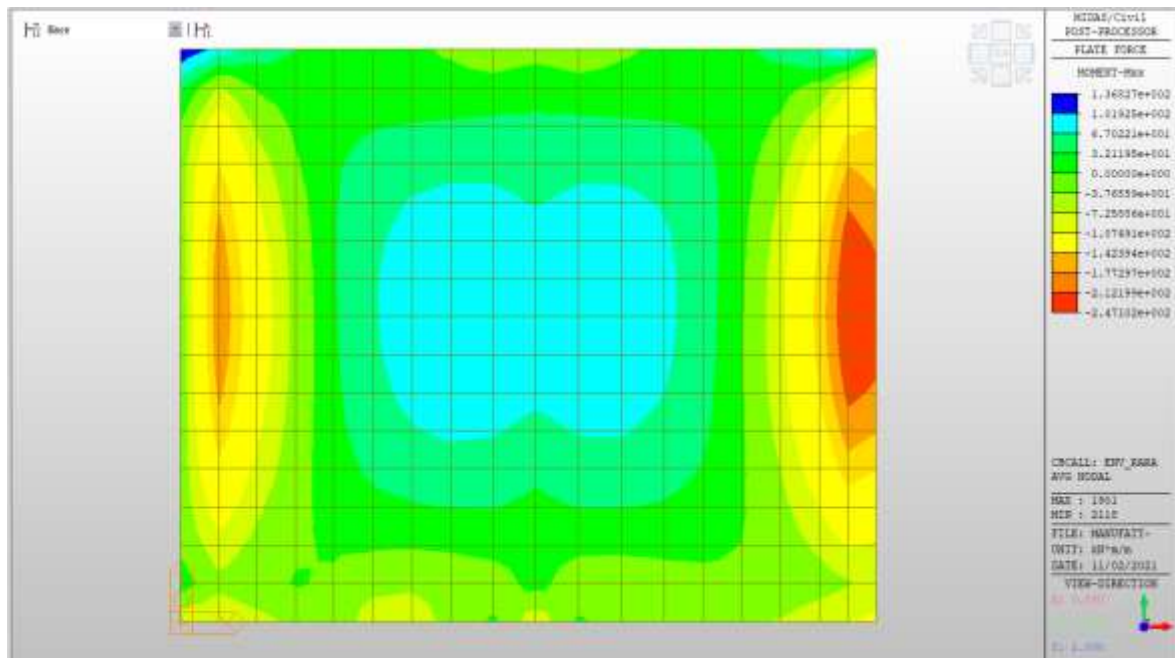
MYX max, RARA= +344 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull'intera area)

MYX min, RARA= -396 kNm/m



MXX max, RARA= +32 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull'intera area)

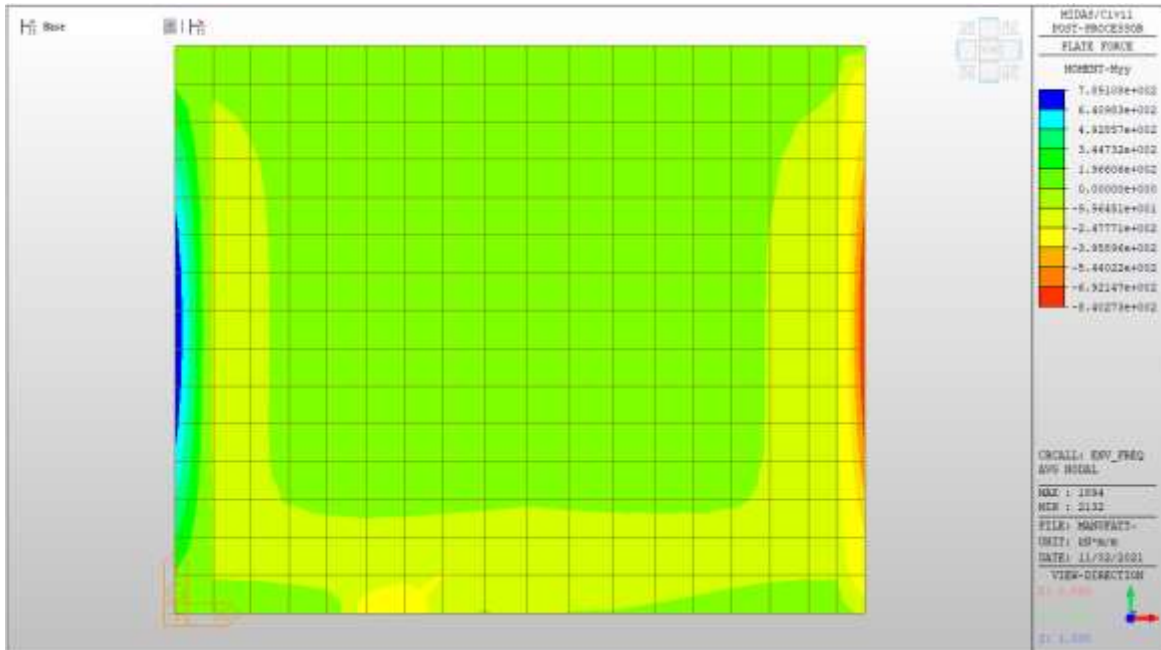
MXX min, RARA= -144 kNm/m



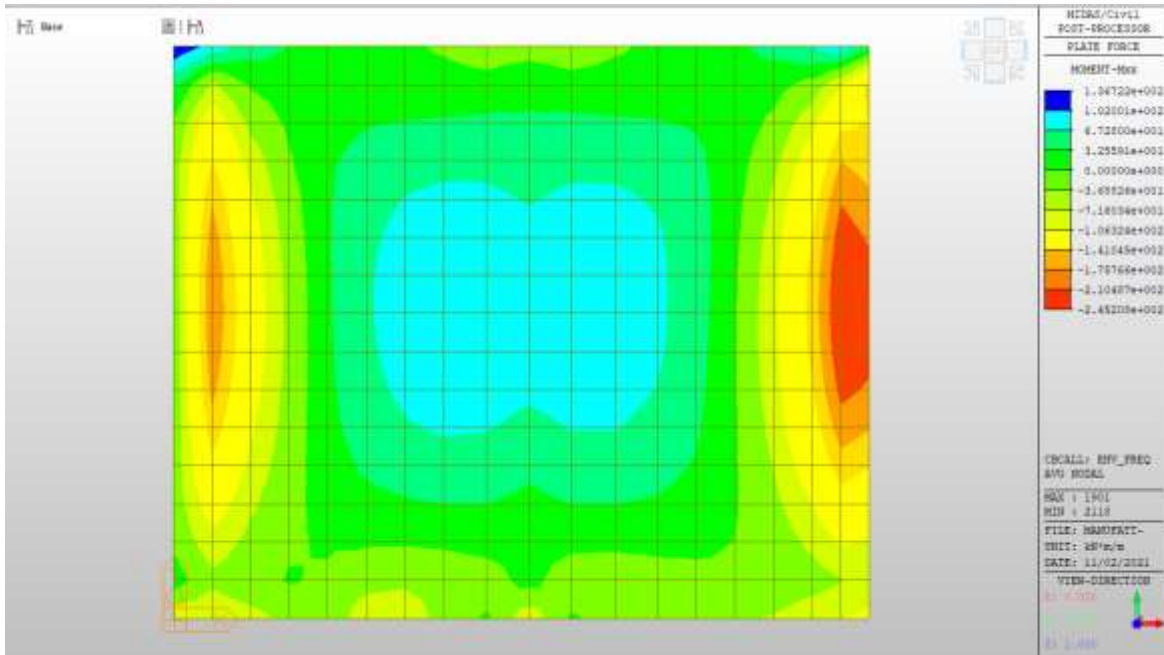
Solaio a quota +163.64m – Mappe sollecitazioni SLE - Frequente

MYX max, Frequente= +344 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

MYX min, Frequente= -396 kNm/m



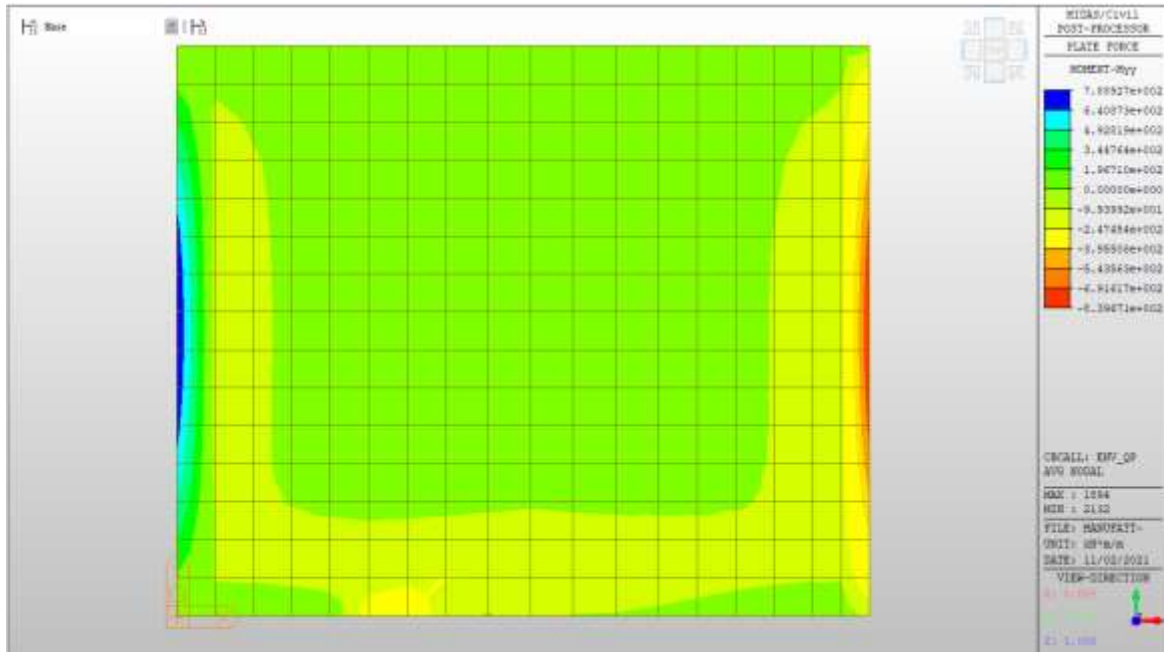
MXX max, Frequente= +34kNm/m (soll. di verifica armatura media sull'intera area)
MXX min, Frequente= -142kNm/m



Solaio a quota +163.64m – Mappe sollecitazioni SLE – Quasi permanente

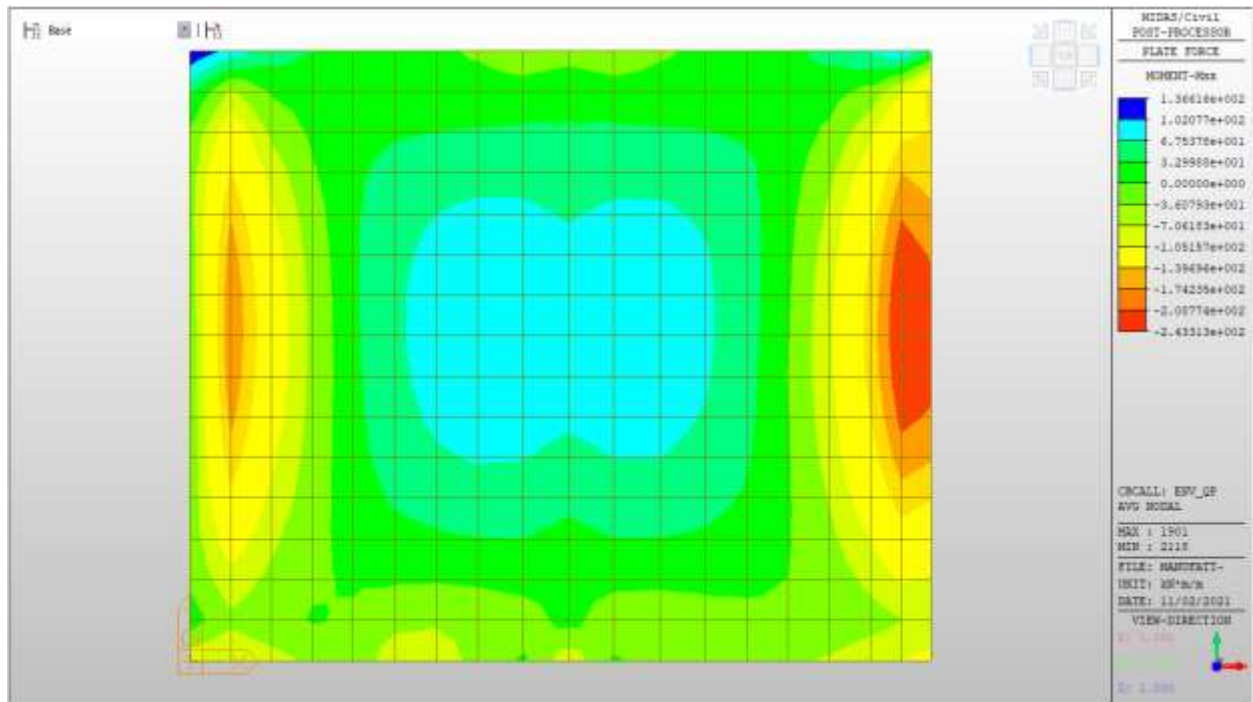
MYX max, QP= +196kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

MYX 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 ²)
Barre superiori:	$7\phi 26$	(37.2 cm ²)

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)

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 ≥ 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 ²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
As eff.	Area Barre tese di acciaio [cm ²] 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) ² = 1-Beta12*(fctm/ScI min) 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	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	sm	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 ²)
Barre superiori:	7Ø26	(37.2 cm ²)
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	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 ≥ 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.)

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 ²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
As eff.	Area Barre tese di acciaio [cm ²] 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

Beta12	Prodotto dei Coeff. di aderenza Beta1*Beta2
Psi	= 1-Beta12*(Ssr/Ss) ² = 1-Beta12*(fctm/ScImin) 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	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 ²)
Barre superiori:	20Ø26	(106.2 cm ²)
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

ACEA ENGINEERING LABORATORIES RESEARCH INNOVATION SPA

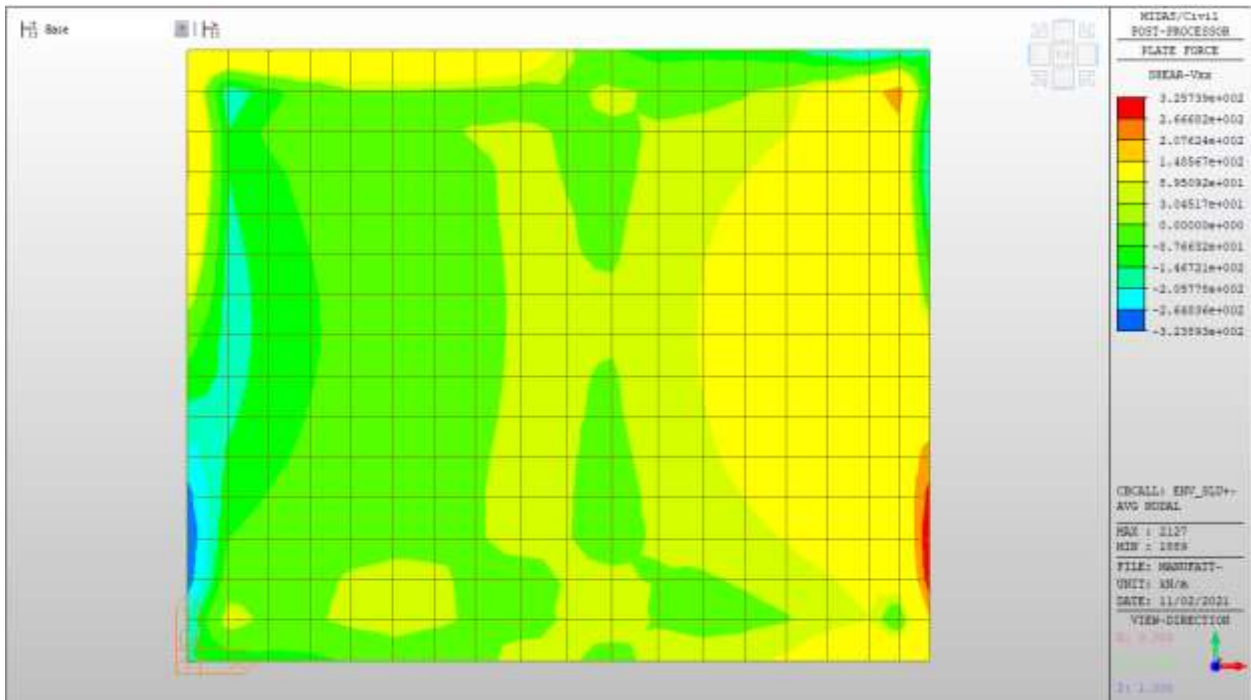
3	0.00350	-0.00302	60.0	0.00097	50.0	-0.00917	10.0
4	0.00350	-0.00302	0.0	0.00097	10.0	-0.00917	50.0

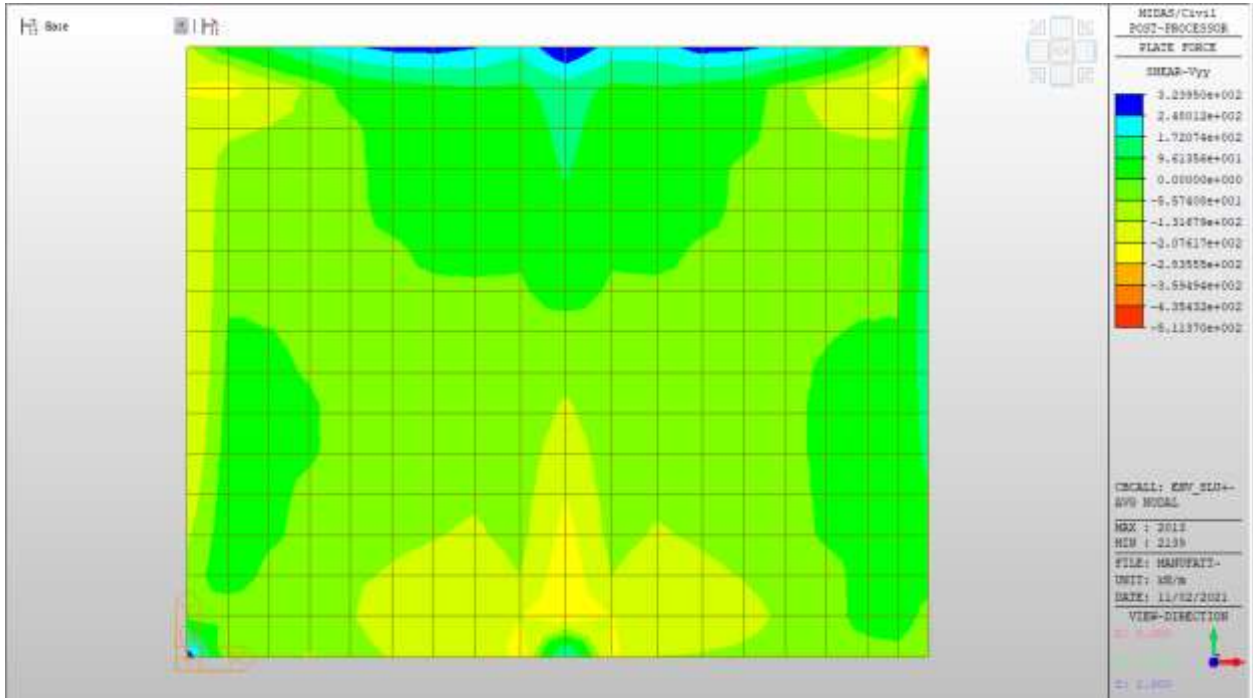
Nei confronti delle azioni di taglio si dispongono spilli $\phi 10/200 \times 200$, nelle zone in corrispondenza dei setti che risultano maggiormente sollecitate.

Di seguito la verifica per la sollecitazione massima di taglio:

Taglio massimo

V MAX, SLV-SLU= 512kN/m





Verifica a taglio (SLU)

$V_{ed} =$	512	kN	Taglio agente verticale
$H =$	600	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 ²	resistenza caratteristica a compressione
$f_{cd} =$	17.4	N/mm ²	resistenza di progetto a compressione
$c =$	50	mm	copriferro
$b_{st} =$	5	-	braccia delle staffe
$\Phi_{st} =$	10	mm	diametro staffe
$s =$	200	mm	passo staffe
$A_{st} =$	393	mm ²	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 ²	resistenza a compressione ridotta del cls d'anima
$\alpha_c =$	1.000	-	coefficiente maggiorativo per compressione
$f_{yd} =$	391.3	N/mm ²	resistenza a snervamento dell'acciaio
$V_{Rsd} =$	941.3	kN	taglio resistente relativo alle armature tese
$V_{Rcd} =$	1496.0	kN	taglio resistente relativo alle bielle compresse
$V_{Rd} =$	941.3	kN	ok!

C.S. ($V_{Rd}/V_{ed,v}$) = 1.84

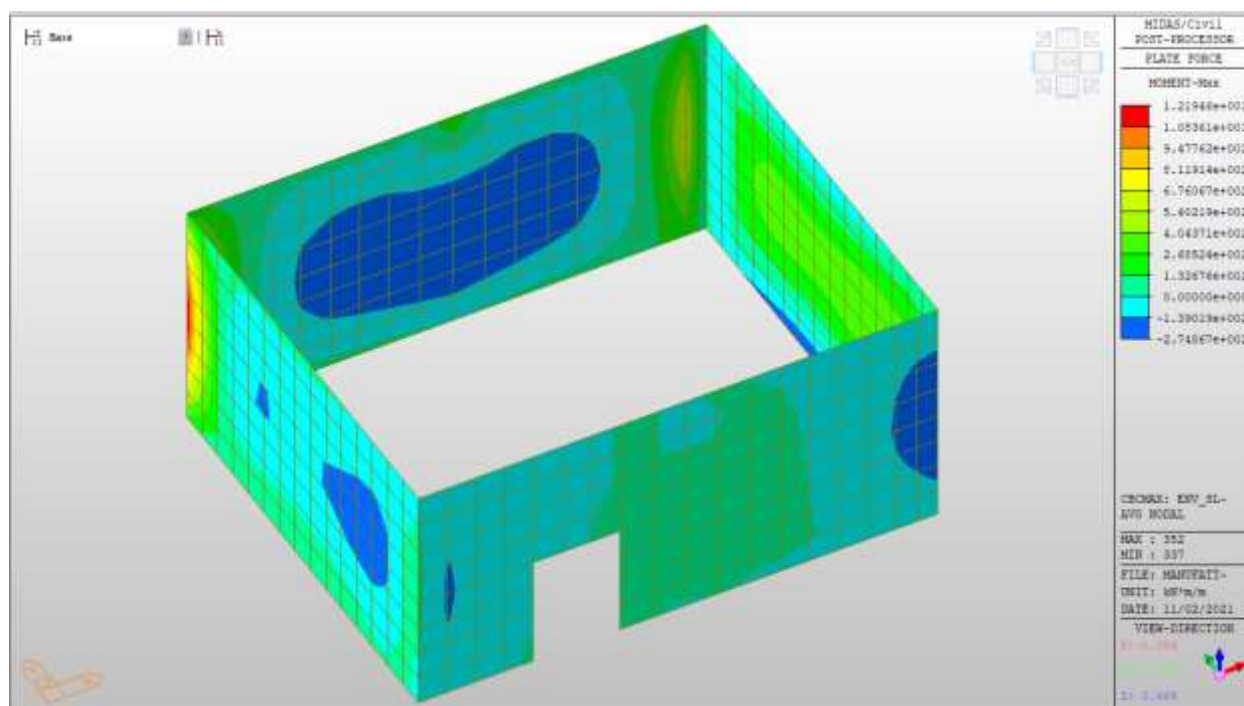
Setti perimetrali livello -2

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.

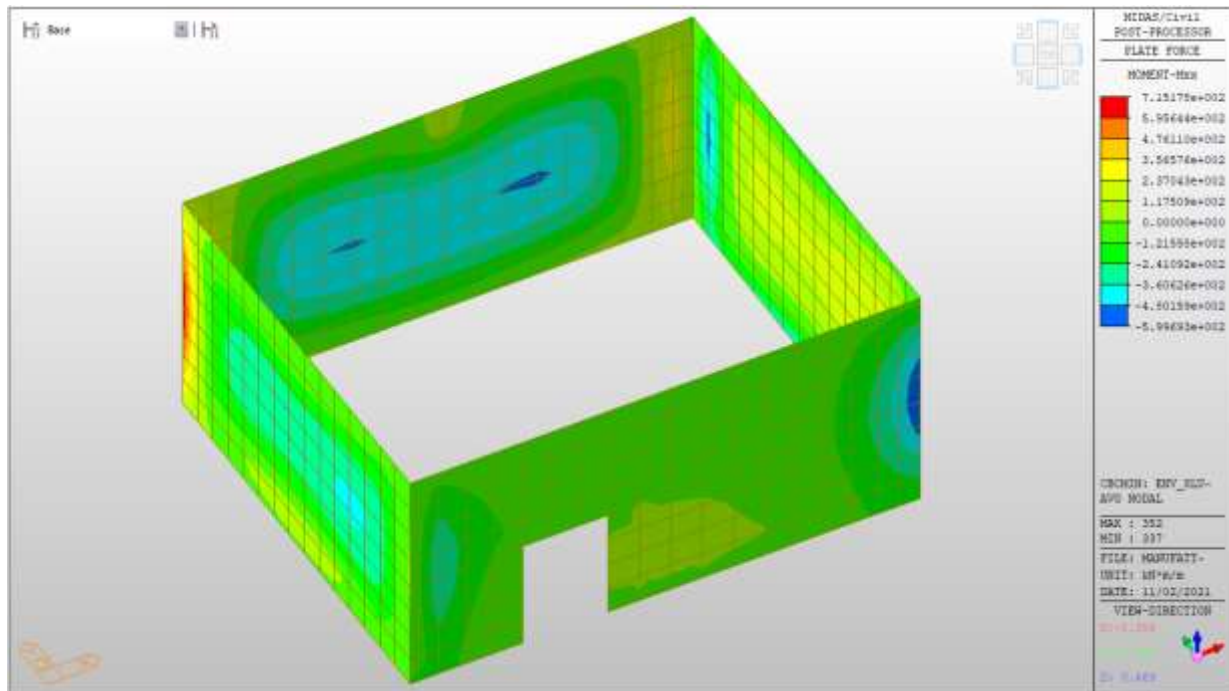
MXX max, SLV-SLU= +812 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

MXX max, SLV-SLU= +1220kNm/m (soll. di verifica armatura zone di raffittimento)



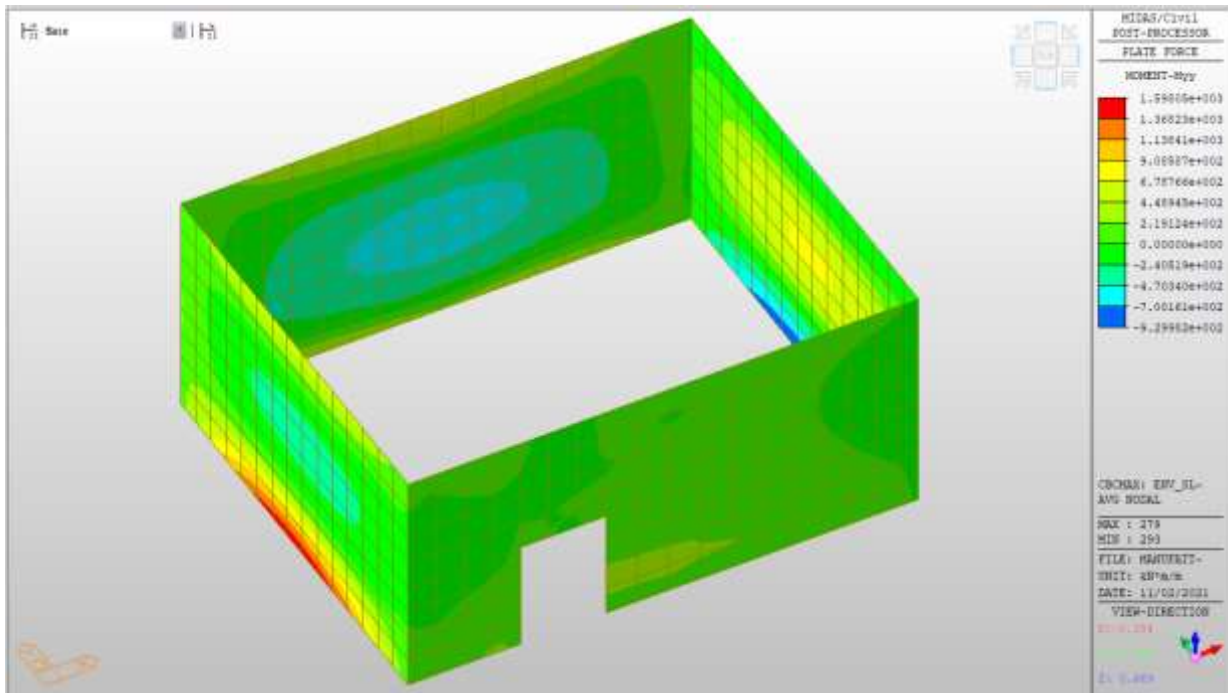
MXX min, SLV-SLU= -242 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

MXX min, SLV-SLU= -600 kNm/m (soll. di verifica armatura zone di raffittimento)



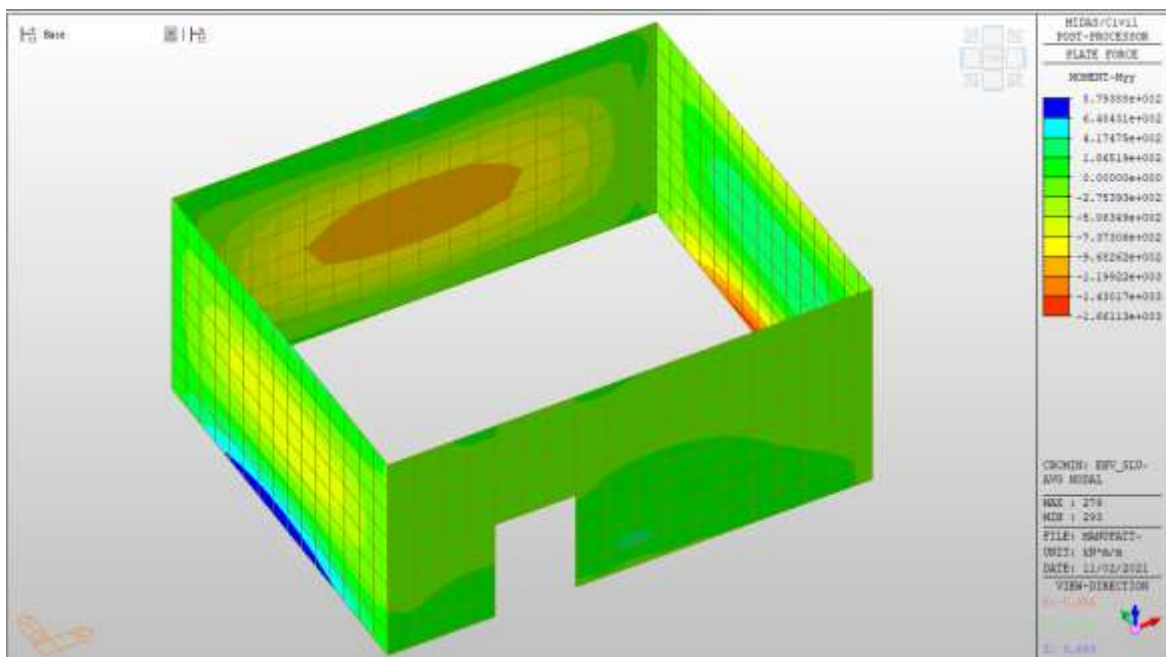
MY max, SLV-SLU = +910 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull'intera area)

MY max, SLV-SLU = +1600 kNm/m (soll. di verifica armatura zone di raffittimento)



MYX min, SLV-SLU = -968 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

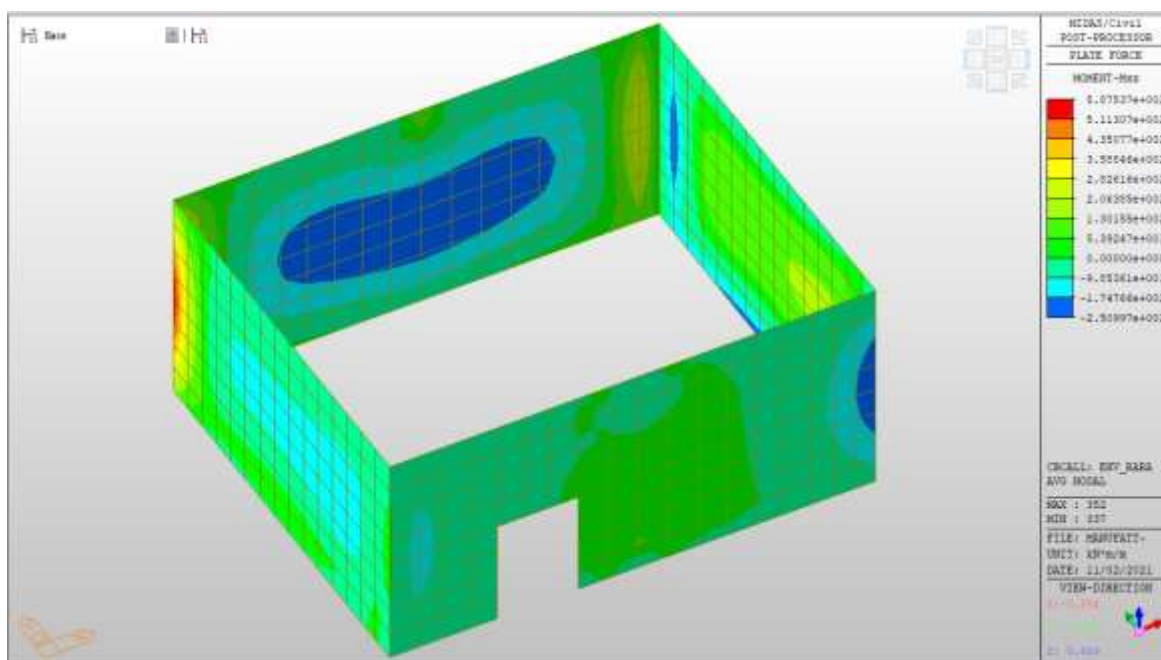
MYX min, SLV-SLU = -1662 kNm/m (soll. di verifica armatura zone di raffittimento)



