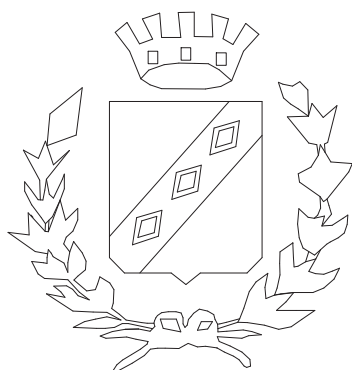




STEP ENGINEERING

VIA PERSICETANA VECCHIA 28/A - 40132 - BOLOGNA - TEL. 051/6417170

COMUNE DI CASTEL MAGGIORE



Miglioramento sismico Scuola elementare "Filippo Bassi" Via Gramsci, 175 PROGETTO ESECUTIVO

**Il Progettista
Ing. VITO MARCHIONNA**

il Committente

**Il Collaboratore di progetto
Geom. STEFANO MINUTIELLO**

Pareri Enti competenti

oggetto : CORPO PALESTRA - Relazione di calcolo: azioni sismiche

data : Maggio 2017

EL S12/A

INDICE:

•DESCRIZIONE GENERALE DELL'OPERA.....	Pag. 1
•NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	Pag. 26
•VITA NOMINALE, CLASSI D'USO E PERIODO DI RIFERIMENTO.....	Pag. 26
•MATERIALI IMPIEGATI E RESISTENZE DI CALCOLO.....	Pag. 27
•TERRENO DI FONDAZIONE.....	Pag. 32
•ANALISI DEI CARICHI.....	Pag. 33
•VALUTAZIONE DELL'AZIONE SISMICA.....	Pag. 36
•ELEMENTI DI FONDAZIONE.....	Pag. 38
•METODO DI ANALISI E CRITERI DI VERIFICA.....	Pag. 39
•AZIONI SULLA STRUTTURA.....	Pag. 43
•CODICE DI CALCOLO IMPIEGATO.....	Pag. 46
•VERIFICA ELEMENTI STRUTTURALI.....	Pag. 46
•DIAGRAMMA DEFORMAZIONI E DANNEGGIAMENTI MASCHI MURARI.....	Pag. 47
•MECCANISMI LOCALI.....	Pag. 60
•VERIFICA NODI NUOVE TRAVI IN ACCIAIO CERCHIATURE.....	Pag. 73
•VALIDAZIONE DEL CALCOLO-INFORMAZIONI SULL'ELABORAZIONE.....	Pag. 115

Descrizione generale dell'opera

La presente relazione ha per oggetto l'analisi delle strutture, le considerazioni di merito, i calcoli svolti per l'edificio adibito a Scuola Elementare Statale Bassi del Comune di Castel Maggiore, provincia di Bologna.

L'edificio si può considerare formato da due corpi strutturali.

Nella presente relazione di calcolo viene analizzato il corpo palestra.

Tale corpo è costituito da due piani fuori terra, più una limitata zona interrata adibita a due locali tecnici, la copertura è a quattro falde.

La struttura verticale è costituita principalmente da pareti portanti in muratura di mattoni pieni con malta di calce da due a tre teste di spessore, sono presenti, inoltre, delle piccole zone con muratura in mattoni doppio UNI, come per il corpo aule e in laterizio tipo poroton.

Il solaio è a due quote diverse, la parte centrale, più alta, è costituita da 12 travi in calcestruzzo armato su cui insiste una soletta piena ed è irrigidito da un cordolo perimetrale. Il solaio a quota minore è in latero-cemento.

La copertura nella zona centrale è costituita da una struttura a travi reticolari metalliche e lamiera. In corrispondenza del corrente inferiore delle travi reticolari di copertura è presente una struttura costituita da travi a T in acciaio, portante una pannellatura sandwich di coibentazione non ispezionabile, nascosta a sua volta da un controsoffitto in quadroni 60x60.

Gli interventi previsti ed analizzati in tale corpo sono costituiti da:

- inserimento di cerchiature con profilati in acciaio, in corrispondenza delle pareti perimetrali ed interne;
- inserimento di catene, con elementi metallici, per irrigidire il solaio e per un miglior collegamento delle pareti presenti al piano;
- .chiusura con muratura portante di alcune aperture, per aumentare la rigidità di tali pareti.

La copertura con travi reticolari è stata considerata mediante solaio non rigido nella zona interessata da tale copertura.

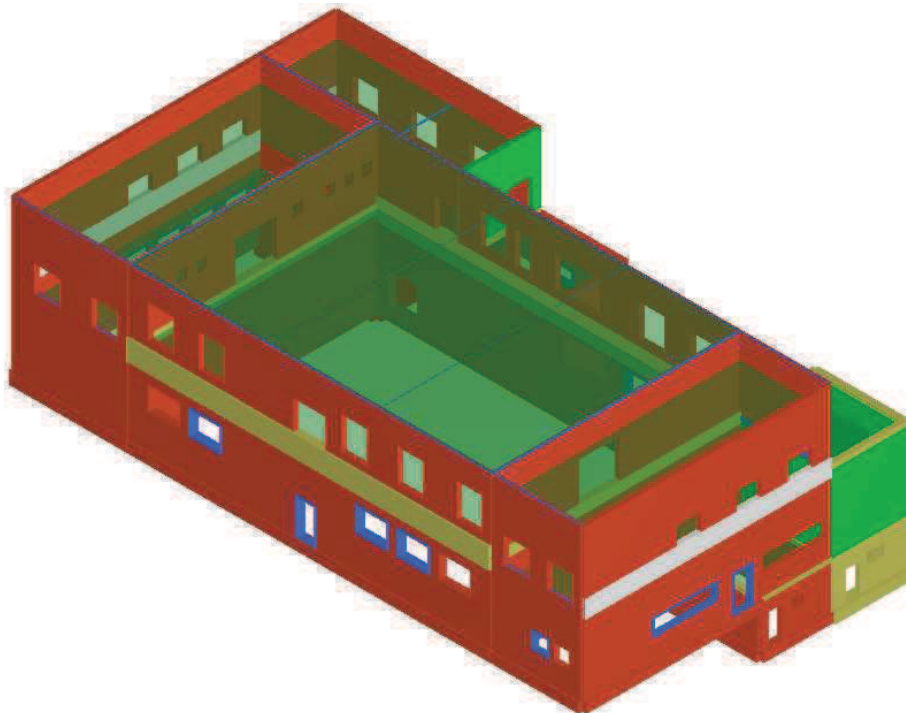
Nota sulla schematizzazione delle cerchiature con tre muri

I montanti e i traversi delle cerchiature sono sistemi di rinforzo delle murature, nella realtà i montanti sono uniti ai maschi della muratura e la traversa alla fascia, per fare questo non viene creato un nodo nell'intersezione tra montante e traversa ma usato i nodi del telaio, in breve il nodo sopra del montante è il nodo sopra del maschio a cui il montante viene accoppiato e il nodo di un estremo di una traversa è il nodo di estremo della fascia a cui viene accoppiato.

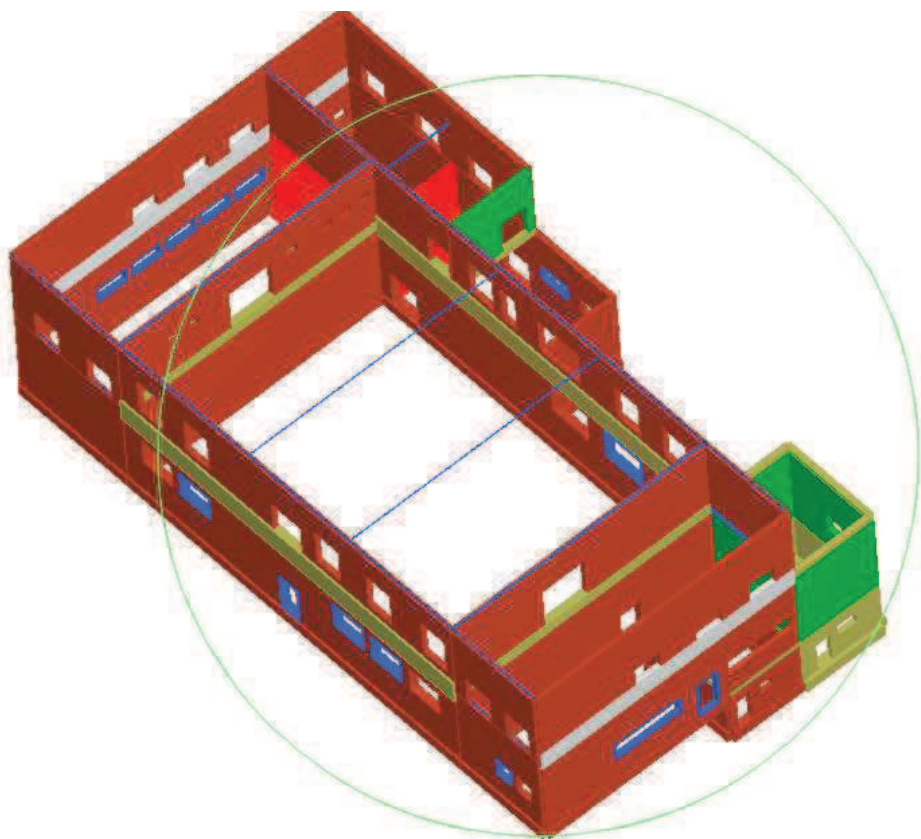
Questo può generare degli scostamenti nelle sollecitazioni, se poi uno di questi elementi lavora in campo plastico la differenza può essere più significativa.

Descrizione del modello

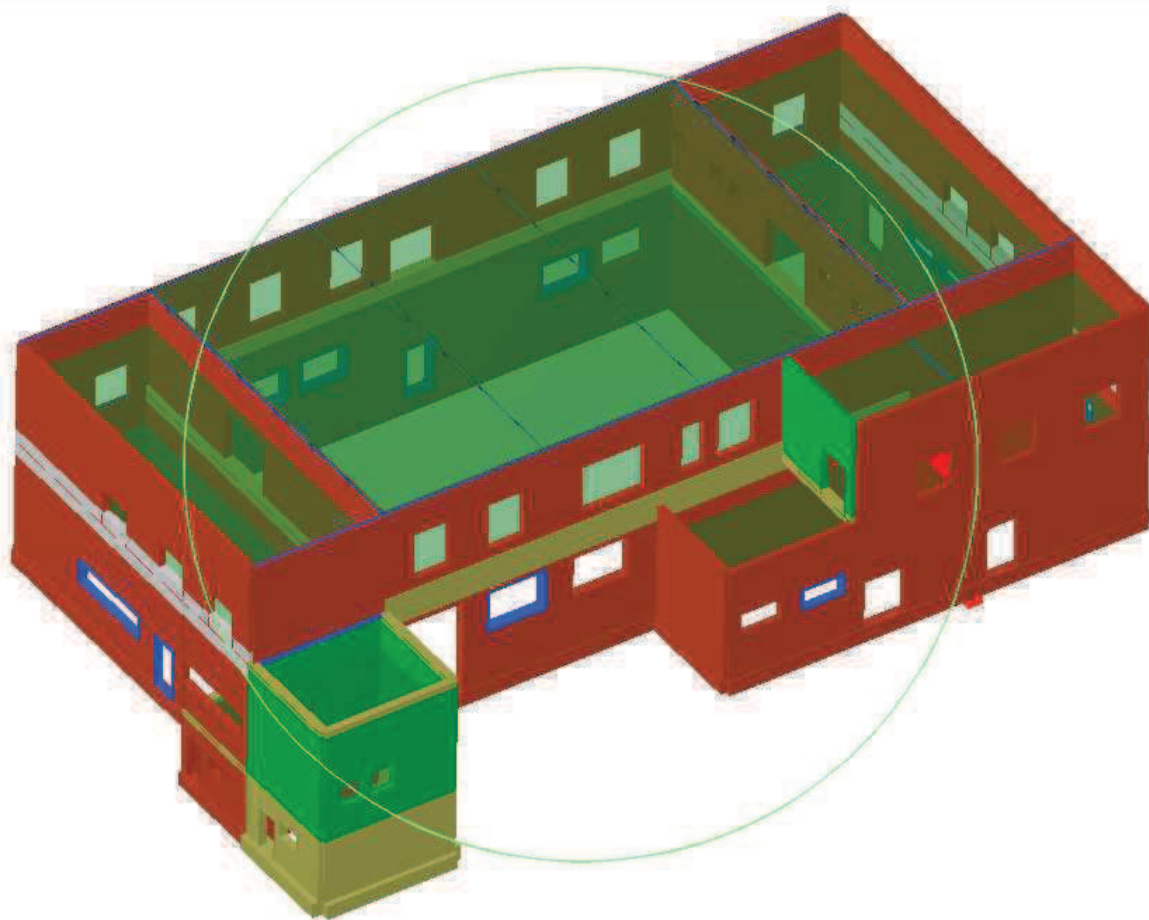
Vista anteriore



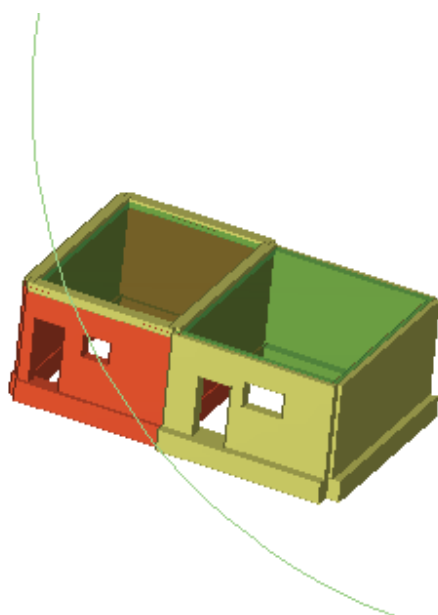
struttura senza solai



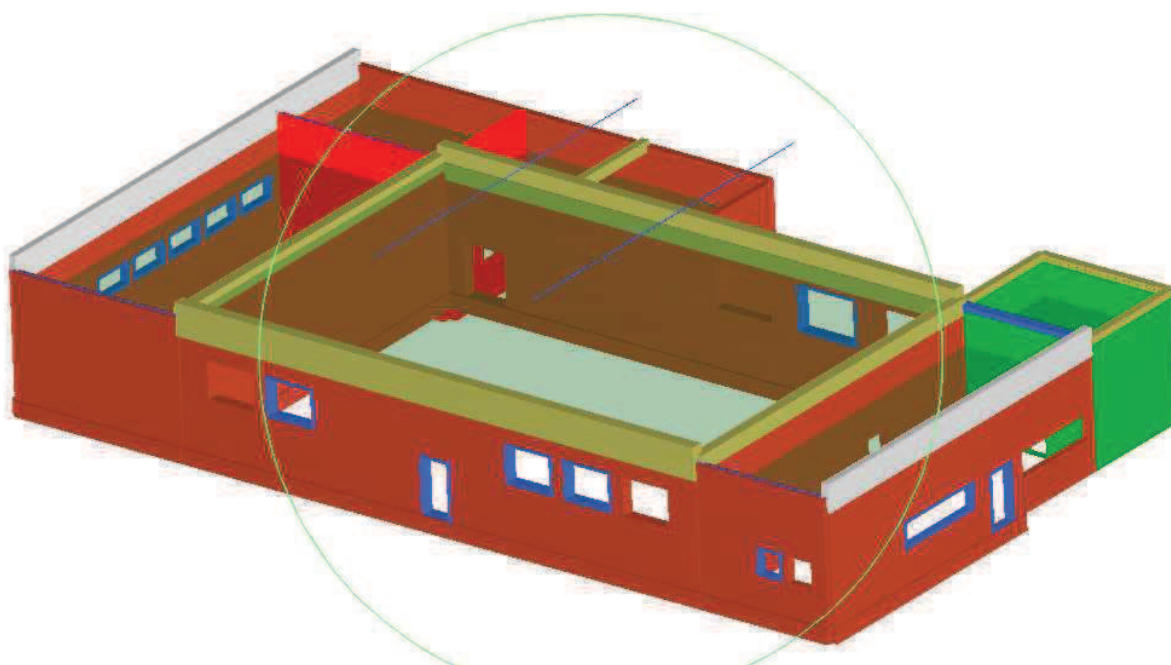
vista posteriore



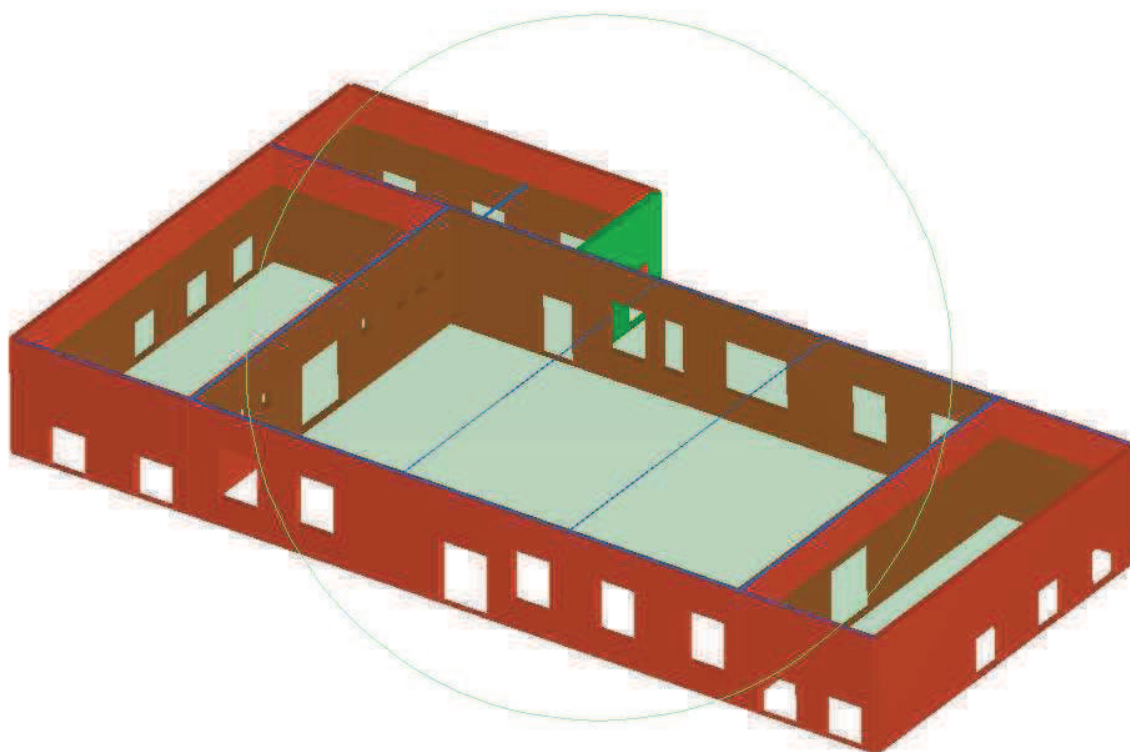
livello 1



livello 2



livello 2



Elementi di struttura

Livello 1

Pannello + Cordolo C.A. (1)

N.	Parete	Materiale pannello	Rinforzo	Quota pannello [cm]	Altezza [cm]	Spessore [cm]	Materiale calcestruzzo	Materiale acciaio	Quota cordolo [cm]	Base sezione [cm]	Altezza sezione [cm]
382	2	Muratura	-	281	281,0	28,0	C20/25	FeB44K	281	30,0	24,0
294	6	Muratura	-	281	281,0	28,0	C20/25	FeB44K	281	30,0	24,0
298	11	Muratura	-	281	281,0	28,0	C20/25	FeB44K	281	30,0	24,0
283	48	Muratura	-	281	281,0	28,0	C20/25	FeB44K	281	30,0	24,0

Pannello + Cordolo C.A. (2)

N.	Parete	Area [cm ²]	J [cm ⁴]	Af intrad. [cm ²]	Af estrad. [cm ²]	N. barre intrad.	N. barre Estrad.	Copriferro [cm]	Passo staffe [cm]	Area staffe [cm ²]	Porzione deformabile
382	2	720,00	34 560,00	4,02	4,02	2	2	2,0	20	0,00	0,50
294	6	720,00	34 560,00	4,02	4,02	2	2	2,0	20	0,00	0,50
298	11	720,00	34 560,00	4,02	4,02	2	2	2,0	20	0,00	0,50
283	48	720,00	34 560,00	4,02	4,02	2	2	2,0	20	0,00	0,50

Setto C.A. (1)

N.	Parete	Materiale calcestruzzo	Materiale acciaio	Quota [cm]	Altezza [cm]	Spessore [cm]
290	1	C20/25	FeB44K	281	281,0	30,0
383	2	C20/25	FeB44K	281	281,0	30,0
299	11	C20/25	FeB44K	281	281,0	30,0

Setto C.A. (2)

Parete

N.	Parete	Diametro barre orizz. [mm]	Passo medio barre orizz. [cm]	Passo estremità barre orizz. [cm]	Diametro barre lato b [mm]	Passo barre lato b [cm]	Copriferro barre lato b [cm]
290	1	8	50	50	10	40	2,0

N.	Parete	Af barre zona E [cm ²]	N. barre zona E	Larghezza zona E [cm]	Diam. armatura inclinata [mm]	Passo armatura inclinata [cm]	Angolo armatura inclinata [cm]
290	1	0,00	0	0,0	0	0	0

Trave di collegamento

Intradosso

Estradosso

Staffe

Ferri diagonali

N.	Parete	Af [cm ²]	N. barre	Af [cm ²]	N. barre	Copriferro [cm]	Diametro [mm]	N. braccia	Passo medio	Passo estrem.	Af [cm ²]	Angolo [°]
----	--------	-----------------------	----------	-----------------------	----------	-----------------	---------------	------------	-------------	---------------	-----------------------	------------

										[cm]		
290	1	0,00	0	0,00	0	0,0	0	0	0	0	0,00	0

Setto C.A. (2)

Parete

N.	Parete	Diametro barre oriz. [mm]	Passo medio barre oriz. [cm]	Passo estremità barre oriz. [cm]	Diametro barre lato b [mm]	Passo barre lato b [cm]	Copriferro barre lato b [cm]
383	2	8	50	50	10	40	2,0

N.	Parete	Af barre zona E [cm ²]	N. barre zona E	Larghezza zona E [cm]	Diam. armatura inclinata [mm]	Passo armatura inclinata [cm]	Angolo armatura inclinata [cm]
383	2	0,00	0	0,0	0	0	0

Trave di collegamento

		Intradosso		Estradosso				Staffe		Ferri diagonali		
N.	Parete	Af [cm ²]	N. barre	Af [cm ²]	N. barre	Copriferro [cm]	Diametro [mm]	N. braccia	Passo medio	Passo estrem. [cm]	Af [cm ²]	Angolo [°]
383	2	1,57	2	1,57	2	2,0	8	2	30	30	0,00	0

Setto C.A. (2)

Parete

N.	Parete	Diametro barre oriz. [mm]	Passo medio barre oriz. [cm]	Passo estremità barre oriz. [cm]	Diametro barre lato b [mm]	Passo barre lato b [cm]	Copriferro barre lato b [cm]
299	11	8	50	50	10	40	2,0

N.	Parete	Af barre zona E [cm ²]	N. barre zona E	Larghezza zona E [cm]	Diam. armatura inclinata [mm]	Passo armatura inclinata [cm]	Angolo armatura inclinata [cm]
299	11	0,00	0	0,0	0	0	0

Trave di collegamento

		Intradosso		Estradosso				Staffe		Ferri diagonali		
N.	Parete	Af [cm ²]	N. barre	Af [cm ²]	N. barre	Copriferro [cm]	Diametro [mm]	N. braccia	Passo medio	Passo estrem. [cm]	Af [cm ²]	Angolo [°]
299	11	0,00	0	0,00	0	0,0	0	0	0	0	0,00	0

Solaio

N.	Quota [cm]	Spessore [cm]	G [N/mm ²]	Ex [N/mm ²]	Ey [N/mm ²]	Scarico masse	Tipo
----	---------------	------------------	---------------------------	----------------------------	----------------------------	---------------	------

1	281	4,0	8 333,33	36 000,00	20 000,00	Monodirezionale	Latero cemento
---	-----	-----	----------	-----------	-----------	-----------------	----------------

Livello 2

Pannello murario

N.	Parete	Materiale	Rinforzo	Quota [cm]	Altezza [cm]	Spessore [cm]
308	1	Muratura	-	785	504	28,0
323	5	Muratura doppio uni	-	785	504	28,0
57	10	Muratura	-	785	504	28,0

Pannello + Cordolo C.A. (1)

N.	Parete	Materiale pannello	Rinforzo	Quota pannello [cm]	Altezza [cm]	Spessore [cm]	Materiale calcestruzzo	Materiale acciaio	Quota cordolo [cm]	Base sezione [cm]	Altezza sezione [cm]
311	1	muratura tipo poroton	-	785	504,0	30,0	C20/25	FeB44K	785	30,0	24,0
312	2	Muratura	-	785	504,0	28,0	C12/15	FeB22K	785	28,0	110,0
314	2	Muratura	-	785	504,0	28,0	C12/15	FeB22K	785	28,0	110,0
315	2	muratura tipo poroton	-	785	504,0	30,0	C20/25	FeB44K	785	30,0	24,0
318	3	Muratura	-	785	504,0	45,0	C20/25	FeB44K	785	45,0	130,0
21	4	Muratura	-	785	504,0	28,0	C12/15	FeB22K	785	28,0	110,0
322	5	Muratura	-	785	504,0	45,0	C20/25	FeB44K	785	45,0	60,0
381	6	Muratura	-	785	504,0	45,0	C20/25	FeB44K	785	45,0	130,0
334	11	Muratura	-	785	504,0	45,0	C20/25	FeB44K	785	45,0	60,0
336	11	Muratura	-	785	504,0	45,0	C20/25	FeB44K	785	45,0	60,0
337	11	muratura tipo poroton	-	785	504,0	30,0	C20/25	FeB44K	785	30,0	24,0

Pannello + Cordolo C.A. (2)

N.	Parete	Area [cm2]	J [cm4]	Af intrad. [cm2]	Af estrad. [cm2]	N. barre intrad.	N. barre Estrad.	Copriferro [cm]	Passo staffe [cm]	Area staffe [cm2]	Porzione deformabile
311	1	720,00	34 560,00	8,04	8,04	4	4	2,0	20	0,57	0,50
312	2	3 080,00	3 105 666,75	1,57	1,57	2	2	2,0	20	0,00	0,50
314	2	3 080,00	3 105 666,75	1,57	1,57	2	2	2,0	20	0,00	0,50
315	2	720,00	34 560,00	8,04	8,04	4	4	2,0	20	0,57	0,50
318	3	5 850,00	8 238 750,00	8,04	8,04	4	4	2,0	25	1,01	0,50
21	4	3 080,00	3 105 666,75	1,57	1,57	2	2	2,0	20	0,00	0,50
322	5	2 700,00	810 000,00	3,39	3,39	3	3	2,0	25	1,01	0,50
381	6	5 850,00	8 238	8,04	8,04	4	4	2,0	20	1,01	0,50

			750,00								
334	11	2 700,00	810 000,00	3,39	3,39	3	3	2,0	25	1,01	0,50
336	11	2 700,00	810 000,00	3,39	3,39	3	3	2,0	25	1,01	0,50
337	11	720,00	34 560,00	8,04	8,04	4	4	2,0	20	0,57	0,50

Pannello + Trave Acciaio / Legno (1)

N.	Parete	Materiale pannello	Rinforzo	Quota pannello [cm]	Altezza [cm]	Spessore [cm]	Materiale trave	Quota I [cm]	Quota J [cm]
332	6	muratura tipo poroton	-	785	504,0	30,0	Fe430	785	785

Pannello + Trave Acciaio / Legno (2)

N.	Parete	Area [cm2]	J [cm4]	W plastico [cm3]
332	6	130,50	7 662,00	851,33

Pannello + Catena

N.	Parete	Materiale pannello	Rinforzo	Quota pannello [cm]	Altezza [cm]	Spessore [cm]	Materiale catena	Quota catena [cm]	Diametro [mm]	Tiro [daN]
316	3	Muratura	-	785	504,0	28,0	Fe430	785	30	1 000
319	3	Muratura	-	785	504,0	28,0	Fe430	785	30	1 000
325	6	Muratura doppio uni	-	785	504,0	28,0	Fe430	785	30	1 000

Trave C.A. (1)

N.	Parete	Materiale calcestruzzo	Materiale acciaio	Quota I [cm]	Quota J [cm]	Base sezione [cm]	Altezza sezione [cm]	J [cm4]
344	47	C20/25	FeB44K	785	785	30,0	40,0	160 000,00

Catena

Trave C.A. (2)

N.	Parete	Af intradosso [cm2]	Af estradosso [cm2]	N. barre intradosso	N. barre estradosso	Copriferro [cm]	Passo staffe [cm]	Area staffe [cm2]
344	47	10,05	6,16	5	4	2,0	20	1,01

Solaio

N.	Quota [cm]	Spessore [cm]	G [N/mm2]	Ex [N/mm2]	Ey [N/mm2]	Scarico masse	Tipo
----	------------	---------------	-----------	------------	------------	---------------	------

2	785	20,0	8 333,33	27 803,47	20 000,00	Monodirezionale	Latero cemento
3	631	4,0	8 333,33	30 000,00	20 000,00	Monodirezionale	Latero cemento
4	785	4,0	8 333,33	30 000,00	20 000,00	Monodirezionale	Latero cemento
5	785	4,0	8 333,33	30 000,00	20 000,00	Monodirezionale	Latero cemento
6	785	4,0	8 333,33	30 000,00	20 000,00	Monodirezionale	Latero cemento

Livello 3

Pannello murario

N.	Parete	Materiale	Rinforzo	Quota [cm]	Altezza [cm]	Spessore [cm]
345	1	Muratura	-	1 238	453	28,0
351	2	Muratura	-	1 238	453	28,0
23	4	Muratura	-	1 238	453	28,0
379	47	muratura tipo poroton	-	1 238	453	28,0

Pannello + Catena

N.	Parete	Materiale pannello	Rinforzo	Quota pannello [cm]	Altezza [cm]	Spessore [cm]	Materiale catena	Quota catena [cm]	Diametro [mm]	Tiro [daN]
353	3	Muratura	-	1 238	453,0	28,0	Fe430	1 238	30	1 000
355	3	Muratura	-	1 238	453,0	28,0	Fe430	1 238	40	1 000
356	3	Muratura	-	1 238	453,0	28,0	Fe430	1 238	30	1 000
359	5	Muratura	-	1 238	453,0	32,0	Fe430	1 238	40	1 000
362	6	Muratura	-	1 238	453,0	28,0	Fe430	1 238	30	1 000
364	6	Muratura	-	1 238	453,0	28,0	Fe430	1 238	40	1 000
368	6	Muratura	-	1 238	453,0	28,0	Fe430	1 238	40	1 000
369	6	Muratura	-	1 238	453,0	28,0	Fe430	1 238	30	1 000
371	11	Muratura	-	1 238	453,0	28,0	Fe430	1 238	40	1 000

Trave Acciaio / Legno

N.	Parete	Materiale	Quota I [cm]	Quota J [cm]	Area [cm ²]	J [cm ⁴]	W plastico [cm ³]
360	5	Fe430	1 093	1 093	53,80	3 692,00	429,50

Pilastro acciaio / legno (1)

N.	Materiale	Quota [cm]	Base sezione [cm]	Altezza sezione [cm]	Area [cm ²]	Angolo [°]	Altezza [cm]
380	Fe430	1 238	7,0	7,0	53,80	0	453,0

Pilastro acciaio / legno (2)

N.	Jx (prima della rotaz.)	Jy (prima della rotaz.)	Wx plastico [cm ³]	Wy plastico [cm ³]
----	-------------------------	-------------------------	--------------------------------	--------------------------------

	[cm ⁴]	[cm ⁴]		
380	3 692,00	1 336,00	429,50	203,80

Solaio

N.	Quota [cm]	Spessore [cm]	G [N/mm ²]	Ex [N/mm ²]	Ey [N/mm ²]	Scarico masse	Tipo
7	1 238	4,0	40,00	0,00	0,00	Monodirezionale	Putrelle e voltini
8	1 238	4,0	8 333,33	30 000,00	20 000,00	Monodirezionale	Latero cemento
9	1 238	4,0	8 333,33	30 000,00	20 000,00	Monodirezionale	Latero cemento
10	1 093	4,0	8 333,33	30 000,00	20 000,00	Monodirezionale	Latero cemento

Elementi di rinforzo

Rinforzi orizzontamenti (Catena)

N.	Categoria	N oriz.	Materiale	Diametro [mm]	Tiro [daN]
1	Solaio	7	Fe430	40,0	1 000
2	Solaio	7	Fe430	40,0	1 000

Geometria del modello

La modellazione dell'edificio viene realizzata mediante l'inserimento di pareti che vengono discretizzate in macroelementi, rappresentativi di maschi murari e fasce di piano deformabili; i nodi rigidi sono indicati nelle porzioni di muratura che tipicamente sono meno soggette al danneggiamento sismico. Solitamente i maschi e le fasce sono contigui alle aperture, i nodi rigidi rappresentano elementi di collegamento tra maschi e fasce. La concezione matematica che si nasconde nell'impiego di tale elemento, permette di riconoscere il meccanismo di danno, a taglio nella sua parte centrale o a pressoflessione sui bordi dell'elemento in modo da percepire la dinamica del danneggiamento così come si presenta effettivamente nella realtà.

I nodi del modello, sono nodi tridimensionali a 5 gradi di libertà (le tre componenti di spostamento nel sistema di riferimento globale e le rotazioni intorno agli assi X e Y) o nodi bidimensionali a 3 gradi di libertà (due traslazioni e la rotazione nel piano della parete). Quelli tridimensionali vengono usati per permettere il trasferimento delle azioni, da un primo muro a un secondo disposto trasversalmente rispetto al primo. I nodi di tipo bidimensionale hanno gradi di libertà nel solo piano della parete permettendo il trasferimento degli stati di sollecitazione tra i vari punti della parete.

Gli orizzontamenti, sono modellati con elementi solaio a tre nodi connessi ai nodi tridimensionali, sono caricabili perpendicolarmente al loro piano dai carichi accidentali e permanenti; le azioni sismiche caricano il solaio lungo la direzione del piano medio. Per questo l'elemento finito solaio viene definito con una rigidezza assiale, ma nessuna rigidezza flessionale, in quanto il comportamento meccanico principale che si intende sondare è quello sotto carico orizzontale dovuto al sisma.

