



Città di Castel Maggiore (Bologna)

3° Settore LL.PP. e Ambiente
Servizio Lavori Pubblici
Tel.051/63.86.749 -Fax 051/63.86.800
lavori.pubblici@comune.castel-maggiore.bo.it
comune.castelmaggiore@cert.provincia.bo.it

PROGETTO ESECUTIVO REALIZZAZIONE POLO SICUREZZA IN VIA NERUDA - VIA UNGARETTI

<i>Progettista architettonico:</i>	Masiello Ing. Nicola	<i>Collaboratori:</i>	Capone Ing. Carmine Calanca P.I.E. Simonetta Alboni P.A. Gilberto Tolomelli Ing. j. Claudio
<i>Progettista e D.L. strutture:</i>	Giovannini Ing. Paolo sgLab s.a.s. - Bologna	<i>Collaboratori:</i>	Dalmonte Ing. Cristian sgLab s.a.s. - Bologna
<i>Progettista e D.L. imp. elettrici:</i>	Rivizzigno Ing. Marcello L studio Rivizzigno - Forlì	<i>Collaboratori:</i>	Piamonti Per. Ind. Alessio
<i>Progettista e D.L. imp. meccanici:</i>	Rivizzigno P.I. Niccola studio Rivizzigno - Forlì	<i>Collaboratori:</i>	Bacalu Per. Ind. Jan
<i>Coord. sicurezza progettazione:</i>	Masiello Ing. Nicola		
<i>RUP:</i>	Campana Geom. Lucia		

Oggetto:

PROGETTO STRUTTURALE RELAZIONE DI CALCOLO

Scala:

Data: gennaio 2017

Revisione: 03

Elaborato n.:

ST-RC

INDICE

NOTA GENERALE.....	3
1. EDIFICI PRINCIPALI.....	3
1.1. Stati limite ultimi	3
1.1.1. Travi	3
1.1.2. Pilastri	9
1.1.3. Nodi trave-pilastro	14
1.1.4. Scale	15
1.1.5. Platea di fondazione	18
1.1.6. Punzonamento	20
1.1.7. Giunto sismico.....	22
1.2. Stati limite di esercizio.....	24
1.2.1. Verifiche di fessurazione.....	24
1.2.2. Verifiche delle tensioni di esercizio	29
1.2.3. Verifiche di deformabilità	35
1.2.4. Stato limite di danno	36
1.2.5. Stato limite di operatività.....	39
2. AMBIENTI DI MASSIMA SICUREZZA.....	43
2.1. Stati limite ultimi	43
2.1.1. Soletta di coperto	43
2.1.2. Pareti.....	43
2.1.3. Travi di accoppiamento	51
2.1.4. Giunto sismico.....	53
2.2. Stati limite di esercizio.....	56
2.2.1. Verifiche di fessurazione.....	56
2.2.2. Verifiche delle tensioni di esercizio	57
2.2.3. Verifiche di deformabilità	57
2.2.4. Stato limite di danno	58
2.2.5. Stato limite di operatività.....	58
3. ALTRE VERIFICHE.....	59
3.1. Recinzione	59
3.2. Cordoli di stabilizzazione delle murature	61
3.2.1. Cordoli dei tamponamenti esterni	61

3.2.2. Cordolo parapetto della copertura	65
--	----

NOTA GENERALE

La presente relazione, che costituisce una revisione della Relazione di Calcolo ST-RC (che viene così sostituita integralmente), è stata redatta per risolvere le osservazioni dell'organismo di validazione del progetto, di cui all'Allegato B – Rilievi di non conformità del rapporto di verifica.

Allo scopo di evidenziarle, le variazioni intervenute sono state inserite con carattere blu, mentre le parti non modificate sono state mantenute in carattere nero.

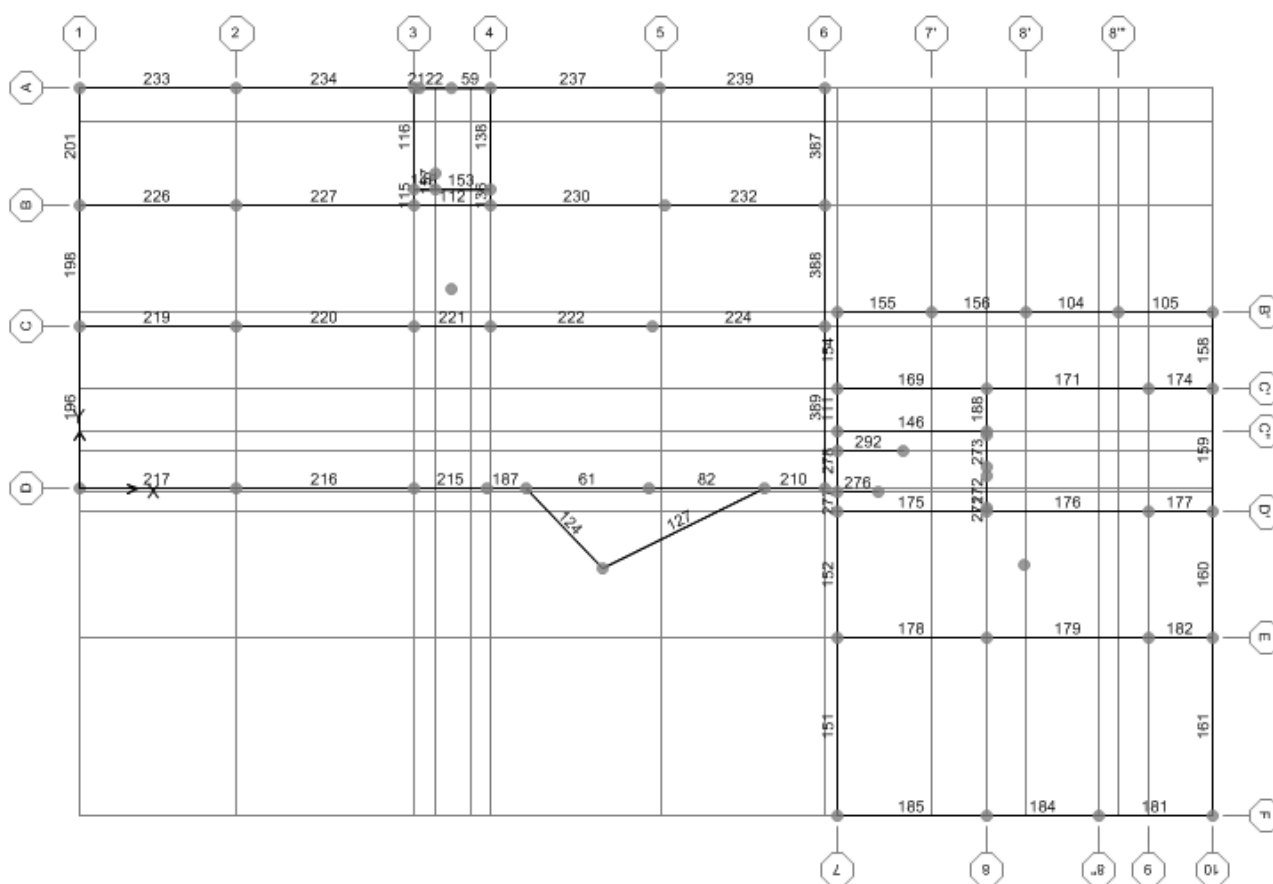
1. EDIFICI PRINCIPALI

1.1. Stati limite ultimi

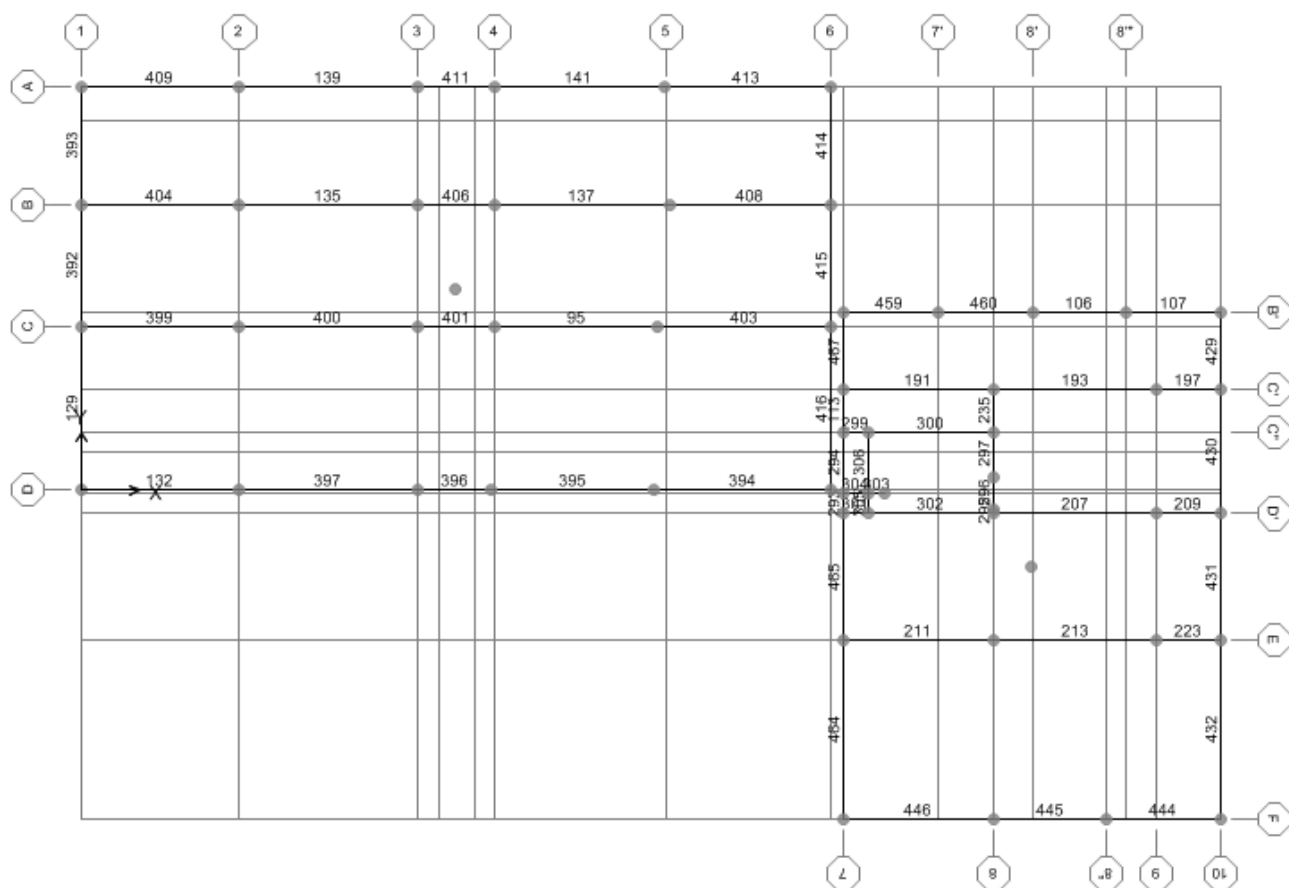
Si riportano nei paragrafi seguenti le verifiche agli stati limite ultimi sia statici (SLU), sia sismici (SLV) per ciascuna tipologia di elemento strutturale.

1.1.1. Travi

Si riportano nelle figure seguenti la numerazione delle aste rappresentanti le travi del primo piano e del coperto.



Numerazione delle aste rappresentanti le travi del primo piano.



Numerazione delle aste rappresentanti le travi del coperto.

Nelle tabelle seguenti (u.d.m.: kg, cm) si riportano le verifiche a flessione e a taglio di tutte le travi. In accordo con il § 7.4.4.1.1 del D.M. 14-01-2008, i momenti flettenti di calcolo M_{Ed} sono quelli ottenuti dall'analisi (combinazione di carico *SLV/SLU-INV*), mentre i tagli di calcolo V_{Ed} sono stati ottenuti sommando il contributo dovuto ai carichi gravitazionali agenti sulla trave, considerata incernierata agli estremi, alle sollecitazioni di taglio corrispondenti alla formazione delle cerniere plastiche nella trave e prodotte dai momenti resistenti delle due sezioni di plasticizzazione (generalmente quelle di estremità), amplificati del fattore di sovraresistenza γ_{Rd} assunto pari ad 1,00 (CD"B").

EDIFICIO OVEST

All.	Piano	Trave	Frame	b	h	Luce	Q _{OPERM}	Sez.	M _{ed}	Armatura	M _{rid}	M _{ed} /M _{rid}	V _{ed,SLV}	V _{ed,SLU}	V _{ed}	staffe	V _{rid}	V _{ed} /V _{rid}
A	2	1-2	409	35	60	527	24,25	1	-1300328	3+3φ24	-2685430	0,484	16581	9600	16581	φ8/7,5 2br	54529	0,304
								mezz.	559330	3+3φ24	2685430	0,208				φ8/15 2br	32159	
								2	-1662024	3+3φ24	-2685430	0,619	16581	10969	16581	φ8/7,5 2br	54529	0,304
A	2	2-3	139	35	60	595	24,25	2	-1709385	3+3φ24	-2685430	0,637	16241	10983	16241	φ8/7,5 2br	54529	0,298
								mezz.	633279	3+3φ24	2685430	0,236				φ8/15 2br	32159	
								3	-1542816	3+3φ24	-2685430	0,575	16241	10296	16241	φ8/7,5 2br	54529	0,298
A	2	3-4	411	35	60	220	24,25	3	-1517403	3+3φ24	-2685430	0,565	27081	14392	27081	φ8/7,5 2br	54529	0,497
								mezz.		3+3φ24	2685430	0,000				φ8/15 2br	32159	
								4	-1475224	3+3φ24	-2685430	0,549	27081	14019	27081	φ8/7,5 2br	54529	0,497
A	2	4-5	141	35	60	560	24,25	4	-1537245	3+3φ24	-2685430	0,572	16381	10280	16381	φ8/7,5 2br	54529	0,300
								mezz.	548234	3+3φ24	2685430	0,204				φ8/15 2br	32159	
								5	-1692738	3+3φ24	-2685430	0,630	16381	10700	16381	φ8/7,5 2br	54529	0,300
A	2	5-6	413	35	60	562	24,25	5	-1661507	3+3φ24	-2685430	0,619	16371	11356	16371	φ8/7,5 2br	54529	0,300
								mezz.	677510	3+3φ24	2685430	0,252				φ8/15 2br	32159	
								6	-1104696	3+3φ24	-2685430	0,411	16371	9121	16371	φ8/7,5 2br	54529	0,300
A	1	1-2	233	35	60	527	31,48	1	-2732181	4+4φ24	-3552700	0,769	21778	16374	21778	φ8/7,5 2br	54529	0,399
								mezz.	685691	4+4φ24	3552700	0,193				φ8/15 2br	32159	
								2	-3134561	4+4φ24	-3552700	0,882	21778	17763	21778	φ8/7,5 2br	54529	0,399
A	1	2-3	234	35	60	595	31,48	2	-3025952	4+4φ24	-3552700	0,852	21307	16512	21307	φ8/7,5 2br	54529	0,391
								mezz.	815741	4+4φ24	3552700	0,230				φ8/15 2br	32159	
								3	-2708666	4+4φ24	-3552700	0,762	21307	15887	21307	φ8/7,5 2br	54529	0,391
A	1	3-4	21/22/59	35	60	220	14,21	3	-3207003	4+4φ24	-3552700	0,903	33860	29181	33860	φ8/7,5 2br	54529	0,621
								mezz.		4+4φ24	3552700	0,000				φ8/15 2br	32159	
								4	-3295483	4+4φ24	-3552700	0,928	33860	28906	33860	φ8/7,5 2br	54529	0,621
A	1	4-5	237	35	60	560	31,48	4	-2703406	4+4φ24	-3552700	0,761	21503	16138	21503	φ8/7,5 2br	54529	0,394
								mezz.	713708	4+4φ24	3552700	0,201				φ8/15 2br	32159	
								5	-3048155	4+4φ24	-3552700	0,858	21503	16710	21503	φ8/7,5 2br	54529	0,394
A	1	5-6	239	35	60	562	31,48	5	-3028706	4+4φ24	-3552700	0,853	21489	16838	21489	φ8/7,5 2br	54529	0,394
								mezz.	840308	4+4φ24	3552700	0,237				φ8/15 2br	32159	
								6	-2300158	4+4φ24	-3552700	0,647	21489	14997	21489	φ8/7,5 2br	54529	0,394
B	2	1-2	404	65	30	548,5	36,65	1	-1022493	4+4φ24	-1495880	0,684	16733	13947	16733	φ8/7,5 4br	46837	0,357
								mezz.	706841	4+4φ24	1495880	0,473				φ8/15 4br	28914	
								2	-1832720	6+6φ24	-2169110	0,845	16733	16902	16902	φ8/7,5 4br	46837	0,361
B	2	2-3	135	65	30	628	36,65	2	-1809243	6+6φ24	-2169110	0,834	17344	18641	18641	φ8/7,5 4br	46837	0,398
								mezz.	1278588	4+4φ24	1495880	0,855				φ8/15 4br	28914	
								3	-1193459	4+4φ24	-1495880	0,798	17344	16680	17344	φ8/7,5 4br	46837	0,370
B	2	3-4	406	65	30	253	36,65	3	-1317497	4+4φ24	-1495880	0,881	16461	7492	16461	φ8/7,5 4br	46837	0,351
								mezz.		4+4φ24	1495880	0,000				φ8/15 4br	28914	
								4	-1222125	4+4φ24	-1495880	0,817	16461	6738	16461	φ8/7,5 4br	46837	0,351
B	2	4-5	137	65	30	613	36,65	4	-1095531	4+4φ24	-1495880	0,732	17212	16115	17212	φ8/7,5 4br	46837	0,367
								mezz.	1212820	4+4φ24	1495880	0,811				φ8/15 4br	28914	
								5	-1784115	6+6φ24	-2169110	0,823	17212	18362	18362	φ8/7,5 4br	46837	0,392
B	2	5-6	408	65	30	558,5	36,65	5	-1802679	6+6φ24	-2169110	0,831	16797	16987	16987	φ8/7,5 4br	46837	0,363
								mezz.	747900	4+4φ24	1495880	0,500				φ8/15 4br	28914	
								6	-1087371	4+4φ24	-1495880	0,727	16797	14425	16797	φ8/7,5 4br	46837	0,359
B	1	1-2	226	65	30	548,5	39,95	1	-1273479	4+4φ24	-1495880	0,851	17638	15519	17638	φ8/7,5 4br	46837	0,377
								mezz.	754328	4+4φ24	1495880	0,504				φ8/15 4br	28914	
								2	-1982457	6+6φ24	-2169110	0,914	17638	18383	18383	φ8/7,5 4br	46837	0,392
B	1	2-3	227	65	30	628	39,95	2	-1957100	6+6φ24	-2169110	0,902	18380	20261	20261	φ8/7,5 4br	46837	0,433
								mezz.	1365813	4+4φ24	1495880	0,913				φ8/15 4br	28914	
								3	-1408743	4+4φ24	-1495880	0,942	18380	18520	18520	φ8/7,5 4br	46837	0,395
B	1	3-4	112	65	30	253	22,58	3	-1160404	4+4φ24	-1495880	0,776	14682	4638	14682	φ8/7,5 4br	46837	0,313
								mezz.		4+4φ24	1495880	0,000				φ8/15 4br	28914	
								4	-1087333	4+4φ24	-1495880	0,727	14682	4061	14682	φ8/7,5 4br	46837	0,313
B	1	4-5	230	65	30	613	39,95	4	-1292498	4+4φ24	-1495880	0,864	18223	17892	18223	φ8/7,5 4br	46837	0,389
								mezz.	1298693	4+4φ24	1495880	0,868				φ8/15 4br	28914	
								5	-1928741	6+6φ24	-2169110	0,889	18223	19963	19963	φ8/7,5 4br	46837	0,426
B	1	5-6	232	65	30	558,5	39,95	5	-1949111	6+6φ24	-2169110	0,899	17718	18454	18454	φ8/7,5 4br	46837	0,394
								mezz.	797063	4+4φ24	1495880	0,533				φ8/15 4br	28914	
								6	-1316450	4+4φ24	-1495880	0,880	17718	16064	17718	φ8/7,5 4br	46837	0,378
C	2	1-2	399	65	30	548,5	42,48	1	-1194181	4+4φ24	-1495880	0,798	18332	16249	18332	φ8/7,5 4br	46837	0,391
								mezz.	824312	4+4φ24	1495880	0,551				φ8/15 4br	28914	
								2	-2119933	6+6φ24	-2169110	0,977	18332	19625	19625	φ8/7,5 4br	46837	0,419
C	2	2-3	400	65	30	628	42,48	2	-2093316	6+6φ24	-2169110	0,965	19712	21596	21596	φ8/7,5 4br	46837	0,461
								mezz.	1470182	4+4φ24	1495880	0,983				φ8/15 4br	28914	
								3	-1427917	5+5φ24	-1833350	0,779	19712	19477	19712	φ8/7,5 4br	46837	0,421
C	2	3-4	401	65	30	253	42,48	3	-1556443	5+5φ24	-1833350	0,849	18533	9957	18533	φ8/7,5 4br	46837	0,396
								mezz.		4+4φ24	1495880	0,000				φ8/15 4br	28914	
								4	-1130580	4+4φ24	-1495880	0,756	18533	6590	18533	φ8/7,5 4br	46837	0,396
C	2	4-5	95	65	30	571,5	42,48	4	-992048	4+4φ24	-1495880	0,663	18552	16852	18552	φ8/7,5 4br	46837	0,396
								mezz.	1166500	4+4φ24	1495880	0,780				φ8/15 4br	28914	
								5	-2042040	6+6φ24	-2169110	0,941	18552	20526	20526	φ8/7,5 4br	46837	0,438
C	2	5-6	403	65	30	600	42,48	5	-2045230	6+6φ24	-2169110	0,943	19415	20290	20290	φ8/7,5 4br	46837	0,433
								mezz.	1098649	4+4φ24	1495880	0,734				φ8/15 4br	28914	
								6	-1643831	5+5φ24	-1833350	0,897	19415	18952	19415	φ8/7,5 4br	46837	0,415
C	1	1-2	219	65	30	548,5	46,39	1	-1391337	4+4φ24	-1495880	0,930	20014	18017	20014	φ8/7,5 4br	46837	0,427
								mezz.	873268	4+4φ24	1495880	0,584				φ8/15 4br	28914	
								2	-2329526	7+7φ24	-2503420	0,931	20014	21462	21462	φ8/7,5 4br	46837	0,458
C	1	2-3	220	65	30	628	46,39	2	-2298843	7+7φ24	-2503420	0,918	21472	23734	23734	φ8/7,5 4br	46837	0,507
								mezz.	1617045	5+5φ24	1833350	0,882				φ8/15 4br	28914	
								3	-1574709	5+5φ24	-1833350							

All.	Piano	Trave	Frame	b	h	Luce	Q _{QPERM}	Sez.	M _{Ed}	Armatura	M _{Rd}	M _{Ed} /M _{Rd}	V _{Ed,SLV}	V _{Ed,SLU}	V _{Ed}	staffe	V _{Rd}	V _{Ed} /V _{Rd}
D	2	1-2	132	35	60	532	30,08	1	-1244162	3+3φ24	-2685430	0,463	18097	10765	18097	φ8/7,5 2br	54529	0,332
								mezz.	606051	3+3φ24	2685430	0,226				φ8/15 2br	32159	
								2	-1867283	3+3φ24	-2685430	0,695	18097	12776	18097	φ8/7,5 2br	54529	0,332
D	2	2-3	397	35	60	595	30,08	2	-2018570	3+3φ24	-2685430	0,752	17975	13004	17975	φ8/7,5 2br	54529	0,330
								mezz.	544790	3+3φ24	2685430	0,203				φ8/15 2br	32159	
								3	-1800635	3+3φ24	-2685430	0,671	17975	12355	17975	φ8/7,5 2br	54529	0,330
D	2	3-4	396	35	60	205	30,08	3	-1723067	3+3φ24	-2685430	0,642	29283	17068	29283	φ8/7,5 2br	54529	0,537
								mezz.		3+3φ24	2685430	0,000				φ8/15 2br	32159	
								4	-1580745	3+3φ24	-2685430	0,589	29283	15880	29283	φ8/7,5 2br	54529	0,537
D	2	4-5	395	35	60	540	30,08	4	-1770020	3+3φ24	-2685430	0,659	18068	12250	18068	φ8/7,5 2br	54529	0,331
								mezz.	525116	3+3φ24	2685430	0,196				φ8/15 2br	32159	
								5	-1941611	3+3φ24	-2685430	0,723	18068	12776	18068	φ8/7,5 2br	54529	0,331
D	2	5-6	394	35	60	592	30,08	5	-1989040	3+3φ24	-2685430	0,741	17976	13243	17976	φ8/7,5 2br	54529	0,330
								mezz.	620880	3+3φ24	2685430	0,231				φ8/15 2br	32159	
								6	-1524557	3+3φ24	-2685430	0,568	17976	11621	17976	φ8/7,5 2br	54529	0,330
D	1	1-2	217	35	60	532	37,92	1	-2570707	4+4φ24	-3552700	0,724	23443	17541	23443	φ8/7,5 2br	54529	0,430
								mezz.	878233	4+4φ24	3552700	0,247				φ8/15 2br	32159	
								2	-3409586	4+4φ24	-3552700	0,960	23443	19601	23443	φ8/7,5 2br	54529	0,430
D	1	2-3	216	35	60	595	37,92	2	-3467898	4+4φ24	-3552700	0,976	24677	19173	24677	φ8/7,5 2br	54529	0,453
								mezz.	765567	4+4φ24	3552700	0,215				φ8/15 2br	32159	
								3	-3056934	5+5φ24	-4417590	0,692	24677	18486	24677	φ8/7,5 2br	54529	0,453
D	1	3-4	215	35	60	205	37,92	3	-3864615	5+5φ24	-4417590	0,875	46985	38229	46985	φ8/7,5 2br	54529	0,862
								mezz.		4+4φ24	3552700	0,000				φ8/15 2br	32159	
								4	-3795613	5+5φ24	-4417590	0,859	46985	37832	46985	φ8/7,5 2br	54529	0,862
D	1	4-5	187/61	35	60	540	48,36	4	-3232050	5+5φ24	-4417590	0,732	29419	20305	29419	φ8/7,5 2br	54529	0,540
								mezz.	826592	4+4φ24	3552700	0,233				φ8/15 2br	32159	
								5	-3682190	5+5φ24	-4417590	0,834	29419	22096	29419	φ8/7,5 2br	54529	0,540
D	1	5-6	82/210	35	60	592	44,67	5	-3877649	5+5φ24	-4417590	0,878	26686	22776	26686	φ8/7,5 2br	54529	0,489
								mezz.	1012820	4+4φ24	3552700	0,285				φ8/15 2br	32159	
								6	-3209468	4+4φ24	-3552700	0,903	26686	19518	26686	φ8/7,5 2br	54529	0,489
1	2	D-C	129	35	60	536,5	8,61	D	-1698647	3+3φ24	-2685430	0,633	12321	8288	12321	φ8/15 2br	32159	0,383
								mezz.		3+3φ24	2685430	0,000				φ8/15 2br	32159	
								C	-1938970	3+3φ24	-2685430	0,722	12321	8663	12321	φ8/15 2br	32159	0,383
1	2	C-B	392	35	60	365,5	8,61	C	-2569649	3+3φ24	-2685430	0,957	16268	15070	16268	φ8/15 2br	32159	0,506
								mezz.		3+3φ24	2685430	0,000				φ8/15 2br	32159	
								B	-2553218	3+3φ24	-2685430	0,951	16268	15086	16268	φ8/15 2br	32159	0,506
1	2	B-A	393	35	60	377	8,61	B	-2051827	3+3φ24	-2685430	0,764	15869	10912	15869	φ8/15 2br	32159	0,493
								mezz.		3+3φ24	2685430	0,000				φ8/15 2br	32159	
								A	-1515439	3+3φ24	-2685430	0,564	15869	10472	15869	φ8/15 2br	32159	0,493
1	1	D-C	196	35	60	536,5	14,21	D	-3071480	4+4φ24	-3552700	0,865	20274	14645	20274	φ8/15 2br	32159	0,630
								mezz.		4+4φ24	3552700	0,000				φ8/15 2br	32159	
								C	-3442861	6+6φ24	-5278990	0,652	20274	15203	20274	φ8/15 2br	32159	0,630
1	1	C-B	198	35	60	365,5	14,21	C	-4660658	6+6φ24	-5278990	0,883	31483	27131	31483	φ8/15 2br	32159	0,979
								mezz.		4+4φ24	3552700	0,000				φ8/15 2br	32159	
								B	-4601902	6+6φ24	-5278990	0,872	31483	27085	31483	φ8/15 2br	32159	0,979
1	1	B-A	201	35	60	377	14,21	B	-3668896	6+6φ24	-5278990	0,695	26105	19389	26105	φ8/15 2br	32159	0,812
								mezz.		4+4φ24	3552700	0,000				φ8/15 2br	32159	
								A	-2745263	4+4φ24	-3552700	0,773	26105	18713	26105	φ8/15 2br	32159	0,812
6	2	D-C	416	35	60	541,5	5,25	D	-1398151	3+3φ24	-2685430	0,521	11340	6696	11340	φ8/15 2br	32159	0,353
								mezz.		3+3φ24	2685430	0,000				φ8/15 2br	32159	
								C	-1719117	3+3φ24	-2685430	0,640	11340	6888	11340	φ8/15 2br	32159	0,353
6	2	C-B	415	35	60	365,5	8,61	C	-2542898	3+3φ24	-2685430	0,947	16268	14909	16268	φ8/15 2br	32159	0,506
								mezz.		3+3φ24	2685430	0,000				φ8/15 2br	32159	
								B	-2490420	3+3φ24	-2685430	0,927	16268	14841	16268	φ8/15 2br	32159	0,506
6	2	B-A	414	35	60	372	8,61	B	-2160613	3+3φ24	-2685430	0,805	16039	12131	16039	φ8/15 2br	32159	0,499
								mezz.		3+3φ24	2685430	0,000				φ8/15 2br	32159	
								A	-1794738	3+3φ24	-2685430	0,668	16039	11498	16039	φ8/15 2br	32159	0,499
6	1	D-C	389	35	60	541,5	14,21	D	-2563680	4+4φ24	-3552700	0,722	20157	13206	20157	φ8/15 2br	32159	0,627
								mezz.		4+4φ24	3552700	0,000				φ8/15 2br	32159	
								C	-3186740	6+6φ24	-5278990	0,604	20157	13702	20157	φ8/15 2br	32159	0,627
6	1	C-B	388	35	60	365,5	14,21	C	-4686825	6+6φ24	-5278990	0,888	31483	27140	31483	φ8/15 2br	32159	0,979
								mezz.		4+4φ24	3552700	0,000				φ8/15 2br	32159	
								B	-4515431	6+6φ24	-5278990	0,855	31483	26721	31483	φ8/15 2br	32159	0,979
6	1	B-A	387	35	60	372	14,21	B	-3907750	6+6φ24	-5278990	0,740	26384	21812	26384	φ8/15 2br	32159	0,820
								mezz.		4+4φ24	3552700	0,000				φ8/15 2br	32159	
								A	-3312901	4+4φ24	-3552700	0,933	26384	20964	26384	φ8/15 2br	32159	0,820
3	1	B-A	115/116	40	30	399,5	3	B	-138061	2+2φ20	-556467	0,248	3385	4526	4526	φ8/7,5 2br	26568	0,170
								mezz.	269915	2+2φ20	556467	0,485				φ8/15 2br	14457	
								A	-544216	2+2φ20	-556467	0,978	3385	2606	3385	φ8/7,5 2br	26568	0,127
4	1	B-A	136/138	40	30	399,5	3	B	-106317	2+2φ20	-556467	0,191	3385	3286	3385	φ8/7,5 2br	26568	0,127
								mezz.	307425	2+2φ20	556467	0,552				φ8/15 2br	14457	
								A	-538145	2+2φ20	-556467	0,967	3385	2486	3385	φ8/7,5 2br	26568	0,127