Setti perimetrali livello -2 – Mappe sollecitazioni SLE -RARA

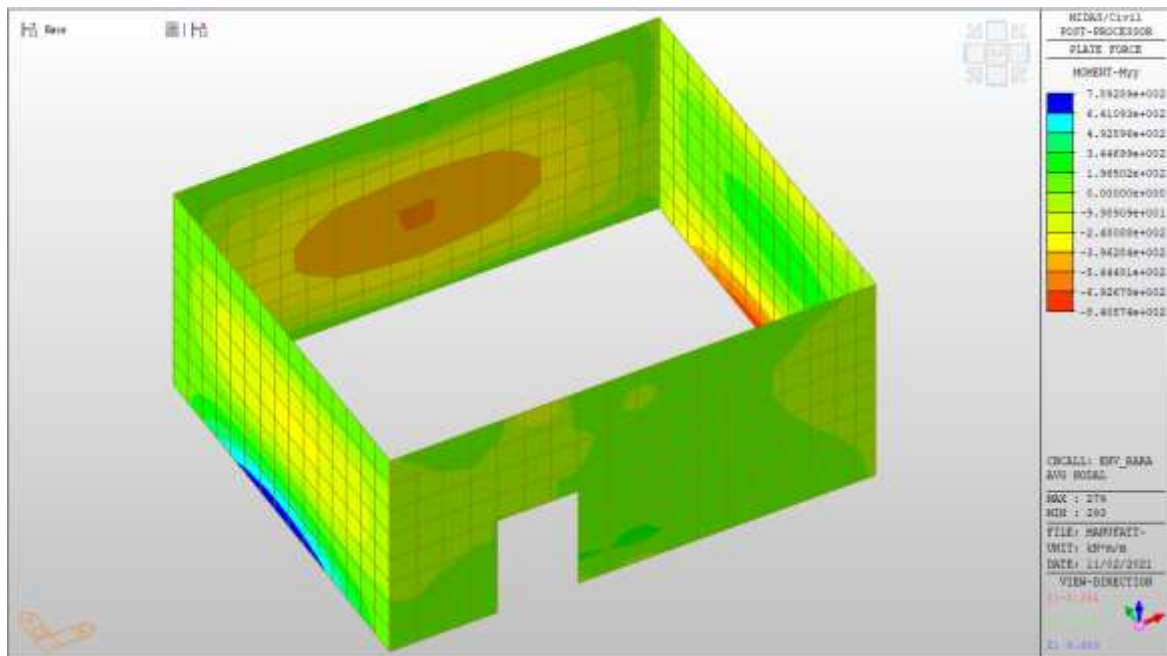
MXX max, RARA= +360 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

MXX min, RARA= -100 kNm/m



MYY max, RARA= +346 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

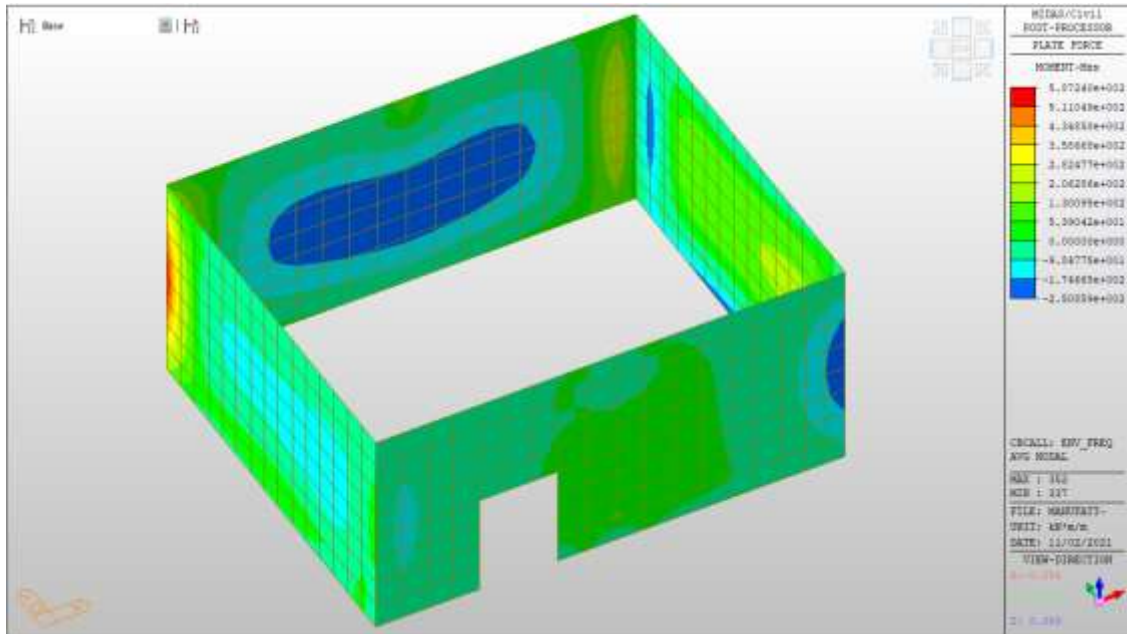
MYY min, RARA= -396 kNm/m



Setti perimetrali livello -2 – Mappe sollecitazioni SLE - FREQUENTE

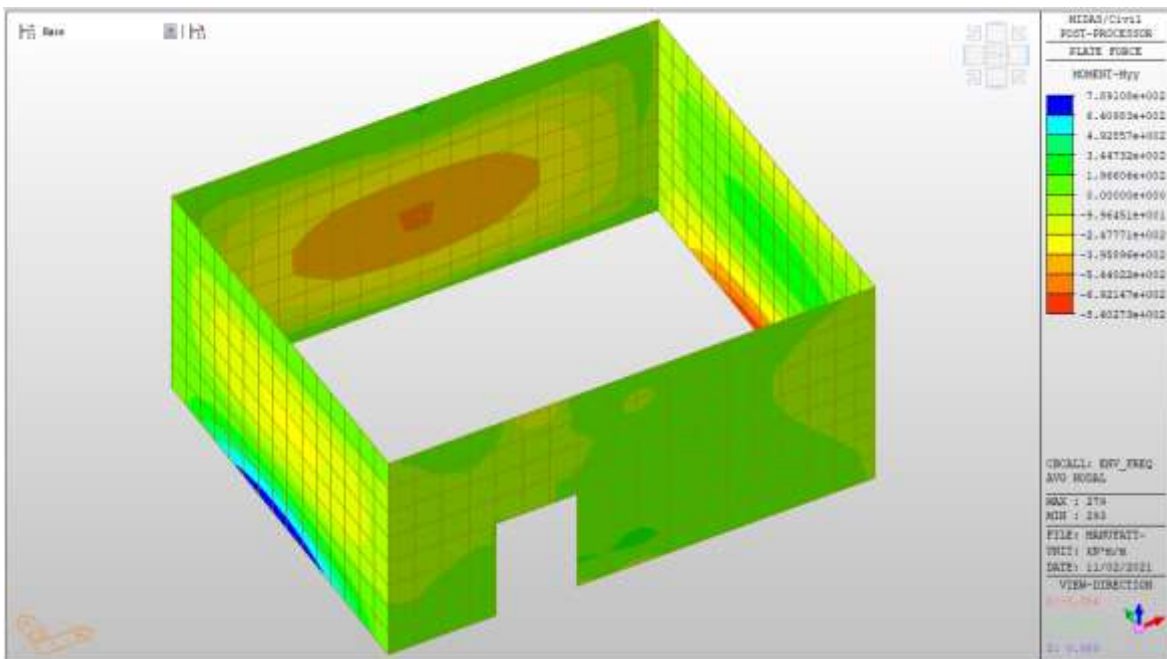
MXX max, Frequente= +360kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

MXX min, Frequente= - 176 kNm/m



MYX max, Frequente= +346 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull'intera area)

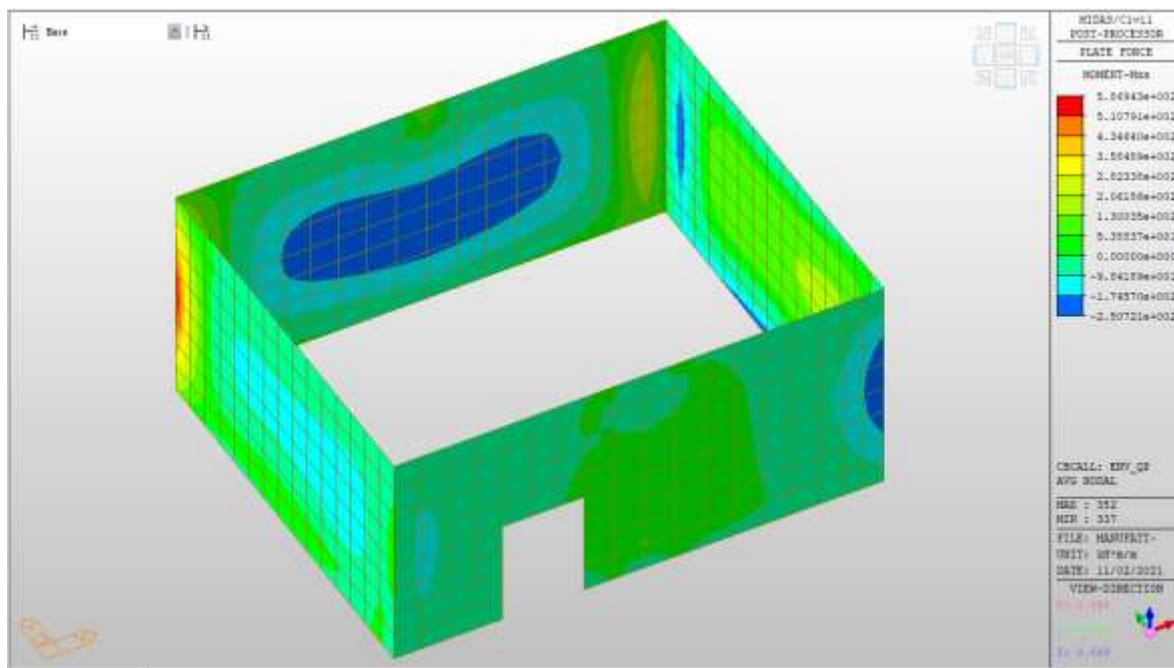
MYX min, Frequente= -396 kNm/m



Setti perimetrali livello -2 – Mappe sollecitazioni SLE – Quasi permanente

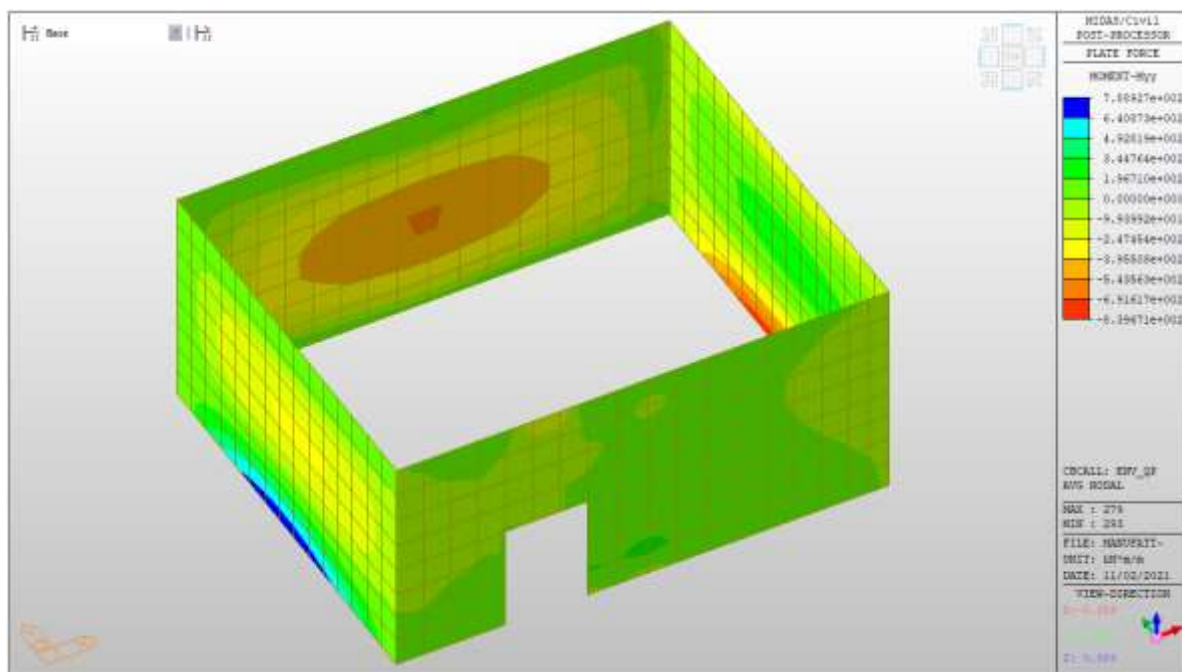
MXX max, QP= +360kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

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 ²)
Barre superiori:	$7\phi 24$	(31.7 cm ²)

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 ≥ 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. [cm ²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
As eff.	Area Barre tese di acciaio [cm ²] 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
Sc _{max}	Massima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [Mpa]
Sc _{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 (Sc _{min} + ScEff)/(2 Sc _{min})
Beta12	Prodotto dei Coeff. di aderenza Beta1*Beta2
Psi	= 1-Beta12*(S _{sr} /S _s) ² = 1-Beta12*(f _{ctm} /Sc _{min}) 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 S _s /E _s
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 _{max}	Sc _{min}	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	Sc _{max}	Sc _{min}	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 ²)
Barre superiori:	14Ø24	(63.3 cm ²)
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 ≥ 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

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 ≥ 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
--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

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 ²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
As eff.	Area Barre tese di acciaio [cm ²] 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) 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]

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 ²)
Barre superiori:	14Ø24	(63.3 cm ²)
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 ≥ 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.)

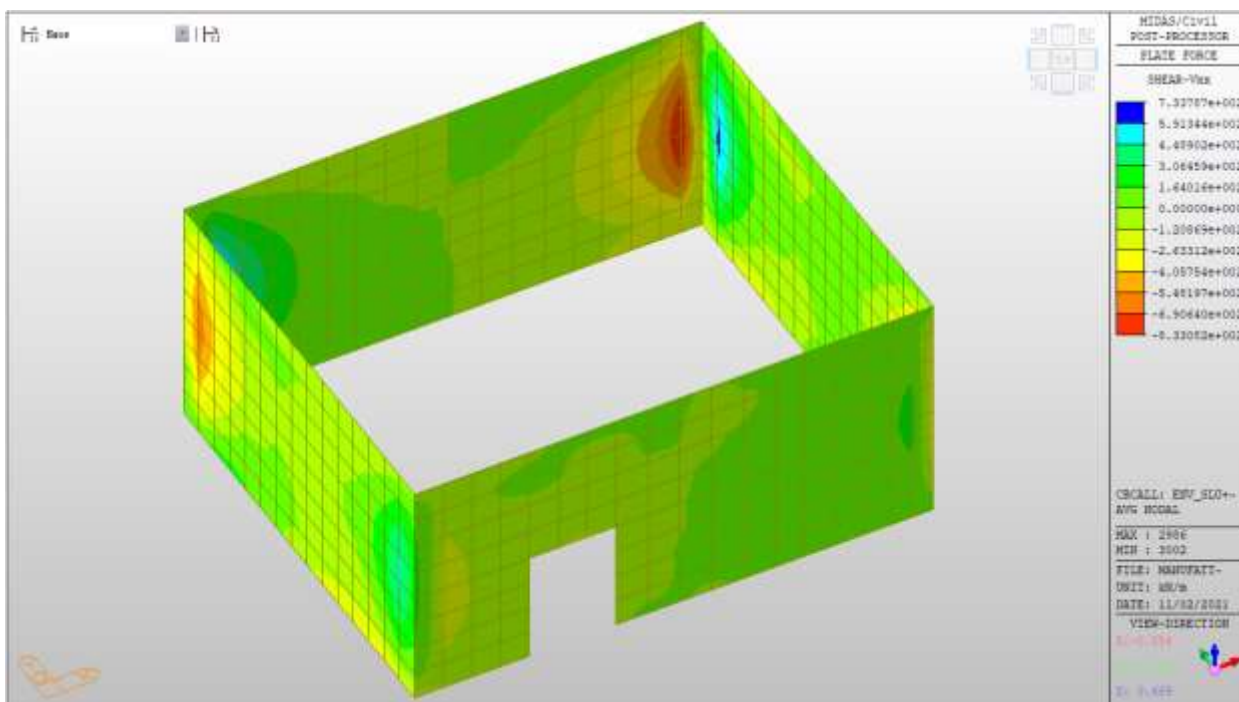
N°Comb	ec max	ec 3/7	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	-0.00920	100.0	0.00054	90.0	-0.02317	10.0
2	0.00350	-0.00920	0.0	0.00054	10.0	-0.02317	90.0
3	0.00350	-0.00920	100.0	0.00054	90.0	-0.02317	10.0
4	0.00350	-0.00920	0.0	0.00054	10.0	-0.02317	90.0

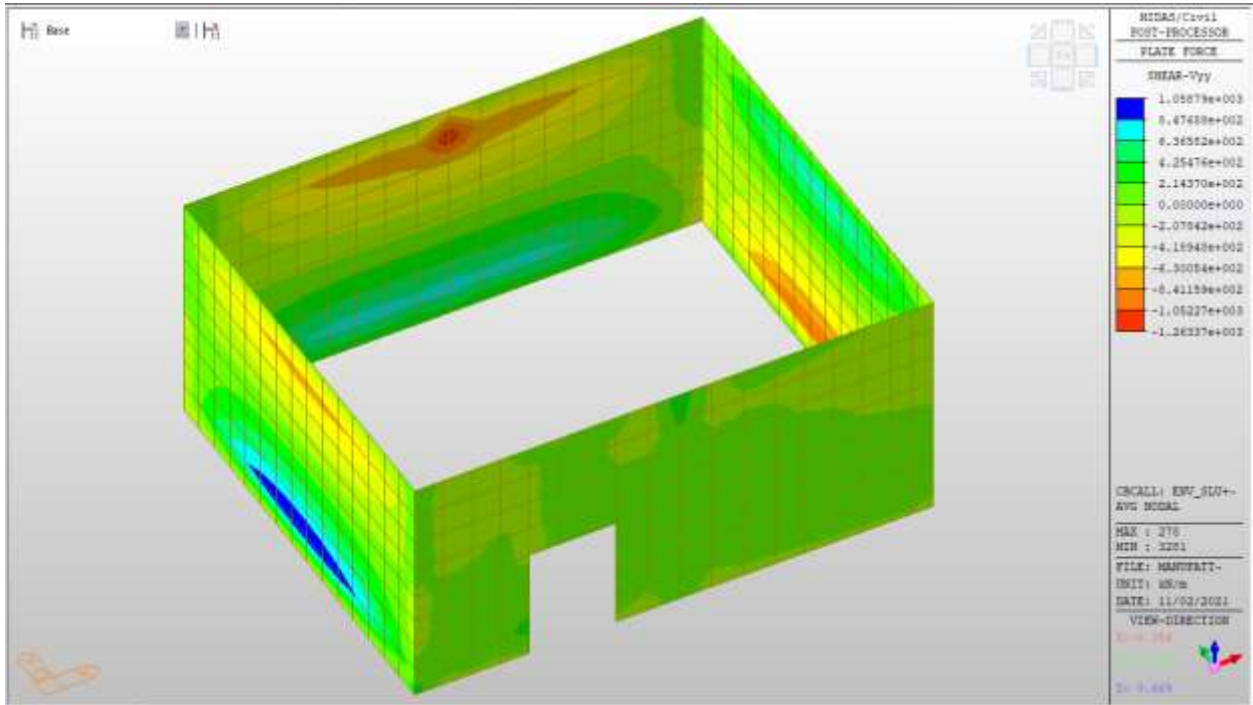
Nei confronti delle azioni di taglio, si dispongono nelle zone di incastro con gli orizzontamenti, dove si hanno sollecitazioni maggiori, spilli $\phi 10/200 \times 200$.

Di seguito la verifica per la sollecitazione massima di taglio:

Taglio massimo

V MAX, SLV-SLU= 1264kN/m





Verifica a taglio (SLU)

$V_{ed} =$	1264	kN	Taglio agente verticale
$H =$	1000	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 ²	resistenza caratteristica a compressione
$f_{cd} =$	17.4	N/mm ²	resistenza di progetto a compressione
$c =$	50	mm	copriferro
$b_{st} =$	5	-	braccia delle staffe
$\Phi_{st} =$	10	mm	diametro staffe
$s =$	200	mm	passo staffe
$A_{st} =$	393	mm ²	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 ²	resistenza a compressione ridotta del cls d'anima
$\alpha_c =$	1.000	-	coefficiente maggiorativo per compressione
$f_{yd} =$	391.3	N/mm ²	resistenza a snervamento dell'acciaio
$V_{Rsd} =$	1625.9	kN	taglio resistente relativo alle armature tese
$V_{Rcd} =$	2584.0	kN	taglio resistente relativo alle bielle compresse
$V_{Rd} =$	1625.9	kN	ok!

C.S. ($V_{Rd}/V_{ed,v}$) = 1.29

Solaio a quota +171.94m

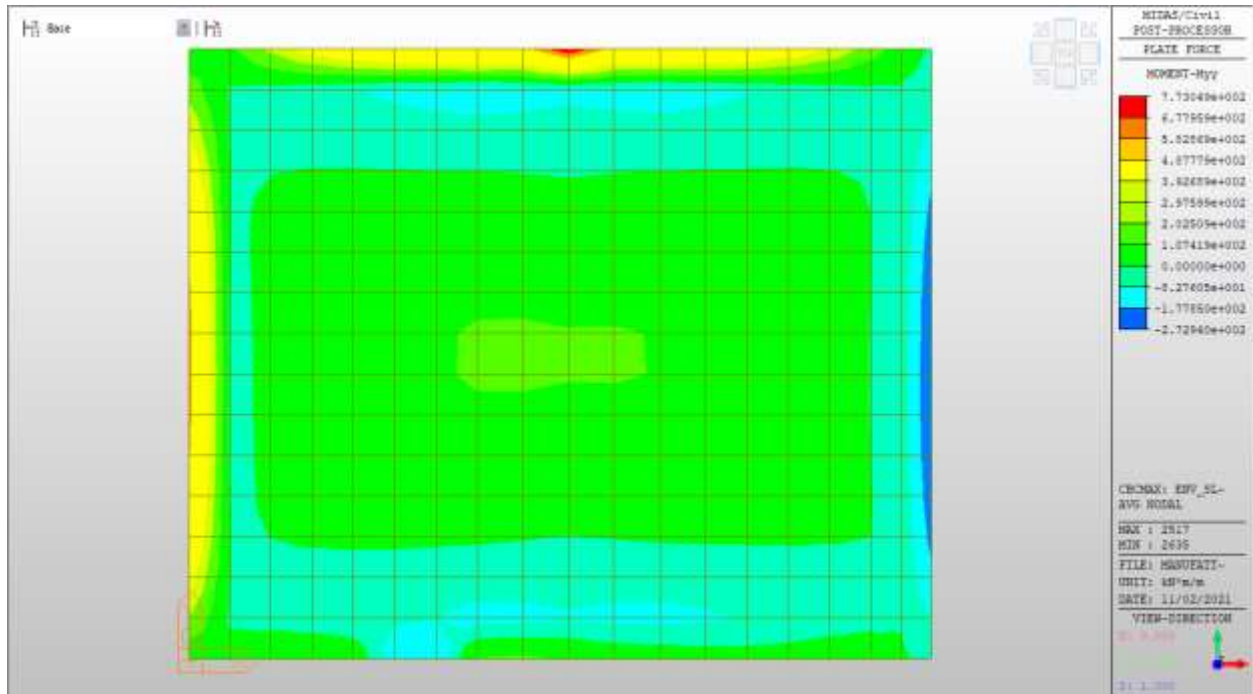
Solaio a quota +171.94m – Mappe sollecitazioni SLU - SLV

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

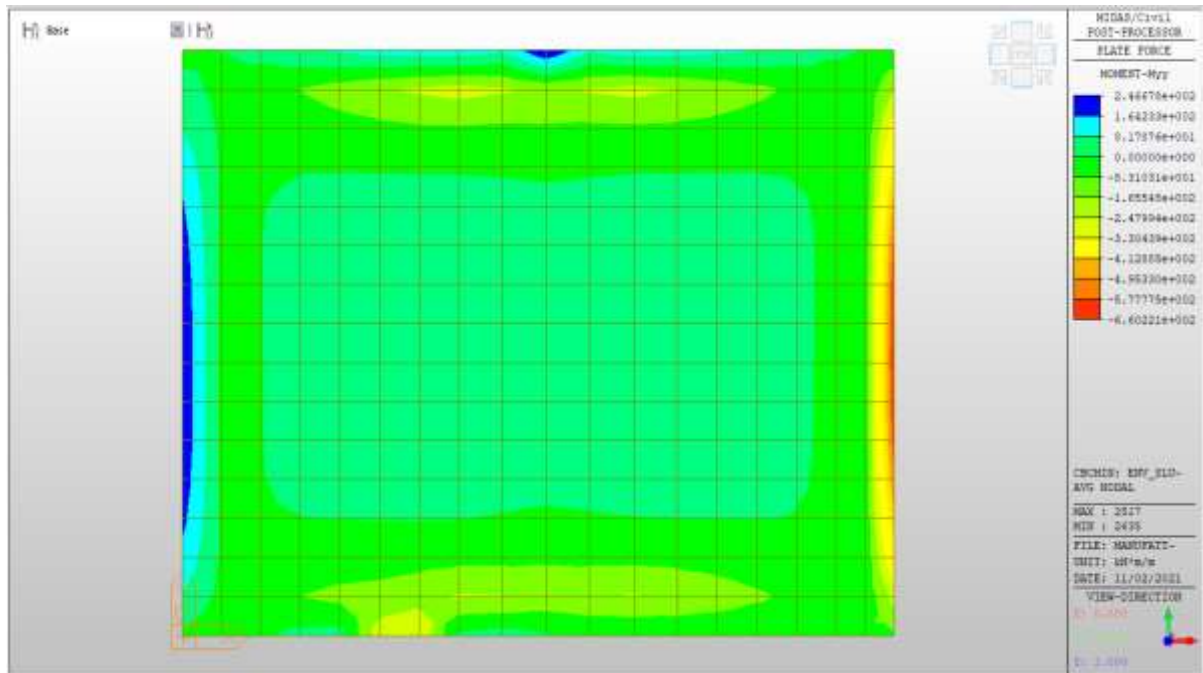
MYX max, SLV-SLU = +488 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

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)

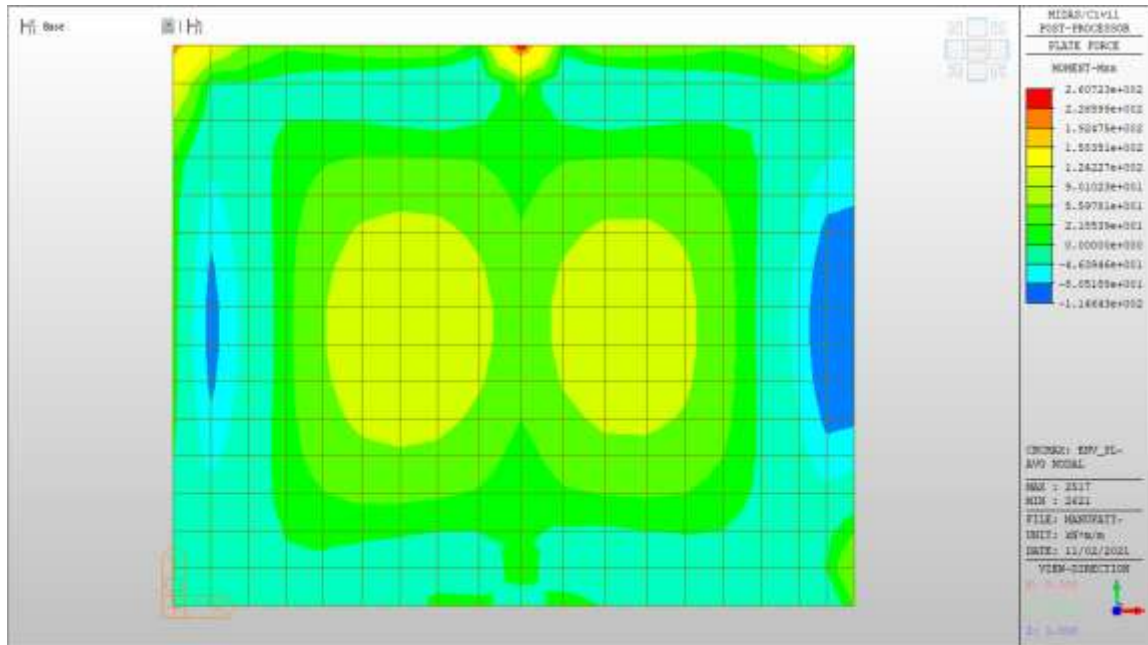
MYX min, SLV-SLU = -660 kNm/m (soll. di verifica armatura zone di raffittimento)



Momento orizzontale

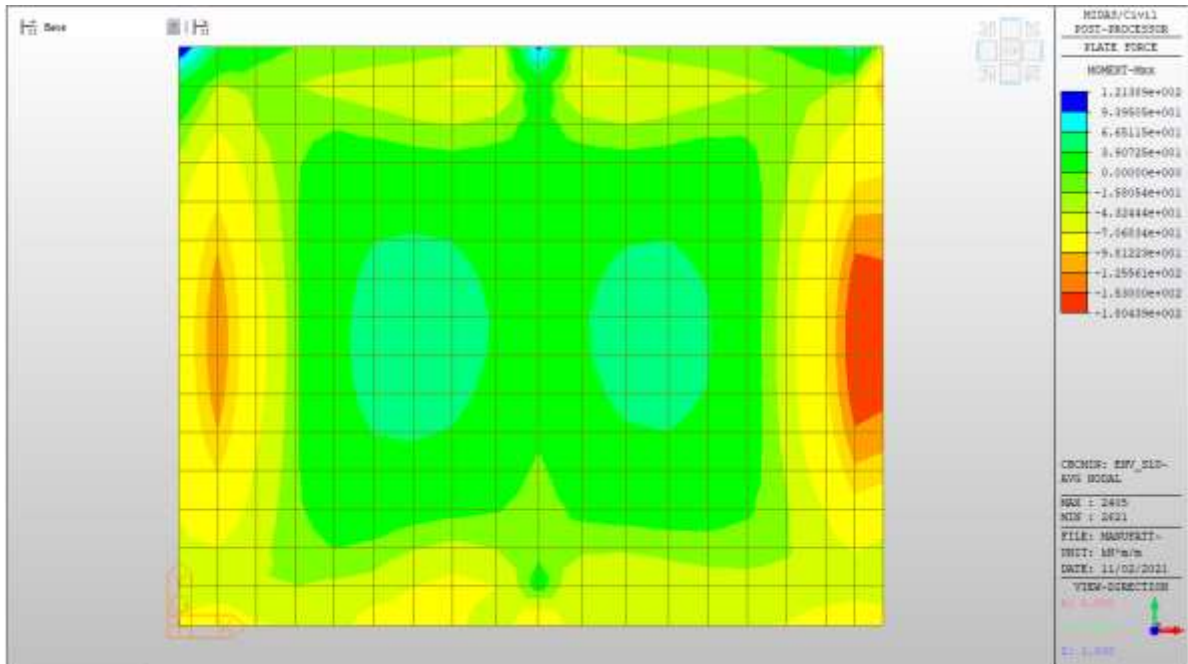
MXX max, SLV-SLU= +158 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

MXX max, SLV-SLU= +260 kNm/m (soll. di verifica armatura zone di raffittimento)