Telaio equivalente

Parete : 1

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
36	3 033	4 224	0	0
57	3 316	4 224	0	0
4	3 599	4 224	0	0
1	8	4 224	281	1
16	746	4 224	281	1
43	1 283	4 224	281	1
31	1 833	4 224	281	1
37	3 033	4 224	281	1
58	3 316	4 224	281	1
5	3 599	4 224	281	1
2	8	4 224	785	2
17	746	4 224	785	2
44	1 283	4 224	785	2
32	1 833	4 224	785	2
38	3 033	4 224	785	2
6	3 599	4 224	785	2
3	8	4 224	1 238	3
18	746	4 224	1 238	3
45	1 283	4 224	1 238	3

Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
53	1 553	281	1
54	1 553	785	2
55	3 408	785	2
56	385	1 238	3

Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
12	Muratura	-	28,0	358,0	220,0	879	391	16	17
13	Muratura	-	28,0	90,0	150,0	1 283	456	43	44
17	muratura tipo poroton	-	30,0	40,0	100,0	3 408	471	58	55
11	Muratura	-	28,0	560,0	418,1	280	490	1	2
16	muratura tipo poroton	-	30,0	263,0	302,0	3 157	523	37	38

18	muratura tipo poroton	-	30,0	63,0	302,0	3 560	523	5	6
14	Muratura	-	28,0	90,0	90,0	1 553	526	53	54
15	Muratura	-	28,0	47,0	297,0	1 802	532	31	32
20	Muratura	-	28,0	210,0	167,0	385	869	2	56
21	Muratura	-	28,0	206,6	167,0	753	869	17	18
19	Muratura	-	28,0	120,0	376,0	60	973	2	3
22	Muratura	-	28,0	259,0	376,0	1 146	973	44	45

Macroelementi Fasce

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sinistro	Nodo destro
2	Muratura	-	28,0	180,0	200,0	1 418	381	43	53
4	Muratura	-	28,0	180,0	200,0	1 688	381	53	31
1	Muratura	-	28,0	150,0	274,0	600	648	2	17
6	muratura tipo poroton	-	30,0	100,0	264,0	3 338	653	38	55
7	muratura tipo poroton	-	30,0	100,0	264,0	3 478	653	55	6
3	Muratura	-	28,0	180,0	214,0	1 418	678	44	54
5	Muratura	-	28,0	180,0	214,0	1 688	678	54	32
8	Muratura	-	28,0	160,0	286,0	200	1 095	3	56
9	Muratura	-	28,0	160,0	286,0	570	1 095	56	18
10	Muratura	-	28,0	160,0	286,0	937	1 095	18	45

Parete : 2

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
51	3 599	3 310	0	0
22	3 599	3 742	0	0
68	3 599	3 945	0	0
4	3 599	4 224	0	0
7	3 599	2 189	281	1
52	3 599	3 310	281	1
23	3 599	3 742	281	1
69	3 599	3 945	281	1
5	3 599	4 224	281	1
8	3 599	2 189	785	2
24	3 599	3 742	785	2
6	3 599	4 224	785	2
9	3 599	2 189	1 238	3
25	3 599	3 742	1 238	3

Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
59	1 272	0	0
61	884	281	1
60	1 272	281	1
64	1 794	281	1
62	864	785	2
63	1 156	785	2
65	1 794	785	2
66	845	1 238	3
67	1 197	1 238	3

Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
34	Muratura	-	28,0	34,6	245,5	1 139	123	51	52
35	Muratura	-	28,0	58,4	131,0	1 272	129	59	60
36	Muratura	-	28,0	173,0	174,5	1 466	144	22	23
38	Muratura	-	28,0	105,0	165,0	884	434	61	62
39	Muratura	-	28,0	62,9	165,0	1 088	434	52	63
37	Muratura	-	28,0	431,5	302,0	216	523	7	8
40	Muratura	-	28,0	33,6	302,0	1 536	523	23	24
33	muratura tipo poroton	-	30,0	482,5	504,0	1 794	533	64	65
42	Muratura	-	28,0	216,0	167,0	845	869	62	66
43	Muratura	-	28,0	168,9	167,0	1 197	869	63	67
41	Muratura	-	28,0	577,0	376,0	289	973	8	9
44	Muratura	-	28,0	111,1	376,0	1 497	973	24	25

Macroelementi Fasce

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sinistro	Nodo destro
24	Muratura	-	28,0	79,0	126,0	1 340	63	59	22
23	Muratura	-	28,0	109,3	227,0	1 203	308	52	60
25	Muratura	-	28,0	136,9	227,0	1 355	308	60	23
26	Muratura	-	28,0	400,0	140,0	632	351	7	61
28	Muratura	-	28,0	127,5	274,0	1 008	648	62	63
27	Muratura	-	28,0	280,0	264,0	644	653	8	62
29	Muratura	-	28,0	230,0	264,0	1 355	653	63	24
30	Muratura	-	28,0	160,0	286,0	657	1 095	9	66
31	Muratura	-	28,0	160,0	286,0	1 033	1 095	66	67
32	Muratura	-	28,0	160,0	286,0	1 362	1 095	67	25

Parete : 3

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
10	8	2 189	281	1
13	746	2 189	281	1
33	3 033	2 189	281	1
7	3 599	2 189	281	1
11	8	2 189	785	2
14	746	2 189	785	2
34	3 033	2 189	785	2
8	3 599	2 189	785	2
12	8	2 189	1 238	3
15	746	2 189	1 238	3
134	1 629	2 189	1 238	3
136	2 321	2 189	1 238	3
35	3 033	2 189	1 238	3
9	3 599	2 189	1 238	3

Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
70	369	281	1
72	1 095	281	1
74	1 562	281	1
76	2 049	281	1
78	2 408	281	1
80	2 668	281	1
82	3 407	281	1
71	369	785	2
73	1 100	785	2
75	1 563	785	2
77	2 041	785	2
79	2 365	785	2
81	2 689	785	2
83	3 407	785	2
84	411	1 238	3
85	1 105	1 238	3
86	1 563	1 238	3
87	2 033	1 238	3
88	2 341	1 238	3
89	2 706	1 238	3
90	3 326	1 238	3

Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
84	Muratura	-	28,0	37,2	100,0	3 407	471	82	83
78	Muratura	-	45,0	474,0	190,0	1 562	486	74	75
79	Muratura	-	45,0	259,2	190,0	2 049	486	76	77
83	Muratura	-	28,0	263,0	302,0	3 157	523	33	34
85	Muratura	-	28,0	65,8	302,0	3 558	523	7	8
75	Muratura	-	28,0	738,0	504,0	369	533	70	71
76	Muratura	-	45,0	127,0	327,0	802	543	13	14
82	Muratura	-	45,0	126,8	327,0	2 962	543	33	34
77	Muratura	-	45,0	60,0	150,0	1 095	576	72	73
80	Muratura	-	45,0	60,0	150,0	2 408	576	78	79
81	Muratura	-	45,0	60,0	150,0	2 668	576	80	81
87	Muratura	-	28,0	201,1	167,0	411	869	71	84
95	Muratura	-	28,0	111,5	167,0	3 326	869	34	90
88	Muratura	-	28,0	193,9	187,0	768	932	14	15
94	Muratura	-	28,0	136,9	187,0	3 041	932	34	35
90	Muratura	-	28,0	436,7	228,5	1 563	953	75	86
91	Muratura	-	28,0	102,5	228,5	2 033	953	77	87
86	Muratura	-	28,0	150,0	376,0	75	973	11	12
96	Muratura	-	28,0	49,6	376,0	3 566	973	8	9
89	Muratura	-	28,0	159,8	207,0	1 105	996	73	85
92	Muratura	-	28,0	194,2	207,0	2 341	996	79	88
93	Muratura	-	28,0	214,7	207,0	2 706	996	81	89

Macroelementi Fasce

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sinistro	Nodo destro
61	Muratura	-	28,0	100,0	140,0	3 338	351	33	82
63	Muratura	-	28,0	100,0	140,0	3 475	351	82	7
45	Muratura	-	45,0	200,0	220,0	965	391	13	72
48	Muratura	-	45,0	200,0	220,0	1 225	391	72	74
52	Muratura	-	45,0	200,0	220,0	2 278	391	76	78
55	Muratura	-	45,0	200,0	220,0	2 538	391	78	80
58	Muratura	-	45,0	200,0	220,0	2 798	391	80	33
51	Muratura	-	45,0	160,0	274,0	1 870	648	75	77
62	Muratura	-	28,0	43,8	264,0	3 375	653	34	83
64	Muratura	-	28,0	117,4	264,0	3 475	653	83	8
46	Muratura	-	45,0	180,0	134,0	955	718	14	73
49	Muratura	-	45,0	180,0	134,0	1 245	718	73	75
53	Muratura	-	45,0	161,5	134,0	2 212	718	77	79
56	Muratura	-	45,0	180,0	134,0	2 528	718	79	81
59	Muratura	-	45,0	170,7	134,0	2 845	718	81	34
47	Muratura	-	28,0	180,0	107,0	955	839	14	73
50	Muratura	-	28,0	180,0	107,0	1 245	839	73	75

54	Muratura	-	28,0	161,5	107,0	2 212	839	77	79
57	Muratura	-	28,0	180,0	107,0	2 528	839	79	81
60	Muratura	-	28,0	170,7	107,0	2 845	839	81	34
65	Muratura	-	28,0	160,0	286,0	230	1 095	12	84
66	Muratura	-	28,0	160,0	286,0	591	1 095	84	15
73	Muratura	-	28,0	160,0	286,0	3 190	1 095	35	90
74	Muratura	-	28,0	160,0	286,0	3 461	1 095	90	9
69	Muratura	-	28,0	200,0	203,0	1 882	1 137	86	87
67	Muratura	-	28,0	160,0	139,0	945	1 169	15	85
68	Muratura	-	28,0	160,0	139,0	1 265	1 169	85	86
70	Muratura	-	28,0	160,0	139,0	2 164	1 169	87	88
71	Muratura	-	28,0	160,0	139,0	2 518	1 169	88	89
72	Muratura	-	28,0	160,0	139,0	2 893	1 169	89	35

Parete : 4

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
10	8	2 189	281	1
19	8	3 742	281	1
1	8	4 224	281	1
11	8	2 189	785	2
20	8	3 742	785	2
2	8	4 224	785	2
12	8	2 189	1 238	3
21	8	3 742	1 238	3
3	8	4 224	1 238	3

Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
91	391	281	1
93	663	281	1
94	874	281	1
96	1 085	281	1
98	1 296	281	1
100	1 742	281	1
102	1 892	281	1
92	391	785	2
95	921	785	2
97	1 085	785	2
99	1 259	785	2
101	1 742	785	2
103	1 892	785	2
104	942	1 238	3

105	1 240	1 238	3
-----	-------	-------	---

Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
113	Muratura	-	28,0	157,0	157,5	391	460	91	92
112	Muratura	-	28,0	172,5	418,1	86	490	10	11
114	Muratura	-	28,0	35,3	85,0	663	524	93	92
115	Muratura	-	28,0	35,0	85,0	874	524	94	95
116	Muratura	-	28,0	35,0	85,0	1 085	524	96	97
117	Muratura	-	28,0	35,0	85,0	1 296	524	98	99
118	Muratura	-	28,0	130,7	85,0	1 555	524	19	20
119	Muratura	-	28,0	72,0	85,0	1 742	524	100	101
120	Muratura	-	28,0	58,0	85,0	1 892	524	102	103
121	Muratura	-	28,0	30,0	294,5	2 021	532	1	2
123	Muratura	-	28,0	156,0	167,0	942	869	95	104
124	Muratura	-	28,0	120,6	167,0	1 240	869	99	105
122	Muratura	-	28,0	704,0	376,0	352	973	92	12
125	Muratura	-	28,0	574,9	376,0	1 748	973	101	21

Macroelementi Fasce

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sinistro	Nodo destro
97	Muratura	-	28,0	176,0	200,0	558	381	91	93
98	Muratura	-	28,0	176,0	200,0	769	381	93	94
100	Muratura	-	28,0	176,0	200,0	980	381	94	96
102	Muratura	-	28,0	176,0	200,0	1 191	381	96	98
104	Muratura	-	28,0	176,0	200,0	1 402	381	98	19
106	Muratura	-	28,0	85,0	200,0	1 663	381	19	100
107	Muratura	-	28,0	85,0	200,0	1 820	381	100	102
108	Muratura	-	28,0	85,0	200,0	1 963	381	102	1
99	Muratura	-	28,0	168,0	219,0	776	676	92	95
101	Muratura	-	28,0	95,6	219,0	1 029	676	95	97
103	Muratura	-	28,0	116,1	219,0	1 152	676	97	99
105	Muratura	-	28,0	168,0	219,0	1 391	676	99	20
109	Muratura	-	28,0	160,0	286,0	784	1 095	12	104
110	Muratura	-	28,0	160,0	286,0	1 100	1 095	104	105
111	Muratura	-	28,0	160,0	286,0	1 381	1 095	105	21

Parete : 5

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
13	746	2 189	281	1

26	746	3 742	281	1
16	746	4 224	281	1
14	746	2 189	785	2
27	746	3 742	785	2
17	746	4 224	785	2
15	746	2 189	1 238	3
28	746	3 742	1 238	3
18	746	4 224	1 238	3

Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
106	777	281	1
107	777	785	2
108	186	1 238	3
109	374	1 238	3
110	557	1 238	3
111	958	1 238	3
112	1 145	1 238	3
113	1 306	1 238	3
114	1 420	1 238	3

Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
136	Muratura doppio uni	-	28,0	196,5	417,6	1 651	490	26	27
137	Muratura doppio uni	-	28,0	186,0	417,6	1 943	490	16	17
135	Muratura	-	45,0	1 553,0	504,0	777	533	106	107
141	Muratura	-	32,0	172,0	171,5	557	975	107	110
142	Muratura	-	32,0	95,2	171,5	958	975	107	111
138	Muratura	-	32,0	25,0	261,5	13	1 014	14	15
146	Muratura	-	32,0	41,6	261,5	1 532	1 014	27	28
139	Muratura	-	32,0	181,0	70,0	186	1 028	14	108
140	Muratura	-	32,0	55,0	70,0	374	1 028	14	109
143	Muratura	-	32,0	138,8	70,0	1 145	1 028	107	112
144	Muratura	-	32,0	44,9	70,0	1 306	1 028	27	113
145	Muratura	-	32,0	42,6	70,0	1 420	1 028	27	114

Macroelementi Fasce

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sinistro	Nodo destro
126	Muratura doppio uni	-	28,0	100,0	290,0	1 800	640	27	17

130	Muratura	-	32,0	267,0	180,0	777	1 148	110	111
127	Muratura	-	32,0	70,0	175,0	60	1 151	15	108
128	Muratura	-	32,0	70,0	175,0	311	1 151	108	109
129	Muratura	-	32,0	70,0	175,0	436	1 151	109	110
131	Muratura	-	32,0	70,0	175,0	1 040	1 151	111	112
132	Muratura	-	32,0	70,0	175,0	1 249	1 151	112	113
133	Muratura	-	32,0	70,0	175,0	1 364	1 151	113	114
134	Muratura	-	32,0	70,0	175,0	1 476	1 151	114	28

Parete : 6

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
39	3 033	3 742	0	0
22	3 599	3 742	0	0
19	8	3 742	281	1
26	746	3 742	281	1
46	1 283	3 742	281	1
29	1 833	3 742	281	1
40	3 033	3 742	281	1
23	3 599	3 742	281	1
20	8	3 742	785	2
27	746	3 742	785	2
47	1 283	3 742	785	2
30	1 833	3 742	785	2
41	3 033	3 742	785	2
24	3 599	3 742	785	2
21	8	3 742	1 238	3
28	746	3 742	1 238	3
48	1 283	3 742	1 238	3
135	1 629	3 742	1 238	3
137	2 321	3 742	1 238	3
42	3 033	3 742	1 238	3
25	3 599	3 742	1 238	3

Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
115	3 308	0	0
117	2 261	281	1
119	2 624	281	1
116	3 308	281	1
118	2 273	785	2
120	2 639	785	2

121	1 598	1 238	3
122	1 806	1 238	3
123	2 285	1 238	3
124	2 654	1 238	3

Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
161	Muratura	-	28,0	566,0	281,0	3 308	141	115	116
169	muratura tipo poroton	-	30,0	279,0	417,5	3 165	490	40	41
170	muratura tipo poroton	-	30,0	196,0	417,5	3 493	490	23	24
162	Muratura doppio uni	-	28,0	569,0	417,5	285	490	19	20
163	Muratura doppio uni	-	28,0	39,0	417,5	719	490	26	27
164	Muratura	-	45,0	98,0	417,5	787	490	26	27
165	Muratura	-	45,0	935,0	195,0	1 484	496	46	47
168	Muratura	-	45,0	63,0	463,8	2 994	513	40	41
167	Muratura	-	45,0	105,0	297,5	2 624	547	119	120
166	Muratura	-	45,0	120,0	180,0	2 261	606	117	118
172	Muratura	-	28,0	144,0	225,5	1 336	951	47	48
171	Muratura	-	28,0	1 121,0	379,8	560	975	27	28
173	Muratura	-	28,0	59,7	207,0	1 598	996	30	121
174	Muratura	-	28,0	157,0	207,0	1 806	996	30	122
175	Muratura	-	28,0	251,4	207,0	2 285	996	118	123
176	Muratura	-	28,0	166,0	207,0	2 654	996	120	124
177	Muratura	-	28,0	694,0	330,0	3 244	1 006	41	42

Macroelementi Fasce

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sinistro	Nodo destro
147	Muratura	-	45,0	250,0	235,0	2 076	399	29	117
150	Muratura	-	45,0	250,0	235,0	2 446	399	117	119
148	Muratura	-	45,0	262,5	89,0	2 049	741	30	118
151	Muratura	-	45,0	205,0	89,0	2 469	741	118	120
153	Muratura	-	45,0	223,0	89,0	2 818	741	120	41
149	Muratura	-	28,0	262,5	107,0	2 049	839	30	118
152	Muratura	-	28,0	205,0	107,0	2 469	839	118	120
154	Muratura	-	28,0	223,0	107,0	2 818	839	120	41
155	Muratura	-	28,0	143,0	209,0	1 192	1 134	28	48
156	Muratura	-	28,0	160,0	139,0	1 488	1 169	48	121
157	Muratura	-	28,0	100,0	139,0	1 678	1 169	121	122
158	Muratura	-	28,0	275,0	139,0	2 022	1 169	122	123

159	Muratura	-	28,0	160,0	139,0	2 491	1 169	123	124
160	Muratura	-	28,0	160,0	139,0	2 817	1 169	124	42

Parete : 7

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
29	1 833	3 742	281	1
31	1 833	4 224	281	1
30	1 833	3 742	785	2
32	1 833	4 224	785	2

Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
125	241	281	1
126	241	785	2

Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
178	Muratura	-	28,0	482,5	504,0	241	533	125	126

Parete : 8

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
49	3 033	3 310	0	0
39	3 033	3 742	0	0
131	3 033	3 983	0	0
36	3 033	4 224	0	0
33	3 033	2 189	281	1
50	3 033	3 310	281	1
40	3 033	3 742	281	1
37	3 033	4 224	281	1
34	3 033	2 189	785	2
41	3 033	3 742	785	2
38	3 033	4 224	785	2
35	3 033	2 189	1 238	3
42	3 033	3 742	1 238	3

Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
127	1 337	0	0
128	1 337	281	1
129	1 794	281	1
130	1 794	785	2

Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
180	Muratura	-	28,0	431,1	281,0	1 337	141	127	128
182	Muratura	-	45,0	959,1	417,6	480	490	33	34
183	Muratura	-	45,0	463,9	417,6	1 321	490	128	41
181	muratura tipo poroton	-	30,0	482,5	504,0	1 794	533	129	130
184	Muratura	-	28,0	524,7	385,3	262	978	34	35
185	Muratura	-	28,0	765,3	385,3	1 170	978	41	42

Macroelementi Fasce

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sinistro	Nodo destro
179	Muratura	-	28,0	263,0	180,0	656	1 148	35	42

Parete : 9

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
46	1 283	3 742	281	1
43	1 283	4 224	281	1
47	1 283	3 742	785	2
44	1 283	4 224	785	2
48	1 283	3 742	1 238	3
45	1 283	4 224	1 238	3

Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
187	muratura tipo poroton	-	28,0	282,4	376,8	1 694	973	47	48
188	muratura tipo poroton	-	28,0	40,1	376,8	2 015	973	44	45

Macroelementi Fasce

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore	Base	Altezza	Baricentro X	Baricentro Z	Nodo	Nodo
----	-----------	----------	----------	------	---------	--------------	--------------	------	------

			[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	sinistro	destro
186	muratura tipo poroton	-	28,0	160,0	233,0	1 915	1 122	48	45

Parete : 10

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
49	3 033	3 310	0	0
51	3 599	3 310	0	0
50	3 033	3 310	281	1
52	3 599	3 310	281	1

Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
132	283	0	0
133	283	281	1

Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
189	Muratura	-	28,0	566,0	281,0	283	141	132	133

Parete : 11

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
134	1 629	2 189	1 238	3
135	1 629	3 742	1 238	3

Parete : 12

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
136	2 321	2 189	1 238	3
137	2 321	3 742	1 238	3

(*) Elementi di copertura

Carichi

Le verifiche allo stato limite ultimo (SLV) e allo stato limite di esercizio (SLD; SLO); devono essere effettuate per la seguente combinazione della azione sismica con le altre azioni [Norme Tecniche 2008 p.3.2.4].

$$E + G_1 + G_2 + \sum_i \Psi_{2i} Q_{Ki}$$

dove:

- E azione sismica per lo stato limite in esame;
- G₁ peso proprio di tutti gli elementi strutturali;
- G₂ peso proprio di tutti gli elementi non strutturali;
- ψ_{2i} coefficiente di combinazione;
- Q_{Ki} valore caratteristico della azione variabile;

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

$$G_1 + G_2 + \sum_i \Psi_{2i} Q_{Ki}$$

I valori dei vari coefficienti sono scelti in base alla destinazione d'uso dei vari solai secondo quanto indicato nella norma. [Norme Tecniche 2008 Tabella 2.5.1].

N. Solaio	Gk1 [daN/m2]	Gk2 [daN/m2]	Qk [daN/m2]	ψ2
1	520	0	300	0,30
2	1 068	0	300	0,60
3	389	0	300	0,60
4	389	0	300	0,60
5	389	0	300	0,60
6	389	0	300	0,60
7	170	0	120	0,00
8	375	0	120	0,00
9	375	0	120	0,00
10	375	0	120	0,00

Parametri di calcolo

Libreria parametri
-- Norme tecniche 2008 --
Salva
Elimina
Salva come default

[1] Materiali

Esistente: Drift-taglio	0,004
Esistente: Drift-Pressoflessione	0,006
Esistente: FC-LC1	1,35
Esistente: FC-LC2	1,2
Esistente: FC-LC3	1
Nuovo: Drift-taglio	0,004
Nuovo: Drift-Pressoflessione	0,008
Riduzione rigidità fessurata	2

[2] Calcolo statico

yG1	1,3
yG2	1,5
yQ	1,5
yQ,vento	1,5
ψ0,vento	0,6
Carico dominante vento	No
Coeff. eccentricità iniziale	200
Axis VM: Fondazioni	Approccio 2

[1] Parametri bilineare

Intersezione bilineare-pushover	0,7
---------------------------------	-----

[2] SLV

Condizione limite (SLU)	Decadimento
Valore decadimento	0,8
Usa q* limite	Si
q* limite	3
Fattore di riduzione dello spostamento	1

[3] SLD

Drift limite di interpiano (SLD)	0,003
----------------------------------	-------

[4] SLO

Drift limite di interpiano (SLO)	0,002
----------------------------------	-------

Axis VM: Fondazioni
Approccio per il calcolo delle fondazioni

Condizione limite (SLU)
Condizione limite che indica il raggiungimento della condizione(NC)

Normativa di riferimento

Sono stati recepiti, per le analisi di cui in seguito, i principi e le regole riportate nelle normative seguenti:

- Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008 - "Norme tecniche per le Costruzioni"
- Circolare n. 617 del 2 febbraio 2009 - Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni"

VITA NOMINALE, CLASSI D'USO E PERIODO DI RIFERIMENTO

La costruzione in oggetto è definita dalla seguente tipologia (p.to 2.4 delle NT):

Vita della struttura	
Tipo	Opere (35-50) 35 - 50 anni
Vita nominale(anni)	50.0
Classe d'uso	Classe III
Coefficiente d'uso	1.500
Periodo di riferimento(anni)	75.000
Stato limite di esercizio - SLD	PVR=63.0%
Stato limite ultimo - SLV	PVR=10.0%
Periodo di ritorno SLD(anni)	TR=75.4
Periodo di ritorno SLV(anni)	TR=711.8

Materiali impiegati e resistenze di calcolo

Materiali

MURATURA

- Muratura
- Muratura doppio uni
- muratura tipo poroton

CALCESTRUZZO

ACCIAIO ARMATURA

ACCIAIO STRUTTURALE

LEGNO

FRP

Nome	Muratura
E [N/mm ²]	2 250,00
G [N/mm ²]	750,00
w [dN/m ³]	18
f _m [N/cm ²]	360,00
τ [N/cm ²]	9,00
f _k [N/cm ²]	186,67
FC	1,35
γ _m	2,00
Stato	Esistente
Descrizione	
Libreria	Progetto
Drift taglio	0,0040
Drift flessione	0,0060
φ _{co}	0,0

Colore materiale

Texture

OK ?

Proprietà materiale

Tipo Muratura

Nome Muratura

Colore materiale

Texture

Condizione del materiale

☒ Esistente ☐ Nuovo

☒ Rigidezza fessurata

☐ Definizione utente

Tipo legame

Turnsek/Cacovic

Parametri muratura

Parametri di miglioramento

E [N/mm ²]	2250
G [N/mm ²]	750
w [dN/m ³]	18
f _m [N/cm ²]	360
τ [N/cm ²]	9
f _k [N/cm ²]	186,67
FC	1,35
γ _m	2
Drift taglio	0,004
Drift flessione	0,006

Descrizione

Libreria Progetto

Normativa OK Annulla ?

Tipo muratura: Muratura in mattoni pieni e malta di calce

Livello conoscenza: -- Limitate indagini -- LC1

FC: 1,35

	f_m [N/cm ²]	t_0 [N/cm ²]	E [N/mm ²]	G [N/mm ²]	w [kN/m ³]
Minimo tabellare:	240,00	6,00	1 500,00	500,00	18

Normativa Italiana

Normativa OK Annulla ?

Parametri migliorativi

Tipo muratura: Muratura in mattoni pieni e malta di calce

Livello conoscenza:

<input checked="" type="checkbox"/> Malta buona	1,5	<input type="checkbox"/> Ricorsi o listature	--
<input type="checkbox"/> Connessione trasversale Diatoni artificiali	1,3	<input type="checkbox"/> Iniezioni di miscele leganti	1,5
<input type="checkbox"/> Intonaco armato	1,5	<input type="checkbox"/> Giunti sottili (< 10 mm)	1,5
<input type="checkbox"/> Nucleo scadente e/o ampio	0,7	<input type="checkbox"/> Altro	

Nessuno

Normativa Italiana

Normativa OK Annulla ?

Materiali

83

MURATURA

- Muratura
 - Muratura doppio uni
 - muratura tipo poroton
- CALCESTRUZZO
- ACCIAIO ARMATURA
- ACCIAIO STRUTTURALE
- LEGNO
- FRP

Nome	Muratura doppio uni
E [N/mm ²]	4 550,00
G [N/mm ²]	1 137,50
w [kN/m ³]	15
f _m [N/cm ²]	500,00
τ [N/cm ²]	24,00
f _k [N/cm ²]	259,26
FC	1,35
γ _m	2,00
Stato	Esistente
Descrizione	
Libreria	Progetto
Drift taglio	0,0040
Drift flessione	0,0060
φ _∞	0,0

Colore materiale:
 Texture:

OK ?

Proprietà materiale

83

Tipo **Muratura** **Modifica**

Nome: Muratura doppio uni

Colore materiale:

Texture:

E [N/mm ²]	4550
G [N/mm ²]	1137,5
w [kN/m ³]	15
f _m [N/cm ²]	500
τ [N/cm ²]	24
f _k [N/cm ²]	259,26
FC	1,35
γ _m	2
Drift taglio	0,004
Drift flessione	0,006

Condizione del materiale

☒ Esistente
 ☐ Nuovo

☒ Rigidezza fessurata
☐ Definizione utente

Tipo legame

Turnsek/Cacovic

Parametri muratura

Parametri di miglioramento

Descrizione:

Libreria: Progetto

Normativa
 OK
 Annulla
 ?

Tipo muratura: Muratura in mattoni semipieni con malta cementizia (es.: doppio UNI)

Livello conoscenza: -- Limitate indagini -- LC1 FC 1,35

Minimo tabellare:

f_m [N/cm ²]	t_0 [N/cm ²]	E [N/mm ²]	G [N/mm ²]	w [dN/m ³]
500,00	24,00	4 550,00	1 137,50	15

Normativa Italiana Normativa OK Annulla ?

Materiali

- MURATURA
 - Muratura
 - Muratura doppio uni
 - muratura tipo poroton**
- CALCESTRUZZO
- ACCIAIO ARMATURA
- ACCIAIO STRUTTURALE
- LEGNO
- FRP

Nome: muratura tipo poroton

E [N/mm ²]	4 500,00
G [N/mm ²]	1 350,00
w [dN/m ³]	12
f_m [N/cm ²]	400,00
τ [N/cm ²]	30,00
f_k [N/cm ²]	207,41
FC	1,35
γ_m	2,00
Stato	Esistente
Descrizione:	
Libreria	Progetto
Drift taglio	0,0040
Drift flessione	0,0060
ϕ_{∞}	0,0

Colore materiale:


Texture:


OK ?

Proprietà materiale

Tipo: **Muratura**

Nome: muratura tipo poroton

Colore materiale: 

Texture: 

Condizione del materiale: ☒ Esistente ☐ Nuovo

☒ Rigidezza fessurata

☐ Definizione utente

Tipo legame: Turnsek/Cacovic

Parametri muratura

Parametri di miglioramento

E [N/mm ²]	4500
G [N/mm ²]	1350
w [kN/m ³]	12
f _m [N/cm ²]	400
τ [N/cm ²]	30
f _k [N/cm ²]	207,41
FC	1,35
γ _m	2
Drift taglio	0,004
Drift flessione	0,006

Descrizione:

Libreria Progetto Normativa OK Annulla ?

Tipo muratura: Muratura in blocchi laterizi forati (perc. foratura < 45%)

Livello conoscenza: -- Limitate indagini -- LC1

FC: 1,35

Minimo tabellare:

f _m [N/cm ²]	t ₀ [N/cm ²]	E [N/mm ²]	G [N/mm ²]	w [kN/m ³]
400,00	30,00	4 500,00	1 350,00	12

Normativa Italiana Normativa OK Annulla ?

Muratura

Nome	E [N/mm ²]	G [N/mm ²]	Peso specifico [kN/m ³]	f _m [N/cm ²]	T/f _{m0} [N/cm ²]
Muratura	2 250,00	750,00	18	266,67	6,67
Muratura doppio uni	4 550,00	1 137,50	15	370,37	17,78
muratura tipo poroton	4 500,00	1 350,00	12	296,30	22,22

Calcestruzzo

Nome	E [N/mm ²]	G [N/mm ²]	Peso specifico [kN/m ³]	f _{cm} [N/mm ²]	f _{ck} [N/mm ²]
C12/15	26 000,00	10 833,00	25	7,5	0,00
C20/25	29 000,00	12 083,00	25	14,8	20,00

Acciaio armatura

Nome	E [N/mm ²]	G [N/mm ²]	Peso specifico [kN/m ³]	fym [N/mm ²]	fyk [N/mm ²]
FeB22K	206 000,00	78 400,00	79	187,0	0,00
FeB44K	206 000,00	78 400,00	79	318,5	430,00

Acciaio strutturale

Nome	E [N/mm ²]	G [N/mm ²]	Peso specifico [kN/m ³]	fym [N/mm ²]	fyk [N/mm ²]
Fe430	206 000,00	78 400,00	79	275,0	0,00

Come anche riportato nella relazione conclusiva delle verifiche dello stato di fatto, si precisa che le verifiche sulle murature sono state eseguite sia tenendo conto delle eccentricità previste dalle "NTC08" tramite programma di calcolo, sia con la pressione media senza considerare l'eccentricità.

Per la verifica ai carichi verticali delle murature si è considerato un coefficiente di sicurezza pari a 2 in considerazione che si tratta di edificio esistente, sulla scorta di quanto indicato dal parere del CTS (Comitato Tecnico Scientifico –Legge Regionale n.19/2008 e D.G.R. n.1776/2013) n. 122 del 14 aprile del 2016 nella seduta n.47 in merito all'obbligo di adeguamento nei confronti dei carichi statici, in occasione di interventi di miglioramento sulla costruzione, della Regione Emilia Romagna.

Per le verifiche sismiche e per le verifiche delle murature ai carichi verticali si è adottato un livello di conoscenza LC1 ed un fattore di confidenza FC = 1.35, mentre per le verifiche dei solai ai carichi verticali, si è fatto riferimento alle indagini, scaturite in un progetto, a cura dell'Ing. Migliaccio del 2005, che ha portato, per gli interventi principali, al consolidamento del solaio di calpestio del piano primo, di luce maggiore, di copertura del piano terra per la parte adibita a palestra, all'introduzione di alcune nuove pareti e di alcuni elementi verticali in acciaio di collegamento delle pareti al solaio ed al collegamento delle tramezzature del piano primo, alle murature portanti.

Il collaudo, di tali opere e la prova di carico eseguita sul solaio consolidato, sono riportate nell'elaborato EL VS 06/B.

TERRENO DI FONDAZIONE

L'edificio è ubicato in un'area urbanizzata in via Gramsci n. 175 a Castel Maggiore. Il terreno di sedime è pianeggiante, ed è costituito oltre che dallo strato superficiale dello spessore di circa 1 m che risente delle variazioni stagionali, da strati sottostanti costituiti principalmente da terreni di natura argillose-limose con caratteristiche meccaniche che aumentano con la profondità.

Per la determinazione delle caratteristiche del terreno si è utilizzata la relazione geologica eseguita dal Dott. Casadio, allegata.

Di seguito si riportano le stratigrafie ottenute dalle due prove penetrometriche effettuate:

Prova n.1

Prof. Strato (m)		Descrizione
0.00	0.60	Sabbie
0.60	2.20	Argille sabbiose molto compatte
2.20	3.20	Argille limose e sabbiose molto compatte
3.20	9.60	Argilla con livelli di sabbia compatta
9.60	12.60	Sabbie
12.60	13.60	Limo sabbioso
13.60	14.80	Sabbie limose

Prova n.2

Prof. Strato (m)		Descrizione
0.00	1.00	Terreno vegetale
1.00	3.40	Argille sabbiose
3.40	5.60	Argille compatte
5.60	9.60	Argille sabbiose e limose molto compatte
9.60	10.60	Limo
10.60	13.40	Sabbie
13.40	15.00	Limo sabbioso

Dove la prova n. 1 è stata effettuata in vicinanza del corpo aule e la n. 2 in corrispondenza del corpo palestra

Non si sono evidenziate particolari problematiche per la natura del terreno.

ANALISI DEI CARICHI

SOLAIO PIANO PRIMO

Travetti interasse 0,6 m Altezza utile della sezione d: 18 cm

Larghezza minima della sezione della trave b_w : 10 cm

Analisi carichi

Peso proprio pignatte $6.00 \times 0,50 \times 0,16 \times 1/0.6 = 0,80 \text{ KN/m}^2$

Travetti $0,10 \times 0,16 \times 25.00 \times 1/0.6 = 0,69 \text{ KN/m}^2$

Peso proprio soletta in c.a. $0,04 \times 1 \times 1 \times 25.00 = 1,00 \text{ KN/m}^2$

Peso proprio massetto + pavimento $0,05 \times 1 \times 1 \times 20.00 = 1.00 \text{ KN/m}^2$

Intonaco $= 0.20 \text{ KN/m}^2$

Controsoffitto $= 0.20 \text{ KN/m}^2$

Tot = 3,89 KN/m^2

Accidentali: scuola = 3.0 KN/m^2

SOLAIO COPERTURA

Travetti interasse 0,6 m Altezza utile della sezione d: 18 cm
Larghezza minima della sezione della trave b_w : 10 cm

Analisi carichi

Peso proprio pignatte $6.00 \times 0,50 \times 0,16 \times 1/0.6 = 0,80 \text{ KN/m}^2$
Travetti $0,10 \times 0,16 \times 25.00 \times 1/0.6 = 0,69 \text{ KN/m}^2$
Peso proprio soletta in c.a. $0,04 \times 1 \times 1 \times 25.00 = 1,00 \text{ KN/m}^2$
Peso proprio massetto pendenza $0,10 \times 1 \times 1 \times 8.00 = 0.80 \text{ KN/m}^2$
Intonaco $= 0.20 \text{ KN/m}^2$
Controsoffitto $= 0.20 \text{ KN/m}^2$
Guaina $= 0.08 \text{ KN/m}^2$
Tot = $3,75 \text{ KN/m}^2$

Accidentali: neve = 1.2 KN/m^2

SOLAIO COPERTURA CON TRAVI RETICOLARI

Analisi carichi

Peso proprio travetti a t 60X6 reggi pannelli sandwich = $0,06 \text{ KN/m}^2$
pannelli sandwich = $0,11 \text{ KN/m}^2$
Peso Travi Reticolari $21.98 \times 12/2.14 = 1,23 \text{ KN/m}^2$
Peso proprio lamiera grecata = 0.10 KN/m^2
Controsoffitto $= 0.20 \text{ KN/m}^2$
Tot = $1,70 \text{ KN/m}^2$

Accidentali: neve = 1.2 KN/m^2

SOLAIO COPERTURA ZONA PALESTRA

Analisi carichi

Travi $0,30 \times 0,65 \times 25.00 \times 1/1.73 = 2,81 \text{ KN/m}^2$
Peso proprio soletta in c.a. $0,20 \times 1 \times 1 \times 25.00 = 5,00 \text{ KN/m}^2$
Peso proprio massetto + pavimento $0,05 \times 1 \times 1 \times 20.00 = 1.00 \text{ KN/m}^2$
Intonaco $= 0.20 \text{ KN/m}^2$
Tramezzature $(0.88 \times 3.67 \times 110)/22.68 \times 15.40 = 1.02 \text{ KN/m}^2$
Peso proprio rinforzo in profilati metallici $= 0.65 \text{ KN/m}^2$
Tot = $10,68 \text{ KN/m}^2$

Accidentali: scuola = 3.0 KN/m^2

-Il valore della neve è ottenuto come indicato nelle NTC 2008-

3.4 AZIONI DELLA NEVE

3.4.1 CARICO NEVE

Il carico provocato dalla neve sulle coperture sarà valutato mediante la seguente espressione:

$$q_s = \mu_i \cdot q_{sk} \cdot C_E \cdot C_T \quad (3.3.7)$$

dove:

q_{sk} è il carico neve sulla copertura;

μ_i è il coefficiente di forma della copertura, fornito al successivo § 3.4.5;

q_{sk} è il valore caratteristico di riferimento del carico neve al suolo [kN/m^2], fornito al successivo § 3.4.2 per un periodo di ritorno di 50 anni;

C_E è il coefficiente di esposizione di cui al § 3.4.3;

C_T è il coefficiente termico di cui al § 3.4.4.

Si ipotizza che il carico agisca in direzione verticale e lo si riferisce alla proiezione orizzontale della superficie della copertura.

$\alpha = 0^\circ$ (inclinazione falda) ----> coefficiente di forma 0,8

Categoria topografica T1 pianeggiante

Altitudine sito <200 m. slm

Zona I – Mediterranea

Alessandria, Ancona, Asti, Bologna, Cremona, Forlì-Cesena, Lodi, Milano, Modena, Novara, Parma, Pavia, Pesaro e Urbino, Piacenza, Ravenna, Reggio Emilia, Rimini, Treviso, Varese:

$$\begin{aligned} q_{sk} &= 1,50 \text{ kN/m}^2 & a_s &\leq 200 \text{ m} \\ q_{sk} &= 1,35 [1 + (a_s/602)^2] \text{ kN/m}^2 & a_s &> 200 \text{ m} \end{aligned} \quad (3.3.9)$$

32

$$q_{sk} = 1,50 \text{ kN/m}^2$$

del coefficiente di esposizione per diverse classi di topografia sono forniti in Tab. 3.4.I. Se non diversamente indicato, si assumerà $C_E = 1$.

Tabella 3.4.I – Valori di C_E per diverse classi di topografia

Topografia	Descrizione	C_E
Battuta dai venti	Aree pianeggianti non ostruite esposte su tutti i lati, senza costruzioni o alberi più alti.	0,9
Normale	Aree in cui non è presente una significativa rimozione di neve sulla costruzione prodotta dal vento, a causa del terreno, altre costruzioni o alberi.	1,0
Riparata	Aree in cui la costruzione considerata è sensibilmente più bassa del circostante terreno o circondata da costruzioni o alberi più alti	1,1

3.4.4 COEFFICIENTE TERMICO

Il coefficiente termico può essere utilizzato per tener conto della riduzione del carico neve a causa dello scioglimento della stessa, causata dalla perdita di calore della costruzione. Tale coefficiente tiene conto delle proprietà di isolamento termico del materiale utilizzato in copertura. In assenza di uno specifico e documentato studio, deve essere utilizzato $C_t = 1$.

3.4.5.1 Coefficiente di forma per le coperture

In generale verranno usati i coefficienti di forma per il carico neve contenuti nel presente paragrafo, dove vengono indicati i relativi valori nominali essendo α , espresso in gradi sessagesimali, l'angolo formato dalla falda con l'orizzontale.

I valori del coefficiente di forma μ_i , riportati in Tab. 3.4.II si riferiscono alle coperture ad una o due falde.

Tabella 3.4.II – Valori del coefficiente di forma

Coefficiente di forma	$0^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$	$30^\circ < \alpha < 60^\circ$	$\alpha \geq 60^\circ$
μ_i	0,8	$0,8 \cdot \frac{(60 - \alpha)}{30}$	0,0

Avendo considerato il coefficiente di esposizione e termico pari ad 1, il coeff. di forma pari a 0,8 ,
in funzione della q_{sk} trovata-----> $q_{neve} = 1,2 \text{ kN/m}^2$

Coefficienti maggiorativi carichi

Si sono applicati i seguenti coefficienti

- Peso Proprio $\gamma_G = 1,3$
- permanente solai $\gamma_G = 1,3$
- accidentale solai con $\gamma_Q = 1,5$

VALUTAZIONE DELL'AZIONE SISMICA

Spettro utilizzato.

Gli spettri di risposta, sono definiti in funzione del reticolo di riferimento definito nella "Tabella 1" (parametri spettrali) in allegato alle Norme Tecniche 14 gennaio 2008 .

Tale tabella fornisce, in funzione delle coordinate geografiche (latitudine, longitudine), i parametri necessari a tracciare lo spettro. I parametri forniti dal reticolo di riferimento sono:

- a_g : accelerazione orizzontale massima del terreno;
- F_0 : valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- T_c^* : periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

La trilogia di valori qui descritta, è definita per un periodo di ritorno assegnato (TR), definito in base alla probabilità di superamento di ciascuno degli stati limite.

Tali valori, saranno pertanto definiti per ciascuno degli stati limite esaminati (vedere tabella).

Lo spettro sismico dipende anche dalla “Classe del suolo” e dalla “categoria topografica” (vedere tabella).

	SLV	SLD	SLO
Ag [m/s ²]	1,90	0,72	0,58
F0	2,48	2,48	2,50
Tc* [s]	0,29	0,28	0,27
Tr	712,00	75,00	45,00

	SLV	SLD	SLO
Ss	1,41	1,50	1,50
Tb [s]	0,15	0,15	0,15
Tc [s]	0,46	0,45	0,44
Td [s]	2,37	1,89	1,84

Parametri del sito

Città:

Longitudine:

Latitudine:

Vita nominale:

Classi d'uso:

Parametri di pericolosità sismica

Calcola Pulisci

	SLV	SLD	SLO
a_g	1,895	0,723	0,579
F_0	2,48	2,48	2,5
T_c^*	0,29	0,28	0,27
T_R	712	75	45

OK Annulla

Carico sismico

NT08

Parametri di pericolosità sismica

Calcola

	SLV	SLD	SLO	
a _g	1,895	0,723	0,579	[m/s ²]
F ₀	2,48	2,48	2,50	
T _C *	0,29	0,28	0,27	[s]
T _R	712	75	45	

Classe suolo

C

	SLV	SLD	SLO	
S _S	1,41	1,50	1,50	
T _B	0,15	0,15	0,15	[s]
T _C	0,46	0,45	0,44	[s]
T _D	2,37	1,89	1,84	[s]

Categoria topografica

T1

S_T 1,0

OK Annulla ?

