

Comune di Bellinzago Novarese

## Progetto ESECUTIVO

(ai sensi dell'art. 33 D.P.R. 207/2010)

### Lavori di realizzazione nuova palestra ad uso scolastico

(affidamento incarico con determinazione n.228 del 20 giugno 2017)

COMMITTENTE: **COMUNE DI BELLINZAGO NOVARESE**

**Piazza Martiri, 13**

**28043 Bellinzago Novarese (NO)**

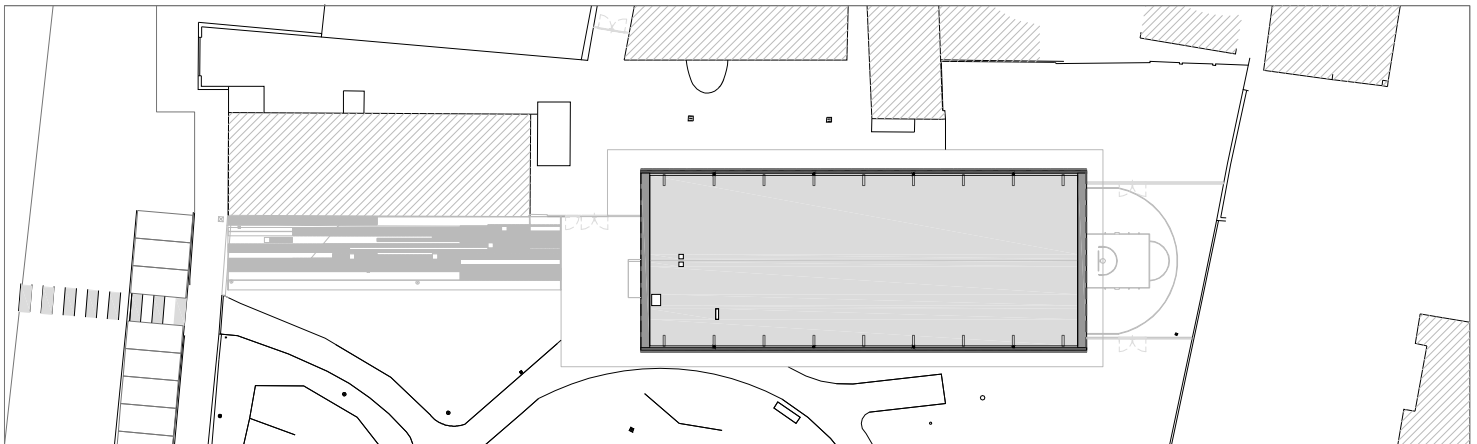


PROGETTO:

**SdiA**

Studio di Architettura Paolo Pettene

Via Gorizia, 3  
10046 Poirino (TO) - ITALY  
T +390119430655  
F +390119461635  
www.studiopettene.com  
info@studiopettene.com



## ELABORATI

OGGETTO:

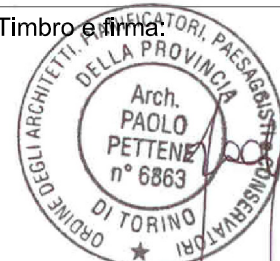
**Relazione di calcolo opere strutturali**

**EL  
2.1**

scala: -

Revis.	Data	Aggiornamenti
0	Agosto 2017	

Timbro e firma:



*Paolo Pettene*

## INDICE

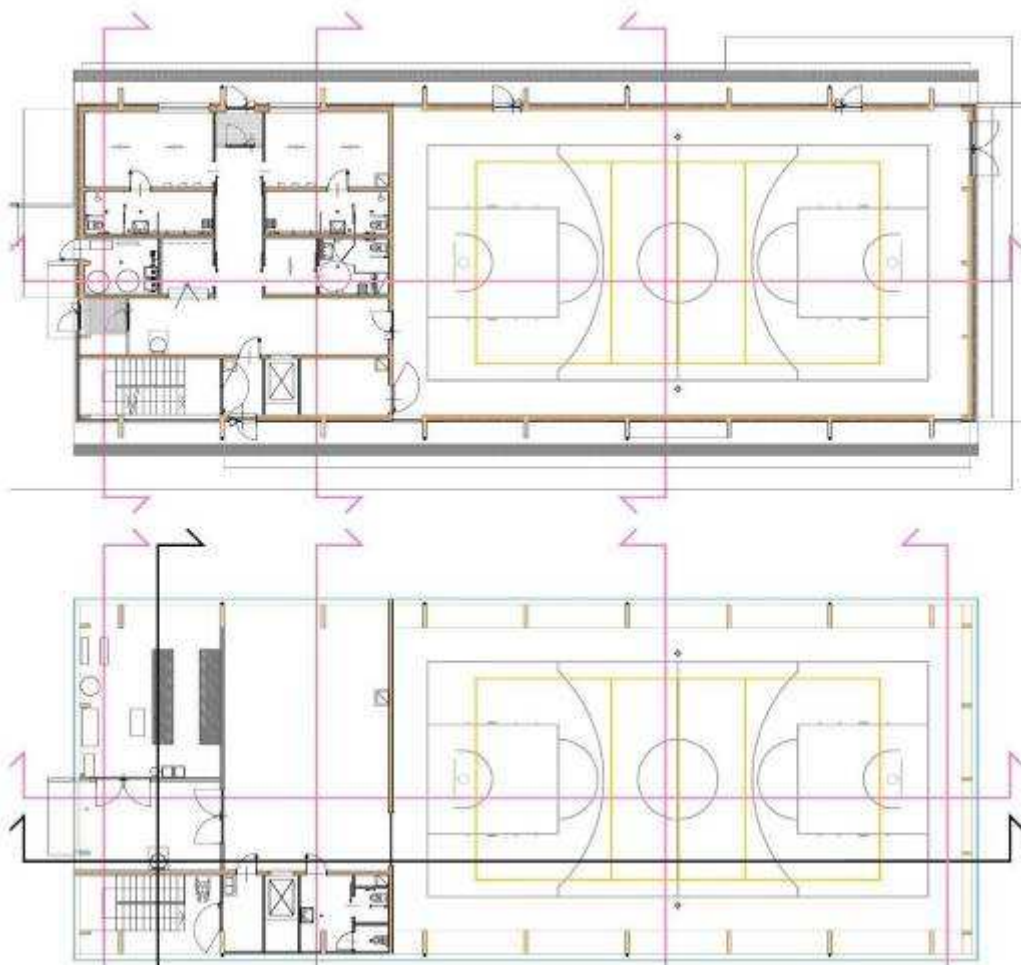
<b>1</b>	<b>PREMESSA</b> .....	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>MODELLAZIONE ELEMENTI FINITI</b> .....	<b>3</b>
<b>2.1</b>	<b>Nodi</b> .....	<b>4</b>
<b>2.2</b>	<b>Elementi Trave</b> .....	<b>10</b>
<b>2.3</b>	<b>Elementi Shell</b> .....	<b>20</b>
<b>3</b>	<b>VERIFICHE DEFORMATIVE</b> .....	<b>30</b>
<b>3.1</b>	<b>Deformazioni verticali</b> .....	<b>30</b>
<b>3.2</b>	<b>Deformazioni orizzontali</b> .....	<b>32</b>
3.2.1	Verifiche a SLD .....	32
3.2.2	Verifiche a SLE per vento .....	33
<b>4</b>	<b>VERIFICHE A SLU</b> .....	<b>34</b>
<b>4.1</b>	<b>Strutture in ca</b> .....	<b>34</b>
4.1.1	Pressioni sul terreno .....	36
<b>4.2</b>	<b>Strutture in legno lamellare</b> .....	<b>37</b>
4.2.1	Verifiche a caldo .....	39
<b>4.3</b>	<b>Diagonali in acciaio</b> .....	<b>44</b>
<b>4.4</b>	<b>Strutture in X-lam</b> .....	<b>44</b>
4.4.1	Setti.....	44
4.4.2	Solaio.....	60
<b>4.5</b>	<b>Verifiche a SLE</b> .....	<b>62</b>
<b>5</b>	<b>GIUNTI STRUTTURALI</b> .....	<b>64</b>
<b>5.1</b>	<b>Giunto di base Pilastri Copertura</b> .....	<b>64</b>
<b>5.2</b>	<b>Giunto di base Montanti Facciata</b> .....	<b>70</b>
<b>5.3</b>	<b>Giunto di Testa Pilastri-Travi di copertura</b> .....	<b>74</b>
<b>5.4</b>	<b>Giunto Pilastri-Travi a metà altezza</b> .....	<b>88</b>