MXX min, SLV-SLU= -98 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

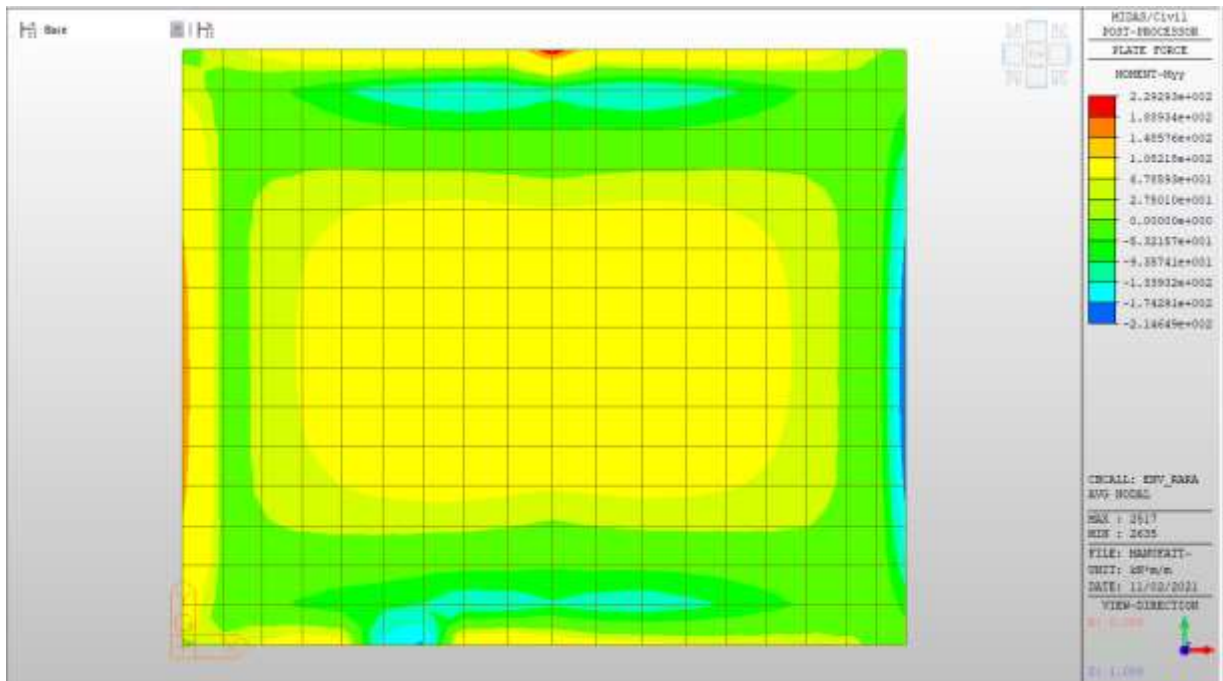
MXX min, SLV-SLU= -180 kNm/m (soll. di verifica armatura zone di raffittimento)



Solaio a quota +171.94m – Mappe sollecitazioni SLE - RARA

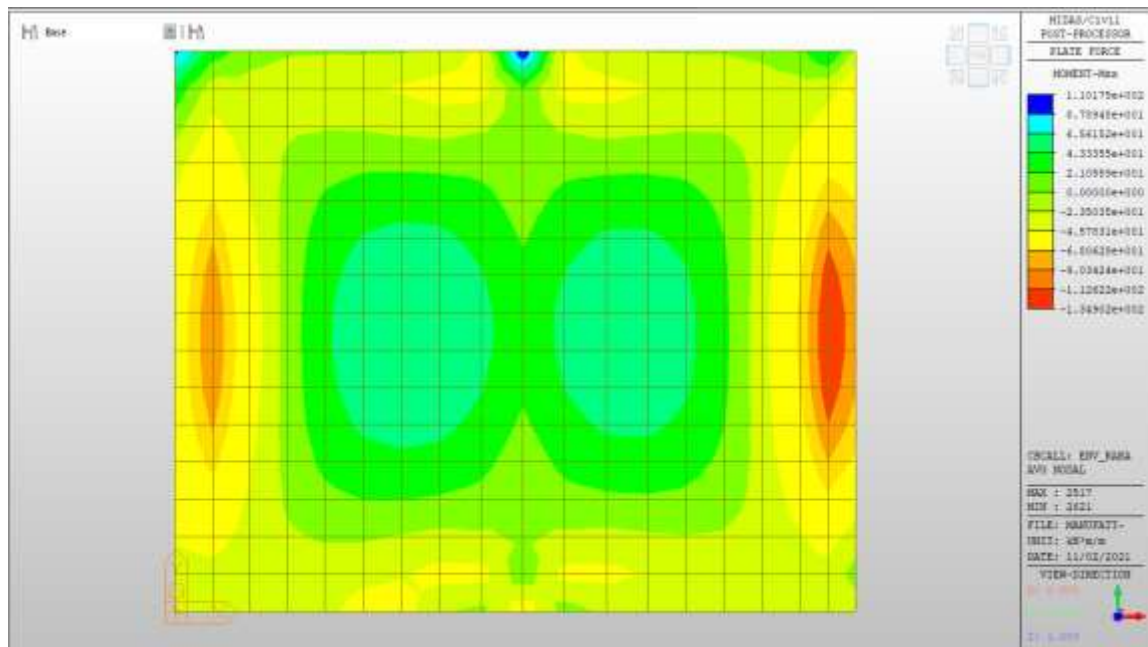
MYX max, RARA= +108 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

MYX min, RARA= -94 kNm/m



MXX max, RARA= +44 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

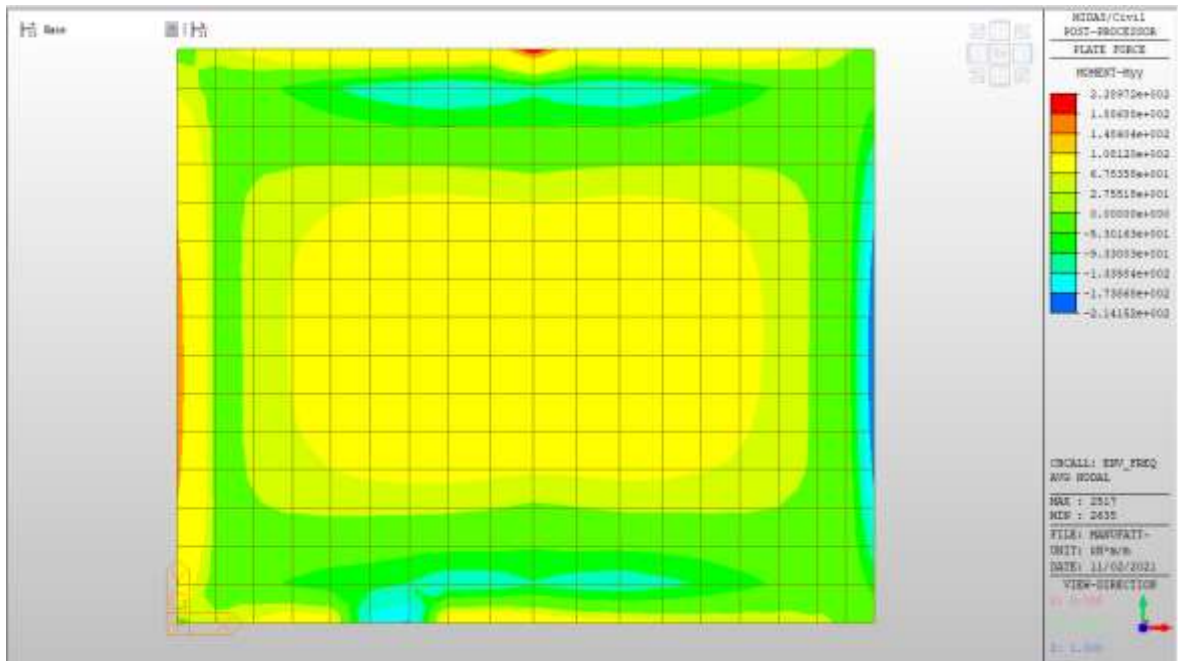
MXX min, RARA= -68 kNm/m



Solaio a quota +171.94m – Mappe sollecitazioni SLE - Frequente

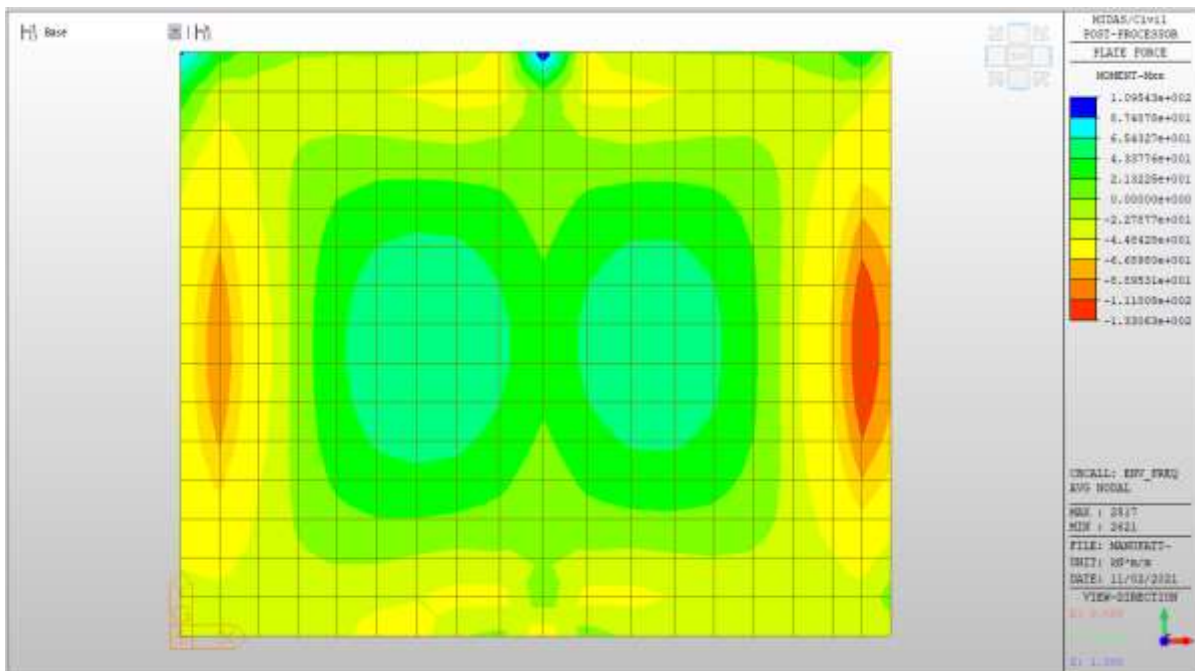
MYX max, Frequente= +108 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

MYX min, Frequente= -94 kNm/m



MXX max, Frequente= +44 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull'intera area)

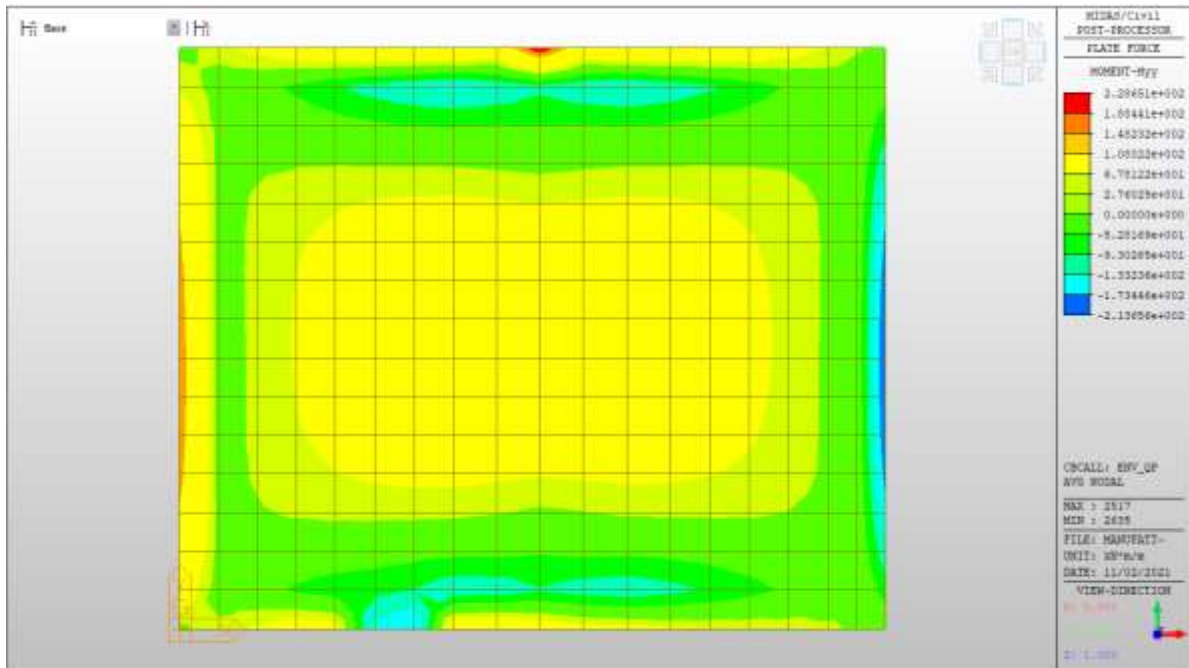
MXX min, Frequente= - 68 kNm/m



Solaio a quota +171.94m – Mappe sollecitazioni SLE – Quasi permanente

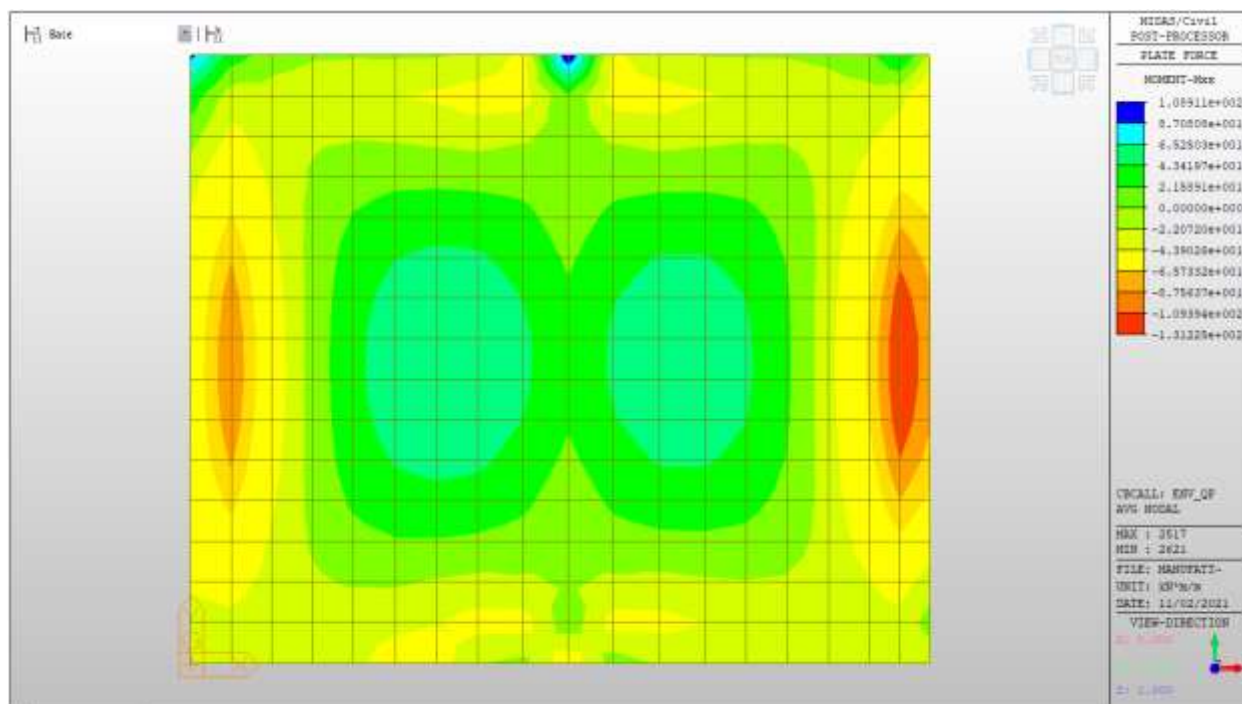
MYX max, QP= +108kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

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 ²)

Barre superiori:	7Ø22	(26.6 cm ²)
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
---------	---	----

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 ≥ 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	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 ²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
As eff.	Area Barre tese di acciaio [cm ²] 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) 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	1.41	-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 ²)
Barre superiori:	10Ø22	(38.0 cm ²)
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 ≥ 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

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 ²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
As eff.	Area Barre tese di acciaio [cm ²] 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) 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.
--------	-----	--------	--------	--------	----	--------	-----	------	-----	----	---------

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	sm	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	sm	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 ²)
Barre superiori:	10Ø22	(38.0 cm ²)
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 >=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.)

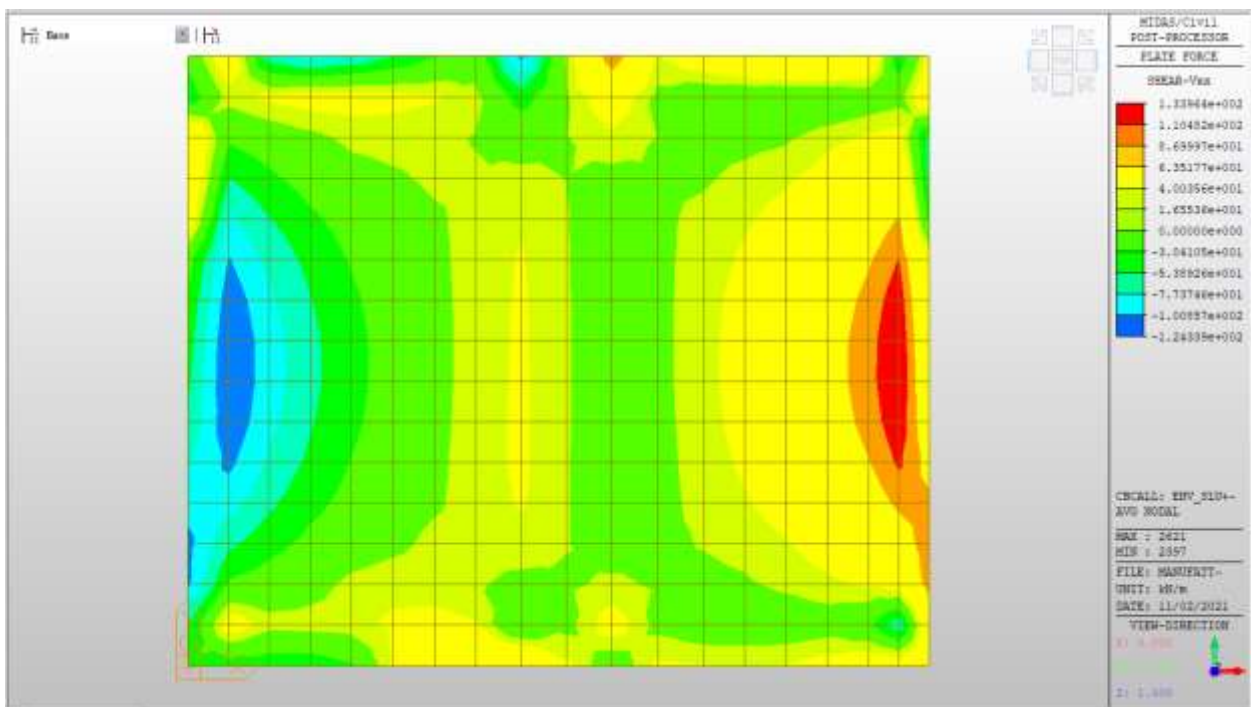
N°Comb	ec max	ec 3/7	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	-0.01332	60.0	0.00088	56.0	-0.03312	4.0
2	0.00350	-0.01332	0.0	0.00088	4.0	-0.03312	56.0
3	0.00350	-0.01332	60.0	0.00088	56.0	-0.03312	4.0
4	0.00350	-0.01332	0.0	0.00088	4.0	-0.03312	56.0

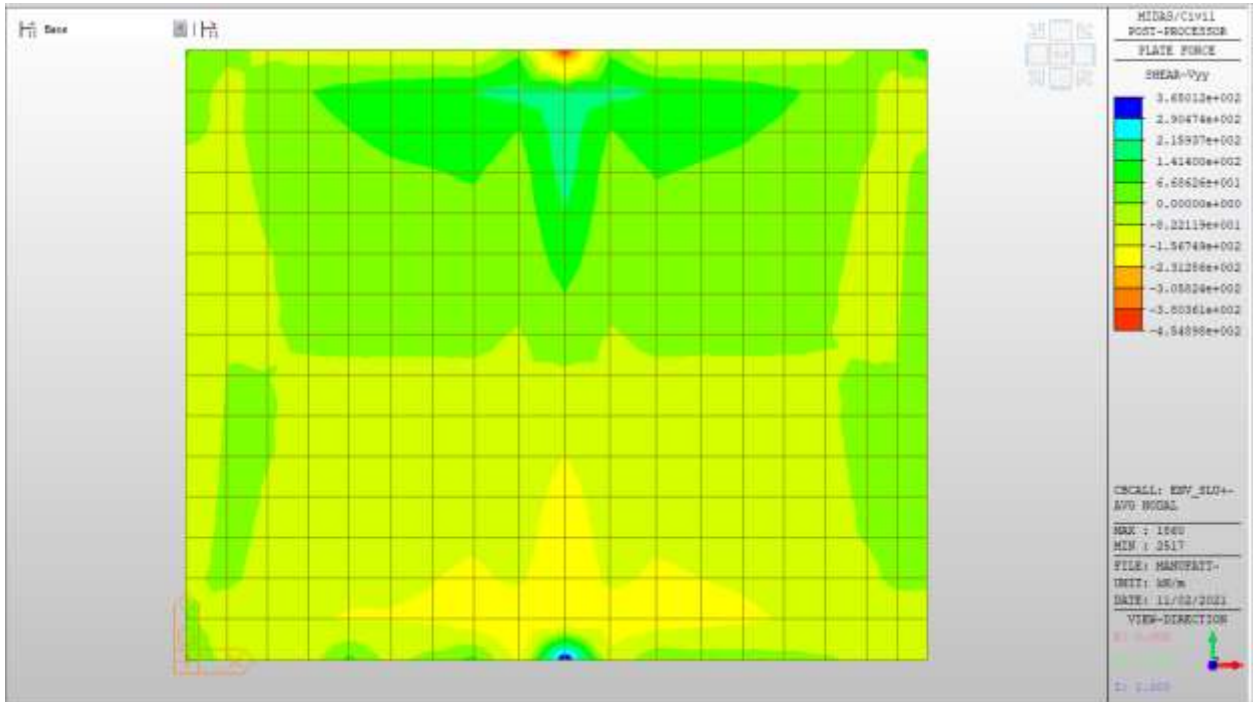
Nei confronti delle azioni di taglio si dispongono spilli $\phi 10/200 \times 200$ nelle zone in corrispondenza dei setti che risultano maggiormente sollecitate.

Di seguito la verifica per la sollecitazione massima di taglio:

Taglio massimo

V MAX, SLV-SLU= 454kN/m





Verifica a taglio (SLU)

$V_{ed} =$	454	kN	Taglio agente verticale
$H =$	600	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 ²	resistenza caratteristica a compressione
$f_{cd} =$	17.4	N/mm ²	resistenza di progetto a compressione
$c =$	50	mm	copriferro
$b_{st} =$	5	-	braccia delle staffe
$\Phi_{st} =$	10	mm	diametro staffe
$s =$	200	mm	passo staffe
$A_{st} =$	393	mm ²	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 ²	resistenza a compressione ridotta del cls d'anima
$\alpha_c =$	1.000	-	coefficiente maggiorativo per compressione
$f_{yd} =$	391.3	N/mm ²	resistenza a snervamento dell'acciaio
$V_{Rsd} =$	941.3	kN	taglio resistente relativo alle armature tese
$V_{Rcd} =$	1496.0	kN	taglio resistente relativo alle bielle compresse
$V_{Rd} =$	941.3	kN	ok!

C.S. ($V_{Rd}/V_{ed,v}$) = 2.07

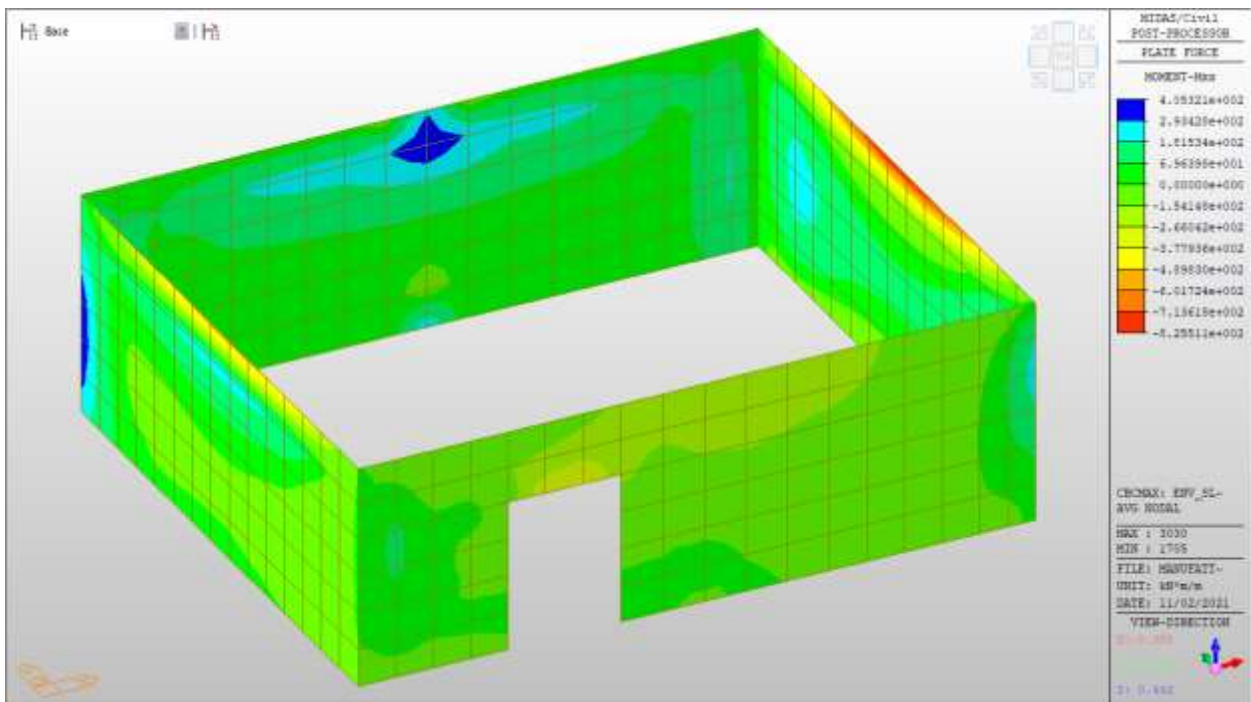
Setti perimetrali livello -1

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.

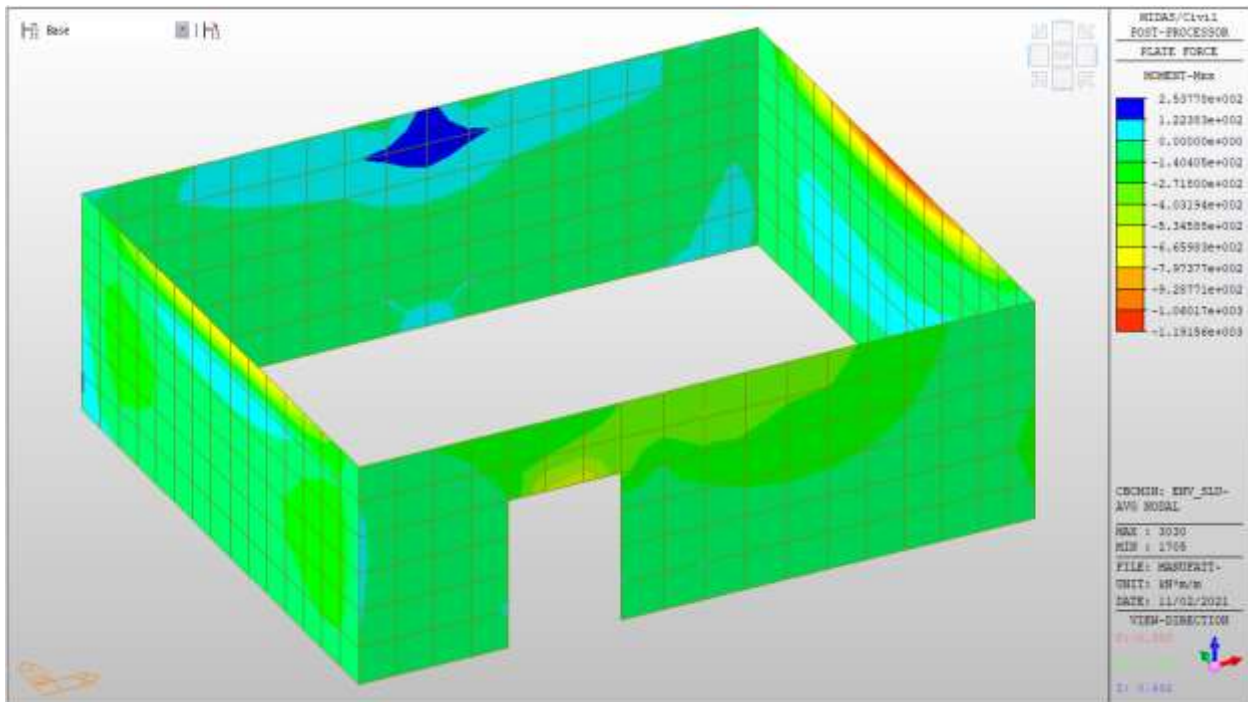
MXX max, SLV-SLU= +70 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

MXX max, SLV-SLU= +405 kNm/m (soll. di verifica armatura zone di raffittimento)



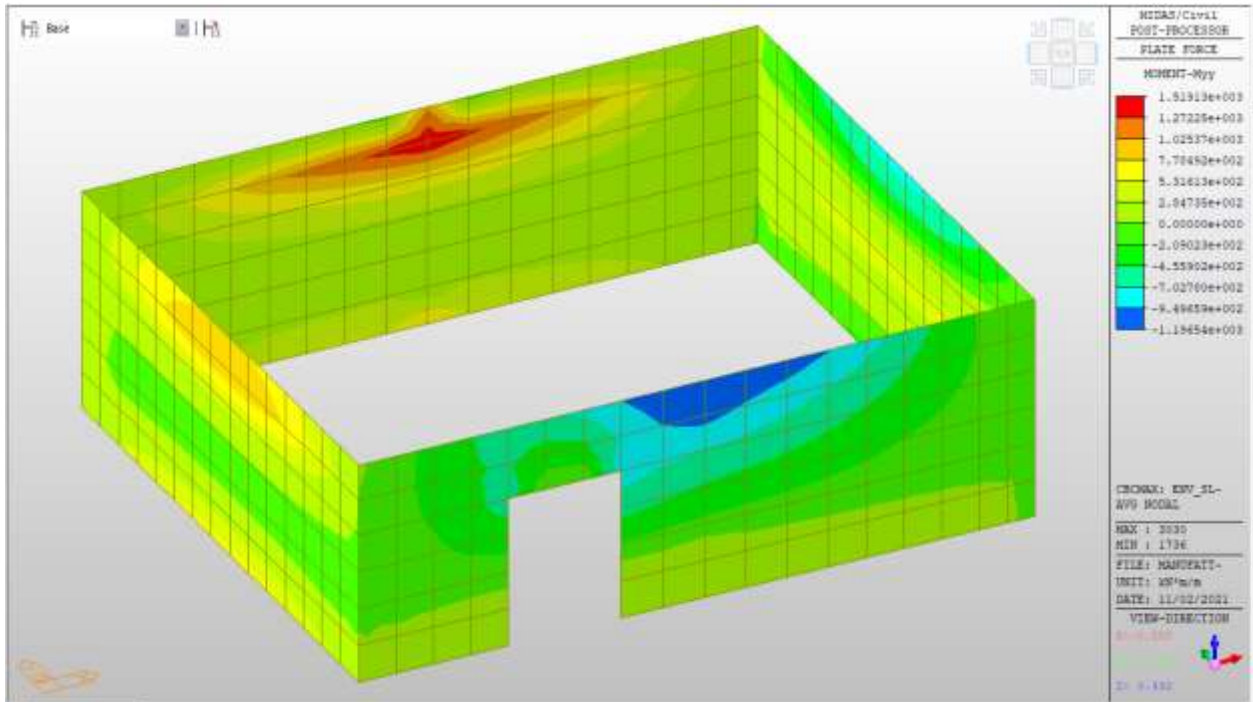
MXX min, SLV-SLU= -800 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

MXX min, SLV-SLU= -1192 kNm/m (soll. di verifica armatura zone di raffittimento)