ELEMENTI DI FONDAZIONE

Nel presente progetto, per il corpo in oggetto, non sono previsti interventi sulle fondazioni esistenti, poiché, pur avendo che le pressioni trasmesse al terreno risultano piuttosto elevate, ma non inusuali per edifici simili, non sono presenti vistose lesioni sulle murature imputabili a cedimenti fondali, ne deriva che l'edificio si è assestato sotto gli attuali carichi esistenti.

In conclusione, per le fondazioni, attualmente non si ravvisano problemi di ordine statico, poiché il terreno si è consolidato e adeguato ai carichi presenti.

Si precisa che, comunque, le pressioni sul terreno dovute al sisma, risultano inferiori a quelle ottenute dal relativo calcolo allo SLV con i parametri e coefficienti previsti dalla normativa, di seguito riportati.

METODO DI ANALISI E CRITERI DI VERIFICA

I meccanismi di tipo globale sono stati investigati mediante analisi non lineare su modello tridimensionale dell'intero edificio mediante il programma di calcolo 3MURI della S.T.A. DATA.

Ipotesi a base del modello

La modellazione dell'edificio viene realizzata mediante l'inserimento di pareti che vengono discretizzate in macroelementi, rappresentativi di maschi murari e fasce di piano deformabili; i nodi rigidi sono indicati nelle porzioni di muratura che tipicamente sono meno soggette al danneggiamento sismico. Solitamente i maschi e le fasce sono contigui alle aperture, i nodi rigidi rappresentano elementi di collegamento tra maschi e fasce. La concezione matematica che si nasconde nell'impiego di tale elemento, permette di riconoscere il meccanismo di danno, a taglio nella sua parte centrale o a pressoflessione sui bordi dell'elemento in modo da percepire la dinamica del danneggiamento così come si presenta effettivamente nella realtà.

I nodi del modello, sono nodi tridimensionali a 5 gradi di libertà (le tre componenti di spostamento nel sistema di riferimento globale e le rotazioni intorno agli assi X e Y) o nodi bidimensionali a 3 gradi di libertà (due traslazioni e la rotazione nel piano della parete). Quelli tridimensionali vengono usati per permettere il trasferimento delle azioni, da un primo muro a un secondo disposto trasversalmente rispetto al primo. I nodi di tipo bidimensionale hanno gradi di libertà nel solo piano della parete permettendo il trasferimento degli stati di sollecitazione tra i vari punti della parete.

Gli orizzontamenti, sono modellati con elementi solaio a tre nodi connessi ai nodi tridimensionali, sono caricabili perpendicolarmente al loro piano dai carichi accidentali e permanenti; le azioni sismiche caricano il solaio lungo la direzione del piano medio. Per questo l'elemento finito solaio viene definito con una rigidezza assiale, ma nessuna rigidezza flessionale, in quanto il comportamento meccanico principale che si intende sondare è quello sotto carico orizzontale dovuto al sisma.

Per i meccanismi locali è stata utilizzata l'analisi cinematica lineare sempre mediante il programma 3MURI della S.T.A. DATA

Il modello di calcolo, con la schematizzazione e le semplificazioni effettuate, (per la copertura, il programma permette la relativa schematizzazione), si ritiene sia in grado di rappresentare la realtà del fabbricato.

Si precisa che nella modellazione non sono state schematizzate le due scale esterne in acciaio, poiché di rigidezza modesta rispetto alla struttura dell'edificio e quindi non in grado di provocare danni all'edificio stesso, inoltre non è stato schematizzato l'atrio di ingresso del corpo aule, poiché influente, essendo tra l'altro quasi interamente finestrato, sulla risposta sismica della struttura del corpo in oggetto ed essendo non modellabile avendo un'altezza di molto inferiore a quella del piano della restante parte dell'edificio.

Come previsto dal capitolo 8 delle NTC08 e precisamente al punto 8.3 "VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA", di seguito riportato:

"La valutazione della sicurezza e la progettazione degli interventi sulle costruzioni esistenti potranno essere eseguiti con riferimento ai soli SLU; nel caso in cui si effettui la verifica anche nei confronti degli SLE i relativi livelli di prestazione possono essere stabiliti dal Progettista di concerto con il Committente.

Le Verifiche agli SLU possono essere eseguite rispetto alla condizione di salvaguardia della vita umana (SLV) o, in alternativa, alla condizione di collasso (SLC).

Nel presente progetto, in accordo con il Committente, la progettazione degli interventi e la valutazione della sicurezza è stata eseguita con riferimento ai soli SLU, rispetto alla condizione di salvaguardia della vita (SLV).

Criteri di verifica agli stati limite indagati, in presenza di azione sismica:

Avendo eseguita un'analisi statica non lineare, le verifiche vengono eseguite sia per lo SLV che per lo SLD, mediante il controllo degli spostamenti ed un controllo sul decadimento della curva Push-over di un valore pari al 20% di quello massimo.

Secondo le indicazioni da normativa si devono eseguire le seguenti verifiche:

Stato limite Ultimo (SLV):

$$D_{\max} \leq D_u$$

D_{\max} : Spostamento massimo richiesto dalla normativa individuato dallo spettro elastico.

D_u : Spostamento massimo offerto dalla struttura corrispondente con il decadimento della curva Push-over di un valore pari al 20% di quello massimo.

$$q^* < 3$$

q^* : rapporto tra la forza di risposta elastica e la forza di snervamento del sistema equivalente

Stato limite di Danno (SLD):

$$D_{\max}^{SLD} \leq D_d$$

D_{\max}^{SLD} : Spostamento massimo richiesto dalla normativa, calcolato in base allo spettro sismico definito per lo stato limite di danno.

D_d : Spostamento massimo corrispondente al valore che causa il superamento del valore massimo di drift di piano (0.003).

Stato limite di Operatività (SLO):

$$D_{\max}^{SLO} \leq D_o$$

D_{\max}^{SLO} : Spostamento massimo richiesto dalla normativa, calcolato in base allo spettro sismico definito per lo stato limite di operatività.

D_o : Spostamento massimo corrispondente al valore che causa il superamento del valore massimo di drift di piano (0.002).

Vulnerabilità sismica

Per ciascuno stato limite viene calcolato l'indice di rischio α (α_{SLV} , α_{SLD} , α_{SLO})

Questi parametri vengono calcolati come indicato nel seguito:

$$\alpha_{SLV} = \frac{PGA_{CLV}}{PGA_{DLV}} ; \alpha_{SLD} = \frac{PGA_{CLD}}{PGA_{DLV}} ; \alpha_{SLO} = \frac{PGA_{CLO}}{PGA_{DLO}} ;$$

Accelerazioni di capacità: l'entità massima delle azioni, considerate nelle combinazioni di progetto previste, che la struttura è capace di sostenere.

- PGA_{CLV} : accelerazione di capacità corrispondente a SLV
- PGA_{CLD} : accelerazione di capacità corrispondente a SLD
- PGA_{CLO} : accelerazione di capacità corrispondente a SLO

Accelerazioni di domanda : Valori di riferimento delle accelerazioni dell'azione sismica

Tali valori vengono definiti a partire dal "reticolo di riferimento" determinato dall'allegato A delle NTC

- PGA_{DLV} : accelerazione di picco al suolo corrispondente a SLV
- PGA_{DLD} : accelerazione di picco al suolo corrispondente a SLD
- PGA_{DLO} : accelerazione di picco al suolo corrispondente a SLO

Dettaglio verifiche

N.	Dir. sisma	Car. sismico prop.	Ecc. [cm]	Dmax SLV [cm]	Du SLV [cm]	q* SLV	SLV ver.	Dmax SLD [cm]	Dd SLD [cm]	SLD ver.	Dmax SLO [cm]	Do SLO [cm]	SLO ver.
1	+X	Masse	0,0	0,86	1,14	1,33	Si	0,23	0,99	Si	0,19	0,99	Si
2	+X	1° modo	0,0	1,21	1,03	1,94	No	0,26	0,73	Si	0,21	0,73	Si
3	-X	Masse	0,0	0,94	1,27	1,51	Si	0,23	0,69	Si	0,18	0,69	Si
4	-X	1° modo	0,0	1,24	1,10	2,11	No	0,26	0,56	Si	0,21	0,56	Si
5	+Y	Masse	0,0	0,34	1,43	0,38	Si	0,14	1,21	Si	0,11	1,21	Si
6	+Y	1° modo	0,0	0,44	1,33	0,55	Si	0,18	1,08	Si	0,14	1,08	Si
7	-Y	Masse	0,0	0,32	0,89	0,42	Si	0,13	0,85	Si	0,11	0,85	Si
8	-Y	1° modo	0,0	0,43	0,79	0,63	Si	0,17	0,79	Si	0,14	0,79	Si
9	+X	Masse	101,8	0,81	1,42	1,22	Si	0,25	1,25	Si	0,20	1,25	Si
10	+X	Masse	-101,8	0,96	1,05	1,54	Si	0,23	0,74	Si	0,18	0,74	Si
11	+X	1° modo	101,8	1,13	1,12	1,74	No	0,26	0,88	Si	0,21	0,88	Si
12	+X	1° modo	-101,8	1,29	1,04	2,20	No	0,26	0,57	Si	0,21	0,57	Si
13	-X	Masse	101,8	0,91	1,37	1,48	Si	0,22	0,63	Si	0,18	0,63	Si
14	-X	Masse	-101,8	0,97	1,06	1,56	Si	0,23	1,06	Si	0,18	1,06	Si
15	-X	1° modo	101,8	1,21	1,16	2,05	No	0,25	0,73	Si	0,20	0,73	Si
16	-X	1° modo	-101,8	1,28	0,95	2,22	No	0,26	0,56	Si	0,21	0,56	Si
17	+Y	Masse	179,6	0,36	2,52	0,38	Si	0,15	1,77	Si	0,12	1,77	Si
18	+Y	Masse	-179,6	0,33	1,34	0,41	Si	0,13	1,03	Si	0,11	1,03	Si
19	+Y	1° modo	179,6	0,46	1,52	0,50	Si	0,19	1,24	Si	0,15	1,24	Si
20	+Y	1° modo	-179,6	0,44	1,31	0,56	Si	0,18	1,00	Si	0,14	1,00	Si
21	-Y	Masse	179,6	0,33	1,00	0,39	Si	0,14	1,03	Si	0,11	1,03	Si

22	-Y	Masse	-179,6	0,31	0,77	0,46	Si	0,13	0,76	Si	0,10	0,76	Si
23	-Y	1° modo	179,6	0,44	0,91	0,55	Si	0,18	0,92	Si	0,15	0,92	Si
24	-Y	1° modo	-179,6	0,40	0,73	0,64	Si	0,16	0,69	Si	0,13	0,69	Si

N.	Dir. sisma	Car. sismico prop.	Ecc. [cm]	α SLV	α SLD	α SLO
1	+X	Masse	0,0	1,163	2,667	3,326
2	+X	1° modo	0,0	0,903	1,823	2,274
3	-X	Masse	0,0	1,196	2,111	2,629
4	-X	1° modo	0,0	0,919	1,532	1,908
5	+Y	Masse	0,0	3,319	7,502	9,321
6	+Y	1° modo	0,0	2,429	5,300	6,588
7	-Y	Masse	0,0	2,520	6,108	7,575
8	-Y	1° modo	0,0	1,720	4,229	5,248
9	+X	Masse	101,8	1,346	3,102	3,873
10	+X	Masse	-101,8	1,054	2,162	2,694
11	+X	1° modo	101,8	0,992	2,129	2,657
12	+X	1° modo	-101,8	0,861	1,504	1,874
13	-X	Masse	101,8	1,274	2,054	2,555
14	-X	Masse	-101,8	1,054	2,621	3,276
15	-X	1° modo	101,8	0,971	1,809	2,258
16	-X	1° modo	-101,8	0,819	1,485	1,850
17	+Y	Masse	179,6	4,569	9,038	11,268
18	+Y	Masse	-179,6	3,130	6,746	8,375
19	+Y	1° modo	179,6	2,662	5,815	7,227
20	+Y	1° modo	-179,6	2,368	4,990	6,198
21	-Y	Masse	179,6	2,741	6,846	8,497
22	-Y	Masse	-179,6	2,295	5,608	6,955
23	-Y	1° modo	179,6	1,927	4,790	5,943
24	-Y	1° modo	-179,6	1,691	4,043	5,014

Verifiche degli elementi non strutturali e degli impianti

Si applica quanto riportato nel punto delle NTC08 7.2.3 CRITERI DI PROGETTAZIONE DI ELEMENTI STRUTTURALI “SECONDARI” ED ELEMENTI NON STRUTTURALI.

E più precisamente “con l’esclusione dei soli tamponamenti interni di spessore non superiore a 100 mm, gli elementi costruttivi senza funzione strutturale il cui danneggiamento può provocare danni a persone, devono essere verificati, insieme alle loro connessioni alla struttura, per l’azione sismica corrispondente a ciascuno degli stati limite considerati.”

Nel presente caso sono presenti tramezzi con spessore non superiore ai 100 mm, concentrati nel corpo palestra, di delimitazione delle aule esistenti al piano primo, Pertanto non risultano necessarie le conseguenti verifiche. **Si precisa, comunque, che tali tramezzi sono stati oggetto d’intervento nel 2005 a seguito dell’esecuzione del progetto dell’ Ing. Migliaccio, più volte citato in precedenza, con il quale tale tramezzi sono stati collegamenti alla muratura portante.**

Gli impianti principali presenti sono tali da non generare azioni di una certa rilevanza sulle strutture che li sostengono, sono pertanto superflue le relative verifiche di resistenza.

AZIONI SULLA STRUTTURA

I carichi agenti sui solai, derivanti dall'analisi dei carichi, vengono assegnati alle aste in modo automatico in relazione all'influenza delle diverse aree di carico. Su tutti gli elementi strutturali è inoltre possibile applicare direttamente ulteriori azioni concentrate e/o distribuite. Le azioni introdotte direttamente sono combinate con le altre (carichi permanenti, accidentali e sisma) mediante le combinazioni di carico di seguito descritte; I solai, oltre a generare le condizioni di carico per carichi fissi e variabili, generano anche altre condizioni di carico che derivano dal carico accidentale moltiplicati per i coefficienti ψ_0 , ψ_1 e ψ_2 da utilizzare per le varie combinazioni di carico e per la determinazione delle masse sismiche.

Al fine di eseguire le dovute verifiche nei riguardi dell'edificio in questione, si è deciso di procedere con l'esecuzione di una analisi statica non lineare.

Le verifiche richieste si concretizzano nel confronto tra la curva di capacità per le diverse condizioni previste e la domanda di spostamento prevista dalla normativa.

La curva di capacità è individuata mediante un diagramma spostamento-taglio massimo alla base.

Secondo le prescrizioni da normativa [D.M. 14 gennaio 2008 p. 7.3.4.1.], le condizioni di carico che devono essere esaminate sono di due tipi:

- Distribuzione di forze proporzionale alle masse

$$F_i = \frac{m_i}{\sum_i m_i}$$

- Distribuzione di forze proporzionali al prodotto delle masse per la deformata corrispondente al primo modo di vibrare.

L'analisi, eseguita in controllo di spostamento, procede al calcolo della distribuzione di forze che genera il valore dello spostamento richiesto. L'analisi viene fatta continuare fino a che non si verifica il decadimento del taglio del 20% dal suo valore di picco. Si calcola così il valore dello spostamento massimo alla base dell'edificio generato da quella distribuzione di forze. Questo valore di spostamento costituisce il valore ultimo dell'edificio.

Lo spostamento preso in esame per il tracciamento della curva di capacità è quello di un punto dell'edificio detto nodo di controllo.

La normativa richiede il tracciamento di una curva di capacità bi-lineare di un sistema equivalente (SDOF). Il tracciamento di tale curva deve avvenire con una retta che, passando per l'origine interseca la curva del sistema reale in corrispondenza del 70% del valore di picco; la seconda retta risulterà parallela all'asse degli spostamenti tale da generare l'equivalenza delle aree tra i diagrammi del sistema reale e quello equivalente.

La determinazione della curva relativa al sistema equivalente, permette di determinare il periodo con cui ricavare lo spostamento massimo richiesto dal sisma, secondo gli spettri riportati sulla normativa.

La normativa definisce una eccentricità accidentale del centro delle masse pari al 5% della massima dimensione dell'edificio in direzione perpendicolare al sisma.

In base alla tipologia dell'edificio e alle scelte progettuali che si ritengono più idonee, si può decidere la condizione di carico sismico da prendere in esame.

Carico sismico: Individua quale delle due tipologie di distribuzioni (proporzionale alle masse o al primo modo) prendere in esame.

Direzione: Individua la direzione lungo cui viene caricata la struttura (X o Y del sistema globale) dal carico sismico.

Al fine di individuare la condizione di carico sismico più gravosa, si è deciso di eseguire le analisi distinte per tipologia di carico, direzione del sisma e di eventuali eccentricità accidentali.

N.	Dir. sisma	Carico sismico proporzionale	Eccentricità [cm]	Livello	Nodo
1	+X	Masse	0,0	3	35
2	+X	1° modo	0,0	3	35
3	-X	Masse	0,0	3	35
4	-X	1° modo	0,0	3	35
5	+Y	Masse	0,0	3	12
6	+Y	1° modo	0,0	3	12
7	-Y	Masse	0,0	3	12
8	-Y	1° modo	0,0	3	12
9	+X	Masse	101,8	3	35
10	+X	Masse	-101,8	3	35
11	+X	1° modo	101,8	3	35
12	+X	1° modo	-101,8	3	35
13	-X	Masse	101,8	3	35
14	-X	Masse	-101,8	3	35
15	-X	1° modo	101,8	3	35
16	-X	1° modo	-101,8	3	35
17	+Y	Masse	179,6	3	12
18	+Y	Masse	-179,6	3	12
19	+Y	1° modo	179,6	3	12
20	+Y	1° modo	-179,6	3	12
21	-Y	Masse	179,6	3	12
22	-Y	Masse	-179,6	3	12
23	-Y	1° modo	179,6	3	12
24	-Y	1° modo	-179,6	3	12

principali combinazioni delle azioni in relazione agli SLU indagati:

Le relazioni utilizzate per le verifiche sono le seguenti:

Stati limiti ultimi

Combinazione fondamentale:

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1}$$

Nella formula si è trascurato il termine delle deformazioni impresse.

Come azioni variabili si è considerato per il carico in copertura il valore del carico neve al suolo $q_s = 1,20 \text{ kN/m}^2$ per $as \leq 200 \text{ m}$ Neve (a quota $\leq 1000 \text{ m s.l.m.}$), mentre per il carico sul solaio del piano terra, il valore relativo alla Categoria C1 scuole con carico pari a $q_k = 3,0 \text{ kN/m}^2$, e per i coefficienti si è assunto:

$$\gamma_G = 1,3$$

$$\gamma_Q = 1,5$$

Azioni sismiche

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

E:

$$E + G_1 + G_2 + \psi_{21} \cdot Q_{k1}$$

$\psi_{21}=0$ per il carico variabile neve (a quota $\leq 1000 \text{ m s.l.m.}$)

$\psi_{21}=0.60$ per il carico accidentale valido per le scuole (categoria C)

Dove G_1 = peso proprio di tutti gli elementi strutturali;

G_2 = peso proprio di tutti gli elementi non strutturali;

Q_{kj} = azioni variabili della combinazione, con Q_{k1} azione variabile dominante e Q_{k2}, Q_{k3}, \dots azioni variabili che possono agire contemporaneamente a quella dominante. Le azioni variabili Q_{kj} vengono combinate con i coefficienti di combinazione ψ_{0j}, ψ_{1j} e ψ_{2j} , i cui valori sono forniti nel § 2.5.3, Tab. 2.5.I, per edifici civili e industriali correnti.

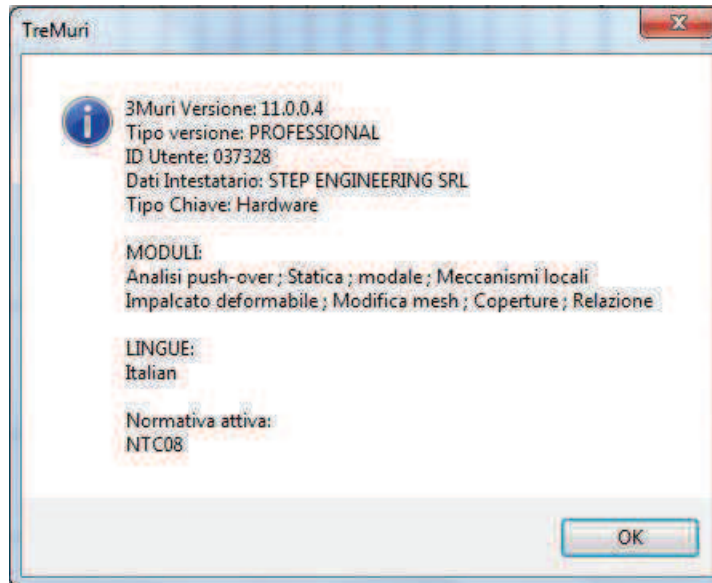
Gli effetti dell'azione sismica sono stati valutati tenendo conto delle masse associate ai seguenti carichi gravitazionali:

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

$\psi_{21}=0$ per il carico variabile neve (a quota $\leq 1000 \text{ m s.l.m.}$)

$\psi_{21}=0.60$ per il carico accidentale valido per le scuole (categoria C)

CODICE DI CALCOLO IMPIEGATO



Il programma è stato testato dagli ideatori mediante numerose applicazioni su edifici colpiti da azioni sismiche, riscontrando un buon accordo tra i danneggiamenti e le rotture risultanti dalle analisi eseguite e quelle effettivamente conseguenti al sisma, pertanto si può ritenere che i risultati ottenibili dal programma siano affidabili.

VERIFICA DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI

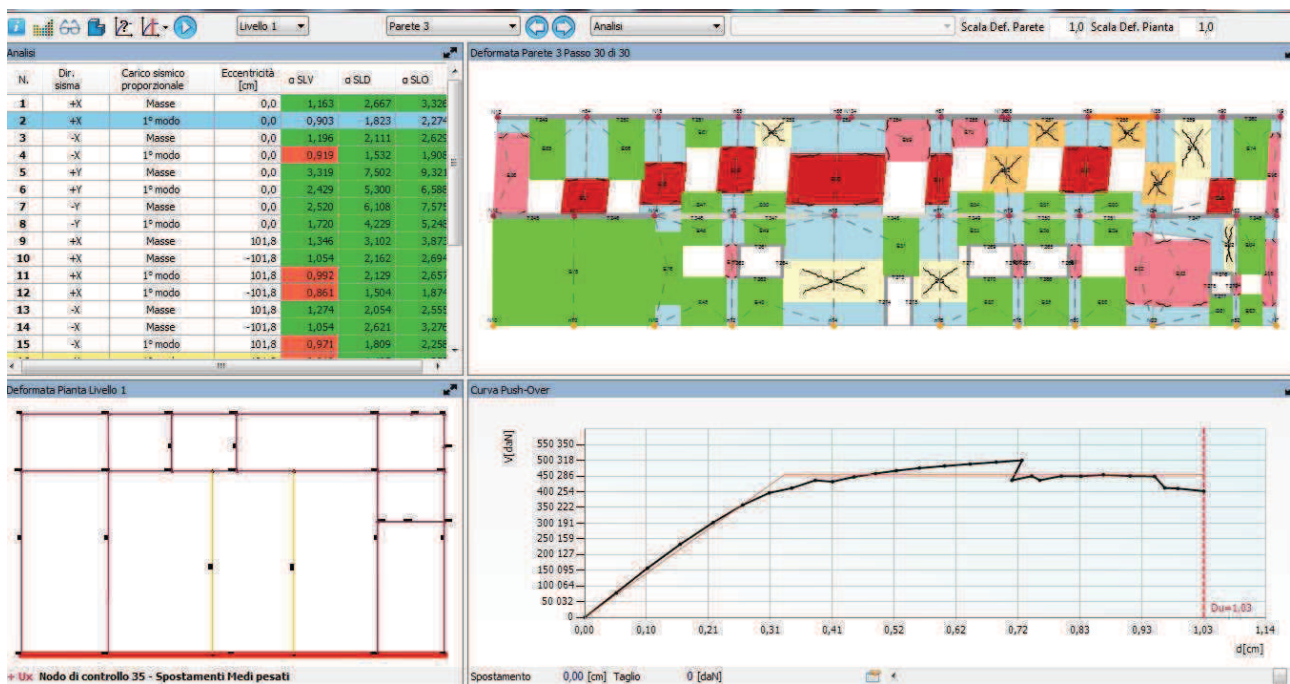
Azioni sismiche

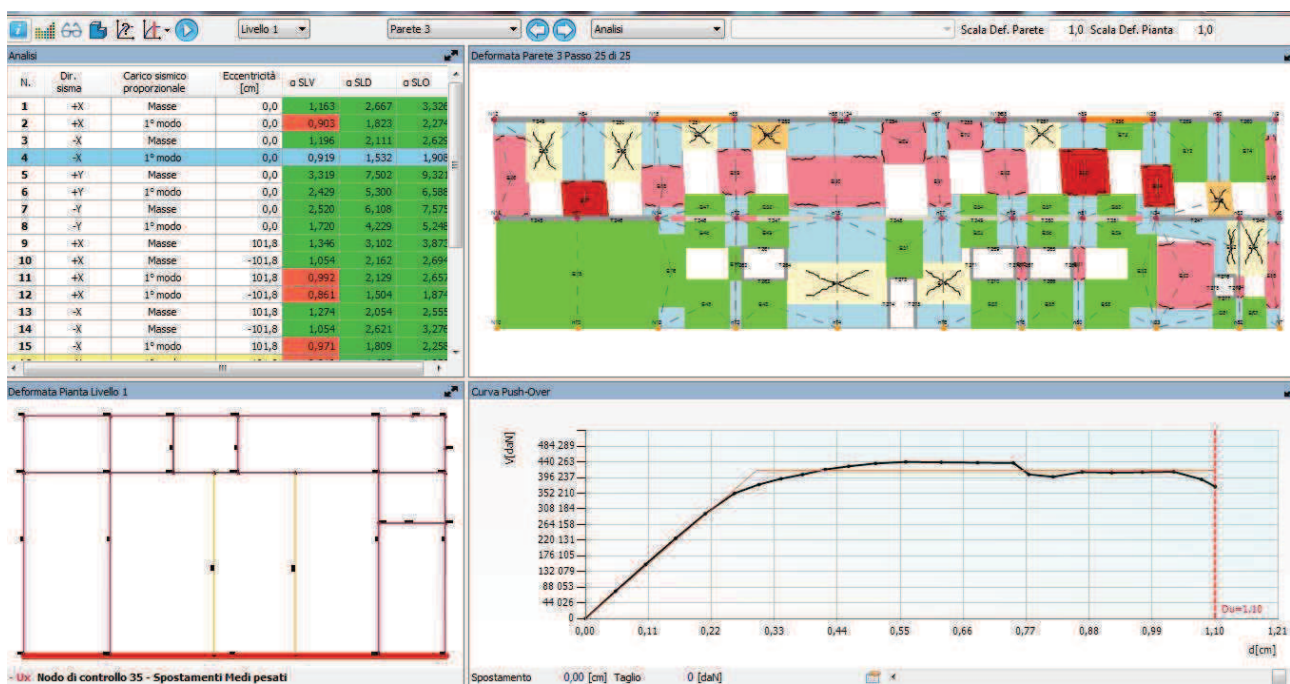
Avendo eseguita un'analisi statica non lineare, le verifiche vengono eseguite sia per lo SLV che per lo SLD, mediante il controllo degli spostamenti ed un controllo sul decadimento della curva Push-over di un valore pari al 20% di quello massimo.

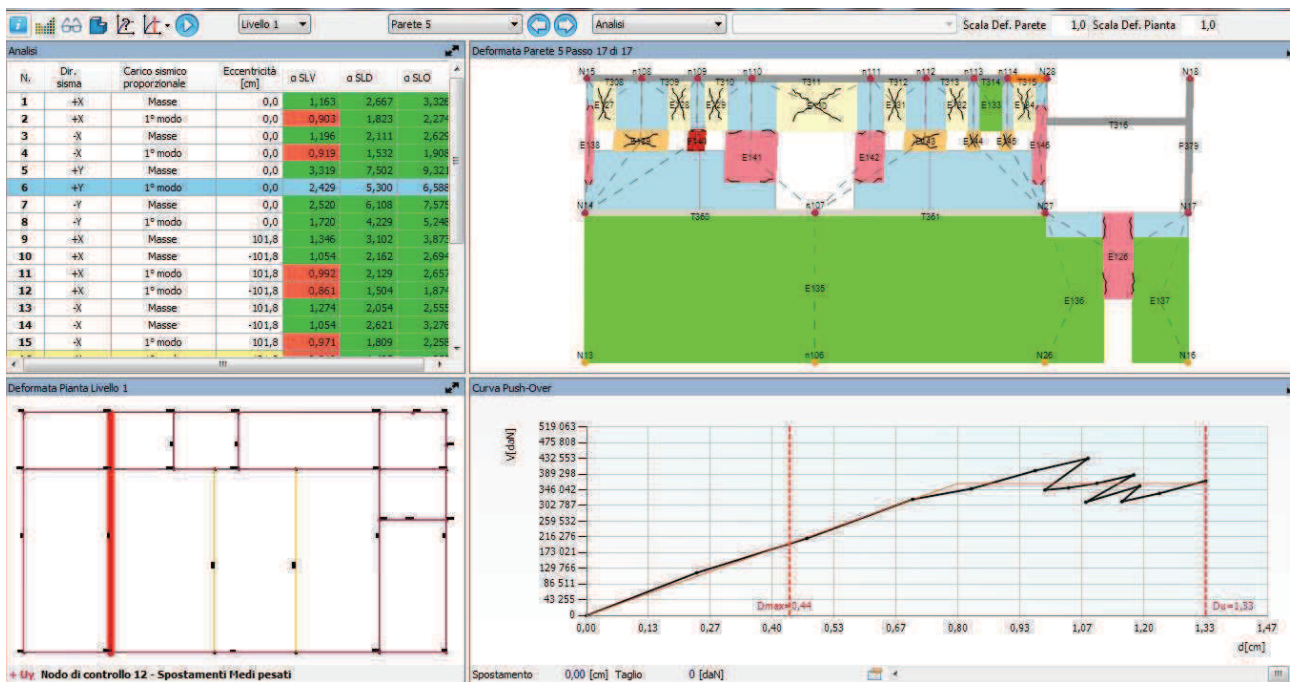
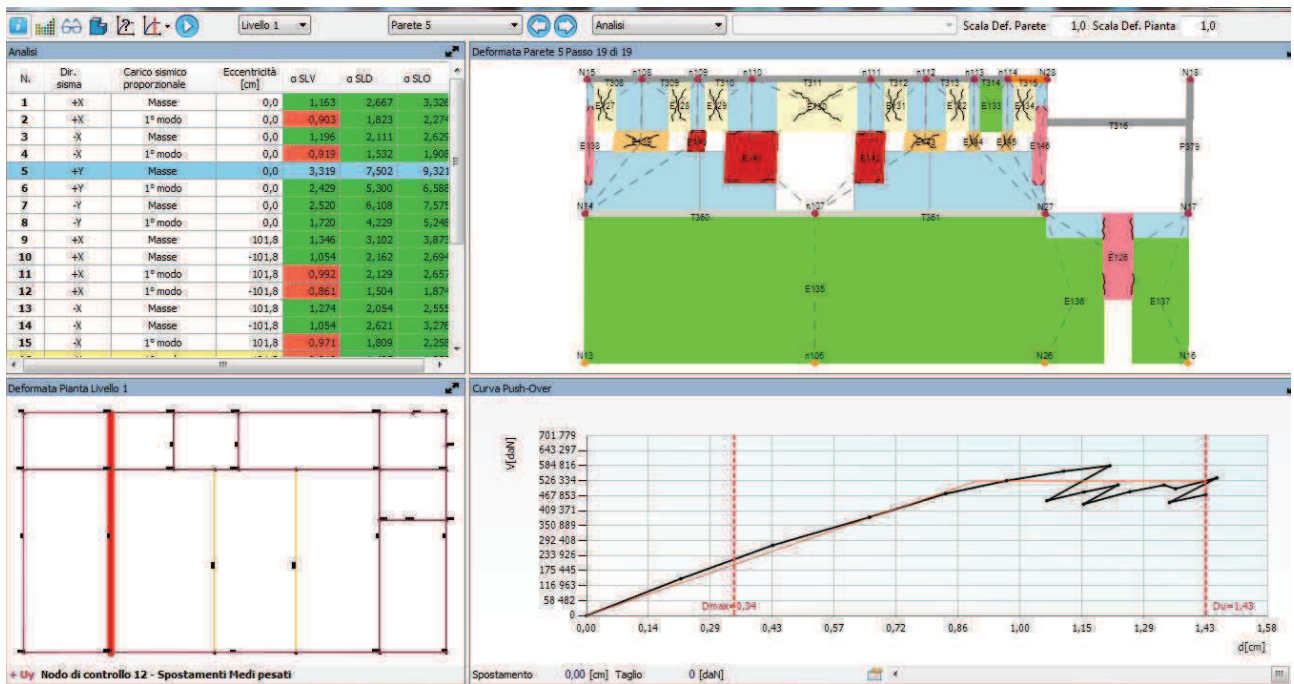
Carichi verticali

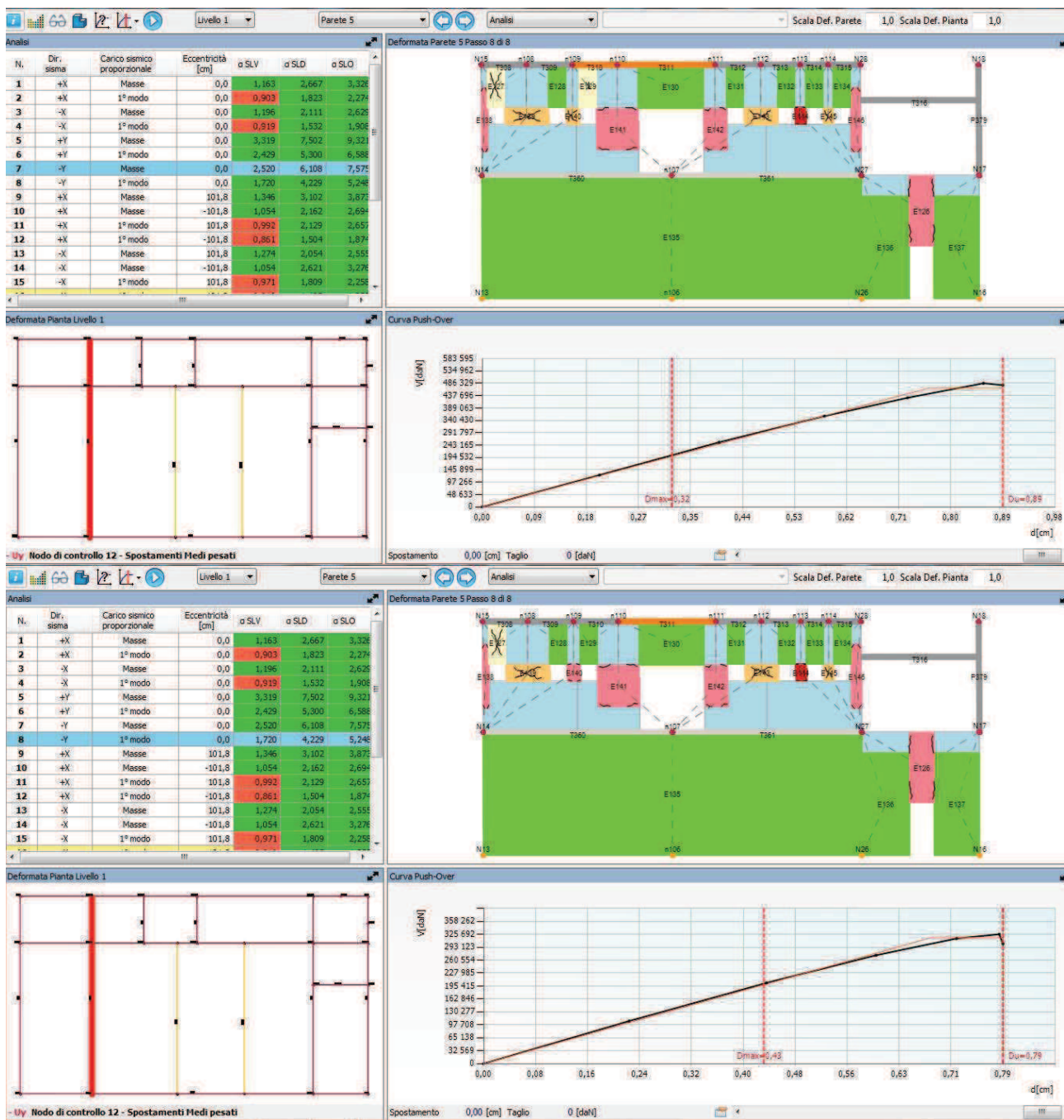
Le verifiche degli elementi strutturali sono riportate nella relazione EL VS 06/B per i solai e nella relazione EL S12/B per le murature