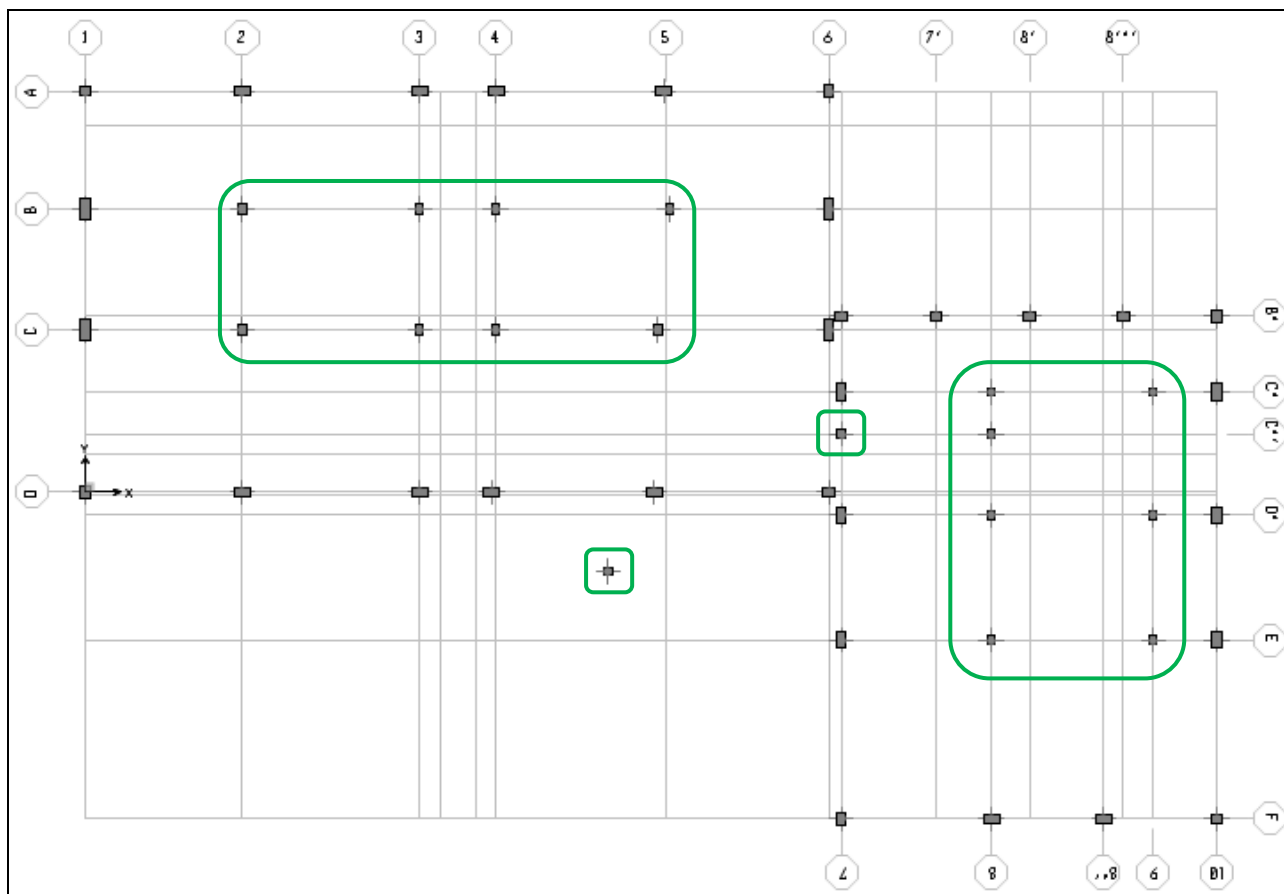
EDIFICIO EST

All.	Piano	Trave	Frame	b	h	Luce	q _{OPERM}	Sez.	M _{Ed}	Armatura	M _{Rd}	M _{Ed} /M _{Rd}	V _{Ed,SLV}	V _{Ed,SLU}	V _{Ed}	staffe	V _{Rd}	V _{Ed} /V _{Rd}
B'	2	7-7'	459	35	60	303,5	18,92	7	1313604	2+2φ24	-1816630	-0,723	14842	7930	14842	φ8/7,5 2br	54529	0,272
								mezz.		2+2φ24	1816630	0,000				φ8/15 2br	32159	
								7'	-1111496	2+2φ24	-1816630	0,612	14842	10862	14842	φ8/7,5 2br	54529	0,272
B'	2	7'-8'	460	35	60	301	18,92	7'	-871071	2+2φ24	-1816630	0,479	14918	7641	14918	φ8/7,5 2br	54529	0,274
								mezz.		2+2φ24	1816630	0,000				φ8/15 2br	32159	
								8'	-1075405	2+2φ24	-1816630	0,592	14918	9102	14918	φ8/7,5 2br	54529	0,274
B'	2	8'-8'''	106	35	60	299	18,92	8'	-829121	2+2φ24	-1816630	0,456	14980	7636	14980	φ8/7,5 2br	54529	0,275
								mezz.		2+2φ24	1816630	0,000				φ8/15 2br	32159	
								8'''	-1094248	2+2φ24	-1816630	0,602	14980	9132	14980	φ8/7,5 2br	54529	0,275
B'	2	8'''-10	107	35	60	305,5	18,92	8'''	-821105	2+2φ24	-1816630	0,452	14783	8035	14783	φ8/7,5 2br	54529	0,271
								mezz.		2+2φ24	1816630	0,000				φ8/15 2br	32159	
								10	-1138314	2+2φ24	-1816630	0,627	14783	9209	14783	φ8/7,5 2br	54529	0,271
B'	1	7-7'	155	35	60	303,5	25,6	7	2948995	4+4φ24	-3552700	-0,830	24439	18835	24439	φ8/7,5 2br	54529	0,448
								mezz.		3+3φ24	2685430	0,000				φ8/15 2br	32159	
								7'	-2443847	3+3φ24	-2685430	0,910	24439	21653	24439	φ8/7,5 2br	54529	0,448
B'	1	7'-8'	156	35	60	301	25,6	7'	-1818474	3+3φ24	-2685430	0,677	21696	15069	21696	φ8/7,5 2br	54529	0,398
								mezz.		3+3φ24	2685430	0,000				φ8/15 2br	32159	
								8'	-2188035	3+3φ24	-2685430	0,815	21696	16836	21696	φ8/7,5 2br	54529	0,398
B'	1	8'-8'''	104	35	60	299	25,6	8'	-1945650	3+3φ24	-2685430	0,725	21790	15541	21790	φ8/7,5 2br	54529	0,400
								mezz.		3+3φ24	2685430	0,000				φ8/15 2br	32159	
								8'''	-2190323	3+3φ24	-2685430	0,816	21790	17374	21790	φ8/7,5 2br	54529	0,400
B'	1	8'''-10	105	35	60	305,5	25,6	8'''	-1978463	3+3φ24	-2685430	0,737	21491	17015	21491	φ8/7,5 2br	54529	0,394
								mezz.		3+3φ24	2685430	0,000				φ8/15 2br	32159	
								10	-2518101	3+3φ24	-2685430	0,938	21491	18289	21491	φ8/7,5 2br	54529	0,394
F	2	7-8	446	35	60	505	32,1	7	-1046107	2+2φ24	-1816630	0,576	15300	10457	15300	φ8/7,5 2br	54529	0,281
								mezz.		2+2φ24	1816630	0,432				φ8/15 2br	32159	
								8	-1786406	2+2φ24	-1816630	0,983	15300	14149	15300	φ8/7,5 2br	54529	0,281
F	2	8-8"	445	35	60	354	32,1	8	-1570239	2+2φ24	-1816630	0,864	15945	12437	15945	φ8/7,5 2br	54529	0,292
								mezz.		2+2φ24	1816630	0,116				φ8/15 2br	32159	
								8"	-1728575	2+2φ24	-1816630	0,952	15945	13482	15945	φ8/7,5 2br	54529	0,292
F	2	8"-10	444	35	60	365	32,1	8"	-1384077	2+2φ24	-1816630	0,762	15812	12095	15812	φ8/7,5 2br	54529	0,290
								mezz.		2+2φ24	1816630	0,239				φ8/15 2br	32159	
								10	-1439011	2+2φ24	-1816630	0,792	15812	12321	15812	φ8/7,5 2br	54529	0,290
F	1	7-8	185	35	60	505	40,15	7	-2340222	3+3φ24	-2685430	0,871	22491	17122	22491	φ8/7,5 2br	54529	0,412
								mezz.		3+3φ24	2685430	0,336				φ8/15 2br	32159	
								8	-3200281	4+4φ24	-3552700	0,901	22491	19870	22491	φ8/7,5 2br	54529	0,412
F	1	8-8"	184	35	60	354	40,15	8	-3370652	4+4φ24	-3552700	0,949	27178	23422	27178	φ8/7,5 2br	54529	0,498
								mezz.		3+3φ24	2685430	0,111				φ8/15 2br	32159	
								8"	-3477844	4+4φ24	-3552700	0,979	27178	24656	27178	φ8/7,5 2br	54529	0,498
F	1	8"-10	181	35	60	365	40,15	8"	-3002929	4+4φ24	-3552700	0,845	26794	21965	26794	φ8/7,5 2br	54529	0,491
								mezz.		3+3φ24	2685430	0,196				φ8/15 2br	32159	
								10	-3074776	4+4φ24	-3552700	0,865	26794	22264	26794	φ8/7,5 2br	54529	0,491
7	2	F-E	464	35	60	607	8,61	F	-989193	2+2φ24	-1816630	0,545	8599	5148	8599	φ8/15 2br	32159	0,267
								mezz.		2+2φ24	1816630	0,000				φ8/15 2br	32159	
								E	-1083210	2+2φ24	-1816630	0,596	8599	5507	8599	φ8/15 2br	32159	0,267
7	2	E-D'	465	35	60	400	8,61	E	-1174444	2+2φ24	-1816630	0,646	10805	6791	10805	φ8/15 2br	32159	0,336
								mezz.		2+2φ24	1816630	0,000				φ8/15 2br	32159	
								D'	-1166865	2+2φ24	-1816630	0,642	10805	7033	10805	φ8/15 2br	32159	0,336
7	2	D'-C'	293/294/113	35	60	395	13,65	D'	-1114224	2+2φ24	-1816630	0,613	11894	9059	11894	φ8/15 2br	32159	0,370
								mezz.		2+2φ24	1816630	0,000				φ8/15 2br	32159	
								C'	-1352853	2+2φ24	-1816630	0,745	11894	8870	11894	φ8/15 2br	32159	0,370
7	2	C'-B'	467	35	60	232	5,25	C'	-1063864	2+2φ24	-1816630	0,586	16270	8853	16270	φ8/15 2br	32159	0,506
								mezz.		2+2φ24	1816630	0,000				φ8/15 2br	32159	
								B'	-923565	2+2φ24	-1816630	0,508	16270	8851	16270	φ8/15 2br	32159	0,506
7	1	F-E	151	35	60	607	14,21	F	-2191010	3+3φ24	-2685430	0,816	14590	10228	14590	φ8/15 2br	32159	0,454
								mezz.		3+3φ24	2685430	0,000				φ8/15 2br	32159	
								E	-2289789	4+4φ24	-3552700	0,645	14590	10791	14590	φ8/15 2br	32159	0,454
7	1	E-D'	152	35	60	400	14,21	E	-2694138	4+4φ24	-3552700	0,758	18437	15153	18437	φ8/15 2br	32159	0,573
								mezz.		3+3φ24	2685430	0,000				φ8/15 2br	32159	
								D'	-2636765	3+3φ24	-2685430	0,982	18437	15174	18437	φ8/15 2br	32159	0,573
7	1	D'-C'	277/278/111	35	60	395	14,21	D'	-2347959	3+3φ24	-2685430	0,874	18599	15611	18599	φ8/15 2br	32159	0,578
								mezz.		3+3φ24	2685430	0,000				φ8/15 2br	32159	
								C'	-2781157	4+4φ24	-3552700	0,783	18599	18730	18730	φ8/15 2br	32159	0,582
7	1	C'-B'	154	35	60	232	14,21	C'	-2414559	4+4φ24	-3552700	0,680	28537	20603	28537	φ8/15 2br	32159	0,887
								mezz.		3+3φ24	2685430	0,000				φ8/15 2br	32159	
								B'	-2075289	3+3φ24	-2685430	0,773	28537	20789	28537	φ8/15 2br	32159	0,887
10	2	F-E	432	35	60	612	8,61	F	-828397	2+2φ24	-1816630	0,456	8571	4710	8571	φ8/15 2br	32159	0,267
								mezz.		2+2φ24	1816630	0,000				φ8/15 2br	32159	
								E	-1009714	2+2φ24	-1816630	0,556	8571	5173	8571	φ8/15 2br	32159	0,267
10	2	E-D'	431	35	60	400	8,61	E	-1192483	2+2φ24	-1816630	0,656	10805	6921	10805	φ8/15 2br	32159	0,336
								mezz.		2+2φ24	1816630	0,000				φ8/15 2br	32159	
								D'	-1045984	2+2φ24	-1816630	0,576	10805	6476	10805	φ8/15 2br	32159	0,336
10	2	D'-C'	430	35	60	395	8,61	D'	-1145291	2+2φ24	-1816630	0,630	10899	7014	10899	φ8/15 2br	32159	0,339
								mezz.		2+2φ24	1816630	0,000				φ8/15 2br	32159	
								C'	-1128280	2+2φ24	-1816630	0,621	10899	6871	10899	φ8/15 2br	32159	0,339
10	2	C'-B'	429	35	60	227	8,61	C'	-1058671	2+2φ24	-1816630	0,583	16983	10154	16983	φ8/15 2br	32159	0,528
								mezz.		2+2φ24	1816630	0,000				φ8/15 2br	32159	
								B'	1024605	2+2φ24	-1816630	-0,564	16983	9064	16983	φ8/15 2br	32159	0,528

All.	Piano	Trave	Frame	b	h	Luce	Q _{QPERM}	Sez.	M _{Ed}	Armatura	M _{Rd}	M _{Ed} /M _{Rd}	V _{Ed,SLV}	V _{Ed,SLU}	V _{Ed}	staffe	V _{Rd}	V _{Ed} /V _{Rd}
10	1	F-E	161	35	60	612	14,21	F	-1796263	3+3φ24	-2685430	0,669	13124	9181	13124	φ8/15 2br	32159	0,408
								mezz.		3+3φ24	2685430	0,000				φ8/15 2br	32159	
								E	-2094041	3+3φ24	-2685430	0,780	13124	9905	13124	φ8/15 2br	32159	0,408
10	1	E-D'	160	35	60	400	14,21	E	-2635976	3+3φ24	-2685430	0,982	16269	14758	16269	φ8/15 2br	32159	0,506
								mezz.		3+3φ24	2685430	0,000				φ8/15 2br	32159	
								D'	-2409633	3+3φ24	-2685430	0,897	16269	14168	16269	φ8/15 2br	32159	0,506
10	1	D'-C'	159	35	60	395	14,21	D'	-2392901	3+3φ24	-2685430	0,891	16404	13894	16404	φ8/15 2br	32159	0,510
								mezz.		3+3φ24	2685430	0,000				φ8/15 2br	32159	
								C'	-2273448	3+3φ24	-2685430	0,847	16404	13683	16404	φ8/15 2br	32159	0,510
10	1	C'-B'	158	35	60	227	14,21	C'	-2600839	3+3φ24	-2685430	0,969	25273	23716	25273	φ8/15 2br	32159	0,786
								mezz.		3+3φ24	2685430	0,000				φ8/15 2br	32159	
								B'	2416597	3+3φ24	-2685430	-0,900	25273	22823	25273	φ8/15 2br	32159	0,786
C'	2	7-8	191	60	30	520	20,14	7	-394825	4+4φ24	-1485450	0,266	10950	6745	10950	φ8/7,5 4br	44540	0,246
								mezz.	421546	4+4φ24	1485450	0,284				φ8/15 4br	28914	
								8	-928342	4+4φ24	-1485450	0,625	10950	9073	10950	φ8/7,5 4br	44540	0,246
C'	2	8-9	193	60	30	567	30,94	8	-1318163	4+4φ24	-1485450	0,887	14011	14271	14271	φ8/7,5 4br	44540	0,320
								mezz.	823325	4+4φ24	1485450	0,554				φ8/15 4br	28914	
								9	-843704	4+4φ24	-1485450	0,568	14011	12597	14011	φ8/7,5 4br	44540	0,315
C'	2	9-10	197	60	30	202	30,94	9	-899652	4+4φ24	-1485450	0,606	17832	8867	17832	φ8/7,5 4br	44540	0,400
								mezz.	288659	4+4φ24	1485450	0,194				φ8/15 4br	28914	
								10	-393755	4+4φ24	-1485450	0,265	17832	2339	17832	φ8/7,5 4br	44540	0,400
C'	1	7-8	169	60	30	520	21,77	7	-801487	4+4φ24	-1485450	0,540	11373	7412	11373	φ8/7,5 4br	44540	0,255
								mezz.	491985	4+4φ24	1485450	0,331				φ8/15 4br	28914	
								8	-1102304	4+4φ24	-1485450	0,742	11373	9889	11373	φ8/7,5 4br	44540	0,255
C'	1	8-9	171	60	30	567	33,7	8	-1288828	4+4φ24	-1485450	0,868	14794	15218	15218	φ8/7,5 4br	44540	0,342
								mezz.	937356	4+4φ24	1485450	0,631				φ8/15 4br	28914	
								9	-1024189	4+4φ24	-1485450	0,689	14794	14283	14794	φ8/7,5 4br	44540	0,332
C'	1	9-10	174	60	30	202	33,7	9	-1077168	4+4φ24	-1485450	0,725	18111	12200	18111	φ8/7,5 4br	44540	0,407
								mezz.	957561	4+4φ24	1485450	0,645				φ8/15 4br	28914	
								10	-965694	4+4φ24	-1485450	0,650	18111	5394	18111	φ8/7,5 4br	44540	0,407
C''	2	7-8	299/300	30	30	520	29,03	7	-577239	2+2φ24	-742862	0,777	10405	11677	11677	φ8/7,5 2br	22270	0,524
								mezz.	881616	3+3φ24	1077880	0,818				φ8/15 2br	14457	
								8	-556233	2+2φ24	-742862	0,749	10405	11023	11023	φ8/7,5 2br	22270	0,495
C''	1	7-8	146	30	30	520	10,38	7	-354209	2+2φ24	-742862	0,477	5556	3427	5556	φ8/7,5 2br	22270	0,249
								mezz.	398578	2+2φ24	742862	0,537				φ8/15 2br	14457	
								8	-334676	2+2φ24	-742862	0,451	5556	4487	5556	φ8/7,5 2br	22270	0,249
D'	2	7-8	301/302	45	30	520	40,51	7	-1009233	3+3φ24	-1114120	0,906	16108	16674	16674	φ8/7,5 2br	28474	0,586
								mezz.	879289	3+3φ24	1114120	0,789				φ8/15 2br	14457	
								8	-1575687	5+5φ24	-1784930	0,883	16108	17194	17194	φ8/7,5 2br	28474	0,604
D'	2	8-9	207	60	30	567	37,44	8	-1703942	6+6φ24	-2156690	0,790	17038	17571	17571	φ8/7,5 4br	44540	0,394
								mezz.	963058	4+4φ24	1485450	0,648				φ8/15 4br	28914	
								9	-998841	4+4φ24	-1485450	0,672	17038	15084	17038	φ8/7,5 4br	44540	0,383
D'	2	9-10	209	60	30	202	37,44	9	-1065166	4+4φ24	-1485450	0,717	18489	10662	18489	φ8/7,5 4br	44540	0,415
								mezz.	275819	4+4φ24	1485450	0,186				φ8/15 4br	28914	
								10	-396426	4+4φ24	-1485450	0,267	18489	2501	18489	φ8/7,5 4br	44540	0,415
D'	1	7-8	175	45	30	520	23,06	7	-791763	3+3φ24	-1114120	0,711	10924	7524	10924	φ8/7,5 2br	28474	0,384
								mezz.	497670	3+3φ24	1114120	0,447				φ8/15 2br	14457	
								8	-1303604	4+4φ24	-1448640	0,900	10924	10846	10924	φ8/7,5 2br	28474	0,384
D'	1	8-9	176	60	30	567	40,87	8	-1465471	5+5φ24	-1821570	0,805	17419	18270	18270	φ8/7,5 4br	44540	0,410
								mezz.	1170673	4+4φ24	1485450	0,788				φ8/15 4br	28914	
								9	-1292367	4+4φ24	-1485450	0,870	17419	17656	17656	φ8/7,5 4br	44540	0,396
D'	1	9-10	177	60	30	202	40,87	9	-1356069	4+4φ24	-1485450	0,913	18835	13794	18835	φ8/7,5 4br	44540	0,423
								mezz.	958618	4+4φ24	1485450	0,645				φ8/15 4br	28914	
								10	-933988	4+4φ24	-1485450	0,629	18835	5538	18835	φ8/7,5 4br	44540	0,423
E	2	7-8	211	60	30	520	44,8	7	-1077851	4+4φ24	-1485450	0,726	18652	16434	18652	φ8/7,5 4br	44540	0,419
								mezz.	874728	4+4φ24	1485450	0,589				φ8/15 4br	28914	
								8	-1882246	6+6φ24	-2156690	0,873	18652	19528	19528	φ8/7,5 4br	44540	0,438
E	2	8-9	213	60	30	567	44,8	8	-1865305	6+6φ24	-2156690	0,865	19124	20657	20657	φ8/7,5 4br	44540	0,464
								mezz.	1211868	4+4φ24	1485450	0,816				φ8/15 4br	28914	
								9	-1269322	4+4φ24	-1485450	0,855	19124	18555	19124	φ8/7,5 4br	44540	0,429
E	2	9-10	223	60	30	202	44,8	9	-1347002	4+4φ24	-1485450	0,907	19232	13376	19232	φ8/7,5 4br	44540	0,432
								mezz.	303879	4+4φ24	1485450	0,205				φ8/15 4br	28914	
								10	-381023	4+4φ24	-1485450	0,257	19232	2246	19232	φ8/7,5 4br	44540	0,432
E	1	7-8	178	60	30	520	49	7	-1367439	4+4φ24	-1485450	0,921	19744	18475	19744	φ8/7,5 4br	44540	0,443
								mezz.	907897	4+4φ24	1485450	0,611				φ8/15 4br	28914	
								8	-2042419	6+6φ24	-2156690	0,947	19744	21198	21198	φ8/7,5 4br	44540	0,476
E	1	8-9	179	60	30	567	49	8	-2021503	6+6φ24	-2156690	0,937	20908	22592	22592	φ8/7,5 4br	44540	0,507
								mezz.	1324164	4+4φ24	1485450	0,891				φ8/15 4br	28914	
								9	-1461609	5+5φ24	-1821570	0,802	20908	20615	20908	φ8/7,5 4br	44540	0,469
E	1	9-10	182	60	30	202	49	9	-1536243	5+5φ24	-1821570	0,843	21320	15639	21320	φ8/7,5 4br	44540	0,479
								mezz.	942793	4+4φ24	1485450	0,635				φ8/15 4br	28914	
								10	-906635	4+4φ24	-1485450	0,610	21320	5195	21320	φ8/7,5 4br	44540	0,479
8	2	D'-C''	295/296/297	40	30	271	11,4	D'	-46505	2+2φ20	-556467	0,084	5651	3488	5651	φ8/7,5 2br	26568	0,213
								mezz.	178503	2+2φ20	556467	0,321				φ8/15 2br	14457	
								C''	-241569	2+2φ20	-556467	0,434	5651	4024	5651	φ8/7,5 2br	26568	0,213
8	2	C''-C'	235	40	30	124	3	C''	-257679	2+2φ20	-556467	0,463	9161	2488	9161	φ8/7,5 2br	26568	0,345
								mezz.	51991	2+2φ20	556467	0,093				φ8/15 2br	14457	
								C'	-23318	2+2φ20	-556467	0,042	9161	2001	9161	φ8/7,5 2br	26568	0,345
8	1	D'-C''	271/272/273	40	30	271	3	D'	-110305	2+2φ20	-556467	0,198	4513	3831	4513	φ8/7,5 2br	26568	0,170
								mezz.	191585	2+2φ20	556467	0,344						

1.1.2. Pilastri

I pilastri interni (evidenziati in figura) sono stati considerati “secondari” e pertanto schematizzati come bielle: sia la rigidezza che la resistenza di tali elementi sono state così ignorate nell’analisi della risposta e tali elementi sono stati quindi progettati per resistere ai soli carichi verticali.



Individuazione dei pilastri “secondari”.

Il contributo alla rigidezza totale sotto azioni orizzontali di tali elementi secondari non supera il 15% della analoga rigidezza degli elementi principali, rispettando così quanto previsto dal § 7.2.3 del D.M. 14-01-2008, come risulta dalle tabelle di seguito riportate (u.d.m.: cm).

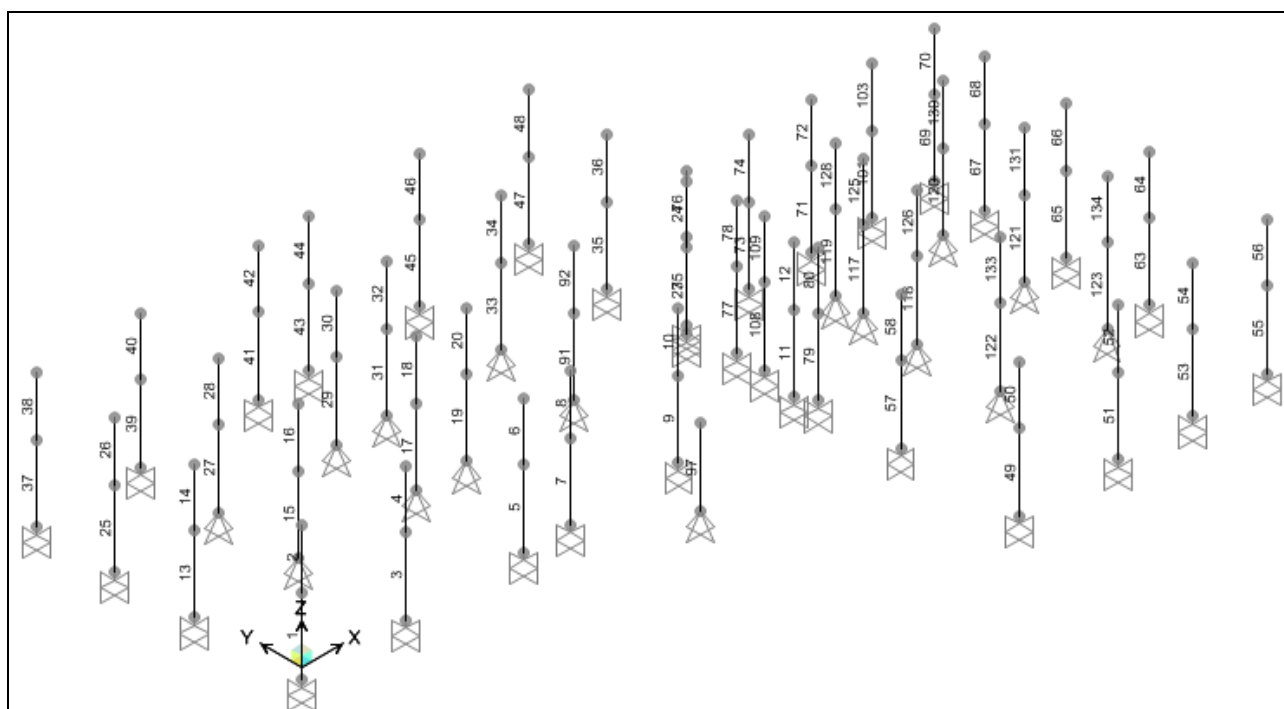
EDIFICIO OVEST							
<i>loc.</i>	<i>n</i>	<i>x</i>	<i>y</i>	<i>J_y</i>		<i>J_x</i>	
bordo x	8	60	35	5040000	71,6%	1715000	20,1%
bordo y	4	35	80	1143333	16,2%	5973333	69,9%
spigoli	2	35	45	321563	4,6%	531563	6,2%
spigoli	2	45	35	531563	7,6%	321563	3,8%
				<u>7036458</u>		<u>8541458</u>	
interni	8	27	35	459270		771750	
altri	1	30	30	67500		67500	
				<u>526770</u>	7,5%	<u>839250</u>	9,8%

EDIFICIO EST							
loc.	n	x	y	Jy		Jx	
bordo x	2	60	35	1260000	30,0%	428750	7,7%
bordo x	3	45	35	797344	19,0%	482344	8,7%
bordo y	6	35	60	1286250	30,6%	3780000	68,2%
spigoli	2	35	45	321563	7,7%	531563	9,6%
spigoli	2	45	35	531563	12,7%	321563	5,8%
				4196719		5544219	
interni	7	30	30	472500		472500	
altri	1	35	30	107188		78750	
				579688	13,8%	551250	9,9%

Il criterio di gerarchia delle resistenze non viene pertanto applicato a tali elementi secondari e nemmeno alle sezioni di sommità dei pilastri dell'ultimo piano, in accordo con quanto previsto dal § 7.4.4.2.1 del D.M. 14-01-2008. Per la sezione di base dei pilastri del piano terra, inoltre, il momento risultante dall'analisi (M_{Ed}) è sempre maggiore del momento resistente della sezione di sommità del pilastro ($M_{C,Rd}$), pertanto per esse si adotta come momento di calcolo M_{Ed} .

In definitiva, il criterio di gerarchia delle resistenze di cui alla formula 7.4.4 del D.M. 14-01-2008 viene applicato solo in corrispondenza dei nodi trave-pilastro del primo piano dei telai di bordo.

Si riporta nella figura seguente, tratta dal modello di calcolo delle strutture in elevazione, la numerazione delle aste schematizzanti i pilastri.



Numerazione delle aste rappresentanti i pilastri.

Si riportano nella tabella seguente le verifiche più gravose per ciascuna tipologia dei pilastri in esame, eseguite considerando tutte le combinazioni di carico agli stati limite ultimi (*SLU01÷28* e *SLV01÷10*).

VERIFICHE A PRESSOFLESSIONE DELLE SEZIONI DEI PILASTRI SOGGETTI AL CRITERIO DI GERARCHIA
DELLE RESISTENZE

Si riporta nella tabella seguente (u.d.m.: kg, cm) la verifica del rispetto della formula 7.4.4 del D.M. 14-01-2008 (con $\gamma_{Rd} = 1,10$) per tutti i nodi trave-pilastro del primo piano dei telai di bordo.

Allineamento		Pilastro	Sezione	Arm.	N _{QPERM}	M _{ed, fuoripiano}	M _{C,Rd}	Trave	Sezione	Arm.	M _{b,Rd}	Σ M _{C,Rd}	V _{Rd} ·Σ M _{C,Rd}	verifica
A	1	sup	45x35	12φ24	-8947	1209644	2511000	sinistra	-	-	0	5091000	3907970	0,768
		inf	45x35	12φ24	-20082	1188045	2580000	destra	35x60	4+4φ24	3552700			
	2	sup	60x35	12φ24	-17493	339088	4806000	sinistra	35x60	4+4φ24	3552700	9742000	7815940	0,802
		inf	60x35	12φ24	-38364	463700	4936000	destra	35x60	4+4φ24	3552700			
	3	sup	60x35	12φ24	-12822	191227	4830000	sinistra	35x60	4+4φ24	3552700	9507000	7815940	0,822
		inf	60x35	12φ24	-28189	678764	4677000	destra	35x60	4+4φ24	3552700			
	4	sup	60x35	12φ24	-12040	247154	4789000	sinistra	35x60	4+4φ24	3552700	9484000	7815940	0,824
		inf	60x35	12φ24	-25340	634105	4695000	destra	35x60	4+4φ24	3552700			
	5	sup	60x35	12φ24	-17659	367331	4792000	sinistra	35x60	4+4φ24	3552700	9740000	7815940	0,802
		inf	60x35	12φ24	-38731	449247	4948000	destra	35x60	4+4φ24	3552700			
	6	sup	35x45	12φ24	-8993	1390696	2199000	sinistra	35x60	4+4φ24	3552700	4268000	3907970	0,916
		inf	35x45	12φ24	-20245	1632786	2069000	destra	-	-	0			

Allineamento		Pilastro	Sezione	Arm.	N _{QPERM}	M _{Ed, fuoripiano}	M _{C, Rd}	Trave	Sezione	Arm.	M _{b, Rd}	Σ M _{C, Rd}	V _{Rd} Σ M _{C, Rd}	verifica
D	1	sup	35x45	12φ24	-10981	1196648	2337000	sinistra	-	-	0	4521000	3907970	0,864
		inf	35x45	12φ24	-24790	1496987	2184000	destra	35x60	4+4φ24	3552700			
	2	sup	60x35	12φ24	-21610	386833	4830000	sinistra	35x60	4+4φ24	3552700	9866000	7815940	0,792
		inf	60x35	12φ24	-46942	421755	5036000	destra	35x60	4+4φ24	3552700			
	3	sup	60x35	12φ24	-15631	416467	4838000	sinistra	35x60	5+5φ24	4417590	9883000	9718698	0,983
		inf	60x35	12φ24	-33245	371512	5045000	destra	35x60	5+5φ24	4417590			
	4	sup	60x35	12φ24	-13677	363780	4843000	sinistra	35x60	5+5φ24	4417590	9832000	9718698	0,988
		inf	60x35	12φ24	-31431	439248	4989000	destra	35x60	5+5φ24	4417590			
	5	sup	60x35	12φ24	-21429	331827	4859000	sinistra	35x60	5+5φ24	4417590	9903000	9718698	0,981
		inf	60x35	12φ24	-52042	466527	5044000	destra	35x60	5+5φ24	4417590			
	6	sup	45x35	12φ24	-11330	1066000	2660000	sinistra	35x60	4+4φ24	3552700	5336000	3907970	0,732
		inf	45x35	12φ24	-27815	1122127	2676000	destra	-	-	0			
1	D	sup	45x35	12φ24	-10981	947224	2751000	sinistra	-	-	0	5357000	3907970	0,730
		inf	45x35	12φ24	-24790	1182075	2606000	destra	35x60	4+4φ24	3552700			
	C	sup	80x35	12φ24	-18088	1061932	6281000	sinistra	35x60	6+6φ24	5278990	12845000	11613778	0,904
		inf	80x35	12φ24	-38797	1115358	6564000	destra	35x60	6+6φ24	5278990			
	B	sup	80x35	12φ24	-15880	975520	6340000	sinistra	35x60	6+6φ24	5278990	12868000	11613778	0,903
		inf	80x35	12φ24	-33774	1081263	6528000	destra	35x60	6+6φ24	5278990			
	A	sup	35x45	12φ24	-8947	927693	2463000	sinistra	35x60	4+4φ24	3552700	4588000	3907970	0,852
		inf	35x45	12φ24	-20082	1556400	2125000	destra	-	-	0			
6	D	sup	35x45	12φ24	-11330	1098045	2398000	sinistra	-	-	0	4454000	3907970	0,877
		inf	35x45	12φ24	-27815	1683977	2056000	destra	35x60	4+4φ24	3552700			
	C	sup	80x35	12φ24	-18773	1293874	5938000	sinistra	35x60	6+6φ24	5278990	12447000	11613778	0,933
		inf	80x35	12φ24	-41612	1184785	6509000	destra	35x60	6+6φ24	5278990			
	B	sup	80x35	12φ24	-16225	1008033	6312000	sinistra	35x60	6+6φ24	5278990	12801000	11613778	0,907
		inf	80x35	12φ24	-34332	1113832	6489000	destra	35x60	6+6φ24	5278990			
	A	sup	45x35	12φ24	-8993	871806	2795000	sinistra	35x60	4+4φ24	3552700	5430000	3907970	0,720
		inf	45x35	12φ24	-20245	1132037	2635000	destra	-	-	0			
F	7	sup	35x45	12φ24	-11104	585059	2602000	sinistra	-	-	0	4890000	2953973	0,604
		inf	35x45	12φ24	-25156	1354761	2288000	destra	35x60	3+3φ24	2685430			
	8	sup	60x35	12φ24	-18045	446104	4751000	sinistra	35x60	4+4φ24	3552700	9688000	7815940	0,807
		inf	60x35	12φ24	-38769	468663	4937000	destra	35x60	4+4φ24	3552700			
	8"	sup	60x35	12φ24	-15399	426834	4728000	sinistra	35x60	4+4φ24	3552700	9602000	7815940	0,814
		inf	60x35	12φ24	-33023	486981	4874000	destra	35x60	4+4φ24	3552700			
	10	sup	45x35	12φ24	-10389	573445	3014000	sinistra	35x60	4+4φ24	3552700	5858000	3907970	0,667
		inf	45x35	12φ24	-23240	916147	2844000	destra	-	-	0			
B'	7	sup	45x35	12φ24	-3673	750746	2852000	sinistra	-	-	0	5486000	3907970	0,712
		inf	45x35	12φ24	-8951	1082711	2634000	destra	35x60	4+4φ24	3552700			
	7'	sup	45x35	12φ24	-8449	267572	3172000	sinistra	35x60	3+3φ24	2685430	6331000	5907946	0,933
		inf	45x35	12φ24	-18100	416985	3159000	destra	35x60	3+3φ24	2685430			
	8'	sup	45x35	12φ24	-7653	335806	3133000	sinistra	35x60	3+3φ24	2685430	6328000	5907946	0,934
		inf	45x35	12φ24	-16687	329070	3195000	destra	35x60	3+3φ24	2685430			
	8'''	sup	45x35	12φ24	-7874	277129	3163000	sinistra	35x60	3+3φ24	2685430	6331000	5907946	0,933
		inf	45x35	12φ24	-17279	391314	3168000	destra	35x60	3+3φ24	2685430			
	10	sup	35x45	12φ24	-5577	781981	2488000	sinistra	35x60	3+3φ24	2685430	4659000	2953973	0,634
		inf	35x45	12φ24	-12024	1459202	2171000	destra	-	-	0			
7	F	sup	45x35	12φ24	-11104	864511	2813000	sinistra	-	-	0	5344000	2953973	0,553
		inf	45x35	12φ24	-25156	1262112	2531000	destra	35x60	3+3φ24	2685430			
	E	sup	60x35	12φ24	-17865	895497	4370000	sinistra	35x60	4+4φ24	3552700	8768000	7815940	0,891
		inf	60x35	12φ24	-39188	1043093	4398000	destra	35x60	4+4φ24	3552700			
	D'	sup	60x35	12φ24	-19859	814664	4472000	sinistra	35x60	3+3φ24	2685430	8916000	5907946	0,663
		inf	60x35	12φ24	-35047	965564	4444000	destra	35x60	3+3φ24	2685430			
	C'	sup	60x35	12φ24	-9499	570580	4548000	sinistra	35x60	4+4φ24	3552700	8710000	7815940	0,897
		inf	60x35	12φ24	-19247	1104079	4162000	destra	35x60	4+4φ24	3552700			
	B'	sup	35x45	12φ24	-3673	699957	2499000	sinistra	35x60	3+3φ24	2685430	4291000	2953973	0,688
		inf	35x45	12φ24	-8951	1893677	1792000	destra	-	-	0			

Allineamento	Pilastro	Sezione	Arm.	N _{QPERM}	M _{Ed, fuoripiano}	M _{C,Rd}	Trave	Sezione	Arm.	M _{b,Rd}	Σ M _{C,Rd}	V _{Rd} Σ M _{C,Rd}	verifica
10	F	sup	35x45 12φ24	-10389	1095811	2395000	sinistra	-	-	0	4345000	2953973	0,680
		inf	35x45 12φ24	-23240	1806524	1950000	destra	35x60 3+3φ24	2685430	2685430			
	E	sup	60x35 12φ24	-8031	140642	4798000	sinistra	35x60 3+3φ24	2685430	2685430	9089000	5907946	0,650
		inf	60x35 12φ24	-17887	969550	4291000	destra	35x60 3+3φ24	2685430				
	D'	sup	60x35 12φ24	-6650	169560	4764000	sinistra	35x60 3+3φ24	2685430	2685430	8978000	5907946	0,658
		inf	60x35 12φ24	-13745	995329	4214000	destra	35x60 3+3φ24	2685430				
	C'	sup	60x35 12φ24	-6230	162489	4763000	sinistra	35x60 3+3φ24	2685430	2685430	8845000	5907946	0,668
		inf	60x35 12φ24	-13011	1107956	4082000	destra	35x60 3+3φ24	2685430				
	B'	sup	45x35 12φ24	-5577	833617	2804000	sinistra	35x60 3+3φ24	2685430	2685430	5208000	2953973	0,567
		inf	45x35 12φ24	-12024	1332343	2404000	destra	-	-	0			

VERIFICHE A TAGLIO DEI PILASTRI

Si riportano nelle tabelle seguenti (u.d.m.: kg, cm) rispettivamente la determinazione del taglio di calcolo e le verifiche a taglio più gravose per ciascuna tipologia dei pilastri principali. Le sollecitazioni di taglio sono state ottenute mediante la formula 7.4.5 del D.M. 14-01-2008 (con $\gamma_{Rd} = 1,10$). I pilastri considerati come secondari, modellati come bielle, sono stati armati a taglio con staffe $\Phi 8/20$ cm.

Pilastro	Piano	Arm. Sup.	Arm. Inf.	Frame	Comb.	M ^s _{C,Rd}	M ⁱ _{C,Rd}	I _p	V _{Ed}
35x45	primo	12φ24	12φ24	48	SLV09	2935000	2972000	292	22252
	terra	12φ24	12φ24	75	SLV05	2874000	2856000	373	16898
35x60	primo	12φ24	12φ24	8	SLV05	4770000	4776000	292	35961
	terra	12φ24	16φ24+4φ20	53	SLV03	5027000	7530000	373	37031
35x80	primo	12φ24	12φ24	36	SLV09	6405000	6540000	292	48765
	terra	12φ24	24φ24	13	SLV09	6831000	11990000	373	55504

Dati																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											</
------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----

Si osservi che le verifiche a taglio dei pilastri (in cui, a favore di sicurezza, si è considerato, nella formula 4.1.19 del D.M. 14-01-2008, α_c = 1) sono state eseguite considerando 2 bracci.