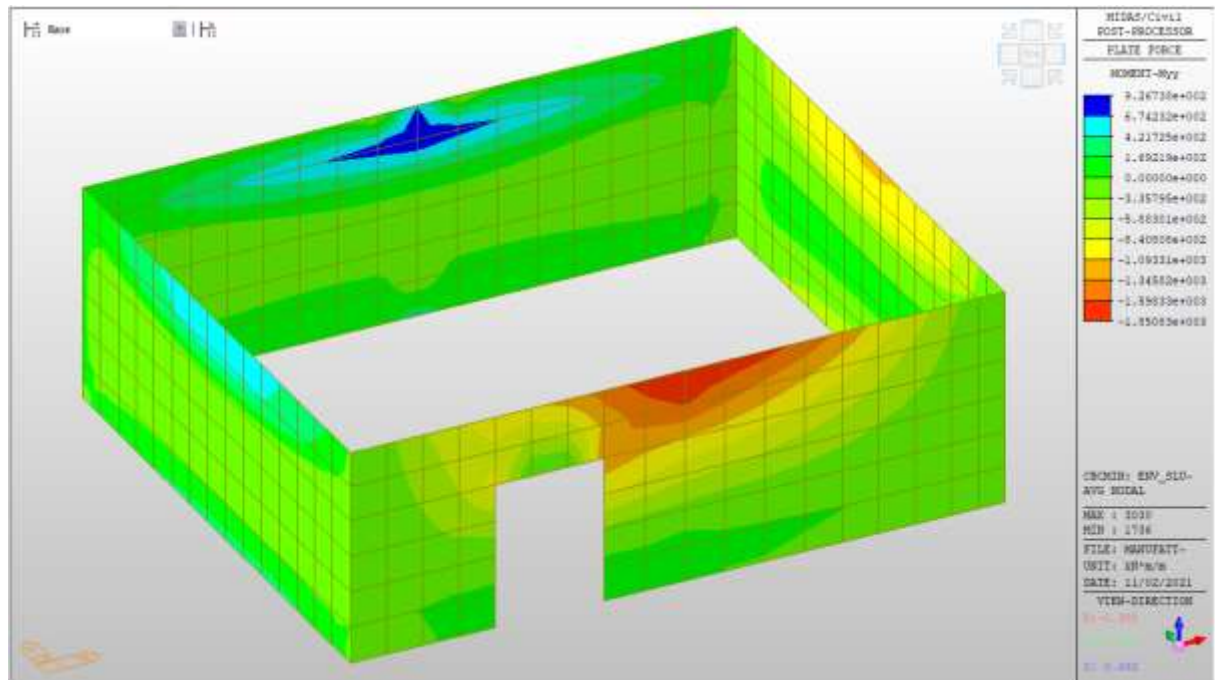
MY max, SLV-SLU = +778 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull'intera area)

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)

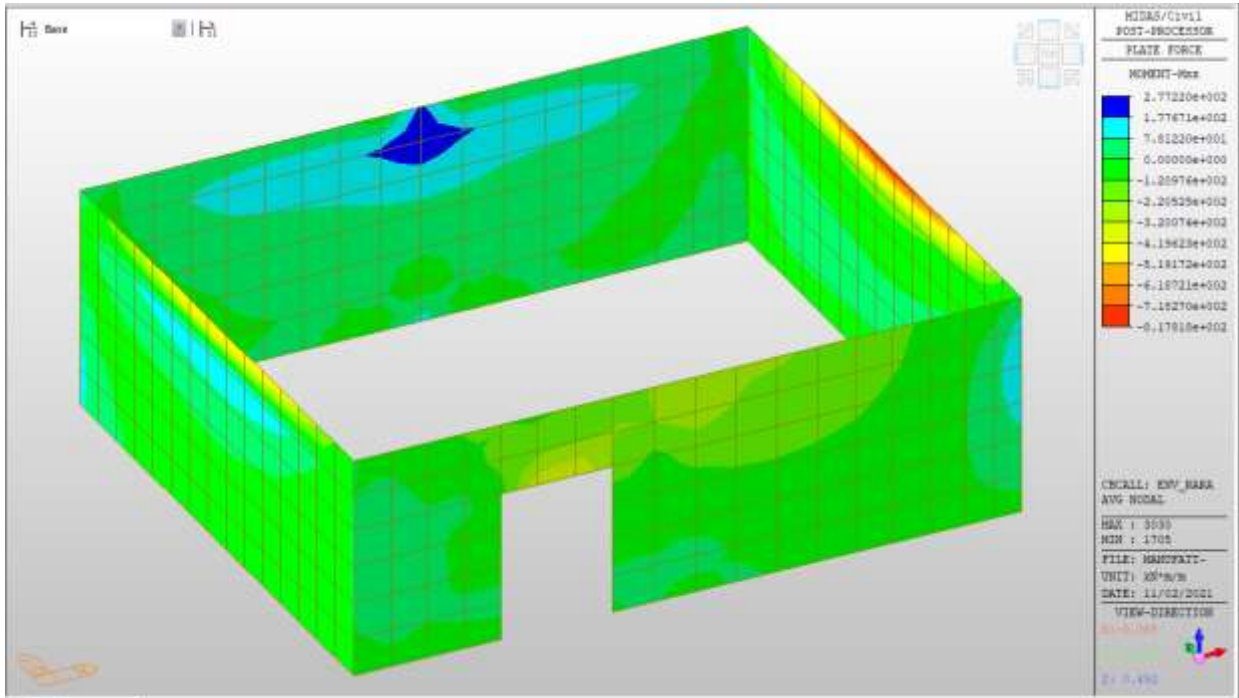
MY min, SLV-SLU = -1850kNm/m (soll. di verifica armatura zone di raffittimento)



Setti perimetrali livello -1 – Mappe sollecitazioni SLE -RARA

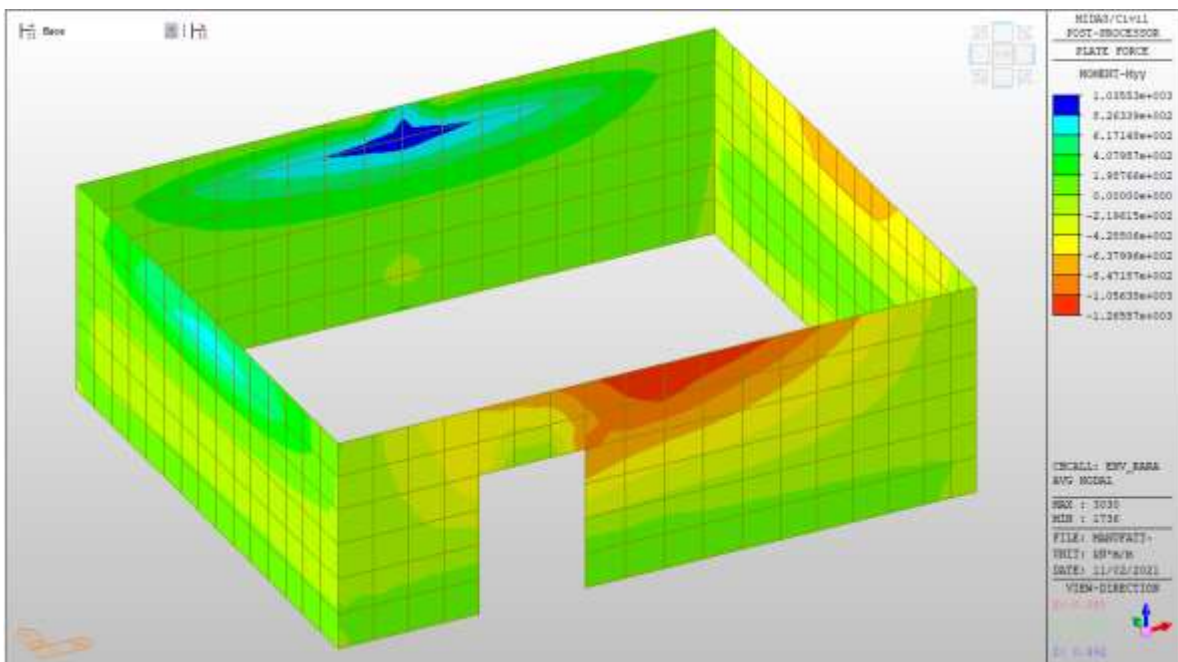
MXX max, RARA= +178 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

MXX min, RARA= -520 kNm/m



MY_y max, RARA= +408 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull'intera area)

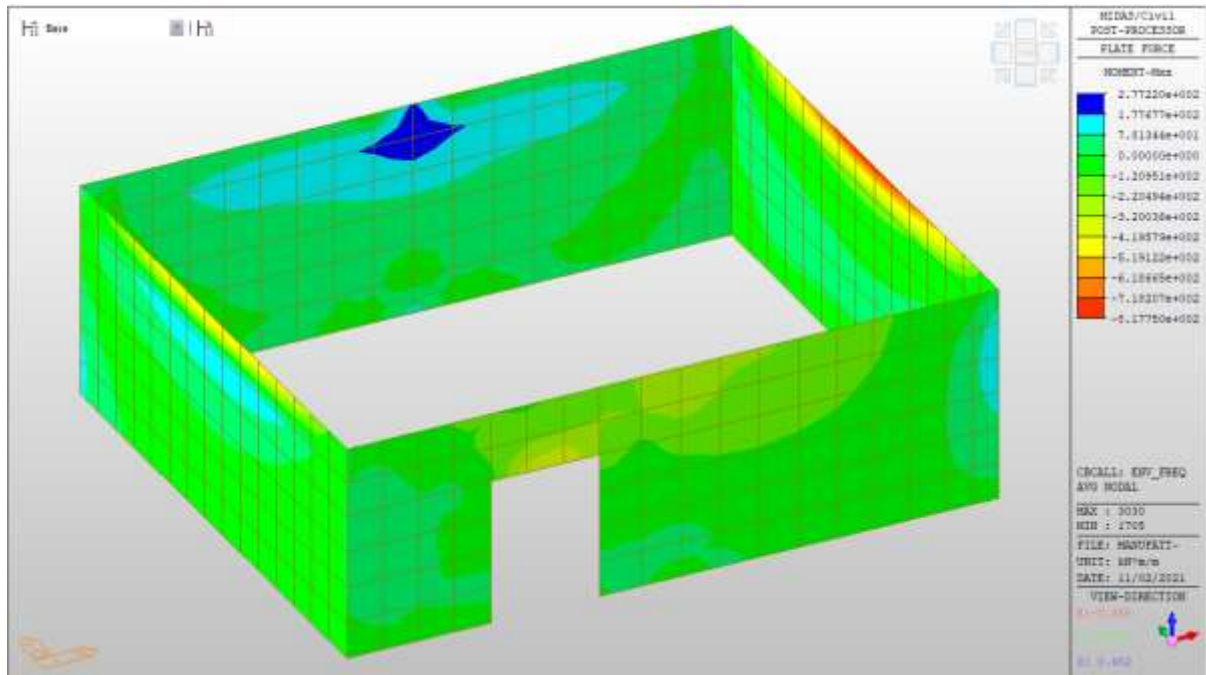
MY_y min, RARA= -640 kNm/m



Setti perimetrali livello -1 – Mappe sollecitazioni SLE - FREQUENTE

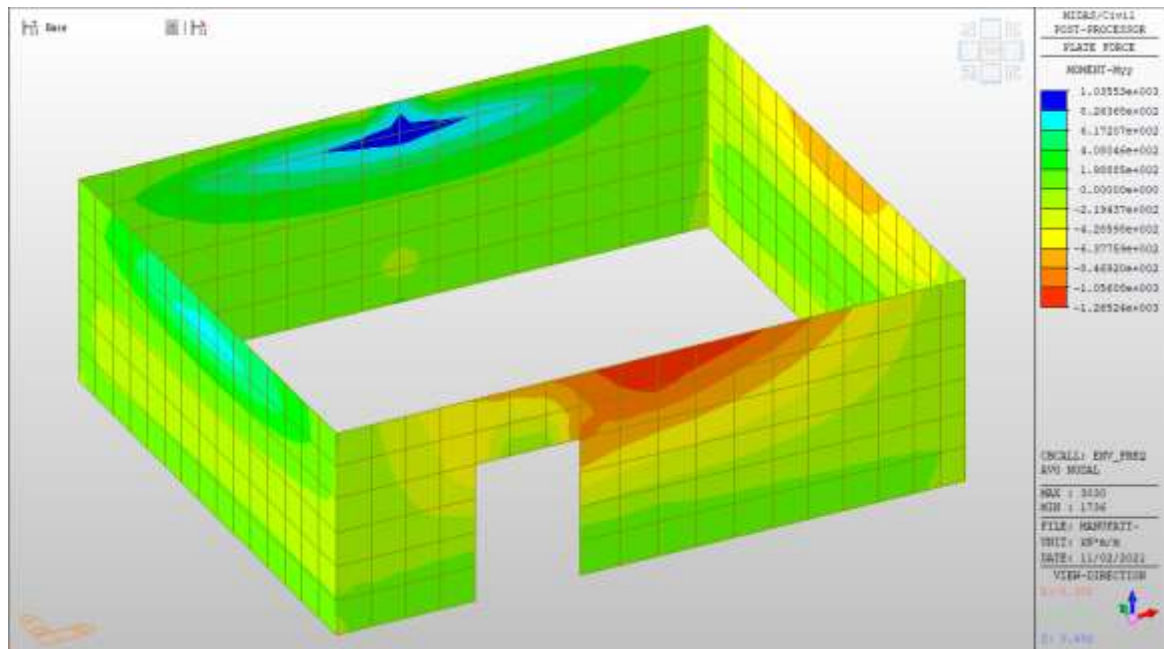
MXX max, Frequente= +178kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

MXX min, Frequente= - 520kNm/m



MYY max, Frequente= +410 kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

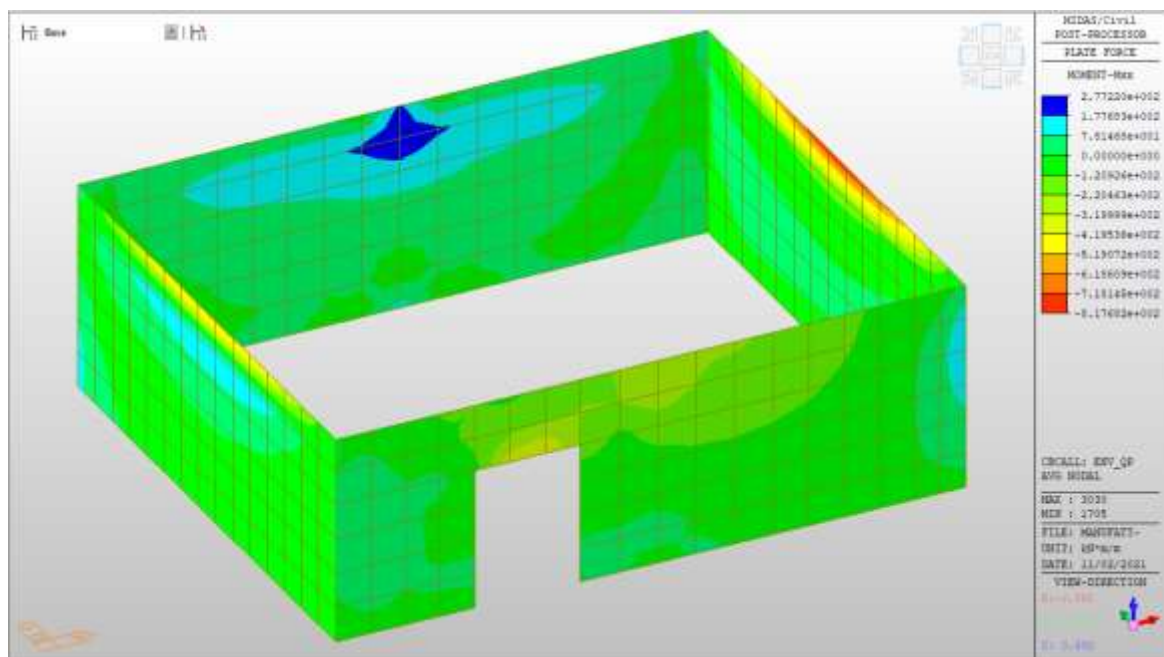
MYY min, Frequente= -640 kNm/m



Setti perimetrali livello -1 – Mappe sollecitazioni SLE – Quasi permanente

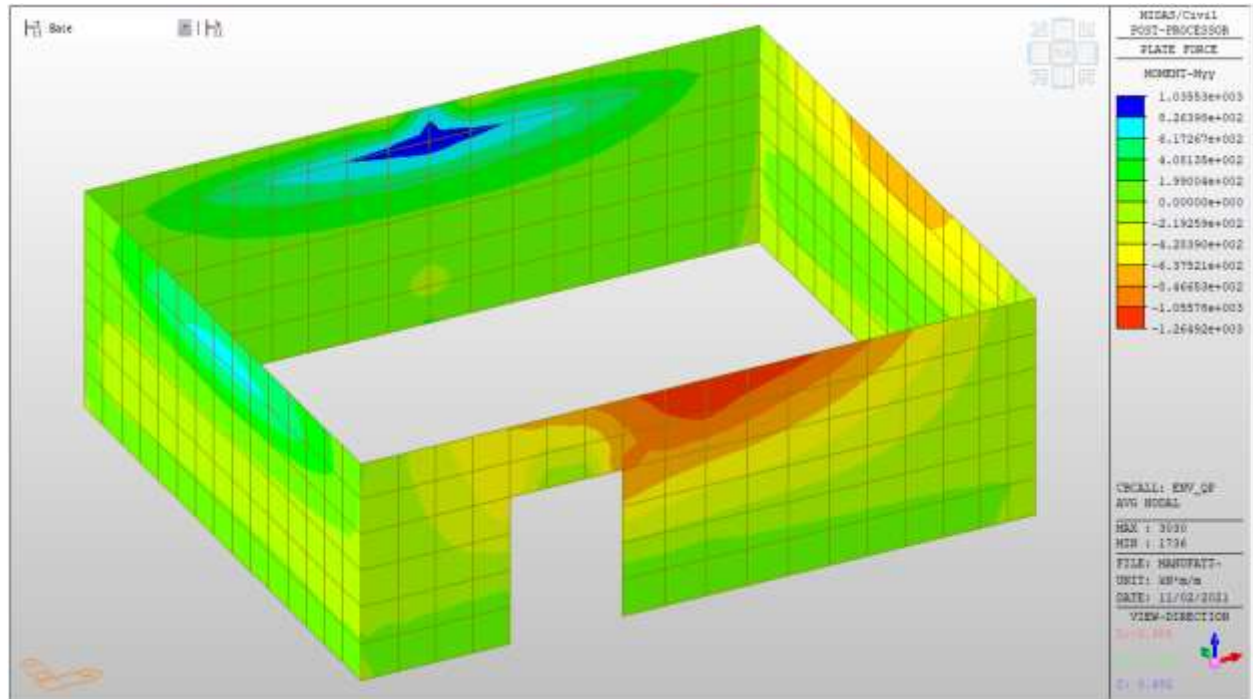
MXX max, QP= +178kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

MXX min, QP= -520kNm/m



MY max, QP= +408kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

MY 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

Barre inferiori:	7Ø24	(31.7 cm ²)
Barre superiori:	7Ø24	(31.7 cm ²)
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 ≥ 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	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. [cm ²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)

ACEA ENGINEERING LABORATORIES RESEARCH INNOVATION SPA

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	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)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	0.87	-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

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 ²)
Barre superiori:	14Ø24	(63.3 cm ²)
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 ≥ 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)

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)

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 ≥ 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 ²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
As eff.	Area Barre tese di acciaio [cm ²] 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) ² = 1-Beta12*(fctm/ScI min) 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	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	sm	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 MY (armatura zone di raffittimento)

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	100.0	cm
Barre inferiori:	14Ø24	(63.3 cm²)
Barre superiori:	14Ø24	(63.3 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	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 ≥ 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.)

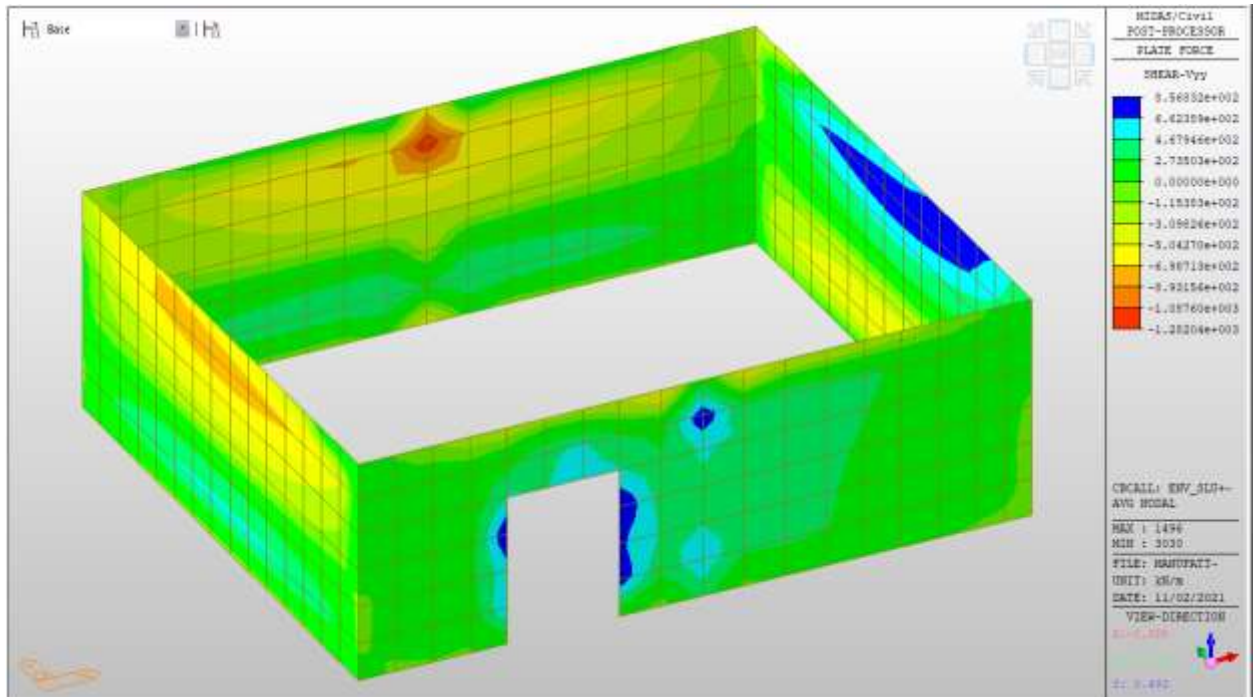
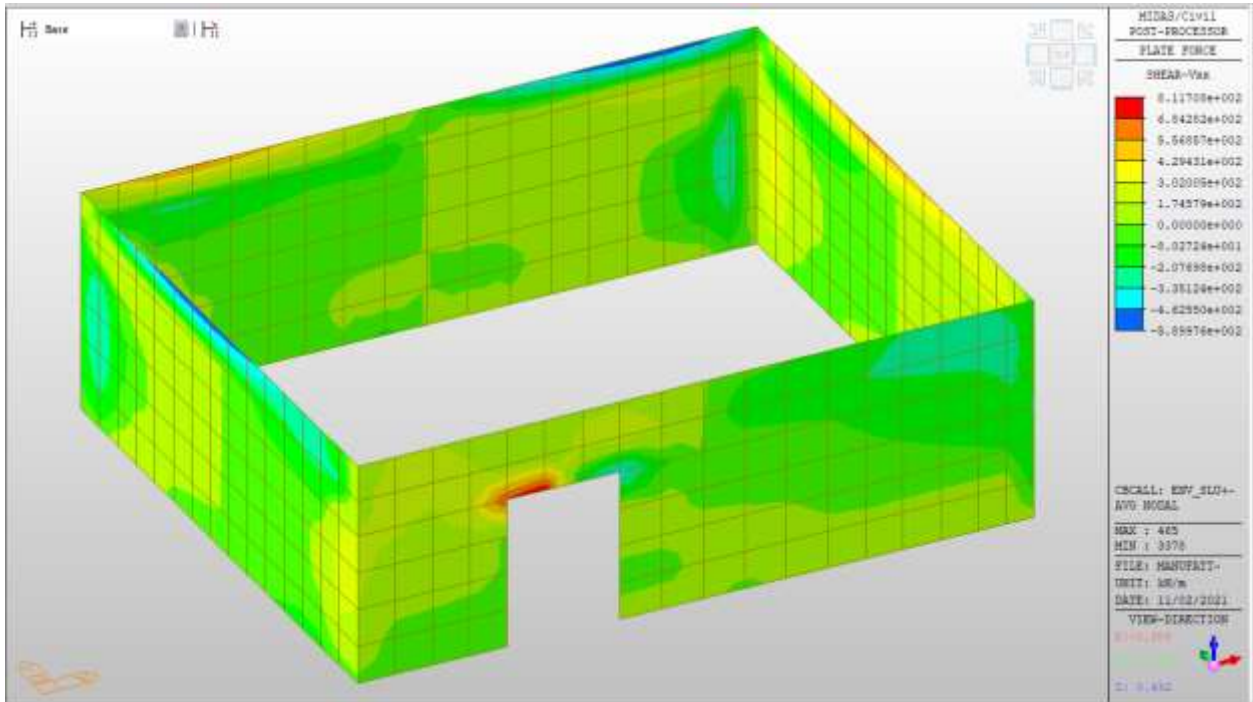
N°Comb	ec max	ec 3/7	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	-0.00920	100.0	0.00054	90.0	-0.02317	10.0
2	0.00350	-0.00920	0.0	0.00054	10.0	-0.02317	90.0
3	0.00350	-0.00920	100.0	0.00054	90.0	-0.02317	10.0
4	0.00350	-0.00920	0.0	0.00054	10.0	-0.02317	90.0

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)

$V_{ed} =$	1282	kN	Taglio agente verticale
$H =$	1000	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 ²	resistenza caratteristica a compressione
$f_{cd} =$	17.4	N/mm ²	resistenza di progetto a compressione
$c =$	50	mm	copriferro
$b_{st} =$	5	-	braccia delle staffe
$\Phi_{st} =$	10	mm	diametro staffe
$s =$	200	mm	passo staffe
$A_{st} =$	393	mm ²	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 ²	resistenza a compressione ridotta del cls d'anima
$\alpha_c =$	1.000	-	coefficiente maggiorativo per compressione
$f_{yd} =$	391.3	N/mm ²	resistenza a snervamento dell'acciaio
$V_{Rsd} =$	1625.9	kN	taglio resistente relativo alle armature tese
$V_{Rcd} =$	2584.0	kN	taglio resistente relativo alle bielle compresse
$V_{Rd} =$	1625.9	kN	ok!

C.S. ($V_{Rd}/V_{ed,v}$) = 1.27

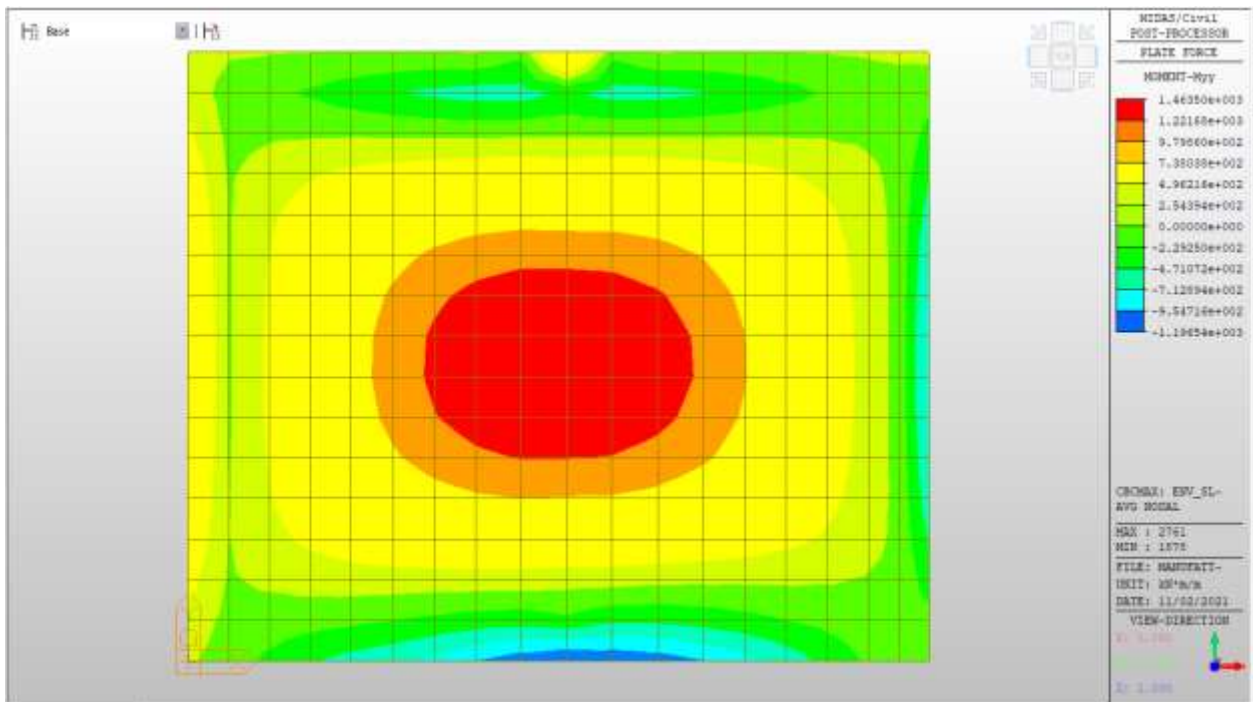
Solaio a quota p.c.

Solaio a quota p.c. – Mappe sollecitazioni SLU - SLV

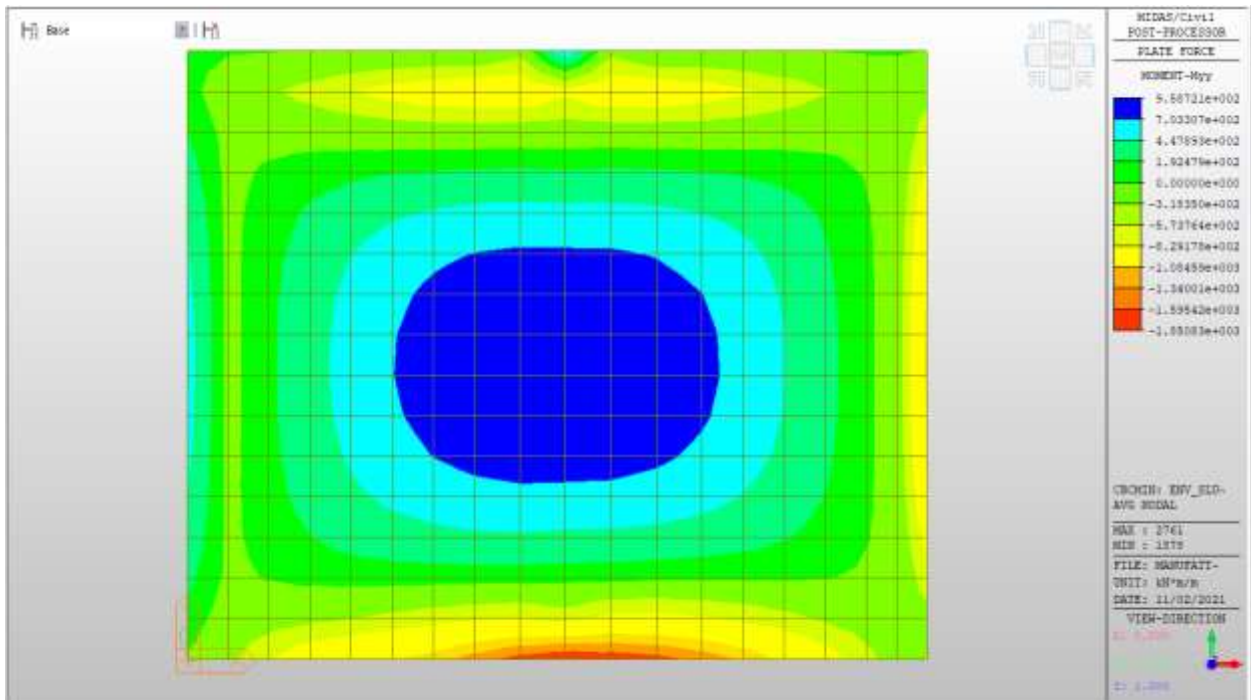
Si riportano di seguito gli involuপি delle mappe delle sollecitazioni per le combinazioni allo stato limite ultimo (sismiche e statiche) e di esercizio per solaio posto a quota piano campagna.