## 1 **PREMESSA**

La relazione che segue tratta le analisi e le verifiche condotte sulle strutture portanti previste nel progetto della realizzazione della nuova palestra ad uso scolastico di Bellinzago Novarese.

Il progetto prevede la realizzazione di un edificio che possa ospitare una palestra scolastica, sarà suddiviso in due zone, la prima destinata alla palestra e la seconda che ospiterà i servizi necessari e costituiti da servizi, spogliatoi e centrali tecnologiche.

L'edificio presenta un ingombro in pianta pari a circa 40 x 16 m ed altezza di gronda di circa 8 m.



Il fabbricato si articola su due piani, il secondo piano tuttavia è limitato alla zona dei servizi, mentre la palestra sarà a tutta altezza.

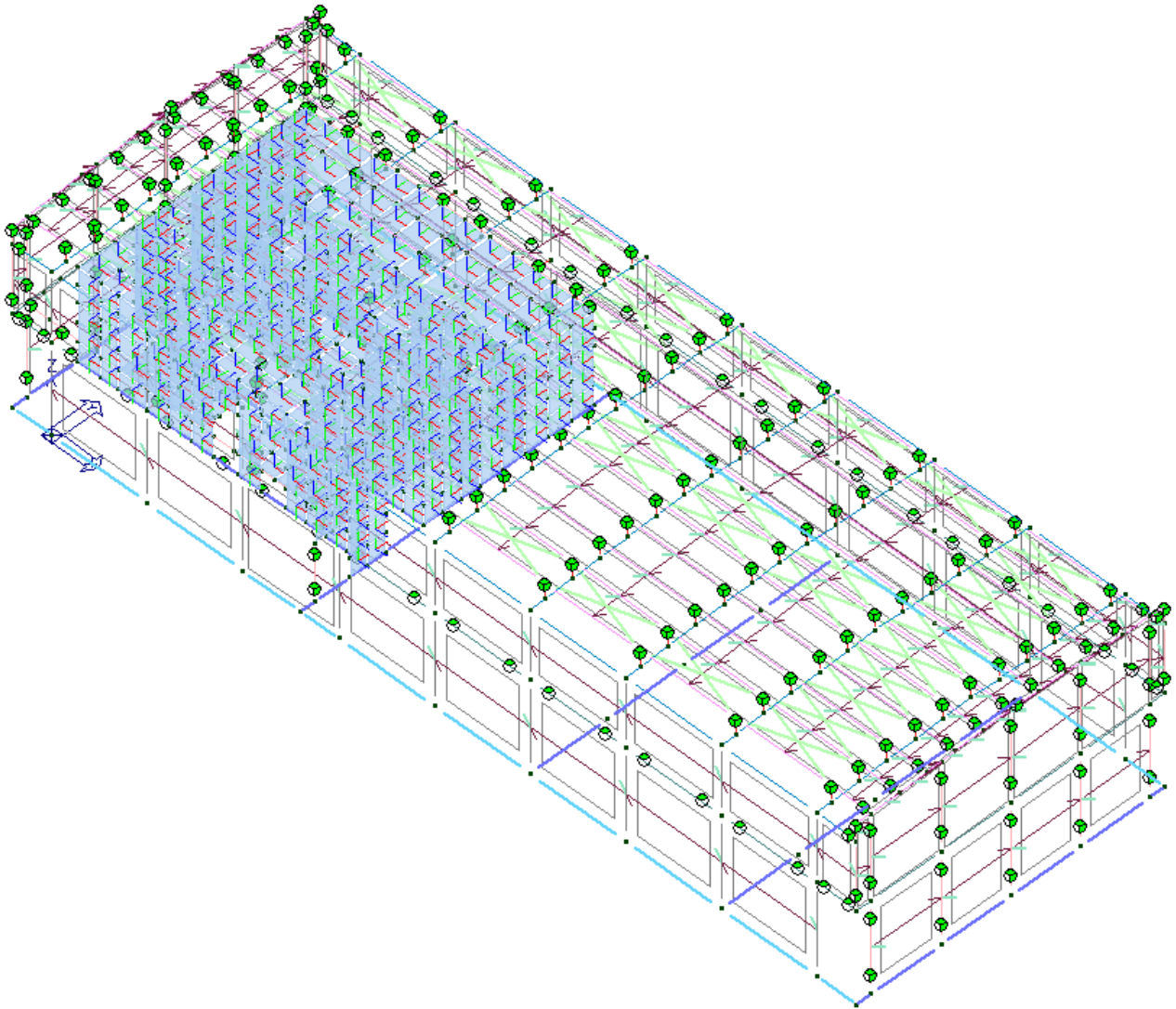
Le strutture di fondazioni, superficiali in ca, saranno costituite da due travi principali su cui poggeranno i pilastri della copertura, e dei cordoli in ca di collegamento delle travi principali e di appoggio delle pareti in compensato di tavole.