1.1.3. Nodi trave-pilastro

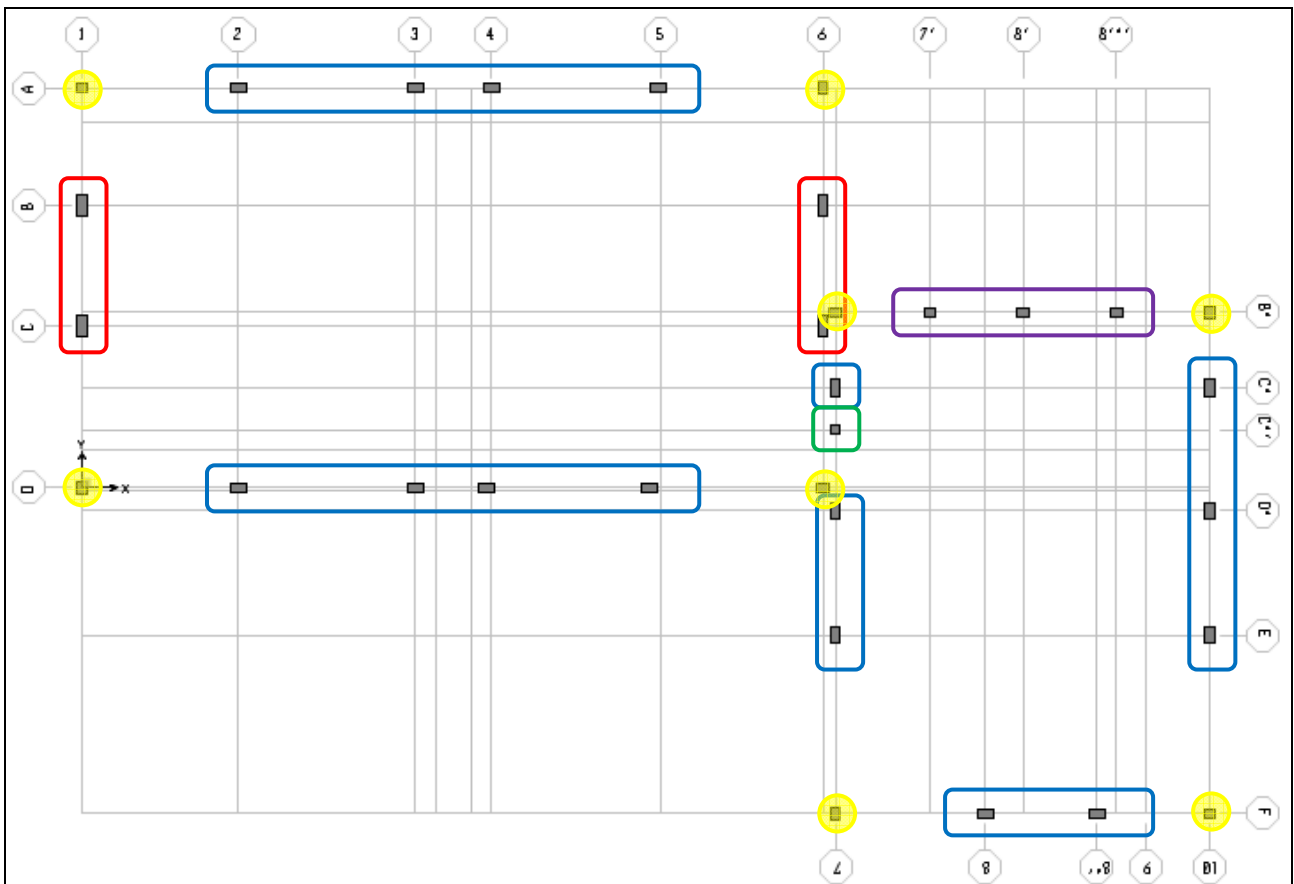
In accordo con il § 7.4.6.2.3 del D.M. 14-01-2008, per i nodi non confinati, le staffe orizzontali presenti lungo l'altezza del nodo devono verificare la seguente condizione:

$$n_{st} \cdot A_{st} / (i \cdot b_j) \geq 0,05 \cdot f_{ck} / f_{yk}$$

nella quale n_{st} ed A_{st} sono rispettivamente il numero di bracci e l'area della sezione trasversale della barra della singola staffa orizzontale, i è l'interasse delle staffe, e b_j è la larghezza utile del nodo.

Nel caso in esame, i nodi non confinati sono quelli dei telai di bordo (angoli compresi) e la larghezza utile del nodo b_j coincide sempre con quella del pilastro. Nella figura sottostante, in cui sono riportati i soli pilastri di bordo, i diversi colori sono stati utilizzati per individuare le larghezze utili dei nodi:

- Rosso: pilastri di bordo 35x80, $b_j = 80$ cm;
- Blu: pilastri di bordo 35x60, $b_j = 60$ cm;
- Viola: pilastri di bordo 35x45, $b_j = 45$ cm;
- Verde: pilastri di bordo 35x30, $b_j = 30$ cm;
- Giallo: pilastri d'angolo 35x45, $b_j = 35$ cm nella direzione perpendicolare al lato corto, 45 cm nella direzione perpendicolare al lato lungo.



Individuazione dei nodi non confinati.

In generale, le staffe dei pilastri proseguono all'interno dei nodi con lo stesso passo e gli stessi bracci delle zone confinate adiacenti. Si verifica pertanto preliminarmente la disuguaglianza sopra riportata ipotizzando di non raffittire ulteriormente le staffe nei nodi non confinati (essendo $f_{ck} = 290,5 \text{ kg/cm}^2$ e $f_{yk} = 4500 \text{ kg/cm}^2$, il secondo membro della disuguaglianza vale $0,05 \cdot f_{ck}/f_{yk} = 0,003228$).

b_j (cm)	A_{st} (cm ²)	n_{st}	i (cm)	$n_{st} \cdot A_{st}/(i \cdot b_j)$
30	0,5	2	20	0,001667
35	0,5	3	10	0,004286
45	0,5	3	10	0,003333
60	0,5	3	10	0,0025
80	0,5	5	10	0,003125

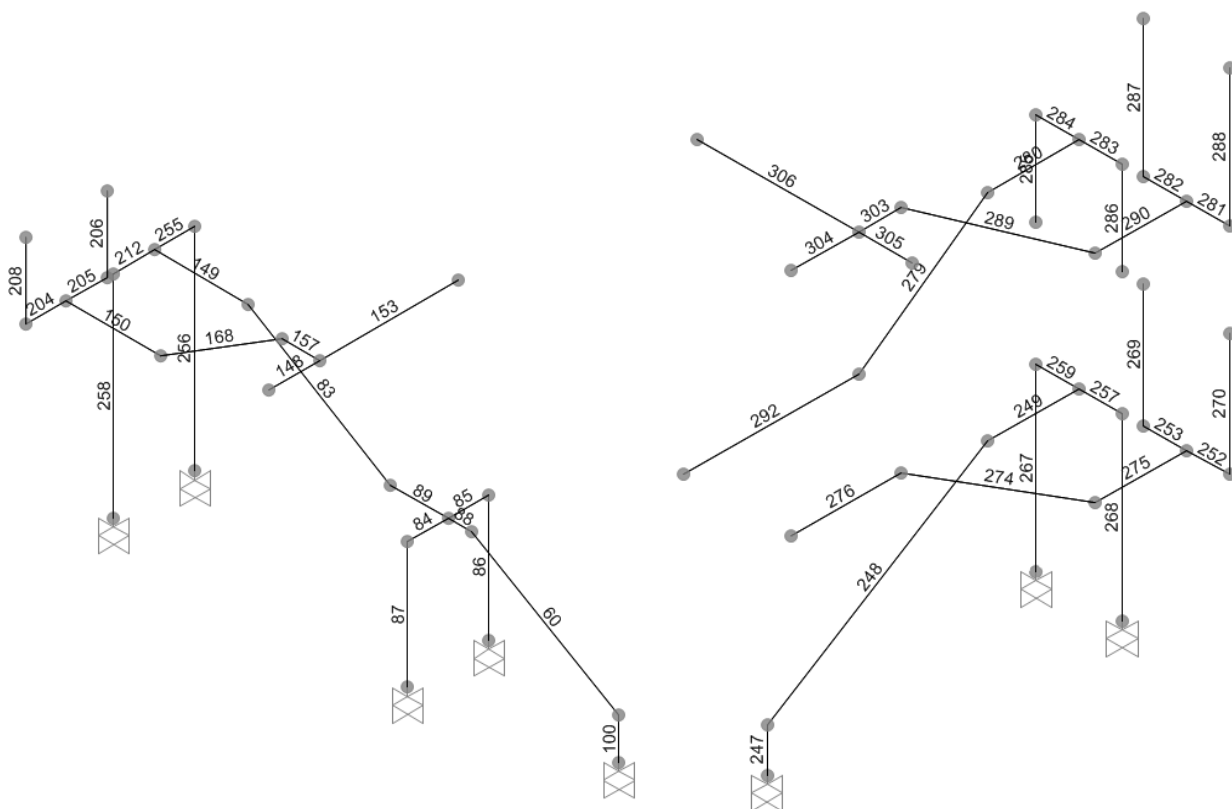
I valori in rosso non soddisfano la disuguaglianza, pertanto è necessario, per i nodi non verificati, raddoppiare il passo delle staffe: in tal modo tutte le disuguaglianze sono soddisfatte, come si evince dalla tabella sotto riportata, in cui i colori corrispondono a quelli della figura.

b_j (cm)	A_{st} (cm ²)	n_{st}	i (cm)	$n_{st} \cdot A_{st}/(i \cdot b_j)$
30	0,5	2	10	0,003333
35	0,5	3	10	0,004286
45	0,5	3	10	0,003333
60	0,5	3	5	0,005
80	0,5	5	5	0,00625

In definitiva, nei pilastri 35x30, 35x60 e 35x80 è necessario raddoppiare il passo delle staffe in corrispondenza dei nodi.

1.1.4. Scale

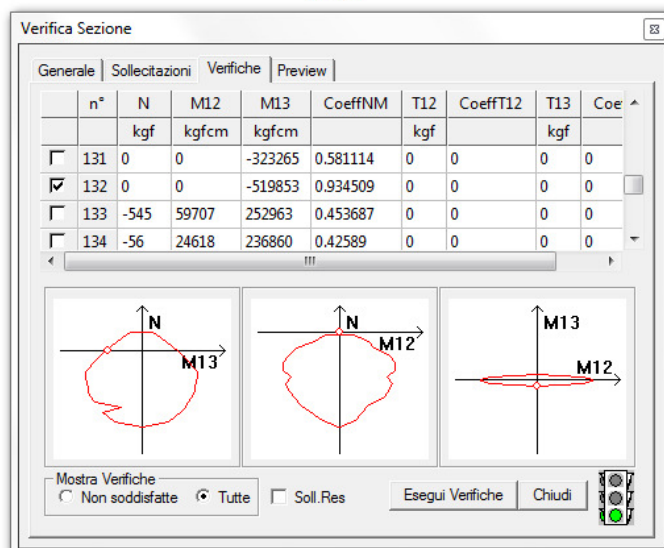
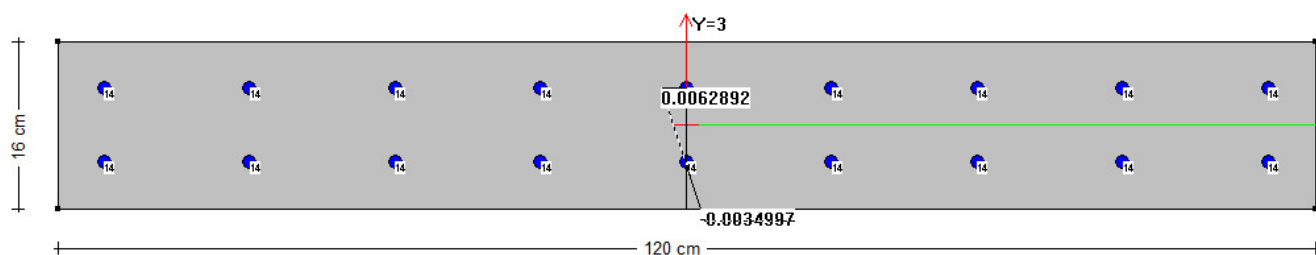
Il progetto prevede, per le scale, schemi "alla Giliberti". Le due rampe di ciascun interpiano sono separate da un giunto a livello del pianerottolo intermedio: mediante coppie di pilastri 20x20, quella inferiore è appoggiata al piano di partenza, mentre quella superiore è appesa al piano di arrivo. In tal modo ogni rampa risulta collegata ad un solo piano, senza alcuna trave intermedia a livello di pianerottolo, né alcun collegamento tra un piano e l'altro. Nelle figure seguenti si riporta la numerazione delle aste schematizzanti le scale.



Numerazione delle aste schematizzanti le scale: a sinistra la scala dell'edificio Ovest, a destra quella dell'edificio Est.

VERIFICHE RAMPE E PIANEROTTOLI

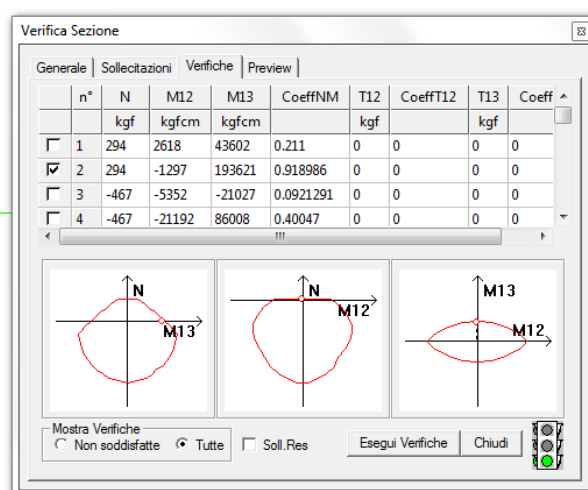
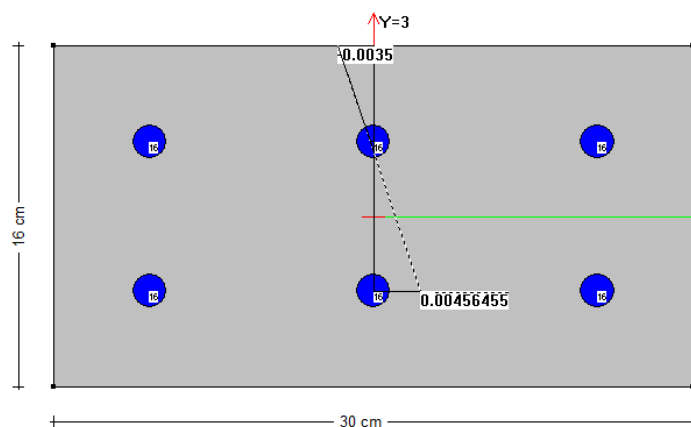
Rampe e pianerottoli hanno sezione 120x16 cm e sono armati con 9+9 Φ 14 e con staffe doppie Φ 6/15 cm. Si riportano di seguito le verifiche più gravose a pressoflessione e a taglio (entrambe relative all'asta 276), eseguite con riferimento alla combinazione di carico *SLV/SLU-INV*.



Verifiche a taglio												
b _w	h	Staffe			Comb.	Asta	V _{Ed} kg	V _{Rd} kg	coeff. di sicurezza	ctgθ	V _{Rsd} kg	V _{Rcd} kg
(cm)	(cm)	ϕ (mm)	s (cm)	br.								
120	16	6	15	4	SLV/SLU-INV	276	5.372 ≤ 6.970	0,771 ≤ 1	2,5	6.970	32.185	

VERIFICHE TRAVI 30X16

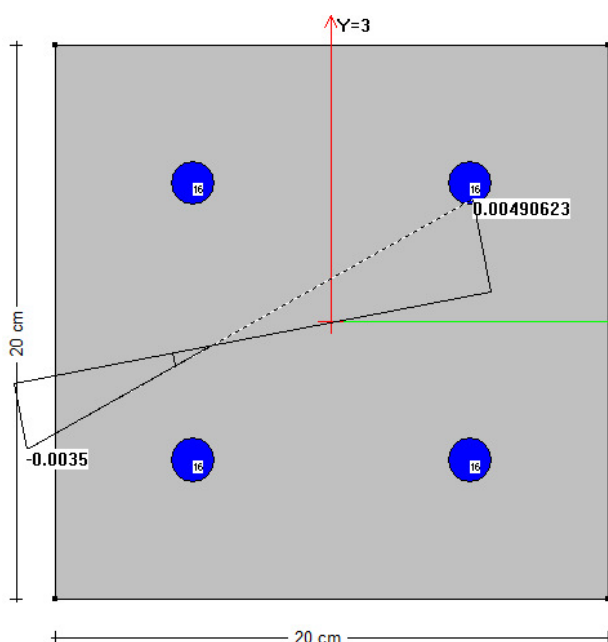
Alle estremità dei pianerottoli intermedi, nel loro spessore, sono ricavate travi di sezione 30x16 cm, a loro volta appoggiate o appese ad una coppia di pilastri 20x20 cm. Tali travi sono armate con 3+3Φ16 e con staffe Φ6/14 cm. Si riportano di seguito le verifiche più gravose a pressoflessione e a taglio (entrambe relative alle aste 84-85), eseguite con riferimento alla combinazione di carico *SLV/SLU-INV*.



Verifiche a taglio														
b _w	h	Staffe			Comb.	Asta	V _{Ed}	V _{Rd}	coeff. di	ctgθ	V _{Rsd}	V _{Rcd}		
(cm)	(cm)	φ (mm)	s (cm)	br.			kg	kg	sicurezza		kg	kg		
30	16	6	14	2	SLV/SLU-INV	84-85	3.572 ≤	3.734	0,957 ≤ 1	2,5	3.734	8.046		

VERIFICHE PILASTRINI

Le rampe di ciascun interpiano sono separate da un giunto a livello del pianerottolo intermedio: mediante coppie di pilastri 20x20, quella inferiore è appoggiata al piano di partenza, mentre quella superiore è appesa al piano di arrivo. Tali pilastri sono armati con 4Φ16 e con staffe Φ6/5÷10 cm. Si riportano di seguito le verifiche più gravose a pressoflessione e a taglio (entrambe relative all'asta 208), eseguite rispettivamente con riferimento alle combinazioni di carico SLV07 e SLV05.

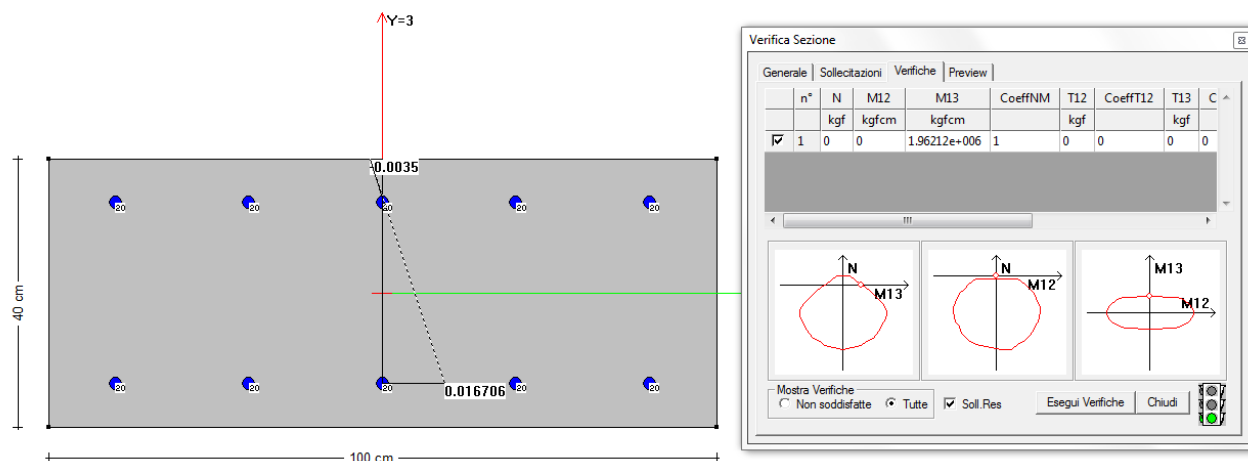


Verifica Sezione									
Generale Sollecitazioni Verifiche Preview									
n°	N	M12	M13	CoeffNM	T12	CoeffT12	T13	Coeff	
kgf	kgfcm	kgfcm			kgf		kgf		
124	573	-13748	-13013	0.108874	0	0	0	0	
125	603	-88126	-16862	0.473462	0	0	0	0	
126	633	-163442	-33388	0.866861	0	0	0	0	
127	1416	67019	1250	0.380912	0	0	0	0	

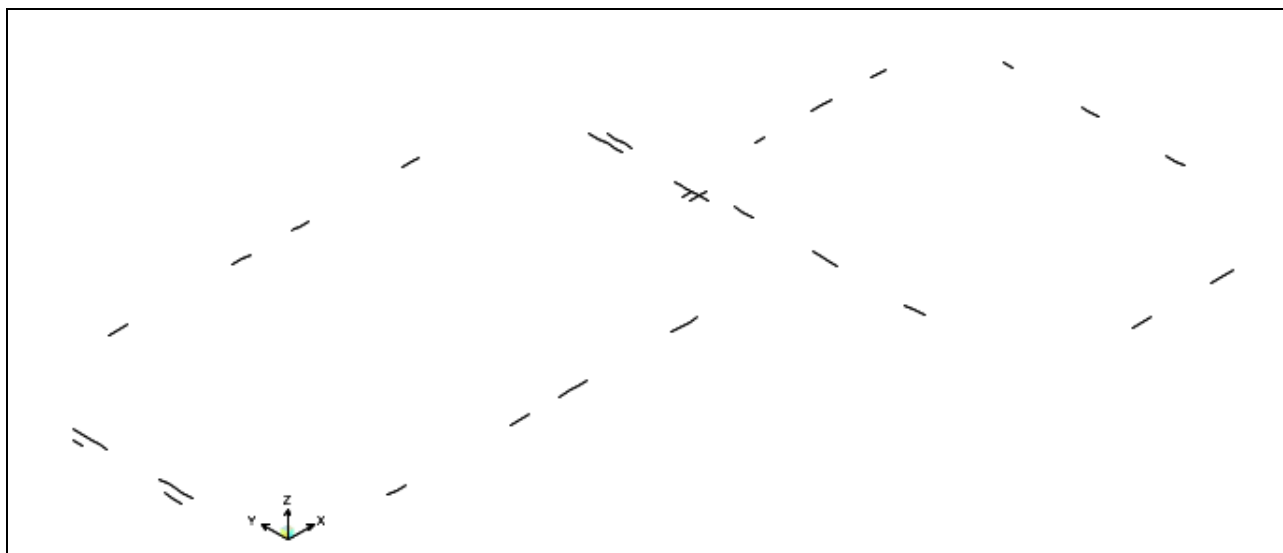
Verifiche a taglio														
b _w	h	Staffe			Comb.	Asta	V _{Ed}	V _{Rd}	coeff. di	ctgθ	V _{Rsd}	V _{Rcd}		
(cm)	(cm)	φ (mm)	s (cm)	br.			kg	kg	sicurezza		kg	kg		
20	20	6	10	2	SLV05	208	1.734 ≤	7.468	0,232 ≤ 1	2,5	7.468	7.663		

1.1.5. Platea di fondazione

La platea di fondazione, di spessore pari a 40 cm, è armata con 1+1Φ20/20 cm correnti in entrambe le direzioni. Come si evince dalla verifica sotto riportata, il corrispondente momento resistente è pari a $M_{Rd} = 1.962.120 \text{ kgcm/m}$.



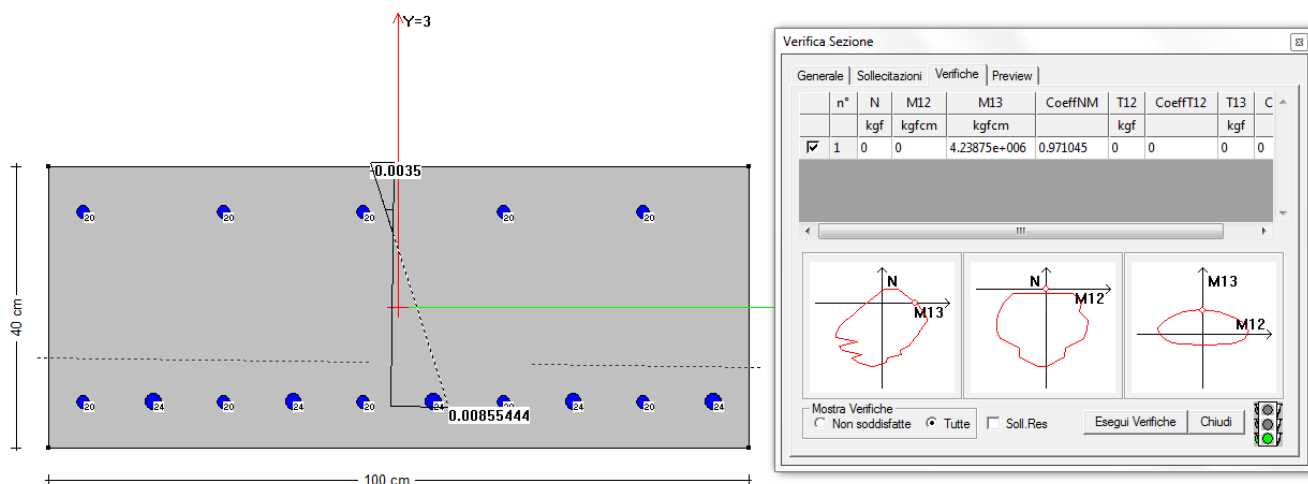
Nella figura seguente sono state isolate le aste della platea di fondazione in cui il momento flettente di calcolo derivante dalla combinazione di carico *SLV/SLU-INV-fond* è superiore a M_{Rd} .



Modello di calcolo comprendente la platea di fondazione (schematizzata come un reticolo di travi di larghezza pari a 50 cm): aste con $M_{Ed} > M_{Rd}$ (calcolato per 1+1 Φ 20/20 cm).

Si osservi che le aste in questione si trovano in corrispondenza di quasi tutti i pilastri di bordo (angoli esclusi) e sono perlopiù parallele alla direzione del relativo telaio di bordo.

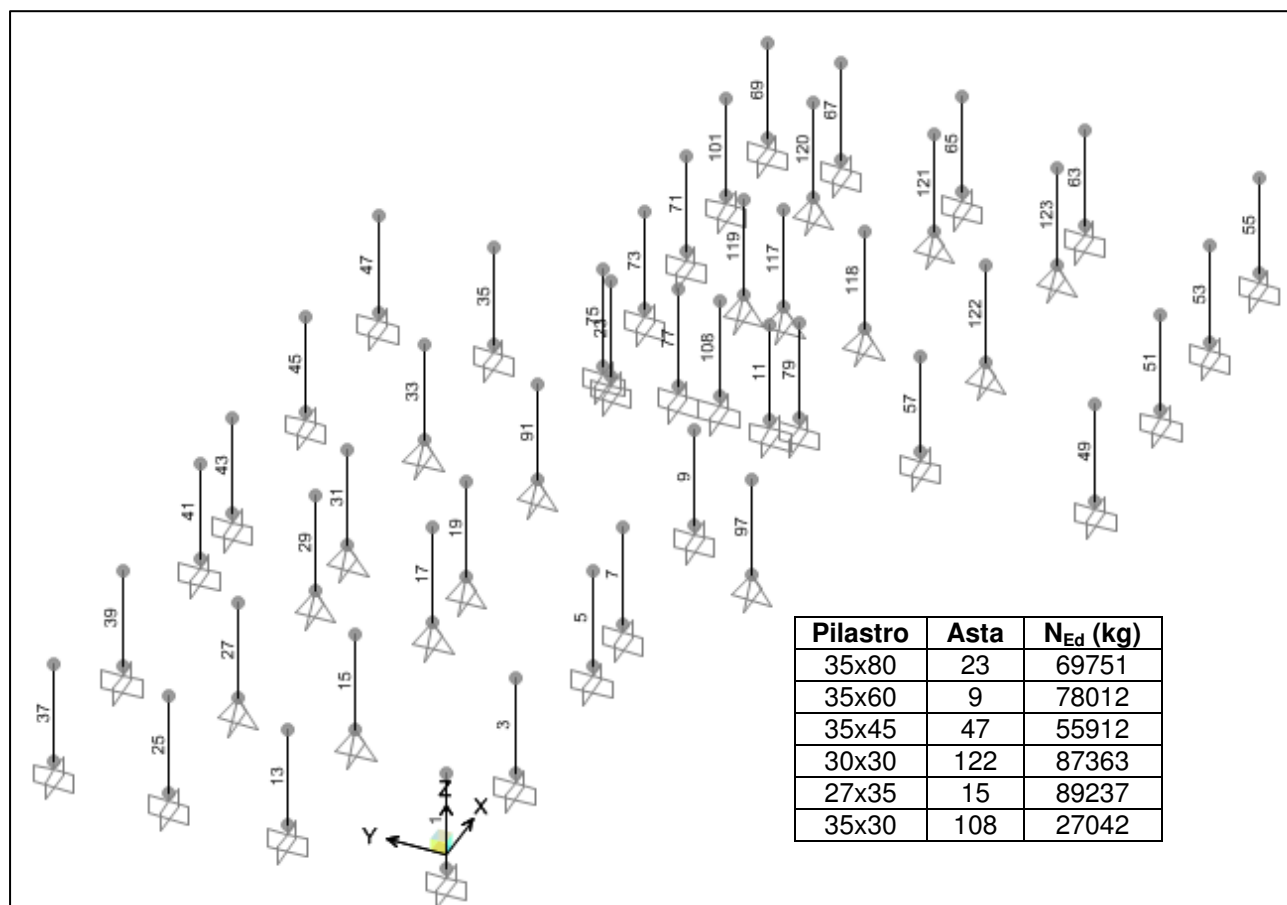
Il valore massimo del momento flettente ricavato dall'analisi (positivo) è $M_{Ed} = 4.238.746$ kgcm/m. Integrando l'armatura corrente con 1 Φ 24/20 cm inferiore, la verifica, di seguito riportata, risulta soddisfatta.



Sono stati pertanto predisposti 3 Φ 24 (1 Φ /20 cm) inferiori aggiuntivi in corrispondenza dei pilastri di bordo (nella direzione parallela a quella del relativo telaio di bordo), in modo da interessare una larghezza pari a 60 cm (si osservi che la platea di fondazione è stata schematizzata come un reticolo di travi di larghezza pari a 50 cm). Sono stati inoltre aggiunti 3 Φ 20 (1 Φ /20 cm) inferiori aggiuntivi in corrispondenza degli stessi pilastri, ma nella direzione perpendicolare a quella del relativo telaio di bordo.

1.1.6. Punzonamento

Si riportano nella figura seguente la numerazione delle aste rappresentanti i pilastri del piano terra e i corrispondenti massimi valori degli sforzi assiali alla base degli stessi nella combinazione di carico *SLV/SLU-INV-fond*, suddivisi per tipologia di sezione.



La verifica a punzonamento più gravosa è quella relativa ai pilastri 27x35 e viene di seguito riportata.

PLATEA DI FONDAZIONE sp. 40 cm - Verifica a punzonamento secondo EC2

La verifica a punzonamento va eseguita con riferimento alla sezione critica a distanza $a_{crit} \leq 2d$, che è a priori incognita; occorre adottare più perimetri di verifica fino ad individuare quello al quale corrisponde il massimo valore del rapporto tra la tensione di punzonamento di progetto e la resistenza a punzonamento.

Dati:

$V_{Ed} =$	89237 kg	(asta 15 - combinazione SLV/SLU-INV-fond)
$R_{ck} =$	35 N/mm ²	350 kg/cm ²
$f_{ck} =$	29,05 N/mm ²	290,5 kg/cm ²
$C_{Rd,c} =$	0,12	(0,18/ γ_c)
$k =$	1,755929	($1 + [200/d]^{1/2} \leq 2$, con d in mm)
$d =$	35 cm	(altezza utile)
$c_1 =$	27 cm	(dimensioni del pilastro)
$c_2 =$	35 cm	
$\rho =$	0,004486	(rapporto geometrico di armatura [1 ϕ 20/20 cm])
$A_{infl} =$	322359 cm ²	(area di influenza del pilastro)

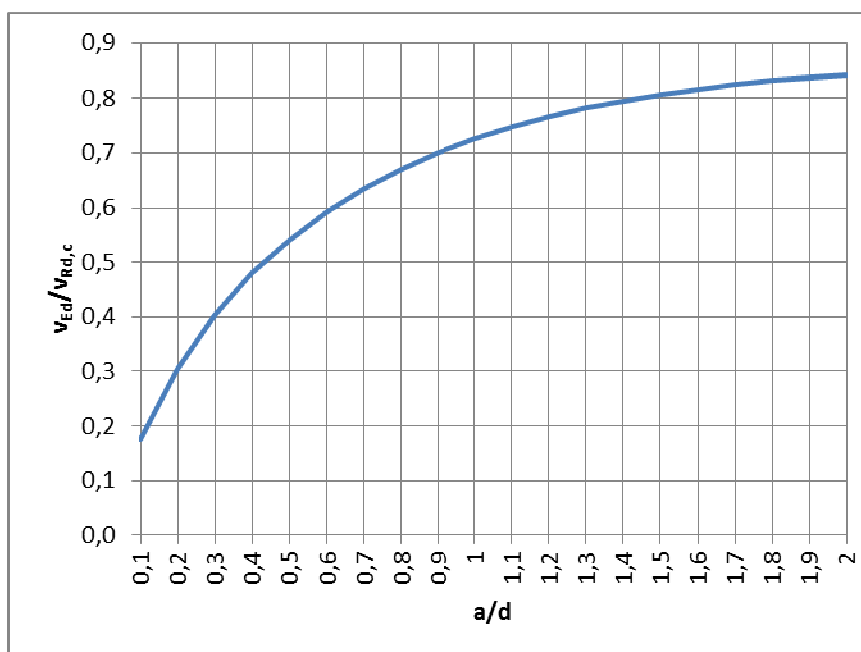
Pressione sul terreno, al netto del peso proprio della platea:

$$p_{netta} = 0,28 \text{ kg/cm}^2$$

Procedendo per tentativi, è stato individuato il perimetro critico come quello posto a distanza $a = 2d$ dal contorno del pilastro. Si riporta il calcolo relativo a tale perimetro, oltre alla tabella riassuntiva dei tentativi effettuati ed al grafico corrispondente. La verifica a punzonamento della platea è soddisfatta se lo è con riferimento al perimetro di verifica critico.

$a/d =$	2	
$a =$	70 cm	
$u_1 =$	563,823 cm	(perimetro di verifica)
$A_1 =$	25018,8 cm ²	(area interna al perimetro di verifica)
$\Delta V_{Ed} =$	6926 kg	(forza netta rivolta verso l'alto all'interno del perimetro di verifica)
$V_{Ed,red} =$	82311 kg	($V_{Ed} - \Delta V_{Ed}$)
$v_{Ed} =$	4,17 kg/cm ²	(tensione di punzonamento di progetto)
$v_{Rd,c} =$	0,495847 N/mm ²	(resistenza a punzonamento [(6.50) - EC2])
$v_{Ed}/v_{Rd,c} =$	0,841202	VERIFICA SODDISFATTA

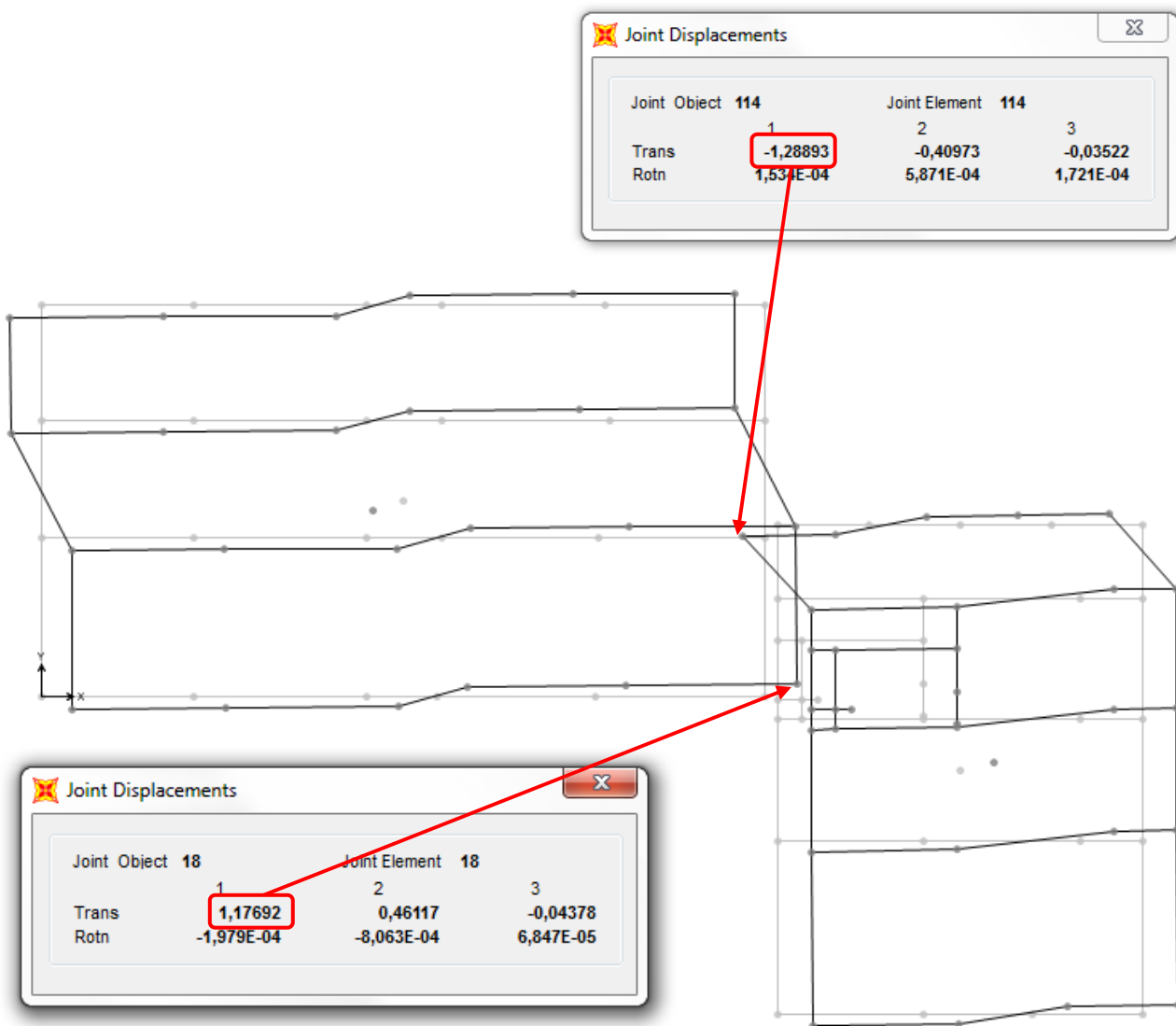
a/d	$V_{Ed}/V_{Rd,c}$
2	0,84120
1,9	0,83699
1,8	0,83161
1,7	0,82495
1,6	0,81688
1,5	0,80722
1,4	0,79577
1,3	0,78231
1,2	0,76651
1,1	0,74803
1	0,72639
0,9	0,70101
0,8	0,67112
0,7	0,63573
0,6	0,59347
0,5	0,54251
0,4	0,48021
0,3	0,40274
0,2	0,30423
0,1	0,17533



1.1.7. Giunto sismico

Dal modello di calcolo delle strutture in elevazione si ricavano, a livello del solaio di coperto, in corrispondenza del giunto sismico, i seguenti massimi spostamenti dei due fabbricati in direzione X, che si verificano entrambi nella combinazione di carico *SLV03*:

- $d_{Ee,Ovest} = 1,18 \text{ cm}$
- $d_{Ee,Est} = 1,29 \text{ cm}$



Configurazione deformata del coperto nella combinazione SLV03 (il software di calcolo visualizza, per ciascun nodo, il massimo spostamento tra quelli positivo e negativo risultanti dall'analisi dinamica, motivo per cui la deformata appare distorta).