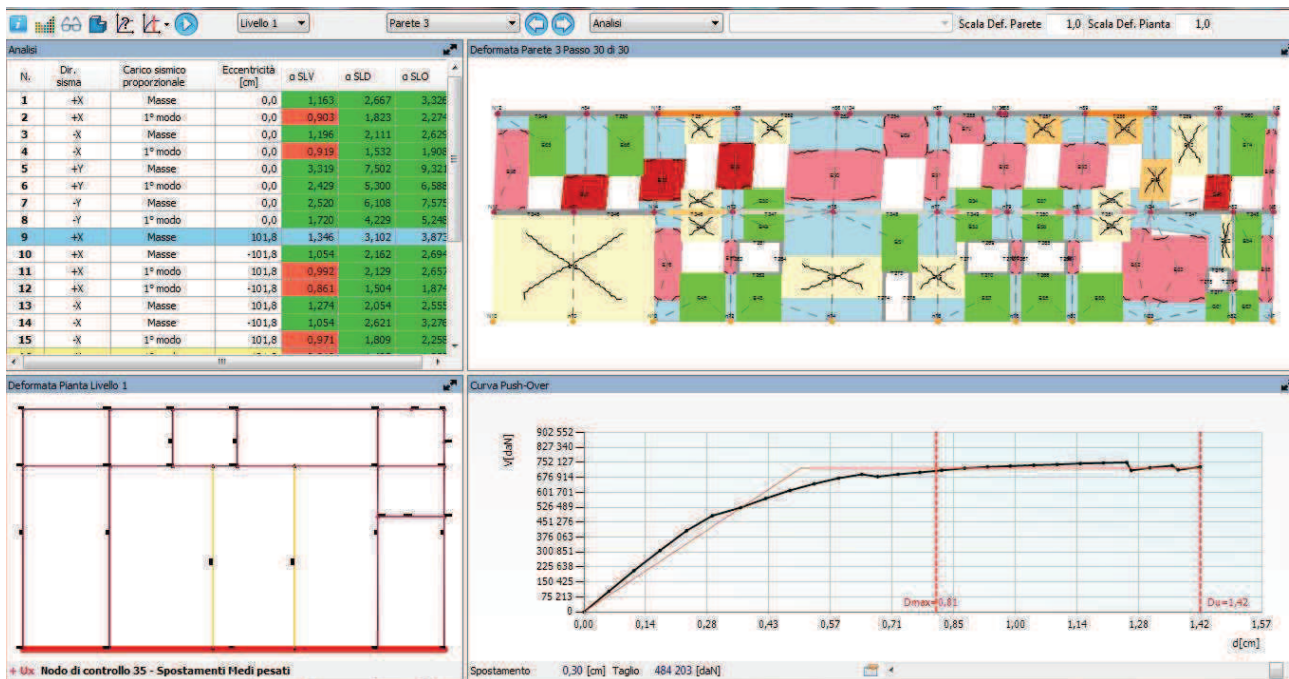
DIAGRAMMA DEFORMAZIONI E DANNEGGIAMENTI MASCHI MURARI

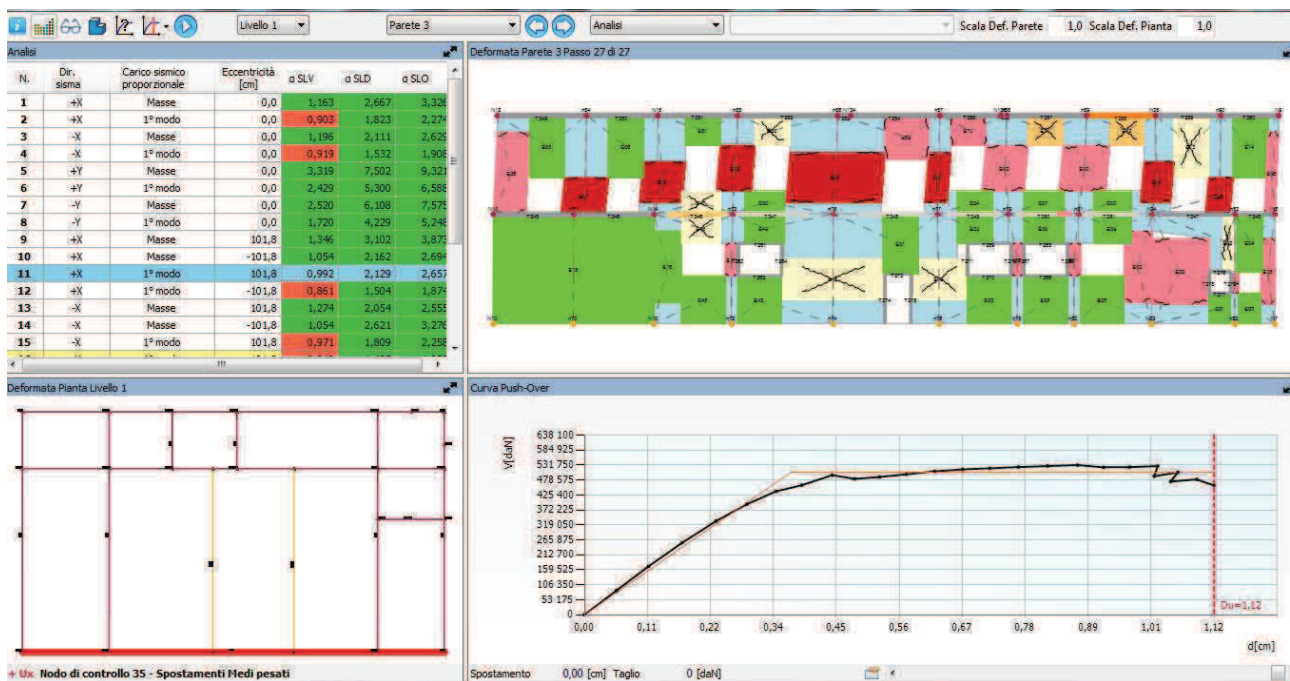


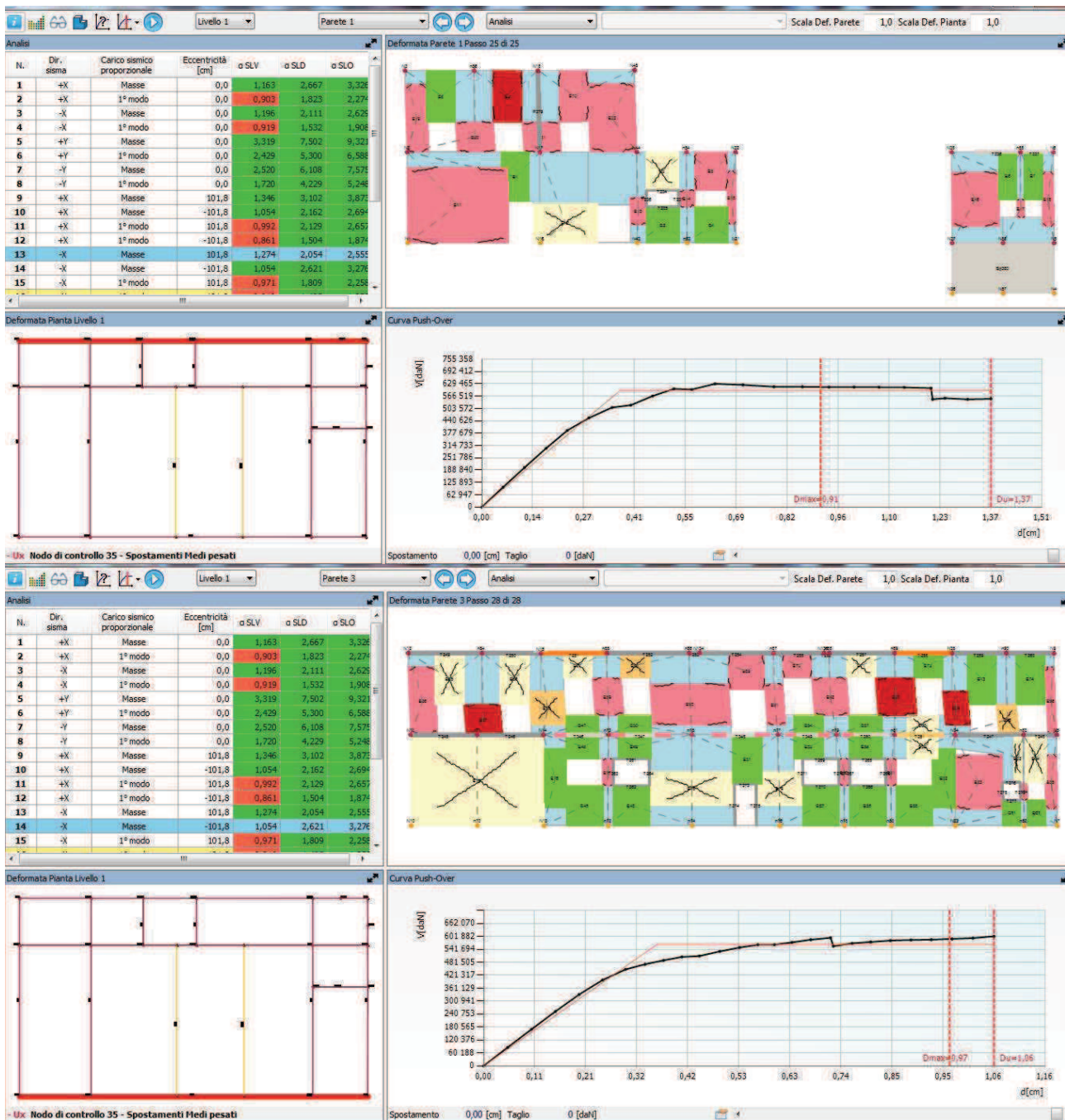


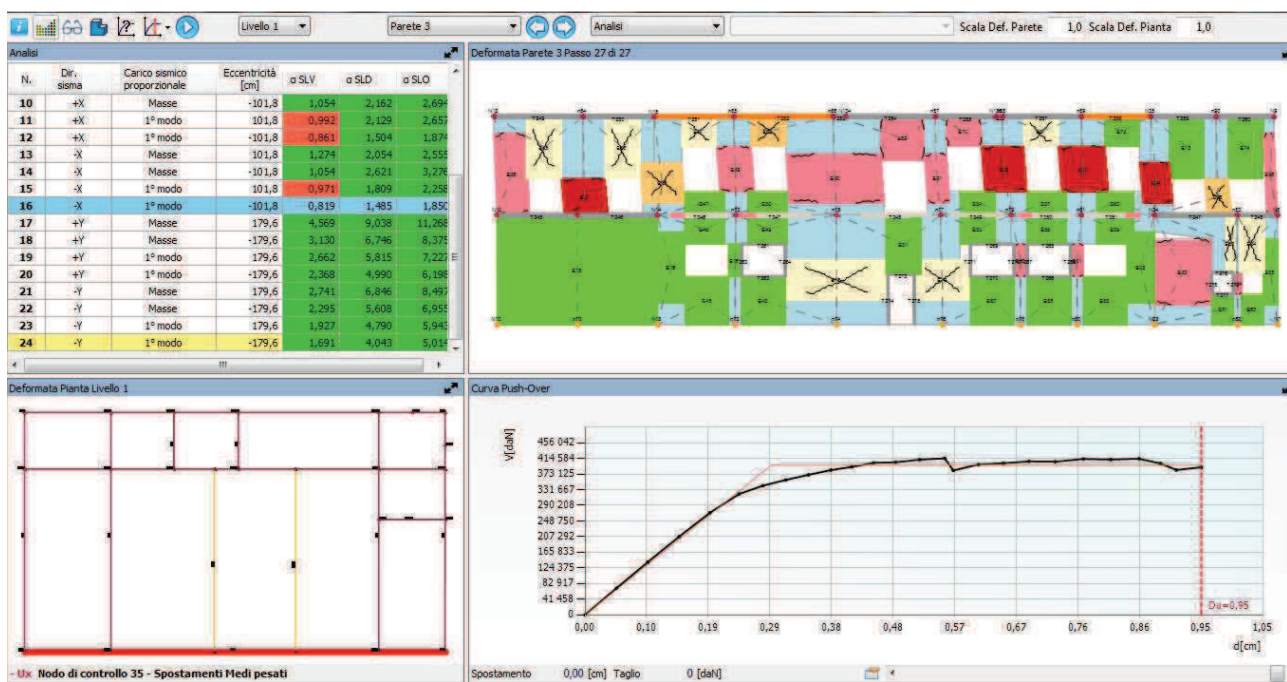
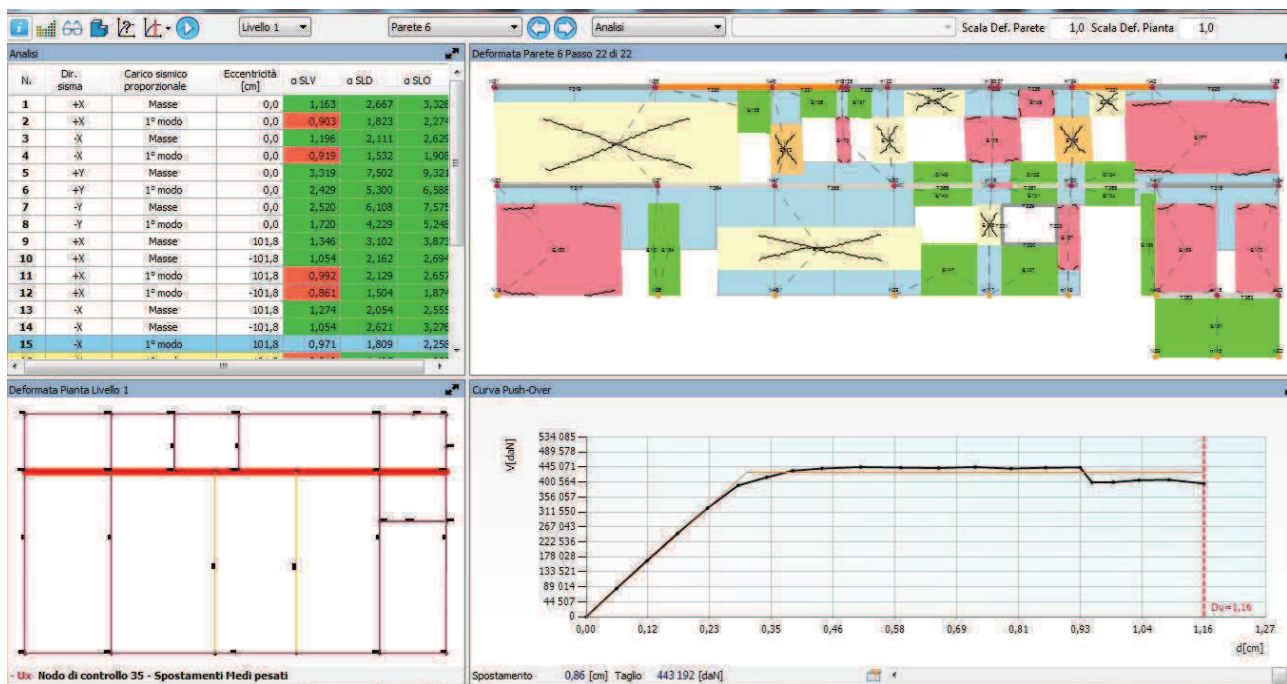


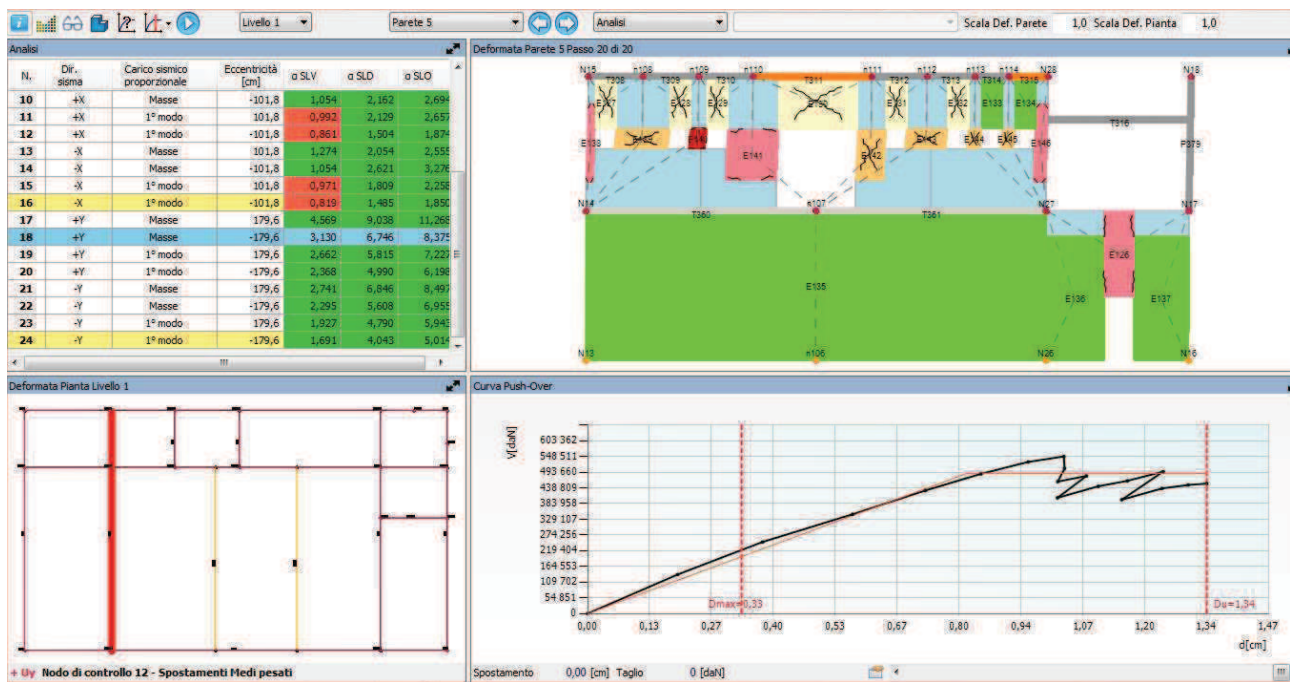


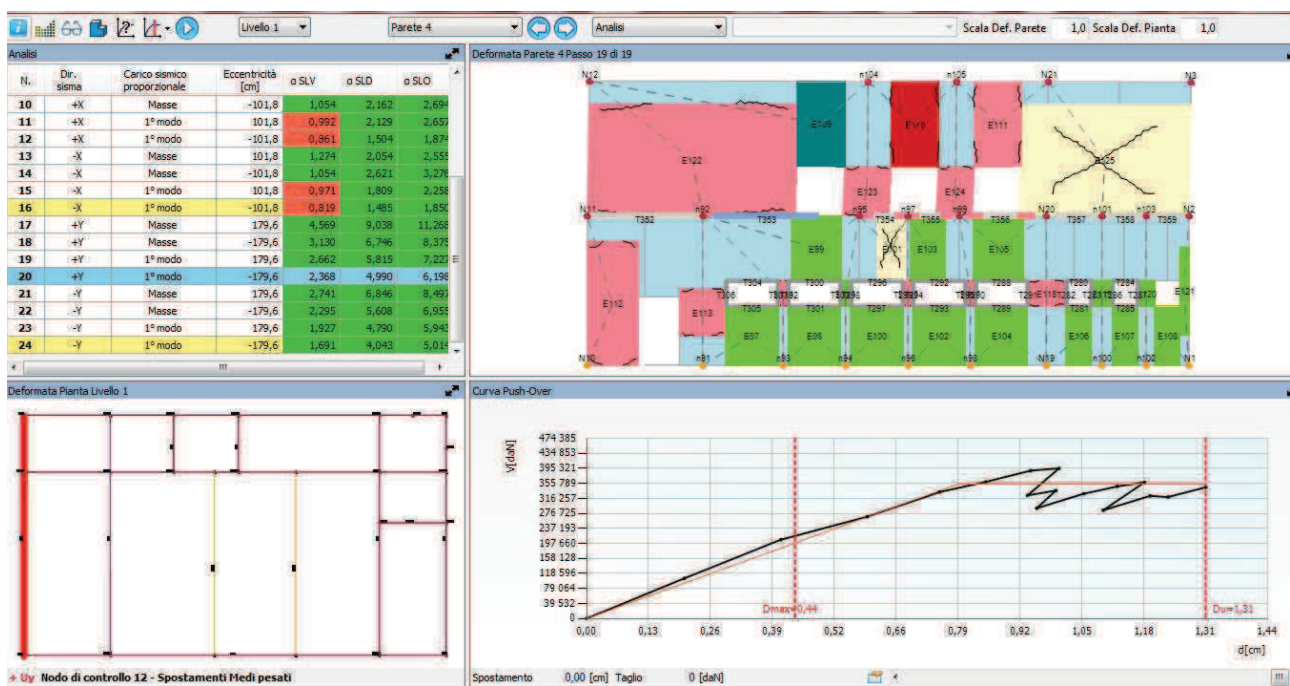
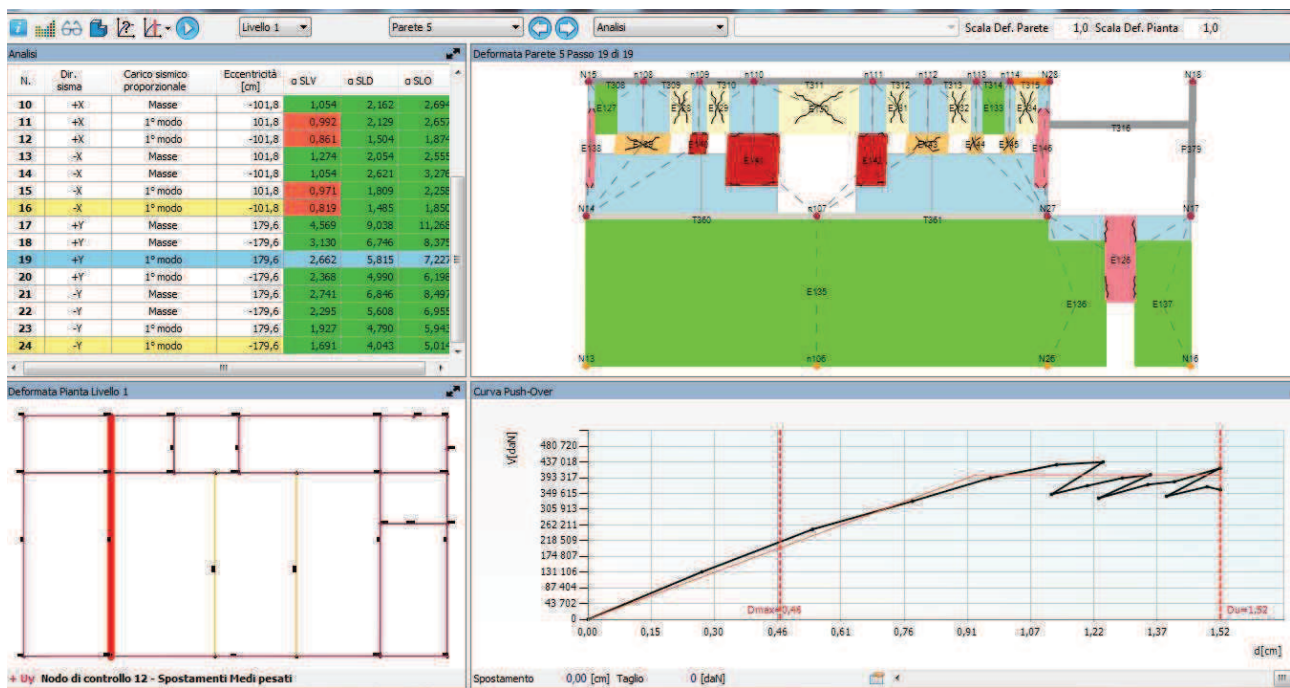


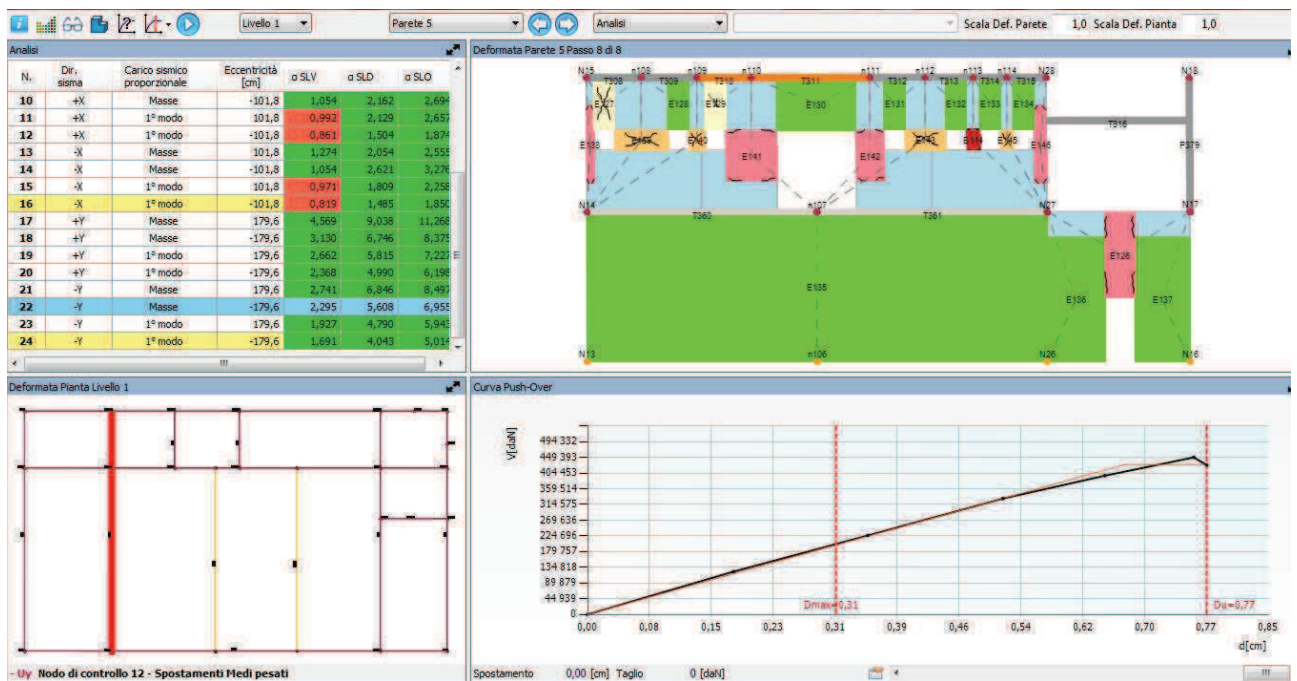


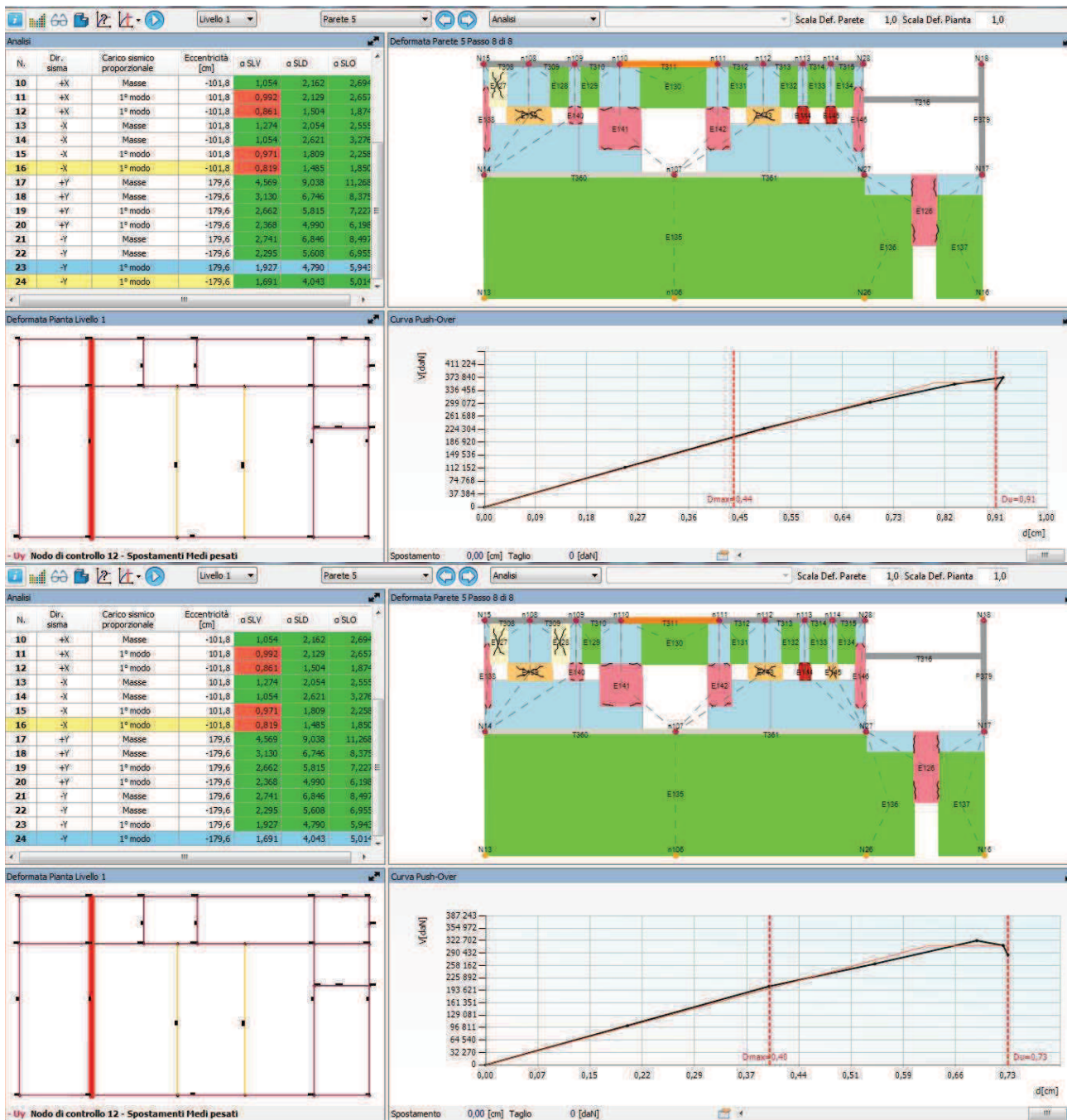












Sintesi verifiche

N.	Inserisci in relazione	Dir. sisma	Carico sismico proporzionale	Eccentricità [cm]	Dmax SLV [cm]	Du SLV [cm]	q* SLV	Dmax SLD [cm]	Du SLD [cm]	Dmax SLO [cm]	Do SLO [cm]	a SLV	a SLD	a SLO
1	<input checked="" type="checkbox"/>	+X	Masse	0,00	0,86	1,14	1,33	0,23	0,99	0,19	0,99	1,163	2,667	3,326
2	<input checked="" type="checkbox"/>	+X	1° modo	0,00	1,21	1,03	1,94	0,26	0,73	0,21	0,73	0,903	1,823	2,274
3	<input checked="" type="checkbox"/>	-X	Masse	0,00	0,94	1,27	1,51	0,23	0,69	0,18	0,69	1,196	2,111	2,629
4	<input checked="" type="checkbox"/>	-X	1° modo	0,00	1,24	1,10	2,11	0,26	0,56	0,21	0,56	0,919	1,532	1,908
5	<input checked="" type="checkbox"/>	+Y	Masse	0,00	0,34	1,43	0,38	0,14	1,21	0,11	1,21	3,319	7,502	9,321
6	<input checked="" type="checkbox"/>	+Y	1° modo	0,00	0,44	1,33	0,55	0,18	1,08	0,14	1,08	2,429	5,300	6,588
7	<input checked="" type="checkbox"/>	-Y	Masse	0,00	0,32	0,89	0,42	0,13	0,85	0,11	0,85	2,520	6,108	7,575
8	<input checked="" type="checkbox"/>	-Y	1° modo	0,00	0,43	0,79	0,63	0,17	0,79	0,14	0,79	1,720	4,229	5,248
9	<input checked="" type="checkbox"/>	+X	Masse	101,78	0,81	1,42	1,22	0,25	1,25	0,20	1,25	1,346	3,102	3,873
10	<input checked="" type="checkbox"/>	+X	Masse	-101,78	0,96	1,05	1,54	0,23	0,74	0,18	0,74	1,054	2,162	2,694
11	<input checked="" type="checkbox"/>	+X	1° modo	101,78	1,13	1,12	1,74	0,26	0,88	0,21	0,88	0,992	2,129	2,657
12	<input checked="" type="checkbox"/>	+X	1° modo	-101,78	1,29	1,04	2,20	0,26	0,57	0,21	0,57	0,861	1,504	1,874
13	<input checked="" type="checkbox"/>	-X	Masse	101,78	0,91	1,37	1,48	0,22	0,63	0,18	0,63	1,274	2,054	2,555
14	<input checked="" type="checkbox"/>	-X	Masse	-101,78	0,97	1,06	1,56	0,23	1,06	0,18	1,06	1,054	2,621	3,276
15	<input checked="" type="checkbox"/>	-X	1° modo	101,78	1,21	1,16	2,05	0,25	0,73	0,20	0,73	0,971	1,809	2,258
16	<input checked="" type="checkbox"/>	-X	1° modo	-101,78	1,28	0,95	2,22	0,26	0,56	0,21	0,56	0,819	1,485	1,850
17	<input checked="" type="checkbox"/>	+Y	Masse	179,55	0,36	2,52	0,38	0,15	1,77	0,12	1,77	4,569	9,038	11,268
18	<input checked="" type="checkbox"/>	+Y	Masse	-179,55	0,33	1,34	0,41	0,13	1,03	0,11	1,03	3,130	6,746	8,375
19	<input checked="" type="checkbox"/>	+Y	1° modo	179,55	0,46	1,52	0,50	0,19	1,24	0,15	1,24	2,662	5,815	7,227
20	<input checked="" type="checkbox"/>	+Y	1° modo	-179,55	0,44	1,31	0,56	0,18	1,00	0,14	1,00	2,368	4,990	6,198
21	<input checked="" type="checkbox"/>	-Y	Masse	179,55	0,33	1,00	0,39	0,14	1,03	0,11	1,03	2,741	6,846	8,497
22	<input checked="" type="checkbox"/>	-Y	Masse	-179,55	0,31	0,77	0,46	0,13	0,76	0,10	0,76	2,295	5,608	6,955
23	<input checked="" type="checkbox"/>	-Y	1° modo	179,55	0,44	0,91	0,55	0,18	0,92	0,15	0,92	1,927	4,790	5,943
24	<input checked="" type="checkbox"/>	-Y	1° modo	-179,55	0,40	0,73	0,64	0,16	0,69	0,13	0,69	1,691	4,043	5,014

Visualizza dettagli

Inserisci tutto in relazione

Cancella analisi

Piano-Soil

Esci

?

Legenda colori

Verificato Non verificato Non converge a p.p. Analisi più gravosa

MECCANISMI LOCALI

Metodo di calcolo

Negli edifici esistenti in muratura spesso avvengono collassi parziali per cause sismiche, in genere per perdita dell'equilibrio di porzioni murarie; la verifica nei riguardi di questi meccanismi, secondo le modalità descritte nel seguito, assume significato se è garantita una certa monoliticità della parete muraria, tale da impedire collassi puntuali per disgregazione della muratura.

Le verifiche con riferimento ai meccanismi locali possono essere svolte tramite l'analisi limite dell'equilibrio, secondo l'approccio cinematico, che si basa sulla scelta del meccanismo di collasso e la valutazione dell'azione orizzontale che attiva tale cinematismo.

L'applicazione del metodo di verifica presuppone quindi l'analisi dei meccanismi locali ritenuti significativi per la costruzione, che possono essere ipotizzati sulla base della conoscenza del comportamento sismico di strutture analoghe, già danneggiate dal terremoto, o individuati considerando la presenza di eventuali stati fessurativi, anche di natura non sismica; inoltre saranno tenute presente la qualità della connessione tra le pareti murarie, la tessitura muraria, la presenza di catene, le interazioni con altri elementi della costruzione o degli edifici adiacenti.

L'approccio cinematico permette inoltre di determinare l'andamento dell'azione orizzontale che la struttura è progressivamente in grado di sopportare all'evolversi del meccanismo.

Per ogni possibile meccanismo locale ritenuto significativo per l'edificio, il metodo si articola nei seguenti passi:

- trasformazione di una parte della costruzione in un sistema labile (catena cinematica), attraverso l'individuazione di corpi rigidi, definiti da piani di frattura ipotizzabili in grado di ruotare o scorrere tra loro.
- valutazione del moltiplicatore orizzontale dei carichi α_0 che comporta l'attivazione del meccanismo mediante l'impiego del principio dei lavori virtuali (Circolare617-C8A.4.1).
- Individuare l'accelerazione sismica spettrale di attivazione a_0^* a partire dal moltiplicatore orizzontale dei carichi α_0 (assumendo $FC=1.35$ nella (Circolare617-C8A.4.4)).

Metodo di verifica

Stato limite di Vita (SLV)

Nel caso in cui la verifica riguardi un elemento isolato o una porzione della costruzione comunque sostanzialmente appoggiata a terra la condizione di superamento della verifica è fornita dalla seguente disequazione:

$$\alpha_0^* \geq \alpha_{0-\min}^* = \frac{a_g \cdot (P_{VR}) \cdot S}{q}$$

Nel caso in cui il meccanismo locale interessa una porzione della costruzione posta ad una certa quota, si deve tener conto del fatto che l'accelerazione assoluta alla quota della porzione di edificio interessata dal cinematismo è in genere amplificata rispetto a quella al suolo; per questo il superamento della verifica è fornita dalla seguente disequazione:

$$a_0^* \geq a_{0-min}^* = \max \left(\frac{a_g \cdot (P_{VR}) \cdot S}{q}; \frac{S_e(T_1) \cdot \Psi(Z) \cdot \gamma}{q} \right)$$

Descrizione cinatismi

Cinematismo: parete 1 fronte posteriore

Blocco	Xg [cm]	Yg [cm]	Zg [cm]	Peso[daN]	Parete
1	649	0	1 035	-25 084	1
2	0	-95	1 087	-3 254	4
3	1 276	-117	1 101	-2 309	9

Tipo vincolo	Quota [cm]	Parete	Angolo [°]
Cerniera esterna	785	1	0

Carico Concentrato	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Fx [daN]	Fy [daN]	Fz [daN]
1	1 276	0	1 238	0,00	3 000,00	0,00
2	0	0	1 238	0,00	3 000,00	0,00

Moltiplicatore attivazione (a0)	0,437
a*0 [m/s2]	3,69
a*0-min(SLV) [m/s2]	2,68
Coefficiente sicurezza (SLV)	1,37
Verifica superata	Sì

Cinematica lineare

Verifica SLV

Vincolo a terra

La verifica è soddisfatta

a*0 3,69 [m/s2]

>=

a*0-min 1,34 [m/s2]

$$a_{0-min}^* = \frac{S_e(0)}{q}$$

[C8A.4.9]

Vincolo in quota

La verifica è soddisfatta

a*0 3,69 [m/s2]

>=

a*0-min 2,68 [m/s2]

$$a_{0-min}^* = \frac{S_e(T_1) \cdot \Psi(Z) \cdot \gamma}{q}$$

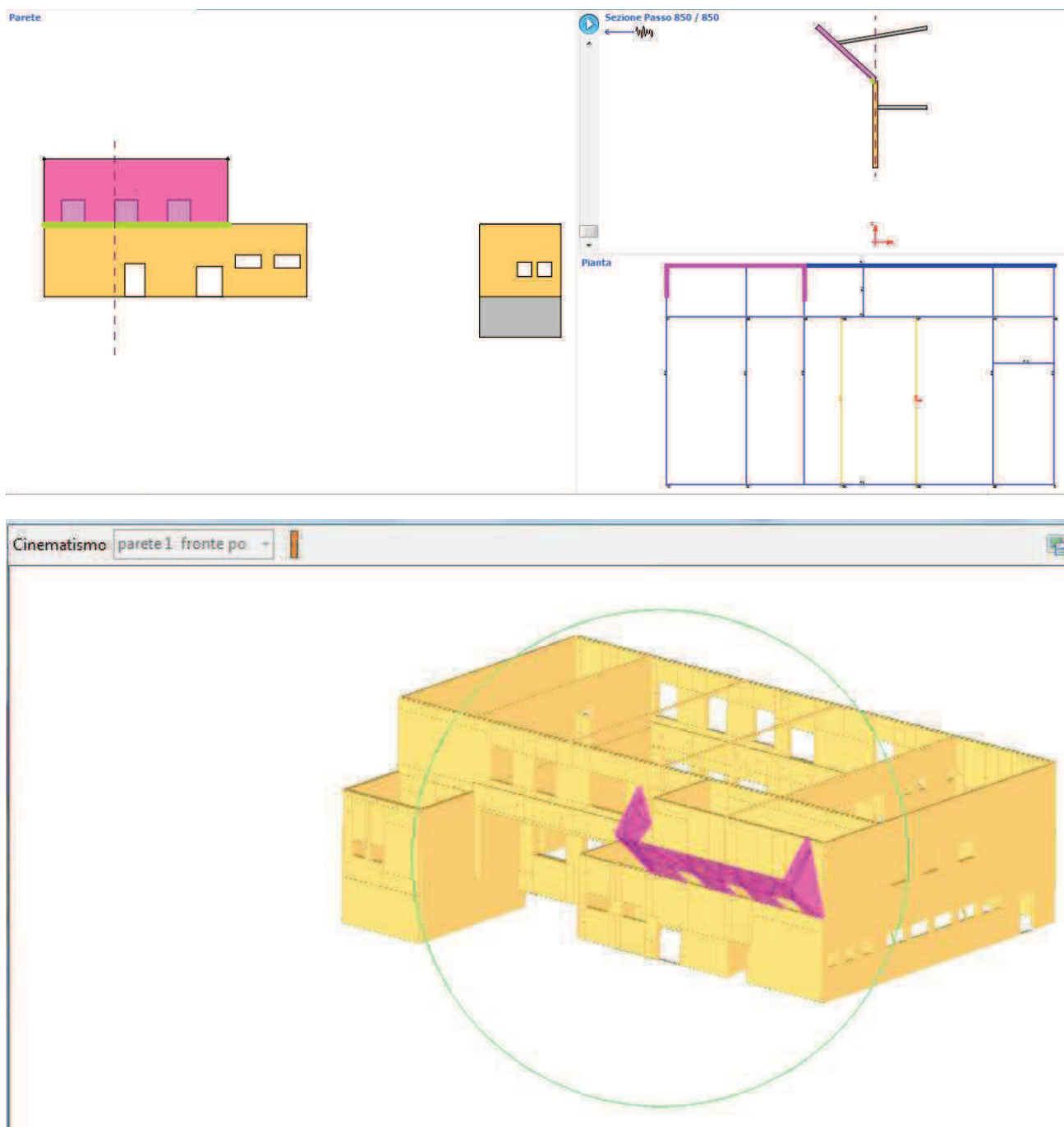
[C8A.4.10]

Moltiplicatore attivazione (a0)

0,437

OK

?