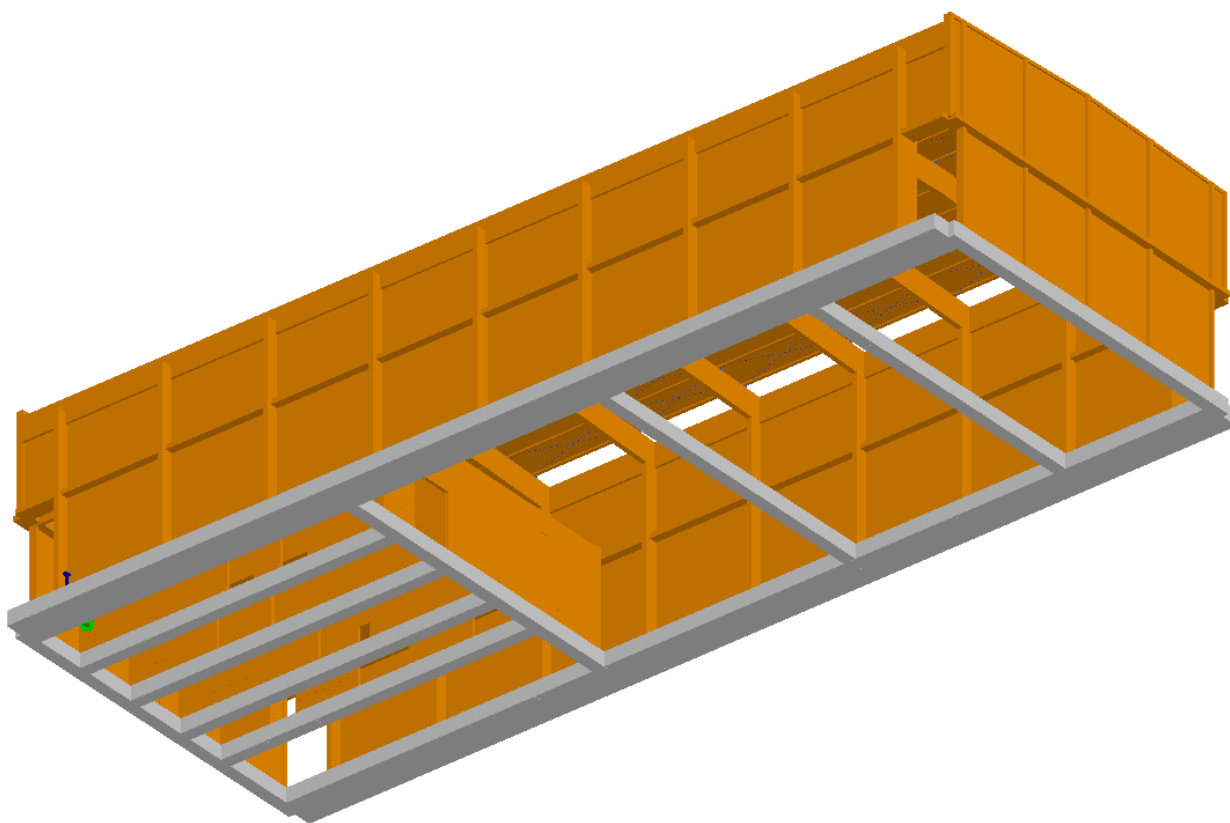
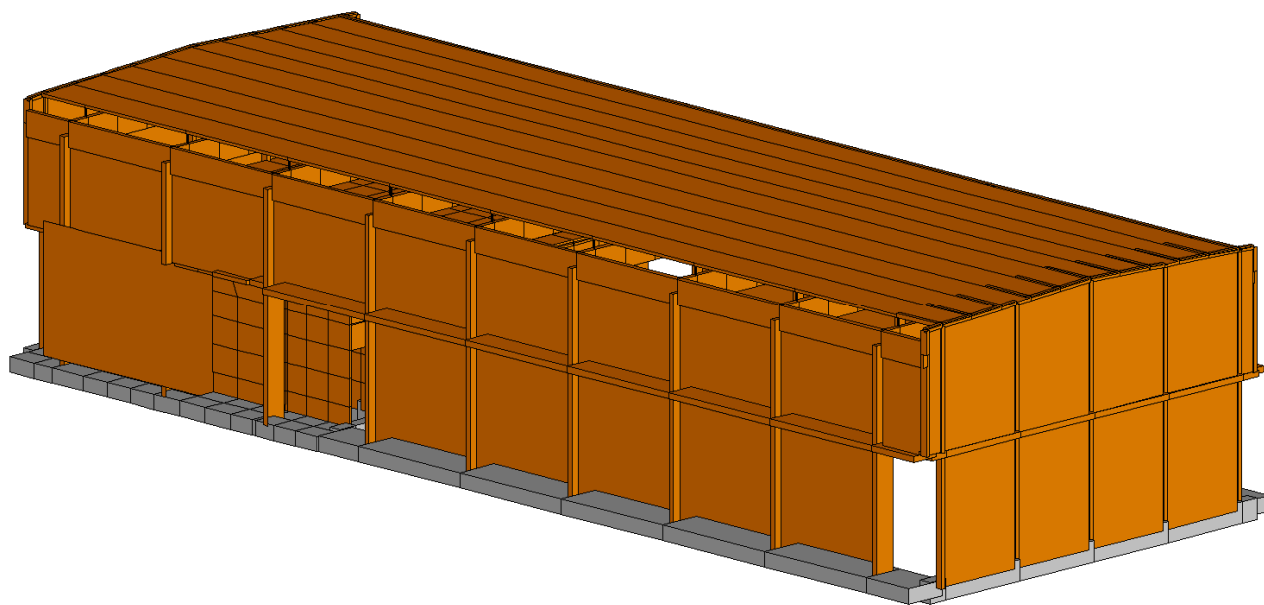
Le strutture portanti in elevazione saranno realizzate in legno lamellare. Per quanto riguarda il blocco servizi le strutture saranno in compensato di tavole tipo x-lam o similare.