In accordo con il §7.3.3.3. del D.M. 14-01-2008 tali valori devono essere amplificati del valore μ_d , essendo:

- $\mu_d = 1 + (q-1) \cdot T_C / T_1$ per $T_1 < T_C$
- $\mu_d = q$ per $T_1 \geq T_C$

Il periodo di vibrazione principale dei due fabbricati in direzione X vale:

- $T_{1X,Ovest} = 0,4192$ s
- $T_{1X,Est} = 0,4364$ s

Essendo $T_C = 0,4634$ s e $q = 3,9$, si ha:

- $\mu_{d,Ovest} = 1 + (3,9-1) \cdot 0,4634 / 0,4192 = 4,21$
- $\mu_{d,Est} = 1 + (3,9-1) \cdot 0,4634 / 0,4364 = 4,08$

Quindi:

- $d_{E,Ovest} = \mu_{d,Ovest} \cdot d_{Ee,Ovest} = 4,21 \cdot 1,18 = 4,97$ cm
- $d_{E,Est} = \mu_{d,Est} \cdot d_{Ee,Est} = 4,08 \cdot 1,29 = 5,26$ cm

La dimensione minima del giunto sismico tra i due fabbricati deve quindi essere:

$$d_{E,Ovest} + d_{E,Est} = 10,23 \text{ cm}$$

Si assume un giunto pari a **11 cm**.

1.2. Stati limite di esercizio

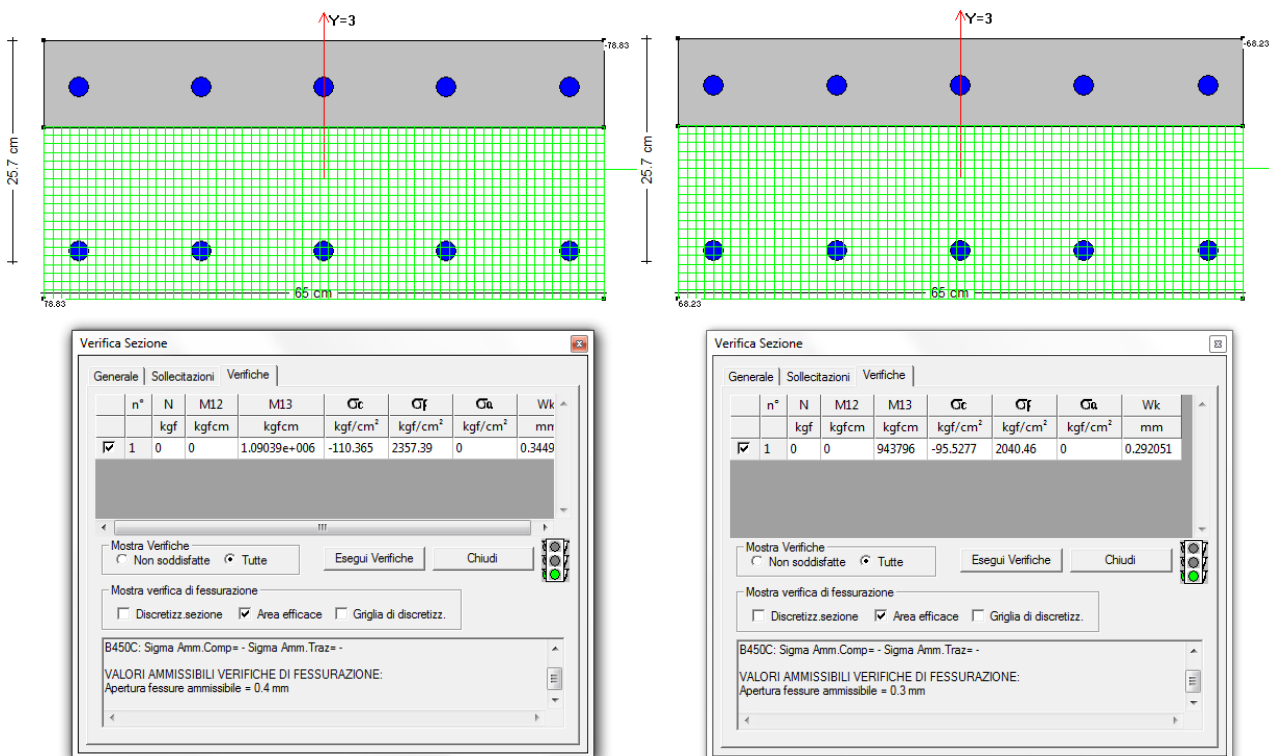
1.2.1. Verifiche di fessurazione

Con riferimento alla tabella 4.1.IV del D.M. 14-01-2008, essendo nel caso in esame le condizioni ambientali ordinarie e le armature poco sensibili, occorre procedere alla verifica dello stato limite di apertura delle fessure per combinazioni frequenti e quasi permanenti. In conformità con quanto previsto al punto C4.1.2.2.4.6 della Circolare n. 617 del 02-02-2009, si utilizza la procedura del D.M. 09-01-1996.

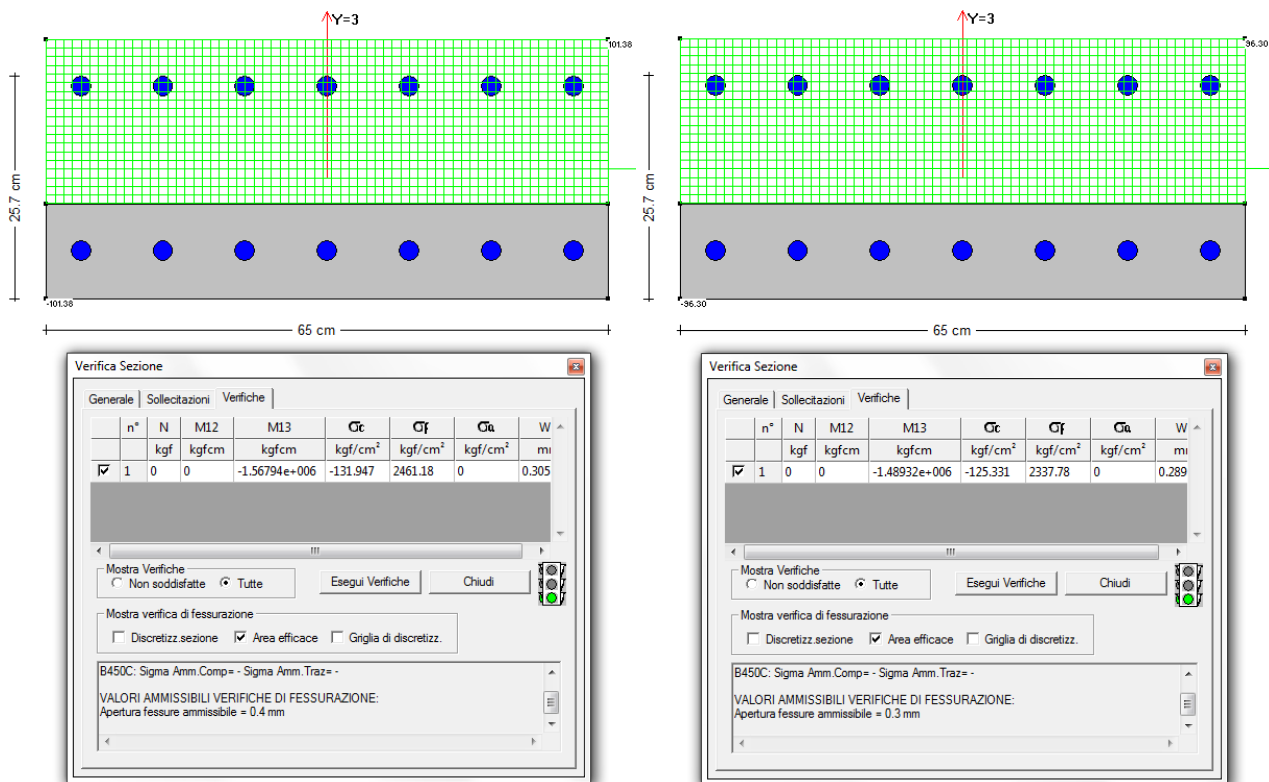
Si riportano di seguito le verifiche più gravose per le varie tipologie degli elementi strutturali più significativi, eseguite con riferimento alle combinazioni di carico *FREQ01÷11* e *QPERM*. I valori limite di apertura delle fessure sono i seguenti:

- $w_3 = 0,4 \text{ mm}$ per le combinazioni frequenti
- $w_2 = 0,3 \text{ mm}$ per la combinazione quasi permanente

TRAVI 65x30

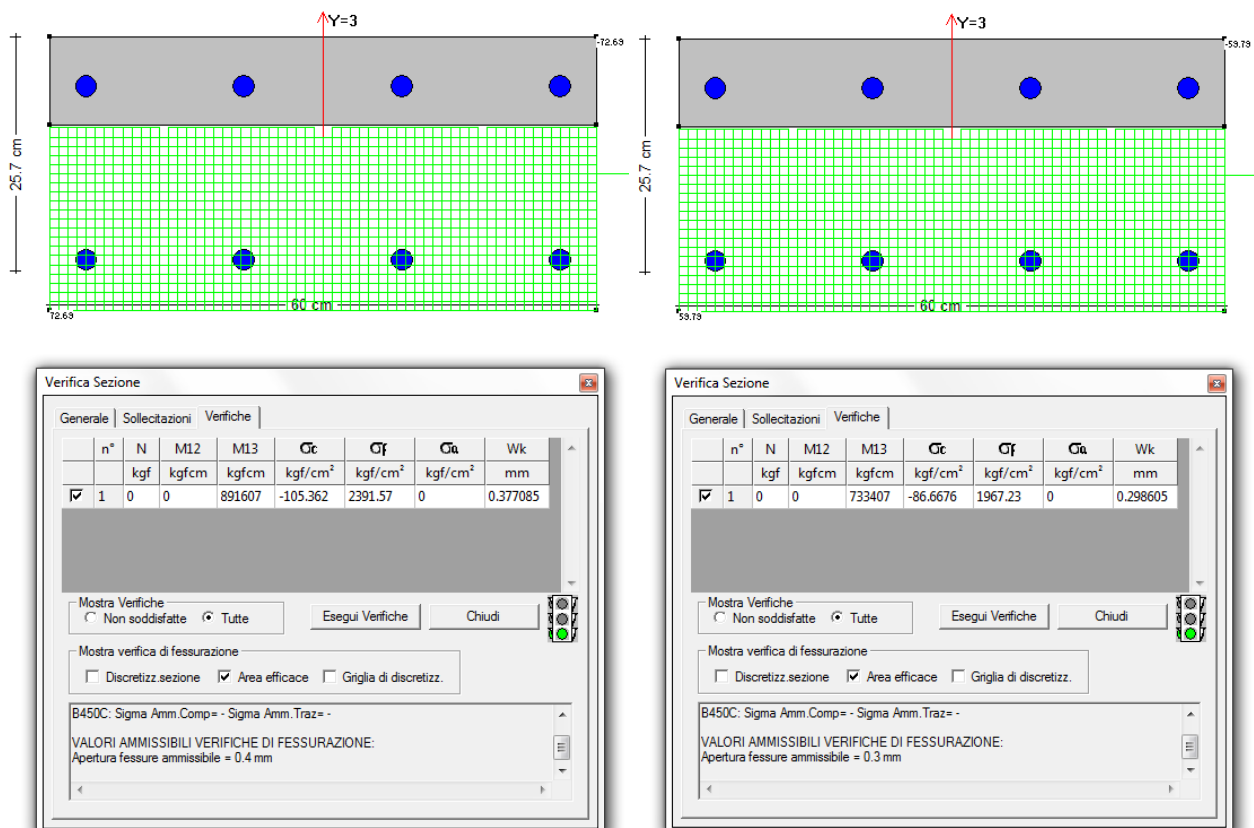


Verifiche a momento positivo per comb. frequenti (a sinistra) e quasi perm. (a destra): asta 220.

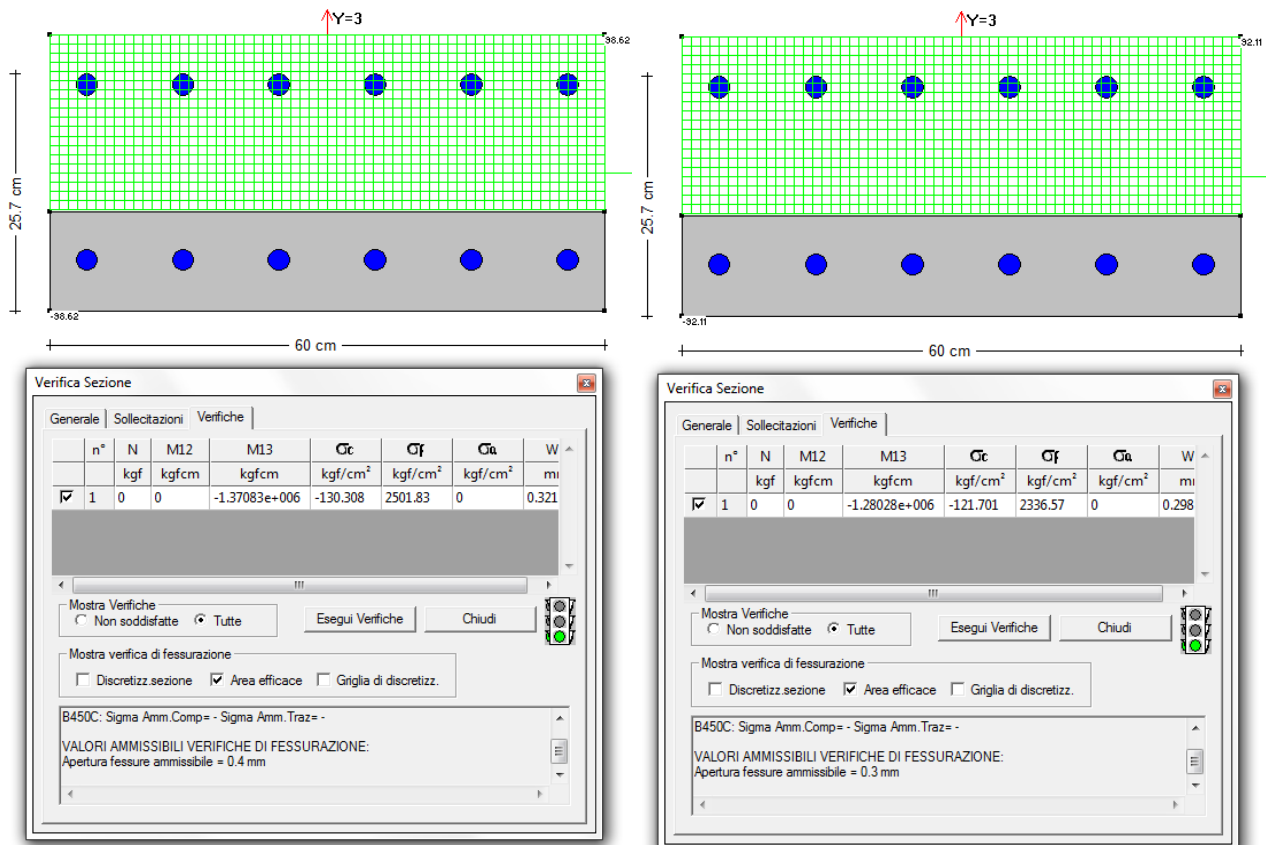


Verifiche a momento negativo per comb. frequenti (a sinistra) e quasi perm. (a destra): asta 219.

TRAVI 60X30

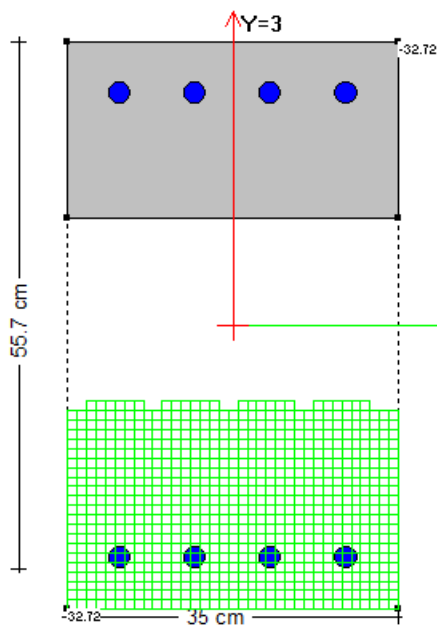


Verifiche a momento positivo per comb. frequenti (a sinistra) e quasi perm. (a destra): asta 179.



Verifiche a momento negativo per comb. frequenti (a sinistra) e quasi perm. (a destra): asta 178.

TRAVI 35X60



Verifica Sezione

Generale | Sollecitazioni | Verifiche

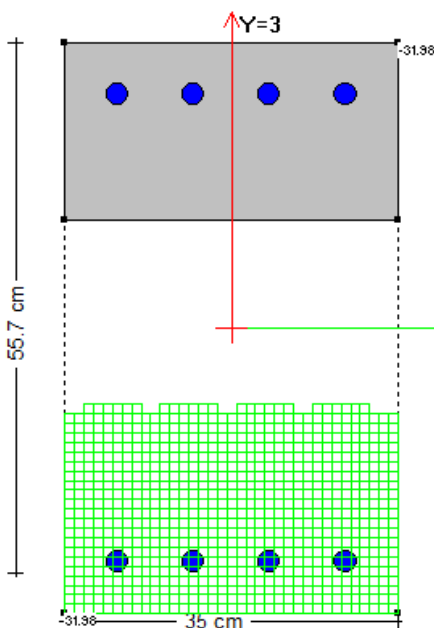
	n°	N	M12	M13	σ_c	σ_f	σ_a	Wk
		kgf	kgfcm	kgfcm	kgf/cm ²	kgf/cm ²	kgf/cm ²	mm
<input checked="" type="checkbox"/>	1	0	0	1.0425e+006	-41.3765	1186.99	0	0.09876

Mostra Verifiche
☐ Non soddisfatte ☒ Tutte Esegui Verifiche Chiudi

Mostra verifica di fessurazione
☐ Discretizz.sezione ☒ Area efficace ☐ Griglia di discretizz.

B450C: Sigma Amm.Comp = - Sigma Amm.Traz = -

VALORI AMMISSIBILI VERIFICHE DI FESSURAZIONE:
 Apertura fessure ammissibile = 0.4 mm



Verifica Sezione

Generale | Sollecitazioni | Verifiche

	n°	N	M12	M13	σ_c	σ_f	σ_a	Wk
		kgf	kgfcm	kgfcm	kgf/cm ²	kgf/cm ²	kgf/cm ²	mm
<input checked="" type="checkbox"/>	1	0	0	1.01892e+006	-40.4407	1160.15	0	0.0940

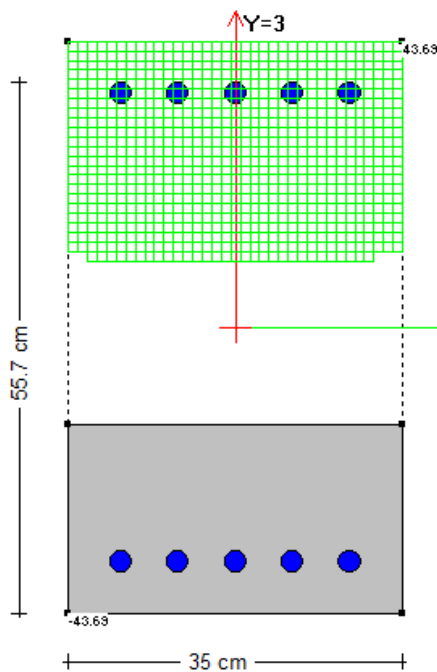
Mostra Verifiche
☐ Non soddisfatte ☒ Tutte Esegui Verifiche Chiudi

Mostra verifica di fessurazione
☐ Discretizz.sezione ☒ Area efficace ☐ Griglia di discretizz.

B450C: Sigma Amm.Comp = - Sigma Amm.Traz = -

VALORI AMMISSIBILI VERIFICHE DI FESSURAZIONE:
 Apertura fessure ammissibile = 0.3 mm

Verifiche a momento positivo per comb. frequenti (sopra) e quasi perm. (sotto): asta 82.



Verifica Sezione

Generale | Sollecitazioni | Verifiche

	n°	N	M12	M13	σ_c	σ_f	σ_a	W
		kgf	kgfcm	kgfcm	kgf/cm ²	kgf/cm ²	kgf/cm ²	mi
<input checked="" type="checkbox"/>	1	0	0	-1.51071e+006	-52.7356	1381.44	0	0.131

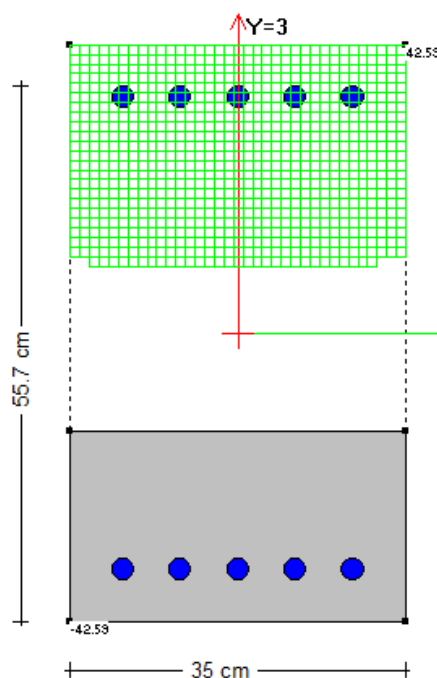
Mostra Verifiche
☐ Non soddisfatte ☒ Tutte

Esegui Verifiche Chiudi

Mostra verifica di fessurazione
☐ Discretizz.sezione ☒ Area efficace ☐ Griglia di discretizz.

B450C: Sigma Amm.Comp = - Sigma Amm.Traz = -

VALORI AMMISSIBILI VERIFICHE DI FESSURAZIONE:
 Apertura fessure ammissibile = 0.4 mm



Verifica Sezione

Generale | Sollecitazioni | Verifiche

	n°	N	M12	M13	σ_c	σ_f	σ_a	W
		kgf	kgfcm	kgfcm	kgf/cm ²	kgf/cm ²	kgf/cm ²	mi
<input checked="" type="checkbox"/>	1	0	0	-1.47259e+006	-51.405	1346.59	0	0.126

Mostra Verifiche
☐ Non soddisfatte ☒ Tutte

Esegui Verifiche Chiudi

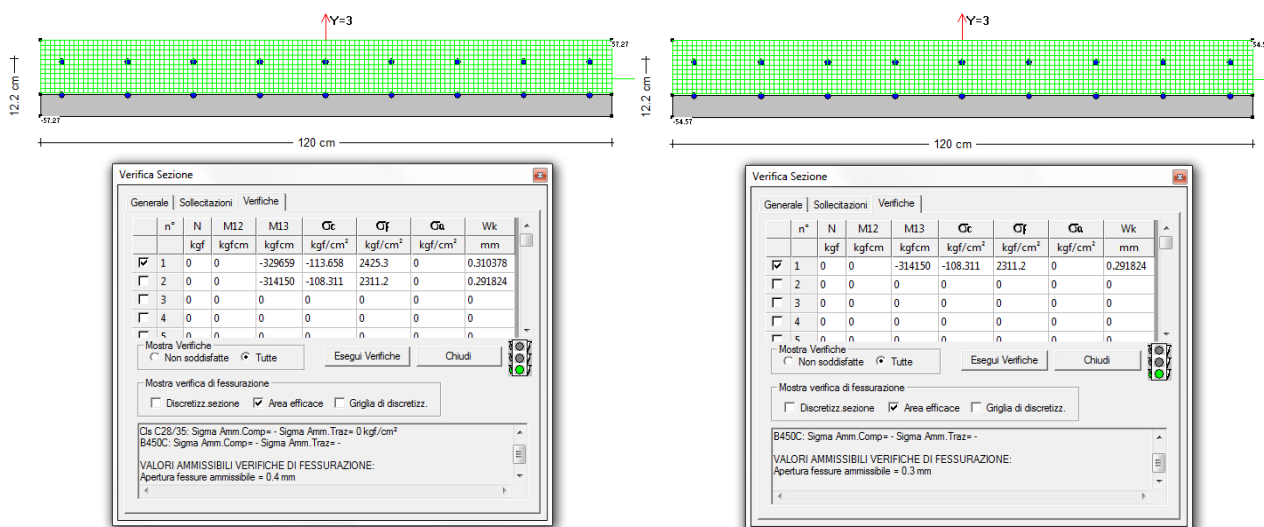
Mostra verifica di fessurazione
☐ Discretizz.sezione ☒ Area efficace ☐ Griglia di discretizz.

B450C: Sigma Amm.Comp = - Sigma Amm.Traz = -

VALORI AMMISSIBILI VERIFICHE DI FESSURAZIONE:
 Apertura fessure ammissibile = 0.3 mm

Verifiche a momento negativo per comb. frequenti (sopra) e quasi perm. (sotto): asta 82.

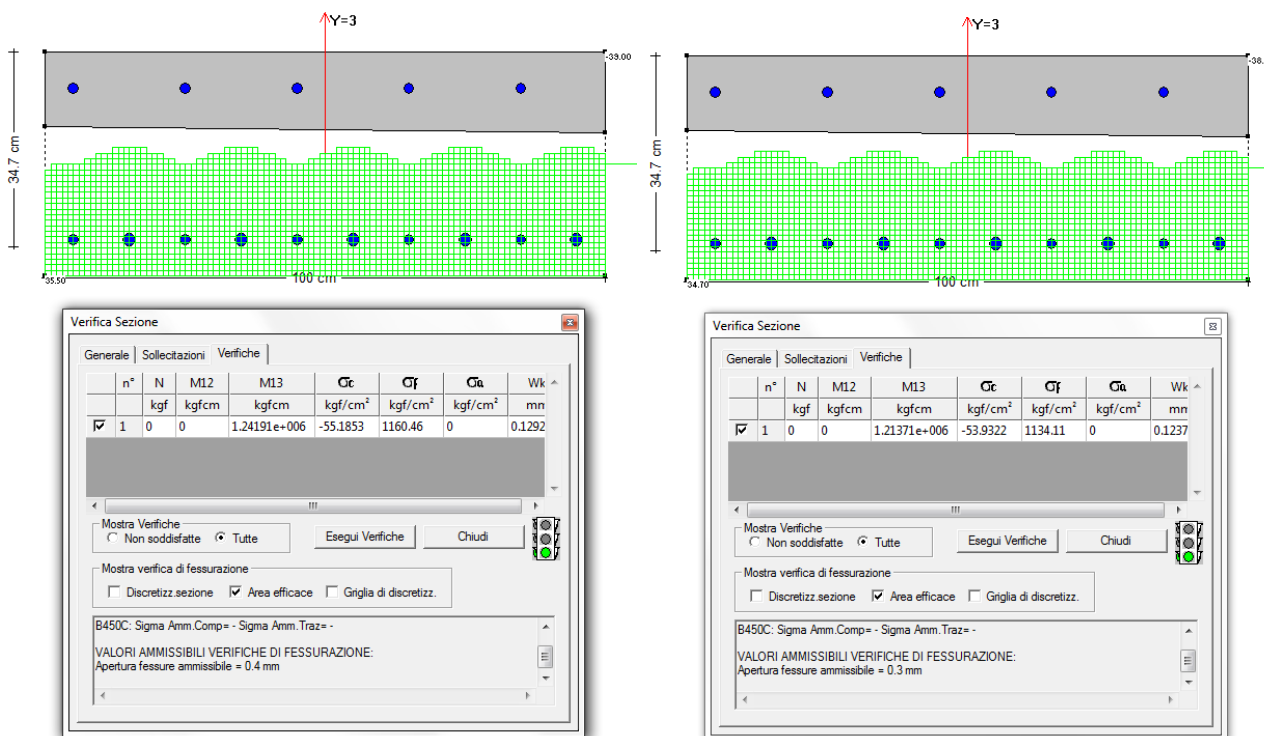
RAMPE E PIANEROTTOLI



Verifiche per combinazioni frequenti (a sinistra) e quasi permanenti (a destra): asta 276.

PLATEA DI FONDAZIONE

Anche per le verifiche di fessurazione, come per quelle agli stati limite ultimi, è necessario integrare l'armatura corrente (1+1 Φ 20/20 cm) con 1 Φ 24/20 inferiori aggiuntivi in corrispondenza dei pilastri di bordo, nella direzione parallela a quella del relativo telaio di bordo.



Verifiche per combinazioni frequenti (a sinistra) e quasi permanenti (a destra).

1.2.2. Verifiche delle tensioni di esercizio

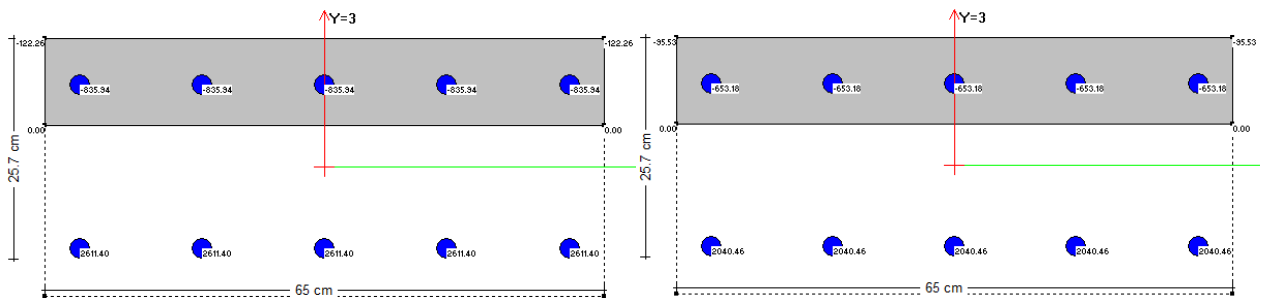
Si riportano di seguito le verifiche più gravose delle tensioni di esercizio per le varie tipologie degli elementi strutturali più significativi, eseguite con riferimento alle combinazioni di carico *RARA01÷28* e *QPERM*. I limiti delle tensioni sono i seguenti:

- $\sigma_c < 0,60 f_{ck} = 174,3 \text{ kg/cm}^2$ per le combinazioni rare
- $\sigma_c < 0,45 f_{ck} = 130,7 \text{ kg/cm}^2$ per la combinazione quasi permanente
- $\sigma_s < 0,80 f_{yk} = 3600 \text{ kg/cm}^2$ per le combinazioni rare

PILASTRI

Verifiche a pressoflessione deviata											
b _x	b _y	Armatura	Categoria di comb.	Asta	Combinazione	Sollecitazioni di calcolo			σ_c	σ_s	verifica
(cm)	(cm)					N _{Ed} (kg)	M _{Ed,x} (kgcm)	M _{Ed,y} (kgcm)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	
35	27	4Φ20	rare	15	RARA03	-67222	0	0	59	890	soddisfatta
			quasi perm.	15	QPERM	-60060	0	0	53	-	soddisfatta
30	30	4Φ20	rare	122	RARA03	-65791	0	0	60	907	soddisfatta
			quasi perm.	122	QPERM	-58648	0	0	54	-	soddisfatta
35	30	4Φ20	rare	108	RARA19	-18218	0	0	15	221	soddisfatta
			quasi perm.	108	QPERM	-17206	0	0	14	-	soddisfatta
35	45	12Φ24	rare	12	RARA17	-11942	-125874	661475	66	945	soddisfatta
			quasi perm.	12	QPERM	-11330	-105244	606106	60	-	soddisfatta
35	60	16Φ24+4Φ20	rare	57	RARA22	-43148	217984	56393	25	322	soddisfatta
			quasi perm.	57	QPERM	-41235	115684	53045	19	-	soddisfatta
		12Φ24	rare	80	RARA19	-19858	-1009368	77649	86	1369	soddisfatta
			quasi perm.	80	QPERM	-18494	-919259	51496	78	-	soddisfatta
35	80	24Φ24	rare	23	RARA24	-47351	-207569	-510854	27	344	soddisfatta
			quasi perm.	23	QPERM	-44342	-187687	4169	17	223	soddisfatta
		12Φ24	rare	24	RARA15	-18722	1159793	-98288	84	1592	soddisfatta
			quasi perm.	24	QPERM	-16953	1011629	-19207	71	-	soddisfatta

TRAVI 65X30



Verifica Sezione

Generale | Sollecitazioni | Verifiche

n°	N	M12	M13	Cc	Cf	Ca
	kgf	kgfcm	kgfcm	kgf/cm ²	kgf/cm ²	kgf/cm ²
1	0	0	1.20788e+006	-122.257	2611.4	0

Mostra Verifiche
☐ Non soddisfatte
☒ Tutte
 Esegui Verifiche Chiudi

Mostra verifica di fessurazione
☐ Discretizz. sezione
☐ Area efficace
☐ Griglia di discretizz.