Cinematismo: parete 3 fronte anteriore

Blocco	Xg [cm]	Yg [cm]	Zg [cm]	Peso[daN]	Parete
4	1 866	0	1 021	-41 349	3
16	738	64	1 094	-2 195	5
17	3 025	144	1 087	-4 926	8

Tipo vincolo	Quota [cm]	Parete	Angolo [°]
Cerniera esterna	785	3	0

Carico Concentrato	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Fx [daN]	Fy [daN]	Fz [daN]
1	3 025	0	1 238	0,00	-7 300,00	0,00
2	738	0	1 238	0,00	-7 300,00	0,00

Moltiplicatore attivazione (a0)	0,321
a*0 [m/s2]	2,73
a*0-min(SLV) [m/s2]	2,68
Coefficiente sicurezza (SLV)	1,02
Verifica superata	Sì

Cinematica lineare

Verifica SLV

Vincolo a terra
La verifica è soddisfatta
 $a^*_0 = 2,73 \text{ [m/s}^2\text{]} \geq a^*_{0-\min} = 1,34 \text{ [m/s}^2\text{]}$

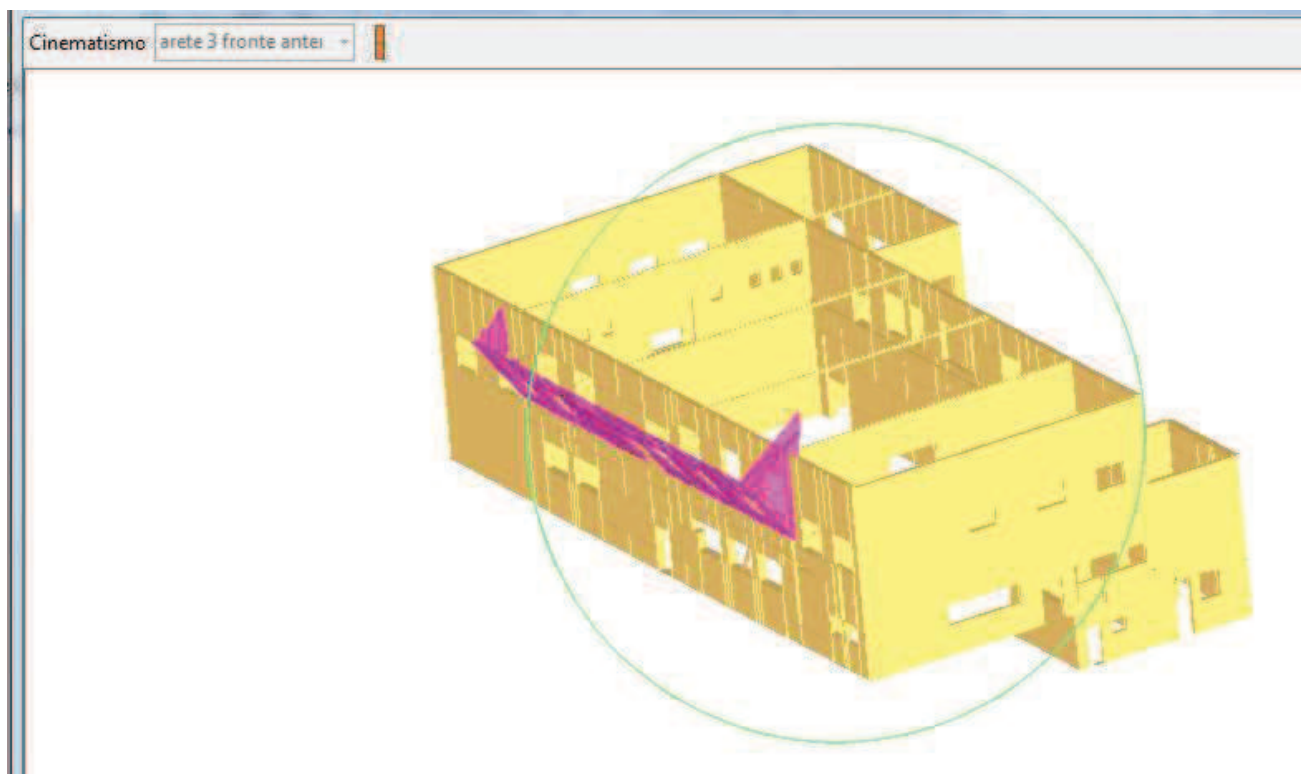
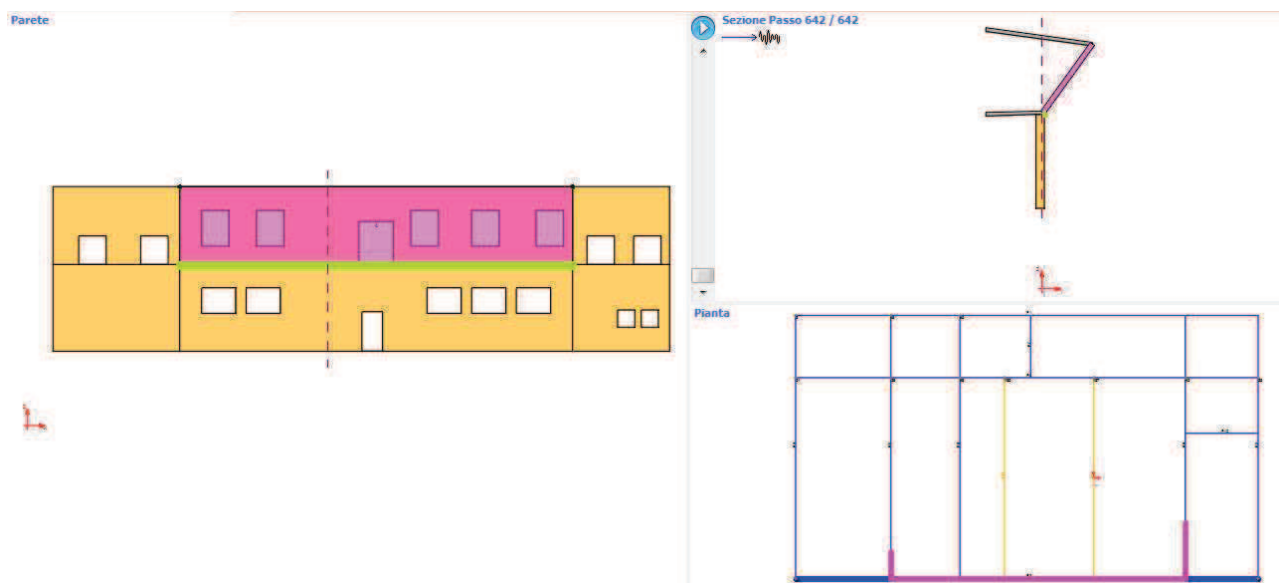
$$a^*_{0-\min} = \frac{S_e(0)}{q}$$
[C8A.4.9]

Vincolo in quota
La verifica è soddisfatta
 $a^*_0 = 2,73 \text{ [m/s}^2\text{]} \geq a^*_{0-\min} = 2,68 \text{ [m/s}^2\text{]}$

$$a^*_{0-\min} = \frac{S_e(T_1) \cdot \Psi(Z) \cdot \gamma}{q}$$
[C8A.4.10]

Moltiplicatore attivazione (a0) 0,321

OK ?



Cinematismo: parete 2 laterale

Blocco	Xg [cm]	Yg [cm]	Zg [cm]	Peso[daN]	Parete
5	745	0	1 030	-31 344	2

Tipo vincolo	Quota [cm]	Parete	Angolo [°]
--------------	------------	--------	------------

Cerniera esterna	785	2	0
------------------	-----	---	---

Carico Concentrato	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Fx [daN]	Fy [daN]	Fz [daN]
1	-1 410	-5 787	1 238	-3 500,00	0,00	0,00
2	143	-5 787	1 238	-3 500,00	0,00	0,00

Moltiplicatore attivazione (a0)	0,360
a*0 [m/s2]	3,00
a*0-min(SLV) [m/s2]	2,68
Coefficiente sicurezza (SLV)	1,12
Verifica superata	Sì

Cinematica lineare

Verifica SLV

Vincolo a terra
La verifica è soddisfatta
 $a^*_0 = 3,00 \text{ [m/s}^2\text{]} \geq a^*_{0-\min} = 1,34 \text{ [m/s}^2\text{]}$

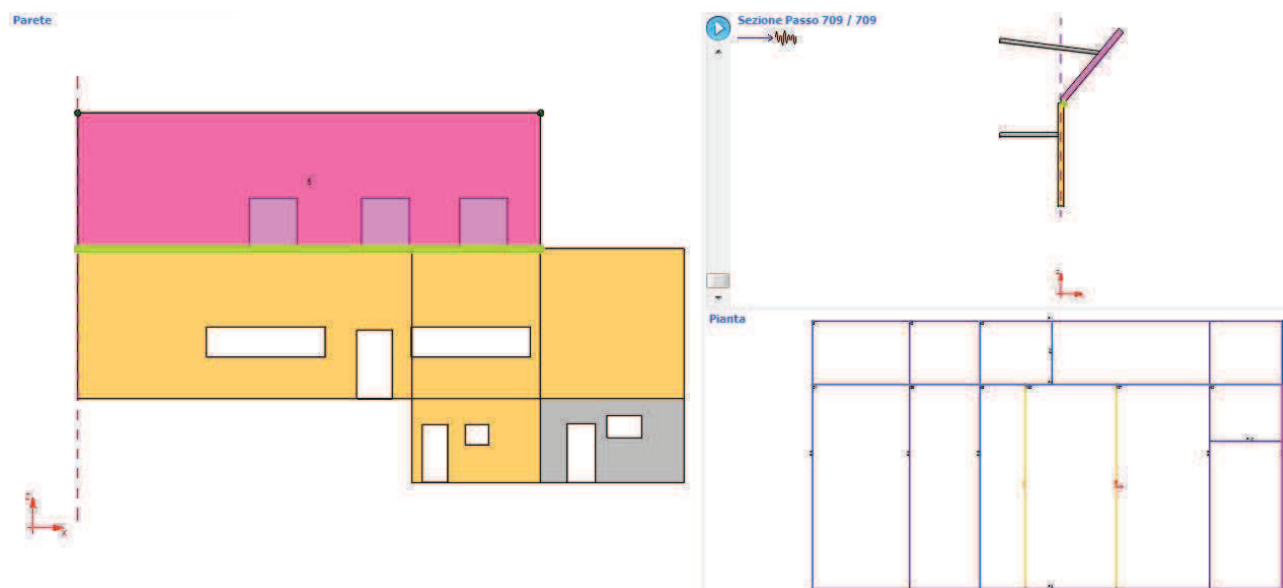
$$a^*_{0-\min} = \frac{S_e(0)}{q} \quad [\text{C8A.4.9}]$$

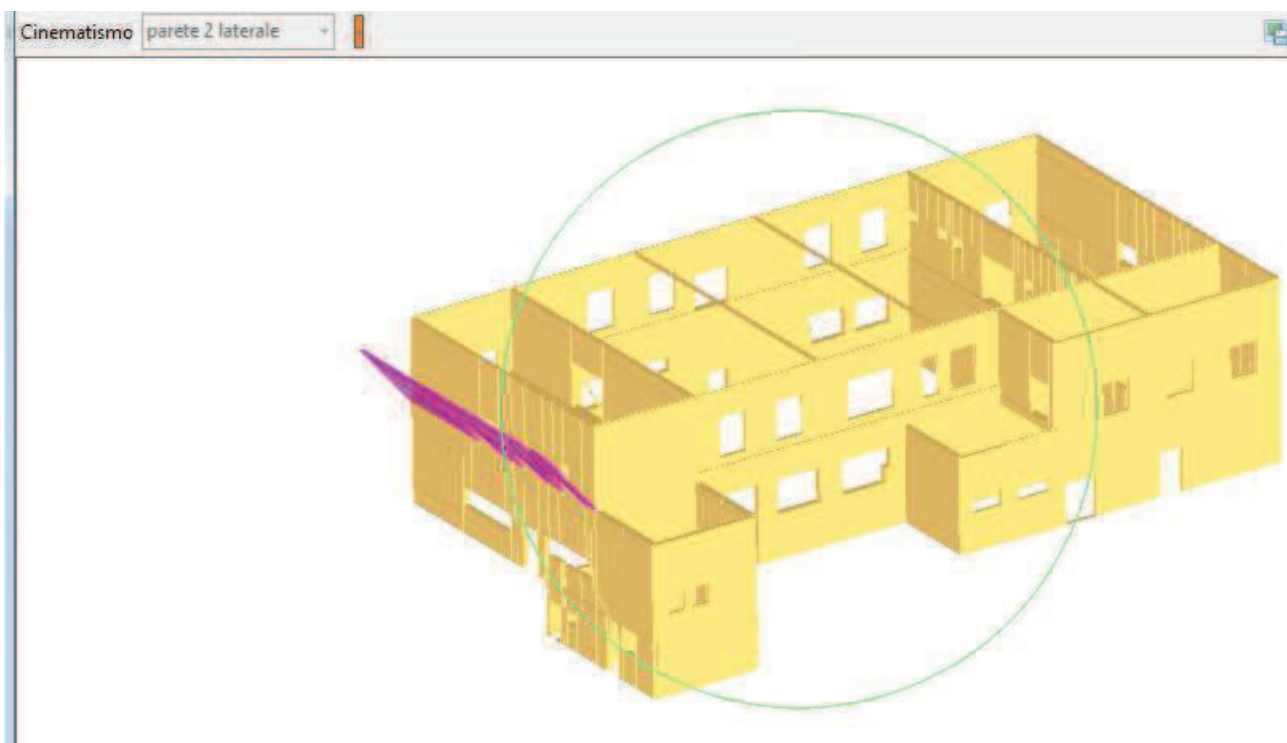
Vincolo in quota
La verifica è soddisfatta
 $a^*_0 = 3,00 \text{ [m/s}^2\text{]} \geq a^*_{0-\min} = 2,68 \text{ [m/s}^2\text{]}$

$$a^*_{0-\min} = \frac{S_e(T_1) \cdot \Psi(Z) \cdot \gamma}{q} \quad [\text{C8A.4.10}]$$

Moltiplicatore attivazione (a0) 0,360

OK ?





Cinematismo: parete 4 laterale

Blocco	Xg [cm]	Yg [cm]	Zg [cm]	Peso[daN]	Parete
11	2 035	-133	1 055	-5 343	1
10	0	-151	1 052	-6 156	3
6	1 011	0	1 025	-42 476	4
7	1 553	-123	1 087	-4 212	6

Tipo vincolo	Quota [cm]	Parete	Angolo [°]
Cerniera esterna	785	4	0

Carico Concentrato	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Fx [daN]	Fy [daN]	Fz [daN]
1	2 181	-2 196	1 238	3 650,00	0,00	0,00
2	4 217	-2 196	1 238	3 650,00	0,00	0,00

Moltiplicatore attivazione (a0)	0,346
a*0 [m/s ²]	2,86
a*0-min(SLV) [m/s ²]	2,68
Coefficiente sicurezza (SLV)	1,07
Verifica superata	Sì

Cinematica lineare

Verifica SLV

Vincolo a terra

La verifica è soddisfatta

a^*_0 2,86 [m/s²] \geq a^*_{0-min} 1,34 [m/s²]

$$a^*_{0-min} = \frac{S_e(0)}{q} \quad [C8A.4.9]$$

Vincolo in quota

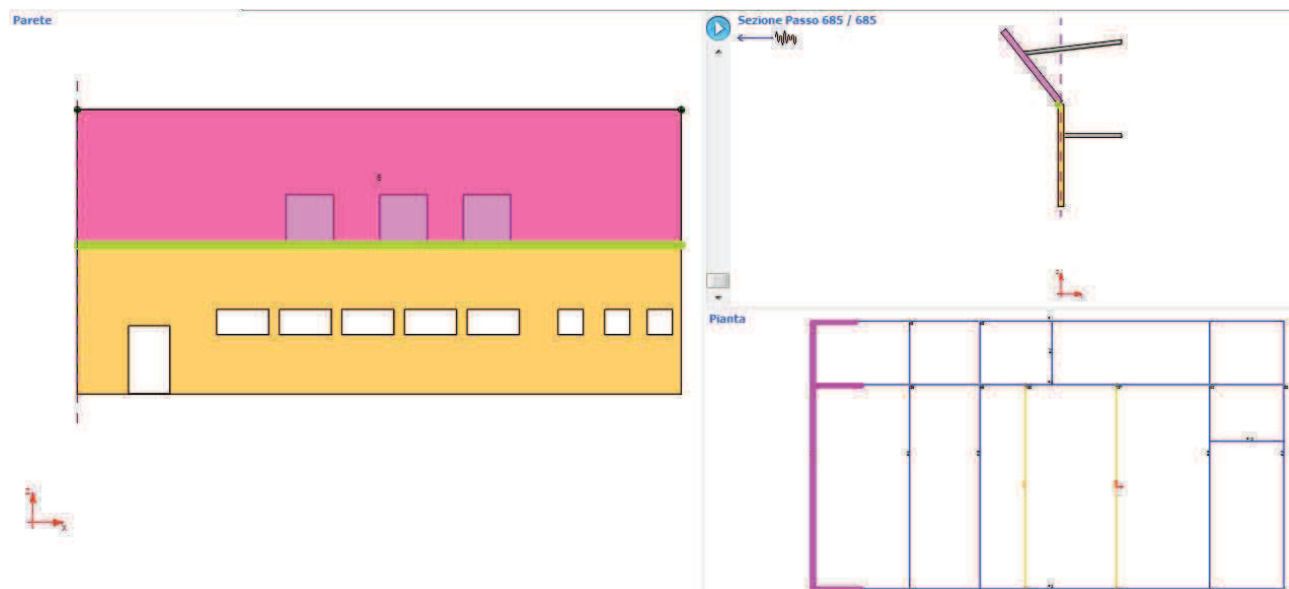
La verifica è soddisfatta

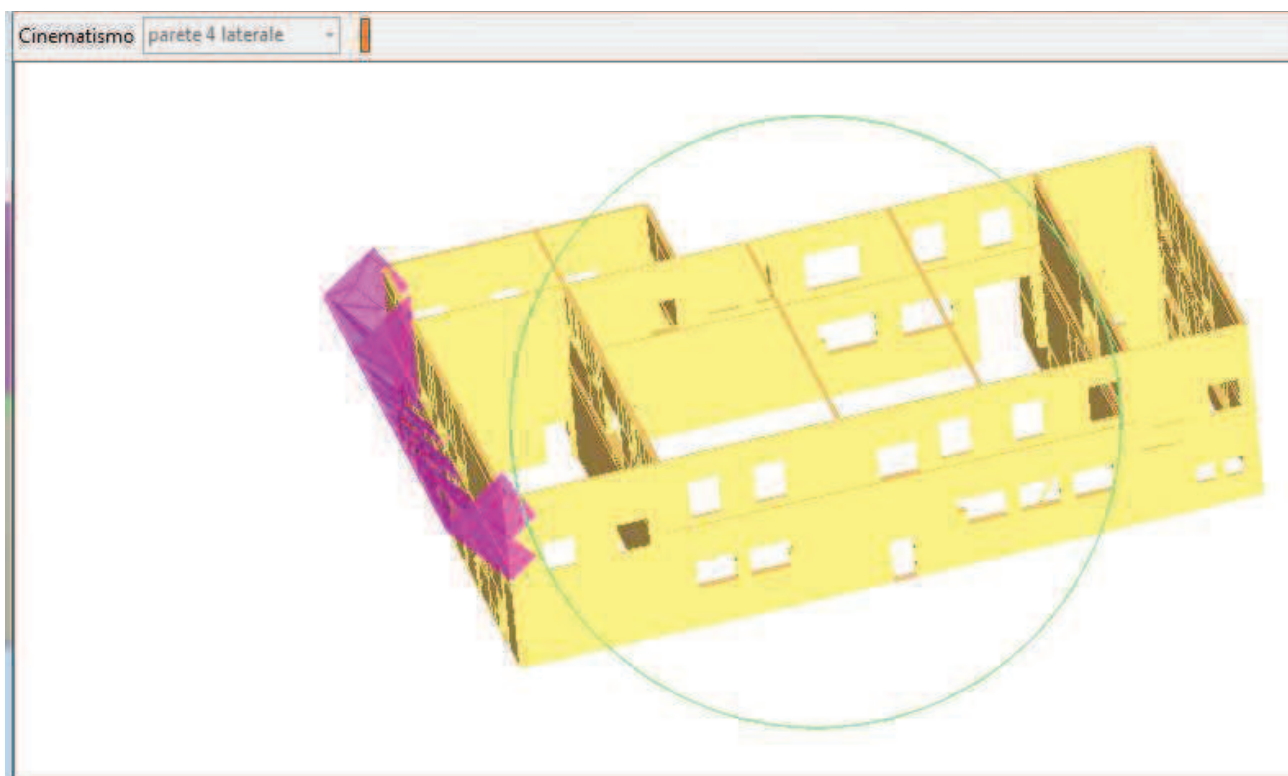
a^*_0 2,86 [m/s²] \geq a^*_{0-min} 2,68 [m/s²]

$$a^*_{0-min} = \frac{S_e(T_1) \cdot \Psi(Z) \cdot \gamma}{q} \quad [C8A.4.10]$$

Moltiplicatore attivazione (a_0) 0,346

OK ?





Cinematismo: parete 6 fronte posteriore

Blocco	Xg [cm]	Yg [cm]	Zg [cm]	Peso[daN]	Parete
12	2 156	0	1 016	-31 154	6
13	3 025	-136	1 087	-4 651	8

Tipo vincolo	Quota [cm]	Parete	Angolo [°]
Cerniera esterna	785	6	0

Carico Concentrato	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Fx [daN]	Fy [daN]	Fz [daN]
1	1 276	0	1 238	0,00	5 475,00	0,00
2	3 025	0	1 238	0,00	5 475,00	0,00

Moltiplicatore attivazione (a0)	0,323
a*0 [m/s2]	2,77
a*0-min(SLV) [m/s2]	2,68
Coefficiente sicurezza (SLV)	1,03
Verifica superata	Sì

Cinematica lineare

Verifica SLV

Vincolo a terra

La verifica è soddisfatta

a^*_0 2,77 [m/s²] \geq a^*_{0-min} 1,34 [m/s²]

$$a^*_{0-min} = \frac{S_e(0)}{q}$$
 [C8A.4.9]

Vincolo in quota

La verifica è soddisfatta

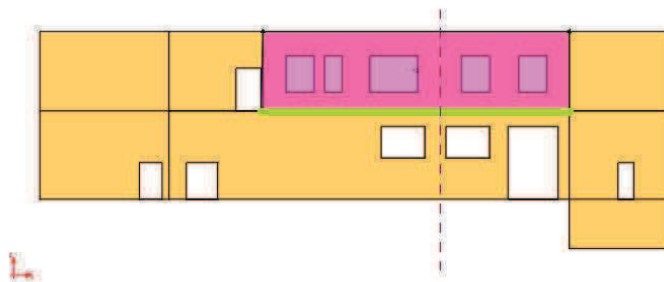
a^*_0 2,77 [m/s²] \geq a^*_{0-min} 2,68 [m/s²]

$$a^*_{0-min} = \frac{S_e(T_1) \cdot \Psi(Z) \cdot \gamma}{q}$$
 [C8A.4.10]

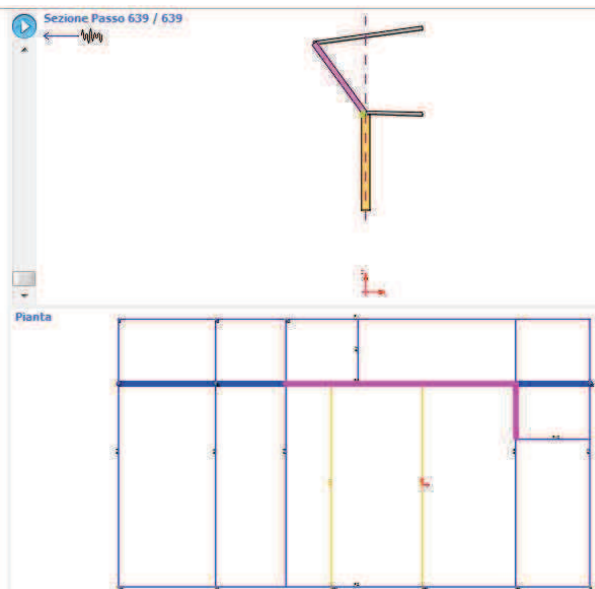
Moltiplicatore attivazione (a0) 0,323

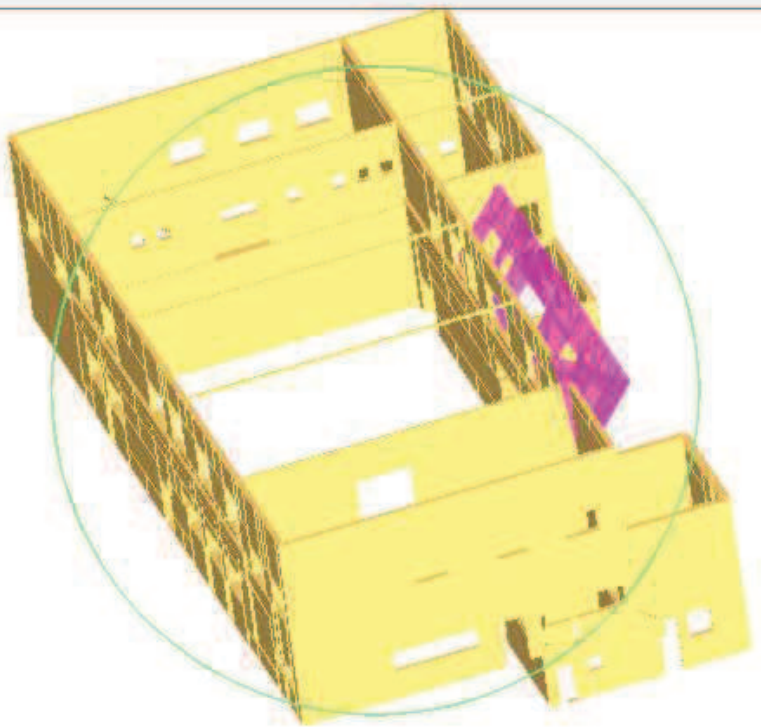
OK ?

Parete



Sezione Passo 639 / 639





Per il massimo tiro esercitabile sulle catene, si considera la dimensione minima delle piastre di ancoraggio pari a 330*1190, ottenendo un valore riportato nella scheda sottostante.

DETERMINAZIONE DEL TIRO DELLA CATENA		
CARETTERISTICHE GEOMETRICHE	Area della sezione trasversale del tirante A_S [mm ²]	565,2
	Altezza della piastra di ancoraggio del tirante a [cm]	33,0
	Larghezza della piastra di ancoraggio del tirante b [cm]	119,0
	Spessore della parete su cui è ancorato il tirante t [cm]	28,0
	Angolo di attrito della muratura β [°]	45,0
	Area della zona di contatto della muratura con la piastra di ancoraggio del tirante A_1 [cm ²]	3927,0
	Distanza del bordo della piastra dal più prossimo lato libero della parete su cui è ancorata [m]	2,0
	Area di ripartizione delle azioni di compressione A_2 [cm ²]	4551,0
	$\sqrt{A_2/A_1} \leq 2$	1,1
	Percentuale del contributo del taglio sulle facce laterali per il calcolo di T_2 [%]	80,0%
PARAMETRI MECCANICI	Fattore di confidenza F_C	1,35
	Coefficiente parziale di sicurezza sulla resistenza a compressione della muratura γ_M	2,00
	Resistenza di calcolo dei tiranti $f_{d,S}$ [N/mm ²]	261,90
	Resistenza media a compressione della muratura f_m [N/cm ²]	360,00
	Resistenza media a taglio della muratura τ_0 [N/cm ²]	9,00
	Tensione di calcolo a compresione della muratura $f_{d,M}$ [N/cm ²]	133,33
TIRO DELLA CATENA	Resistenza di calcolo a taglio della muratura $f_{vd,M}$ [N/cm ²]	3,33
	Resistenza dei tiranti allo sneravamento T_1 [kN]	148,0
	Resistenza al punzonamento della muratura nelle zone di ancoraggio T_2 [kN]	36,5
	Resistenza alla pressione di contatto sulla muratura T_3 [kN]	563,7
Massimo tiro esplicabile dalla catena T [kN]		36,5

Legenda:

- Caselle di inserimento dati
- Caselle contenenti i dati elaborati
- Caselle contenenti i risultati finali dell'analisi

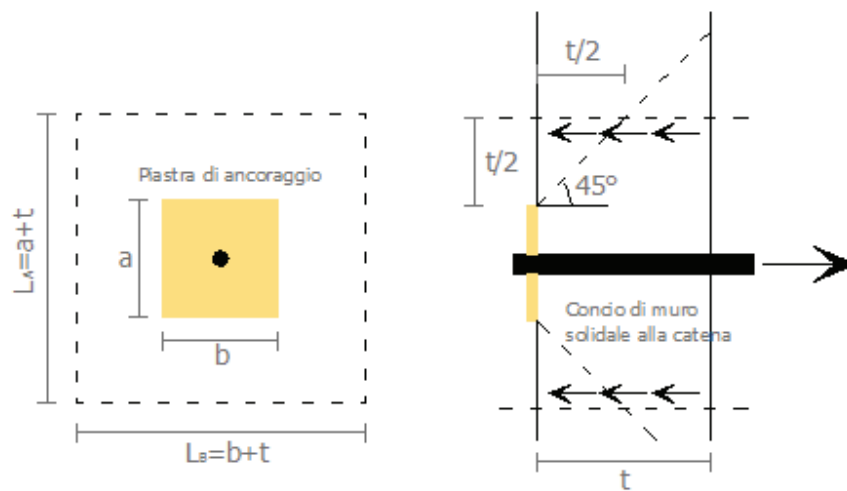


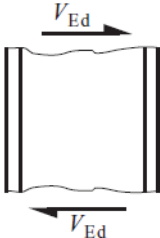
Fig. 1 - Schema di riferimento per il meccanismo di punzonamento della muratura nelle zone di ancoraggio del tirante

Formulazione adottata:

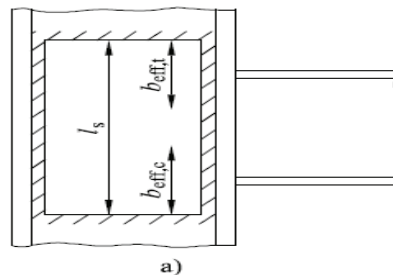
$$\left\{ \begin{array}{l} T_1 = f_d \cdot A_s \\ T_2 = f_v \cdot [2 \cdot (b + t \cdot \tan \beta) + 2 \cdot (a + t \cdot \tan \beta)] \cdot t \\ T_3 = \sigma_r \cdot a \cdot b \cdot \sqrt{A_2 / A_1} \end{array} \right\} \rightarrow T = \min \{T_1, T_2, T_3\}$$

VERIFICA NODO TRAVE-COLONNA

Il calcolo viene eseguito, mediante foglio di calcolo, secondo il punto 6.1.3 dell'EC3 EN 1993-1-8 prendendo in considerazione le componenti del collegamento di seguito indicate:

1	Pannello d'anima della colonna sollecitato a taglio		6.2.6.1	6.3.2	6.4.2 e 6.4.3
---	-----------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------	---------	-------	---------------

$$V_{wp,Rd} = \frac{0,9 f_{y,wc} A_{vc}}{\sqrt{3} \gamma_{M0}}$$



- (6) Quando l'anima della colonna è rinforzata mediante l'introduzione di una piastra d'anima supplementare (vedere figura 6.5), l'area resistente a taglio A_{vc} può essere incrementata della quantità $b_s t_{wc}$. Se un'ulteriore piastra d'anima supplementare è introdotta sull'altro lato dell'anima, si raccomanda di non considerare nessun ulteriore incremento dell'area resistente a taglio.

Pannello d'anima della colonna sollecitato a taglio	Non irrigidito, collegamento da un solo lato, o da ambo i lati con simili altezze delle travi	irrigidito
	$k_1 = \frac{0,38 A_{vc}}{\beta z}$	$k_1 = \infty$
	z è il braccio della coppia secondo la figura 6.15; β è il parametro di trasformazione secondo il punto 5.3(7).	

$$\phi_{Cd} = 0,025 h_c/h_b$$

dove:

h_b è l'altezza della trave;

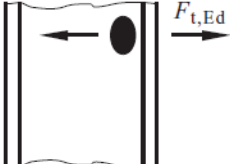
h_c è l'altezza della colonna.

$$t \leq 0,36 d \sqrt{f_{ub}/f_y}$$

dove:

f_y è la tensione di snervamento della componente di base pertinente.

(6.32)

3	Anima della colonna sollecitata a trazione trasversale		6.2.6.3	6.3.2	6.4.2 e 6.4.3
---	--------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------	---------	-------	---------------

Anima della colonna soggetta a trazione trasversale

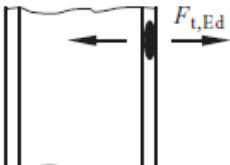
- (1) Si raccomanda che la resistenza di progetto dell'anima non irrigidita di una colonna soggetta a trazione trasversale sia determinata dalla seguente relazione:

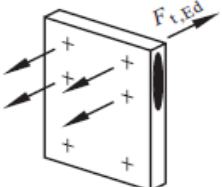
$$F_{t,wc,Rd} = \frac{\omega b_{eff,t,wc} t_{wc} f_{y,wc}}{\gamma_{M0}} \quad (6.15)$$

dove:

ω è il fattore di riduzione che considera l'interazione con il taglio del pannello della colonna d'anima.

Anima della colonna sollecitata a trazione	Connessione bullonata irrigidita o non irrigidita con una sola fila di bulloni soggetti a trazione o connessione saldata non irrigidita	Connessione saldata irrigidita
	$k_3 = \frac{0,7 b_{eff,t,wc} t_{wc}}{d_c}$	$k_3 = \infty$

4	Flangia della colonna sollecitata a flessione		6.2.6.4	6.3.2	6.4.2 e 6.4.3
---	-----------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------	---------	-------	---------------

5	Piastra di estremità sollecitata a flessione		6.2.6.5	6.3.2	6.4.2
---	----------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------	---------	-------	-------

Flangia della colonna sollecitata a flessione (per una fila di bulloni singola soggetta a trazione)	$k_4 = \frac{0,9 l_{eff}^3}{m^3}$ l_{eff} è la minore delle lunghezze efficaci (individualmente o come parte di un gruppo di bulloni) per tale fila di bulloni come specificato nel prospetto 6.4 per una flangia di colonna non irrigidita o nel prospetto 6.5 per una flangia di colonna irrigidita; è come definito nella figura 6.8.
-----------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

prospetto 6.2 Resistenza di progetto $F_{T,Rd}$ della flangia di un elemento T (T-stub) equivalente

	Sviluppo di forze di contatto, per esempio		Senza forze di contatto
Modo 1	Metodo 1	Metodo 2 (metodo alternativo)	$F_{T,1-2,Rd} = \frac{2M_{pl,1,Rd}}{m}$
senza piastre di rinforzo	$F_{T,1,Rd} = \frac{4M_{pl,1,Rd}}{m}$	$F_{T,1,Rd} = \frac{(8n - 2e_w)M_{pl,1,Rd}}{2mn - e_w(m + n)}$	
con piastre di rinforzo	$F_{T,1,Rd} = \frac{4M_{pl,1,Rd} + 2M_{bp,Rd}}{m}$	$F_{T,1,Rd} = \frac{(8n - 2e_w)M_{pl,1,Rd} + 4nM_{bp,Rd}}{2mn - e_w(m + n)}$	
Modo 2	$F_{T,2,Rd} = \frac{2M_{pl,2,Rd} + n\sum F_{t,Rd}}{m + n}$		
Modo 3	$F_{T,3,Rd} = \sum F_{t,Rd}$		
Modo 1: Plasticizzazione completa della flangia. Modo 2: Crisi dei bulloni con snervamento della flangia. Modo 3: Crisi dei bulloni.			

prospetto 6.5 Lunghezze efficaci per la flangia irrigidita di una colonna

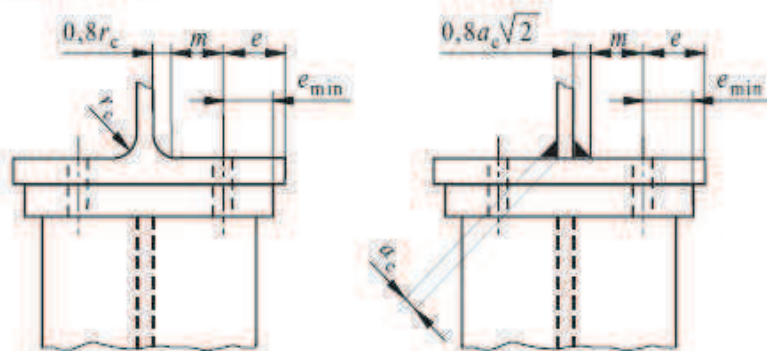
Posizione della fila di bulloni	Fila di bulloni considerata individualmente		Fila di bulloni considerata come parte di un gruppo di file di bulloni	
	Meccanismi con percorso circolare $l_{eff,cp}$	Meccanismi con percorso non circolare $l_{eff,nc}$	Meccanismi con percorso circolare $l_{eff,cp}$	Meccanismi con percorso non circolare $l_{eff,nc}$
Fila di bulloni adiacente all'irrigidimento	$2\pi m$	αm	$\pi m + p$	$0,5p + \alpha m - (2m + 0,625e)$
Altre file di bulloni interne	$2\pi m$	$4m + 1,25e$	$2p$	p
Altre file di bulloni di estremità	La più piccola fra: $2\pi m$ $\pi m + 2e_1$	La più piccola fra: $4m + 1,25e$ $2m + 0,625e + e_1$	La più piccola fra: $\pi m + p$ $2e_1 + p$	La più piccola fra: $2m + 0,625e + 0,5p$ $e_1 + 0,5p$
Fila di bulloni di estremità adiacente all'irrigidimento	La più piccola fra: $2\pi m$ $\pi m + 2e_1$	$e_1 + \alpha m$ ($2m + 0,625e$)	non pertinente	non pertinente
Per Modo 1:	$l_{eff,1} = l_{eff,nc}$ ma $l_{eff,1} \leq l_{eff,cp}$		$\sum l_{eff,1} = \sum l_{eff,nc}$ ma $\sum l_{eff,1} \leq \sum l_{eff,cp}$	
Per Modo 2:	$l_{eff,2} = l_{eff,nc}$		$\sum l_{eff,2} = \sum l_{eff,nc}$	

Si raccomanda che il parametro α sia determinato dalla figura 6.11.