Nelle pagine che seguono si riportano i calcoli e le verifiche condotte, per quanto concerne le impostazioni di calcolo, le normative di riferimento o i carichi si rimanda alla relazione tecnica e sismica.

## 2 **MODELLAZIONE ELEMENTI FINITI**

E' stato realizzato un modello di calcolo tridimensionale delle strutture mediante l'utilizzo di un software ad elementi finiti tridimensionale andando a ricalcare quelle che sono le caratteristiche di progetto del fabbricato.





## 2.1 Nodi

Il programma utilizza per la modellazione nodi strutturali.

Ogni nodo è individuato dalle coordinate cartesiane nel sistema di riferimento globale (X Y Z).

Ad ogni nodo è eventualmente associato un codice di vincolamento rigido, un codice di fondazione speciale, ed un set di sei molle (tre per le traslazioni, tre per le rotazioni). Le

tabelle sottoriportate riflettono le succitate possibilità. In particolare per ogni nodo viene indicato in tabella:

<b>Nodo</b>	numero del nodo.
<b>X</b>	valore della coordinata X
<b>Y</b>	valore della coordinata Y
<b>Z</b>	valore della coordinata Z

Per i nodi ai quali sia associato un codice di vincolamento rigido, un codice di fondazione speciale o un set di molle viene indicato in tabella:

<b>Nodo</b>	numero del nodo.
<b>X</b>	valore della coordinata X
<b>Y</b>	valore della coordinata Y
<b>Z</b>	valore della coordinata Z
<b>Note</b>	eventuale codice di vincolo (es. v=110010 sei valori relativi ai sei gradi di libertà previsti per il nodo TxTyTzRxRyRz, il valore 1 indica che lo spostamento o rotazione relativo è impedito, il valore 0 indica che lo spostamento o rotazione relativo è libero).
<b>Note</b>	(FS = 1, 2,...) eventuale codice del tipo di fondazione speciale (1, 2,... fanno riferimento alle tipologie: plinto, palo, plinto su pali,...) che è collegato al nodo.  (ISO = "id SIGLA") indice e sigla identificativa dell' eventuale isolatore sismico assegnato al nodo
<b>Rig. TX</b>	valore della rigidezza dei vincoli elastici eventualmente applicati al nodo, nello specifico TX (idem per TY, TZ, RX, RY, RZ).

Per strutture sismicamente isolate viene inoltre inserita la tabella delle caratteristiche per gli isolatori utilizzati; le caratteristiche sono indicate in conformità al cap. 7.10 del D.M. 14/01/08