Momento verticale

MYM max, SLV-SLU = +1463 kNm/m

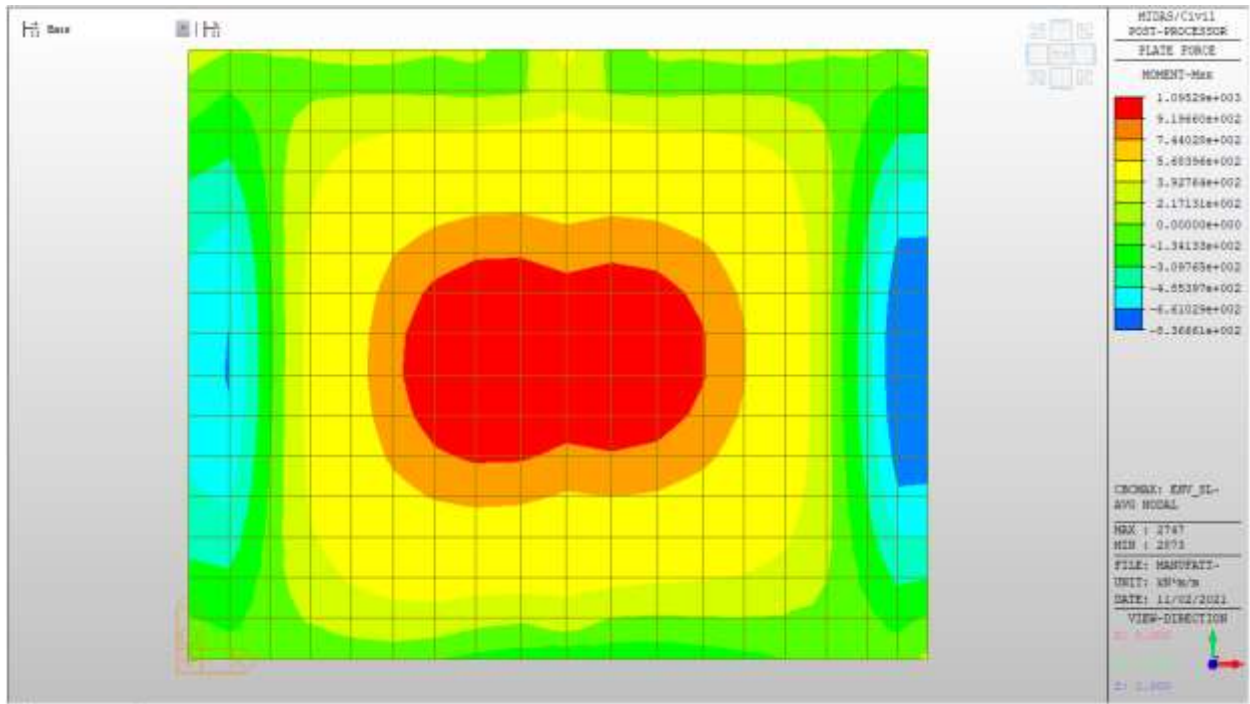


MYM min, SLV-SLU = -1850 kNm/m

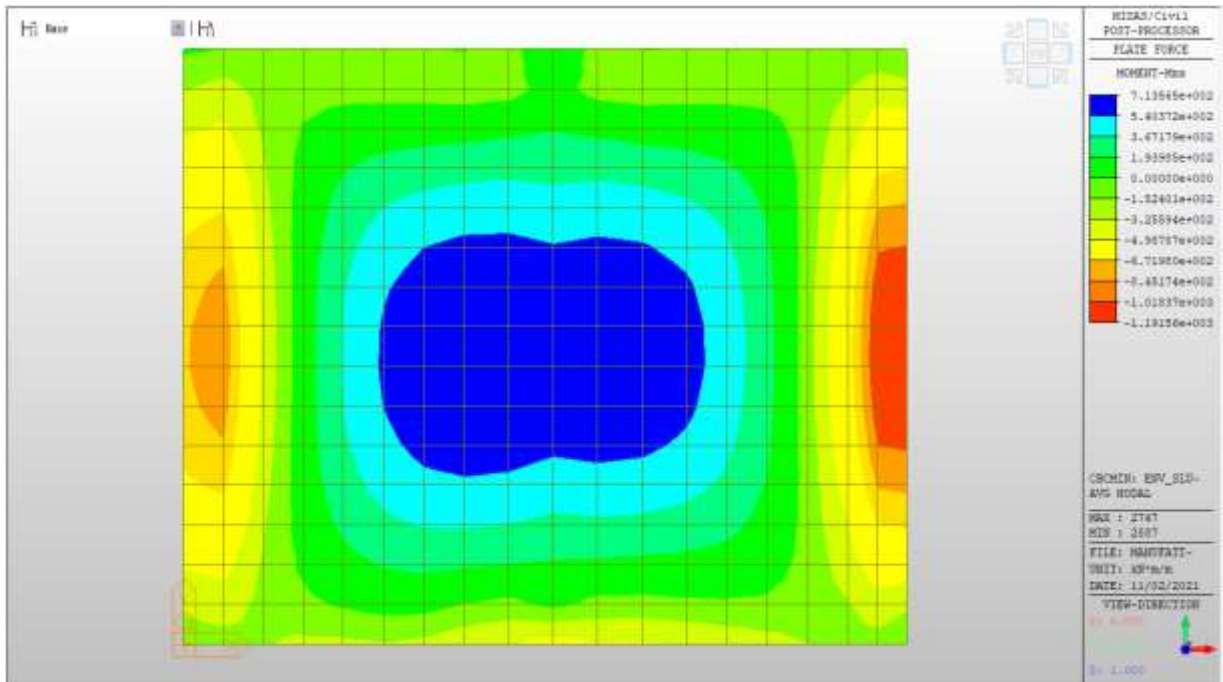


Momento orizzontale

MXX max, SLV-SLU= +1095 kNm/m



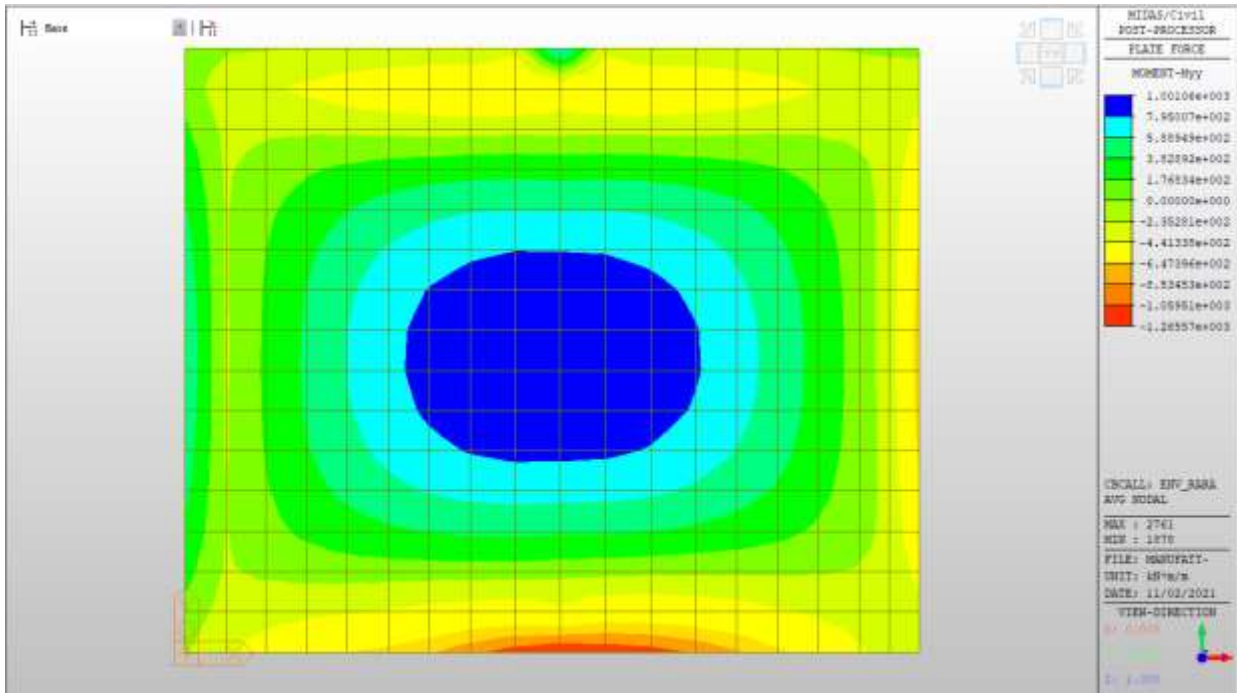
MXX min, SLV-SLU= -1192kNm/m



Solaio a quota p.c. – Mappe sollecitazioni SLE - RARA

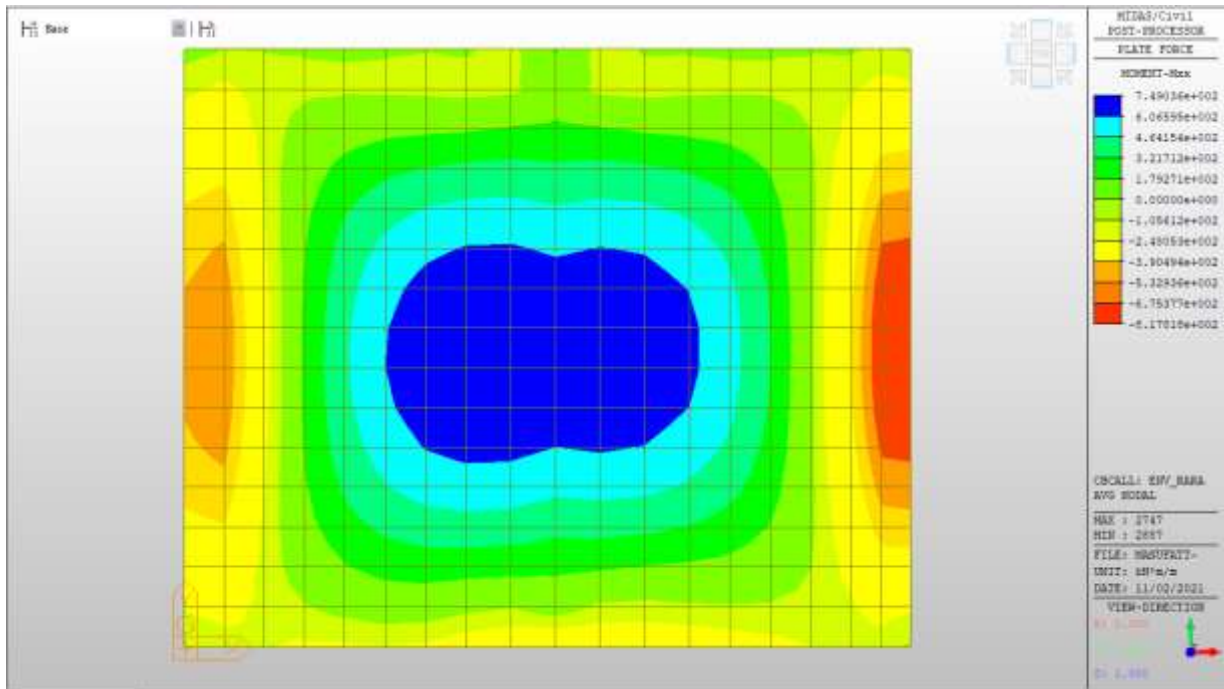
MYX max, RARA= +1000 kNm/m

MYX min, RARA= -1265 kNm/m



MXX max, RARA= +750 kNm/m

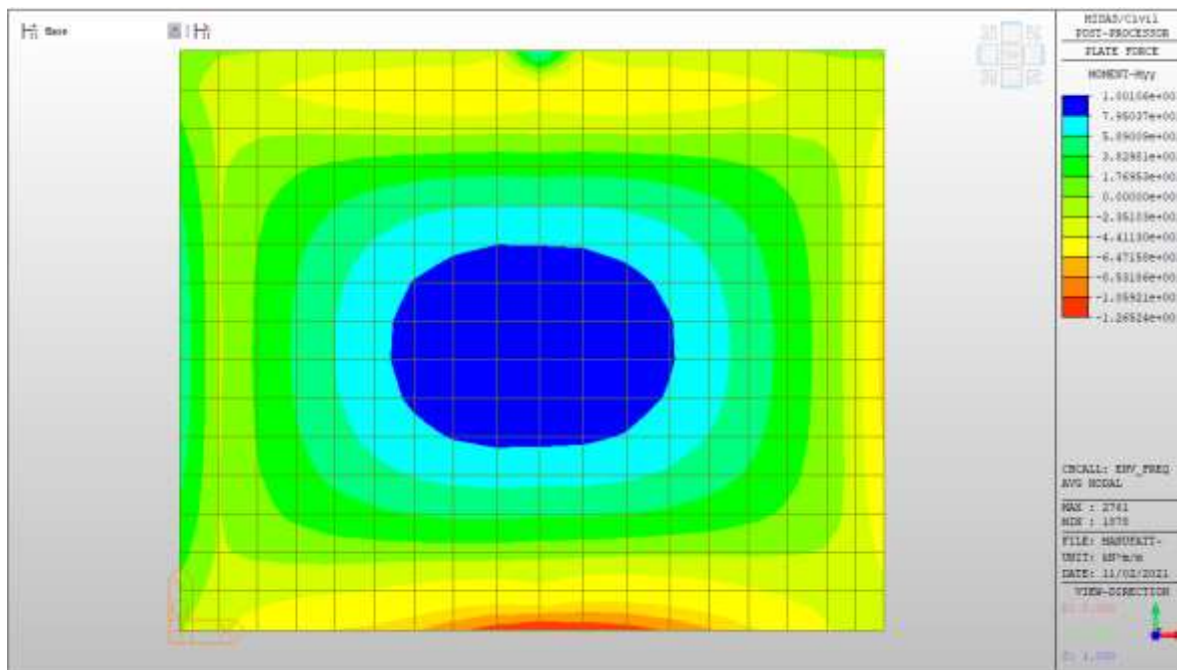
MXX min, RARA= -818 kNm/m



Solaio a quota p.c. – Mappe sollecitazioni SLE - Frequente

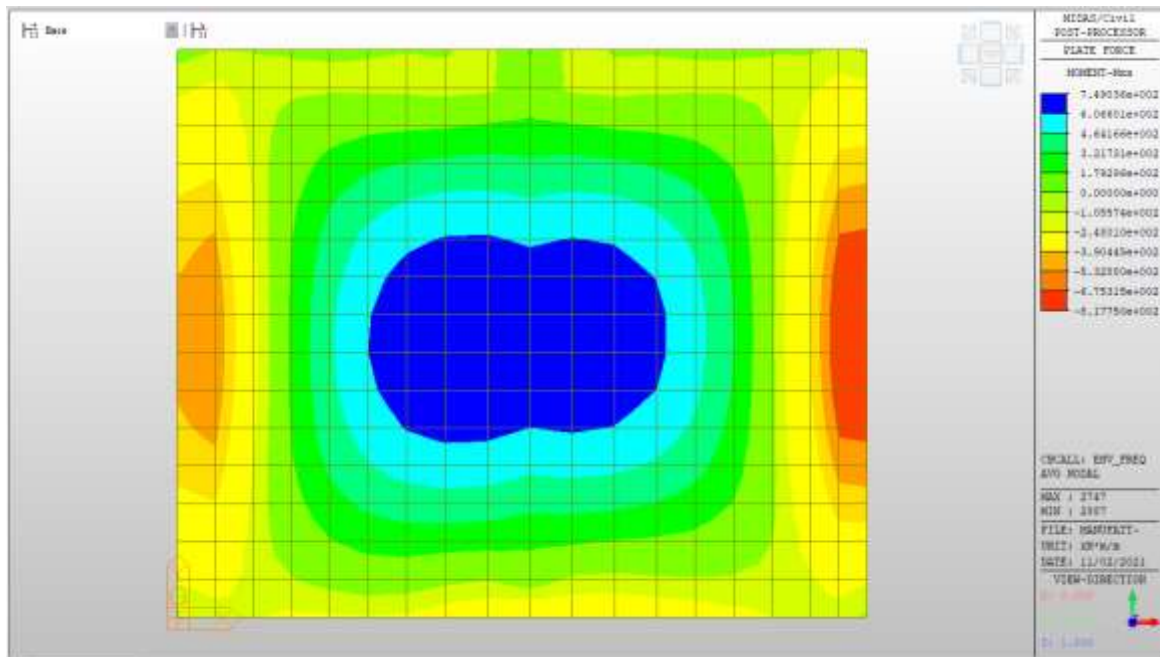
MYX max, Frequente= +1000 kNm/m

MYX min, Frequente= -1265 kNm/m



MXX max, Frequente= +750kNm/m

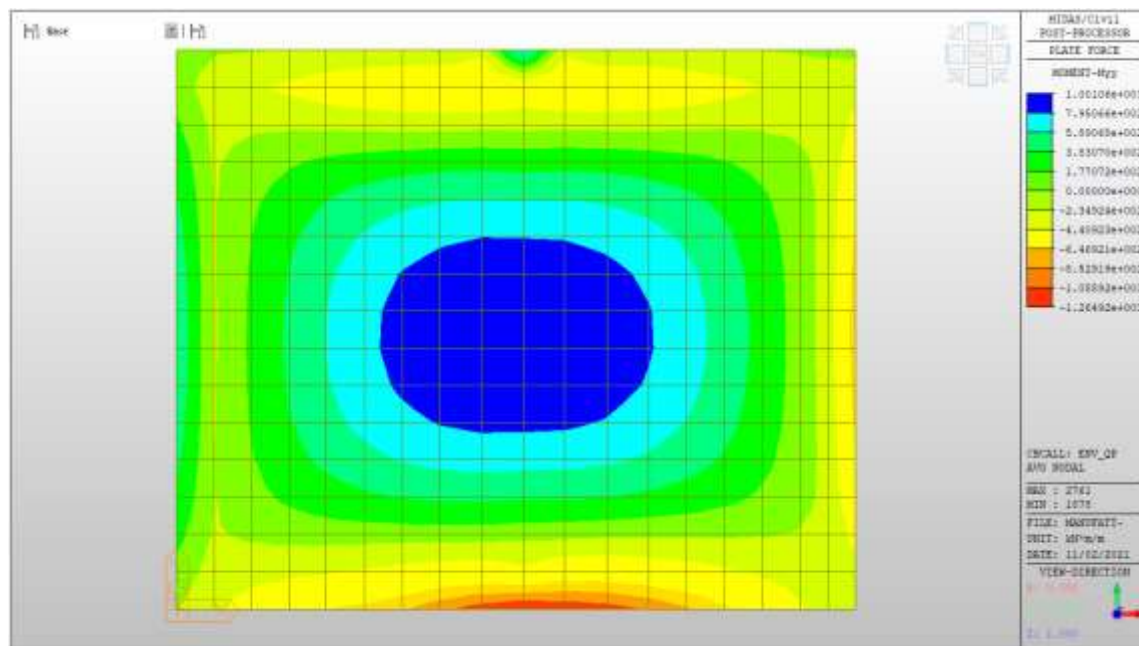
MXX min, Frequente= - 818kNm/m



Solaio a quota p.c. – Mappe sollecitazioni SLE – Quasi permanente

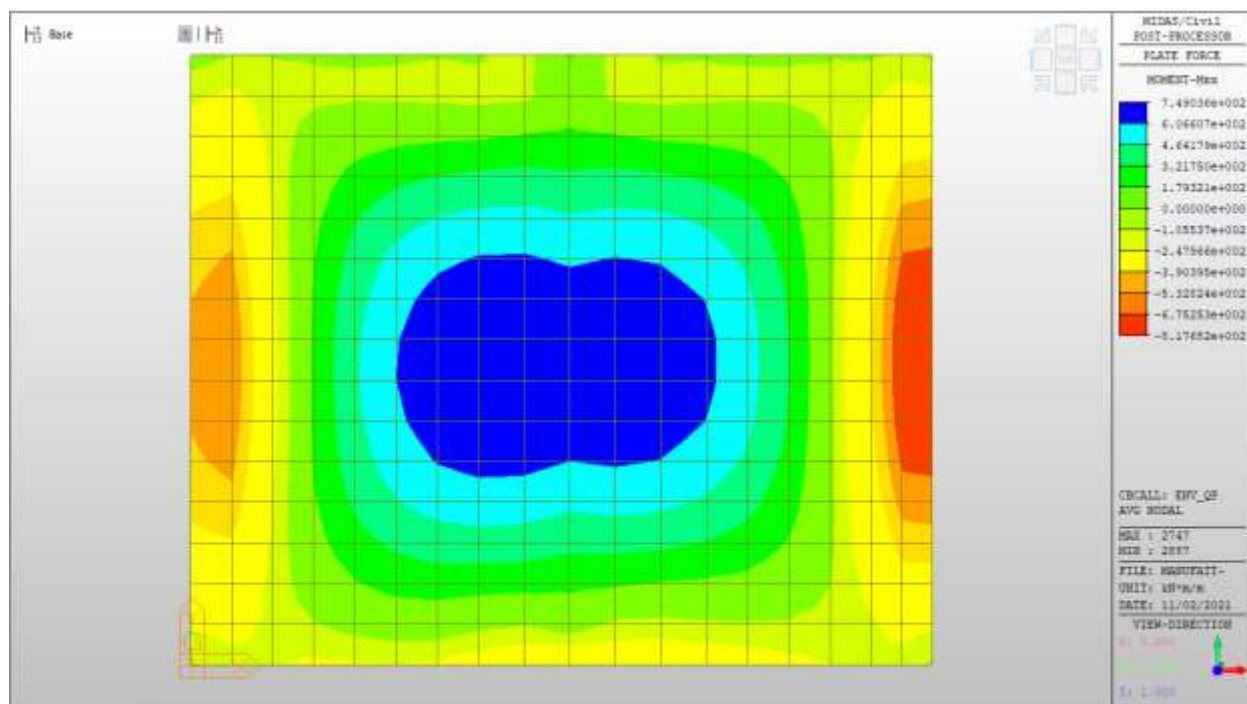
MYX max, QP= +1000kNm/m (soll. di verifica armatura media sull’intera area)

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 ϕ 24 al lembo superiore e 7+7 ϕ 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

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

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 ²] 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

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 ²] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff.	Area barre [cm ²] 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 ²] 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.)

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 ²] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff.	Area barre [cm ²] 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; $= (e1 + e2)/(2 * e1)$ per trazione eccentrica
Ø	Diametro [mm] medio delle barre tese comprese nell'area efficace A_c eff
Cf	Coprifero [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
Psi	$= 1 - \text{Beta}12 * (Ssr/Ss)^2 = 1 - \text{Beta}12 * (f_{ctm}/S2)^2 = 1 - \text{Beta}12 * (M_{fess}/M)^2$ [B.6.6 DM96]
e sm	Deformazione unitaria media tra le fessure [4.3.1.7.1.3 DM96]. Il valore limite = $0.4 * Ss/Es$ è tra parentesi
srm	Distanza media tra le fessure [mm]
wk	Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure = $1.7 * e * srm$. 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]

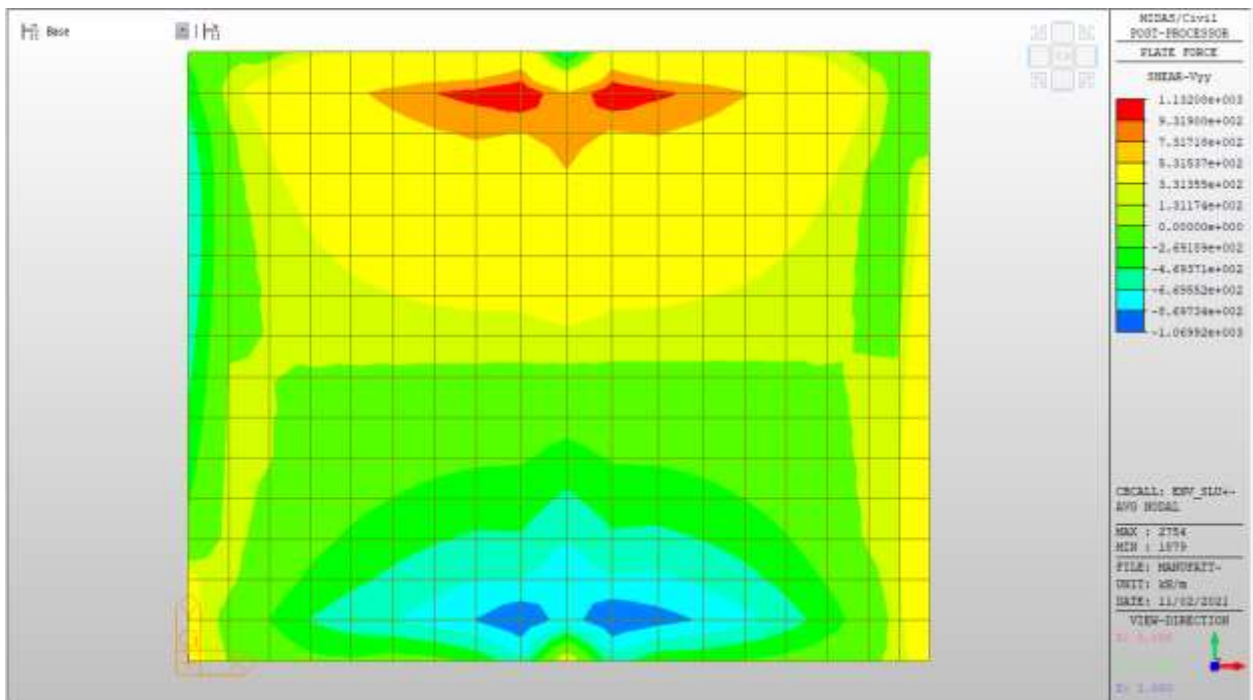
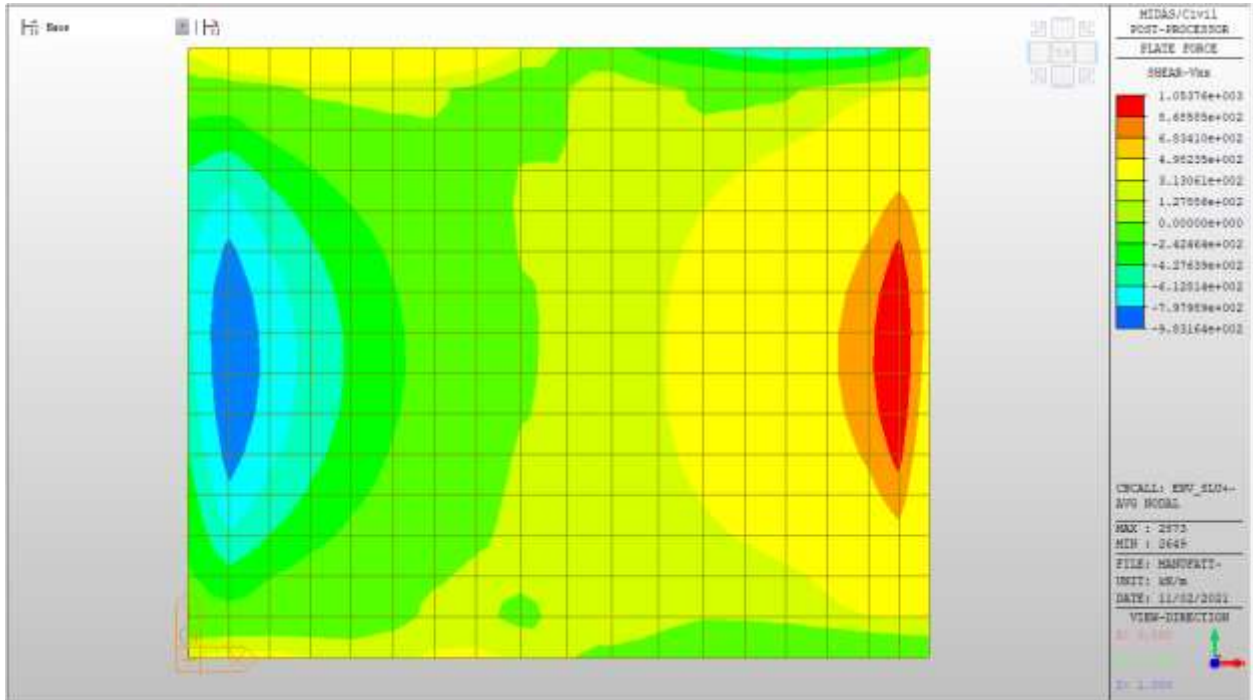
Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-3.2	0	0.125	24	28.0	0.519	0.00038 (0.00029)	108	0.070 (0.20)	735.54	0.00
2	S	-3.4	0	0.125	24	28.0	0.596	0.00048 (0.00032)	108	0.087 (0.20)	-735.54	0.00

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)

$V_{ed} =$	1132	kN	Taglio agente verticale
$H =$	1000	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 ²	resistenza caratteristica a compressione
$f_{cd} =$	17.4	N/mm ²	resistenza di progetto a compressione
$c =$	50	mm	copriferro
$b_{st} =$	5	-	braccia delle staffe
$\Phi_{st} =$	10	mm	diametro staffe
$s =$	200	mm	passo staffe
$A_{st} =$	393	mm ²	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 ²	resistenza a compressione ridotta del cls d'anima
$\alpha_c =$	1.000	-	coefficiente maggiorativo per compressione
$f_{yd} =$	391.3	N/mm ²	resistenza a snervamento dell'acciaio
$V_{Rsd} =$	1625.9	kN	taglio resistente relativo alle armature tese
$V_{Rcd} =$	2584.0	kN	taglio resistente relativo alle bielle compresse
$V_{Rd} =$	1625.9	kN	ok!

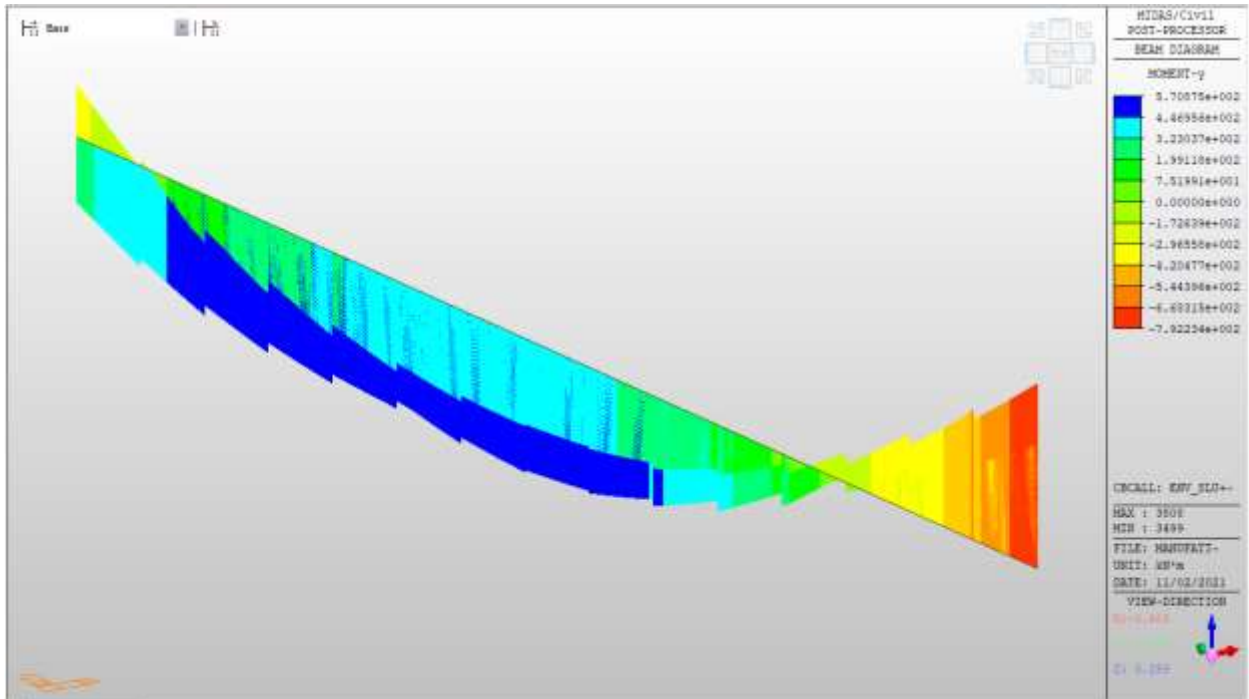
C.S. ($V_{Rd}/V_{ed,v}$) = 1.44

Travi solaio a quota +163.64 m

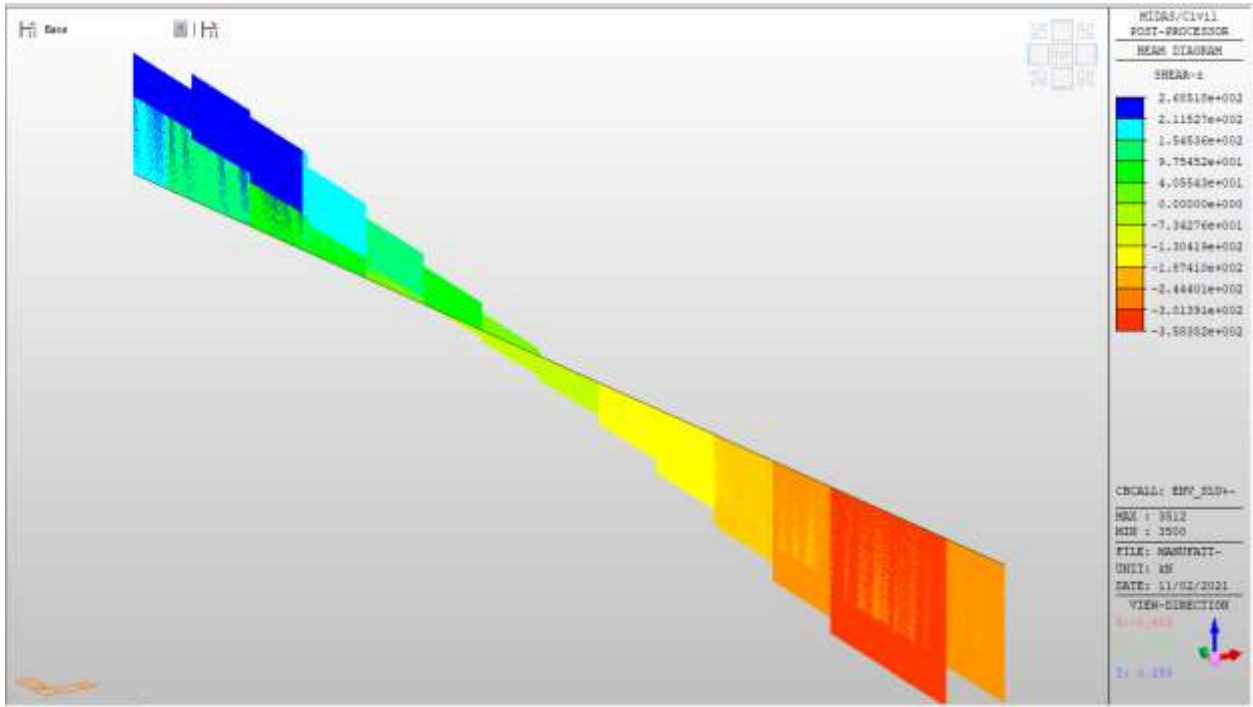
Travi solaio a quota +163.64 m – Mappe sollecitazioni SLU ed SLV