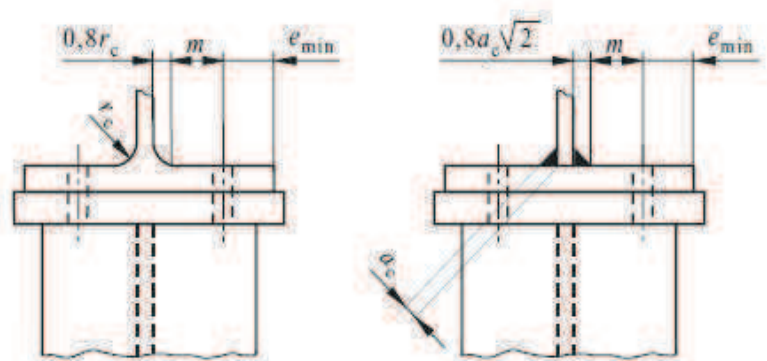
Posizione della fila di bulloni	Fila di bulloni considerata individualmente		Fila di bulloni considerata come parte di un gruppo di file di bulloni	
	Meccanismi con percorso circolare $l_{eff,cp}$	Meccanismi con percorso non circolare $l_{eff,nc}$	Meccanismi con percorso circolare $l_{eff,cp}$	Meccanismi con percorso non circolare $l_{eff,nc}$
Fila di bulloni esterna alla flangia tesa della trave	La più piccola fra: $2\pi m_x$ $\pi m_x + w$ $\pi m_x + 2e$	La più piccola fra: $4m_x + 1,25e_x$ $e + 2m_x + 0,625e_x$ $0,5b_p$ $0,5w + 2m_x + 0,625e_x$	-	-
Prima fila di bulloni al di sotto della flangia tesa della trave	$2\pi m$	αm	$\pi m + p$	$0,5p + \alpha m$ $- (2m + 0,625e)$
Altre file di bulloni interne	$2\pi m$	$4m + 1,25e$	$2p$	p
Altre file di bulloni di estremità	$2\pi m$	$4m + 1,25e$	$\pi m + p$	$2m + 0,625e + 0,5p$
Modo 1:	$l_{eff,1} = l_{eff,nc}$ ma $l_{eff,1} \leq l_{eff,cp}$		$\Sigma l_{eff,1} = \Sigma l_{eff,nc}$ ma $\Sigma l_{eff,1} \leq \Sigma l_{eff,cp}$	
Modo 2:	$l_{eff,2} = l_{eff,nc}$		$\Sigma l_{eff,2} = \Sigma l_{eff,nc}$	
Si raccomanda che il parametro α sia determinato dalla figura 6.11.				

Definizioni di e , e_{\min} , r_c e m **Legenda**

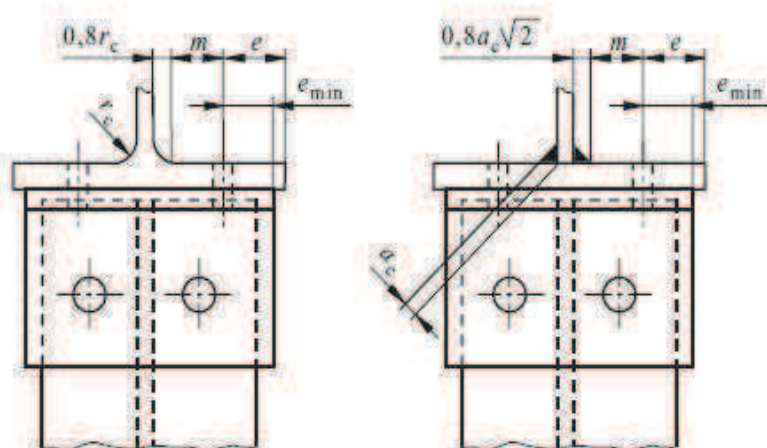
- a) Piastra di estremità saldata più piccola della flangia della colonna
- b) Piastra di estremità saldata più larga della flangia della colonna
- c) Angolari di flangia



a)



b)



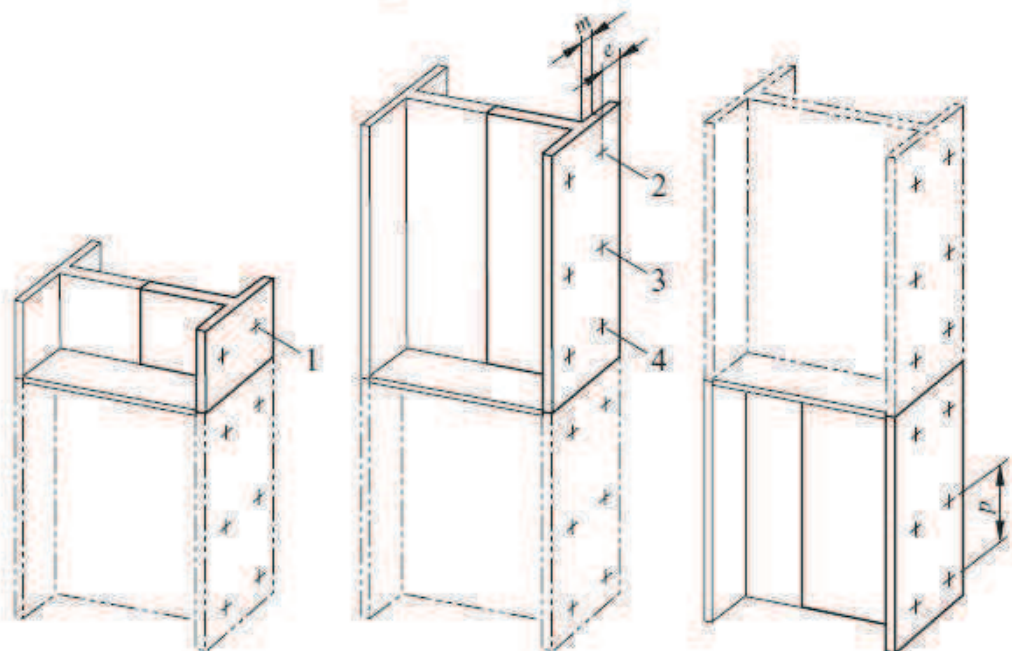
c)

figura 6.9

Modellazione della flangia irrigidita di una colonna come elemento T (T-stub) separati

Legenda

- 1 Fila di bulloni di estremità adiacente all'irrigidimento
- 2 Fila di bulloni di estremità
- 3 Fila di bulloni interna
- 4 Fila di bulloni adiacente all'irrigidimento



$$M_{pl,1,Rd} = 0,25 \sum I_{eff,1} t_f^2 f_y / \gamma_{M0}$$

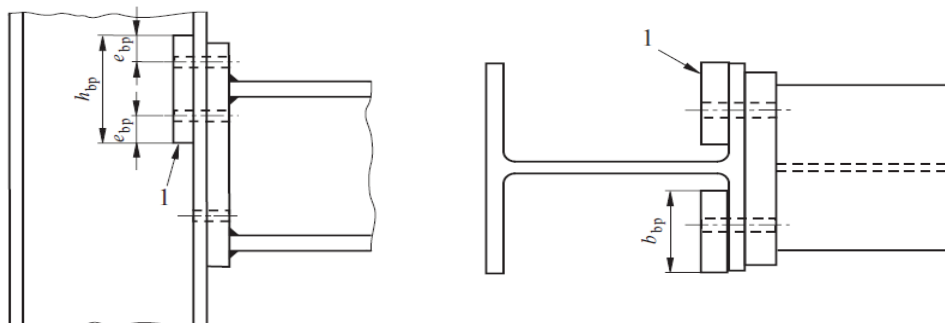
$$M_{pl,2,Rd} = 0,25 \sum I_{eff,2} t_f^2 f_y / \gamma_{M0}$$

$$M_{bp,Rd} = 0,25 \sum I_{eff,1} t_{bp}^2 f_{y,bp} / \gamma_{M0}$$

figura 6.3 Flangia della colonna con piastre di rinforzo

Legenda

- 1 Piastra di rinforzo



$$h_{bp} \geq \sum I_{eff,1}$$

$$e_{bp} \geq 2d$$

7	Flangia ed anima di trave o colonna sollecitate a compressione		6.2.6.7	6.3.2	7
---	----------------------------------------------------------------	--	---------	-------	---

$$F_{c,fb,Rd} = M_{c,Rd} / (h - t_{fb}) \quad (6.21)$$

dove:

h è l'altezza della trave collegata;

$M_{c,Rd}$ è il momento resistente di progetto della sezione trasversale della trave, ridotta se necessario per tener conto degli effetti del taglio, vedere EN 1993-1-1. Per una trave dotata di mensola di sostegno all'estremità, $M_{c,Rd}$ può essere calcolato trascurando la flangia intermedia;

t_{fb} è lo spessore della flangia della trave collegata.

Se l'altezza della trave, compresa la mensola di sostegno all'estremità, supera i 600 mm, si raccomanda che il contributo dell'anima della trave alla resistenza a compressione di progetto sia limitato al 20%.

8	Anima della trave sollecitata a trazione		6.2.6.8	6.3.2	7
---	------------------------------------------	--	---------	-------	---

$$F_{t,wb,Rd} = b_{eff,t,wb} t_{wb} f_{y,wb} / \gamma_{M0} \quad (6.22)$$

10	Bulloni sollecitati a trazione		con flangia di colonna: - 6.2.6.4 con piastra di estremità: - 6.2.6.5 con costola di flangia: - 6.2.6.6	6.3.2	6.4.7
----	--------------------------------	--	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------	-------

Classificazione dei collegamenti secondo la rigidità

Legenda

K_b È il valore medio del rapporto I_b/L_b per tutte le travi di testa del piano considerato

K_c È il valore medio del rapporto I_c/L_c per tutte le colonne del piano considerato

I_b È il momento di inerzia della trave

I_c È il momento di inerzia della colonna

L_b È la luce della trave (calcolata tra gli assi delle colonne)

L_c È l'altezza di piano di una colonna

Zona 1: rigido, se $S_{j,ini} \geq k_b E I_b / L_b$

dove:

k_b = 8 per telai dove il sistema di controventamento riduce gli spostamenti orizzontali di almeno l'80%

k_b = 25 per gli altri telai, a condizione che a tutti i piani $K_b/K_c \geq 0,1$)

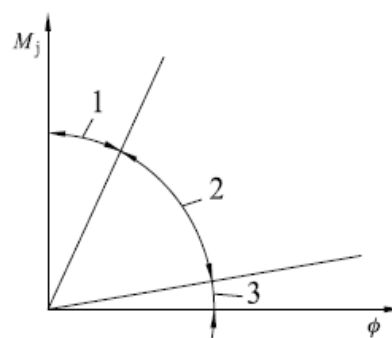
Zona 2: semi-rigidi

Tutti i collegamenti che ricadono nella zona 2 devono essere classificati come semi-rigidi.

Anche i collegamenti che ricadono nelle zone 1 o 3 possono essere discrezionalmente trattati come semi-rigidi.

Zona 3: nominalmente incernierati, se $S_{j,ini} \leq 0,5 E I_b / L_b$

*) Nei telai per i quali $K_b/K_c < 0,1$ i collegamenti si raccomanda siano classificati come semi-rigidi.



VERIFICA DEL NODO TRAVE-COLONNA

Il dimensionamento viene eseguito considerando il momento massimo trasferibile dalla sezione degli elementi collegati (momento resistente IPE 240)

GIUNTO FLANGIATO IRRIGIDITO TRAVE - COLONNA – NTC2008

	IPE 240	
	S 275	
TRAVE		
<u>Materiale</u>		
Valore di snervamento dell'acciaio del profilo	$f_{yk,t}$	275,00 [N/mm ²]
Valore di rottura dell'acciaio del profilo	$f_{uk,t}$	430,00 [N/mm ²]
Modulo di elasticità dell'acciaio del profilo	E_t	210000,00 [N/mm ²]
Coefficiente di sicurezza dell'acciaio del profilo	γ_{M0}	1,05 [-]
Coefficiente di sicurezza dell'acciaio del profilo	γ_{M2}	1,25 [-]
<u>Caratteristiche meccaniche della trave</u>		
Altezza della sezione trasversale	h_t	240,00 [mm]
Larghezza della sezione trasversale	b_t	120,00 [mm]
Spessore dell'anima	$t_{w,t}$	6,20 [mm]
Spessore dell'ala	$t_{f,t}$	9,80 [mm]
Raggio di raccordo	r_t	15,00 [mm]
Area della sezione trasversale	A_t	3910,00 [mm ²]
Altezza della sezione trasversale al netto delle ali	$h_{i,t}$	220,40 [mm]
Altezza dell'anima	$h_{w,t}$	190,40 [mm]
Momento d'inerzia della sezione trasversale	$I_{t,y}$	3,892E+07 [mm ⁴]
Modulo di resistenza elastico	$W_{t,el,y}$	3,243E+05 [mm ³]
Modulo di resistenza plastico	$W_{t,pl,y}$	3,666E+05 [mm ³]
Area resistente a taglio	$A_{t,v}$	1914,00 [mm ²]
<u>Classificazione del profilo</u>		
Valore di snervamento dell'acciaio delle ali	$f_{yk,t}$	275,00 [N/mm ²]
Valore di rottura dell'acciaio delle ali	$f_{uk,t}$	430,00 [N/mm ²]
Larghezza di metà ala al netto del raggio di raccordo	c	41,90 [mm]
Spessore dell'ala	$t_{f,t}$	9,80 [mm]
Rapporto di resistenza	ε	0,92 [-]
Rapporto c/t	$(c/t_{f,t})/\varepsilon$	4,63 [-]
Classificazione delle ali (tensioni di compressione costanti)	CL_{f,compressione}	1 [-]
Valore di snervamento dell'acciaio dell'anima	$f_{yk,t}$	275,00 [N/mm ²]
Valore di rottura dell'acciaio dell'anima	$f_{uk,t}$	430,00 [N/mm ²]
Altezza dell'anima	$h_{w,t}$	190,40 [mm]
Spessore dell'anima	$t_{w,t}$	6,20 [mm]
Rapporto di resistenza	ε	0,92 [-]
Rapporto h_w/t	$(h_{w,t}/t_{w,t})/\varepsilon$	33,22 [-]
Classificazione dell'anima (distribuzione tensioni a farfalla)	Classe 10.9 CL _{w,flessione}	1 [-]
Classificazione dell'anima (distribuzione tensioni costanti)	CL _{w,compressione}	2 [-]
Classificazione complessiva del profilo		2 [-]
<u>Momento resistente del profilo</u>		
Momento resistente plastico	$M_{pl,Rd}$	96,01 [kNm]

Momento resistente elastico	$M_{el,Rd}$	84,94 [kNm]
Momento resistente del profilo	IPE 240	96,01 [kNm]
BULLONI	S 275	

Classe dei bulloni e diametri

Valore di snervamento dell'acciaio del bullone	f_{yb}	900,00 [N/mm ²]
Valore di rottura dell'acciaio del bullone	f_{ub}	1000,00 [N/mm ²]
Coefficiente di sicurezza dell'acciaio del profilo	γ_{M2}	1,25 [-]
Diametro dei bulloni	d	20 [mm]
Diametro dei fori (secondo il D.M. 14/01/2008)	d_0	21,00 [mm]
Area della porzione filettata del gambo del bullone	A_s	245,00 [mm ²]

COLONNA E IRRIGIDIMENTI

Materiale

Valore di snervamento dell'acciaio della colonna	$f_{yk,c}$	275,00 [N/mm ²]
Valore di rottura dell'acciaio della colonna	$f_{uk,c}$	430,00 [N/mm ²]
Modulo di elasticità dell'acciaio della colonna	E_c	210000,00 [N/mm ²]
Coefficiente di sicurezza dell'acciaio della colonna	γ_{M0}	1,05 [-]
Coefficiente di sicurezza dell'acciaio della colonna	γ_{M2}	1,25 [-]

Caratteristiche meccaniche della colonna

Altezza della sezione trasversale	S 275	240,00 [mm]
Larghezza della sezione trasversale	b_c	120,00 [mm]
Spessore dell'anima	$t_{w,c}$	6,20 [mm]
Spessore dell'ala	$t_{f,c}$	9,80 [mm]
Raggio di raccordo	r_c	15,00 [mm]
Area della sezione trasversale	A_c	3910,00 [mm ²]
Altezza della sezione trasversale al netto delle ali	$h_{i,c}$	220,40 [mm]
Altezza dell'anima	$h_{w,c}$	190,40 [mm]
Momento d'inerzia della sezione trasversale	$I_{c,y}$	3,892E+07 [mm ⁴]
Modulo di resistenza elastico	$W_{c,el,y}$	3,243E+05 [mm ³]
Modulo di resistenza plastico	$W_{c,pl,y}$	3,666E+05 [mm ³]
Area resistente a taglio	A_{cV}	1914,00 [mm ²]

FLANGIA DI ESTREMITA'

Materiale

Valore di snervamento dell'acciaio della flangia	$f_{yk,p}$	275,00 [N/mm ²]
Valore di rottura dell'acciaio della flangia	$f_{uk,p}$	430,00 [N/mm ²]
Modulo di elasticità dell'acciaio della flangia	E_p	210000,00 [N/mm ²]
Coefficiente di sicurezza dell'acciaio della flangia	γ_{M0}	1,05 [-]
Coefficiente di sicurezza dell'acciaio della flangia	γ_{M2}	1,25 [-]

Geometria

Altezza della flangia	h_p	420,0 [mm]
Larghezza della flangia	b_p	120,0 [mm]
Spessore della flangia	t_p	24,0 [mm]
Passo orizzontale tra i bulloni	w	69,7 [mm]
Distanza tra l'estremità superiore della flangia e l'estradosso dell'ala sup.	h_1	90,0 [mm]

$$h_2 \quad 30,20 \text{ [mm]}$$

h₃ 90,00 [mm]

e_p 25,15 [mm]

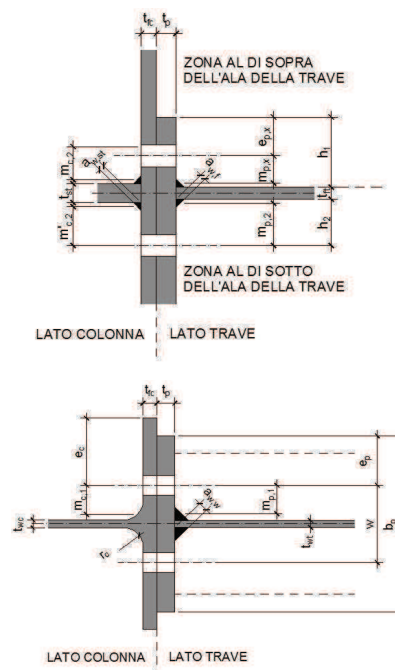
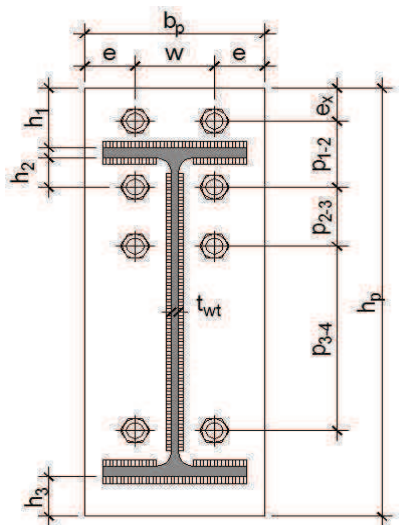
1° Riga (riga al di sopra dell'ala della trave)

1	$e_{x,p}$	50,0 [mm]
1	p_{1-2}	80,0 [mm]
1	p_{2-3}	55,0 [mm]
1	p_{3-4}	50,0 [mm]
1	p_{4-5}	55,0 [mm]

1	p_{2-3}	55,0 [mm]
---	-----------	-----------

1	p_{3-4}	50,0 [mm]
---	-----------	-----------

1	p ₄₋₅	55,0 [mm]
---	------------------	-----------



Irrigidimenti del pannello d'anima

	S 275	
Altezza degli irrigidimenti	c_{st}	56,9 [mm]
Altezza massima degli irrigidimenti	$c_{st,max}$	56,90 [mm]
Base degli irrigidimenti	b_{st}	220,40 [mm]
Spessore degli irrigidimenti	t_{st}	10,0 [mm]
Distanza tra gli irrigidimenti	d_{st}	230,20 [mm]

Saldature

Altezza di gola del cordone tra ala e flangia	$a_{w,f}$	6,00 [mm]
Altezza di gola massima del cordone tra ala e flangia	$a_{w,f,max}$	6,93 [mm]
Altezza di gola del cordone tra anima e flangia	$a_{w,w}$	4,00 [mm]
Altezza di gola massima del cordone tra anima e flangia	$a_{w,w,max}$	4,38 [mm]
Altezza di gola del cordone degli irrigidimenti	$a_{w,st}$	4,00 [mm]
Altezza di gola massima del cordone degli irrigidimenti	$a_{w,st,max}$	4,38 [mm]

Grandezze geometriche ausiliarie

Lato colonna	$m_{c,1}$	19,75 [mm]
	$m_{c,2}$	35,47 [mm]
	$m'_{c,2}$	25,67 [mm]
	e_c	25,15 [mm]
	e_{min}	25,15 [mm]
	n_c	24,69 [mm]

Lato trave	$e_{x,p}$	50,00 [mm]
	$m_{p,x}$	33,21 [mm]
	$n_{p,x}$	41,51 [mm]
	$m_{p,1}$	27,22 [mm]
	$m_{p,2}$	23,41 [mm]
	n_p	25,15 [mm]

PIASTRE RINFORZO COLONNA

Materiale

Valore di snervamento dell'acciaio della flangia	$f_{yk,p}$	275,00 [N/mm ²]
Valore di rottura dell'acciaio della flangia	$f_{uk,p}$	430,00 [N/mm ²]
Modulo di elasticità dell'acciaio della flangia	E_p	210000,00 [N/mm ²]
Coefficiente di sicurezza dell'acciaio della flangia	γ_{M0}	1,05 [-]
Coefficiente di sicurezza dell'acciaio della flangia	γ_{M2}	1,25 [-]

Geometria

Altezza della piastra	h_p	420,0 [mm]
Larghezza della piastra	b_p	56,90 [mm]
Spessore della piastra	t_p	12,0 [mm]


RIGA 1°

Ala della colonna soggetta a flessione

Lunghezze efficaci per percorsi di collasso circolari	$l_{eff,cp1}$	124,09 [mm]
	$l_{eff,cp2}$	112,35
	min $l_{eff,cp1}$ e $l_{eff,cp2}$	112,35
Lunghezze efficaci per percorsi di collasso non circolari	λ_1	0,440 [-]
	λ_2	0,790 [-]

Valore del coefficiente α	$\alpha_{colonna,1}$	5,75 [-]
	$L_{eff,nc}$	138,71 [mm]
Momento resistente per il MODO 1	$M_{pl,1,Rd}$	0,71 [kNm]
Momento resistente per il MODO 1 con piastre di rinforzo	$M_{bp,Rd}$	1,06 [kNm]
Momento resistente per il MODO 2	$M_{pl,2,Rd}$	0,87 [kNm]
Resistenze potenziali a trazione	$F_{1,1,Rd,colonna}$	250,35 [kN]
	$F_{1,2,Rd,colonna}$	235,26 [kN]
	$F_{1,3,Rd,colonna}$	352,80 [kN]
Resistenza relativa all'ala della colonna soggetta a flessione	$F_{tr,1,Rd,colonna}$	235,26 [kN]
Flessione della flangia di estremità		
Lunghezze efficaci per percorsi di collasso circolari	$L_{eff,cp,1}$	208,68 [mm]
	$L_{eff,cp,2}$	174,04 [mm]
	$L_{eff,cp,3}$	154,64 [mm]
Lunghezze efficaci per percorsi di collasso non circolari	$L_{eff,nc,1}$	195,35 [mm]
	$L_{eff,nc,2}$	122,82 [mm]
	$L_{eff,nc,3}$	60,00 [mm]
	$L_{eff,nc,4}$	132,52 [mm]
Momento resistente per il MODO 1	$M_{pl,1,Rd}$	2,26 [kNm]
Momento resistente per il MODO 2	$M_{pl,2,Rd}$	2,26 [kNm]
Resistenze potenziali a trazione	$F_{1,1,Rd,flangia}$	272,54 [kN]
	$F_{1,2,Rd,flangia}$	256,56 [kN]
	$F_{1,3,Rd,flangia}$	352,80 [kN]
Resistenza relativa alla flangia inflessa	$F_{tr,1,Rd,flangia}$	256,56 [kN]
Resistenza potenziale della prima riga	$F_{tr,1,Rd}$	235,26 [kN]
RIGA 2°		
Ala della colonna soggetta a flessione		
Lunghezze efficaci per percorsi di collasso circolari	$L_{eff,cp}$	124,09 [mm]
Lunghezze efficaci per percorsi di collasso non circolari	λ_1	0,440 [-]
	λ_2	0,572 [-]
Valore del coefficiente α	$\alpha_{colonna,2}$	5,75 [-]
	$L_{eff,nc}$	113,56 [mm]
Momento resistente per il MODO 1	$M_{pl,1,Rd}$	0,71 [kNm]
Momento resistente per il MODO 2	$M_{pl,2,Rd}$	0,71 [kNm]
Momento resistente per il MODO 1 con piastre di rinforzo	$M_{bp,Rd}$	1,07 [kNm]
Resistenze potenziali a trazione	$F_{2,1,Rd,colonna}$	253,06 [kN]
	$F_{2,2,Rd,colonna}$	228,14 [kN]
	$F_{2,3,Rd,colonna}$	352,80 [kN]
Resistenza relativa all'ala della colonna soggetta a flessione	$F_{tr,2,Rd,colonna}$	228,14 [kN]
Flessione della flangia di estremità		
Lunghezze efficaci per percorsi di collasso circolari	$L_{eff,cp}$	171,06 [mm]
Lunghezze efficaci per percorsi di collasso non circolari	λ_1	0,520 [-]
	λ_2	0,447 [-]
Valore del coefficiente α	$\alpha_{trave,2}$	5,30 [-]
	$L_{eff,nc}$	144,29 [mm]
Momento resistente per il MODO 1	$M_{pl,1,Rd}$	5,44 [kNm]

Momento resistente per il MODO 2	$M_{pl,2,Rd}$	5,44 [kNm]
Resistenze potenziali a trazione	$F_{2,1,Rd,flangia}$	799,54 [kN]
	$F_{2,2,Rd,flangia}$	377,22 [kN]
	$F_{2,3,Rd,flangia}$	352,80 [kN]
Resistenza relativa alla flangia inflessa	$F_{tr,2,Rd,flangia}$	352,80 [kN]
Anima della trave soggetta a trazione		
Larghezza efficace	$b_{eff,t,wt}$	144,29 [mm]
Resistenza relativa all'anima della trave in trazione	$F_{tr,2,wt,Rd}$	234,30 [kN]
Resistenza potenziale della seconda riga	$F_{tr,2,Rd}$	228,14 [kN]
RIGA 3°		
Ala della colonna soggetta a flessione		
Lunghezze efficaci per percorsi di collasso circolari	$L_{eff,cp}$	124,09 [mm]
Lunghezze efficaci per percorsi di collasso non circolari	$L_{eff,nc}$	110,44 [mm]
Momento resistente per il MODO 1	$M_{pl,1,Rd}$	0,69 [kNm]
Momento resistente per il MODO 1 con piastre di rinforzo	$M_{bp,Rd}$	1,04 [kNm]
Momento resistente per il MODO 2	$M_{pl,2,Rd}$	0,69 [kNm]
Resistenze potenziali a trazione	$F_{3,1,Rd,colonna}$	246,10 [kN]
	$F_{3,2,Rd,colonna}$	227,26 [kN]
	$F_{3,3,Rd,colonna}$	352,80 [kN]
Resistenza relativa all'ala della colonna soggetta a flessione	$F_{tr,3,Rd,colonna}$	227,26 [kN]
Flessione della flangia di estremità		
Lunghezze efficaci per percorsi di collasso circolari	$L_{eff,cp}$	171,06 [mm]
Lunghezze efficaci per percorsi di collasso non circolari	$L_{eff,nc}$	140,34 [mm]
Momento resistente per il MODO 1	$M_{pl,1,Rd}$	5,29 [kNm]
Momento resistente per il MODO 2	$M_{pl,2,Rd}$	5,29 [kNm]
Resistenze potenziali a trazione	$F_{3,1,Rd,flangia}$	777,63 [kN]
	$F_{3,2,Rd,flangia}$	371,52 [kN]
	$F_{3,3,Rd,flangia}$	352,80 [kN]
Resistenza relativa alla flangia inflessa	$F_{tr,3,Rd,flangia}$	352,80 [kN]
Anima della colonna soggetta a trazione		
Parametro di trasformazione β	β	1,00 [-]

prospetto 5.4 Valori approssimati del parametro di trasformazione β		
Tipologia di configurazione nodale	Azione	Valore di β
	$M_{b1,Ed}$	$\beta \approx 1$

Lunghezze efficaci per percorsi di collasso circolari
 Lunghezze efficaci per percorsi di collasso non circolari
 Momento resistente per il MODO 1
 Momento resistente per il MODO 2
 Resistenze potenziali a trazione

$L_{(2+3),eff,cp}$ 250,53 [mm]
 $L_{(2+3),eff,nc}$ 226,79 [mm]
 $M_{pl,1,Rd}$ 8,55 [kNm]
 $M_{pl,2,Rd}$ 8,55 [kNm]
 $F_{(2+3),1,Rd,flangia}$ 1256,69 [kN]
 $F_{(2+3),2,Rd,flangia}$ 665,44 [kN]
 $F_{(2+3),3,Rd,flangia}$ 705,60 [kN]
 $F_{tr,(2+3),Rd,flangia}$ **665,44 [kN]**

Resistenza relativa alla flangia inflessa

Anima della colonna soggetta a trazione

Parametro di trasformazione β

Larghezze efficaci

β 1,00 [-]
 $b_{eff,t,wc}$ 227,05 [mm]
 $b'_{eff,t,wc}$ 196,06 [mm]
 A_{vc} 1914,00 [mm²]
 $\omega_{1,A}$ 0,77 [-]
 $\omega_{1,B}$ 0,81 [-]

Area della sezione trasversale della colonna resistente a taglio

Coefficienti ω_1

Coefficienti ω_2

Coefficienti ω

$\omega_{2,A}$ 0,51 [-]
 $\omega_{2,B}$ 0,57 [-]
 ω 0,77 [-]
 ω' 0,81 [-]

Resistenze a trazione dell'anima della colonna

$F_{t,(2+3),wc,Rd}$ 282,50 [kN]
 $F'_{t,(2+3),wc,Rd}$ 257,86 [kN]
 $F_{tr,(2+3),wc,Rd}$ **257,86 [kN]**

Resistenza relativa all'anima della colonna

Anima della trave soggetta a trazione

Larghezza efficace

Resistenza relativa all'anima della trave in trazione

$b_{eff,t,wt}$ 226,79 [mm]
 $F_{tr,(2+3),wt,Rd}$ **368,26 [kN]**

Resistenza potenziale della seconda e terza riga

$F_{tr,(2+3),Rd}$ **257,86 [kN]**

RIGA 3° + 4°

Ala della colonna soggetta a flessione

Lunghezze efficaci per percorsi di collasso circolari
 Lunghezze efficaci per percorsi di collasso non circolari
 Momento resistente per il MODO 1
 Momento resistente per il MODO 1 con piastre di rinforzo
 Momento resistente per il MODO 2
 Resistenze potenziali a trazione

$L_{(3+4),eff,cp}$ 210,00 [mm]
 $L_{(3+4),eff,nc}$ 105,00 [mm]
 $M_{pl,1,Rd}$ 0,66 [kNm]
 $M_{bp,Rd}$ 0,99 [kNm]
 $M_{pl,2,Rd}$ 0,66 [kNm]
 $F_{(3+4),1,Rd,colonna}$ 233,98 [kN]
 $F_{(3+4),2,Rd,colonna}$ 421,72 [kN]
 $F_{(3+4),3,Rd,colonna}$ 705,60 [kN]
 $F_{tr,(3+4),Rd,colonna}$ **233,98 [kN]**

Resistenza relativa all'ala della colonna soggetta a flessione

Flessione della flangia di estremità

Lunghezze efficaci per percorsi di collasso circolari
 Lunghezze efficaci per percorsi di collasso non circolari
 Momento resistente per il MODO 1
 Momento resistente per il MODO 2
 Resistenze potenziali a trazione

$L_{(3+4),eff,cp}$ 210,00 [mm]
 $L_{(3+4),eff,nc}$ 105,00 [mm]
 $M_{pl,1,Rd}$ 3,96 [kNm]
 $M_{pl,2,Rd}$ 3,96 [kNm]
 $F_{(3+4),1,Rd,flangia}$ 581,83 [kN]
 $F_{(3+4),2,Rd,flangia}$ 490,04 [kN]
 $F_{(3+4),3,Rd,flangia}$ 705,60 [kN]

Resistenza relativa alla flangia inflessa**Anima della colonna soggetta a trazione**Parametro di trasformazione β

Larghezze efficaci

Area della sezione trasversale della colonna resistente a taglio

Coefficienti ω_1 Coefficienti ω_2 Coefficienti ω

Resistenze a trazione dell'anima della colonna

Resistenza relativa all'anima della colonna**Anima della trave soggetta a trazione**

Larghezza efficace

Resistenza relativa all'anima della trave in trazione**Resistenza potenziale della terza e quarta riga****RIGA 4° + 5°****Ala della colonna soggetta a flessione**

Lunghezze efficaci per percorsi di collasso circolari

Lunghezze efficaci per percorsi di collasso non circolari

Momento resistente per il MODO 1

Momento resistente per il MODO 1 con piastre di rinforzo

Momento resistente per il MODO 2

Resistenze potenziali a trazione

Resistenza relativa all'ala della colonna soggetta a flessione**Flessione della flangia di estremità**

Lunghezze efficaci per percorsi di collasso circolari

Lunghezze efficaci per percorsi di collasso non circolari

Momento resistente per il MODO 1

Momento resistente per il MODO 2

Resistenze potenziali a trazione

Resistenza relativa alla flangia inflessa**Anima della colonna soggetta a trazione**Parametro di trasformazione β

Larghezze efficaci

Area della sezione trasversale della colonna resistente a taglio

Coefficienti ω_1 $F_{tr,(3+4),Rd,flangia}$ **490,04 [kN]** β

1,00 [-]

 $b_{eff,t,wc}$

210,00 [mm]

 $b'_{eff,t,wc}$

105,00 [mm]

 A_{vc} 1914,00 [mm²] $\omega_{1,A}$

0,79 [-]

 $\omega_{1,B}$

0,93 [-]

 $\omega_{2,A}$

0,54 [-]

 $\omega_{2,B}$

0,79 [-]

 ω

0,79 [-]

 ω'

0,93 [-]

 $F_{t,(3+4),wc,Rd}$

269,45 [kN]

 $F'_{t,(3+4),wc,Rd}$

158,97 [kN]

 $F_{tr,(3+4),wc,Rd}$ **158,97 [kN]** $b_{eff,t,wt}$

105,00 [mm]

 $F_{tr,(3+4),wt,Rd}$ **170,50 [kN]** $F_{tr,(3+4),Rd}$ **158,97 [kN]** $L_{(4+5),eff,cp}$

217,05 [mm]

 $L_{(4+5),eff,nc}$

191,06 [mm]

 $M_{pl,1,Rd}$

1,20 [kNm]

 $M_{bp,Rd}$

1,80 [kNm]

 $M_{pl,2,Rd}$

1,20 [kNm]

 $F_{(4+5),1,Rd,colonna}$

425,76 [kN]

 $F_{(4+5),2,Rd,colonna}$

446,07 [kN]

 $F_{(4+5),3,Rd,colonna}$

705,60 [kN]

 $F_{tr,(4+5),Rd,colonna}$ **425,76 [kN]** $L_{(4+5),eff,cp}$

281,06 [mm]

 $L_{(4+5),eff,nc}$

195,34 [mm]

 $M_{pl,1,Rd}$

7,37 [kNm]

 $M_{pl,2,Rd}$

7,37 [kNm]

 $F_{(4+5),1,Rd,flangia}$

1082,40 [kN]

 $F_{(4+5),2,Rd,flangia}$

620,14 [kN]

 $F_{(4+5),3,Rd,flangia}$

705,60 [kN]

 $F_{tr,(4+5),Rd,flangia}$ **620,14 [kN]** β

1,00 [-]

 $b_{eff,t,wc}$

217,05 [mm]

 $b'_{eff,t,wc}$

191,06 [mm]

 A_{vc} 1914,00 [mm²] $\omega_{1,A}$

0,78 [-]