Nodo	X	Y	Z	Nodo	X	Y	Z	Nodo	X	Y	Z
	cm	cm	cm		cm	cm	cm		cm	cm	cm
1	0.0	0.0	0.0	2	0.0	0.0	770.0	3	0.0	1450.0	0.0
4	0.0	1450.0	770.0	5	450.0	0.0	0.0	6	450.0	0.0	770.0
7	450.0	1450.0	0.0	8	450.0	1450.0	770.0	9	900.0	0.0	0.0
10	900.0	0.0	770.0	11	900.0	1450.0	0.0	12	900.0	1450.0	770.0
13	1350.0	0.0	0.0	14	1350.0	0.0	770.0	15	1350.0	1450.0	0.0
16	1350.0	1450.0	770.0	17	1800.0	0.0	0.0	18	1800.0	0.0	770.0
19	1800.0	1450.0	0.0	20	1800.0	1450.0	770.0	21	2250.0	0.0	0.0
22	2250.0	0.0	770.0	23	2250.0	1450.0	0.0	24	2250.0	1450.0	770.0
25	2700.0	0.0	0.0	26	2700.0	0.0	770.0	27	2700.0	1450.0	0.0
28	2700.0	1450.0	770.0	29	3150.0	0.0	0.0	30	3150.0	0.0	770.0
31	3150.0	1450.0	0.0	32	3150.0	1450.0	770.0	33	3600.0	0.0	0.0
34	3600.0	0.0	770.0	35	3600.0	1450.0	0.0	36	3600.0	1450.0	770.0
37	0.0	0.0	440.0	38	0.0	1450.0	440.0	39	450.0	0.0	440.0
40	450.0	1450.0	440.0	41	900.0	0.0	440.0	42	900.0	1450.0	440.0
43	1350.0	0.0	440.0	44	1350.0	1450.0	440.0	45	1800.0	0.0	440.0
46	1800.0	1450.0	440.0	47	2250.0	0.0	440.0	48	2250.0	1450.0	440.0
49	2700.0	0.0	440.0	50	2700.0	1450.0	440.0	51	3150.0	0.0	440.0
52	3150.0	1450.0	440.0	53	3600.0	0.0	440.0	54	3600.0	1450.0	440.0
55	-188.0	0.0	440.0	56	-188.0	1450.0	440.0	57	3788.0	0.0	440.0
58	3788.0	1450.0	440.0	59	0.0	725.0	770.0	60	450.0	725.0	770.0
61	900.0	725.0	770.0	62	1350.0	725.0	770.0	63	1800.0	725.0	770.0
64	2250.0	725.0	770.0	65	2700.0	725.0	770.0	66	3150.0	725.0	770.0
67	3600.0	725.0	770.0	68	-188.0	396.5	0.0	69	-188.0	68.0	850.8
70	0.0	1382.0	770.0	71	450.0	1382.0	770.0	72	900.0	1382.0	770.0
73	2700.0	68.0	770.0	74	1350.0	1382.0	770.0	75	-188.0	1053.5	864.4
76	1800.0	1382.0	770.0	77	-188.0	725.0	878.0	78	3788.0	68.0	0.0
79	2250.0	1382.0	770.0	80	3150.0	68.0	770.0	81	2700.0	1382.0	770.0
82	3150.0	1382.0	770.0	83	-188.0	68.0	0.0	84	3600.0	1382.0	770.0
85	0.0	68.0	770.0	86	3600.0	68.0	770.0	87	3788.0	725.0	0.0
88	-188.0	1382.0	850.8	89	-188.0	725.0	0.0	90	3788.0	1053.5	0.0
91	450.0	68.0	770.0	92	3788.0	396.5	864.4	93	3788.0	68.0	850.8
94	-188.0	1053.5	0.0	95	900.0	68.0	770.0	96	3788.0	1382.0	0.0
97	1350.0	68.0	770.0	98	3788.0	1053.5	864.4	99	3788.0	1382.0	850.8
100	-188.0	1382.0	0.0	101	1800.0	68.0	770.0	102	3788.0	396.5	0.0
103	-188.0	396.5	864.4	104	2250.0	68.0	770.0	105	3788.0	725.0	878.0
106	0.0	856.4	770.0	107	0.0	987.8	770.0	108	0.0	1119.2	770.0
109	0.0	1250.6	770.0	110	450.0	856.4	770.0	111	450.0	987.8	770.0
112	450.0	1119.2	770.0	113	450.0	1250.6	770.0	114	900.0	856.4	770.0
115	900.0	987.8	770.0	116	900.0	1119.2	770.0	117	900.0	1250.6	770.0