VALORI AMMISSIBILI VERIFICHE DI RESISTENZA:
 Cls C28/35: Sigma Amm.Comp = -168 kgf/cm² Sigma Amm.Traz = 0 kgf/cm²
 B450C: Sigma Amm.Comp = - Sigma Amm.Traz = 3600 kgf/cm²

Verifica Sezione

Generale | Sollecitazioni | Verifiche

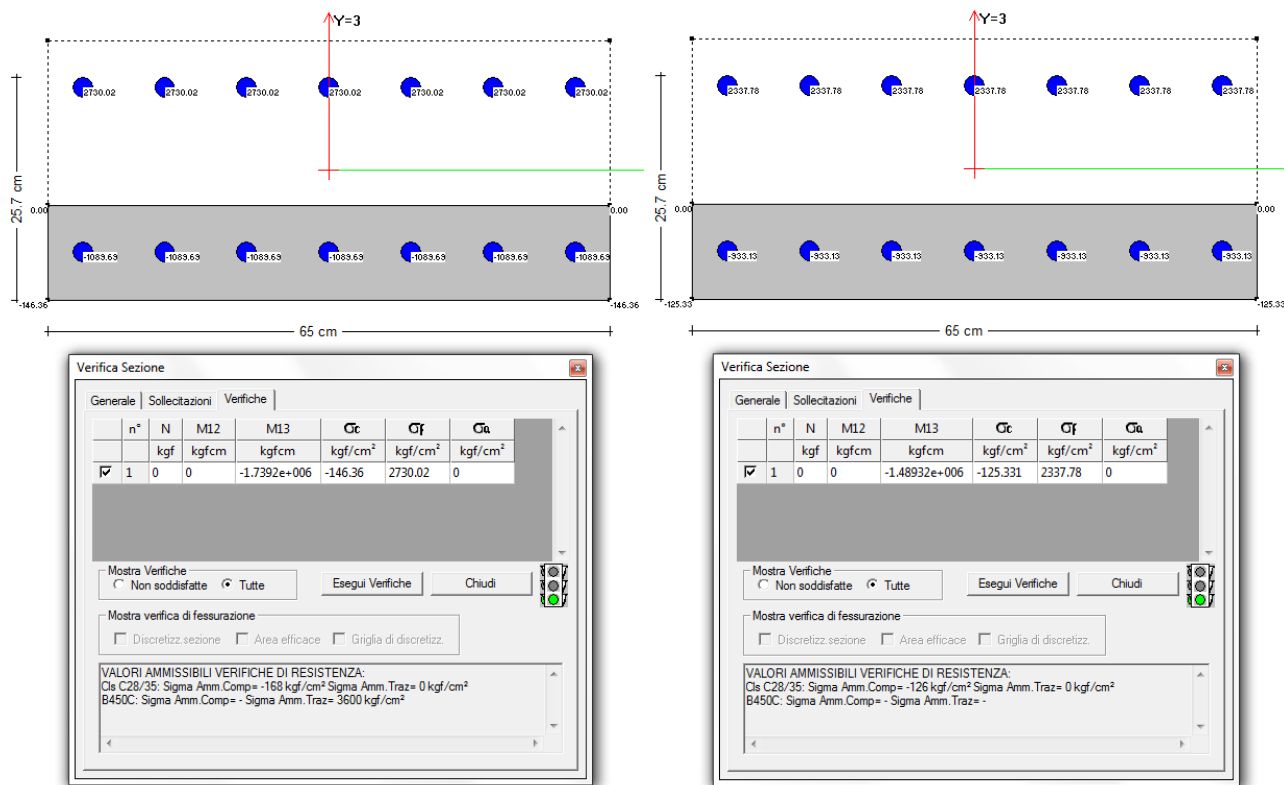
n°	N	M12	M13	Cc	Cf	Ca
	kgf	kgfcm	kgfcm	kgf/cm ²	kgf/cm ²	kgf/cm ²
1	0	0	943796	-95.5277	2040.46	0

Mostra Verifiche
☐ Non soddisfatte
☒ Tutte
 Esegui Verifiche Chiudi

Mostra verifica di fessurazione
☐ Discretizz. sezione
☐ Area efficace
☐ Griglia di discretizz.

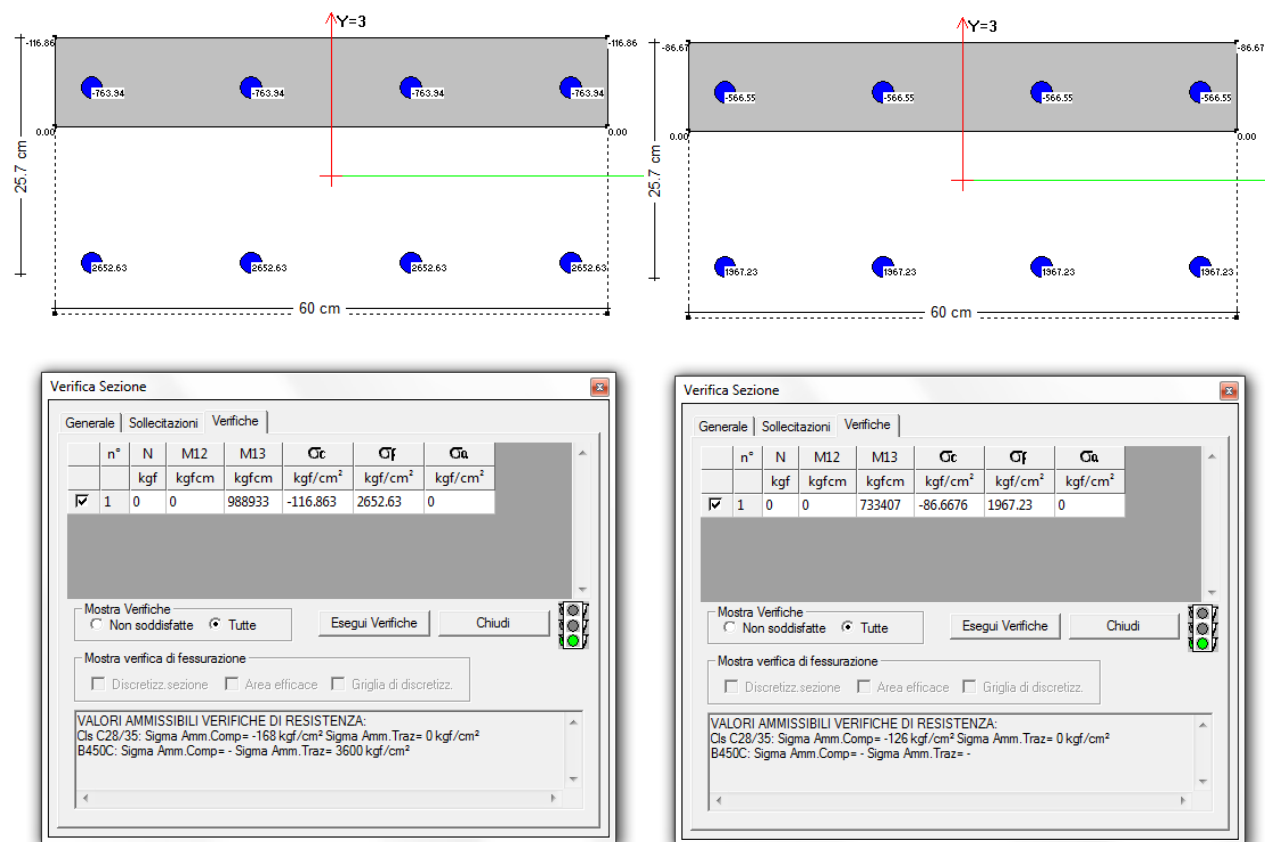
VALORI AMMISSIBILI VERIFICHE DI RESISTENZA:
 Cls C28/35: Sigma Amm.Comp = -168 kgf/cm² Sigma Amm.Traz = 0 kgf/cm²
 B450C: Sigma Amm.Comp = - Sigma Amm.Traz = 3600 kgf/cm²

Verifiche a momento positivo per combinazioni rare (a sinistra) e quasi perm. (a destra): asta 220.

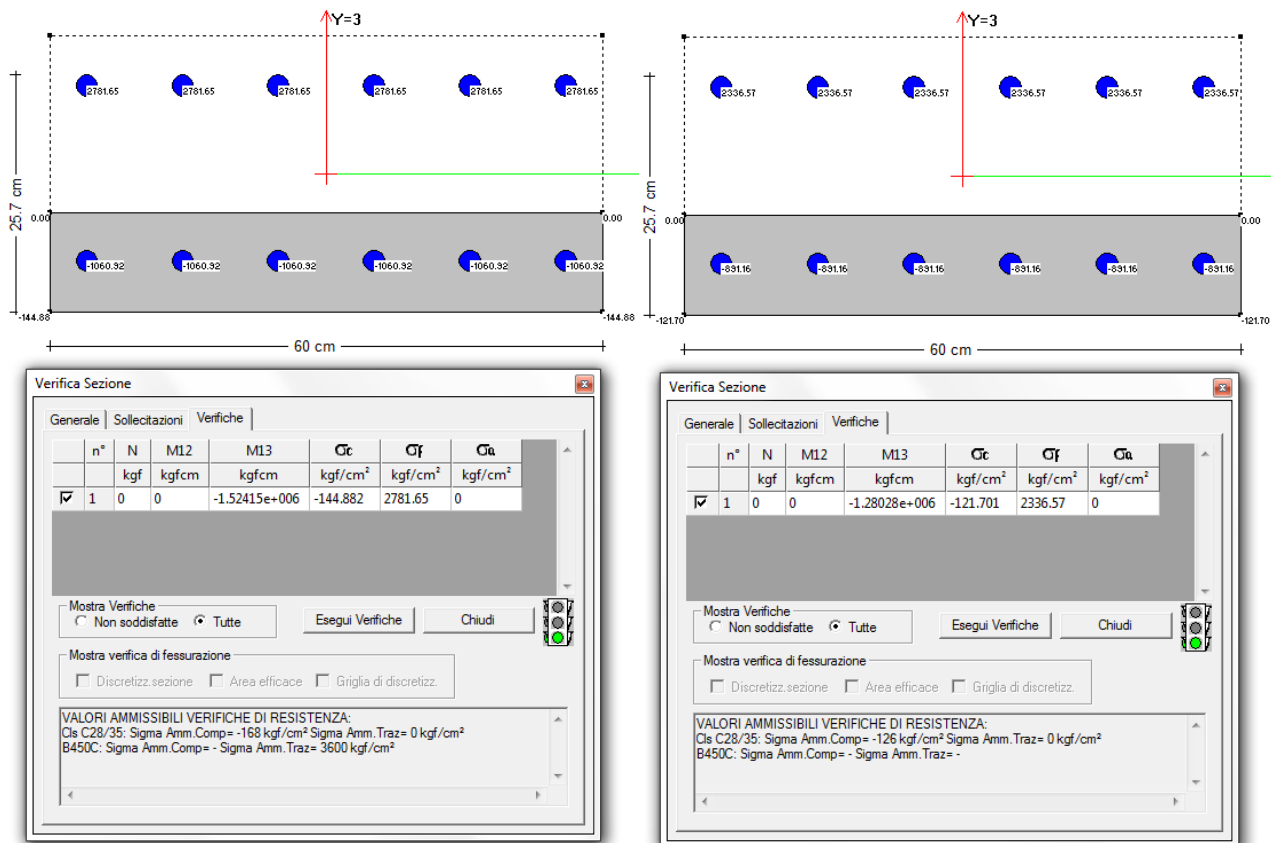


Verifiche a momento negativo per combinazioni rare (a sinistra) e quasi perm. (a destra): asta 219.

TRAVI 60X30

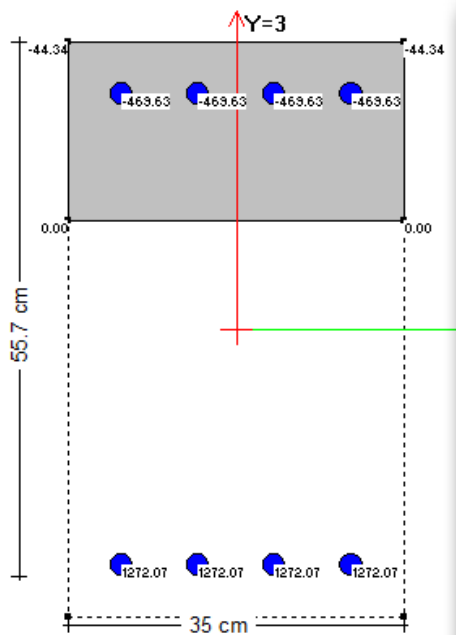


Verifiche a momento positivo per combinazioni rare (a sinistra) e quasi perm. (a destra): asta 179.



Verifiche a momento negativo per combinazioni rare (a sinistra) e quasi perm. (a destra): asta 178.

TRAVI 35X60



Verifica Sezione

Generale | Sollecitazioni | Verifiche

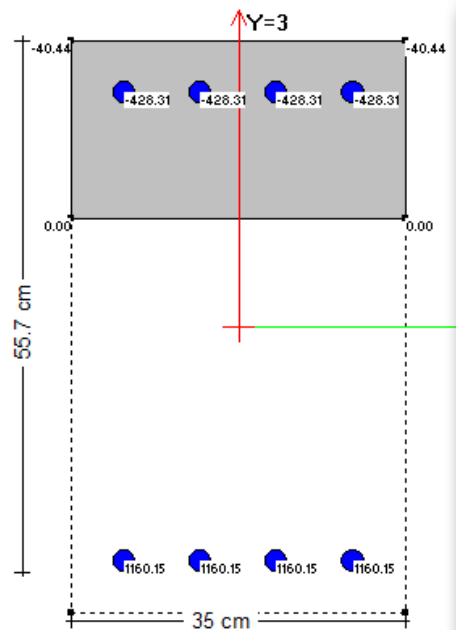
	n°	N	M12	M13	σ_c	σ_t	σ_a
		kgf	kgfcm	kgfcm	kgf/cm²	kgf/cm²	kgf/cm²
<input checked="" type="checkbox"/>	1	0	0	1.11721e+006	-44.342	1272.07	0

Mostra Verifiche
☐ Non soddisfatte ☒ Tutte

Esegui Verifiche Chiudi

Mostra verifica di fessurazione
☐ Discretizz.sezione ☐ Area efficace ☐ Griglia di discretizz.

VALORI AMMISSIBILI VERIFICHE DI RESISTENZA:
 Cls C28/35: Sigma Amm.Comp= -168 kgf/cm² Sigma Amm.Traz= 0 kgf/cm²
 B450C: Sigma Amm.Comp= - Sigma Amm.Traz= 3600 kgf/cm²



Verifica Sezione

Generale | Sollecitazioni | Verifiche

	n°	N	M12	M13	σ_c	σ_t	σ_a
		kgf	kgfcm	kgfcm	kgf/cm²	kgf/cm²	kgf/cm²
<input checked="" type="checkbox"/>	1	0	0	1.01892e+006	-40.4407	1160.15	0

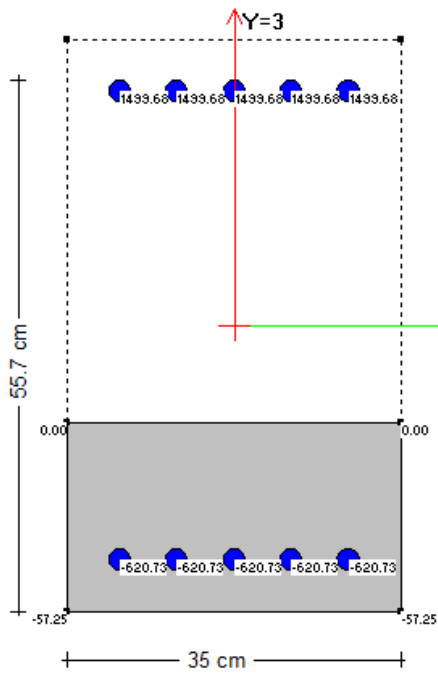
Mostra Verifiche
☐ Non soddisfatte ☒ Tutte

Esegui Verifiche Chiudi

Mostra verifica di fessurazione
☐ Discretizz.sezione ☐ Area efficace ☐ Griglia di discretizz.

VALORI AMMISSIBILI VERIFICHE DI RESISTENZA:
 Cls C28/35: Sigma Amm.Comp= -126 kgf/cm² Sigma Amm.Traz= 0 kgf/cm²
 B450C: Sigma Amm.Comp= - Sigma Amm.Traz= -

Verifiche a momento positivo per combinazioni rare (sopra) e quasi perm. (sotto): asta 82.



Verifica Sezione

Generale | Sollecitazioni | Verifiche

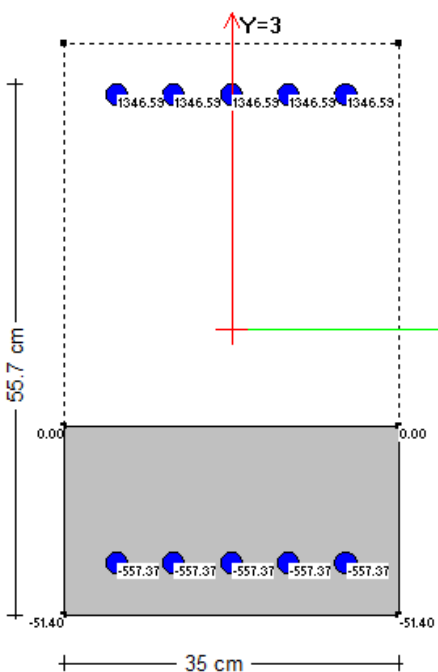
	n°	N	M12	M13	σ_c	σ_f	σ_a
		kgf	kgfcm	kgfcm	kgf/cm ²	kgf/cm ²	kgf/cm ²
<input checked="" type="checkbox"/>	1	0	0	-1.64001e+006	-57.2492	1499.68	0

Mostra Verifiche
☐ Non soddisfatte ☒ Tutte

Esegui Verifiche Chiudi

Mostra verifica di fessurazione
☐ Discretizz.sezione ☐ Area efficace ☐ Griglia di discretizz.

VALORI AMMISSIBILI VERIFICHE DI RESISTENZA:
 Cls C28/35: Sigma Amm.Comp= -168 kgf/cm² Sigma Amm.Traz= 0 kgf/cm²
 B450C: Sigma Amm.Comp= - Sigma Amm.Traz= 3600 kgf/cm²



Verifica Sezione

Generale | Sollecitazioni | Verifiche

	n°	N	M12	M13	σ_c	σ_f	σ_a
		kgf	kgfcm	kgfcm	kgf/cm ²	kgf/cm ²	kgf/cm ²
<input checked="" type="checkbox"/>	1	0	0	-1.47259e+006	-51.405	1346.59	0

Mostra Verifiche
☐ Non soddisfatte ☒ Tutte

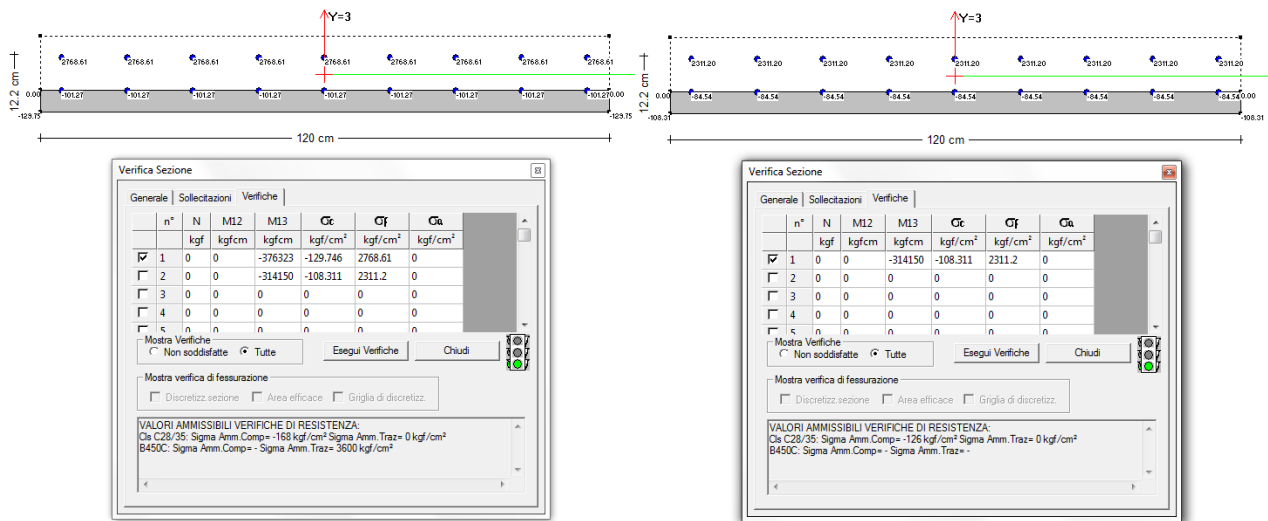
Esegui Verifiche Chiudi

Mostra verifica di fessurazione
☐ Discretizz.sezione ☐ Area efficace ☐ Griglia di discretizz.

VALORI AMMISSIBILI VERIFICHE DI RESISTENZA:
 Cls C28/35: Sigma Amm.Comp= -126 kgf/cm² Sigma Amm.Traz= 0 kgf/cm²
 B450C: Sigma Amm.Comp= - Sigma Amm.Traz= -

Verifiche a momento negativo per combinazioni rare (sopra) e quasi perm. (sotto): asta 82.

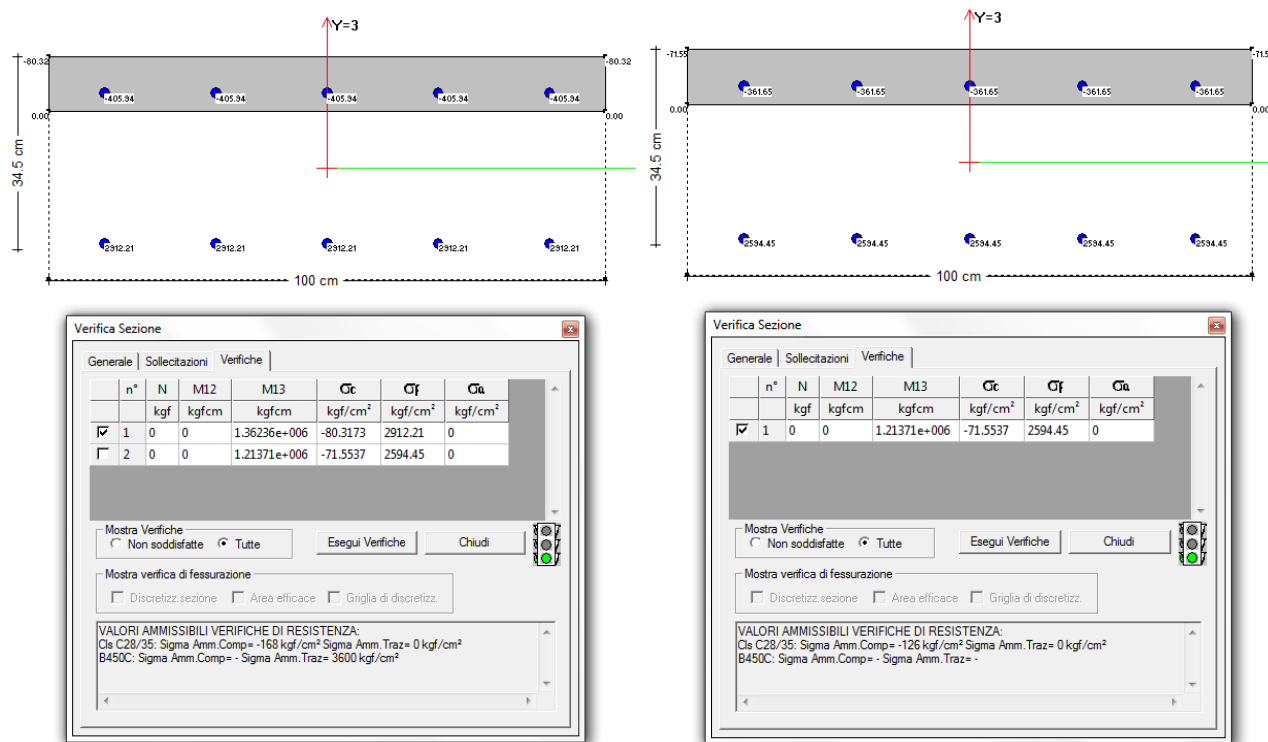
RAMPE E PIANEROTTOLI



Verifiche per combinazioni rare (a sinistra) e quasi permanenti (a destra): asta 276.

PLATEA DI FONDAZIONE

Per le verifiche delle tensioni di esercizio, l'armatura corrente (1+1Φ20/20 cm) sarebbe sufficiente in tutte le sezioni, come si evince dalle verifiche più gravose di seguito riportate.



Verifiche per combinazioni rare (a sinistra) e quasi permanenti (a destra).

1.2.3. Verifiche di deformabilità

In conformità con quanto previsto al punto C4.1.2.2.2 della Circolare n. 617 del 02-02-2009, per travi con luci non superiori a 10 m è possibile omettere la verifica delle inflessioni, ritenendola implicitamente soddisfatta, se il rapporto di snellezza $\lambda = l/h$ tra luce e altezza rispetta la seguente limitazione:

$$\lambda \leq K \cdot [11 + (0,0015 \cdot f_{ck} / (\rho + \rho'))] \cdot [500 \cdot A_{s,eff} / (f_{yk} \cdot A_{s,calc})]$$

La verifica è significativa soprattutto per le travi in spessore di solaio, di cui si riportano di seguito le verifiche più gravose:

- Edificio Ovest: sezione 65x30; $l_{max} = 628$ cm; $\lambda = 628/30 = 20,9$; $\rho = \rho' = 0,0093$ (4Φ24)
- Edificio Est: sezione 60x30; $l_{max} = 567$ cm; $\lambda = 567/30 = 18,9$; $\rho = \rho' = 0,01$ (4Φ24)

Assumendo, a favore di sicurezza, $A_{s,eff} = A_{s,calc}$, essendo $f_{ck} = 29,1$ MPa, $f_{yk} = 450$ MPa e considerando $K = 1,5$ (campate intermedie di travi continue), si ottiene:

- Edificio Ovest: $\lambda = 20,9 \leq 1,5 \cdot [11 + (0,0015 \cdot 29,1 / (0,0093 + 0,0093))] \cdot [500 / 450] = 22,2$
- Edificio Est: $\lambda = 18,9 \leq 1,5 \cdot [11 + (0,0015 \cdot 29,1 / (0,01 + 0,01))] \cdot [500 / 450] = 22,0$

Le verifiche sono quindi soddisfatte.

1.2.4. Stato limite di danno

In accordo con il § 7.3.7.1 del D.M. 14-01-2008, essendo la costruzione di Classe IV, occorre verificare che il valore di progetto delle sollecitazioni (E_d), calcolato in presenza delle azioni sismiche corrispondenti allo SLD ed attribuendo ad η il valore di 2/3, sia inferiore alla resistenza di progetto (R_d), calcolata con riferimento alle situazioni eccezionali ($\gamma_s = \gamma_c = 1$).

Tali verifiche sono significative solo per gli elementi strutturali sismoresistenti (telai di bordo), essendo i restanti elementi strutturali (travi interne in spessore e pilastri interni) dimensionati dalle combinazioni di carico statiche (SLU).

Si riportano quindi, nelle tabelle seguenti, le verifiche delle travi di bordo 35x60 di ciascuno dei due edifici e quelle dei pilastri di bordo (35x45, 35x60 e 35x80), eseguite con riferimento alle combinazioni di carico *SLD01÷10*.

TRAVI DI BORDO EDIFICIO OVEST

All.	Piano	Trave	Frame	b	h	Luce	Sez.	M_{Ed}	Armatura	M_{Rd}	M_{Ed}/M_{Rd}
A	2	1-2	409	35	60	527	1	-1594883	3+3Φ24	-3120590	0,511
							2	-1956708	3+3Φ24	-3120590	0,627
A	2	2-3	139	35	60	595	2	-1996393	3+3Φ24	-3120590	0,640
							3	-1820697	3+3Φ24	-3120590	0,583
A	2	3-4	411	35	60	220	3	-1882143	3+3Φ24	-3120590	0,603
							4	-1839689	3+3Φ24	-3120590	0,590
A	2	4-5	141	35	60	560	4	-1829956	3+3Φ24	-3120590	0,586
							5	-1995979	3+3Φ24	-3120590	0,640
A	2	5-6	413	35	60	562	5	-1927474	3+3Φ24	-3120590	0,618
							6	-1350931	3+3Φ24	-3120590	0,433
A	1	1-2	233	35	60	527	1	-3398031	4+4Φ24	-4117670	0,825
A	1	2-3	234	35	60	595	2	-3811044	4+4Φ24	-4117670	0,926
							3	-3635294	4+4Φ24	-4117670	0,883
A	1	3-4	21/22/59	35	60	220	3	-3279855	4+4Φ24	-4117670	0,797
							4	-4062770	4+4Φ24	-4117670	0,987
A	1	4-5	237	35	60	560	4	-4081885	4+4Φ24	-4117670	0,991
							5	-3295121	4+4Φ24	-4117670	0,800
A	1	5-6	239	35	60	562	5	-3693535	4+4Φ24	-4117670	0,897
							6	-3636247	4+4Φ24	-4117670	0,883
							6	-2846355	4+4Φ24	-4117670	0,691

All.	Piano	Trave	Frame	b	h	Luce	Sez.	M _{Ed}	Armatura	M _{Rd}	M _{Ed} /M _{Rd}
D	2	1-2	132	35	60	532	1	-1407441	3+3φ24	-3120590	0,451
							2	-2045100	3+3φ24	-3120590	0,655
D	2	2-3	397	35	60	595	2	-2209597	3+3φ24	-3120590	0,708
							3	-1987886	3+3φ24	-3120590	0,637
D	2	3-4	396	35	60	205	3	-1958223	3+3φ24	-3120590	0,628
							4	-1812464	3+3φ24	-3120590	0,581
D	2	4-5	395	35	60	540	4	-1969946	3+3φ24	-3120590	0,631
							5	-2146119	3+3φ24	-3120590	0,688
D	2	5-6	394	35	60	592	5	-2164983	3+3φ24	-3120590	0,694
							6	-1703298	3+3φ24	-3120590	0,546
D	1	1-2	217	35	60	532	1	-2935979	4+4φ24	-4117670	0,713
							2	-3825210	4+4φ24	-4117670	0,929
D	1	2-3	216	35	60	595	2	-3874303	4+4φ24	-4117670	0,941
							3	-3427531	5+5φ24	-5111960	0,670
D	1	3-4	215	35	60	205	3	-4472759	5+5φ24	-5111960	0,875
							4	-4398841	5+5φ24	-5111960	0,860
D	1	4-5	187/61	35	60	540	4	-3628634	5+5φ24	-5111960	0,710
							5	-4117852	5+5φ24	-5111960	0,806
D	1	5-6	82/210	35	60	592	5	-4293729	5+5φ24	-5111960	0,840
							6	-3619971	4+4φ24	-4117670	0,879
1	2	D-C	129	35	60	536,5	D	-2154574	3+3φ24	-3120590	0,690
							C	-2434744	3+3φ24	-3120590	0,780
1	2	C-B	392	35	60	365,5	C	-3081622	3+3φ24	-3120590	0,988
							B	-3059751	3+3φ24	-3120590	0,981
1	2	B-A	393	35	60	377	B	-2608980	3+3φ24	-3120590	0,836
							A	-1942787	3+3φ24	-3120590	0,623
1	1	D-C	196	35	60	536,5	D	-3904249	4+4φ24	-4117670	0,948
							C	-4339967	6+6φ24	-6089610	0,713
1	1	C-B	198	35	60	365,5	C	-5967859	6+6φ24	-6089610	0,980
							B	-5894529	6+6φ24	-6089610	0,968
1	1	B-A	201	35	60	377	B	-4679969	6+6φ24	-6089610	0,769
							A	-3525147	4+4φ24	-4117670	0,856
6	2	D-C	416	35	60	541,5	D	-1778040	3+3φ24	-3120590	0,570
							C	-2175742	3+3φ24	-3120590	0,697
6	2	C-B	415	35	60	365,5	C	-3046505	3+3φ24	-3120590	0,976
							B	-2982814	3+3φ24	-3120590	0,956
6	2	B-A	414	35	60	372	B	-2742427	3+3φ24	-3120590	0,879
							A	-2305785	3+3φ24	-3120590	0,739
6	1	D-C	389	35	60	541,5	D	-3247415	4+4φ24	-4117670	0,789
							C	-4012387	6+6φ24	-6089610	0,659
6	1	C-B	388	35	60	365,5	C	-5991048	6+6φ24	-6089610	0,984
							B	-5792116	6+6φ24	-6089610	0,951
6	1	B-A	387	35	60	372	B	-4982872	6+6φ24	-6089610	0,818
							A	-4061077	4+4φ24	-4117670	0,986

TRAVI DI BORDO EDIFICIO EST

All.	Piano	Trave	Frame	b	h	Luce	Sez.	M _{Ed}	Armatura	M _{Rd}	M _{Ed} /M _{Rd}
B'	2	7-7'	459	35	60	303,5	7	-1275874	2+2φ24	-2118050	0,602
							7'	-1355705	2+2φ24	-2118050	0,640
B'	2	7'-8'	460	35	60	301	7'	-1114069	2+2φ24	-2118050	0,526
							8'	-1313635	2+2φ24	-2118050	0,620
B'	2	8'-8'''	106	35	60	299	8'	-1062587	2+2φ24	-2118050	0,502
							8'''	-1339875	2+2φ24	-2118050	0,633
B'	2	8'''-10	107	35	60	305,5	8'''	-1053509	2+2φ24	-2118050	0,497
							10	-1410167	2+2φ24	-2118050	0,666

All.	Piano	Trave	Frame	b	h	Luce	Sez.	M _{Ed}	Armatura	M _{Rd}	M _{Ed} /M _{Rd}
B'	1	7-7'	155	35	60	303,5	7	-3582664	4+4φ24	-4117670	0,870
							7'	-3057379	3+3φ24	-3120590	0,980
B'	1	7'-8'	156	35	60	301	7'	-2332160	3+3φ24	-3120590	0,747
							8'	-2731857	3+3φ24	-3120590	0,875
B'	1	8'-8'''	104	35	60	299	8'	-2498090	3+3φ24	-3120590	0,801
							8'''	-2734217	3+3φ24	-3120590	0,876
B'	1	8'''-10	105	35	60	305,5	8'''	-2537809	3+3φ24	-3120590	0,813
							10	-3077654	3+3φ24	-3120590	0,986
F	2	7-8	446	35	60	505	7	-1304543	2+2φ24	-2118050	0,616
							8	-2064150	2+2φ24	-2118050	0,975
F	2	8-8"	445	35	60	354	8	-1945190	2+2φ24	-2118050	0,918
							8"	-2095977	2+2φ24	-2118050	0,990
F	2	8"-10	444	35	60	365	8"	-1716101	2+2φ24	-2118050	0,810
							10	-1774979	2+2φ24	-2118050	0,838
F	1	7-8	185	35	60	505	7	-2928880	3+3φ24	-3120590	0,939
							8	-3837194	4+4φ24	-4117670	0,932
F	1	8-8"	184	35	60	354	8	-4057008	4+4φ24	-4117670	0,985
							8"	-4091856	4+4φ24	-4117670	0,994
F	1	8"-10	181	35	60	365	8"	-3783939	4+4φ24	-4117670	0,919
							10	-3860799	4+4φ24	-4117670	0,938
7	2	F-E	464	35	60	607	F	-1227188	2+2φ24	-2118050	0,579
							E	-1317156	2+2φ24	-2118050	0,622
7	2	E-D'	465	35	60	400	E	-1480060	2+2φ24	-2118050	0,699
							D'	-1456364	2+2φ24	-2118050	0,688
7	2	D'-C' 93/294/11	35	60	395		D'	-1407045	2+2φ24	-2118050	0,664
							C'	-1686142	2+2φ24	-2118050	0,796
7	2	C'-B'	467	35	60	232	C'	-1358528	2+2φ24	-2118050	0,641
							B'	-1178031	2+2φ24	-2118050	0,556
7	1	F-E	151	35	60	607	F	-2747478	3+3φ24	-3120590	0,880
							E	-2825286	4+4φ24	-4117670	0,686
7	1	E-D'	152	35	60	400	E	-3418489	4+4φ24	-4117670	0,830
							D'	-3083222	3+3φ24	-3120590	0,988
7	1	D'-C' 77/278/11	35	60	395		D'	-2977175	3+3φ24	-3120590	0,954
							C'	-3532339	4+4φ24	-4117670	0,858
7	1	C'-B'	154	35	60	232	C'	-3108334	4+4φ24	-4117670	0,755
							B'	-2664305	3+3φ24	-3120590	0,854
10	2	F-E	432	35	60	612	F	-1024996	2+2φ24	-2118050	0,484
							E	-1217758	2+2φ24	-2118050	0,575
10	2	E-D'	431	35	60	400	E	-1485854	2+2φ24	-2118050	0,702
							D'	-1322987	2+2φ24	-2118050	0,625
10	2	D'-C'	430	35	60	395	D'	-1441131	2+2φ24	-2118050	0,680
							C'	-1427605	2+2φ24	-2118050	0,674
10	2	C'-B'	429	35	60	227	C'	-1334305	2+2φ24	-2118050	0,630
							B'	-1255927	2+2φ24	-2118050	0,593
10	1	F-E	161	35	60	612	F	-2246654	3+3φ24	-3120590	0,720
							E	-2566541	3+3φ24	-3120590	0,822
10	1	E-D'	160	35	60	400	E	-3096382	3+3φ24	-3120590	0,992
							D'	-3068621	3+3φ24	-3120590	0,983
10	1	D'-C'	159	35	60	395	D'	-3033755	3+3φ24	-3120590	0,972
							C'	-2891716	3+3φ24	-3120590	0,927
10	1	C'-B'	158	35	60	227	C'	-3106558	3+3φ24	-3120590	0,996
							B'	-3055572	3+3φ24	-3120590	0,979

- *Piano primo:*
 - $d_{rx,max} = 1,82 - 1,25 = 0,57 < 1,07 \text{ cm} \rightarrow \text{VERIFICA SODDISFATTA}$
 - $d_{ry,max} = 2,10 - 1,30 = 0,80 < 1,07 \text{ cm} \rightarrow \text{VERIFICA SODDISFATTA}$

I valori massimi degli spostamenti per ogni orizzontamento dell'edificio Est valgono:
- *Piano primo*
 - $d_{x,max} = 1,30 \text{ cm}$
 - $d_{y,max} = 1,13 \text{ cm}$
- *Coperto*
 - $d_{x,max} = 2,16 \text{ cm}$
 - $d_{y,max} = 1,66 \text{ cm}$

I massimi spostamenti d'interpiano ricavati dall'analisi per l'edificio Est risultano quindi:
- *Piano terra:*
 - $d_{rx,max} = 1,30 < 1,40 \text{ cm} \rightarrow \text{VERIFICA SODDISFATTA}$
 - $d_{ry,max} = 1,13 < 1,40 \text{ cm} \rightarrow \text{VERIFICA SODDISFATTA}$
- *Piano primo:*
 - $d_{rx,max} = 2,16 - 1,30 = 0,86 < 1,07 \text{ cm} \rightarrow \text{VERIFICA SODDISFATTA}$
 - $d_{ry,max} = 1,66 - 1,13 = 0,53 < 1,07 \text{ cm} \rightarrow \text{VERIFICA SODDISFATTA}$

MANTENIMENTO DELLA FUNZIONALITÀ

In accordo con il § 7.3.7.3 del D.M. 14-01-2008, essendo la costruzione di Classe IV, gli spostamenti strutturali o le accelerazioni prodotti dalle azioni relative allo SLO non devono essere tali da produrre interruzioni d'uso degli impianti.