Si riportano di seguito gli involuپی 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)

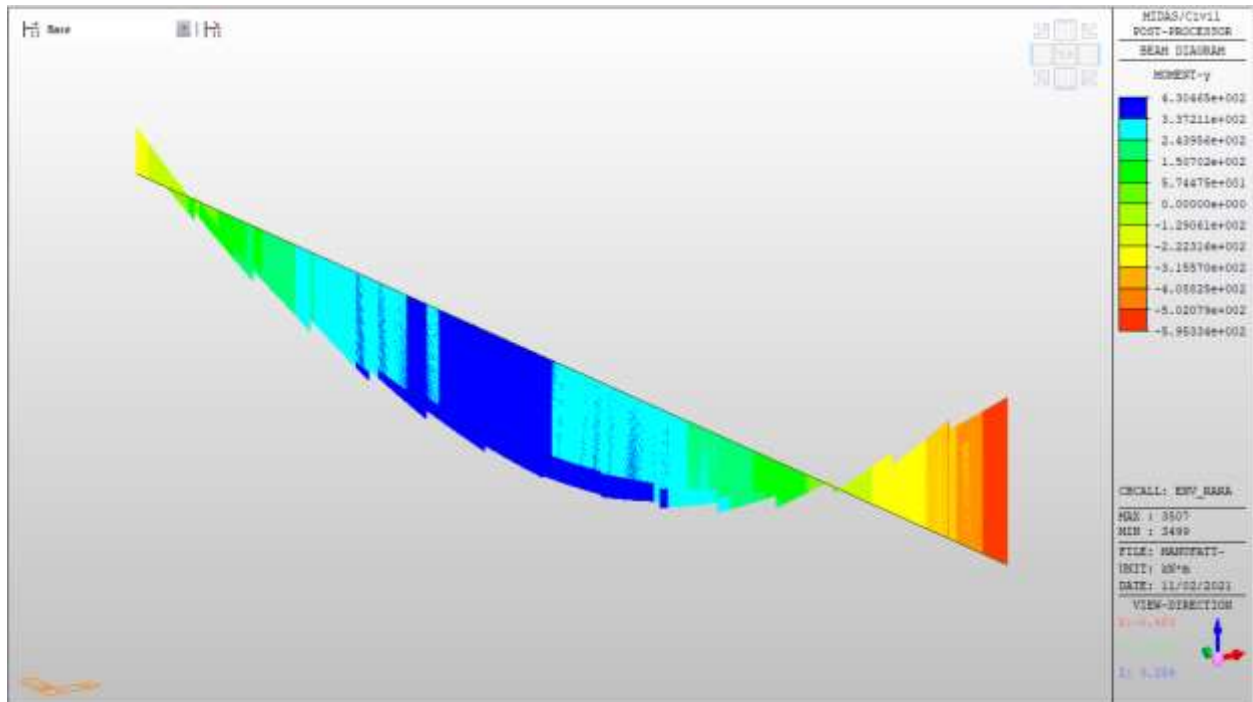


Taglio FZ, SLU+SLV (travi 60x120cm)

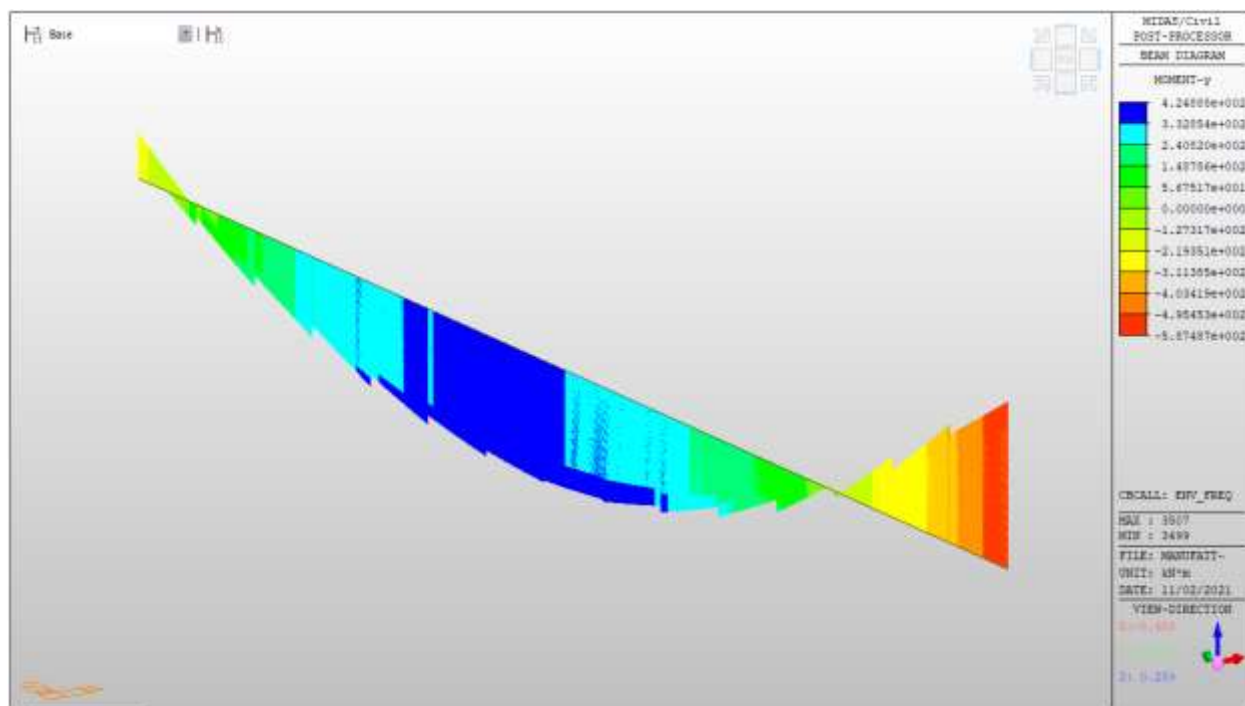


Travi solaio a quota +163.64 m – Mappe sollecitazioni SLE RARA

Momento MY, RARA (travi 60x120cm)



Travi solaio a quota +163.64 m – Mappe sollecitazioni SLE Frequente
Momento MY, Frequente (travi 60x120cm)



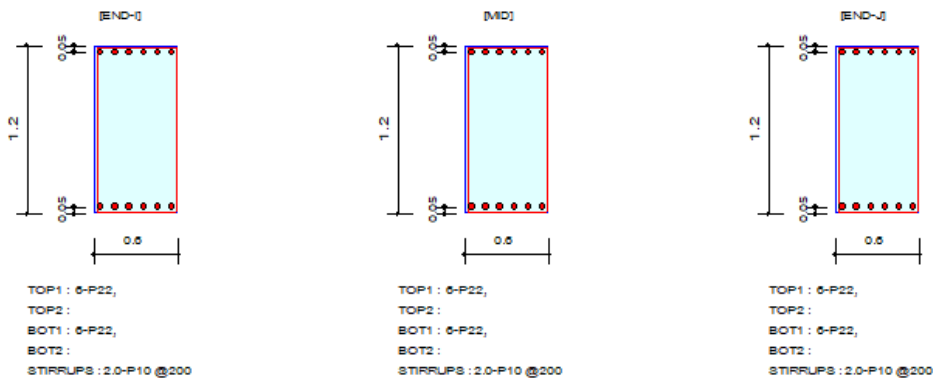
Verifiche

Le travi emergenti 60x120 sono armate con 6 ϕ 22 al lembo superiore e 6 ϕ 22 al lembo inferiore. Per le azioni di taglio, si dispongono staffe a 2 bracci ϕ 10/20 cm.

Verifiche a momento e taglio (travi emergenti 60x120cm)

Design Code : Eurocode2-200
 Unit System : kN, m
 Material Data : $f_{ck} = 32000$, $f_{yk} = 450000$, $f_{yw} = 450000$ KPa
 Beam Span : 0.98 m
 Section Property : 60x120 (No : 1)

2. Section Diagram



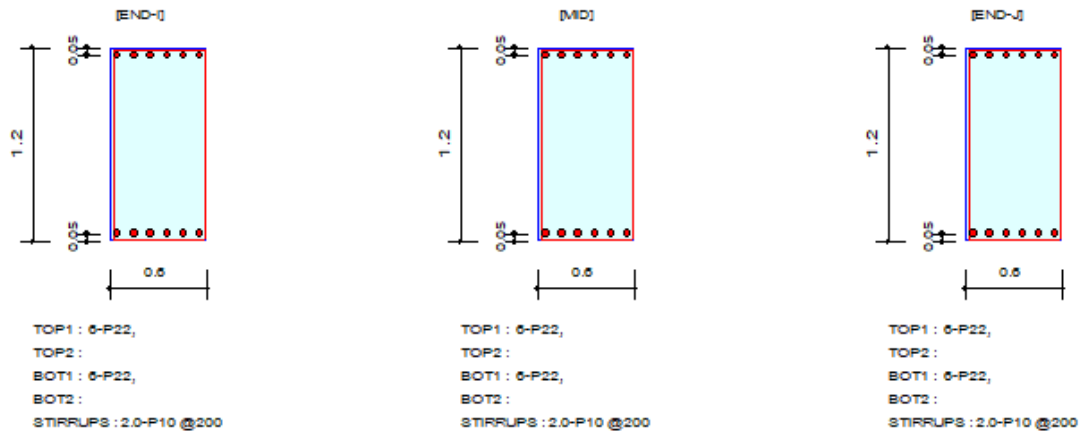
3. Bending Moment Capacity

	END-I	MID	END-J
Negative Moment (M_{Ed})	792.23	720.70	581.83
(-) 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	0.5906
Positive Moment (M_{Ed})	570.88	565.27	560.34
(+) Load Combination No.	1	1	1
Factored Strength (M_{Rd})	985.18	985.18	985.18
Check Ratio (M_{Ed}/M_{Rd})	0.5795	0.5738	0.5688
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-P10 @200	2.0-P10 @200	2.0-P10 @200
Check Ratio	0.4526	0.4453	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

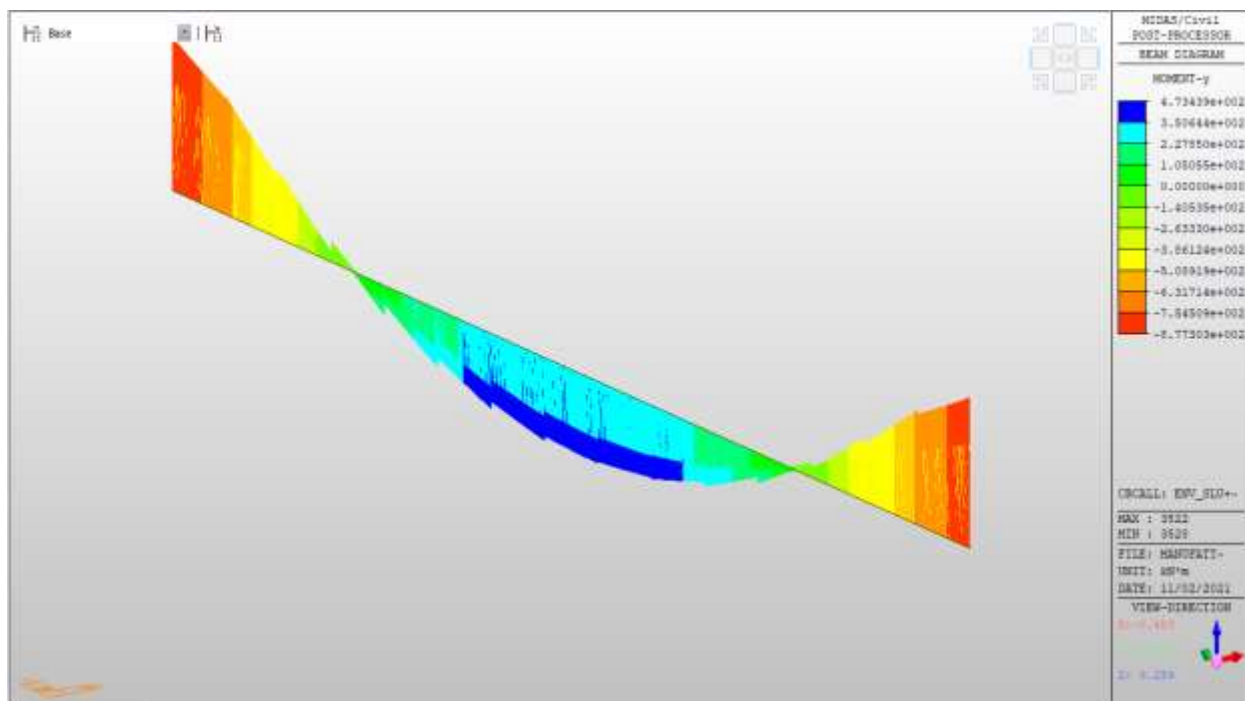
$L/3 = 0.003920 > 0.0000$ (LCB:11, POS: 0.5m from END-I)..... O.K

Travi solaio a quota +171.94m

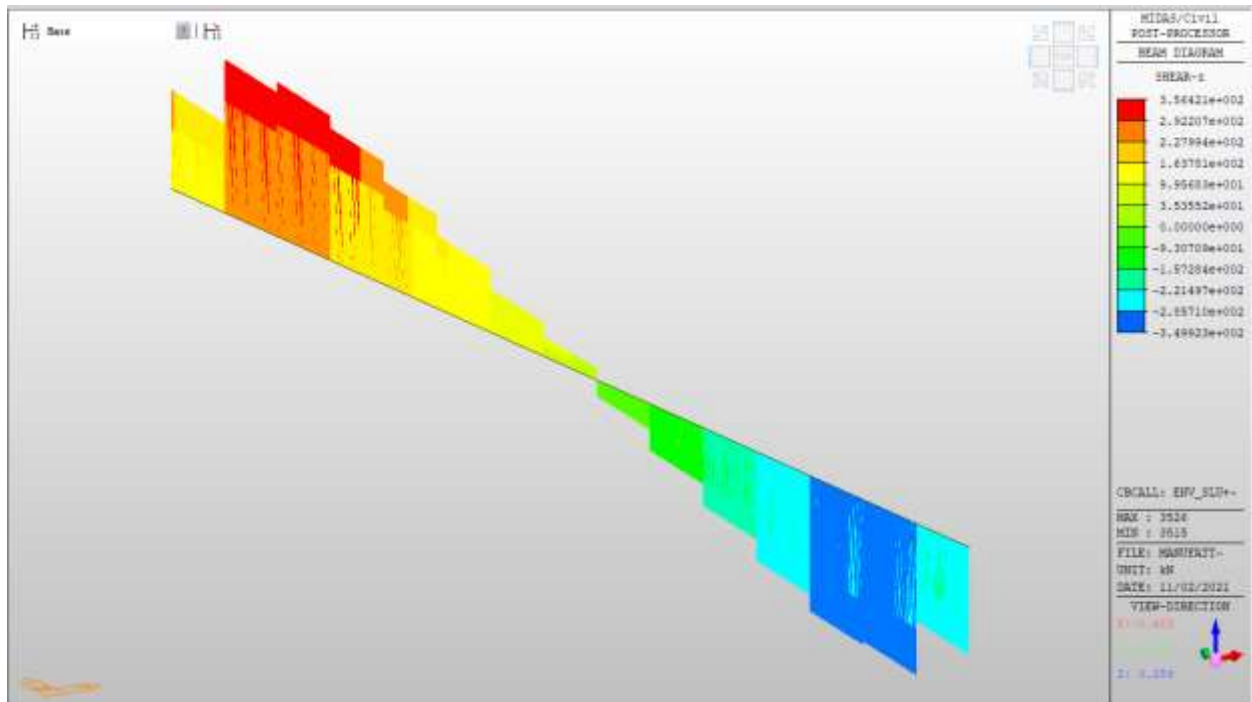
Travi solaio a quota +171.94m – Mappe sollecitazioni SLU ed SLV

Si riportano di seguito gli involuپی 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)

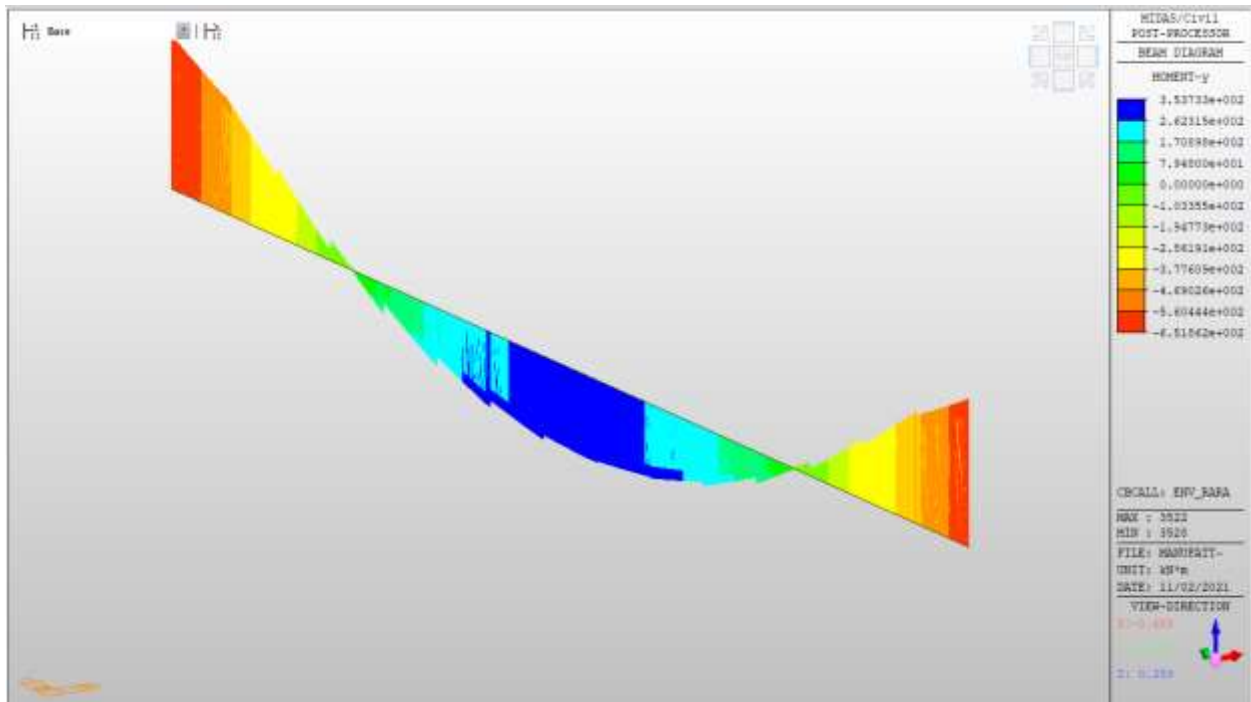


Taglio FZ, SLU+SLV (travi 60x120cm)



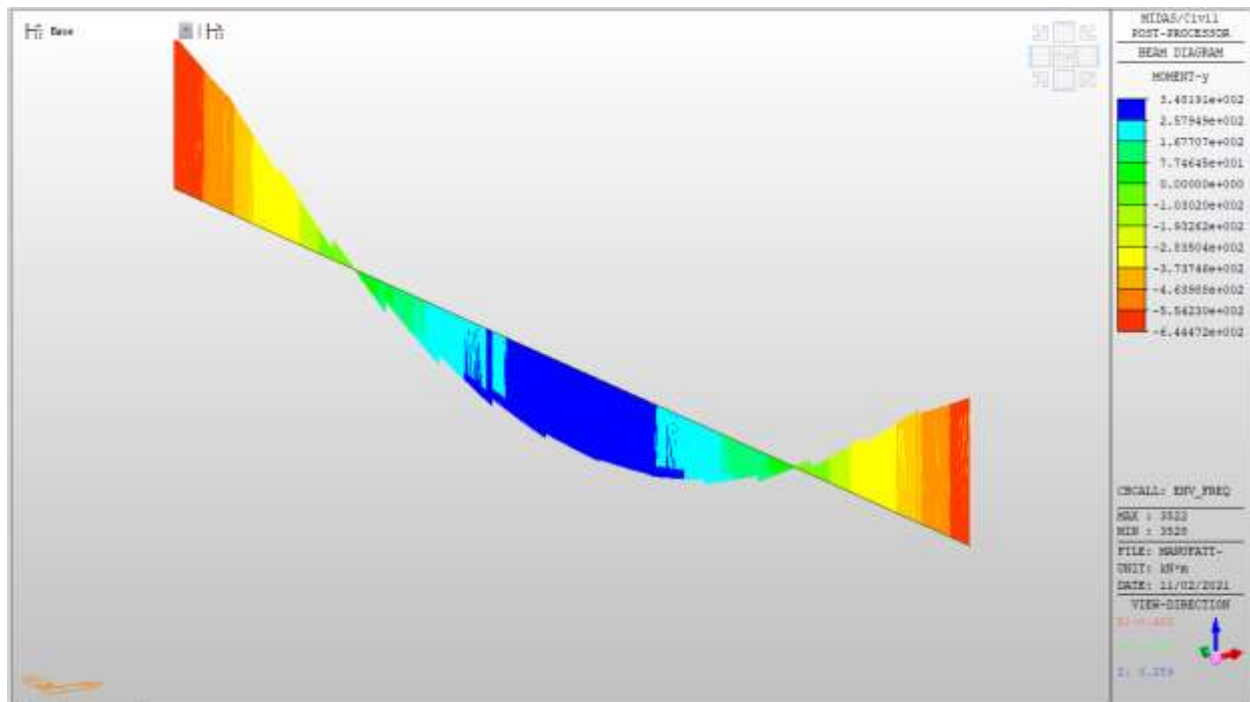
Travi solaio a quota +171.94m – Mappe sollecitazioni SLE RARA

Momento MY, RARA (travi 60x120cm)



Travi solaio a quota +171.94m – Mappe sollecitazioni SLE Frequente

Momento MY, Frequente (travi 60x120cm)



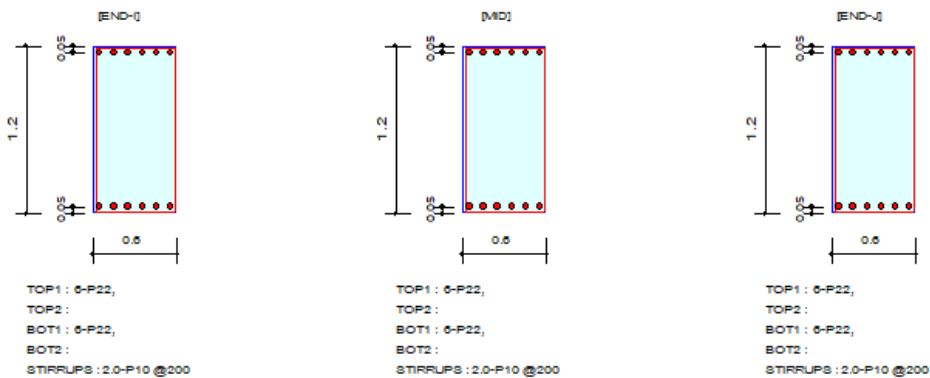
Verifiche

Le travi emergenti 60x120 sono armate con 6 ϕ 22 al lembo superiore e 6 ϕ 22 al lembo inferiore. Per le azioni di taglio, si dispongono staffe a 2 bracci ϕ 10/20 cm.

Verifiche a momento e taglio (travi emergenti 60x120cm)

Design Code : EUROCODE2-2.00
 Unit System : kN, m
 Material Data : $f_{ck} = 32000$, $f_{yk} = 450000$, $f_{yw} = 450000$ KPa
 Beam Span : 0.98 m
 Section Property : 60x120 (No : 1)

2. Section Diagram



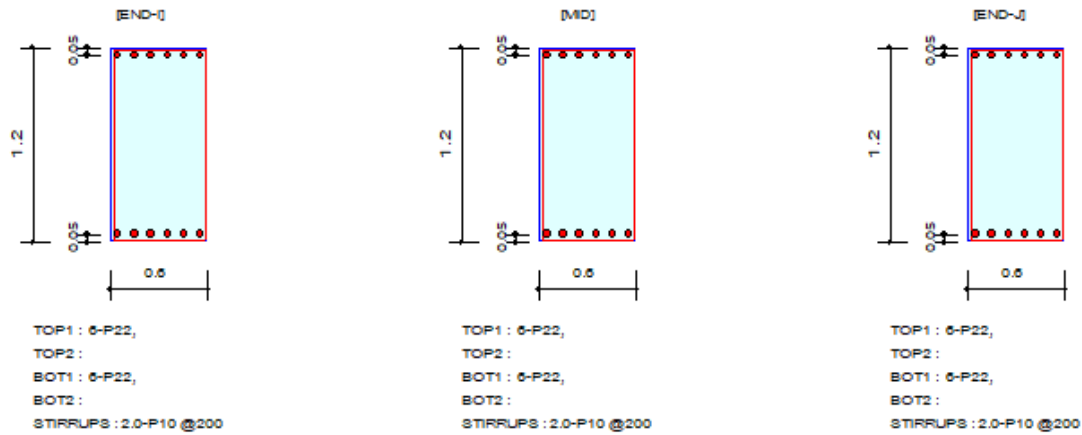
3. Bending Moment Capacity

	END-I	MID	END-J
Negative Moment (M_{Ed})	860.56	821.78	877.30
(-) 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	464.36	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

4. Shear Capacity

	END-I	MID	END-J
Load Combination No.	1	1	1
Factored Shear Force (V_{Ed})	349.92	350.69	356.42
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-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

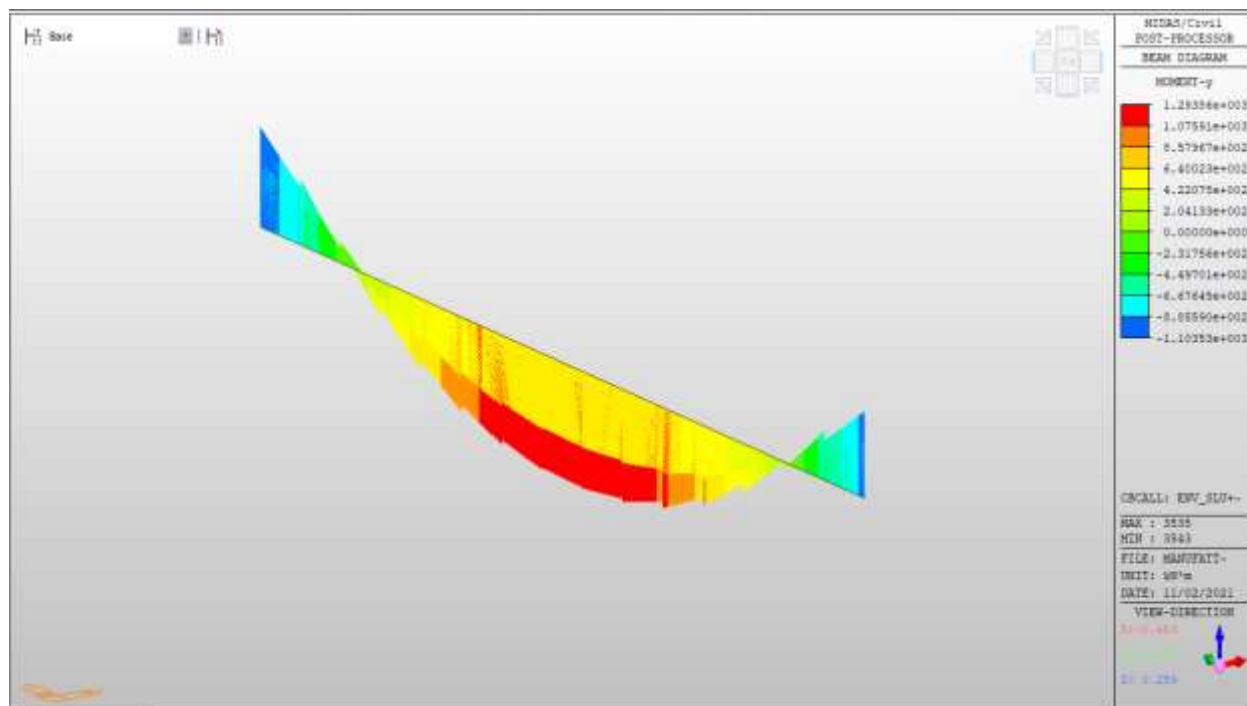
L/3 = 0.003920 > 0.0000 (LCB:11, POS: 0.5m from END-I)..... O.K

Travi solaio a quota p.c.