Nodo	X	Y	Z	Nodo	X	Y	Z	Nodo	X	Y	Z
118	1350.0	856.4	770.0	119	1350.0	987.8	770.0	120	1350.0	1119.2	770.0
121	1350.0	1250.6	770.0	122	1800.0	856.4	770.0	123	1800.0	987.8	770.0
124	1800.0	1119.2	770.0	125	1800.0	1250.6	770.0	126	2250.0	856.4	770.0
127	2250.0	987.8	770.0	128	2250.0	1119.2	770.0	129	2250.0	1250.6	770.0
130	2700.0	856.4	770.0	131	2700.0	987.8	770.0	132	2700.0	1119.2	770.0
133	2700.0	1250.6	770.0	134	3150.0	856.4	770.0	135	3150.0	987.8	770.0
136	3150.0	1119.2	770.0	137	3150.0	1250.6	770.0	138	3600.0	856.4	770.0
139	3600.0	987.8	770.0	140	3600.0	1119.2	770.0	141	3600.0	1250.6	770.0
142	0.0	199.4	770.0	143	0.0	330.8	770.0	144	0.0	462.2	770.0
145	0.0	593.6	770.0	146	450.0	199.4	770.0	147	450.0	330.8	770.0
148	450.0	462.2	770.0	149	450.0	593.6	770.0	150	900.0	199.4	770.0
151	900.0	330.8	770.0	152	900.0	462.2	770.0	153	900.0	593.6	770.0
154	1350.0	199.4	770.0	155	1350.0	330.8	770.0	156	1350.0	462.2	770.0
157	1350.0	593.6	770.0	158	1800.0	199.4	770.0	159	1800.0	330.8	770.0
160	1800.0	462.2	770.0	161	1800.0	593.6	770.0	162	2250.0	199.4	770.0
163	2250.0	330.8	770.0	164	2250.0	462.2	770.0	165	2250.0	593.6	770.0
166	2700.0	199.4	770.0	167	2700.0	330.8	770.0	168	2700.0	462.2	770.0
169	2700.0	593.6	770.0	170	3150.0	199.4	770.0	171	3150.0	330.8	770.0
172	3150.0	462.2	770.0	173	3150.0	593.6	770.0	174	3600.0	199.4	770.0
175	3600.0	330.8	770.0	176	3600.0	462.2	770.0	177	3600.0	593.6	770.0
178	-188.0	1250.6	856.3	179	-188.0	1119.2	861.7	180	-188.0	987.8	867.1
181	-188.0	856.4	872.6	182	-188.0	593.6	872.6	183	-188.0	462.2	867.1
184	-188.0	330.8	861.7	185	-188.0	199.4	856.3	186	3788.0	1250.6	856.3
187	3788.0	1119.2	861.7	188	3788.0	987.8	867.1	189	3788.0	856.4	872.6
190	3788.0	593.6	872.6	191	3788.0	462.2	867.1	192	3788.0	330.8	861.7
193	3788.0	199.4	856.3	194	3788.0	725.0	440.0	195	3788.0	1053.5	440.0
196	3788.0	1382.0	440.0	197	3788.0	396.5	440.0	198	3788.0	68.0	440.0
199	-188.0	725.0	440.0	200	-188.0	1053.5	440.0	201	-188.0	1382.0	440.0
202	-188.0	396.5	440.0	203	-188.0	68.0	440.0	204	563.7	946.8	440.0
205	0.0	1382.0	850.8	206	563.7	840.0	440.0	207	0.0	1250.6	856.3
208	563.7	1053.5	440.0	209	0.0	1119.2	861.7	210	677.5	1272.5	440.0
211	0.0	987.8	867.1	212	346.1	148.7	440.0	213	0.0	856.4	872.6
214	677.5	946.8	440.0	215	0.0	725.0	878.0	216	346.1	946.8	440.0
217	0.0	593.6	872.6	218	1076.8	229.3	440.0	219	0.0	462.2	867.1
220	677.5	840.0	440.0	221	0.0	330.8	861.7	222	-79.2	840.0	183.3
223	0.0	199.4	856.3	224	677.5	1053.5	440.0	225	0.0	68.0	850.8
226	791.2	946.8	440.0	227	886.4	946.8	440.0	228	886.4	840.0	440.0
229	677.5	1382.0	440.0	230	450.0	1382.0	850.8	231	450.0	1250.6	856.3
232	450.0	1119.2	861.7	233	450.0	987.8	867.1	234	450.0	856.4	872.6
235	450.0	725.0	878.0	236	450.0	593.6	872.6	237	450.0	462.2	867.1
238	450.0	330.8	861.7	239	450.0	199.4	856.3	240	2700.0	68.0	850.8
241	3150.0	68.0	850.8	242	346.1	68.0	440.0	243	886.4	1053.5	440.0
244	1172.0	1382.0	0.0	245	981.6	946.8	440.0	246	981.6	840.0	440.0
247	981.6	1053.5	440.0	248	450.0	68.0	850.8	249	900.0	1382.0	850.8
250	900.0	1250.6	856.3	251	900.0	1119.2	861.7	252	900.0	987.8	867.1
253	900.0	856.4	872.6	254	900.0	725.0	878.0	255	900.0	593.6	872.6
256	900.0	462.2	867.1	257	900.0	330.8	861.7	258	900.0	199.4	856.3
259	3600.0	68.0	850.8	260	900.0	68.0	850.8	261	1350.0	1382.0	850.8
262	1350.0	1250.6	856.3	263	1350.0	1119.2	861.7	264	1350.0	987.8	867.1
265	1350.0	856.4	872.6	266	1350.0	725.0	878.0	267	1350.0	593.6	872.6
268	1350.0	462.2	867.1	269	1350.0	330.8	861.7	270	1350.0	199.4	856.3
271	1350.0	68.0	850.8	272	1800.0	1382.0	850.8	273	1800.0	1250.6	856.3
274	1800.0	1119.2	861.7	275	1800.0	987.8	867.1	276	1800.0	856.4	872.6
277	1800.0	725.0	878.0	278	1800.0	593.6	872.6	279	1800.0	462.2	867.1
280	1800.0	330.8	861.7	281	1800.0	199.4	856.3	282	1800.0	68.0	850.8
283	2250.0	1382.0	850.8	284	2250.0	1250.6	856.3	285	2250.0	1119.2	861.7
286	2250.0	987.8	867.1	287	2250.0	856.4	872.6	288	2250.0	725.0	878.0
289	2250.0	593.6	872.6	290	2250.0	462.2	867.1	291	2250.0	330.8	867.1
292	2250.0	199.4	856.3	293	2250.0	68.0	850.8	294	2700.0	1382.0	850.8
295	2700.0	1250.6	856.3	296	2700.0	1119.2	861.7	297	2700.0	987.8	867.1
298	2700.0	856.4	872.6	299	2700.0	725.0	878.0	300	2700.0	593.6	872.6
301	2700.0	462.2	867.1	302	2700.0	330.8	861.7	303	2700.0	199.4	856.3
304	3150.0	1382.0	850.8	305	3150.0	1250.6	856.3	306	3150.0	1119.2	861.7
307	3150.0	987.8	867.1	308	3150.0	856.4	872.6	309	3150.0	725.0	878.0
310	3150.0	593.6	872.6	311	3150.0	462.2	867.1	312	3150.0	330.8	867.1
313	3150.0	199.4	856.3	314	3600.0	1382.0	850.8	315	3600.0	1250.6	856.3
316	3600.0	1119.2	861.7	317	3600.0	987.8	867.1	318	3600.0	856.4	872.6
319	3600.0	725.0	878.0	320	3600.0	593.6	872.6	321	3600.0	462.2	867.1
322	3600.0	330.8	861.7	323	3600.0	199.4	856.3	324	1076.8	946.8	440.0
325	1076.8	840.0	440.0	326	791.2	1163.0	440.0	327	346.1	229.3	440.0
328	0.0	1382.0	440.0	329	1172.0	0.0	0.0	330	-188.0	840.0	0.0
331	-188.0	575.0	0.0	332	-188.0	310.0	0.0	333	1172.0	840.0	0.0
334	1172.0	575.0	0.0	335	1172.0	310.0	0.0	336	1172.0	1053.5	0.0
337	-188.0	1450.0	0.0	338	3788.0	1450.0	0.0	339	-188.0	0.0	0.0
340	3788.0	0.0	0.0	341	1172.0	1450.0	0.0	342	-188.0	1053.5	91.7
343	677.5	310.0	357.5	344	628.0	1053.5	91.7	345	563.7	310.0	275.0
346	563.7	310.0	440.0	347	886.4	310.0	183.3	348	886.4	310.0	275.0
349	791.2	310.0	91.7	350	1172.0	575.0	275.0	351	886.4	310.0	91.7