Con riferimento alla tabella C8A.9.1 della Circolare n. 617 del 02-02-2009, considerando che il comune di Castel Maggiore si trova in **zona sismica 3**, vengono di seguito riportati i provvedimenti previsti nel progetto per assicurare il mantenimento della funzionalità dei componenti non strutturali.

- *Unità di condizionamento interno*

Unità interne a cassetta a 4 vie per montaggio a controsoffitto (altezza 300 mm) compatta, idonea per essere inserita nei moduli standard, avente carrozzeria in lamiera d'acciaio zincato rivestita di materiale termoacustico di polistirene espanso, pannello decorativo a scelta DL, lavabile, antiurto, di fornitura standard. Dimensioni dell'unità (AxLxP) non superiori a 260 x 575 x 575, peso non superiore a 15,5 kg.

Le unità di condizionamento interno sono appese al solaio in calcestruzzo mediante 4 orecchie fissate con tasselli meccanici ad espansione; regolazione altezza a mezzo di doppio bullone.

- *Unità di condizionamento esterno*

Le unità di condizionamento esterno sono fissate su una struttura metallica portante controventata mediante bulloni con interposti giunti antivibranti in teflon e/o gomma. La struttura

metallica è ancorata alle pareti in muratura e/o laterizio con tasselli meccanici ad espansione o chimici, a giudizio della D.L.

- *Caldaie murali*

Le caldaie del tipo murali sono appese alle pareti in muratura e/o laterizio con tasselli meccanici ad espansione o chimici a giudizio della D.L. e sono collegate alle tubazioni di adduzione dei fluidi e del gas a mezzo di giunti antivibranti “a soffietto” in acciaio inossidabile.

- *Attraversamento delle tubazioni sul giunto sismico*

L'attraversamento del giunto sismico è costituito da giunti flessibili in acciaio ad “U” ivi compresa la variazione ad “S” posti nell'intercapedine tra il controsoffitto ed il solaio in calcestruzzo in grado di assorbire gli spostamenti strutturali previsti.

In particolare il giunto sismico è attraversato da:

- N° 2 tubazioni A/R in tubo di ferro al carbonio Ø max 25 staffate a soffitto con pendini e/o appoggiate a passerella in filo d'acciaio saldato orizzontale, peso al metro lineare della coppia 5,0 kg compreso rivestimento termico.
- N° 3 tubazioni igienico sanitarie in acciaio zincato Ø max 32 staffate a soffitto con pendini e/o appoggiate a passerella in filo d'acciaio saldato orizzontale, peso complessivo al metro lineare 8,0 kg compreso rivestimento termico.

- *Quadri elettrici*

I quadri elettrici sono fissati a parete con tasselli meccanici ad espansione o chimici a giudizio della D.L. con funzione anti caduta.

- *Corpi illuminanti*

I corpi illuminanti da incasso del tipo LED PANEL 30W peso max 1kg dimensioni 596 x 596 x 80 mm sono posti ad incasso entro il controsoffitto in fibra minerale 60x60 e sono comunque appesi al solaio in calcestruzzo mediante 4 pendini fissati con tasselli meccanici ad espansione.

- *Pannelli fotovoltaici*

I pannelli fotovoltaici sono installati sulla copertura piana e poggiano sulla guaina impermeabile tramite supporti in calcestruzzo con funzione anche di zavorra del pannello stesso. La struttura di collegamento tra tutti i pannelli costituisce intercollegamento solidale e conferisce al suo insieme adeguata capacità di mantenimento della loro funzionalità.

- *Controsoffitti*

Sono previste due diverse tipologie:

- in pannelli di fibra minerale 60x60 portati da apposita struttura fornita dalla casa produttrice appesa al solaio in calcestruzzo con pendini fissati con tasselli meccanici ad espansione; il mantenimento della funzionalità è garantito da un sistema di controventatura “tirante-molla”, fornita dalla casa produttrice, disposto nelle quattro direzioni ortogonali, in ragione 1 ogni 10 mq di soffitto con un minimo di tre per stanza,

- in lastre di cartongesso continue, fissate ad apposita orditura metallica fornita dalla casa produttrice; per il mantenimento della funzionalità non sono necessari sistemi di controventamento specifici, essendo il controsoffitto rigido nel suo piano e bloccato contro le pareti d'ambito delle stanze.

- *Pareti divisorie*

Le pareti divisorie interne e le pareti di tamponamento sono progettate secondo i dettami della normativa sismica e sono illustrate nel progetto strutturale.

Con riferimento alla tabella C8A.9.1 della Circolare n. 617 del 02-02-2009 si precisa che il progetto non prevede altri componenti non strutturali oltre a quelli sopra elencati che necessitino di valutazioni specifiche in merito. In particolare non sono previste batterie e generatori della corrente elettrica di emergenza, apparecchiature per il funzionamento dell'impianto telefonico dei call centers di emergenza, caldaie, oltre a quelle murali di cui sopra, trasformatori, componenti da installare su isolatori per le vibrazioni, componenti e serbatoi soggetti al rischio di ribaltamento, tubazioni sospese di diametro superiore ai 100 o 200 mm, scaffalature, ecc.

Autorizzazione sismica

Come prescritto dall'autorizzazione sismica rilasciata dall'Unione Reno Galliera (Prot. n. 4279 del 30/01/2017), sarà cura del progettista ***“fornire, una volta definiti i dettagli degli impianti, le verifiche previste dal § 7.3.7.3 del D.M. 14/01/2008 per le quali verificare che gli spostamenti strutturali o le accelerazioni prodotti dalle azioni relative allo SLO non siano tali da produrre interruzioni d'uso degli impianti”***.

2. AMBIENTI DI MASSIMA SICUREZZA

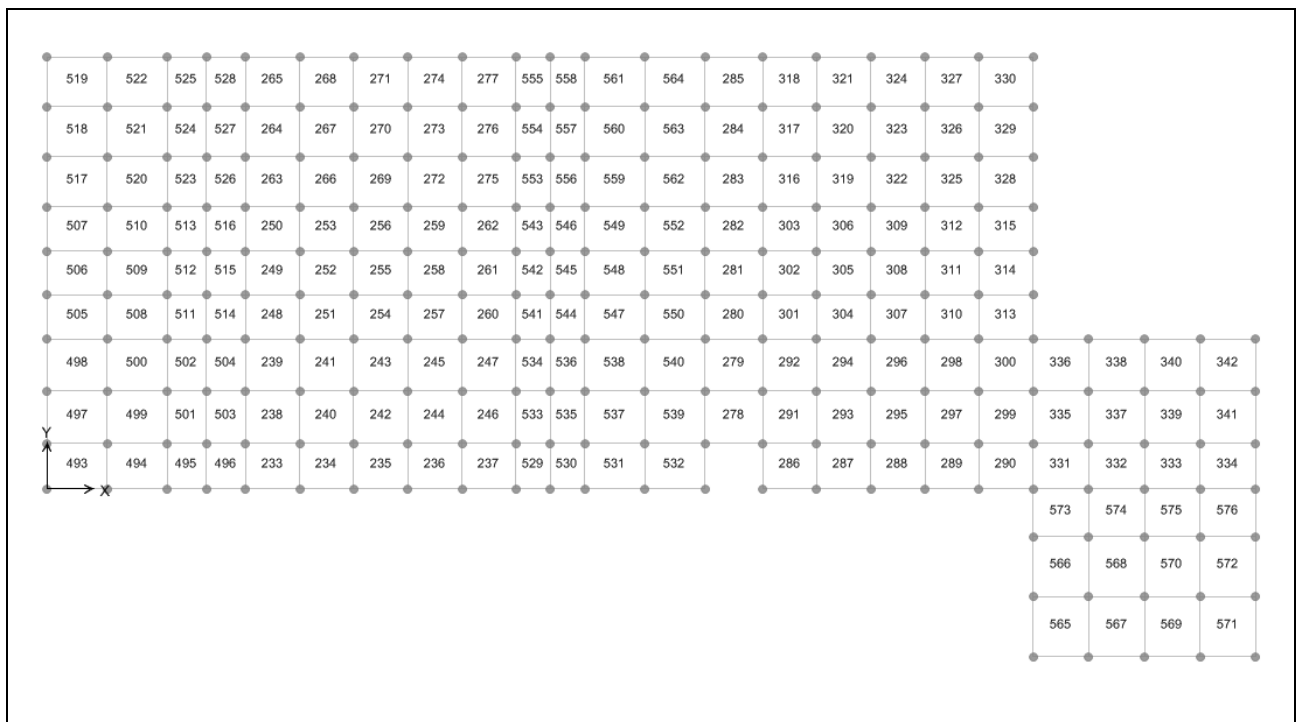
2.1. Stati limite ultimi

Si riportano nei paragrafi seguenti le verifiche agli stati limite ultimi sia statici (SLU), sia sismici (SLV) per ciascuna tipologia di elemento strutturale.

2.1.1. Soletta di coperto

Si riportano di seguito le verifiche delle solette di coperto considerando le sollecitazioni più gravose nelle combinazioni agli stati limite ultimi sia sismiche (SLV), sia statiche (SLU).

I valori delle sollecitazioni sono ricavati dagli shell leggendo i momenti espressi in kgcm/cm.



Numerazione degli shell del coperto.

Le verifiche considerano una soletta di 150 cm di larghezza (gli output del programma vengono pertanto moltiplicati per 150 in modo da ottenere dei momenti in kgcm).

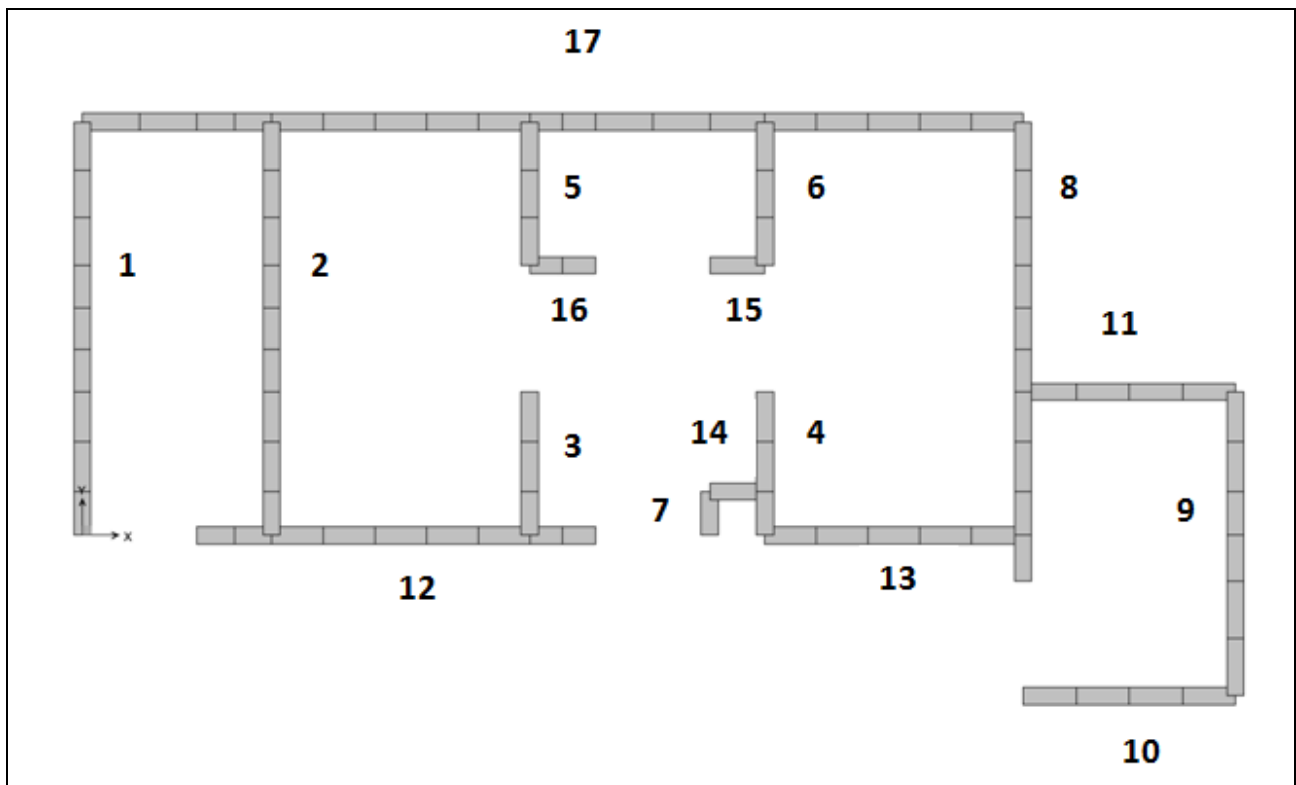
Verifiche a flessione											
b (cm)	h (cm)	Sollecitazione	Armatura longitudinale corrente aggiuntiva			M _{Ed} kgcm	Comb.	shell	M _{Rd} kgcm	coeff. di sicurezza	verifica
150	15	momento massimo	sup	1φ10/15 cm		34 990	SLU01	303	384 181	0.091	≤ 1
			inf	1φ10/15 cm							

2.1.2. Pareti

Di seguito si riportano le resistenze di calcolo dei materiali costituenti le pareti.

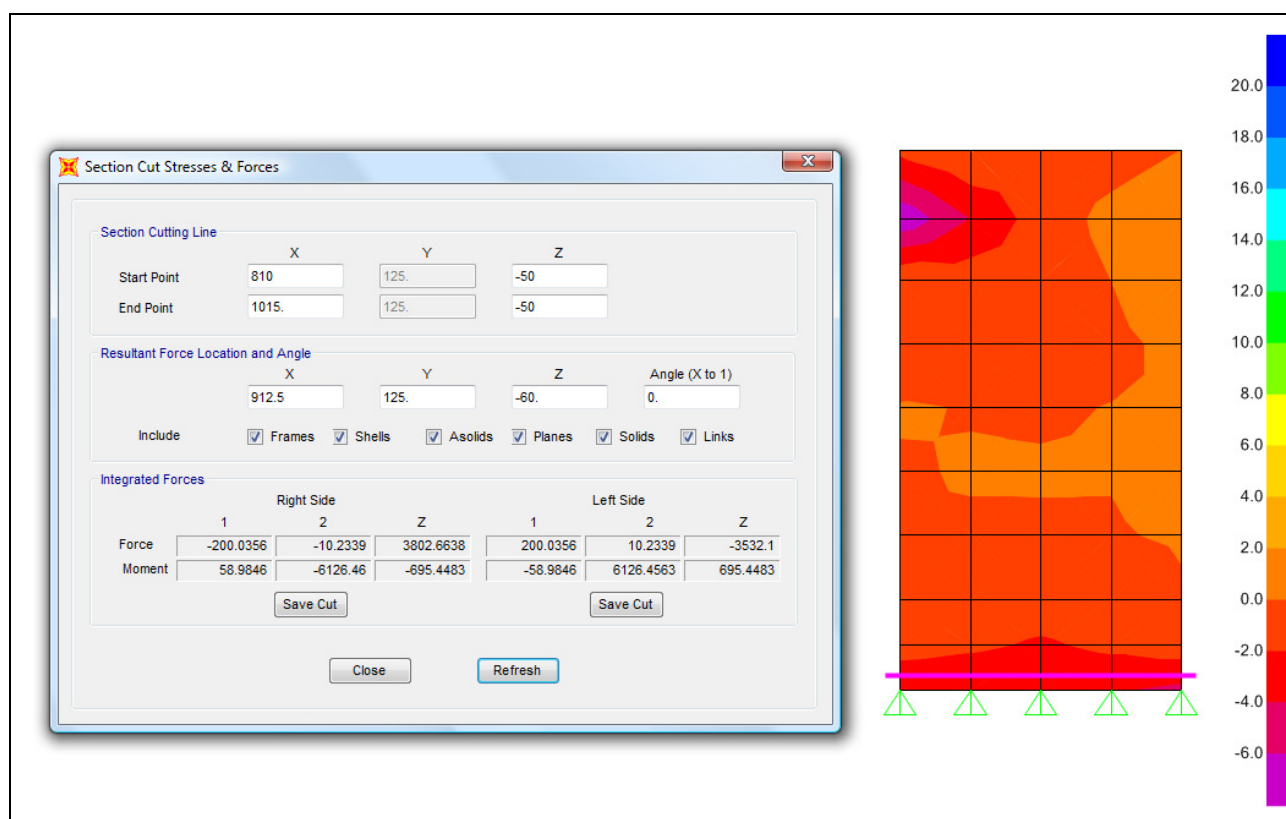
Dati		
Materiali:		
- Calcestruzzo C28/35		
$R_{ck} =$	35 N/mm ² =	350 kg/cm ²
$f_{ck} = 0,83 \cdot R_{ck} =$	29,05 N/mm ² =	290,5 kg/cm ²
$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c =$	16,46 N/mm ² =	164,6 kg/cm ²
$f_{ctm} = 0,30 \cdot f_{ck}^{2/3} =$	2,83 N/mm ² =	28,3 kg/cm ²
$f_{ctk} = 0,7 \cdot f_{ctm} =$	1,98 N/mm ² =	19,8 kg/cm ²
$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c =$	1,32 N/mm ² =	13,2 kg/cm ²
- Acciaio B450C		
$f_{yk} =$	450 N/mm ² =	4500 kg/cm ²
$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s =$	391 N/mm ² =	3913 kg/cm ²
Copriferro: c = 4 cm		

Nelle figure sottostanti si riporta la numerazione delle pareti in c.a..



Numerazione delle pareti.

Per gli elementi bidimensionali l'usuale output è la mappa delle tensioni sull'elemento. Le linee di sezione (Section Cuts) sono uno strumento che permette di avere a disposizione le risultanti delle azioni in corrispondenza di una linea di sezione tracciata graficamente sul modello: un esempio è riportato nella figura sottostante dove la linea di sezione tracciata è rappresentata dal segmento color magenta.



Section Cut della parete 10 nella comb. SLU01.

Per ciascuna parete è stata definita una Section Cut in corrispondenza della sezione maggiormente significativa (alla base o in prossimità dell'inizio delle aperture).

Si procede ora alle verifiche delle pareti (a pressoflessione, a taglio e a scorrimento), i cui dettagli costruttivi sono riportati nella tavola ST-012.

Per quanto riguarda l'utilizzo dei ganci di collegamento, premesso che il D.M. 14-01-2008 non parla di staffe chiuse, ma di generiche barre, per fermare le barre verticali nelle zone confinate (*"Nelle zone confinate l'armatura trasversale deve essere costituita da barre di diametro non inferiore a 6 mm, disposti in modo da fermare una barra verticale ogni due con un passo non superiore a 8 volte il diametro della barra o a 10 cm"*), si precisa che i ganci proposti, il cui dettaglio è riportato nella tavola ST-012, altro non sono che le legature, del tutto equivalenti (ed alternative) alle staffe, di cui parlano a più riprese sia l'Eurocodice 8 (UNI EN 1998-1:20005), sia le Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (bozza di revisione del febbraio 2017), che riportano entrambe la seguente figura esplicativa.

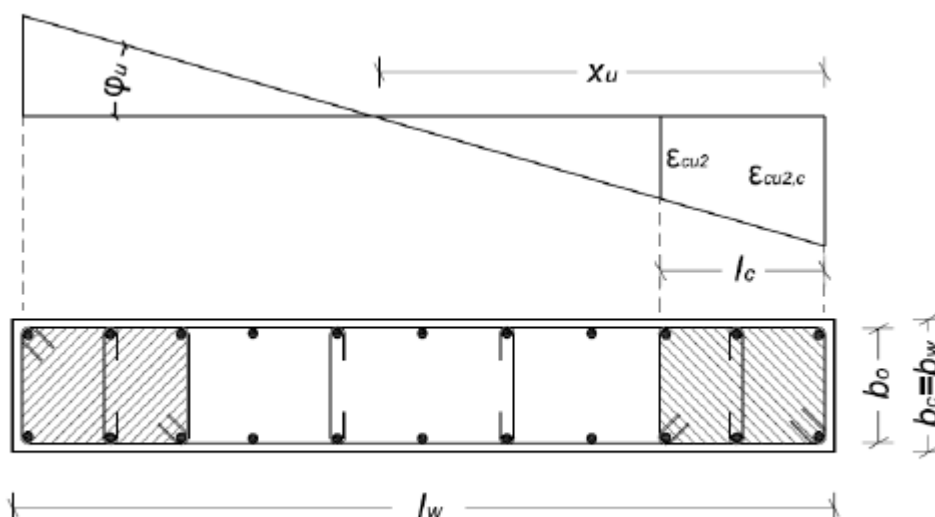


Fig. 7.4.6 – Elementi di bordo di una parete, diagramma delle corrispondenti curvature, schema esemplificativo delle armature di confinamento

Si riportano, a titolo esemplificativo, alcune citazioni tratte dall'Eurocodice 8:

- Punto 5.4.3.4.2(9): "... in modo tale che ogni altra barra longitudinale sia contenuta da una staffa o legatura".
- Punto 5.4.3.2.2(11), richiamato dal punto 5.4.3.4.2(9): "La distanza tra barre longitudinali consecutive contenute da staffe o legature non è maggiore di 200 mm".
- Punto 5.4.3.2.2(10)P, richiamato dal punto 5.4.3.2.2(11): "All'interno delle zone critiche delle colonne sismiche primarie, staffe e legature, di almeno 6 mm di diametro, devono essere disposte in modo tale per cui... sia evitata l'instabilità locale delle barre longitudinali".

Nelle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni, invece, si legge:

- Punto 7.4.6.2.2, richiamato dal punto 7.4.6.2.4: "la distanza tra due barre vincolate consecutive, deve essere non superiore a 15 cm e 20 cm, rispettivamente per CD"A" e CD"B". A tal fine si intendono barre vincolate quelle direttamente trattenute da staffe o da legature".

Alla luce di quanto sopra riportato, si ritiene che confinare le zone critiche anche con le legature (o ganci di collegamento) proposte risulti in linea con la vigente normativa.

VERIFICA A PRESSOFLESSIONE PARETI

Si riportano di seguito le verifiche a pressoflessione delle pareti considerando le condizioni maggiormente gravose nelle combinazioni agli stati limite ultimi sia sismiche, sia statiche.

parete	lunghezza [cm]	Spessore [cm]	Comb		N	M	REd / RRd	
SCUT1	375	15	SLU01	Max	-7231	-23340	0.0079	< 1
SCUT1	375	15	SLV01	Min	-6978	259480	0.0082	< 1
SCUT1	375	15	SLV01	Max	-4148	-295388	0.0061	< 1
SCUT1	375	15	SLV02	Min	-6762	424264	0.0094	< 1
SCUT1	375	15	SLV02	Max	-4363	-460171	0.0082	< 1
SCUT2	375	15	SLU01	Min	-8088	17736	0.0089	< 1
SCUT2	375	15	SLV01	Max	-7077	149193	0.0078	< 1
SCUT2	375	15	SLV01	Min	-5365	-121907	0.0059	< 1
SCUT2	375	15	SLV02	Max	-6604	330611	0.0084	< 1
SCUT2	375	15	SLV02	Min	-5838	-303325	0.0075	< 1
SCUT3	120	15	SLU01	Max	-2739	588	0.0093	< 1
SCUT3	120	15	SLV01	Min	-2697	23787	0.0092	< 1
SCUT3	120	15	SLV01	Max	-1517	-22883	0.0059	< 1
SCUT3	120	15	SLV02	Min	-2678	58797	0.012	< 1
SCUT3	120	15	SLV02	Max	-1536	-57893	0.0097	< 1
SCUT4	120	15	SLU01	Min	-2644	515	0.009	< 1
SCUT4	120	15	SLV01	Max	-2501	26104	0.0088	< 1
SCUT4	120	15	SLV01	Min	-1566	-25312	0.0062	< 1
SCUT4	120	15	SLV02	Max	-2599	62997	0.0123	< 1
SCUT4	120	15	SLV02	Min	-1468	-62205	0.0102	< 1
SCUT5	150	15	SLU01	Max	-2670	1512	0.0073	< 1
SCUT5	150	15	SLV01	Min	-2249	22445	0.0062	< 1
SCUT5	150	15	SLV01	Max	-1858	-20119	0.0051	< 1
SCUT5	150	15	SLV02	Min	-2214	52735	0.0075	< 1
SCUT5	150	15	SLV02	Max	-1893	-50409	0.0068	< 1
SCUT6	150	15	SLU01	Min	-2639	281	0.0072	< 1
SCUT6	150	15	SLV01	Max	-2310	22759	0.0063	< 1
SCUT6	150	15	SLV01	Min	-1749	-22328	0.005	< 1
SCUT6	150	15	SLV02	Max	-2203	53168	0.0075	< 1
SCUT6	150	15	SLV02	Min	-1856	-52737	0.0069	< 1
SCUT7	50	15	SLU01	Max	-715	311	0.0004	< 1
SCUT7	50	15	SLV01	Min	-1053	3117	0.0042	< 1
SCUT7	50	15	SLV01	Max	-47	-2639	0.0035	< 1
SCUT7	50	15	SLV02	Min	-819	3639	0.0049	< 1
SCUT7	50	15	SLV02	Max	-282	-3160	0.0042	< 1
SCUT8	400	15	SLU01	Min	-7495	60599	0.0077	< 1
SCUT8	400	15	SLV01	Max	-6715	274580	0.0074	< 1
SCUT8	400	15	SLV01	Min	-4815	-181351	0.0052	< 1
SCUT8	400	15	SLV02	Max	-6259	514925	0.009	< 1
SCUT8	400	15	SLV02	Min	-5271	-421696	0.0075	< 1
SCUT9	280	15	SLU01	Max	-5412	6334	0.0079	< 1
SCUT9	280	15	SLV01	Min	-6131	141361	0.0092	< 1
SCUT9	280	15	SLV01	Max	-2195	-131616	0.0046	< 1

parete	lunghezza [cm]	Spessore [cm]	Comb		N	M	REd / RRd	
SCUT9	280	15	SLV02	Min	-5116	241545	0.0095	< 1
SCUT9	280	15	SLV02	Max	-3210	-231800	0.0076	< 1
SCUT10	200	15	SLU01	Min	-3653	-20328	0.0074	< 1
SCUT10	200	15	SLV01	Max	-4296	65866	0.0088	< 1
SCUT10	200	15	SLV01	Min	-1324	-97139	0.0057	< 1
SCUT10	200	15	SLV02	Max	-5110	36832	0.0104	< 1
SCUT10	200	15	SLV02	Min	-511	-68105	0.0045	< 1
SCUT11	200	15	SLU01	Max	-3803	-6126	0.0077	< 1
SCUT11	200	15	SLV01	Min	-4268	77905	0.0091	< 1
SCUT11	200	15	SLV01	Max	-1583	-87330	0.0054	< 1
SCUT11	200	15	SLV02	Min	-4455	50050	0.009	< 1
SCUT11	200	15	SLV02	Max	-1395	-59475	0.0041	< 1
SCUT12	310	15	SLU01	Min	-7253	-9334	0.0095	< 1
SCUT12	310	15	SLV01	Max	-6926	271954	0.0104	< 1
SCUT12	310	15	SLV01	Min	-4231	-286313	0.0081	< 1
SCUT12	310	15	SLV02	Max	-8627	128433	0.0113	< 1
SCUT12	310	15	SLV02	Min	-2531	-142793	0.0044	< 1
SCUT13	240	15	SLU01	Max	-5143	22592	0.0087	< 1
SCUT13	240	15	SLV01	Min	-4950	10785	0.0087	< 1
SCUT13	240	15	SLV01	Max	-2962	-67029	0.0053	< 1
SCUT13	240	15	SLV02	Min	-6073	72017	0.0103	< 1
SCUT13	240	15	SLV02	Max	-1839	-37261	0.0032	< 1
SCUT14	60	15	SLU01	Min	-1084	-126	0.0071	< 1
SCUT14	60	15	SLV01	Max	-1173	8484	0.0087	< 1
SCUT14	60	15	SLV01	Min	-494	-8678	0.0056	< 1
SCUT14	60	15	SLV02	Max	-1005	4876	0.0068	< 1
SCUT14	60	15	SLV02	Min	-662	-5070	0.005	< 1
SCUT15	60	15	SLU01	Max	-1268	228	0.0083	< 1
SCUT15	60	15	SLV01	Min	-1343	6778	0.0091	< 1
SCUT15	60	15	SLV01	Max	-608	-6428	0.0052	< 1
SCUT15	60	15	SLV02	Min	-1540	3573	0.0101	< 1
SCUT15	60	15	SLV02	Max	-411	-3222	0.0031	< 1
SCUT16	60	15	SLU01	Min	-1451	-820	0.0095	< 1
SCUT16	60	15	SLV01	Max	-1520	8720	0.0106	< 1
SCUT16	60	15	SLV01	Min	-712	-9982	0.007	< 1
SCUT16	60	15	SLV02	Max	-1681	3486	0.011	< 1
SCUT16	60	15	SLV02	Min	-552	-4748	0.0043	< 1
SCUT17	830	15	SLU01	Max	-17854	-28636	0.0089	< 1
SCUT17	830	15	SLV01	Min	-17443	946362	0.0086	< 1
SCUT17	830	15	SLV01	Max	-10025	-990417	0.0056	< 1
SCUT17	830	15	SLV02	Min	-22852	425871	0.0113	< 1
SCUT17	830	15	SLV02	Max	-4616	-469926	0.0026	< 1

VERIFICA A TAGLIO PARETI

In accordo con il § 7.4.4.5.1 del D.M. 14-01-2008, le sollecitazioni di taglio sono state incrementate del 50%.

Verifiche a taglio													
n° parete	l (cm)	t (cm)	Staffe			Comb.	V _{Rsd} kg	V _{Rcd} kg	V _{Ed} kg	1,5 · V _{Ed} kg	V _{Rd} kg	coeff. di sicurezza	
			φ (mm)	s (cm)	br.								
SCUT1	375	15	8	10	2	SLU01	131350	206121	11	16	≤	131350	0.000 ≤ 1
SCUT1	375	15	8	10	2	SLV01	131350	206121	1308	1962	≤	131350	0.015 ≤ 1
SCUT1	375	15	8	10	2	SLV01	131350	206121	1324	1986	≤	131350	0.015 ≤ 1
SCUT1	375	15	8	10	2	SLV02	131350	206121	2492	3738	≤	131350	0.028 ≤ 1
SCUT1	375	15	8	10	2	SLV02	131350	206121	2508	3763	≤	131350	0.029 ≤ 1
SCUT2	375	15	8	10	2	SLU01	131350	206121	22	33	≤	131350	0.000 ≤ 1
SCUT2	375	15	8	10	2	SLV01	131350	206121	1854	2781	≤	131350	0.021 ≤ 1
SCUT2	375	15	8	10	2	SLV01	131350	206121	1820	2730	≤	131350	0.021 ≤ 1
SCUT2	375	15	8	10	2	SLV02	131350	206121	3737	5606	≤	131350	0.043 ≤ 1
SCUT2	375	15	8	10	2	SLV02	131350	206121	3704	5556	≤	131350	0.042 ≤ 1
SCUT3	120	15	8	10	2	SLU01	41069	64447	280	419	≤	41069	0.010 ≤ 1
SCUT3	120	15	8	10	2	SLV01	41069	64447	631	946	≤	41069	0.023 ≤ 1
SCUT3	120	15	8	10	2	SLV01	41069	64447	200	300	≤	41069	0.007 ≤ 1
SCUT3	120	15	8	10	2	SLV02	41069	64447	1184	1776	≤	41069	0.043 ≤ 1
SCUT3	120	15	8	10	2	SLV02	41069	64447	754	1131	≤	41069	0.028 ≤ 1
SCUT4	120	15	8	10	2	SLU01	41069	64447	214	321	≤	41069	0.008 ≤ 1
SCUT4	120	15	8	10	2	SLV01	41069	64447	673	1009	≤	41069	0.025 ≤ 1
SCUT4	120	15	8	10	2	SLV01	41069	64447	343	515	≤	41069	0.013 ≤ 1
SCUT4	120	15	8	10	2	SLV02	41069	64447	1150	1725	≤	41069	0.042 ≤ 1
SCUT4	120	15	8	10	2	SLV02	41069	64447	821	1231	≤	41069	0.030 ≤ 1
SCUT5	150	15	8	10	2	SLU01	51690	81115	305	457	≤	51690	0.009 ≤ 1
SCUT5	150	15	8	10	2	SLV01	51690	81115	248	372	≤	51690	0.007 ≤ 1
SCUT5	150	15	8	10	2	SLV01	51690	81115	716	1075	≤	51690	0.021 ≤ 1
SCUT5	150	15	8	10	2	SLV02	51690	81115	938	1408	≤	51690	0.027 ≤ 1
SCUT5	150	15	8	10	2	SLV02	51690	81115	1407	2111	≤	51690	0.041 ≤ 1
SCUT6	150	15	8	10	2	SLU01	51690	81115	301	452	≤	51690	0.009 ≤ 1
SCUT6	150	15	8	10	2	SLV01	51690	81115	288	432	≤	51690	0.008 ≤ 1
SCUT6	150	15	8	10	2	SLV01	51690	81115	751	1127	≤	51690	0.022 ≤ 1
SCUT6	150	15	8	10	2	SLV02	51690	81115	1000	1500	≤	51690	0.029 ≤ 1
SCUT6	150	15	8	10	2	SLV02	51690	81115	1463	2195	≤	51690	0.042 ≤ 1
SCUT7	50	15	8	10	2	SLU01	16286	25557	67	101	≤	16286	0.006 ≤ 1
SCUT7	50	15	8	10	2	SLV01	16286	25557	229	343	≤	16286	0.021 ≤ 1
SCUT7	50	15	8	10	2	SLV01	16286	25557	126	188	≤	16286	0.012 ≤ 1
SCUT7	50	15	8	10	2	SLV02	16286	25557	175	262	≤	16286	0.016 ≤ 1
SCUT7	50	15	8	10	2	SLV02	16286	25557	72	108	≤	16286	0.007 ≤ 1
SCUT8	400	15	8	10	2	SLU01	140201	220010	40	61	≤	140201	0.000 ≤ 1
SCUT8	400	15	8	10	2	SLV01	140201	220010	1964	2946	≤	140201	0.021 ≤ 1
SCUT8	400	15	8	10	2	SLV01	140201	220010	2026	3039	≤	140201	0.022 ≤ 1
SCUT8	400	15	8	10	2	SLV02	140201	220010	4208	6312	≤	140201	0.045 ≤ 1
SCUT8	400	15	8	10	2	SLV02	140201	220010	4271	6406	≤	140201	0.046 ≤ 1
SCUT9	280	15	8	10	2	SLU01	97716	153340	74	111	≤	97716	0.001 ≤ 1
SCUT9	280	15	8	10	2	SLV01	97716	153340	1491	2237	≤	97716	0.023 ≤ 1
SCUT9	280	15	8	10	2	SLV01	97716	153340	1378	2067	≤	97716	0.021 ≤ 1
SCUT9	280	15	8	10	2	SLV02	97716	153340	2664	3996	≤	97716	0.041 ≤ 1
SCUT9	280	15	8	10	2	SLV02	97716	153340	2551	3826	≤	97716	0.039 ≤ 1
SCUT10	200	15	8	10	2	SLU01	69393	108894	64	95	≤	69393	0.001 ≤ 1
SCUT10	200	15	8	10	2	SLV01	69393	108894	1014	1521	≤	69393	0.022 ≤ 1
SCUT10	200	15	8	10	2	SLV01	69393	108894	1112	1668	≤	69393	0.024 ≤ 1
SCUT10	200	15	8	10	2	SLV02	69393	108894	616	923	≤	69393	0.013 ≤ 1

Verifiche a taglio												
n° parete	l (cm)	t (cm)	Staffe			Comb.	V _{Rsd} kg	V _{Rcd} kg	V _{Ed} kg	1,5 · V _{Ed} kg	V _{Rd} kg	coeff. di sicurezza
			φ (mm)	s (cm)	br.							
SCUT10	200	15	8	10	2	SLV02	69393	108894	714	1070 ≤	69393	0.015 ≤ 1
SCUT11	200	15	8	10	2	SLU01	69393	108894	200	300 ≤	69393	0.004 ≤ 1
SCUT11	200	15	8	10	2	SLV01	69393	108894	1218	1827 ≤	69393	0.026 ≤ 1
SCUT11	200	15	8	10	2	SLV01	69393	108894	1525	2288 ≤	69393	0.033 ≤ 1
SCUT11	200	15	8	10	2	SLV02	69393	108894	943	1414 ≤	69393	0.020 ≤ 1
SCUT11	200	15	8	10	2	SLV02	69393	108894	1250	1876 ≤	69393	0.027 ≤ 1
SCUT12	310	15	8	10	2	SLU01	108337	170008	94	140 ≤	108337	0.001 ≤ 1
SCUT12	310	15	8	10	2	SLV01	108337	170008	2559	3838 ≤	108337	0.035 ≤ 1
SCUT12	310	15	8	10	2	SLV01	108337	170008	2415	3622 ≤	108337	0.033 ≤ 1
SCUT12	310	15	8	10	2	SLV02	108337	170008	1270	1904 ≤	108337	0.018 ≤ 1
SCUT12	310	15	8	10	2	SLV02	108337	170008	1126	1688 ≤	108337	0.016 ≤ 1
SCUT13	240	15	8	10	2	SLU01	83554	131117	11	16 ≤	83554	0.000 ≤ 1
SCUT13	240	15	8	10	2	SLV01	83554	131117	1576	2364 ≤	83554	0.028 ≤ 1
SCUT13	240	15	8	10	2	SLV01	83554	131117	1559	2339 ≤	83554	0.028 ≤ 1
SCUT13	240	15	8	10	2	SLV02	83554	131117	815	1223 ≤	83554	0.015 ≤ 1
SCUT13	240	15	8	10	2	SLV02	83554	131117	799	1198 ≤	83554	0.014 ≤ 1
SCUT14	60	15	8	10	2	SLU01	19826	31113	11	17 ≤	19826	0.001 ≤ 1
SCUT14	60	15	8	10	2	SLV01	19826	31113	339	509 ≤	19826	0.026 ≤ 1
SCUT14	60	15	8	10	2	SLV01	19826	31113	322	483 ≤	19826	0.024 ≤ 1
SCUT14	60	15	8	10	2	SLV02	19826	31113	173	259 ≤	19826	0.013 ≤ 1
SCUT14	60	15	8	10	2	SLV02	19826	31113	156	233 ≤	19826	0.012 ≤ 1
SCUT15	60	15	8	10	2	SLU01	19826	31113	27	40 ≤	19826	0.002 ≤ 1
SCUT15	60	15	8	10	2	SLV01	19826	31113	137	206 ≤	19826	0.010 ≤ 1
SCUT15	60	15	8	10	2	SLV01	19826	31113	179	268 ≤	19826	0.014 ≤ 1
SCUT15	60	15	8	10	2	SLV02	19826	31113	122	183 ≤	19826	0.009 ≤ 1
SCUT15	60	15	8	10	2	SLV02	19826	31113	163	245 ≤	19826	0.012 ≤ 1
SCUT16	60	15	8	10	2	SLU01	19826	31113	35	53 ≤	19826	0.003 ≤ 1
SCUT16	60	15	8	10	2	SLV01	19826	31113	225	338 ≤	19826	0.017 ≤ 1
SCUT16	60	15	8	10	2	SLV01	19826	31113	171	257 ≤	19826	0.013 ≤ 1
SCUT16	60	15	8	10	2	SLV02	19826	31113	174	261 ≤	19826	0.013 ≤ 1
SCUT16	60	15	8	10	2	SLV02	19826	31113	120	180 ≤	19826	0.009 ≤ 1
SCUT17	830	15	8	10	2	SLU01	292440	458910	92	138 ≤	292440	0.000 ≤ 1
SCUT17	830	15	8	10	2	SLV01	292440	458910	4957	7436 ≤	292440	0.025 ≤ 1
SCUT17	830	15	8	10	2	SLV01	292440	458910	4816	7223 ≤	292440	0.025 ≤ 1
SCUT17	830	15	8	10	2	SLV02	292440	458910	2223	3334 ≤	292440	0.011 ≤ 1
SCUT17	830	15	8	10	2	SLV02	292440	458910	2081	3122 ≤	292440	0.011 ≤ 1

VERIFICA ALLO SCORRIMENTO PARETI

Per ogni parete è stata considerata la massima sollecitazione tagliante incrementata del 50%.