Coefficienti ω_2	$\omega_{1,B}$	0,82 [-]
Coefficienti ω	$\omega_{2,A}$	0,53 [-]
	$\omega_{2,B}$	0,58 [-]
	ω	0,78 [-]
	ω'	0,82 [-]
Resistenze a trazione dell'anima della colonna	$F_{t,(4+5),wc,Rd}$	274,99 [kN]
	$F'_{t,(4+5),wc,Rd}$	253,49 [kN]
Resistenza relativa all'anima della colonna	$F_{tr,(4+5),wc,Rd}$	253,49 [kN]
Anima della trave soggetta a trazione		
Larghezza efficace	$b_{eff,t,wt}$	195,34 [mm]
Resistenza relativa all'anima della trave in trazione	$F_{tr,(4+5),wt,Rd}$	317,19 [kN]
Resistenza potenziale della quarta e quinta riga	$F_{tr,(4+5),Rd}$	253,49 [kN]
RIGA 2° + 3° + 4°		
Ala della colonna soggetta a flessione		
Lunghezze efficaci per percorsi di collasso circolari	$L_{(2+3+4),eff,cp}$	334,09 [mm]
Lunghezze efficaci per percorsi di collasso non circolari	$L_{(2+3+4),eff,nc}$	218,56 [mm]
Momento resistente per il MODO 1	$M_{pl,1,Rd}$	1,37 [kNm]
Momento resistente per il MODO 2	$M_{pl,2,Rd}$	1,37 [kNm]
Resistenze potenziali a trazione	$F_{(2+3+4),1,Rd,colonna}$	278,36 [kN]
	$F_{(2+3+4),2,Rd,colonna}$	649,86 [kN]
	$F_{(2+3+4),3,Rd,colonna}$	1058,40 [kN]
	$F_{tr,(2+3+4),Rd,colonna}$	278,36 [kN]
Resistenza relativa all'ala della colonna soggetta a flessione		
Flessione della flangia di estremità		
Lunghezze efficaci per percorsi di collasso circolari	$L_{(2+3+4),eff,cp}$	381,06 [mm]
Lunghezze efficaci per percorsi di collasso non circolari	$L_{(2+3+4),eff,nc}$	249,29 [mm]
Momento resistente per il MODO 1	$M_{pl,1,Rd}$	9,40 [kNm]
Momento resistente per il MODO 2	$M_{pl,2,Rd}$	9,40 [kNm]
Resistenze potenziali a trazione	$F_{(2+3+4),1,Rd,flangia}$	1381,37 [kN]
	$F_{(2+3+4),2,Rd,flangia}$	867,26 [kN]
	$F_{(2+3+4),3,Rd,flangia}$	1058,40 [kN]
	$F_{tr,(2+3+4),Rd,flangia}$	867,26 [kN]
Resistenza relativa alla flangia inflessa		
Anima della colonna soggetta a trazione		
Parametro di trasformazione β	β	1,00 [-]
Larghezze efficaci	$b_{eff,t,wc}$	334,09 [mm]
	$b'_{eff,t,wc}$	218,56 [mm]
Area della sezione trasversale della colonna resistente a taglio	A_{vc}	1914,00 [mm ²]
Coefficienti ω_1	$\omega_{1,A}$	0,63 [-]
	$\omega_{1,B}$	0,78 [-]
Coefficienti ω_2	$\omega_{2,A}$	0,38 [-]
	$\omega_{2,B}$	0,53 [-]
Coefficienti ω	ω	0,63 [-]
	ω'	0,78 [-]
Resistenze a trazione dell'anima della colonna	$F_{t,(2+3+4),wc,Rd}$	341,57 [kN]
	$F'_{t,(2+3+4),wc,Rd}$	276,16 [kN]
Resistenza relativa all'anima della colonna	$F_{tr,(2+3+4),wc,Rd}$	276,16 [kN]

Anima della trave soggetta a trazione

Larghezza efficace $b_{eff,t,wt}$ 249,29 [mm]

Resistenza relativa all'anima della trave in trazione $F_{tr,(2+3+4),wt,Rd}$ 404,80 [kN]

Resistenza potenziale della seconda, terza e quarta riga $F_{tr,(2+3+4),Rd}$ 276,16 [kN]

RIGA 3° + 4° + 5°

Ala della colonna soggetta a flessione

Lunghezze efficaci per percorsi di collasso circolari $L_{(3+4+5),eff,cp}$ 334,09 [mm]

Lunghezze efficaci per percorsi di collasso non circolari $L_{(3+4+5),eff,nc}$ 215,44 [mm]

Momento resistente per il MODO 1 $M_{pl,1,Rd}$ 1,35 [kNm]

Momento resistente per il MODO 2 $M_{pl,2,Rd}$ 1,35 [kNm]

Resistenze potenziali a trazione $F_{(3+4+5),1,Rd,colonna}$ 274,38 [kN]

$F_{(3+4+5),2,Rd,colonna}$ 648,97 [kN]

$F_{(3+4+5),3,Rd,colonna}$ 1058,40 [kN]

$F_{tr,(3+4+5),Rd,colonna}$ 274,38 [kN]

Resistenza relativa all'ala della colonna soggetta a flessione

Flessione della flangia di estremità

Lunghezze efficaci per percorsi di collasso circolari $L_{(3+4+5),eff,cp}$ 381,06 [mm]

Lunghezze efficaci per percorsi di collasso non circolari $L_{(3+4+5),eff,nc}$ 245,34 [mm]

Momento resistente per il MODO 1 $M_{pl,1,Rd}$ 9,25 [kNm]

Momento resistente per il MODO 2 $M_{pl,2,Rd}$ 9,25 [kNm]

Resistenze potenziali a trazione $F_{(3+4+5),1,Rd,flangia}$ 1359,46 [kN]

$F_{(3+4+5),2,Rd,flangia}$ 861,57 [kN]

$F_{(3+4+5),3,Rd,flangia}$ 1058,40 [kN]

$F_{tr,(3+4+5),Rd,flangia}$ 861,57 [kN]

Resistenza relativa alla flangia inflessa

Anima della colonna soggetta a trazione

Parametro di trasformazione β 1,00 [-]

Larghezze efficaci $b_{eff,t,wc}$ 334,09 [mm]

$b'_{eff,t,wc}$ 215,44 [mm]

Area della sezione trasversale della colonna resistente a taglio A_{vc} 1914,00 [mm²]

Coefficienti ω_1 $\omega_{1,A}$ 0,63 [-]

$\omega_{1,B}$ 0,78 [-]

Coefficienti ω_2 $\omega_{2,A}$ 0,38 [-]

$\omega_{2,B}$ 0,53 [-]

Coefficienti ω ω 0,63 [-]

ω' 0,78 [-]

Resistenze a trazione dell'anima della colonna $F_{t,(3+4+5),wc,Rd}$ 341,57 [kN]

$F'_{t,(3+4+5),wc,Rd}$ 273,75 [kN]

$F_{tr,(3+4+5),wc,Rd}$ 273,75 [kN]

Resistenza relativa all'anima della colonna

Anima della trave soggetta a trazione

Larghezza efficace $b_{eff,t,wt}$ 245,34 [mm]

Resistenza relativa all'anima della trave in trazione $F_{tr,(3+4+5),wt,Rd}$ 398,38 [kN]

Resistenza potenziale della terza, quarta e quinta riga $F_{tr,(3+4+5),Rd}$ 273,75 [kN]

RIGA 2° + 3° + 4° + 5°

Ala della colonna soggetta a flessione

Lunghezze efficaci per percorsi di collasso circolari $L_{(2+3+4+5),eff,cp}$ 444,09 [mm]

Lunghezze efficaci per percorsi di collasso non circolari $L_{(2+3+4+5),eff,nc}$ 273,56 [mm]

Momento resistente per il MODO 1	$M_{pl,1,Rd}$	1,72 [kNm]
Momento resistente per il MODO 2	$M_{pl,2,Rd}$	1,72 [kNm]
Resistenze potenziali a trazione	$F_{(2+3+4+5),1,Rd,colonna}$	348,41 [kN]
	$F_{(2+3+4+5),2,Rd,colonna}$	861,42 [kN]
	$F_{(2+3+4+5),3,Rd,colonna}$	1411,20 [kN]

Resistenza relativa all'ala della colonna soggetta a flessione

Flessione della flangia di estremità

Lunghezze efficaci per percorsi di collasso circolari	$L_{(2+3+4+5),eff,cp}$	491,06 [mm]
Lunghezze efficaci per percorsi di collasso non circolari	$L_{(2+3+4+5),eff,nc}$	304,29 [mm]
Momento resistente per il MODO 1	$M_{pl,1,Rd}$	11,48 [kNm]
Momento resistente per il MODO 2	$M_{pl,2,Rd}$	11,48 [kNm]
Resistenze potenziali a trazione	$F_{(2+3+4+5),1,Rd,flangia}$	1686,14 [kN]
	$F_{(2+3+4+5),2,Rd,flangia}$	1115,88 [kN]
	$F_{(2+3+4+5),3,Rd,flangia}$	1411,20 [kN]

Resistenza relativa alla flangia inflessa

Anima della colonna soggetta a trazione

Parametro di trasformazione β	β	1,00 [-]
Larghezze efficaci	$b_{eff,t,wc}$	444,09 [mm]
	$b'_{eff,t,wc}$	273,56 [mm]
Area della sezione trasversale della colonna resistente a taglio	A_{vc}	1914,00 [mm ²]
Coefficienti ω_1	$\omega_{1,A}$	0,52 [-]
	$\omega_{1,B}$	0,70 [-]
Coefficienti ω_2	$\omega_{2,A}$	0,29 [-]
	$\omega_{2,B}$	0,44 [-]
Coefficienti ω	ω	0,52 [-]
	ω'	0,70 [-]
Resistenze a trazione dell'anima della colonna	$F_{t,(2+3+4+5),wc,Rd}$	375,39 [kN]
	$F'_{t,(2+3+4+5),wc,Rd}$	312,48 [kN]
	$F_{tr,(2+3+4+5),wc,Rd}$	312,48 [kN]

Resistenza relativa all'anima della colonna

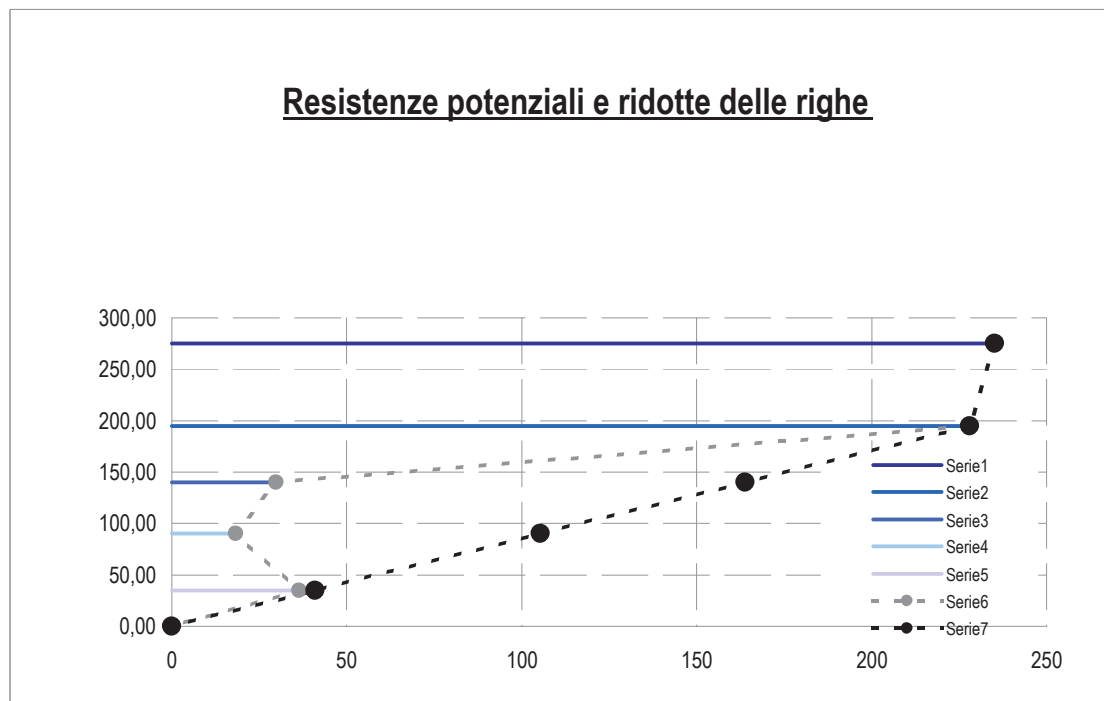
Anima della trave soggetta a trazione

Larghezza efficace	$b_{eff,t,wt}$	304,29 [mm]
Resistenza relativa all'anima della trave in trazione	$F_{tr,(2+3+4+5),wt,Rd}$	494,11 [kN]
Resistenza potenziale della seconda, terza, quarta e quinta riga	$F_{tr,(2+3+4+5),Rd}$	312,48 [kN]

Resistenze potenziali delle righe ed eventuale redistribuzione

RIGA 1°	$F_{tr,1,Rd}$	235,26 [kN]
RIGA 2°	$F_{tr,2,Rd}$	228,14 [kN]
RIGA 3°	$F_{tr,3,Rd}$	29,72 [kN]
RIGA 4°	$F_{tr,4,Rd}$	18,30 [kN]
RIGA 5°	$F_{tr,5,Rd}$	36,33 [kN]
RIGA 1°: braccio di leva rispetto al centro delle compressioni	z_1	275,10 [mm]
RIGA 2°: braccio di leva rispetto al centro delle compressioni	z_2	195,10 [mm]

RIGA 3°: braccio di leva rispetto al centro delle compressioni	Z_3	140,10 [mm]
RIGA 4°: braccio di leva rispetto al centro delle compressioni	Z_4	90,10 [mm]
RIGA 5°: braccio di leva rispetto al centro delle compressioni	Z_5	35,10 [mm]



Resistenze potenziali "ridotte" delle righe ed eventuale redistribuzione

Resistenza a trazione del singolo bullone	$F_{t,Rd}$	335,16 [kN]
RIGA 1°	$F_{tr,1,Rd}$	235,26 [kN]
RIGA 2° - ridotta	$F_{tr,2,Rd,red}$	228,14 [kN]
RIGA 3° - ridotta	$F_{tr,3,Rd,red}$	29,72 [kN]
RIGA 4° - ridotta	$F_{tr,4,Rd,red}$	18,30 [kN]
RIGA 5° - ridotta	$F_{tr,5,Rd,red}$	36,33 [kN]

Resistenza della trave soggetta a compressione

Momento resistente della trave	$M_{c,Rd}$	96,01 [kNm]
--------------------------------	------------	-------------

Resistenza dell'ala e dell'anima in compressione

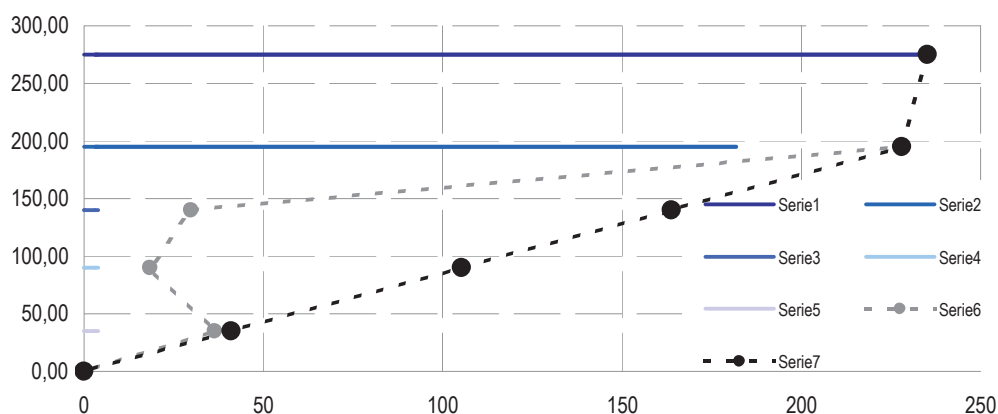
$F_{c,ft,Rd}$	417,09 [kN]
---------------	--------------------

Resistenza a taglio del pannello d'anima

Larghezza dell'eventuale piastra supplementare d'anima	b_s	190,40 [mm]
Spessore dell'eventuale piastra supplementare d'anima	t_s	6,00 [mm]
Area della colonna resistente a taglio + eventuale piastra d'anima	$A_{vc,tot}$	3056,40 [mm ²]
Resistenza del pannello d'anima non irrigidito	$V_{wp,Rd}$	415,94 [kN]
Momento resistente plastico dell'ala della colonna	$M_{pl,fc,Rd}$	0,75 [kNm]
Momento resistente plastico degli irrigidimenti	$M_{pl,st,Rd}$	0,75 [kNm]
Resistenze incrementali del pannello d'anima	$V_{wp,add,Rd,1}$	13,11 [kN]
	$V_{wp,add,Rd,2}$	13,03 [kN]
	$V_{wp,add,Rd}$	13,03 [kN]

Resistenza complessiva del pannello d'anima irrigidito	$V_{wp,Rd,tot}$	428,97 [kN]
Resistenza a trazione	$F_{wp,Rd,tot}$	428,97 [kN]
<u>Ridistribuzione delle resistenze delle righe</u>		
Resistenza a trazione complessiva di tutte le righe	$\Sigma F_{tr,i,Rd}$	547,74 [kN]
Resistenza minima relativa alla zona compressa	$F_{c,Rd,min}$	417,09 [kN]
Gap tra la resistenza complessiva delle righe e quella minima a compress.	ΔF_{Rd}	-130,65 [kN]
RIGA 1° - effettiva	$F_{tr,1,Rd,eff}$	235,26 [kN]
RIGA 2° - effettiva	$F_{tr,2,Rd,eff}$	181,83 [kN]
RIGA 3° - effettiva	$F_{tr,3,Rd,eff}$	0,00 [kN]
RIGA 4° - effettiva	$F_{tr,4,Rd,eff}$	0,00 [kN]
RIGA 5° - effettiva	$F_{tr,5Rd,eff}$	0,00 [kN]
Resistenza complessiva ridotta di tutte le righe	$\Sigma F_{tr,i,Rd,eff}$	417,09 OK

Resistenze effettive delle righe



Determinazione del momento resistente del giunto

Momento resistente della connessione	$M_{j,Rd}$	100,20 [kNm]
Momento elastico della connessione	$M_{j,El}$	66,80 [kNm]
La connessione è classificata a completo ripristino di resistenza		

CALCOLO RIGIDEZZA DEL NODO

Anima della colonna soggetta a trazione

[mm]

$$t_{w,eff} = 1,5 t_{wc} = 9,3$$

Vedi punto 6.2.6.3

k_3	3,32	1 fila di Bulloni
k_3	3,35	2 fila di Bulloni
k_3	3,26	3 fila di Bulloni
k_3	3,26	4 fila di Bulloni
k_3	3,35	5 fila di Bulloni

$$k_3 = \frac{0,7 b_{eff} t_{wc} t_{wc}}{d_c}$$

t_{wc} = spessore anima

Flangia della colonna sollecitata a flessione (per una fila di bulloni singola soggetta a trazione)

k_4	12,35	1 fila di Bulloni
k_4	12,49	2 fila di Bulloni
k_4	12,14	3 fila di Bulloni
k_4	12,14	4 fila di Bulloni
k_4	12,49	5 fila di Bulloni

$$k_4 = \frac{0,9 I_{eff} t_{fc}^3}{m^3}$$

t_{fc} = spessore flangia colonna

Piastra di estremità sollecitata a flessione (per una fila di bulloni singola soggetta a trazione)

k_5	11,66	1 fila di Bulloni
k_5	88,97	2 fila di Bulloni
k_5	86,53	3 fila di Bulloni
k_5	86,53	4 fila di Bulloni
k_5	88,97	5 fila di Bulloni

$$k_5 = \frac{0,9 I_{eff} t_p^3}{m^3}$$

t_p = spessore della piastra

Bulloni soggetti a trazione (per una singola fila di bulloni)

k_{10}	6,90	1 fila di Bulloni
K_{10}	6,90	2 fila di Bulloni
K_{10}	6,90	3 fila di Bulloni
K_{10}	6,90	4 fila di Bulloni
K_{10}	6,90	5 fila di Bulloni

$$k_{10} = 1,6 A_s / L_b \text{ pre-caricati o non pre-caricati}$$

A_s = area resistente a trazione del bullone

Coefficiente di rigidità efficace per singola fila di bulloni:

K_{eff1}	1,63
K_{eff2}	1,87
K_{eff3}	1,83
K_{eff4}	1,83
K_{eff5}	1,87

Calcolo braccio della coppia equivalente

	[mm]
$t_{rondella}$	3

$S_{p,dado}$	22
--------------	----

L_b	56,8
-------	------

$S_{p,testa\ bullone}$	18
------------------------	----

$h_{r,1}$	275,1
$h_{r,2}$	195,1
$h_{r,3}$	140,1
$h_{r,4}$	90,1
$h_{r,5}$	35,1

$$z_{eq} = \frac{\sum_r k_{eff,r} h_r^2}{\sum_r k_{eff,r} h_r}$$

Z_{eq}	190,43
----------	--------

Coefficiente di rigidezza equivalente:

K_{eq}	6,84
----------	------

$$K_{eq} = \frac{\sum_r k_{eff,r} h_r}{z_{eq}}$$

RIGIDEZZA FLESSIONALE DEL NODO

	N mm	kN m
S_j	8,22E+09	8,22E+03

$$S_j = \frac{E z^2}{\mu \sum_i \frac{1}{k_i}}$$

RAPPORTO RIGIDENZE

Funz. "SE"	6,33	* Calcolo di "μ"
------------	------	------------------

1,07

$S_{j,ini} / (k_b * E * I_b / L_b)$

CLASSIFICAZIONE DEI COLLEGAMENTI
SECONDO LA RIGIDEZZA

Tipologia di connessione
$\Psi =$ 2,7

ZONA 1	RIGIDO
ZONA 2	NO
ZONA 3	NO

M_{sd} [kN m]	M_{Rd} [kN m]
126,8	9,60E+01

RIGIDEZZA FLESSIONALE INIZIALE ("μ" =1)

	[N mm]	kN m
$S_{j,ini}$	5,21E+10	5,21E+04

Per Strutture contro.

k_b 8

Per tutte le altre strutt.

k_b 25

I_B 1340

ZONA 1: Rigido, se $S_{j,ini} \geq k_b * E * I_b / L_b$

	[N mm]	kN m
$k_b * E * I_b / L_b =$	4,8795E+10	48795,22

Classificazione dei collegamenti secondo la rigidità

Legenda

K_b È il valore medio del rapporto I_b/L_b per tutte le travi di testa del piano considerato

K_c È il valore medio del rapporto I_c/L_c per tutte le colonne del piano considerato

I_b È il momento di inerzia della trave

I_c È il momento di inerzia della colonna

L_b È la luce della trave (calcolata tra gli assi delle colonne)

L_c È l'altezza di piano di una colonna

Zona 1: rigido, se $S_{j,ini} \geq k_b E I_b / L_b$

dove:

k_b = 8 per telai dove il sistema di controventamento riduce gli spostamenti orizzontali di almeno l'80%

k_b = 25 per gli altri telai, a condizione che a tutti i piani $K_c/K_b \geq 0,1$ ^{*)}

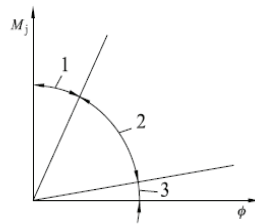
Zona 2: semi-rigidi

Tutti i collegamenti che ricadono nella zona 2 devono essere classificati come semi-rigidi.

Anche i collegamenti che ricadono nelle zone 1 o 3 possono essere discrezionalmente trattati come semi-rigidi.

Zona 3: nominalmente incernierati, se $S_{j,ini} \leq 0,5 E I_b / L_b$

*) Nei telai per i quali $K_c/K_b < 0,1$ i collegamenti si raccomanda siano classificati come semi-rigidi.



ZONA 1: Rigido, se $S_{j,ini} \geq k_b \cdot E \cdot I_b / L_b$		
$k_b \cdot E \cdot I_b / L_b =$	[N mm]	kN m
	4,8795E+10	48795,22
ZONA 2: Semi-rigidi		
ZONA 3: nominalmente incernierati, se $S_{j,ini} \leq 0,5 k_b \cdot E \cdot I_b / L_b$		
$0,5 k_b \cdot E \cdot I_b / L_b =$	3049701493	

VERIFICA DEL NODO TRAVE-COLONNA

Il dimensionamento viene eseguito considerando il momento massimo trasferibile dalla sezione degli elementi collegati (momento resistente IPE 270)

GIUNTO FLANGIATO IRRIGIDITO TRAVE - COLONNA – NTC2008

	IPE 270	
	S 275	
TRAVE		
<u>Materiale</u>		
Valore di snervamento dell'acciaio del profilo	$f_{yk,t}$	275,00 [N/mm ²]
Valore di rottura dell'acciaio del profilo	$f_{uk,t}$	430,00 [N/mm ²]
Modulo di elasticità dell'acciaio del profilo	E_t	210000,00 [N/mm ²]
Coefficiente di sicurezza dell'acciaio del profilo	γ_{M0}	1,05 [-]
Coefficiente di sicurezza dell'acciaio del profilo	γ_{M2}	1,25 [-]
<u>Caratteristiche meccaniche della trave</u>		
Altezza della sezione trasversale	h_t	270,00 [mm]
Larghezza della sezione trasversale	b_t	135,00 [mm]
Spessore dell'anima	$t_{w,t}$	6,60 [mm]
Spessore dell'ala	$t_{f,t}$	10,20 [mm]
Raggio di raccordo	r_t	15,00 [mm]
Area della sezione trasversale	A_t	4590,00 [mm ²]
Altezza della sezione trasversale al netto delle ali	$h_{i,t}$	249,60 [mm]
Altezza dell'anima	$h_{w,t}$	219,60 [mm]
Momento d'inerzia della sezione trasversale	$I_{t,y}$	5,790E+07 [mm ⁴]
Modulo di resistenza elastico	$W_{t,el,y}$	4,289E+05 [mm ³]
Modulo di resistenza plastico	$W_{t,pl,y}$	4,840E+05 [mm ³]
Area resistente a taglio	$A_{t,v}$	2214,00 [mm ²]
<u>Classificazione del profilo</u>		
Valore di snervamento dell'acciaio delle ali	$f_{yk,t}$	275,00 [N/mm ²]
Valore di rottura dell'acciaio delle ali	$f_{uk,t}$	430,00 [N/mm ²]
Larghezza di metà ala al netto del raggio di raccordo	c	49,20 [mm]
Spessore dell'ala	$t_{f,t}$	10,20 [mm]
Rapporto di resistenza	ε	0,92 [-]
Rapporto c/t	$(c/t_{f,t})/\varepsilon$	5,22 [-]
Classificazione delle ali (tensioni di compressione costanti)	CL_{f,compressione}	1 [-]
Valore di snervamento dell'acciaio dell'anima	$f_{yk,t}$	275,00 [N/mm ²]
Valore di rottura dell'acciaio dell'anima	$f_{uk,t}$	430,00 [N/mm ²]
Altezza dell'anima	$h_{w,t}$	219,60 [mm]
Spessore dell'anima	$t_{w,t}$	6,60 [mm]
Rapporto di resistenza	ε	0,92 [-]
Rapporto h_w/t	$(h_{w,t}/t_{w,t})/\varepsilon$	35,99 [-]
Classificazione dell'anima (distribuzione tensioni a farfalla)	Classe 10.9 CL_{w,flessione}	1 [-]
Classificazione dell'anima (distribuzione tensioni costanti)	CL_{w,compressione}	2 [-]
Classificazione complessiva del profilo		2 [-]
<u>Momento resistente del profilo</u>		
Momento resistente plastico	$M_{pl,Rd}$	126,76 [kNm]

Momento resistente elastico	$M_{el,Rd}$	112,33 [kNm]
Momento resistente del profilo	IPE 270	126,76 [kNm]
BULLONI	S 275	

Classe dei bulloni e diametri

Valore di snervamento dell'acciaio del bullone	f_{yb}	900,00 [N/mm ²]
Valore di rottura dell'acciaio del bullone	f_{ub}	1000,00 [N/mm ²]
Coefficiente di sicurezza dell'acciaio del profilo	γ_{M2}	1,25 [-]
Diametro dei bulloni	d	22 [mm]
Diametro dei fori (secondo il D.M. 14/01/2008)	d_0	23,50 [mm]
Area della porzione filettata del gambo del bullone	A_s	303,00 [mm ²]

COLONNA E IRRIGIDIMENTI

Materiale

Valore di snervamento dell'acciaio della colonna	$f_{yk,c}$	275,00 [N/mm ²]
Valore di rottura dell'acciaio della colonna	$f_{uk,c}$	430,00 [N/mm ²]
Modulo di elasticità dell'acciaio della colonna	E_c	210000,00 [N/mm ²]
Coefficiente di sicurezza dell'acciaio della colonna	γ_{M0}	1,05 [-]
Coefficiente di sicurezza dell'acciaio della colonna	γ_{M2}	1,25 [-]

Caratteristiche meccaniche della colonna

Altezza della sezione trasversale	S 275	270,00 [mm]
Larghezza della sezione trasversale	b_c	135,00 [mm]
Spessore dell'anima	$t_{w,c}$	6,60 [mm]
Spessore dell'ala	$t_{f,c}$	10,20 [mm]
Raggio di raccordo	r_c	15,00 [mm]
Area della sezione trasversale	A_c	4590,00 [mm ²]
Altezza della sezione trasversale al netto delle ali	$h_{i,c}$	249,60 [mm]
Altezza dell'anima	$h_{w,c}$	219,60 [mm]
Momento d'inerzia della sezione trasversale	$I_{c,y}$	5,790E+07 [mm ⁴]
Modulo di resistenza elastico	$W_{c,el,y}$	4,289E+05 [mm ³]
Modulo di resistenza plastico	$W_{c,pl,y}$	4,840E+05 [mm ³]
Area resistente a taglio	A_{cV}	2214,00 [mm ²]

FLANGIA DI ESTREMITA'

Materiale

Valore di snervamento dell'acciaio della flangia	$f_{yk,p}$	275,00 [N/mm ²]
Valore di rottura dell'acciaio della flangia	$f_{uk,p}$	430,00 [N/mm ²]
Modulo di elasticità dell'acciaio della flangia	E_p	210000,00 [N/mm ²]
Coefficiente di sicurezza dell'acciaio della flangia	γ_{M0}	1,05 [-]
Coefficiente di sicurezza dell'acciaio della flangia	γ_{M2}	1,25 [-]

Geometria

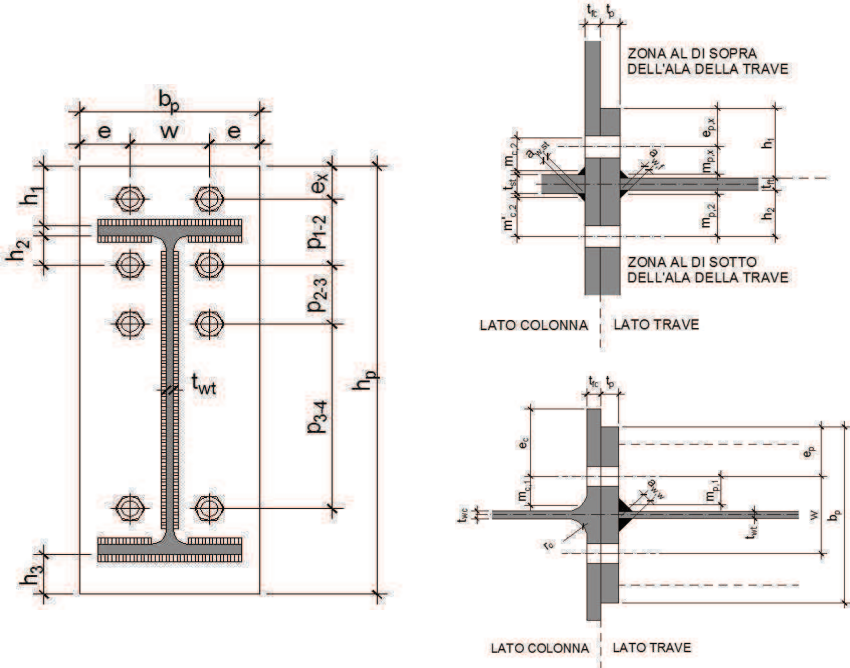
Altezza della flangia	h_p	430,0 [mm]
Larghezza della flangia	b_p	135,0 [mm]
Spessore della flangia	t_p	24,0 [mm]
Passo orizzontale tra i bulloni	w	77,0 [mm]
Distanza tra l'estremità superiore della flangia e l'estradosso dell'ala sup.	h_1	80,0 [mm]

Distanza tra l'intradosso dell'ala sup. e la seconda riga di bulloni	h_2	37,80 [mm]
Distanza tra l'estremità inferiore della flangia e l'intradosso dell'ala inf.	h_3	80,00 [mm]
Distanza orizzontale dei bulloni dal bordo della flangia	e_p	29,00 [mm]

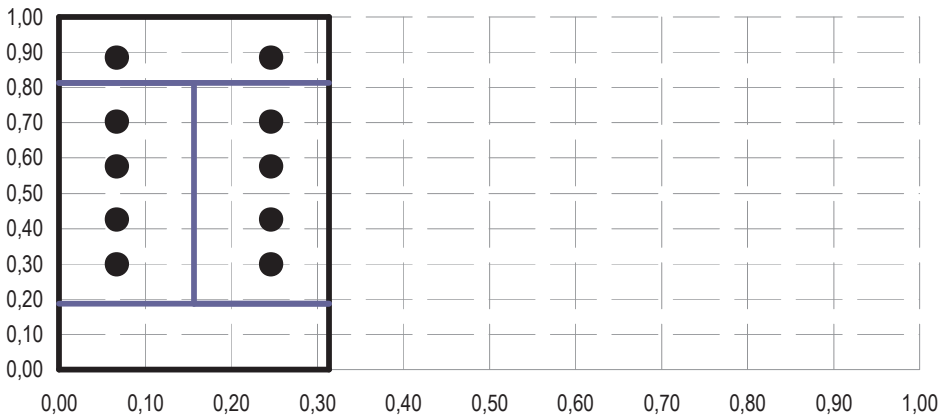
Righe di bulloni

- 1° Riga (riga al di sopra dell'ala della trave)
- 2° Riga (prima riga al di sotto dell'ala della trave)
- 3° Riga (seconda riga al di sotto dell'ala della trave)
- 4° Riga (terza riga al di sotto dell'ala della trave)
- 5° Riga (quarta riga al di sotto dell'ala della trave)

1	$e_{x,p}$	50,0 [mm]
1	p_{1-2}	78,0 [mm]
1	p_{2-3}	55,0 [mm]
1	p_{3-4}	64,0 [mm]
1	p_{4-5}	55,0 [mm]



Geometria del giunto



Irrigidimenti del pannello d'anima

Altezza degli irrigidimenti	S 275 c_{st}	56,0 [mm]
Altezza massima degli irrigidimenti	$c_{st,max}$	64,20 [mm]
Base degli irrigidimenti	b_{st}	249,60 [mm]
Spessore degli irrigidimenti	t_{st}	10,0 [mm]
Distanza tra gli irrigidimenti	d_{st}	259,80 [mm]

Saldature

Altezza di gola del cordone tra ala e flangia	$a_{w,f}$	7,21 [mm]
Altezza di gola massima del cordone tra ala e flangia	$a_{w,f,max}$	7,21 [mm]
Altezza di gola del cordone tra anima e flangia	$a_{w,w}$	4,67 [mm]
Altezza di gola massima del cordone tra anima e flangia	$a_{w,w,max}$	4,67 [mm]
Altezza di gola del cordone degli irrigidimenti	$a_{w,st}$	4,67 [mm]
Altezza di gola massima del cordone degli irrigidimenti	$a_{w,st,max}$	4,67 [mm]

Grandezze geometriche ausiliarie

Lato colonna	$m_{c,1}$	23,20 [mm]
	$m_{c,2}$	24,72 [mm]
	$m'_{c,2}$	32,52 [mm]
	e_c	29,00 [mm]
	e_{min}	29,00 [mm]
	n_c	29,00 [mm]

Lato trave	$e_{x,p}$	50,00 [mm]
	$m_{p,x}$	21,84 [mm]
	$n_{p,x}$	27,30 [mm]
	$m_{p,1}$	29,92 [mm]
	$m_{p,2}$	29,64 [mm]
	n_p	29,00 [mm]

PIASTRE RINFORZO COLONNA

Materiale

Valore di snervamento dell'acciaio della flangia	$f_{yk,p}$	275,00 [N/mm ²]
Valore di rottura dell'acciaio della flangia	$f_{uk,p}$	430,00 [N/mm ²]
Modulo di elasticità dell'acciaio della flangia	E_p	210000,00 [N/mm ²]
Coefficiente di sicurezza dell'acciaio della flangia	γ_{M0}	1,05 [-]
Coefficiente di sicurezza dell'acciaio della flangia	γ_{M2}	1,25 [-]

Geometria

Altezza della piastra	h_p	430,0 [mm]
Larghezza della piastra	b_p	61,20 [mm]
Spessore della piastra	t_p	20,0 [mm]


RIGA 1°

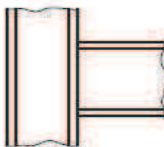
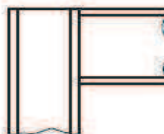
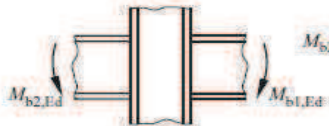

Ala della colonna soggetta a flessione

Lunghezze efficaci per percorsi di collasso circolari	$l_{eff,cp1}$	145,77 [mm]
	$l_{eff,cp2}$	130,88
	min $l_{eff,cp1}$ e $l_{eff,cp2}$	130,88
Lunghezze efficaci per percorsi di collasso non circolari	λ_1	0,444 [-]
	λ_2	0,473 [-]

Valore del coefficiente α	$\alpha_{colonna,1}$	5,75 [-]
	$L_{eff,nc}$	162,40 [mm]
Momento resistente per il MODO 1	$M_{pl,1,Rd}$	0,89 [kNm]
Momento resistente per il MODO 1 con piastre di rinforzo	$M_{bp,Rd}$	3,43 [kNm]
Momento resistente per il MODO 2	$M_{pl,2,Rd}$	1,11 [kNm]
Resistenze potenziali a trazione	$F_{1,1,Rd,colonna}$	449,24 [kN]
	$F_{1,2,Rd,colonna}$	284,79 [kN]
	$F_{1,3,Rd,colonna}$	436,32 [kN]
Resistenza relativa all'ala della colonna soggetta a flessione	$F_{tr,1,Rd,colonna}$	284,79 [kN]
Flessione della flangia di estremità		
Lunghezze efficaci per percorsi di collasso circolari	$L_{eff,cp,1}$	137,24 [mm]
	$L_{eff,cp,2}$	145,62 [mm]
	$L_{eff,cp,3}$	126,62 [mm]
Lunghezze efficaci per percorsi di collasso non circolari	$L_{eff,nc,1}$	149,87 [mm]
	$L_{eff,nc,2}$	103,94 [mm]
	$L_{eff,nc,3}$	67,50 [mm]
	$L_{eff,nc,4}$	113,44 [mm]
Momento resistente per il MODO 1	$M_{pl,1,Rd}$	2,55 [kNm]
Momento resistente per il MODO 2	$M_{pl,2,Rd}$	2,55 [kNm]
Resistenze potenziali a trazione	$F_{1,1,Rd,flangia}$	466,19 [kN]
	$F_{1,2,Rd,flangia}$	346,00 [kN]
	$F_{1,3,Rd,flangia}$	436,32 [kN]
Resistenza relativa alla flangia inflessa	$F_{tr,1,Rd,flangia}$	346,00 [kN]
Resistenza potenziale della prima riga	$F_{tr,1,Rd}$	284,79 [kN]
RIGA 2°		
Ala della colonna soggetta a flessione		
Lunghezze efficaci per percorsi di collasso circolari	$L_{eff,cp}$	145,77 [mm]
Lunghezze efficaci per percorsi di collasso non circolari	λ_1	0,444 [-]
	λ_2	0,623 [-]
Valore del coefficiente α	$\alpha_{colonna,2}$	5,75 [-]
	$L_{eff,nc}$	133,40 [mm]
Momento resistente per il MODO 1	$M_{pl,1,Rd}$	0,91 [kNm]
Momento resistente per il MODO 2	$M_{pl,2,Rd}$	0,91 [kNm]
Momento resistente per il MODO 1 con piastre di rinforzo	$M_{bp,Rd}$	3,49 [kNm]
Resistenze potenziali a trazione	$F_{2,1,Rd,colonna}$	457,87 [kN]
	$F_{2,2,Rd,colonna}$	277,22 [kN]
	$F_{2,3,Rd,colonna}$	436,32 [kN]
Resistenza relativa all'ala della colonna soggetta a flessione	$F_{tr,2,Rd,colonna}$	277,22 [kN]
Flessione della flangia di estremità		
Lunghezze efficaci per percorsi di collasso circolari	$L_{eff,cp}$	187,97 [mm]
Lunghezze efficaci per percorsi di collasso non circolari	λ_1	0,508 [-]
	λ_2	0,503 [-]
Valore del coefficiente α	$\alpha_{trave,2}$	5,30 [-]
	$L_{eff,nc}$	158,56 [mm]
Momento resistente per il MODO 1	$M_{pl,1,Rd}$	5,98 [kNm]