Nodo	X	Y	Z	Nodo	X	Y	Z	Nodo	X	Y	Z
352	791.2	310.0	0.0	353	-188.0	310.0	183.3	354	886.4	310.0	0.0
355	-188.0	1053.5	357.5	356	1172.0	575.0	440.0	357	791.2	486.7	440.0
358	1172.0	1053.5	357.5	359	1172.0	575.0	91.7	360	-79.2	1053.5	0.0
361	563.7	310.0	0.0	362	1172.0	310.0	275.0	363	1172.0	68.0	357.5
364	1172.0	1163.0	357.5	365	677.5	486.7	440.0	366	1172.0	1272.5	357.5
367	-79.2	1053.5	440.0	368	1172.0	751.7	91.7	369	628.0	1053.5	0.0
370	1172.0	310.0	440.0	371	242.3	751.7	440.0	372	791.2	840.0	440.0
373	1172.0	68.0	0.0	374	563.7	663.3	440.0	375	-188.0	486.7	440.0
376	1172.0	148.7	357.5	377	-188.0	310.0	440.0	378	29.6	1053.5	0.0
379	0.0	840.0	91.7	380	346.1	1163.0	440.0	381	1172.0	68.0	275.0
382	1172.0	148.7	275.0	383	1172.0	229.3	357.5	384	1172.0	229.3	275.0
385	0.0	1053.5	440.0	386	563.7	148.7	440.0	387	981.6	575.0	440.0
388	886.4	751.7	440.0	389	981.6	663.3	440.0	390	981.6	751.7	440.0
391	346.1	1053.5	440.0	392	1172.0	751.7	0.0	393	346.1	663.3	440.0
394	-79.2	310.0	440.0	395	563.7	575.0	440.0	396	138.4	1053.5	0.0
397	1172.0	663.3	91.7	398	1172.0	310.0	357.5	399	1172.0	1382.0	357.5
400	1172.0	398.3	357.5	401	1172.0	398.3	275.0	402	1172.0	310.0	91.7
403	138.4	1053.5	440.0	404	1172.0	751.7	183.3	405	346.1	1053.5	183.3
406	1172.0	751.7	357.5	407	1172.0	751.7	275.0	408	1172.0	575.0	183.3
409	346.1	575.0	440.0	410	563.7	751.7	440.0	411	1172.0	398.3	91.7
412	1172.0	946.8	357.5	413	1172.0	398.3	0.0	414	410.4	1053.5	91.7
415	1172.0	310.0	183.3	416	0.0	310.0	440.0	417	1172.0	398.3	183.3
418	1172.0	663.3	183.3	419	138.4	398.3	440.0	420	1172.0	1382.0	275.0
421	346.1	751.7	440.0	422	677.5	663.3	440.0	423	410.4	1053.5	0.0
424	138.4	68.0	440.0	425	0.0	486.7	440.0	426	677.5	1053.5	357.5
427	-79.2	68.0	440.0	428	791.2	1272.5	440.0	429	981.6	229.3	440.0
430	981.6	310.0	440.0	431	628.0	840.0	0.0	432	410.4	1053.5	183.3
433	138.4	486.7	440.0	434	0.0	840.0	0.0	435	450.0	663.3	440.0
436	677.5	575.0	440.0	437	138.4	310.0	440.0	438	-79.2	1163.0	440.0
439	242.3	663.3	440.0	440	0.0	946.8	440.0	441	138.4	840.0	0.0
442	1076.8	148.7	440.0	443	886.4	663.3	440.0	444	-188.0	1272.5	440.0
445	1172.0	840.0	275.0	446	138.4	663.3	440.0	447	450.0	486.7	440.0
448	1172.0	840.0	440.0	449	1076.8	663.3	440.0	450	1076.8	398.3	440.0
451	1076.8	751.7	440.0	452	450.0	1382.0	440.0	453	1172.0	663.3	440.0
454	677.5	310.0	0.0	455	981.6	310.0	357.5	456	192.8	575.0	0.0
457	450.0	1053.5	440.0	458	1172.0	751.7	440.0	459	0.0	1053.5	357.5
460	886.4	1163.0	440.0	461	900.0	1272.5	440.0	462	1076.8	310.0	440.0
463	981.6	310.0	275.0	464	1076.8	310.0	357.5	465	1076.8	310.0	275.0
466	-79.2	310.0	183.3	467	900.0	1382.0	440.0	468	1172.0	840.0	357.5
469	981.6	1163.0	440.0	470	-188.0	946.8	440.0	471	981.6	1272.5	440.0
472	0.0	310.0	91.7	473	0.0	310.0	0.0	474	-188.0	1450.0	770.0
475	-188.0	1163.0	440.0	476	242.3	1163.0	440.0	477	138.4	840.0	183.3
478	242.3	575.0	440.0	479	346.1	398.3	440.0	480	900.0	1053.5	91.7
481	-188.0	575.0	440.0	482	1172.0	1053.5	91.7	483	3788.0	0.0	770.0
484	677.5	751.7	440.0	485	3788.0	1450.0	770.0	486	628.0	1053.5	275.0
487	1172.0	486.7	440.0	488	0.0	310.0	183.3	489	138.4	310.0	91.7
490	138.4	946.8	440.0	491	1172.0	1163.0	91.7	492	-79.2	575.0	440.0
493	138.4	310.0	0.0	494	450.0	1163.0	440.0	495	791.2	1053.5	275.0
496	138.4	310.0	183.3	497	-79.2	946.8	440.0	498	1172.0	663.3	0.0
499	242.3	840.0	91.7	500	1172.0	1163.0	0.0	501	1172.0	486.7	275.0
502	1172.0	1053.5	183.3	503	886.4	310.0	440.0	504	791.2	1053.5	0.0
505	450.0	1272.5	440.0	506	450.0	68.0	440.0	507	242.3	310.0	91.7
508	242.3	310.0	0.0	509	563.7	310.0	357.5	510	450.0	229.3	440.0
511	791.2	1053.5	440.0	512	242.3	1272.5	440.0	513	628.0	1053.5	183.3
514	0.0	575.0	440.0	515	242.3	840.0	0.0	516	563.7	1163.0	440.0
517	563.7	398.3	440.0	518	1172.0	663.3	275.0	519	1172.0	840.0	91.7
520	1172.0	946.8	91.7	521	242.3	1382.0	440.0	522	900.0	1053.5	0.0
523	346.1	310.0	440.0	524	563.7	486.7	440.0	525	1172.0	946.8	0.0
526	242.3	229.3	440.0	527	1172.0	840.0	183.3	528	1172.0	946.8	183.3
529	138.4	1272.5	440.0	530	0.0	68.0	440.0	531	1172.0	1272.5	183.3
532	981.6	1382.0	440.0	533	1076.8	1163.0	440.0	534	1076.8	1272.5	440.0
535	791.2	310.0	440.0	536	1172.0	1163.0	183.3	537	242.3	946.8	440.0
538	138.4	575.0	440.0	539	-188.0	1053.5	275.0	540	1008.8	1053.5	0.0
541	563.7	840.0	357.5	542	242.3	1053.5	0.0	543	242.3	1053.5	440.0
544	-79.2	1053.5	275.0	545	29.6	1053.5	275.0	546	1172.0	575.0	357.5
547	1172.0	1163.0	275.0	548	346.1	1272.5	440.0	549	791.2	1053.5	183.3
550	886.4	398.3	440.0	551	981.6	310.0	183.3	552	900.0	1053.5	275.0
553	640.0	68.0	440.0	554	886.4	486.7	440.0	555	138.4	1053.5	357.5
556	1172.0	1272.5	91.7	557	1172.0	1272.5	0.0	558	-188.0	1053.5	183.3
559	1172.0	946.8	275.0	560	886.4	575.0	440.0	561	981.6	310.0	91.7
562	640.0	229.3	440.0	563	791.2	148.7	440.0	564	791.2	229.3	440.0
565	138.4	1053.5	275.0	566	1172.0	229.3	183.3	567	346.1	486.7	440.0
568	1172.0	946.8	440.0	569	981.6	398.3	440.0	570	1172.0	1053.5	275.0
571	981.6	310.0	0.0	572	981.6	486.7	440.0	573	1172.0	1053.5	440.0
574	242.3	68.0	440.0	575	1076.8	840.0	357.5	576	410.4	840.0	0.0
577	410.4	575.0	0.0	578	138.4	1382.0	440.0	579	1076.8	486.7	440.0
580	-79.2	751.7	440.0	581	410.4	575.0	275.0	582	242.3	840.0	440.0
583	1172.0	1272.5	275.0	584	1172.0	1382.0	91.7	585	-188.0	0.0	848.0