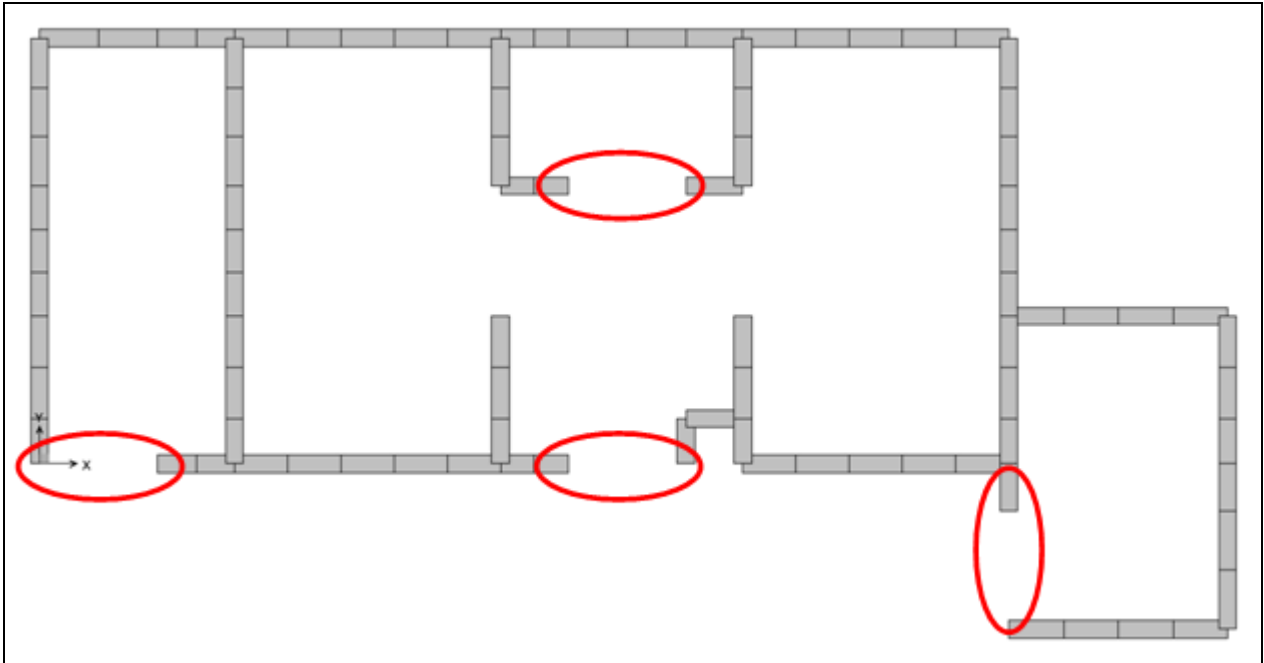
Scorrimento nelle zone critiche														
n° parete	l	t	ΣA_{si}	N _{Ed} kg	M _{Ed} kgcm	ξ	V _{dd} kg	V _{id} kg	V _{ld} kg	V _{Ed} kg	V _{Rd} kg		coeff. di sicurezza	
	(cm)	(cm)	(cm²)											
1	375	15	46.15	-7231	460171	0.843	45147	0	88642	3763	≤	133789	0.028	≤ 1
2	375	15	46.15	-8088	330611	1.002	45147	0	104398	5606	≤	149545	0.037	≤ 1
3	120	15	14.76	-2739	58797	0.854	14439	0	28547	1776	≤	42986	0.041	≤ 1
4	120	15	14.76	-2644	62997	0.816	14439	0	27372	1725	≤	41811	0.041	≤ 1
5	150	15	18.46	-2670	52735	0.944	18059	0	39655	2111	≤	57714	0.037	≤ 1
6	150	15	18.46	-2639	53168	0.938	18059	0	39428	2195	≤	57486	0.038	≤ 1
7	50	15	7.53	-1053	3639	1.074	7366	0	18357	343	≤	25723	0.013	≤ 1
8	400	15	49.22	-7495	514925	0.839	48150	0	94184	6406	≤	142334	0.045	≤ 1
9	280	15	34.44	-6131	241545	0.909	33691	0	70811	3996	≤	104502	0.038	≤ 1
10	200	15	24.60	-5110	97139	0.986	24065	0	54285	1668	≤	78350	0.021	≤ 1
11	200	15	24.60	-4455	87330	1.000	24065	0	55384	2288	≤	79449	0.029	≤ 1
12	310	15	38.13	-8627	286313	0.998	37301	0	84902	3838	≤	122203	0.031	≤ 1
13	240	15	29.52	-6073	101785	1.070	28878	0	70601	2364	≤	99479	0.024	≤ 1
14	60	15	9.04	-1173	8678	1.000	8843	0	20619	509	≤	29462	0.017	≤ 1
15	60	15	9.04	-1540	6778	1.070	8843	0	21813	268	≤	30656	0.009	≤ 1
16	60	15	9.04	-1681	9982	0.999	8843	0	20329	338	≤	29172	0.012	≤ 1
17	830	15	102.09	-22852	990417	1.136	99871	0	257688	7436	≤	357559	0.021	≤ 1

2.1.3. Travi di accoppiamento

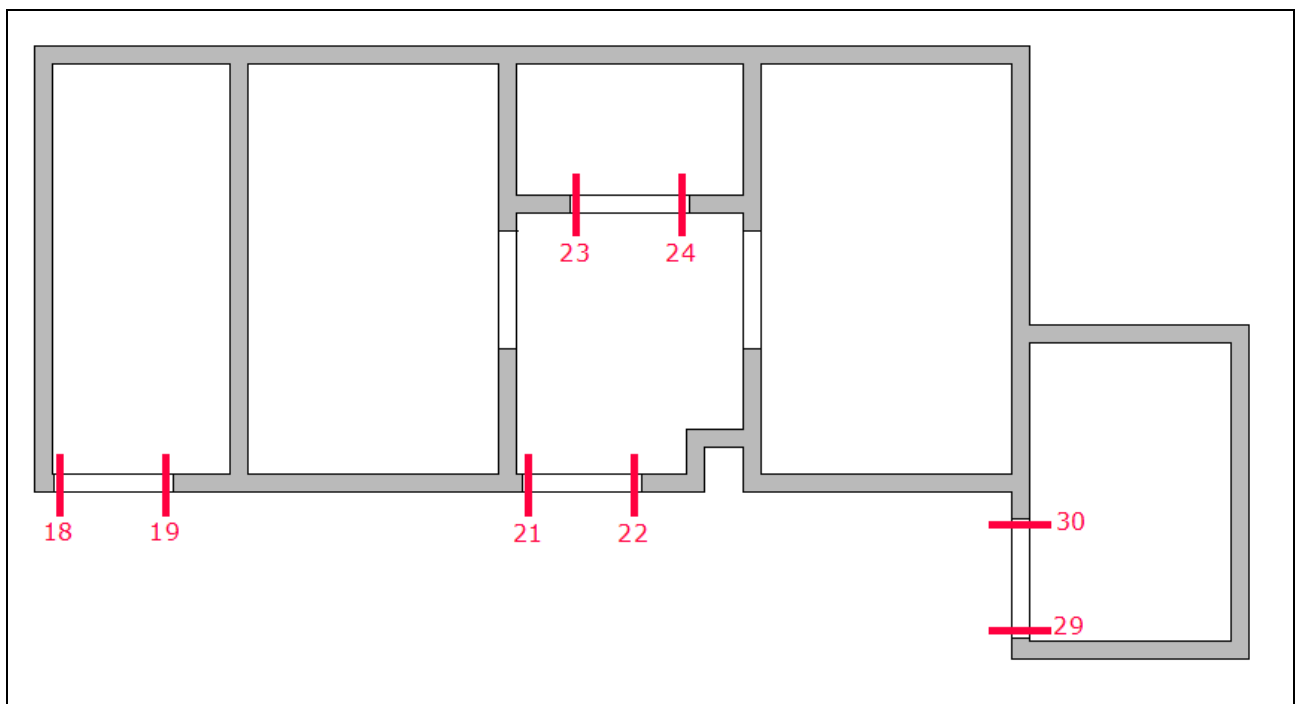
In accordo con il § 7.4.4.6 del D.M. 14-01-2008, la verifica delle travi di accoppiamento va eseguita con i procedimenti contenuti nel §7.4.4.1 se è soddisfatta almeno una delle due condizioni seguenti:

- a) Il rapporto tra luce netta e altezza è uguale o superiore a 3;
- b) La sollecitazione di taglio di calcolo risulta: $V_{Ed} \leq f_{ctd} \cdot b \cdot d$.

Nel caso in esame le travi di accoppiamento sono evidenziate nelle immagini sottostanti.



Localizzazione delle travi di accoppiamento.



Section Cuts in corrispondenza delle travi di accoppiamento.

Tutte le travi di accoppiamento presenti rispettano la condizione b), infatti il valore massimo della sollecitazione di taglio ottenuta dalle Section Cut nelle posizioni sopra indicate è pari a:

$$V_{Ed} = 1001 \text{ kg} < f_{ctd} \cdot b \cdot d = 13,8 \cdot 15 \cdot 65 = 13455 \text{ kg}$$

Si riporta di seguito la verifica a flessione e taglio delle travi in accordo con il § 7.4.4.1 del D.M. 14-01-2008.

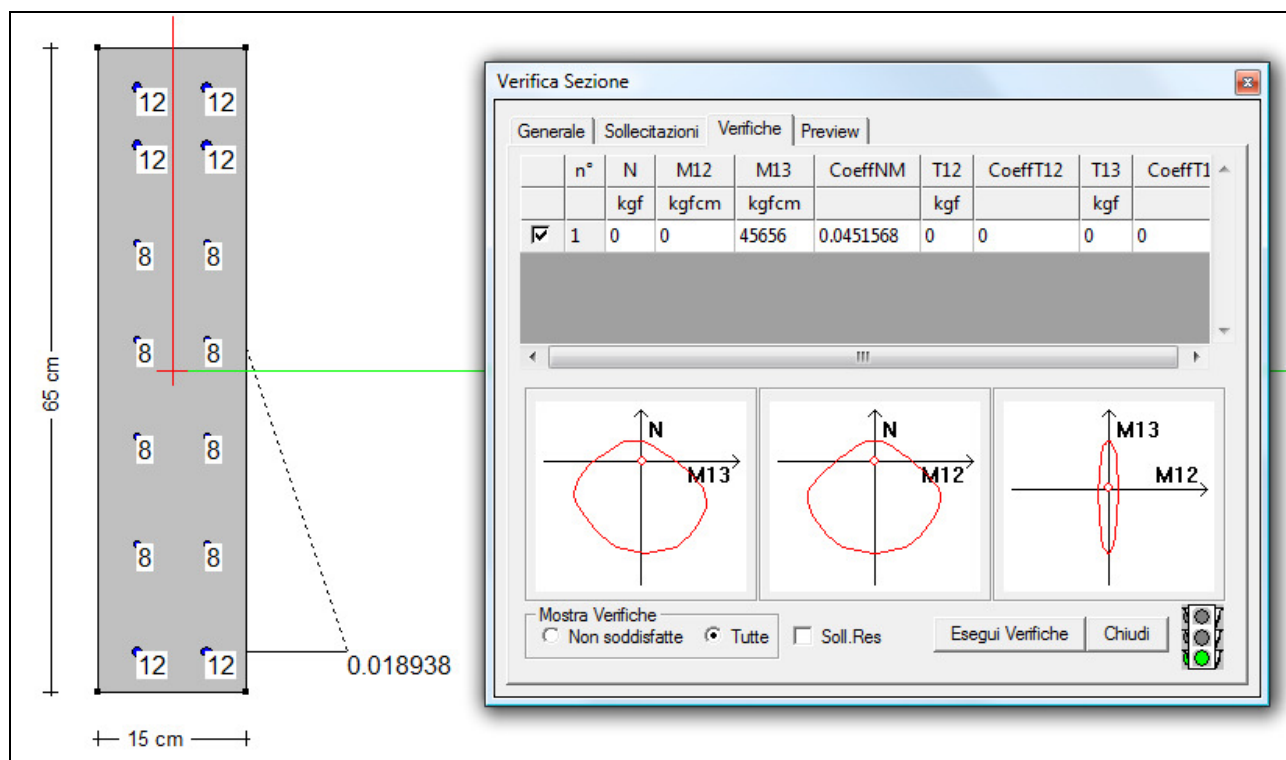
Si considera la condizione più gravosa tra le combinazioni sia sismiche (SLV), sia statiche (SLV).

VERIFICA A FLESSIONE

Il valore massimo del momento flettente si ha nella Section Cut 22 nella combinazione SLV02:

$$M_{Ed} = 45656 \text{ kgcm}$$

Le travi sono armate con barre orizzontali $\Phi 12$ alle estremità e barre $\Phi 8$ di pelle. Le staffe sono $\Phi 10/15 \text{ cm}$.



$$M_{Ed} / M_{Rd} = 0,045 < 1 \rightarrow \text{VERIFICA SODDISFATTA}$$

VERIFICA A TAGLIO

Per quanto riguarda la verifica a taglio, le sollecitazioni di calcolo V_{Ed} sono determinate sommando il contributo dovuto ai carichi gravitazionali agenti sulla trave (combinazione statica associata all'azione sismica, $QPERM$) alle sollecitazioni di taglio corrispondenti alla formazione delle cerniere plastiche nella trave e prodotte dai momenti resistenti $M_{b,Rd,1,2}$ delle due sezioni di estremità. Essendo la classe di duttilità CD "B", il fattore di sovraresistenza è $\gamma_{Rd} = 1$.

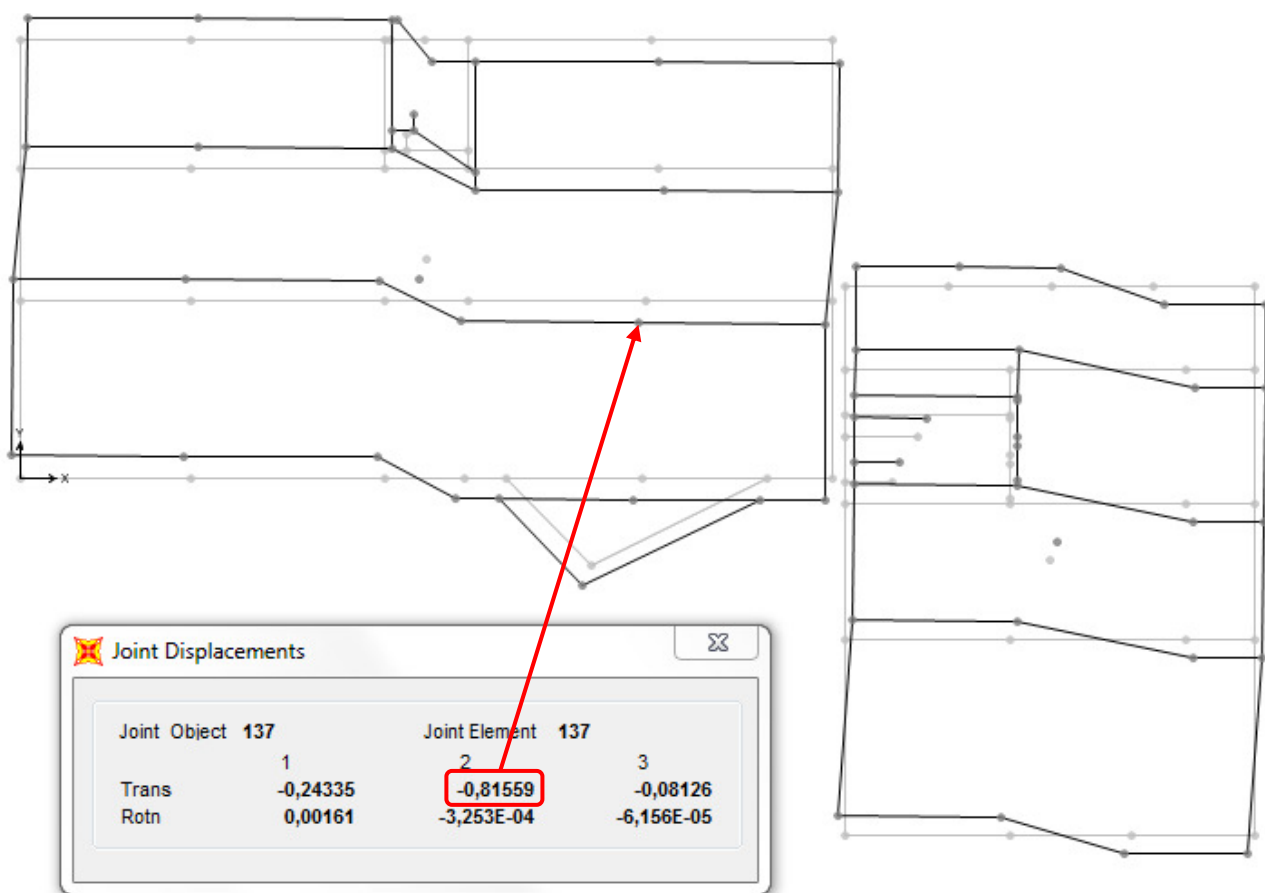
Verifiche a taglio

b_w (cm)	h (cm)	Staffe			Comb.	L cm	M_{Rd} kgcm	$V_{ed,gerarchia}$ kg	$V_{ed,qperm}$ kg	V_{Ed} kg	V_{Rd} kg	coeff. di sicurezza	ctg Θ	V_{Rsd} kg	V_{Rcd} kg
		ϕ (mm)	s (cm)	br.											
15	65	10	15	2	SLV01	100	1011055	20221	289	20 510	≤ 31 918	0.643 ≤ 1	1.419	31 918	31 918

2.1.4. Giunto sismico

Dal modello di calcolo delle strutture in elevazione degli edifici principali si ricava, a livello del solaio del primo piano, in corrispondenza dei pilastri adiacenti agli ambienti di massima sicurezza, il seguente massimo spostamento dell'edificio Ovest, che si verifica in direzione Y nella combinazione di carico *SLV09*:

- $d_{Ee} = 0,82$ cm



Configurazione deformata del piano primo nella combinazione SLV09 (il software di calcolo visualizza, per ciascun nodo, il massimo spostamento tra quelli positivo e negativo risultanti dall'analisi dinamica, motivo per cui la deformata appare distorta).

In accordo con il §7.3.3.3. del D.M. 14-01-2008 tale valore deve essere amplificato del valore μ_d , essendo:

- $\mu_d = 1 + (q-1) \cdot T_c / T_1$ per $T_1 < T_c$
- $\mu_d = q$ per $T_1 \geq T_c$

Il periodo di vibrazione principale dell'edificio Ovest in direzione Y vale:

$$T_{1Y} = 0,4355 \text{ s}$$

Essendo $T_C = 0,4634$ s e $q = 3,9$, si ha:

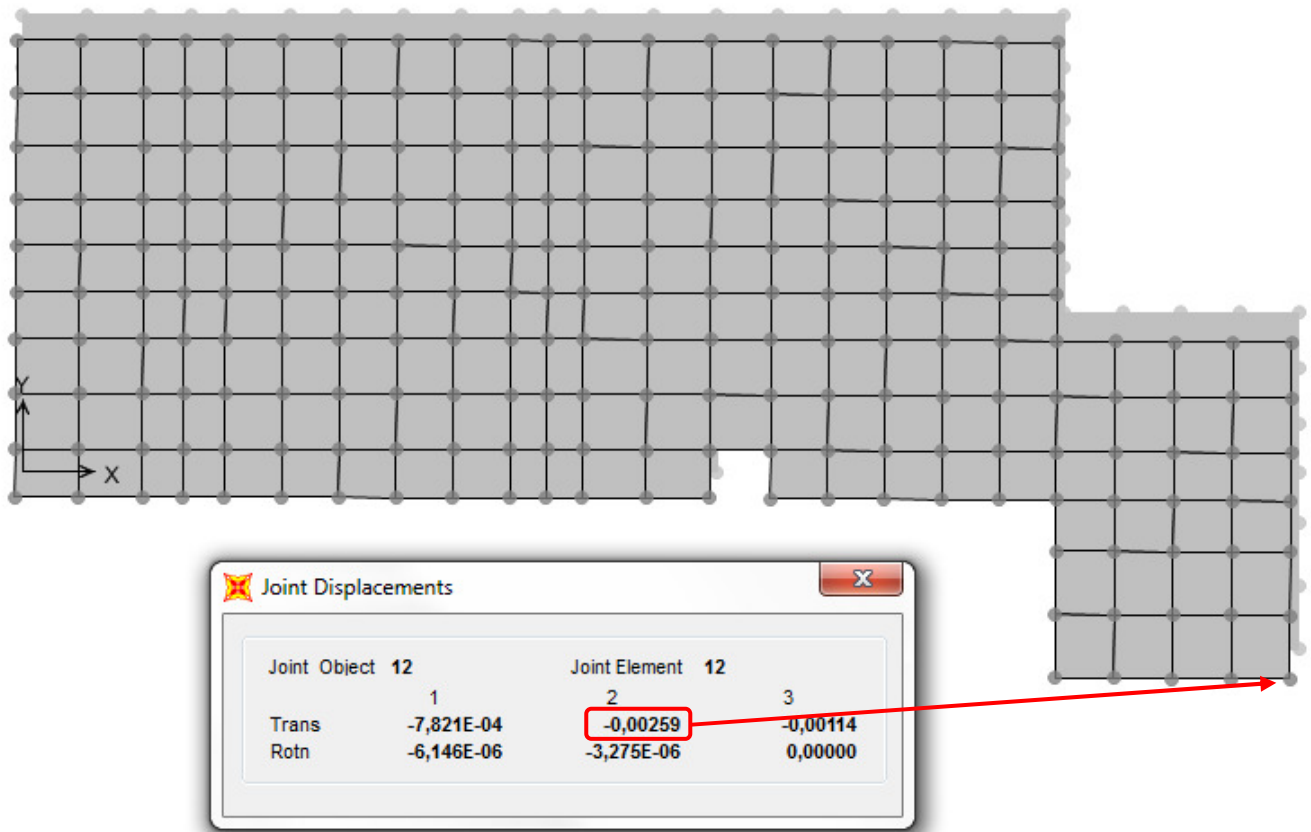
$$\mu_d = 1 + (3,9-1) \cdot 0,4634 / 0,4355 = 4,09$$

Quindi:

$$d_E = \mu_d \cdot d_{Ee} = 4,09 \cdot 0,82 = 3,35 \text{ cm}$$

Dal modello di calcolo della struttura a pareti degli ambienti di massima sicurezza si ricava, a livello della soletta di coperto, il seguente massimo spostamento, che si verifica in direzione Y nella combinazione di carico *SLV02*:

- $d_{Ee} = 0,0026$ cm



Configurazione deformata della soletta di coperto della struttura a pareti degli ambienti di massima sicurezza nella combinazione SLV02.

In accordo con il §7.3.3.3. del D.M. 14-01-2008 tale valore deve essere amplificato del valore μ_d , essendo:

- $\mu_d = 1 + (q-1) \cdot T_C / T_1$ per $T_1 < T_C$
- $\mu_d = q$ per $T_1 \geq T_C$

In ogni caso dev'essere $\mu_d \leq 5q - 4$.

Il periodo di vibrazione principale della struttura in direzione Y vale:

$$T_{1Y} = 0,0156 \text{ s}$$

Essendo $T_C = 0,4634$ s e $q = 2,4$, si ha:

$$\mu_d = 1 + (2,4-1) \cdot 0,4634 / 0,0156 = 42,59 > 5 \cdot 2,4 - 4 = 8 \rightarrow \mu_d = 8$$

Quindi:

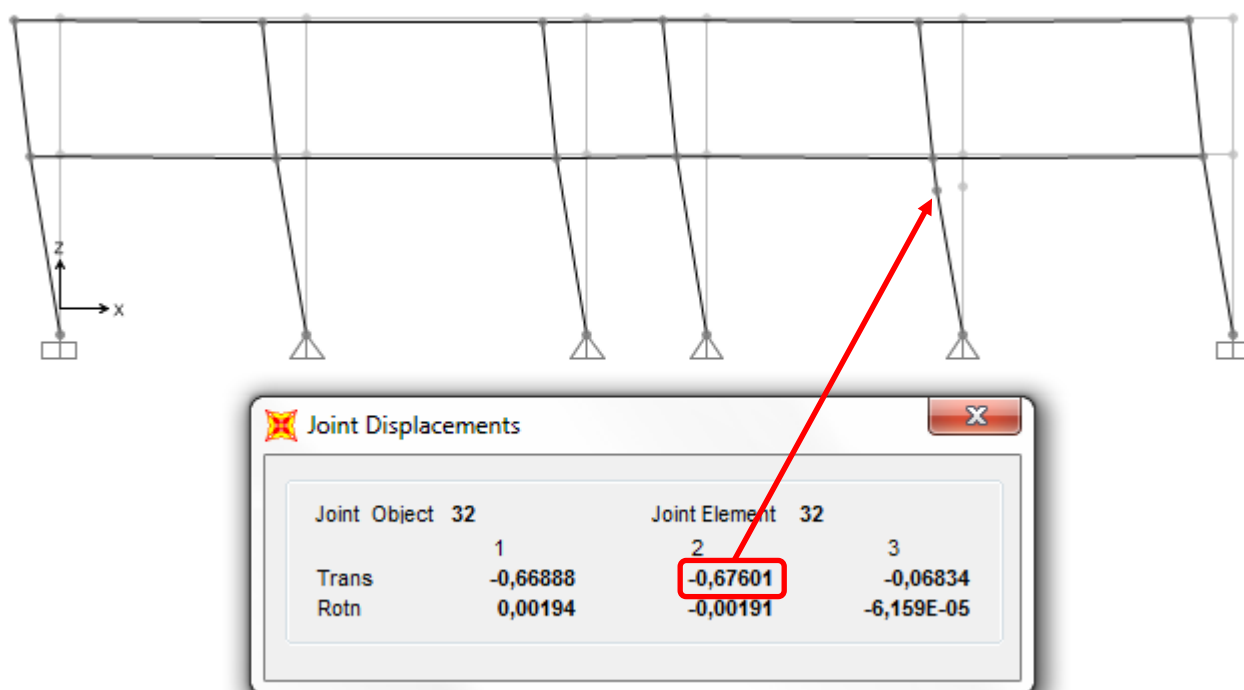
$$d_E = \mu_d \cdot d_{Ee} = 8 \cdot 0,0026 = 0,02 \text{ cm}$$

La dimensione minima del giunto sismico tra le due strutture deve quindi essere:

$$3,35 + 0,02 = 3,37 \text{ cm}$$

Si assume un giunto pari a **3 cm**. Nella valutazione del giunto sismico, infatti, lo spostamento massimo dell'edificio Ovest in corrispondenza dei pilastri adiacenti agli ambienti di massima sicurezza è stato valutato, per comodità, a livello del solaio del primo piano. In realtà, l'estradosso della soletta di coperto della struttura degli ambienti di massima sicurezza si trova 50 cm al di sotto dell'intradosso del solaio del primo piano dell'edificio Ovest.

Nel modello di calcolo delle strutture in elevazione degli edifici principali, si inserisce, in corrispondenza del pilastro sull'allineamento C5, un nodo alla quota opportuna, in modo da valutare correttamente lo spostamento massimo dell'edificio in quel punto, che si verifica in direzione Y nella combinazione di carico SLV09: $d_{Ee} = 0,68 \text{ cm}$.



Configurazione deformata del telaio sul filo C nella combinazione SLV-INV.

Tale valore deve essere amplificato del valore $\mu_d = 4,09$, ottenendo quindi $d_E = \mu_d \cdot d_{Ee} = 4,09 \cdot 0,68 = 2,78 \text{ cm}$.

Essendo, per la struttura a pareti degli ambienti di massima sicurezza, $d_E = \mu_d \cdot d_{Ee} = 8 \cdot 0,0026 = 0,02 \text{ cm}$, la dimensione minima del giunto sismico tra le due strutture deve essere $2,78 + 0,02 = 2,80 \text{ cm}$. Si conferma quindi l'adozione di un giunto pari a **3 cm**.

2.2. Stati limite di esercizio

2.2.1. Verifiche di fessurazione

Essendo la struttura soggetta, in condizioni statiche, al solo peso proprio, le combinazioni di carico agli SLE (rare, frequenti e quasi permanenti) si riducono ad una sola combinazione, denominata indifferentemente *QPERM* o *RARA1*.

SOLETTA - Stato limite di aperture delle fessure

Classe di esposizione: XC2

Condizioni ambientali: ORDINARIE (gruppo di esigenza a)

Armatura: POCO SENSIBILE

Si procede pertanto alla verifica dello STATO LIMITE DI APERTURA DELLE FESSURE per combinazioni frequenti e quasi permanenti.

In conformità con quanto previsto al punto C4.1.2.2.4.6 della Circolare 2 febbraio 2009, n. 617, si utilizza la procedura del D.M. 9 gennaio 1996.

Distanza media tra le fessure:

$$\Delta s_m = 2 \cdot (c + s/10) + k_2 \cdot k_3 \cdot \phi / \rho_r$$

Deformazione unitaria media delle barre d'armatura:

$$\epsilon_{sm} = (\sigma_s / E_s) \cdot [1 - \beta_1 \cdot \beta_2 \cdot (\sigma_{sr} / \sigma_s)^2] \geq 0,4 \cdot \sigma_s / E_s$$

Parametri validi per tutte le sezioni:

$c = 6$ cm (ricoprimento armatura)

$k_2 = 0.4$

$k_3 = 0.125$

$E_s = 2100000$ kg/cm²

$\beta_1 = 1$

$\beta_2 = 0.5$

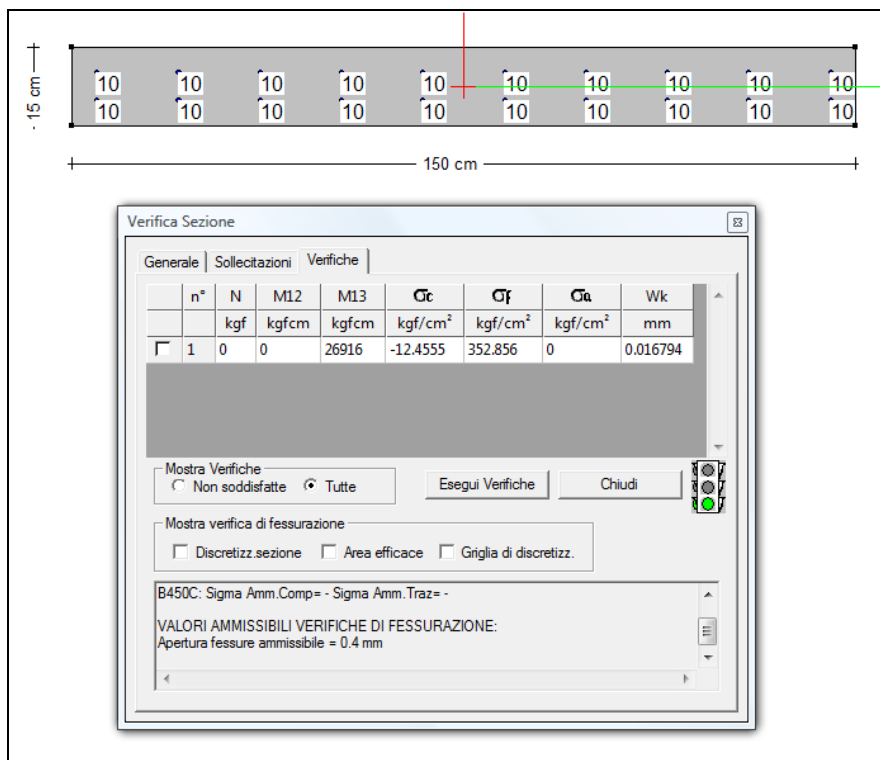
Resistenza a trazione per flessione:

$f_{ctm} = 25.6$ kg/cm² (C25/30)

Limiti:

$w_3 = 0.40$ mm (combinazioni frequenti)

$w_2 = 0.30$ mm (combinazioni quasi permanenti)



L'apertura massima delle fessure è pari a 0,017 mm, minore dei limiti definiti dalla normativa pertanto la verifica è soddisfatta.