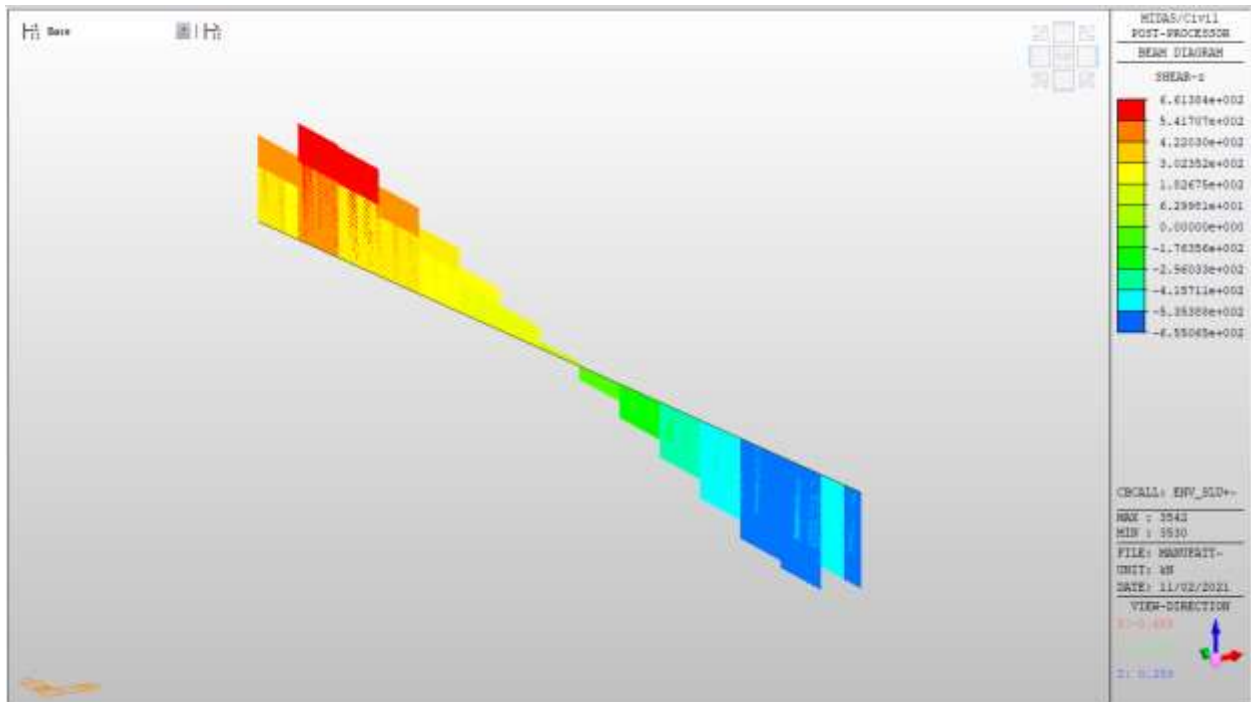
Travi solaio a quota p.c. – Mappe sollecitazioni SLU ed SLV

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)

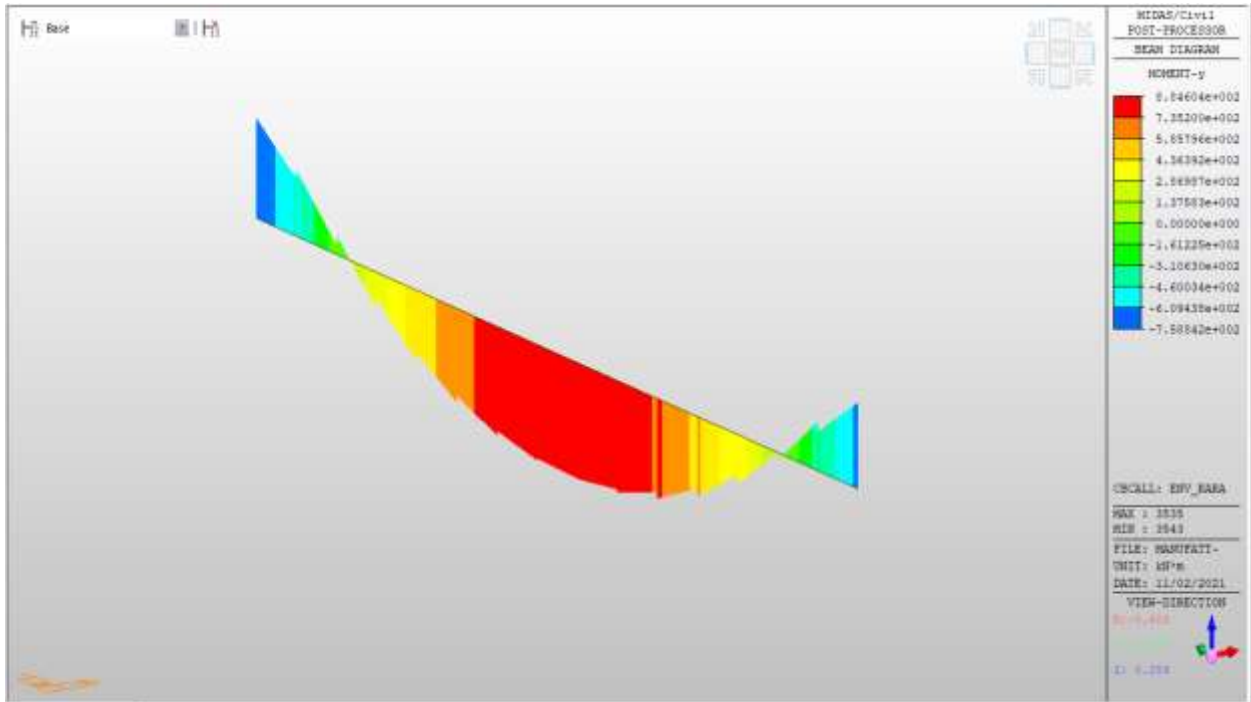


Taglio FZ, SLU+SLV (travi 60x120cm)



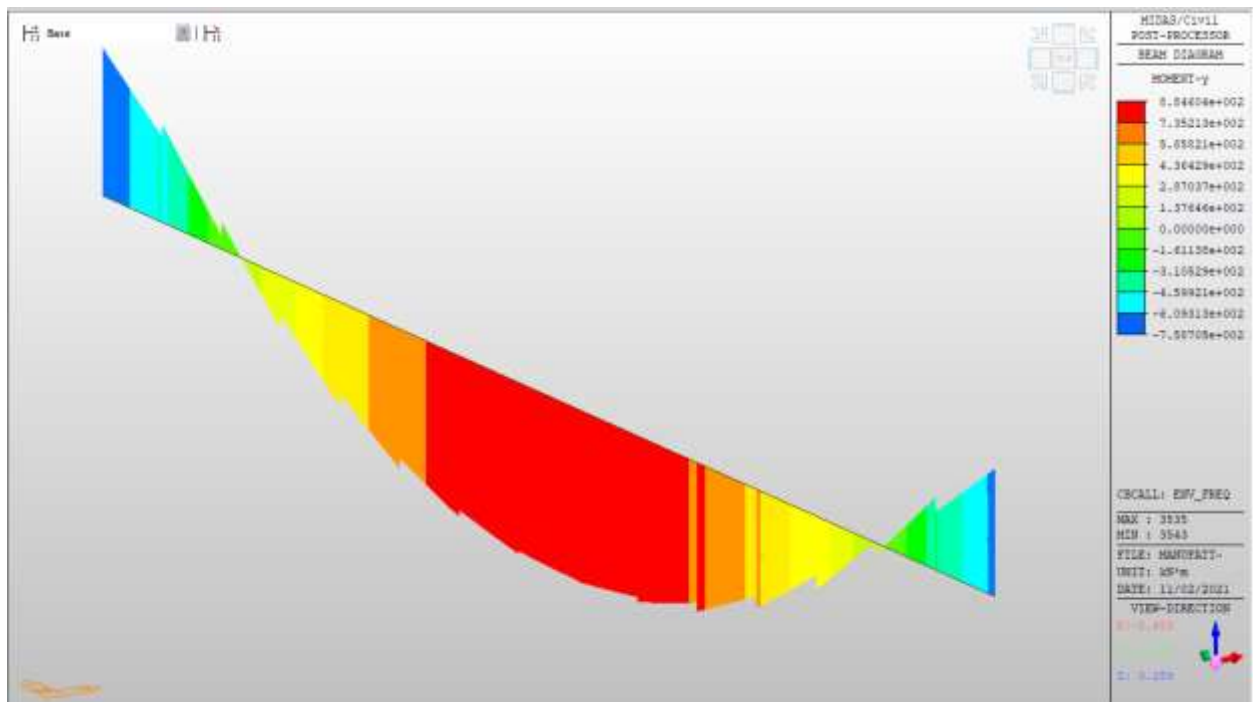
Travi solaio a quota p.c. – Mappe sollecitazioni SLE RARA

Momento MY, RARA (travi 60x120cm)



Travi solaio a quota p.c. – Mappe sollecitazioni SLE Frequente

Momento MY, Frequente (travi 60x120cm)

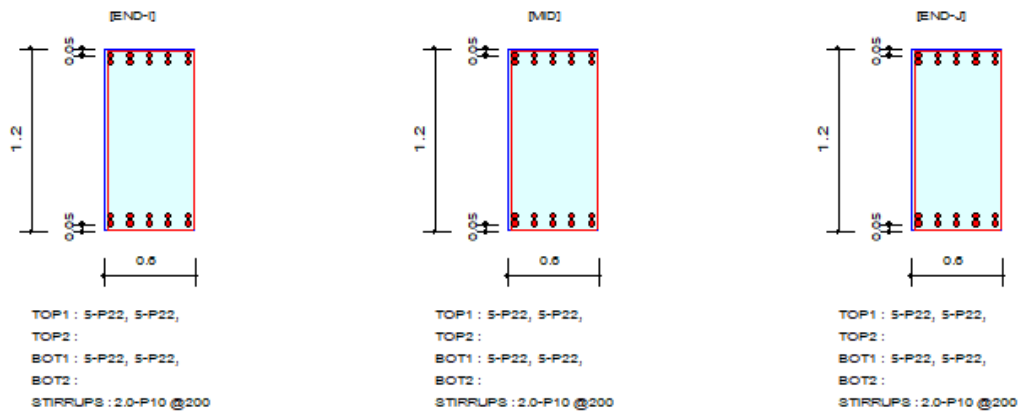


Verifiche

Le travi emergenti 60x120 sono armate con 5+5 ϕ 22 al lembo superiore e 5+5 ϕ 22 al lembo inferiore. Per le azioni di taglio, si dispongono staffe a 2 bracci ϕ 10/20 cm.

Verifiche a momento e taglio (travi emergenti 60x120cm)

2. Section Diagram



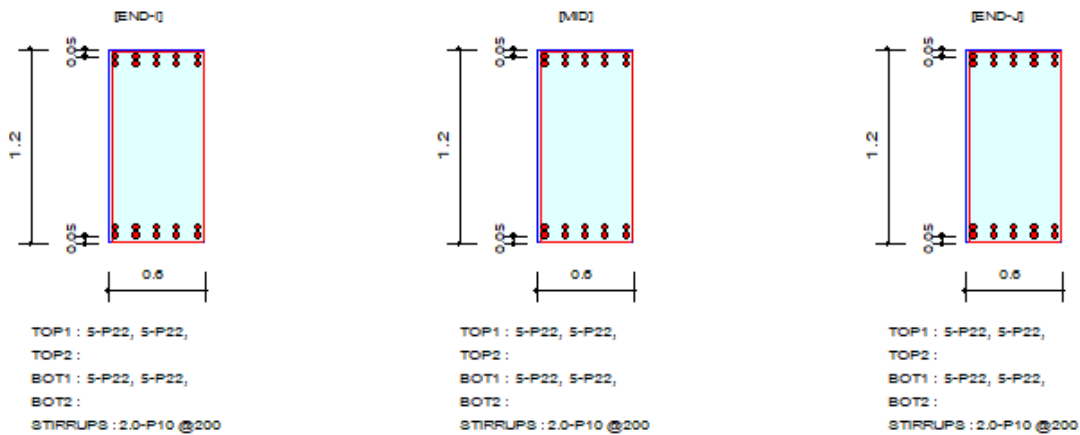
3. Bending Moment Capacity

	END-I	MID	END-J
Negative Moment (M_{Ed})	956.40	983.65	1103.53
(-) Load Combination No.	1	1	1
Factored Strength (M_{Rd})	1569.10	1569.10	1569.10
Check Ratio (M_{Ed}/M_{Rd})	0.6095	0.6269	0.7033
Positive Moment (M_{Ed})	1287.85	1282.82	1293.86
(+) Load Combination No.	1	1	1
Factored Strength (M_{Rd})	1569.10	1569.10	1569.10
Check Ratio (M_{Ed}/M_{Rd})	0.8208	0.8176	0.8246
Using Rebar Top (A_{s_top})	0.0038	0.0038	0.0038
Using Rebar Bot (A_{s_bot})	0.0038	0.0038	0.0038

4. Shear Capacity

	END-I	MID	END-J
Load Combination No.	1	1	1
Factored Shear Force (V_{Ed})	655.06	655.65	661.38
Shear Strength by Conc. (V_{Rdc})	301.87	301.87	301.87
Shear Strength by Rebar. (V_{Rds})	774.69	774.69	774.69
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	0.8456	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

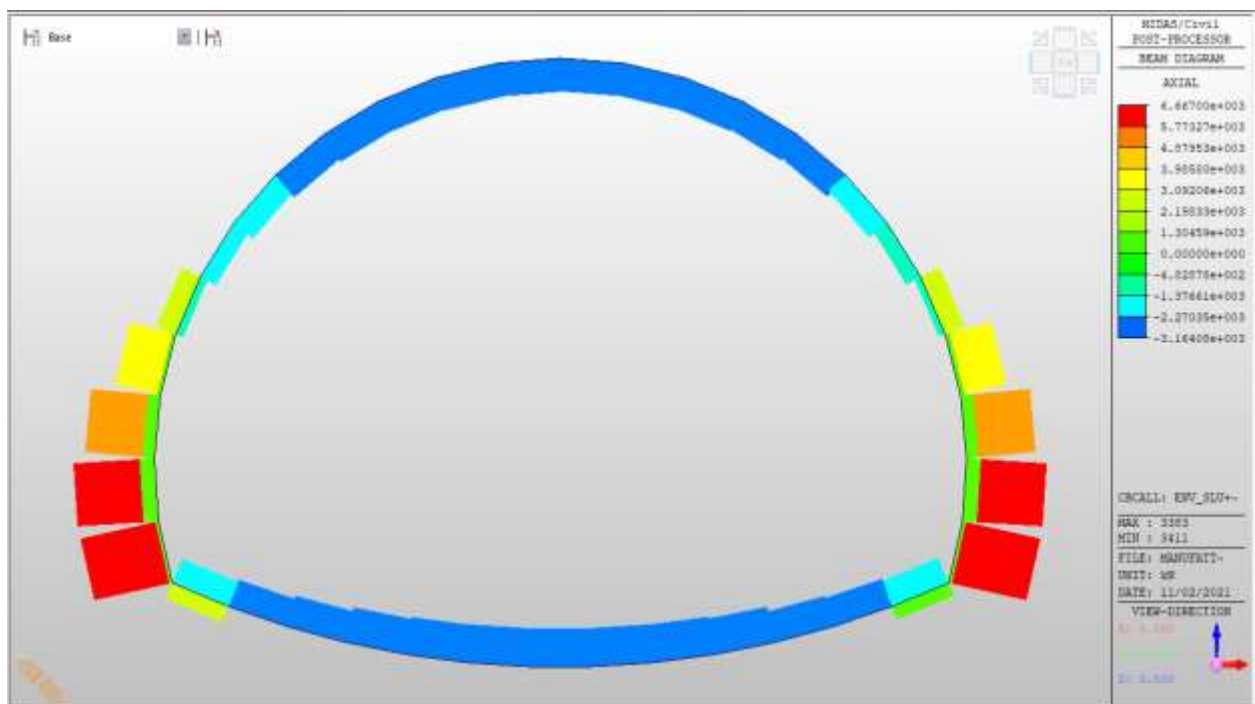
$L/3 = 0.003920 > 0.0000$ (LCB:12, POS: 0.5m from END-I)..... O.K

Trave di coronamento foro livello -2

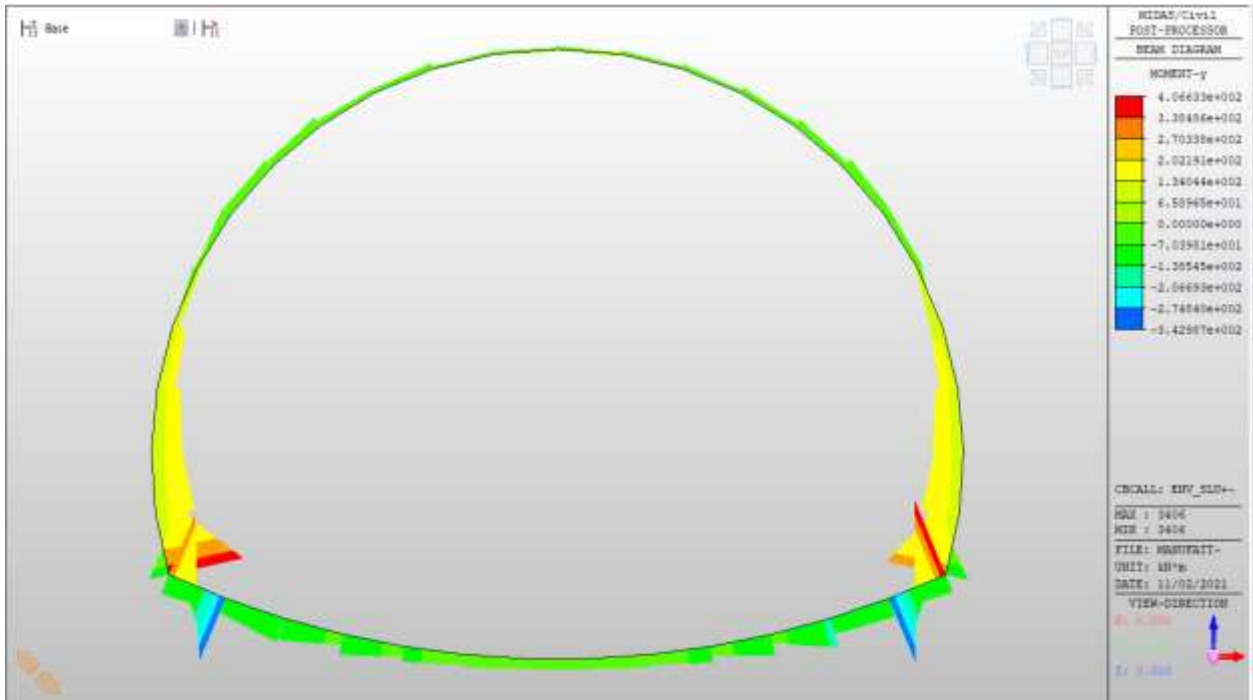
Trave di coronamento foro livello -2 Mappe sollecitazioni SLU ed SLV

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.

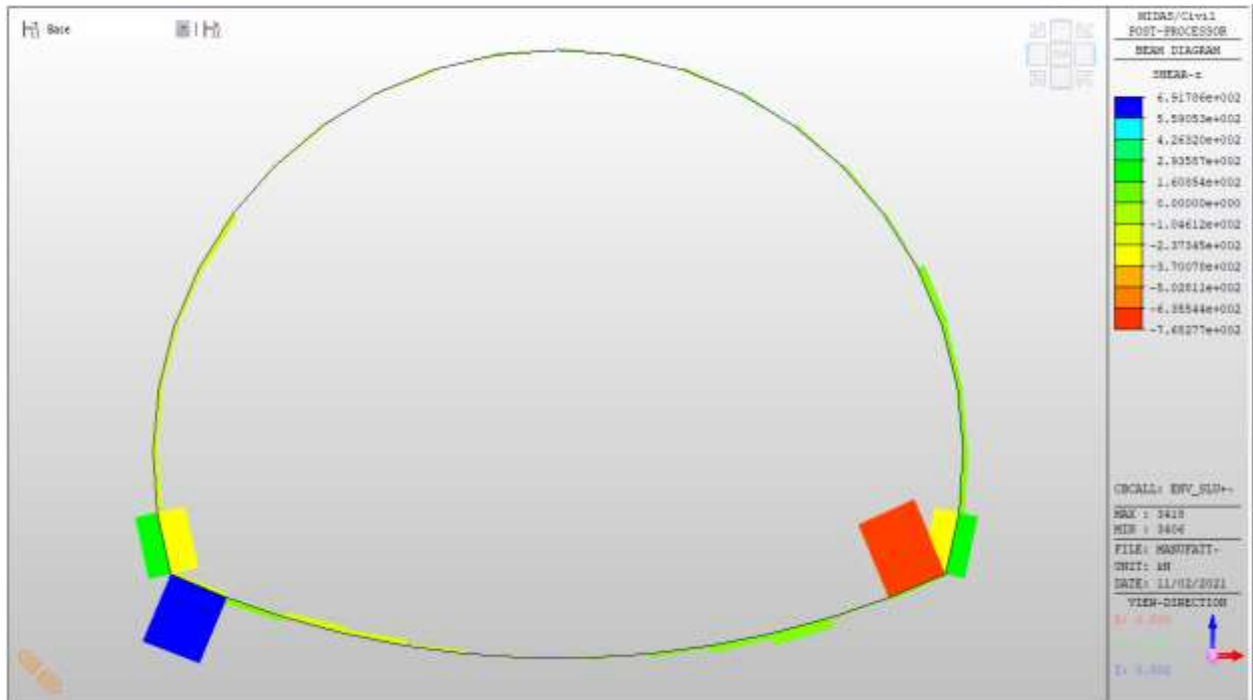
Sforzo normale FX, SLU+SLV (travi 60x120cm)



Momento MY, SLU+SLV (travi 60x120cm)

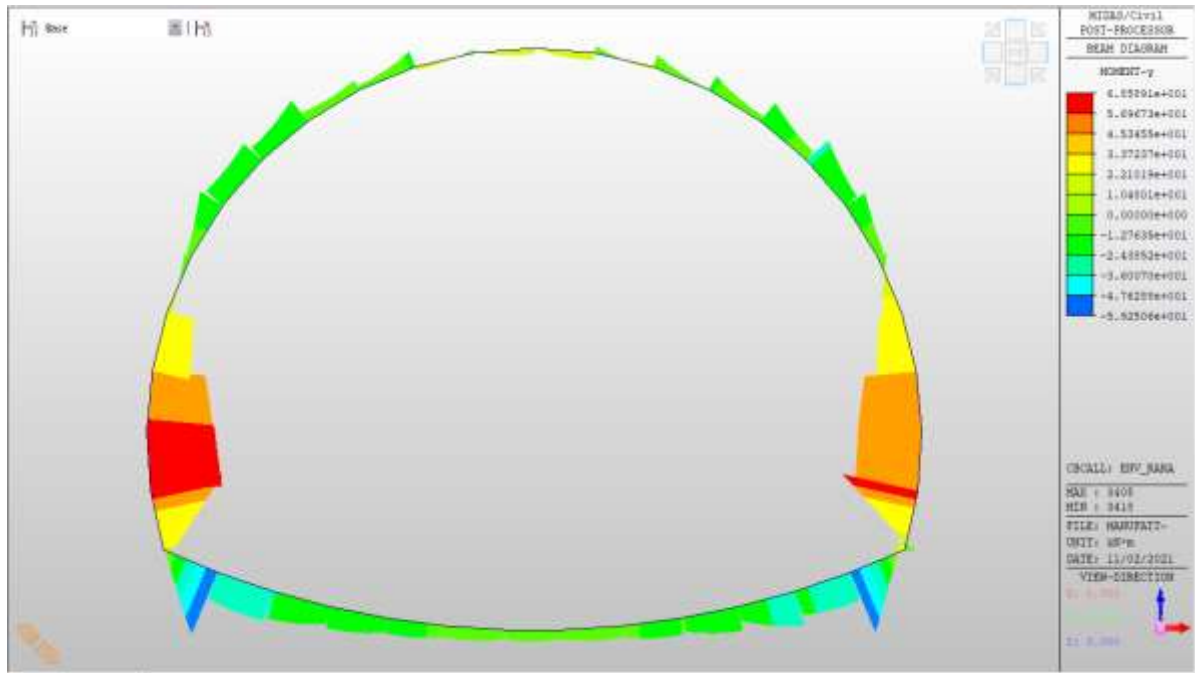


Taglio FZ, SLU+SLV (travi 60x120cm)



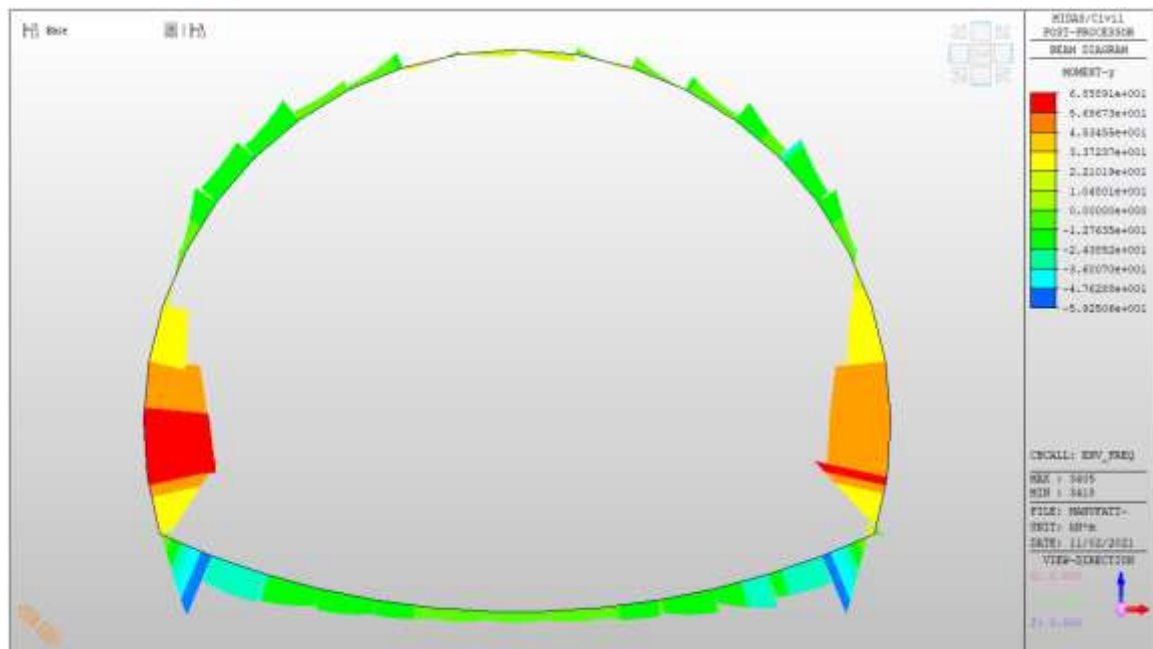
Trave di coronamento foro livello -2 Mappe sollecitazioni SLE RARA

Momento MY, RARA (travi 60x120cm)



Trave di coronamento foro livello -2 Mappe sollecitazioni SLE Frequente

Momento MY, Frequente (travi 60x120cm)

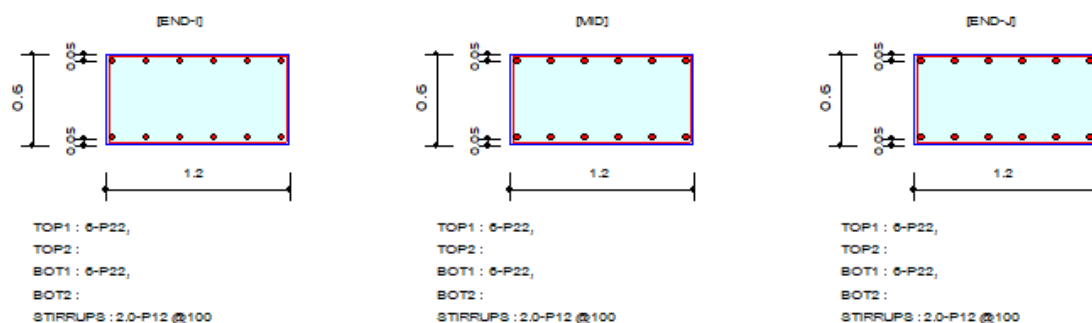


Verifiche

Le travi di coronamento 120x60 sono armate con 6 ϕ 22 al lembo superiore e 6 ϕ 22 al lembo inferiore. Per le azioni di taglio, si dispongono staffe a 2 bracci ϕ 12/10 cm.

Verifiche a momento e taglio (travi 120x60cm)

2. Section Diagram



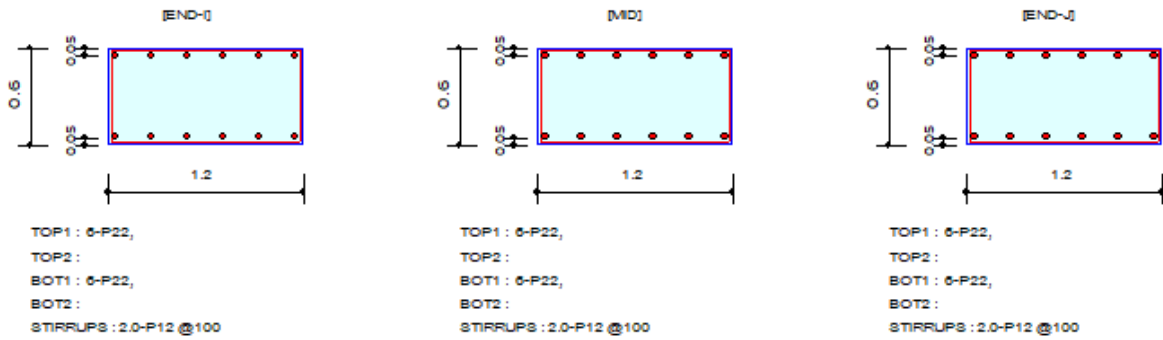
3. Bending Moment Capacity

	END-I	MID	END-J
Negative Moment (M _{Ed})	342.99	180.21	335.41
(-) Load Combination No.	9	9	10
Factored Strength (M _{Rd})	470.29	470.29	470.29
Check Ratio (M _{Ed} /M _{Rd})	0.7293	0.3832	0.7132
Positive Moment (M _{Ed})	333.25	312.42	406.63
(+) Load Combination No.	10	10	9
Factored Strength (M _{Rd})	470.29	470.29	470.29
Check Ratio (M _{Ed} /M _{Rd})	0.7086	0.6643	0.8646
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.	9	9	9
Factored Shear Force (V _{Ed})	755.56	764.04	768.28
Shear Strength by Conc.(V _{Rdc})	282.82	282.82	282.82
Shear Strength by Rebar.(V _{Rds})	1083.47	1083.47	1083.47
Using Shear Reinf. (A _{sw})	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	0.7052	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.

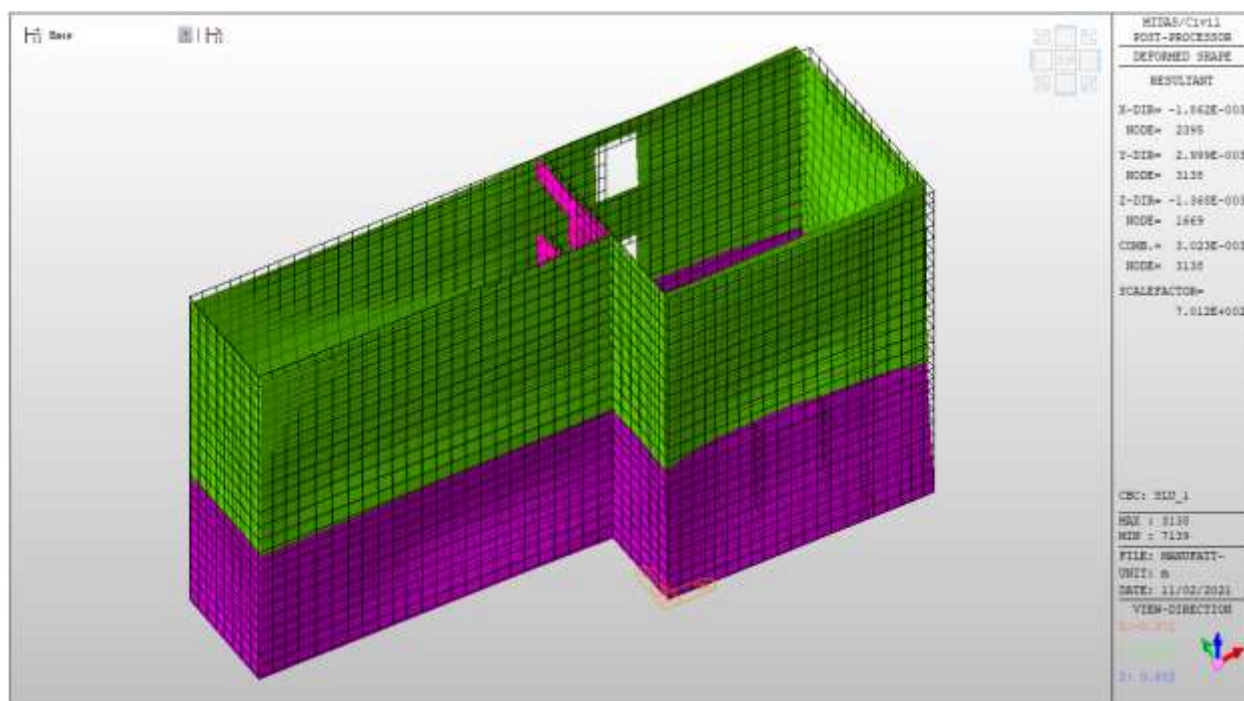


Figura 9-61 – Deformata sottostruttura SLU comb. SLU_1

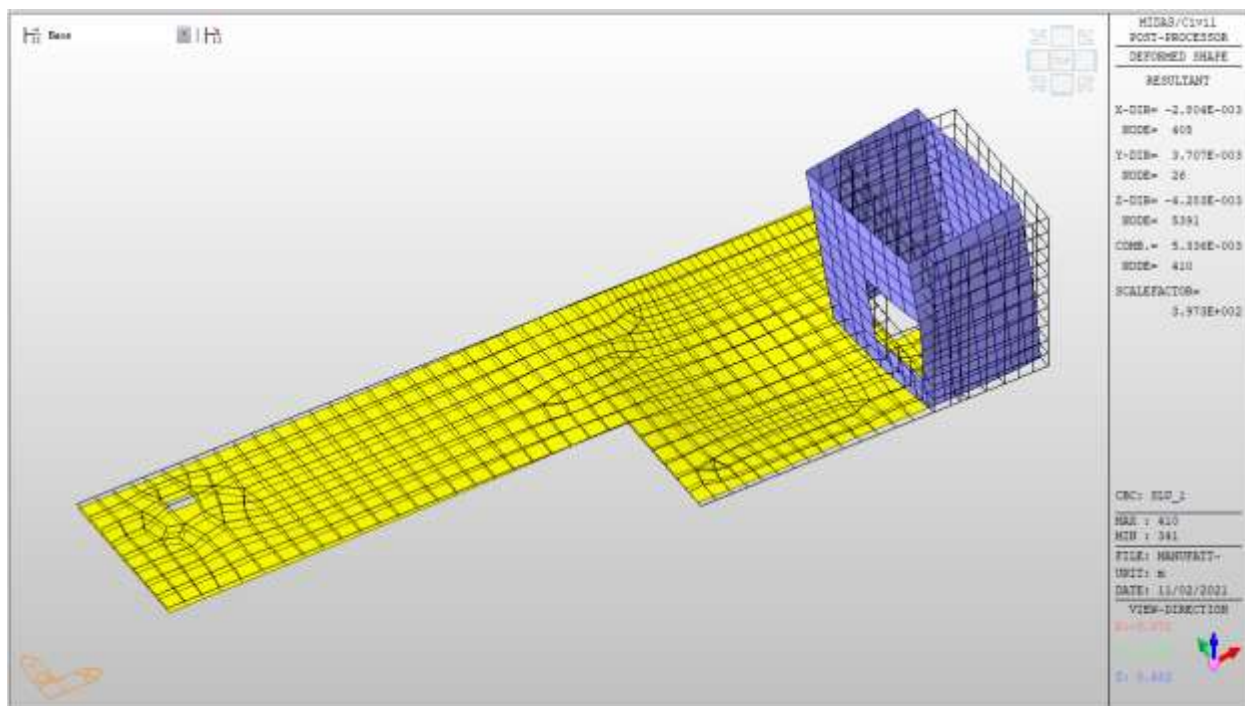


Figura 9-62 – Deformata struttura fuori terra SLU comb. SLU_1

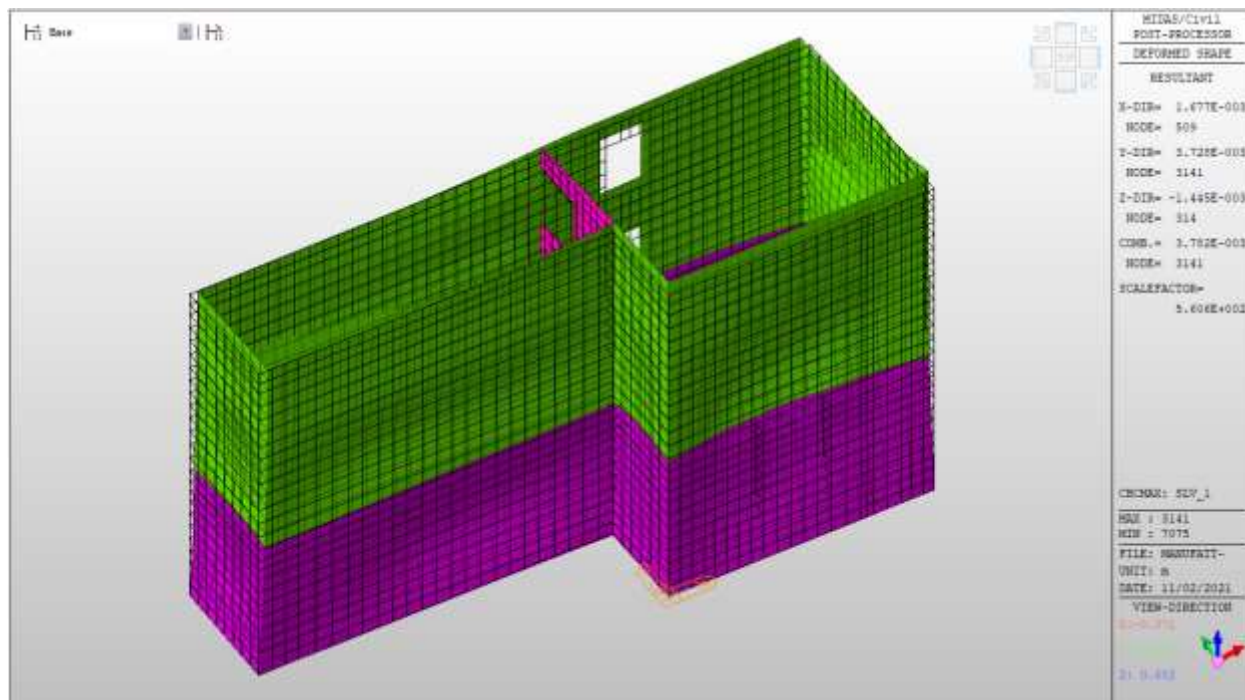


Figura 9-63 – Deformata sottostruttura SLV comb. SLV_1 (SISMA X+0.3Y)