Momento resistente per il MODO 2	$M_{pl,2,Rd}$	5,98 [kNm]
Resistenze potenziali a trazione	$F_{2,1,Rd,flangia}$	799,54 [kN]
	$F_{2,2,Rd,flangia}$	417,76 [kN]
	$F_{2,3,Rd,flangia}$	436,32 [kN]
Resistenza relativa alla flangia inflessa	$F_{tr,2,Rd,flangia}$	417,76 [kN]
Anima della trave soggetta a trazione		
Larghezza efficace	$b_{eff,t,wt}$	158,56 [mm]
Resistenza relativa all'anima della trave in trazione	$F_{tr,2,wt,Rd}$	274,08 [kN]
Resistenza potenziale della seconda riga	$F_{tr,2,Rd}$	274,08 [kN]
RIGA 3°		
Ala della colonna soggetta a flessione		
Lunghezze efficaci per percorsi di collasso circolari	$L_{eff,cp}$	145,77 [mm]
Lunghezze efficaci per percorsi di collasso non circolari	$L_{eff,nc}$	129,05 [mm]
Momento resistente per il MODO 1	$M_{pl,1,Rd}$	0,88 [kNm]
Momento resistente per il MODO 1 con piastre di rinforzo	$M_{bp,Rd}$	3,38 [kNm]
Momento resistente per il MODO 2	$M_{pl,2,Rd}$	0,88 [kNm]
Resistenze potenziali a trazione	$F_{3,1,Rd,colonna}$	442,94 [kN]
	$F_{3,2,Rd,colonna}$	276,08 [kN]
	$F_{3,3,Rd,colonna}$	436,32 [kN]
Resistenza relativa all'ala della colonna soggetta a flessione	$F_{tr,3,Rd,colonna}$	276,08 [kN]
Flessione della flangia di estremità		
Lunghezze efficaci per percorsi di collasso circolari	$L_{eff,cp}$	187,97 [mm]
Lunghezze efficaci per percorsi di collasso non circolari	$L_{eff,nc}$	155,92 [mm]
Momento resistente per il MODO 1	$M_{pl,1,Rd}$	5,88 [kNm]
Momento resistente per il MODO 2	$M_{pl,2,Rd}$	5,88 [kNm]
Resistenze potenziali a trazione	$F_{3,1,Rd,flangia}$	786,22 [kN]
	$F_{3,2,Rd,flangia}$	414,38 [kN]
	$F_{3,3,Rd,flangia}$	436,32 [kN]
Resistenza relativa alla flangia inflessa	$F_{tr,3,Rd,flangia}$	414,38 [kN]
Anima della colonna soggetta a trazione		
Parametro di trasformazione β	β	1,00 [-]

prospetto 5.4 Valori approssimati del parametro di trasformazione β		
Tipologia di configurazione nodale	Azione	Valore di β
	$M_{b1,Ed}$	$\beta \approx 1$

Tipologia di configurazione nodale	Azione	Valore di β
 	$M_{b1,Ed}$	$\beta \approx 1$
 	$M_{b1,Ed} = M_{b2,Ed}$ $M_{b1,Ed} / M_{b2,Ed} > 0$ $M_{b1,Ed} / M_{b2,Ed} < 0$ $M_{b1,Ed} + M_{b2,Ed} = 0$	$\beta = 0^0$ $\beta \approx 1$ $\beta \approx 2$ $\beta \approx 2$

*) In questo caso il valore di β rappresenta il valore esatto più che una sua approssimazione

Larghezze efficaci	$b_{eff,t,wc}$	145,77 [mm]
	$b'_{eff,t,wc}$	129,05 [mm]
Area della sezione trasversale della colonna resistente a taglio	A_{vc}	2214,00 [mm ²]
Coefficienti ω_1	$\omega_{1,A}$	0,90 [-]
	$\omega_{1,B}$	0,92 [-]
Coefficienti ω_2	$\omega_{2,A}$	0,71 [-]
	$\omega_{2,B}$	0,75 [-]
Coefficienti ω	ω	0,90 [-]
	ω'	0,92 [-]
Resistenze a trazione dell'anima della colonna	$F_{t,3,wc,Rd}$	225,78 [kN]
	$F'_{t,3,wc,Rd}$	204,28 [kN]
Resistenza relativa all'anima della colonna	$F_{tr,3,wc,Rd}$	204,28 [kN]
<u>Anima della trave soggetta a trazione</u>		
Larghezza efficace	$b_{eff,t,wt}$	155,92 [mm]
Resistenza relativa all'anima della trave in trazione	$F_{tr,3,wt,Rd}$	269,51 [kN]
Resistenza potenziale della terza riga presa singolarmente	$F_{tr,3,Rd}$	204,28 [kN]
RIGA 4°		
Resistenza potenziale della quarta riga presa singolarmente	$F_{tr,4,Rd}$	204,28 [kN]
RIGA 5°		
Resistenza potenziale della quinta riga presa singolarmente	$F_{tr,5,Rd}$	204,28 [kN]
RIGA 2° + 3°		
<u>Ala della colonna soggetta a flessione</u>		
Lunghezze efficaci per percorsi di collasso circolari	$L_{(2+3),eff,cp}$	237,88 [mm]
Lunghezze efficaci per percorsi di collasso non circolari	$L_{(2+3),eff,nc}$	215,90 [mm]
Momento resistente per il MODO 1	$M_{pl,1,Rd}$	1,47 [kNm]
Momento resistente per il MODO 1 con piastre di rinforzo	$M_{bp,Rd}$	5,65 [kNm]
Momento resistente per il MODO 2	$M_{pl,2,Rd}$	1,47 [kNm]
Resistenze potenziali a trazione	$F_{(2+3),1,Rd,colonna}$	741,04 [kN]
	$F_{(2+3),2,Rd,colonna}$	541,15 [kN]
	$F_{(2+3),3,Rd,colonna}$	872,64 [kN]
Resistenza relativa all'ala della colonna soggetta a flessione	$F_{tr,(2+3),Rd,colonna}$	541,15 [kN]
<u>Flessione della flangia di estremità</u>		

Lunghezze efficaci per percorsi di collasso circolari	$L_{(2+3),eff,cp}$	258,99 [mm]
Lunghezze efficaci per percorsi di collasso non circolari	$L_{(2+3),eff,nc}$	241,06 [mm]
Momento resistente per il MODO 1	$M_{pl,1,Rd}$	9,09 [kNm]
Momento resistente per il MODO 2	$M_{pl,2,Rd}$	9,09 [kNm]
Resistenze potenziali a trazione	$F_{(2+3),1,Rd,flangia}$	1215,56 [kN]
	$F_{(2+3),2,Rd,flangia}$	738,15 [kN]
	$F_{(2+3),3,Rd,flangia}$	872,64 [kN]
	$F_{tr,(2+3),Rd,flangia}$	738,15 [kN]
Resistenza relativa alla flangia inflessa		
Anima della colonna soggetta a trazione		
Parametro di trasformazione β	β	1,00 [-]
Larghezze efficaci	$b_{eff,t,wc}$	237,88 [mm]
	$b'_{eff,t,wc}$	215,90 [mm]
	A_{vc}	2214,00 [mm ²]
Area della sezione trasversale della colonna resistente a taglio	$\omega_{1,A}$	0,78 [-]
Coefficienti ω_1	$\omega_{1,B}$	0,81 [-]
	$\omega_{2,A}$	0,53 [-]
Coefficienti ω_2	$\omega_{2,B}$	0,56 [-]
	ω	0,78 [-]
Coefficienti ω	ω'	0,81 [-]
Resistenze a trazione dell'anima della colonna	$F_{t,(2+3),wc,Rd}$	319,76 [kN]
	$F'_{t,(2+3),wc,Rd}$	300,88 [kN]
	$F_{tr,(2+3),wc,Rd}$	300,88 [kN]
Resistenza relativa all'anima della colonna		
Anima della trave soggetta a trazione		
Larghezza efficace	$b_{eff,t,wt}$	241,06 [mm]
Resistenza relativa all'anima della trave in trazione	$F_{tr,(2+3),wt,Rd}$	416,69 [kN]
Resistenza potenziale della seconda e terza riga	$F_{tr,(2+3),Rd}$	300,88 [kN]
RIGA 3° + 4°		
Ala della colonna soggetta a flessione		
Lunghezze efficaci per percorsi di collasso circolari	$L_{(3+4),eff,cp}$	238,00 [mm]
Lunghezze efficaci per percorsi di collasso non circolari	$L_{(3+4),eff,nc}$	119,00 [mm]
Momento resistente per il MODO 1	$M_{pl,1,Rd}$	0,81 [kNm]
Momento resistente per il MODO 1 con piastre di rinforzo	$M_{bp,Rd}$	3,12 [kNm]
Momento resistente per il MODO 2	$M_{pl,2,Rd}$	0,81 [kNm]
Resistenze potenziali a trazione	$F_{(3+4),1,Rd,colonna}$	408,44 [kN]
	$F_{(3+4),2,Rd,colonna}$	515,86 [kN]
	$F_{(3+4),3,Rd,colonna}$	872,64 [kN]
	$F_{tr,(3+4),Rd,colonna}$	408,44 [kN]
Resistenza relativa all'ala della colonna soggetta a flessione		
Flessione della flangia di estremità		
Lunghezze efficaci per percorsi di collasso circolari	$L_{(3+4),eff,cp}$	238,00 [mm]
Lunghezze efficaci per percorsi di collasso non circolari	$L_{(3+4),eff,nc}$	119,00 [mm]
Momento resistente per il MODO 1	$M_{pl,1,Rd}$	4,49 [kNm]
Momento resistente per il MODO 2	$M_{pl,2,Rd}$	4,49 [kNm]
Resistenze potenziali a trazione	$F_{(3+4),1,Rd,flangia}$	600,07 [kN]
	$F_{(3+4),2,Rd,flangia}$	581,88 [kN]
	$F_{(3+4),3,Rd,flangia}$	872,64 [kN]

Resistenza relativa alla flangia inflessa**Anima della colonna soggetta a trazione**Parametro di trasformazione β

Larghezze efficaci

Area della sezione trasversale della colonna resistente a taglio

Coefficienti ω_1 Coefficienti ω_2 Coefficienti ω

Resistenze a trazione dell'anima della colonna

Resistenza relativa all'anima della colonna**Anima della trave soggetta a trazione**

Larghezza efficace

Resistenza relativa all'anima della trave in trazione**Resistenza potenziale della terza e quarta riga****RIGA 4° + 5°****Ala della colonna soggetta a flessione**

Lunghezze efficaci per percorsi di collasso circolari

Lunghezze efficaci per percorsi di collasso non circolari

Momento resistente per il MODO 1

Momento resistente per il MODO 1 con piastre di rinforzo

Momento resistente per il MODO 2

Resistenze potenziali a trazione

Resistenza relativa all'ala della colonna soggetta a flessione**Flessione della flangia di estremità**

Lunghezze efficaci per percorsi di collasso circolari

Lunghezze efficaci per percorsi di collasso non circolari

Momento resistente per il MODO 1

Momento resistente per il MODO 2

Resistenze potenziali a trazione

Resistenza relativa alla flangia inflessa**Anima della colonna soggetta a trazione**Parametro di trasformazione β

Larghezze efficaci

Area della sezione trasversale della colonna resistente a taglio

Coefficienti ω_1 $F_{tr,(3+4),Rd,flangia}$ **581,88 [kN]** β

1,00 [-]

 $b_{eff,t,wc}$

238,00 [mm]

 $b'_{eff,t,wc}$

119,00 [mm]

 A_{vc} 2214,00 [mm²] $\omega_{1,A}$

0,78 [-]

 $\omega_{1,B}$

0,93 [-]

 $\omega_{2,A}$

0,53 [-]

 $\omega_{2,B}$

0,78 [-]

 ω

0,78 [-]

 ω'

0,93 [-]

 $F_{t,(3+4),wc,Rd}$

319,85 [kN]

 $F'_{t,(3+4),wc,Rd}$

190,69 [kN]

 $F_{tr,(3+4),wc,Rd}$ **190,69 [kN]** $b_{eff,t,wt}$

119,00 [mm]

 $F_{tr,(3+4),wt,Rd}$ **205,70 [kN]** $F_{tr,(3+4),Rd}$ **190,69 [kN]** $L_{(4+5),eff,cp}$

255,88 [mm]

 $L_{(4+5),eff,nc}$

224,90 [mm]

 $M_{pl,1,Rd}$

1,53 [kNm]

 $M_{bp,Rd}$

5,89 [kNm]

 $M_{pl,2,Rd}$

1,53 [kNm]

 $F_{(4+5),1,Rd,colonna}$

771,93 [kN]

 $F_{(4+5),2,Rd,colonna}$

543,50 [kN]

 $F_{(4+5),3,Rd,colonna}$

872,64 [kN]

 $F_{tr,(4+5),Rd,colonna}$ **543,50 [kN]** $L_{(4+5),eff,cp}$

297,97 [mm]

 $L_{(4+5),eff,nc}$

210,92 [mm]

 $M_{pl,1,Rd}$

7,95 [kNm]

 $M_{pl,2,Rd}$

7,95 [kNm]

 $F_{(4+5),1,Rd,flangia}$

1063,57 [kN]

 $F_{(4+5),2,Rd,flangia}$

699,56 [kN]

 $F_{(4+5),3,Rd,flangia}$

872,64 [kN]

 $F_{tr,(4+5),Rd,flangia}$ **699,56 [kN]** β

1,00 [-]

 $b_{eff,t,wc}$

255,88 [mm]

 $b'_{eff,t,wc}$

224,90 [mm]

 A_{vc} 2214,00 [mm²] $\omega_{1,A}$

0,75 [-]

Coefficienti ω_2	$\omega_{1,B}$	0,79 [-]
Coefficienti ω	$\omega_{2,A}$	0,50 [-]
	$\omega_{2,B}$	0,55 [-]
	ω	0,75 [-]
	ω'	0,79 [-]
Resistenze a trazione dell'anima della colonna	$F_{t,(4+5),wc,Rd}$	333,75 [kN]
	$F'_{t,(4+5),wc,Rd}$	308,85 [kN]
Resistenza relativa all'anima della colonna	$F_{tr,(4+5),wc,Rd}$	308,85 [kN]
Anima della trave soggetta a trazione		
Larghezza efficace	$b_{eff,t,wt}$	210,92 [mm]
Resistenza relativa all'anima della trave in trazione	$F_{tr,(4+5),wt,Rd}$	364,58 [kN]
Resistenza potenziale della quarta e quinta riga	$F_{tr,(4+5),Rd}$	308,85 [kN]
RIGA 2° + 3° + 4°		
Ala della colonna soggetta a flessione		
Lunghezze efficaci per percorsi di collasso circolari	$L_{(2+3+4),eff,cp}$	383,77 [mm]
Lunghezze efficaci per percorsi di collasso non circolari	$L_{(2+3+4),eff,nc}$	252,40 [mm]
Momento resistente per il MODO 1	$M_{pl,1,Rd}$	1,72 [kNm]
Momento resistente per il MODO 2	$M_{pl,2,Rd}$	1,72 [kNm]
Resistenze potenziali a trazione	$F_{(2+3+4),1,Rd,colonna}$	296,45 [kN]
	$F_{(2+3+4),2,Rd,colonna}$	793,08 [kN]
	$F_{(2+3+4),3,Rd,colonna}$	1308,96 [kN]
	$F_{tr,(2+3+4),Rd,colonna}$	296,45 [kN]
Resistenza relativa all'ala della colonna soggetta a flessione		
Flessione della flangia di estremità		
Lunghezze efficaci per percorsi di collasso circolari	$L_{(2+3+4),eff,cp}$	425,97 [mm]
Lunghezze efficaci per percorsi di collasso non circolari	$L_{(2+3+4),eff,nc}$	277,56 [mm]
Momento resistente per il MODO 1	$M_{pl,1,Rd}$	10,47 [kNm]
Momento resistente per il MODO 2	$M_{pl,2,Rd}$	10,47 [kNm]
Resistenze potenziali a trazione	$F_{(2+3+4),1,Rd,flangia}$	1399,61 [kN]
	$F_{(2+3+4),2,Rd,flangia}$	999,65 [kN]
	$F_{(2+3+4),3,Rd,flangia}$	1308,96 [kN]
	$F_{tr,(2+3+4),Rd,flangia}$	999,65 [kN]
Resistenza relativa alla flangia inflessa		
Anima della colonna soggetta a trazione		
Parametro di trasformazione β	β	1,00 [-]
Larghezze efficaci	$b_{eff,t,wc}$	383,77 [mm]
	$b'_{eff,t,wc}$	252,40 [mm]
Area della sezione trasversale della colonna resistente a taglio	A_{vc}	2214,00 [mm ²]
Coefficienti ω_1	$\omega_{1,A}$	0,61 [-]
	$\omega_{1,B}$	0,76 [-]
Coefficienti ω_2	$\omega_{2,A}$	0,36 [-]
	$\omega_{2,B}$	0,50 [-]
Coefficienti ω	ω	0,61 [-]
	ω'	0,76 [-]
Resistenze a trazione dell'anima della colonna	$F_{t,(2+3+4),wc,Rd}$	403,61 [kN]
	$F'_{t,(2+3+4),wc,Rd}$	331,14 [kN]
Resistenza relativa all'anima della colonna	$F_{tr,(2+3+4),wc,Rd}$	331,14 [kN]

Anima della trave soggetta a trazione

Larghezza efficace $b_{eff,t,wt}$ 277,56 [mm]

Resistenza relativa all'anima della trave in trazione $F_{tr,(2+3+4),wt,Rd}$ 479,78 [kN]

Resistenza potenziale della seconda, terza e quarta riga $F_{tr,(2+3+4),Rd}$ 296,45 [kN]

RIGA 3° + 4° + 5°

Ala della colonna soggetta a flessione

Lunghezze efficaci per percorsi di collasso circolari $L_{(3+4+5),eff,cp}$ 383,77 [mm]

Lunghezze efficaci per percorsi di collasso non circolari $L_{(3+4+5),eff,nc}$ 248,05 [mm]

Momento resistente per il MODO 1 $M_{pl,1,Rd}$ 1,69 [kNm]

Momento resistente per il MODO 2 $M_{pl,2,Rd}$ 1,69 [kNm]

Resistenze potenziali a trazione $F_{(3+4+5),1,Rd,colonna}$ 291,34 [kN]

$F_{(3+4+5),2,Rd,colonna}$ 791,94 [kN]

$F_{(3+4+5),3,Rd,colonna}$ 1308,96 [kN]

$F_{tr,(3+4+5),Rd,colonna}$ 291,34 [kN]

Resistenza relativa all'ala della colonna soggetta a flessione

Flessione della flangia di estremità

Lunghezze efficaci per percorsi di collasso circolari $L_{(3+4+5),eff,cp}$ 425,97 [mm]

Lunghezze efficaci per percorsi di collasso non circolari $L_{(3+4+5),eff,nc}$ 274,92 [mm]

Momento resistente per il MODO 1 $M_{pl,1,Rd}$ 10,37 [kNm]

Momento resistente per il MODO 2 $M_{pl,2,Rd}$ 10,37 [kNm]

Resistenze potenziali a trazione $F_{(3+4+5),1,Rd,flangia}$ 1386,29 [kN]

$F_{(3+4+5),2,Rd,flangia}$ 996,26 [kN]

$F_{(3+4+5),3,Rd,flangia}$ 1308,96 [kN]

$F_{tr,(3+4+5),Rd,flangia}$ 996,26 [kN]

Resistenza relativa alla flangia inflessa

Anima della colonna soggetta a trazione

Parametro di trasformazione β 1,00 [-]

Larghezze efficaci $b_{eff,t,wc}$ 383,77 [mm]

$b'_{eff,t,wc}$ 248,05 [mm]

Area della sezione trasversale della colonna resistente a taglio A_{vc} 2214,00 [mm²]

Coefficienti ω_1 $\omega_{1,A}$ 0,61 [-]

$\omega_{1,B}$ 0,76 [-]

Coefficienti ω_2 $\omega_{2,A}$ 0,36 [-]

$\omega_{2,B}$ 0,51 [-]

Coefficienti ω ω 0,61 [-]

ω' 0,76 [-]

Resistenze a trazione dell'anima della colonna $F_{t,(3+4+5),wc,Rd}$ 403,61 [kN]

$F'_{t,(3+4+5),wc,Rd}$ 327,81 [kN]

$F_{tr,(3+4+5),wc,Rd}$ 327,81 [kN]

Resistenza relativa all'anima della colonna

Anima della trave soggetta a trazione

Larghezza efficace $b_{eff,t,wt}$ 274,92 [mm]

Resistenza relativa all'anima della trave in trazione $F_{tr,(3+4+5),wt,Rd}$ 475,21 [kN]

Resistenza potenziale della terza, quarta e quinta riga $F_{tr,(3+4+5),Rd}$ 291,34 [kN]

RIGA 2° + 3° + 4° + 5°

Ala della colonna soggetta a flessione

Lunghezze efficaci per percorsi di collasso circolari $L_{(2+3+4+5),eff,cp}$ 493,77 [mm]

Lunghezze efficaci per percorsi di collasso non circolari $L_{(2+3+4+5),eff,nc}$ 307,40 [mm]

Momento resistente per il MODO 1	$M_{pl,1,Rd}$	2,09 [kNm]
Momento resistente per il MODO 2	$M_{pl,2,Rd}$	2,09 [kNm]
Resistenze potenziali a trazione	$F_{(2+3+4+5),1,Rd,colonna}$	361,04 [kN]
	$F_{(2+3+4+5),2,Rd,colonna}$	1049,83 [kN]
	$F_{(2+3+4+5),3,Rd,colonna}$	1745,28 [kN]
	$F_{tr,(2+3+4+5),Rd,colonna}$	361,04 [kN]

Resistenza relativa all'ala della colonna soggetta a flessione

Flessione della flangia di estremità

Lunghezze efficaci per percorsi di collasso circolari	$L_{(2+3+4+5),eff,cp}$	535,97 [mm]
Lunghezze efficaci per percorsi di collasso non circolari	$L_{(2+3+4+5),eff,nc}$	332,56 [mm]
Momento resistente per il MODO 1	$M_{pl,1,Rd}$	12,54 [kNm]
Momento resistente per il MODO 2	$M_{pl,2,Rd}$	12,54 [kNm]
Resistenze potenziali a trazione	$F_{(2+3+4+5),1,Rd,flangia}$	1676,96 [kN]
	$F_{(2+3+4+5),2,Rd,flangia}$	1284,83 [kN]
	$F_{(2+3+4+5),3,Rd,flangia}$	1745,28 [kN]
	$F_{tr,(2+3+4+5),Rd,flangia}$	1284,83 [kN]

Resistenza relativa alla flangia inflessa

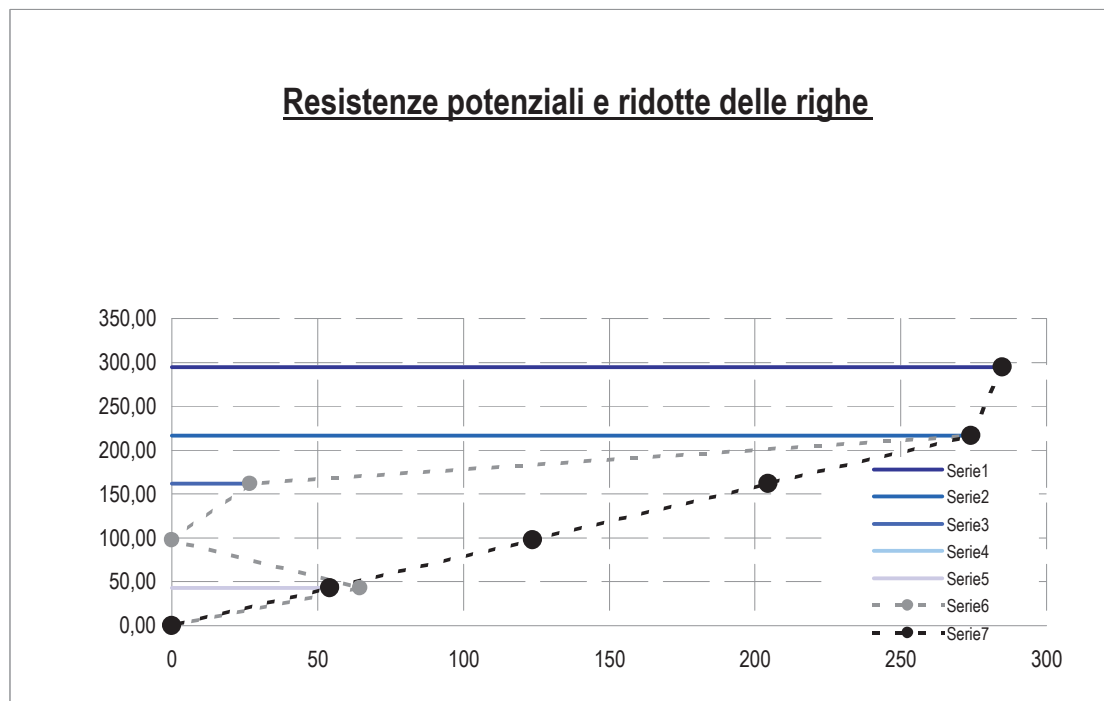
Anima della colonna soggetta a trazione

Parametro di trasformazione β	β	1,00 [-]
Larghezze efficaci	$b_{eff,t,wc}$	493,77 [mm]
	$b'_{eff,t,wc}$	307,40 [mm]
Area della sezione trasversale della colonna resistente a taglio	A_{vc}	2214,00 [mm ²]
Coefficienti ω_1	$\omega_{1,A}$	0,51 [-]
	$\omega_{1,B}$	0,69 [-]
Coefficienti ω_2	$\omega_{2,A}$	0,29 [-]
	$\omega_{2,B}$	0,43 [-]
Coefficienti ω	ω	0,51 [-]
	ω'	0,69 [-]
Resistenze a trazione dell'anima della colonna	$F_{t,(2+3+4+5),wc,Rd}$	436,89 [kN]
	$F'_{t,(2+3+4+5),wc,Rd}$	367,41 [kN]
	$F_{tr,(2+3+4+5),wc,Rd}$	367,41 [kN]
Resistenza relativa all'anima della colonna	$b_{eff,t,wt}$	332,56 [mm]
Resistenza relativa all'anima della trave in trazione	$F_{tr,(2+3+4+5),wt,Rd}$	574,85 [kN]
Resistenza potenziale della seconda, terza, quarta e quinta riga	$F_{tr,(2+3+4+5),Rd}$	361,04 [kN]

Resistenze potenziali delle righe ed eventuale ridistribuzione

RIGA 1°	$F_{tr,1,Rd}$	284,79 [kN]
RIGA 2°	$F_{tr,2,Rd}$	274,08 [kN]
RIGA 3°	$F_{tr,3,Rd}$	26,80 [kN]
RIGA 4°	$F_{tr,4,Rd}$	0,00 [kN]
RIGA 5°	$F_{tr,5,Rd}$	64,60 [kN]
RIGA 1°: braccio di leva rispetto al centro delle compressioni	z_1	294,90 [mm]
RIGA 2°: braccio di leva rispetto al centro delle compressioni	z_2	216,90 [mm]

RIGA 3°: braccio di leva rispetto al centro delle compressioni	Z_3	161,90 [mm]
RIGA 4°: braccio di leva rispetto al centro delle compressioni	Z_4	97,90 [mm]
RIGA 5°: braccio di leva rispetto al centro delle compressioni	Z_5	42,90 [mm]



Resistenze potenziali "ridotte" delle righe ed eventuale redistribuzione

Resistenza a trazione del singolo bullone	$F_{t,Rd}$	414,50 [kN]
RIGA 1°	$F_{tr,1,Rd}$	284,79 [kN]
RIGA 2° - ridotta	$F_{tr,2,Rd,red}$	274,08 [kN]
RIGA 3° - ridotta	$F_{tr,3,Rd,red}$	26,80 [kN]
RIGA 4° - ridotta	$F_{tr,4,Rd,red}$	0,00 [kN]
RIGA 5° - ridotta	$F_{tr,5Rd,red}$	54,21 [kN]

Resistenza della trave soggetta a compressione

Momento resistente della trave	$M_{c,Rd}$	126,76 [kNm]
--------------------------------	------------	--------------

Resistenza dell'ala e dell'anima in compressione

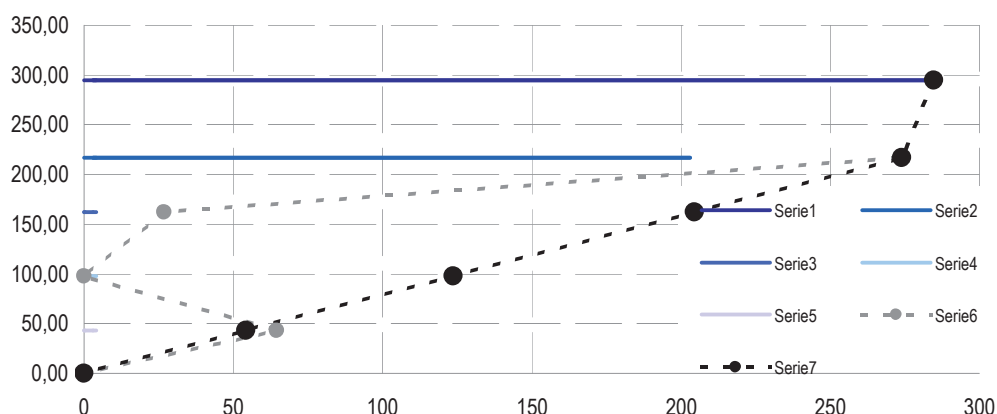
$F_{c,ft,Rd}$	487,92 [kN]
---------------------------------	--------------------

Resistenza a taglio del pannello d'anima

Larghezza dell'eventuale piastra supplementare d'anima	b_s	219,60 [mm]
Spessore dell'eventuale piastra supplementare d'anima	t_s	6,00 [mm]
Area della colonna resistente a taglio + eventuale piastra d'anima	$A_{vc,tot}$	3531,60 [mm ²]
Resistenza del pannello d'anima non irrigidito	$V_{wp,Rd}$	480,61 [kN]
Momento resistente plastico dell'ala della colonna	$M_{pl,fc,Rd}$	0,92 [kNm]
Momento resistente plastico degli irrigidimenti	$M_{pl,st,Rd}$	0,73 [kNm]
Resistenze incrementali del pannello d'anima	$V_{wp,add,Rd,1}$	14,16 [kN]
	$V_{wp,add,Rd,2}$	12,72 [kN]
	$V_{wp,add,Rd}$	12,72 [kN]

Resistenza complessiva del pannello d'anima irrigidito	$V_{wp,Rd,tot}$	493,34 [kN]
Resistenza a trazione	$F_{wp,Rd,tot}$	493,34 [kN]
<u>Ridistribuzione delle resistenze delle righe</u>		
Resistenza a trazione complessiva di tutte le righe	$\Sigma F_{tr,i,Rd}$	639,87 [kN]
Resistenza minima relativa alla zona compressa	$F_{c,Rd,min}$	487,92 [kN]
Gap tra la resistenza complessiva delle righe e quella minima a compress.	ΔF_{Rd}	-151,95 [kN]
RIGA 1° - effettiva	$F_{tr,1,Rd,eff}$	284,79 [kN]
RIGA 2° - effettiva	$F_{tr,2,Rd,eff}$	203,13 [kN]
RIGA 3° - effettiva	$F_{tr,3,Rd,eff}$	0,00 [kN]
RIGA 4° - effettiva	$F_{tr,4,Rd,eff}$	0,00 [kN]
RIGA 5° - effettiva	$F_{tr,5Rd,eff}$	0,00 [kN]
Resistenza complessiva ridotta di tutte le righe	$\Sigma F_{tr,i,Rd,eff}$	487,92 NO

Resistenze effettive delle righe



Determinazione del momento resistente del giunto

Momento resistente della connessione	$M_{j,Rd}$	128,04 [kNm]
Momento elastico della connessione	$M_{j,El}$	85,36 [kNm]
La connessione è classificata a completo ripristino di resistenza		

CALCOLO RIGIDEZZA DEL NODO

Anima della colonna soggetta a trazione

[mm]

$$t_{w,eff} = 1,5 t_{wc} = 9,9$$

Vedi punto 6.2.6.3

k_3	3,63	1 fila di Bulloni
k_3	3,70	2 fila di Bulloni
k_3	3,58	3 fila di Bulloni
k_3	3,58	4 fila di Bulloni
k_3	3,70	5 fila di Bulloni

$$k_3 = \frac{0,7 b_{eff} t_{wc} t_{wc}}{d_c}$$

t_{wc} = spessore anima

Flangia della colonna sollecitata a flessione (per una fila di bulloni singola soggetta a trazione)

k_4	10,01	1 fila di Bulloni
k_4	10,20	2 fila di Bulloni
k_4	9,87	3 fila di Bulloni
k_4	9,87	4 fila di Bulloni
k_4	10,20	5 fila di Bulloni

$$k_4 = \frac{0,9 I_{eff} t_{fc}^3}{m^3}$$

t_{fc} = spessore flangia colonna

Piastra di estremità sollecitata a flessione (per una fila di bulloni singola soggetta a trazione)

k_5	31,10	1 fila di Bulloni
k_5	73,68	2 fila di Bulloni
k_5	72,45	3 fila di Bulloni
k_5	72,45	4 fila di Bulloni
k_5	73,68	5 fila di Bulloni

$$k_5 = \frac{0,9 I_{eff} t_p^3}{m^3}$$

t_p = spessore della piastra

Bulloni soggetti a trazione (per una singola fila di bulloni)

k_{10}	8,48	1 fila di Bulloni
K_{10}	8,48	2 fila di Bulloni
K_{10}	8,48	3 fila di Bulloni
K_{10}	8,48	4 fila di Bulloni
K_{10}	8,48	5 fila di Bulloni

$$k_{10} = 1,6 A_s / L_b \text{ pre-caricati o non pre-caricati}$$

A_s = area resistente a trazione del bullone

Coefficiente di rigidità efficace per singola fila di bulloni:

K_{eff1}	1,90
K_{eff2}	2,00
K_{eff3}	1,95
K_{eff4}	1,95
K_{eff5}	2,00

Calcolo braccio della coppia equivalente

	[mm]
$t_{rondella}$	3

$S_{p,dado}$	22
--------------	----

L_b	57,2
-------	------

$S_{p,testa\ bullone}$	18
------------------------	----

$h_{r,1}$	294,9
$h_{r,2}$	216,9
$h_{r,3}$	161,9
$h_{r,4}$	97,9
$h_{r,5}$	42,9

$$z_{eq} = \frac{\sum_r k_{eff,r} h_r^2}{\sum_r k_{eff,r} h_r}$$

Z_{eq}	209,80
----------	--------

Coefficiente di rigidezza equivalente:

K_{eq}	7,57
----------	------

$$K_{eq} = \frac{\sum k_{eff,r} h_r}{z_{eq}}$$

RIGIDEZZA FLESSIONALE DEL NODO

	N mm	kN m
S_j	2,34E+10	2,34E+04

$$S_j = \frac{Ez^2}{\mu \sum \frac{1}{k_i}}$$

RAPPORTO RIGIDENZE

Funz. "SE"	2,99	* Calcolo di "μ"
------------	------	------------------

1,06

$S_{j,ini} / (k_b * E * I_b / L_b)$

CLASSIFICAZIONE DEI COLLEGAMENTI
SECONDO LA RIGIDEZZA

Tipologia di connessione
$\Psi =$ 2,7

ZONA 1	RIGIDO
ZONA 2	NO
ZONA 3	NO

M_{sd} [kN m]	M_{Rd} [kN m]
126,8	1,27E+02

RIGIDEZZA FLESSIONALE INIZIALE ("μ" =1)

	[N mm]	kN m
$S_{j,ini}$	7,00E+10	7,00E+04

Per Strutture contro.

k_b 8

Per tutte le altre strutt.

k_b 25

I_B 1470

ZONA 1: Rigido, se $S_{j,ini} \geq k_b * E * I_b / L_b$

	[N mm]	kN m
$k_b * E * I_b / L_b =$	6,6171E+10	66171,43

Classificazione dei collegamenti secondo la rigidità

Legenda

K_b È il valore medio del rapporto I_b/L_b per tutte le travi di testa del piano considerato

K_c È il valore medio del rapporto I_c/L_c per tutte le colonne del piano considerato

I_b È il momento di inerzia della trave

I_c È il momento di inerzia della colonna

L_b È la luce della trave (calcolata tra gli assi delle colonne)

L_c È l'altezza di piano di una colonna

Zona 1: rigido, se $S_{j,ini} \geq k_b E I_b / L_b$

dove:

k_b = 8 per telai dove il sistema di controventamento riduce gli spostamenti orizzontali di almeno l'80%

k_b = 25 per gli altri telai, a condizione che a tutti i piani $K_c/K_b \geq 0,1$ ^{*)}

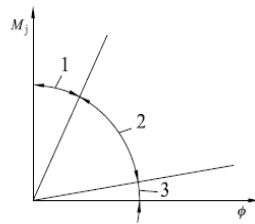
Zona 2: semi-rigidi

Tutti i collegamenti che ricadono nella zona 2 devono essere classificati come semi-rigidi.

Anche i collegamenti che ricadono nelle zone 1 o 3 possono essere discrezionalmente trattati come semi-rigidi.

Zona 3: nominalmente incernierati, se $S_{j,ini} \leq 0,5 E I_b / L_b$

*) Nei telai per i quali $K_c/K_b < 0,1$ i collegamenti si raccomanda siano classificati come semi-rigidi.



ZONA 1: Rigido, se $S_{j,ini} \geq k_b \cdot E \cdot I_b / L_b$		
$k_b \cdot E \cdot I_b / L_b =$	[N mm]	kN m
	6,6171E+10	66171,43
ZONA 2: Semi-rigidi		
ZONA 3: nominalmente incernierati, se $S_{j,ini} \leq 0,5 k_b \cdot E \cdot I_b / L_b$		
$0,5 k_b \cdot E \cdot I_b / L_b =$	4135714286	

VALIDAZIONE DEL CALCOLO-INFORMAZIONE SULL'ELABORAZIONE

Si è eseguito l'analisi dei valori delle sollecitazioni e dei diagrammi delle deformazioni, dalla quale è risultato che questi sono compatibili con gli effetti derivanti dalle azioni sismiche e quindi corretti.

I risultati che si ottengono dagli interventi di progetto risultano compatibili con le attese.

La schematizzazione della struttura dell'edificio, si ritiene che sia in grado di rappresentare la risposta sismica dell'edificio.

In considerazione dell'analisi statica non lineare eseguita, **si può ritenere valido e quindi accettabile e validabile il relativo calcolo.**