2.2.2. Verifiche delle tensioni di esercizio

Pareti - Stato limite delle tensioni di esercizio

Devono essere rispettati i seguenti limiti per le tensioni di compressione nel calcestruzzo e di trazione nell'acciaio:

$\sigma_{c,r} =$	0,60 $f_{ck} =$	174.3 kg/cm ²	(per C28/35, combinazioni rare)
$\sigma_{c,qp} =$	0,45 $f_{ck} =$	130.7 kg/cm ²	(per C28/35, combinazioni quasi permanenti)
$\sigma_{s,r} =$	0,80 $f_{yk} =$	3600 kg/cm ²	(per B450C, combinazioni rare)

Verifiche a pressoflessione			Categoria di comb.	Comb.	Sollecitazioni di calcolo		σ_c (kg/cm ²)	σ_s (kg/cm ²)	verifica
n° parete	l (cm)	t (cm)			N _{Ed} (kg)	M _{Ed} (kgcm)			
1	375	15	rare	RARA1	-5556	19550	0.92	13.90	soddisfatta
2	375	15	rare	RARA1	-6214	12324	1.01	15.20	soddisfatta
3	120	15	rare	RARA1	-2030	2035	1.04	15.70	soddisfatta
4	120	15	rare	RARA1	-1956	1938	1.01	15.10	soddisfatta
5	150	15	rare	RARA1	-1981	1079	0.80	12.00	soddisfatta
6	150	15	rare	RARA1	-1963	124	0.78	11.70	soddisfatta
7	50	15	rare	RARA1	-538	229	0.63	9.48	soddisfatta
8	400	15	rare	RARA1	-5756	44733	0.95	14.20	soddisfatta
9	280	15	rare	RARA1	-4161	4096	0.90	13.50	soddisfatta
10	200	15	rare	RARA1	-2803	15475	0.96	14.30	soddisfatta
11	200	15	rare	RARA1	-2929	4884	0.91	13.50	soddisfatta
12	310	15	rare	RARA1	-5522	5915	1.07	16.10	soddisfatta
13	240	15	rare	RARA1	-3923	17664	1.07	16.00	soddisfatta
14	60	15	rare	RARA1	-815	131	0.80	12.00	soddisfatta
15	60	15	rare	RARA1	-913	275	0.90	13.50	soddisfatta
16	60	15	rare	RARA1	-1046	77	1.00	15.20	soddisfatta
17	830	15	rare	RARA1	-13601	10154	0.98	14.70	soddisfatta

SOLETTA - Stato limite delle tensioni di esercizio

Devono essere rispettati i seguenti limiti per le tensioni di compressione nel calcestruzzo e di trazione nell'acciaio:

$\sigma_{c,r} =$	0,60 $f_{ck} =$	174.3 kg/cm ²	(per C28/35, combinazioni rare)
$\sigma_{c,qp} =$	0,45 $f_{ck} =$	130.7 kg/cm ²	(per C28/35, combinazioni quasi permanenti)
$\sigma_{s,r} =$	0,80 $f_{yk} =$	3600 kg/cm ²	(per B450C, combinazioni rare)

Verifiche a flessione									
shell	b	h	Categoria di comb.	Comb.	Sollecitazioni di calcolo		σ_c (kg/cm ²)	σ_s (kg/cm ²)	verifica
	(cm)	(cm)			M _{Ed} (kgcm)				
303	150	15	rare	RARA 1	26916		12.40	352.80	soddisfatta

2.2.3. Verifiche di deformabilità

In conformità con quanto previsto al punto C4.1.2.2.2 della Circolare n. 617 del 02-02-2009, per solette con luci non superiori a 10 m è possibile omettere la verifica delle inflessioni, ritenendola implicitamente soddisfatta, se il rapporto di snellezza $\lambda = l/h$ tra luce e altezza rispetta la seguente limitazione:

$$\lambda \leq K \cdot [11 + (0,0015 \cdot f_{ck} / (\rho + \rho'))] \cdot [500 \cdot A_{s,eff} / (f_{yk} \cdot A_{s,calc})]$$

Assumendo, a favore di sicurezza, $A_{s,eff} = A_{s,calc}$, essendo $f_{ck} = 29,1$ MPa, $f_{yk} = 450$ MPa, $\rho = \rho' = 0,0035$ ($1\Phi 10/15$ cm) e considerando $K = 1,3$ (campate terminali di piastre continue), si ottiene:

$$\lambda \leq 1,3 \cdot [11 + (0,0015 \cdot 29,1 / (0,0035 + 0,0035))] \cdot [500 / 450] = 24,9$$

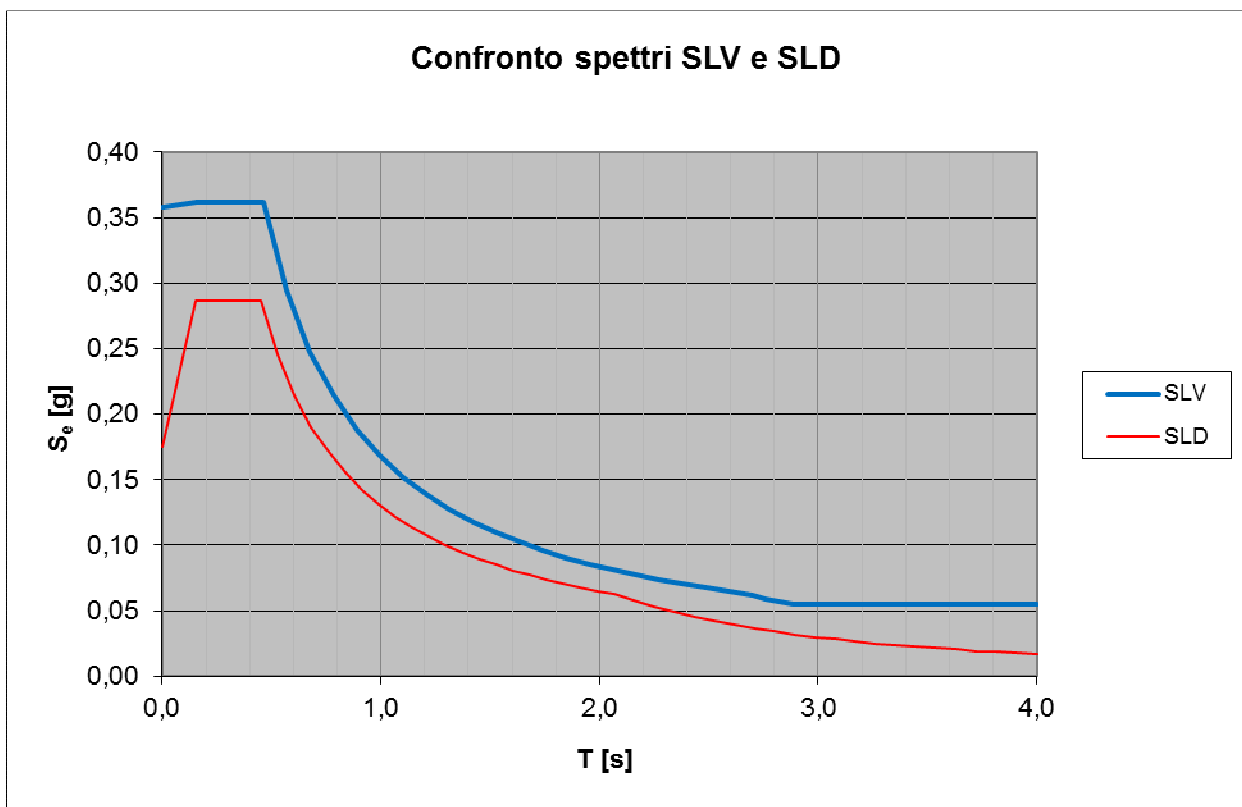
Avendo la soletta in esame luce massima pari $l = 210$ cm e spessore $h = 15$ cm, si ha:

$$\lambda = 210/15 = 14 < 24,9 \rightarrow \text{VERIFICA SODDISFATTA}$$

2.2.4. Stato limite di danno

In accordo con il § 7.3.7.1 del D.M. 14-01-2008, essendo la costruzione di Classe IV, occorre verificare che il valore di progetto delle sollecitazioni (E_d), calcolato in presenza delle azioni sismiche corrispondenti allo SLD ed attribuendo ad η il valore di $2/3$, sia inferiore alla resistenza di progetto (R_d), calcolata con riferimento alle situazioni eccezionali ($\gamma_s = \gamma_c = 1$).

Poiché, come si evince dal grafico sotto riportato, l'azione sismica così calcolata risulta inferiore a quella corrispondente allo SLV (con $q = 2,4$), lo saranno anche le sollecitazioni conseguenti. Pertanto, si può concludere che le verifiche agli stati limite di esercizio in termini di resistenza sono automaticamente soddisfatte, una volta soddisfatte le verifiche allo SLV.



2.2.5. Stato limite di operatività

In accordo con il § 7.3.7.2 del D.M. 14-01-2008, essendo la costruzione di Classe IV, occorre verificare che l'azione sismica di progetto non produca danni agli elementi costruttivi senza funzione strutturale tali da rendere temporaneamente non operativa la costruzione.

A tale scopo, gli spostamenti interpiano ottenuti dall'analisi in presenza dell'azione sismica di progetto relativa allo SLO, devono essere inferiori al seguente limite:

$$d_r < 2/3 \cdot 0,005 h = 1,15 \text{ cm}$$

essendo l'altezza di interpiano $h = 345$ cm.

Nella combinazione di carico *SLO-INV* si ha:

$$d_r = 0,001 \text{ cm} < 1,15 \text{ cm} \rightarrow \text{VERIFICA SODDISFATTA}$$

3. ALTRE VERIFICHE

Si riportano in questo capitolo le verifiche di alcuni elementi secondari non comprese nei capitoli precedenti.

3.1. Recinzione

La caserma dei Carabinieri è circondata da una recinzione metallica costituita da **profili metallici CNP 40x35** in acciaio S275 disposti ad interasse pari a 18 cm. I **profili**, alti 2,8 m, sono incastrati in un basamento continuo in c.a. avente sezione a T rovescia, alta 130 cm ed emergente dal terreno da un minimo di 30 cm ad un massimo di 60 cm. La recinzione è stata dimensionata per un carico orizzontale (più gravoso sia del vento, sia del sisma) di 300 kg/m posto ad un'altezza di 120 cm dal terreno: nella condizione più sfavorevole, quindi, tale carico è applicato ad un'altezza di 90 cm dall'incastro dei **profili** metallici nel basamento.

Si precisa che la recinzione è stata progettata per resistere alla massima azione orizzontale prevista dalla normativa vigente per agli ambienti suscettibili di affollamento (v. tabella 3.1.II, Cat. C3: $H_k = 300 \text{ kg/m}$), simulando in tal modo un ipotetico assalto della folla. Il carico H_k , in accordo con il § 3.1.4.1 del D.M. 14-01-2008, va applicato alla quota di 120 cm dal piano di calpestio (in questo caso il terreno) e quindi, nella situazione più gravosa, ad un'altezza di $h_1 = 120 - 30 = 90 \text{ cm}$ dall'incastro dei **profili** metallici nel basamento in c.a. (che, come risulta evidente dalla sezione X riportata nella tavola ST-013, emerge dal terreno da un minimo di 30 cm ad un massimo di 60 cm). Tale azione provoca sollecitazioni di gran lunga superiori a quelle dovute sia al vento (per via della geometria della recinzione, con una scarsa superficie esposta), sia al sisma (per le modeste masse in gioco).

Si osservi che la recinzione è costituita da moduli ripetitivi di ingombro pari a 1440x3800 mm, ciascuno dei quali è costituito da 8 elementi verticali (CNP 40x35) e da 2 elementi orizzontali (L40x25x5). Degli 8 elementi verticali, i 2 più esterni sono più lunghi di 750 mm rispetto agli altri in modo da raggiungere l'estradosso della ciabatta di fondazione (precedentemente gettata), a cui vengono tassellati in fase di montaggio, allo scopo di tenere l'intero modulo in posizione verticale durante il successivo getto della parte rimanente della trave di fondazione.

Agli SLU, con opportuna fattorizzazione, il momento flettente all'incastro dei **profili metallici** vale:

$$M_{Ed} = \gamma_Q \cdot i \cdot H_k \cdot h_1 = 1,5 \cdot 0,18 \cdot 300 \cdot 90 = 7290 \text{ kgcm} \quad (i = \text{interasse profili}; h_1 = \text{v. sopra})$$

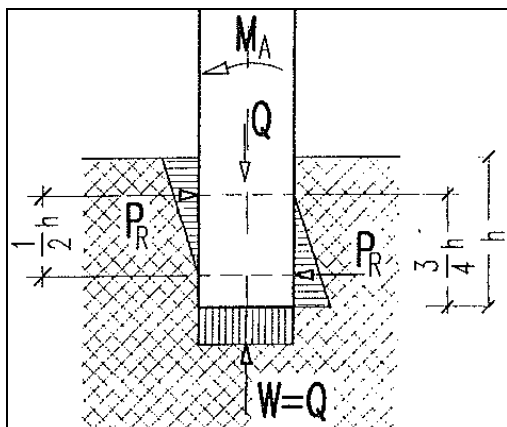
Il momento resistente del **CNP 40x35** è:

$$M_{Rd} = W_{pl} \cdot f_{yk} / \gamma_{M0} = 6,06 \cdot 2750 / 1,05 = 15871 \text{ kgcm}$$

La verifica è soddisfatta:

$$M_{Ed} / M_{Rd} = 0,459$$

Per il calcolo dell'incastro nel basamento in c.a. si fa riferimento allo schema di seguito riportato.



Il tubolare viene annegato nel basamento per una lunghezza $h = 25$ cm. Con riferimento alla simbologia in figura, si ha:

$$P_R = 2 \cdot M_{Ed} / h = 2 \cdot 7290 / 25 = 583,2 \text{ kg}$$

a cui corrisponde una tensione massima sul calcestruzzo del basamento pari a:

$$\sigma_c = 2 \cdot P_R / (3 \cdot h) = 2 \cdot 583,2 / (3 \cdot 25) = 15,6 \text{ kg/cm}^2 < f_{cd} = 164,6 \text{ kg/cm}^2$$

Per quanto riguarda la verifica al ribaltamento, occorre adottare l'insieme EQU dei coefficienti parziali delle azioni.

Il momento ribaltante, nella condizione più sfavorevole, vale:

$$M_{rib} = \gamma_Q \cdot H_k \cdot (h_2 + h_1) = 1,5 \cdot 300 \cdot (1,3 + 0,9) = 990 \text{ kgm/m} = 99000 \text{ kgcm/m}$$

(h_2 = altezza basamento in c.a.)

Essendo il peso proprio del basamento $P_1 = [0,3 \cdot 1 + 0,3 \cdot 1] \cdot 2500 = 1500 \text{ kg/m}$, il peso proprio del terreno mediamente imbarcato $P_2 = [0,55 \cdot 0,7] \cdot 2000 = 770 \text{ kg/m}$ e il peso proprio dei tubolari $P_3 = [2,74 \cdot 3,05] \cdot 100 / 18 = 46 \text{ kg/m}$, il momento stabilizzante vale:

$$M_{stab} = \gamma_{G1} \cdot (P_1 + P_2 + P_3) \cdot a = 0,9 \cdot (1500 + 770 + 46) \cdot 50 = 104220 \text{ kgcm/m}$$

($a = b/2$; b = larghezza ciabatta di fondazione = 100 cm)

La verifica è soddisfatta:

$$M_{rib} / M_{stab} = 0,950$$

Per quanto riguarda la verifica allo scorrimento, si utilizza l'Approccio 2, che comprende l'insieme A1 dei coefficienti parziali delle azioni e il gruppo M1 per i parametri geotecnici.

La forza di scorrimento vale:

$$F_{scorr} = \gamma_Q \cdot H_k = 1,5 \cdot 300 = 450 \text{ kg/m}$$

Considerando un coefficiente di attrito terreno-basamento $\tan \varphi = 0,57$ e con riferimento ai pesi propri sopra determinati, la forza resistente vale:

$$F_{res} = \tan \varphi \cdot \gamma_{G1} \cdot (P_1 + P_2 + P_3) = 0,57 \cdot 1,0 \cdot (1500 + 770 + 46) = 1320 \text{ kg/m}$$

La verifica è soddisfatta:

$$F_{scorr} / F_{res} = 0,341$$

Per quanto riguarda la pressione di contatto sul terreno, si utilizza l'Approccio 2, che comprende l'insieme A1 dei coefficienti parziali delle azioni, il gruppo M1 per i parametri geotecnici e il gruppo R3 per le resistenze.

Il momento rispetto al baricentro della base della ciabatta, nella condizione più sfavorevole, vale:

$$M = 1,5 \cdot 300 \cdot (1,3 + 0,9) = 990 \text{ kgm/m} = 99000 \text{ kgcm/m}$$

Il carico verticale totale vale:

$$P = 1,0 \cdot (1500 + 770 + 46) = 2316 \text{ kg/m}$$

L'eccentricità del carico è quindi:

$$e = M/P = 42,7 \text{ cm} > 100/6 = 16,7 \text{ cm} \rightarrow \text{sezione parzializzata: } u = 50 - 42,7 = 7,3 \text{ cm}$$

La massima pressione sul terreno è quindi inferiore al valore di riferimento indicato nella *Relazione Geologica e Geotecnica* redatta dal Dott. Geol. Mario Casadio nel dicembre del 2016:

$$\sigma = 2 \cdot (P/100) / (3 \cdot u) = 2,12 \text{ kg/cm}^2 < 5,43 \text{ kg/cm}^2$$

3.2. Cordoli di stabilizzazione delle murature

Di seguito si riportano il dimensionamento e le verifiche dei cordoli da realizzare nei tamponamenti esterni e nel parapetto del coperto.

Tali cordoli hanno il compito di stabilizzare fuori piano le pareti in muratura (tamponamenti o parapetti) nei confronti delle azioni orizzontali come vento, sisma o azioni accidentali.

Il dimensionamento e la verifica degli elementi strutturali ha tenuto conto delle condizioni più gravose.

3.2.1. Cordoli dei tamponamenti esterni

I tamponamenti sono posizionati tra i pilastri della struttura ed hanno un'altezza netta pari a 3,05 m. Il massimo interasse dei pilastri è 6,10 m, pertanto si analizza una specchiatura in muratura di dimensioni 6,10x3,05 m. La condizione di carico più gravosa è quella sismica.

Il calcolo è eseguito in accordo con § 7.2.3. del D.M. 14-01-2008, dove, per determinare la forza orizzontale applicata all'elemento in condizioni sismiche, viene fornita la seguente relazione:

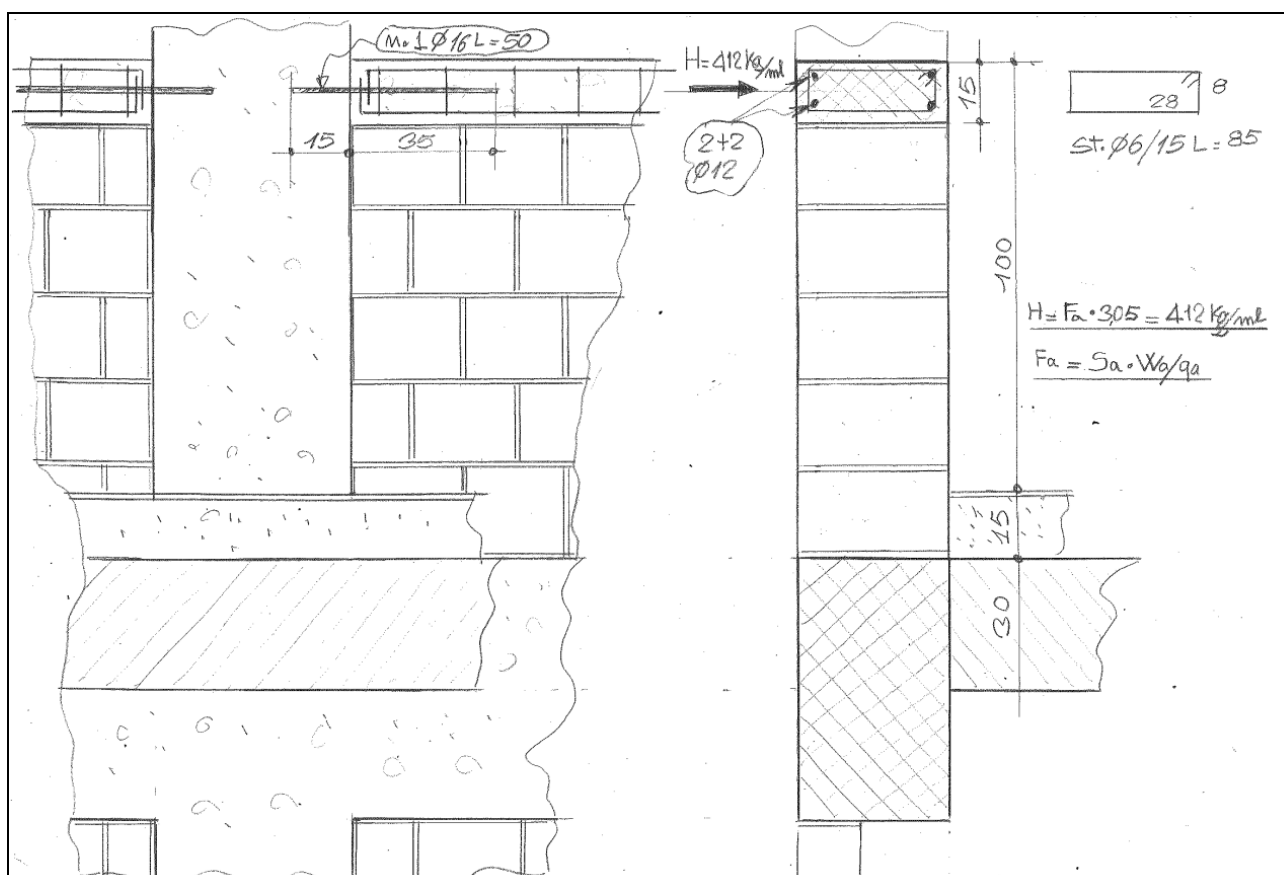
$$F_a = S_a W_a / q_a$$

Elemento	tamponamenti perimetrali
α	0.275
S	1.300
Z [m]	5.78
H [m]	7.54
Ta [s]	0.033
T1 [s]	0.436
Wa [kg o kg/mq]	320
qa	2

$$S_a = 0.843$$

$$F_a = (S_a \cdot W_a) / q_a = 135 \quad \text{kg/mq}$$

Si realizza un cordolo di dimensioni 35x15 cm, armato con 2+2 Φ 12 longitudinali e staffe Φ 6/15 cm. Ai lati il cordolo viene collegato ai pilastri mediante 1 Φ 16 con ancorante chimico.



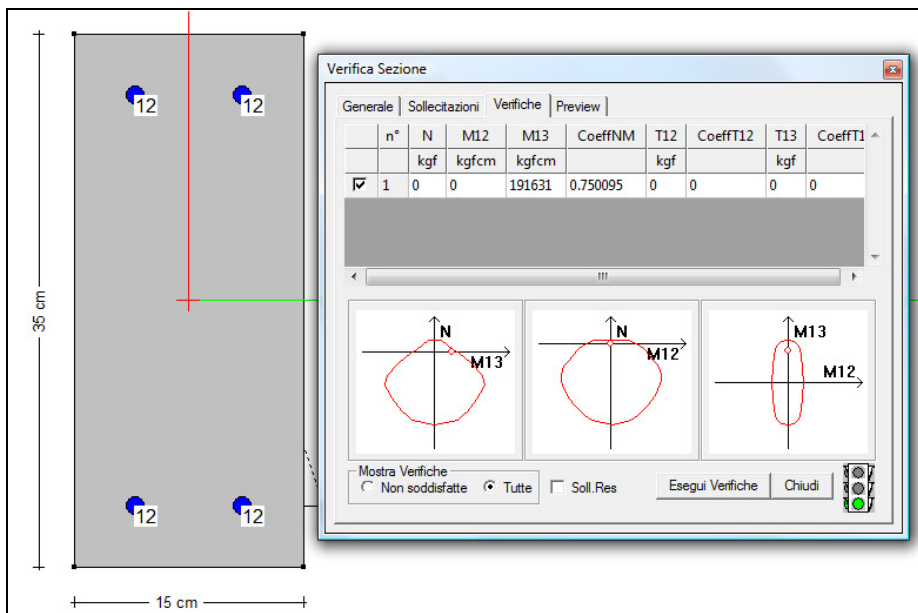
Cautelativamente tutta l'azione sismica viene fatta assorbire dal cordolo:

$$q = 135 \cdot 3,05 = 412 \text{ kg/ml}$$

$$M_{Ed} = 4,12 \cdot 6,10^2 / 8 = 191631 \text{ kgcm}$$

$$V_{Ed} = 412 \cdot 6,10 / 2 = 1257 \text{ kg}$$

VERIFICA A FLESSIONE CORDOLO



$M_{Ed} / M_{Rd} = 0,75 < 1 \rightarrow$ VERIFICA SODDISFATTA

VERIFICA A TAGLIO CORDOLO

Verifiche a taglio			Staffe			Condizione	V_{Ed} kg	V_{Rd} kg	coeff. di sicurezza	V_{Rsd} kg	V_{Rcd} kg
b (cm)	h (cm)	Posizione	ϕ (mm)	s (cm)	br.						
15	35	Cordolo	6	15	2	slv	1 256	≤ 4 116	0.305 ≤ 1	4 116	17 223

VERIFICA ANCORAGGIO CORDOLO AI PILASTRI

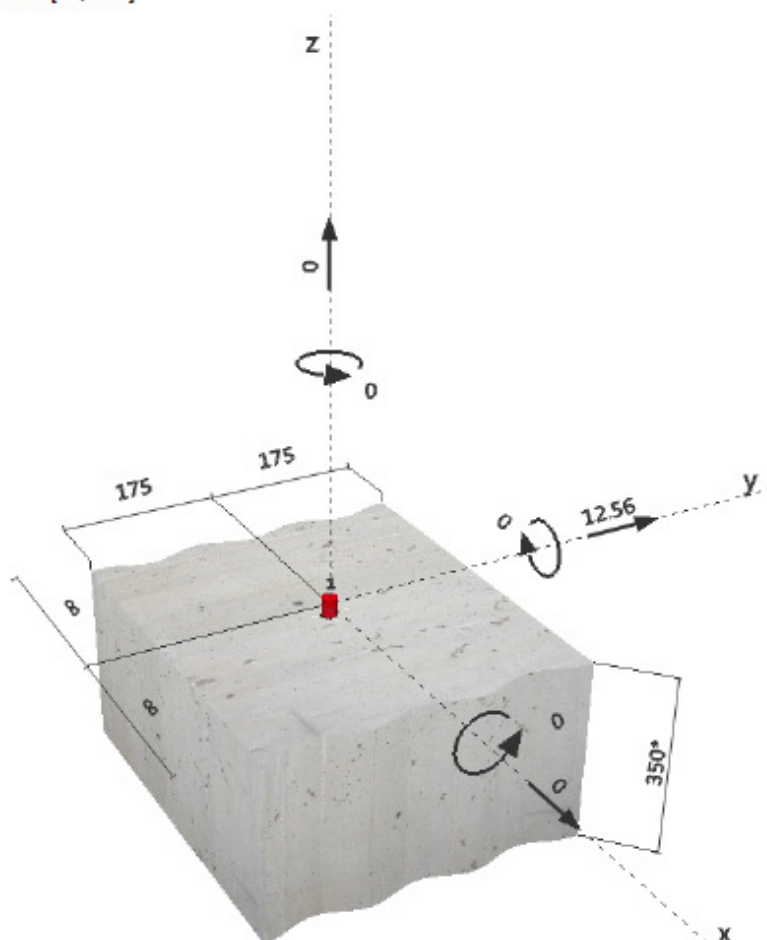
Il collegamento dei cordoli ai pilastri avviene mediante 1 Φ 16 con ancorante chimico. Di seguito si riporta la verifica eseguita con il software Hilti Profis Anchor.

1 Dati da inserire

Tipo e dimensione dell'ancorante:	HIT-HY 200-A + Rebar 16mm
Profondità di posa effettiva:	$h_{ef,act} = 120 \text{ mm}$ ($h_{ef,limb} = - \text{ mm}$)
Materiale:	B500B
Certificazione No.:	ETA 11/0403
Emesso l Valido:	15/04/2015 15/04/2020
Prova:	metodo di calcolo ETAG BOND (EOTA TR 029)
Fissaggio distanziato:	- (Spessore della piastra raccomandato: non calcolato)
Profilo:	nessun profilo
Materiale base:	fessurato calcestruzzo, $f_{ct} = 35.00 \text{ N/mm}^2$; $h = 350 \text{ mm}$, Temp. Breve/Lungo: 0/0 °C
Installazione:	Foro eseguito con perforatore, Condizioni di installazione: asciutto
Armatura:	nessuna armatura o interasse tra le armature $\geq 150 \text{ mm}$ (qualunque \emptyset) o $\geq 100 \text{ mm}$ ($\emptyset \leq 10 \text{ mm}$) senza armatura di bordo longitudinale



Geometria [mm] & Carichi [kN, kNm]



2 Prova I Utilizzo (Configurazioni maggiormente caricate)

		Valori di calcolo [kN]		Utilizzo		
Carico	Prova	Carico	Resistenza	β_N / β_V [%]	Stato	
Trazione	-	-	-	- / -	-	
Taglio	Rottura del bordo del calcestruzzo in direzione y+	12.560	26.273	- / 48	OK	
Carico		β_N	β_V	α	Utilizzo $\beta_{N,V}$ [%]	Stato
Carichi combinati a trazione e taglio		-	-	-	-	-

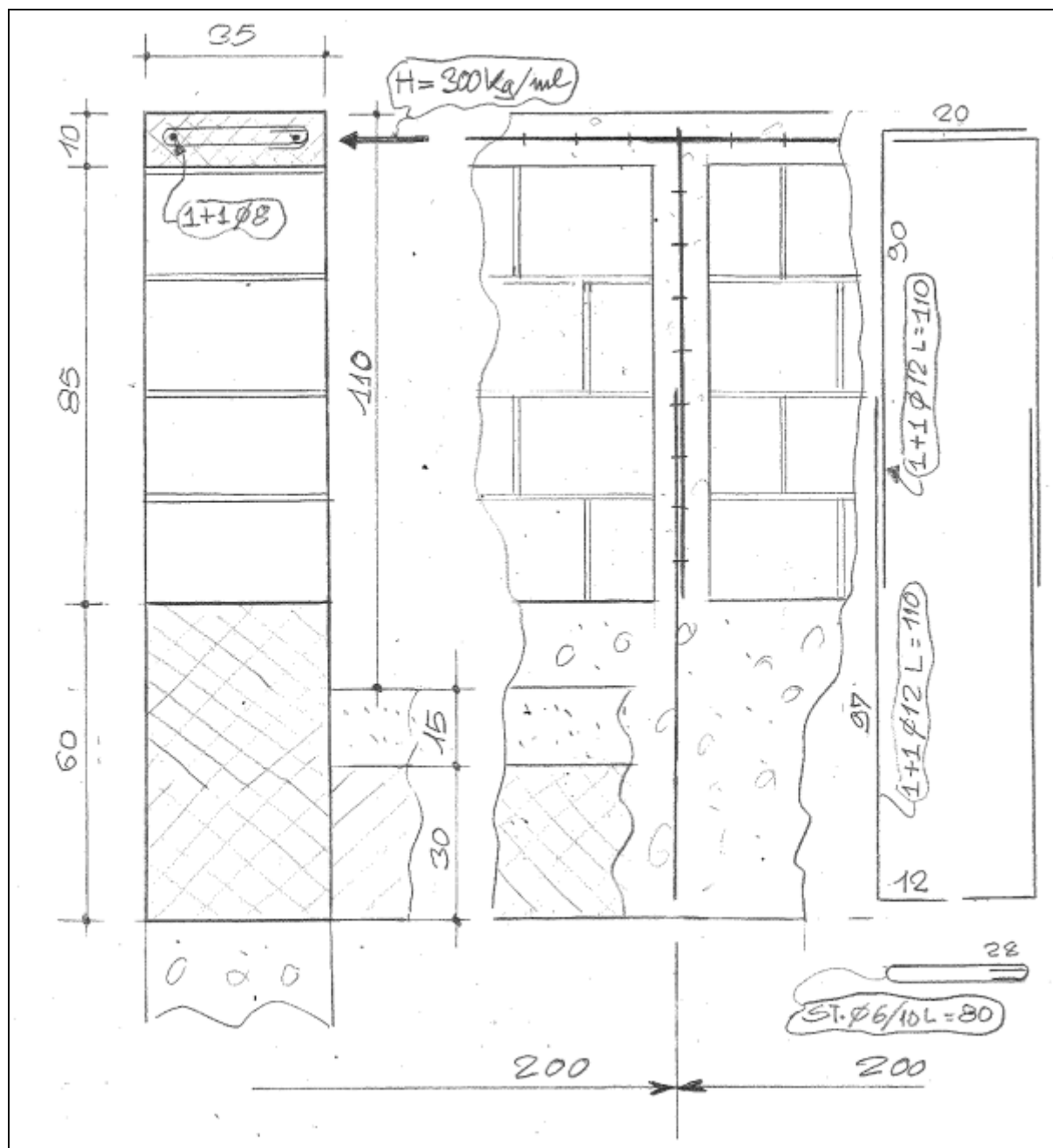
3 Attenzione

- Si prega di considerare tutti i dettagli e le avvertenze contenute nel report di calcolo!

L'ancoraggio risulta verificato!

3.2.2. Cordolo parapetto della copertura

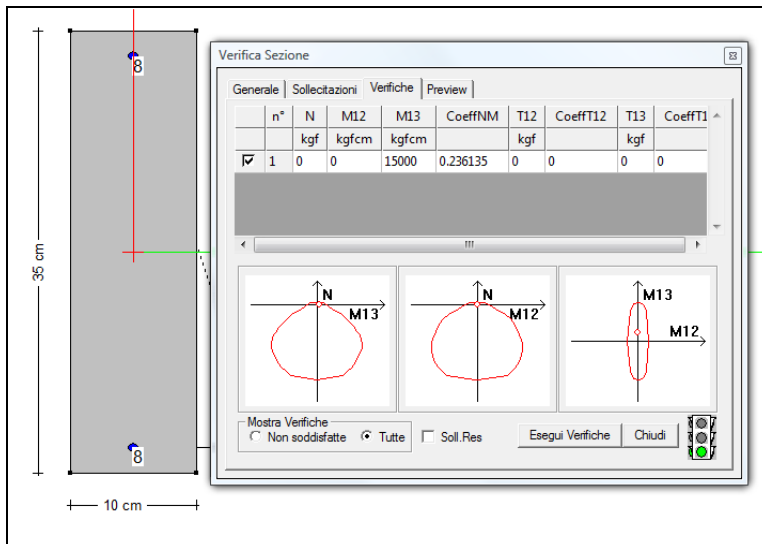
Per stabilizzare il parapetto del coperto si realizza un cordolo in c.a. di dimensioni 35x10 cm, armato con 1+1 Φ 8 longitudinali e staffe Φ 6/10 cm. Il cordolo è stabilizzato da montanti verticali in c.a. disposti ad un interasse massimo di 200 cm e ancorati alla trave perimetrale del solaio di coperto. Anche i montanti hanno una larghezza di 10 cm e sono armati con 1+1 Φ 12 longitudinali e staffe Φ 6/10 cm.



La condizione più gravosa si ha considerando un'azione variabile applicata in sommità del cordolo pari a 300 kg/m (cautelativamente è stata considerata l'azione orizzontale H_k relativa ad ambienti privi di ostacolo per il libero movimento – Cat C3 della Tab. 3.1.II del D.M. 14-01-2008).

VERIFICA A FLESSIONE CORDOLO

$$M_{Ed} = 3,00 \cdot 200^2 / 8 = 15000 \text{ kgcm}$$



$$M_{Ed}/M_{Rd} = 0,24 < 1 \rightarrow \text{VERIFICA SODDISFATTA}$$

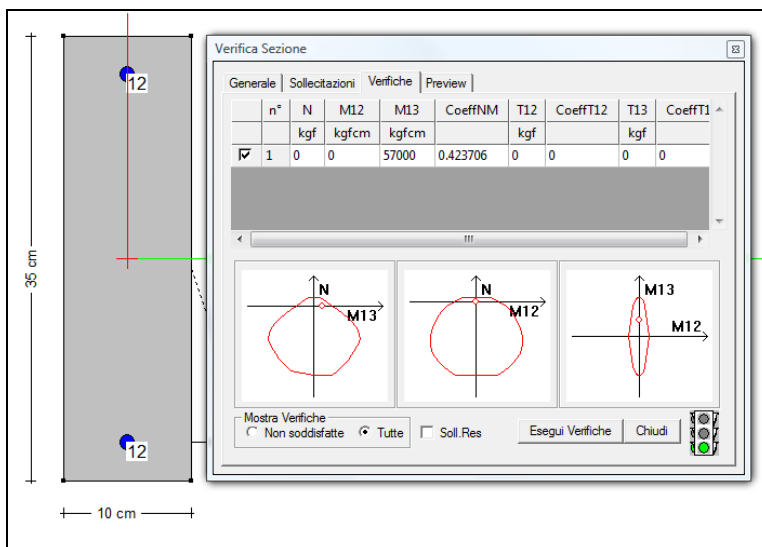
VERIFICA A TAGLIO CORDOLO

$$V_{Ed} = 300 \cdot 2,00/2 = 300 \text{ kg}$$

Verifiche a taglio											
b (cm)	h (cm)	Posizione	Staffe			Condizione	V _{Ed} kg	V _{Rd} kg	coeff. di sicurezza	V _{Rsd} kg	V _{Rcd} kg
			φ (mm)	s (cm)	br.						
10	35	Cordolo	6	10	2	slv	300	≤ 6 174	0.049 ≤ 1	6 174	11 482

VERIFICA A FLESSIONE MONTANTE

$$M_{Ed} = (300 \cdot 2) \cdot 95 = 57000 \text{ kgcm}$$



$$M_{Ed}/M_{Rd} = 0,42 < 1 \rightarrow \text{VERIFICA SODDISFATTA}$$

VERIFICA A TAGLIO MONTANTE

$$V_{Ed} = 300 \cdot 2,00 = 600 \text{ kg}$$

Verifiche a taglio											
b (cm)	h (cm)	Posizione	Staffe			Condizione	V _{Ed} kg	V _{Rd} kg	coeff. di sicurezza	V _{Rsd} kg	V _{Rcd} kg
			φ (mm)	s (cm)	br.						
10	35	Cordolo	6	10	2	slv	600	≤ 6 174	0.097 ≤ 1	6 174	11 482