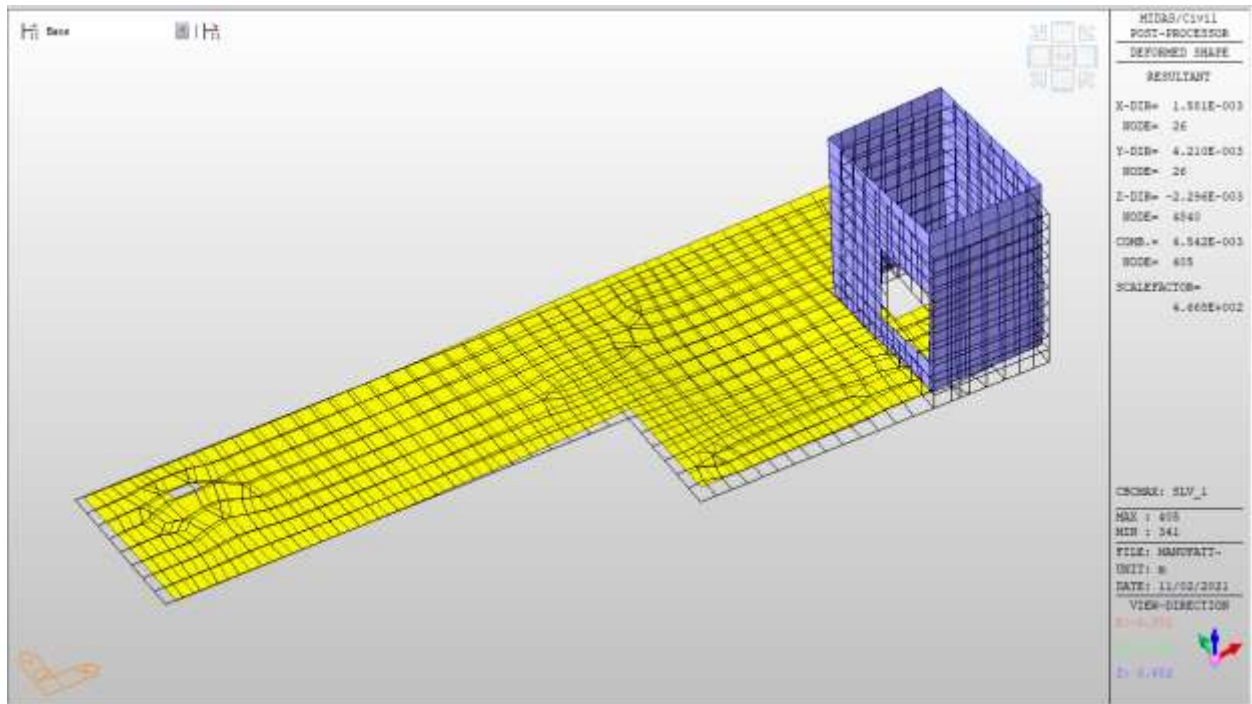


Figura 9-64 – Deformata struttura fuori terra SLV comb. SLV_1 (SISMA X+0.3Y)

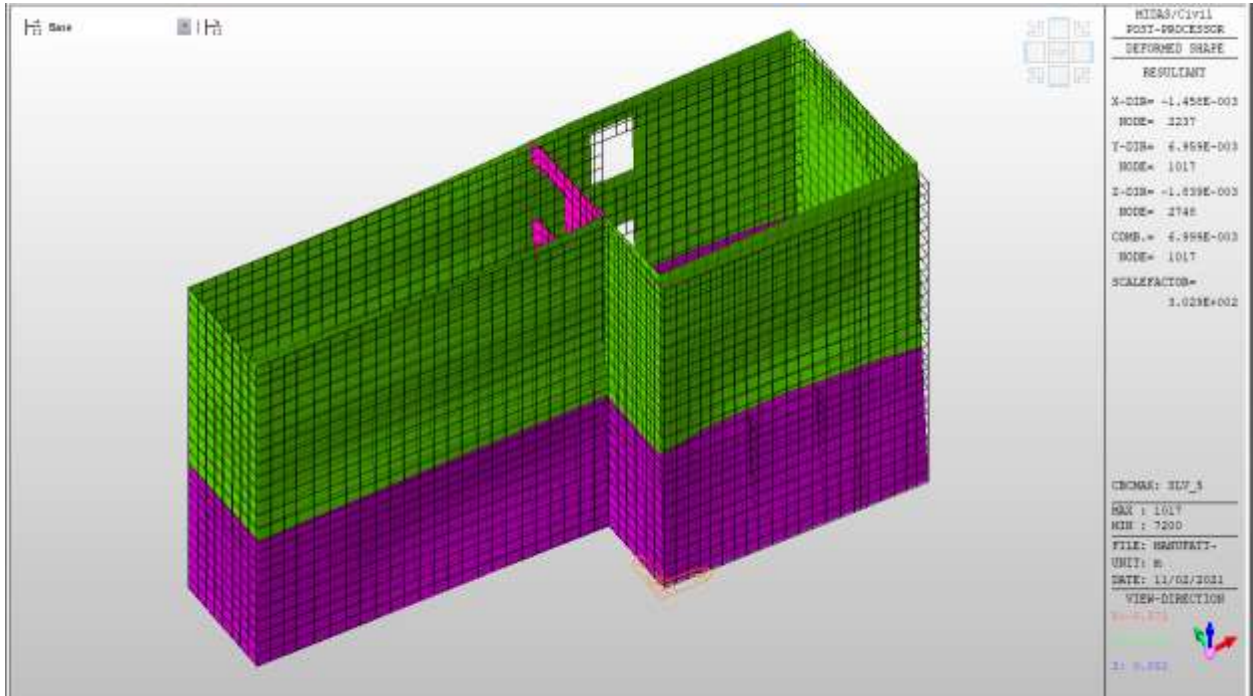


Figura 9-65 – Deformata sottostruttura SLV comb. SLV_5 (SISMA 0.3X+Y)

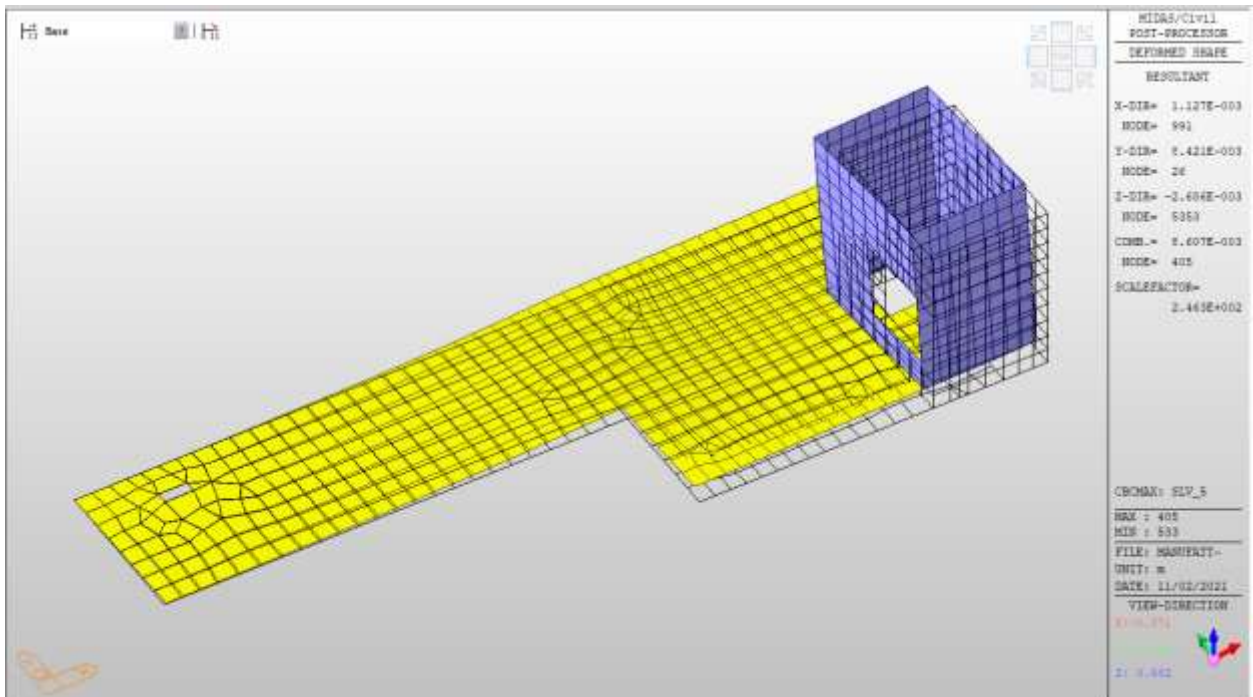


Figura 9-66 – Deformata struttura fuori terra SLV comb. SLV_5 (SISMA 0.3X+Y)

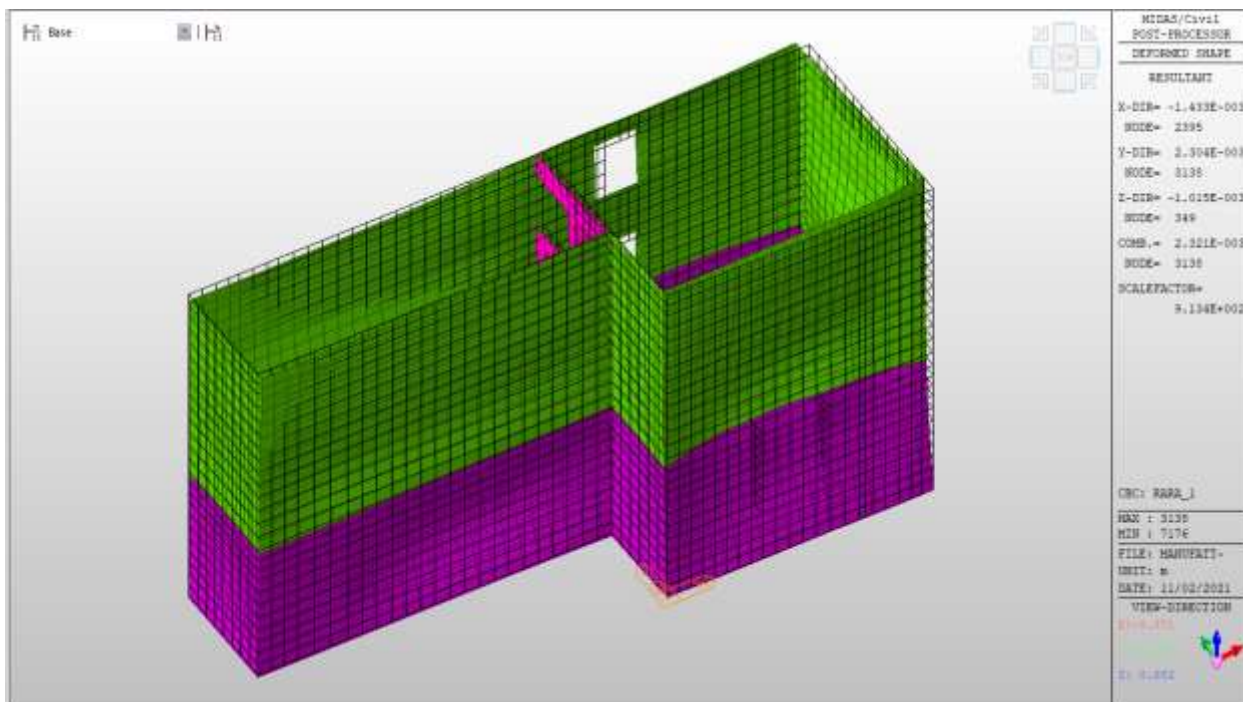


Figura 9-67 – Deformata sottostruttura SLE- RARA comb. RARA_1

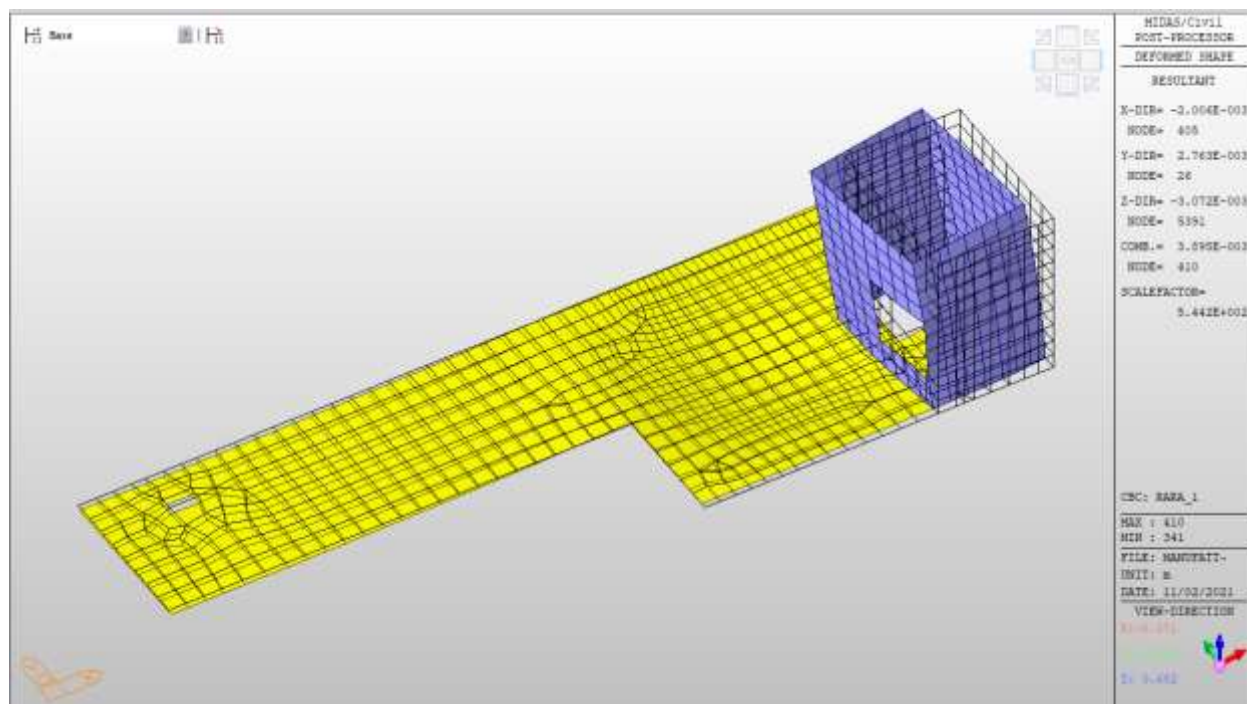


Figura 9-68 – Deformata struttura fuori terra SLE- RARA comb. RARA_1

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.

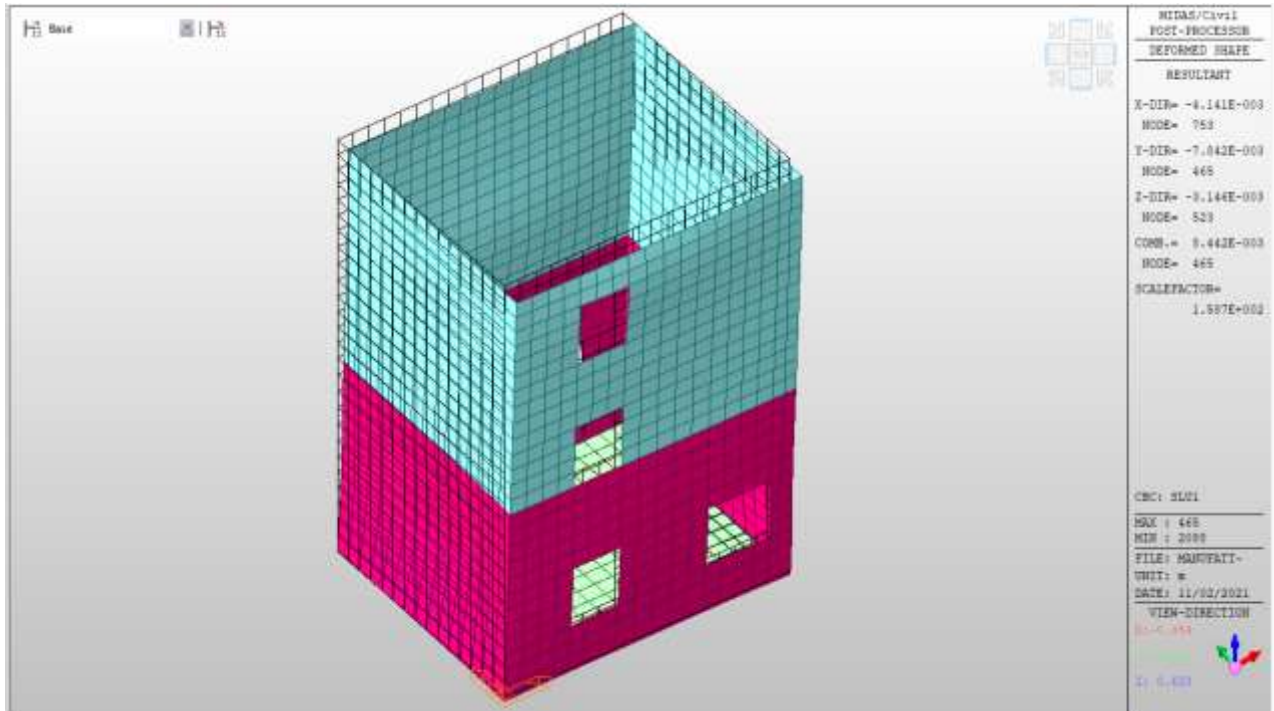


Figura 9-69 – Deformata sottostruttura SLU comb. SLU_1

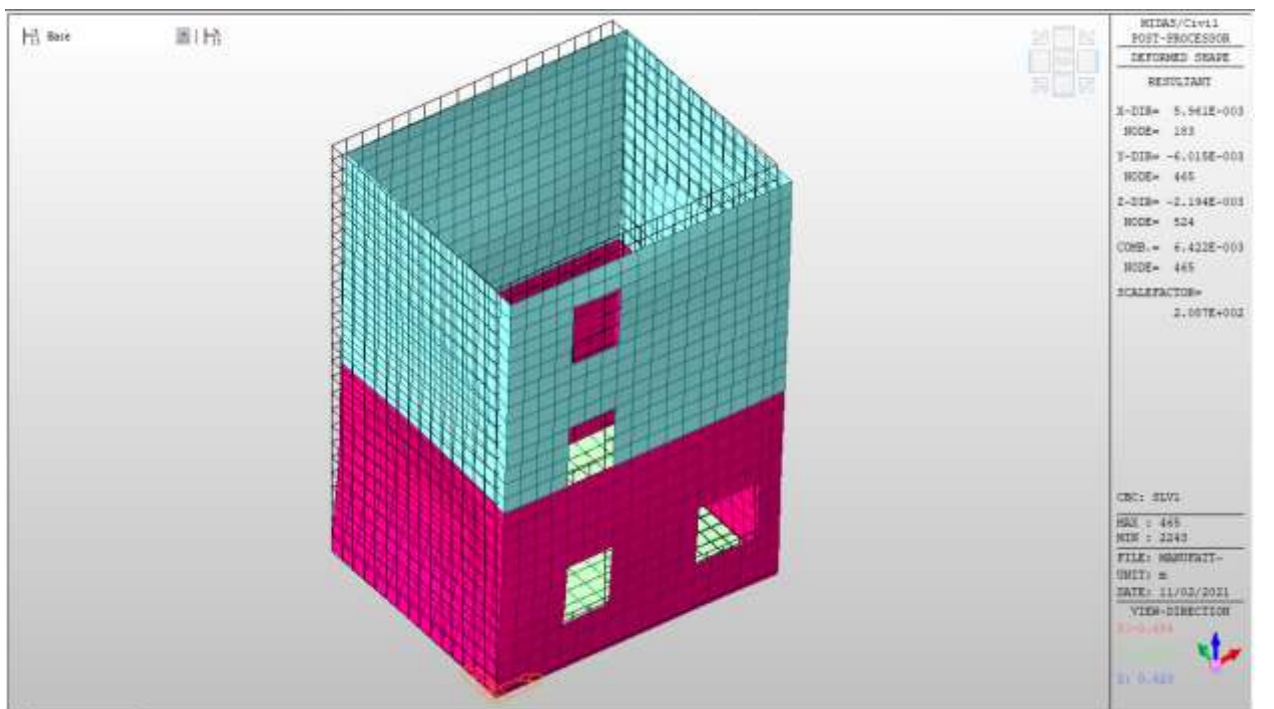


Figura 9-70 – Deformata sottostruttura SLV comb. SLV_1 (SISMA X+0.3Y)

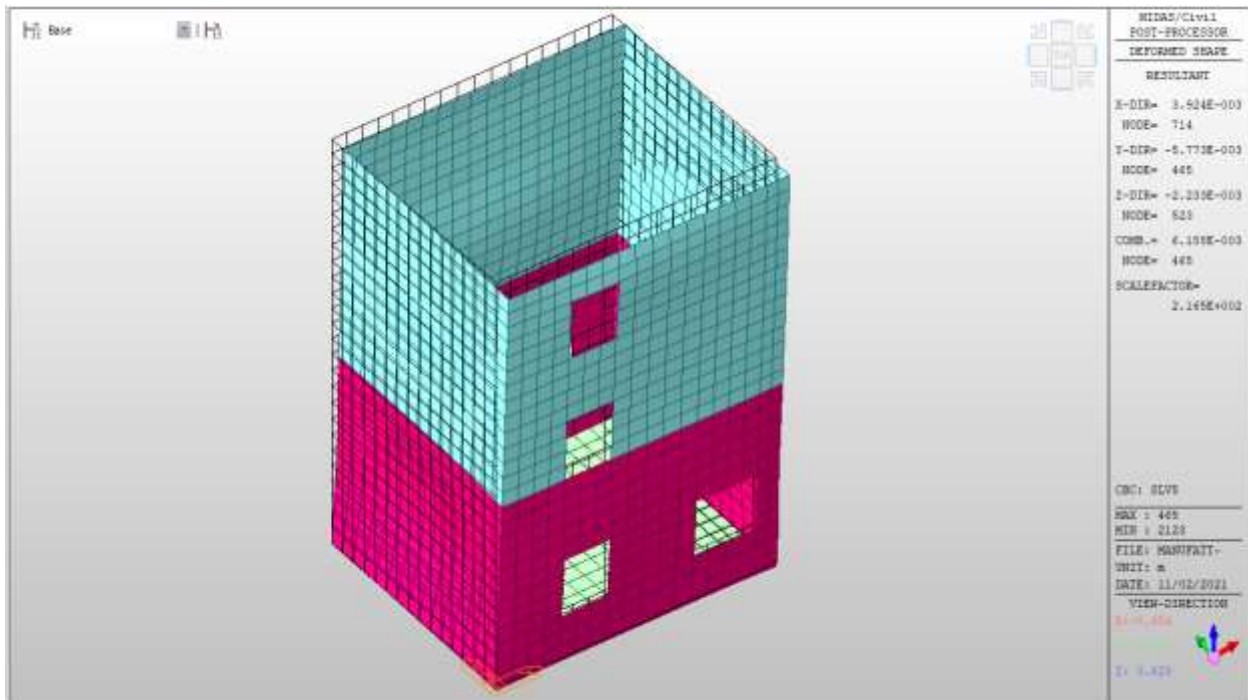


Figura 9-71 – Deformata sottostruttura SLV comb. SLV_5 (SISMA 0.3X+Y)

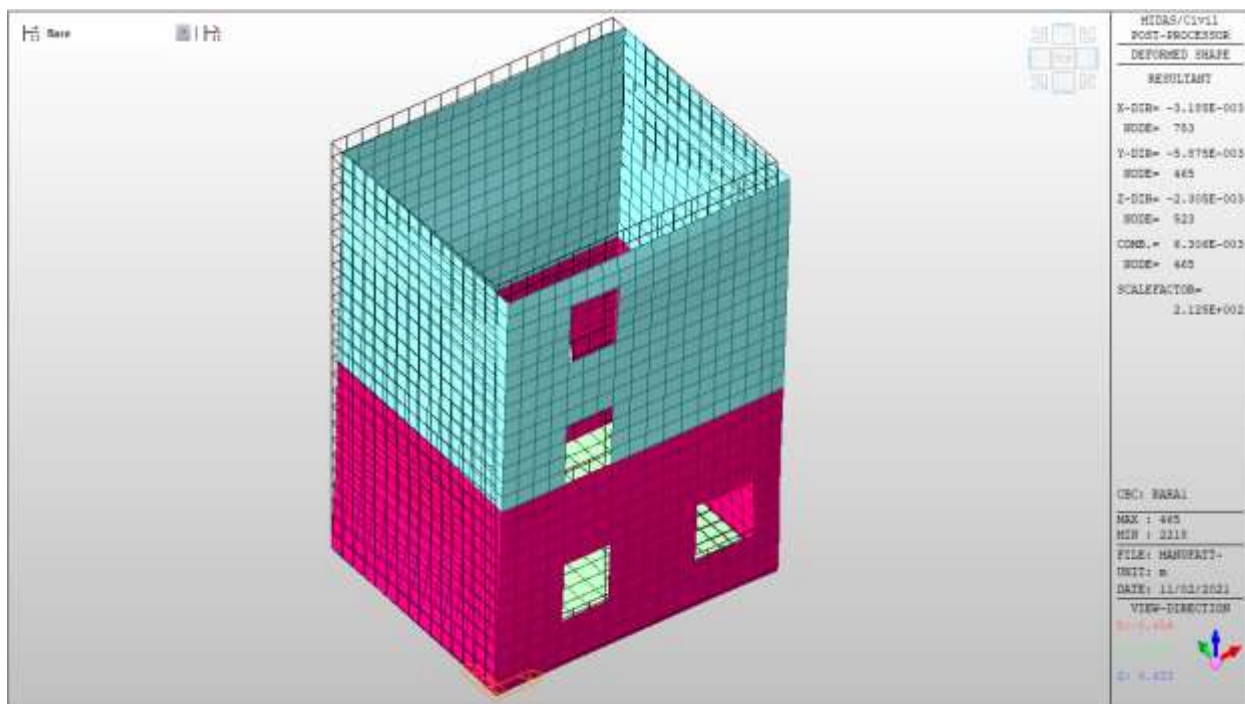


Figura 9-72 – Deformata sottostruttura SLE- RARA comb. RARA_1

9.9.3 Dimensionamento giunto tecnico

Si riportano nel seguito gli involuppi degli spostamenti massimi/ minimi allo SLU+SLV nella direzione principale Y della parete NORD del MANUFATTO1 e della parete SUD del MANUFATTO2.

$$DY(\max) = 5.45 \text{ mm}$$

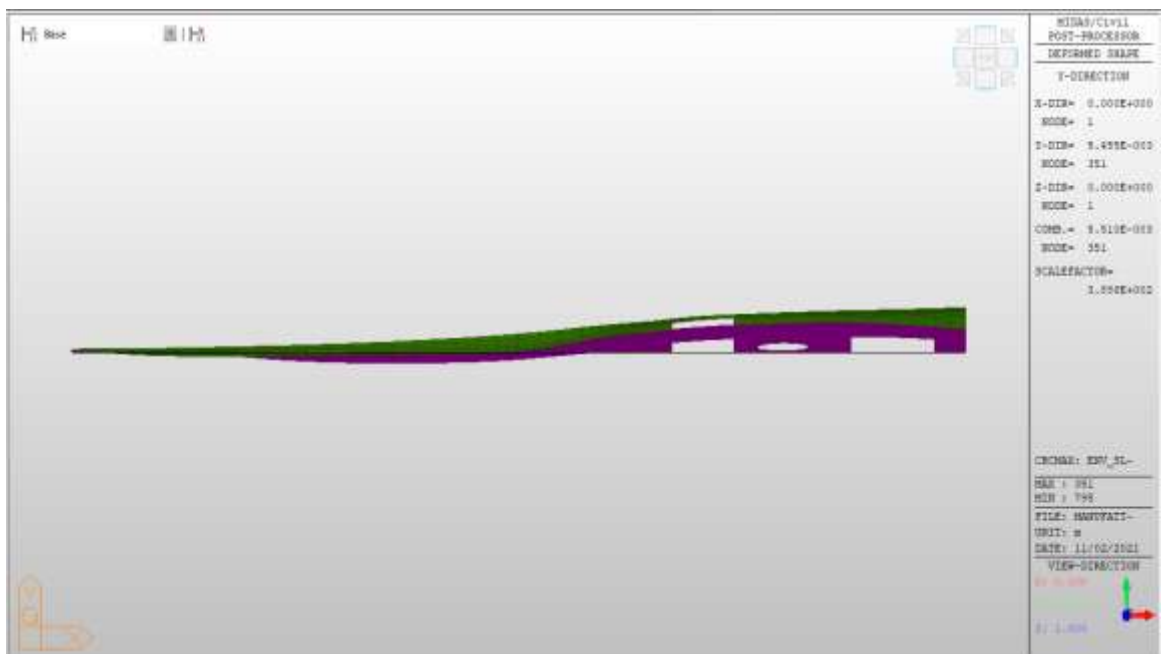


Figura 9-73 – Deformata sottostruttura SLU+SLV - Parete NORD MANUFATTO1

DY(min)= -16.50 mm

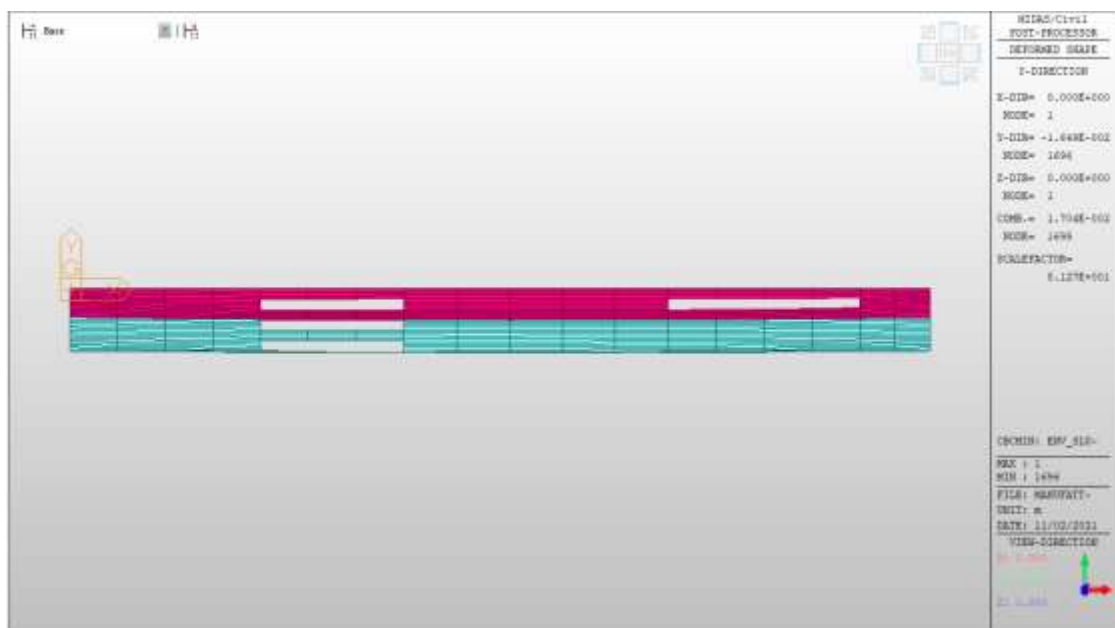


Figura 9-74 – Deformata sottostruttura SLU+SLV - Parete SUD MANUFATTO2

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:

MANUFATTO1		
ELEMENTO	spessore (m)	Incidenza (kg/m3)
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

MANUFATTO2		
ELEMENTO	spessore (m)	Incidenza (kg/m3)
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