Nodo	X	Y	Z	Nodo	X	Y	Z	Nodo	X	Y	Z
586	1076.8	310.0	183.3	587	900.0	148.7	440.0	588	1076.8	68.0	440.0
589	-188.0	840.0	440.0	590	1076.8	575.0	440.0	591	242.3	1053.5	357.5
592	1172.0	1382.0	183.3	593	1172.0	229.3	91.7	594	450.0	575.0	440.0
595	-79.2	1382.0	440.0	596	1076.8	310.0	91.7	597	1172.0	398.3	440.0
598	900.0	68.0	440.0	599	-79.2	840.0	440.0	600	791.2	1382.0	440.0
601	242.3	1053.5	275.0	602	1172.0	229.3	0.0	603	1172.0	663.3	357.5
604	450.0	398.3	440.0	605	-188.0	0.0	770.0	606	1076.8	310.0	0.0
607	886.4	229.3	440.0	608	981.6	840.0	275.0	609	-79.2	398.3	440.0
610	346.1	1053.5	357.5	611	346.1	1382.0	440.0	612	677.5	398.3	440.0
613	981.6	1053.5	357.5	614	1008.8	1053.5	183.3	615	628.0	575.0	0.0
616	1008.8	1053.5	91.7	617	0.0	840.0	440.0	618	981.6	840.0	183.3
619	1076.8	1053.5	183.3	620	628.0	575.0	275.0	621	791.2	1053.5	91.7
622	1076.8	1053.5	440.0	623	981.6	840.0	91.7	624	450.0	946.8	440.0
625	791.2	398.3	440.0	626	563.7	1382.0	440.0	627	563.7	1053.5	275.0
628	677.5	1163.0	440.0	629	138.4	1053.5	91.7	630	-188.0	310.0	357.5
631	-79.2	310.0	357.5	632	-188.0	310.0	275.0	633	0.0	1163.0	440.0
634	0.0	840.0	183.3	635	138.4	840.0	440.0	636	640.0	310.0	440.0
637	138.4	751.7	440.0	638	242.3	310.0	440.0	639	791.2	751.7	440.0
640	-79.2	310.0	275.0	641	0.0	310.0	357.5	642	0.0	310.0	275.0
643	0.0	1272.5	440.0	644	242.3	148.7	440.0	645	138.4	840.0	91.7
646	0.0	663.3	440.0	647	0.0	398.3	440.0	648	0.0	751.7	440.0
649	138.4	310.0	357.5	650	138.4	310.0	275.0	651	791.2	575.0	440.0
652	900.0	1053.5	183.3	653	450.0	148.7	440.0	654	346.1	1053.5	91.7
655	346.1	840.0	440.0	656	138.4	1163.0	440.0	657	242.3	486.7	440.0
658	242.3	310.0	357.5	659	242.3	310.0	275.0	660	346.1	310.0	357.5
661	1172.0	486.7	357.5	662	1172.0	1382.0	440.0	663	981.6	148.7	440.0
664	-188.0	229.3	440.0	665	981.6	68.0	440.0	666	-79.2	486.7	440.0
667	346.1	310.0	275.0	668	450.0	310.0	357.5	669	450.0	310.0	275.0
670	-188.0	148.7	440.0	671	242.3	398.3	440.0	672	242.3	310.0	183.3
673	981.6	840.0	0.0	674	346.1	310.0	91.7	675	346.1	310.0	0.0
676	450.0	310.0	440.0	677	-188.0	310.0	91.7	678	-79.2	310.0	91.7
679	-79.2	310.0	0.0	680	-188.0	1450.0	848.0	681	1076.8	1382.0	440.0
682	1076.8	840.0	183.3	683	1172.0	1163.0	440.0	684	1172.0	1272.5	440.0
685	-79.2	1272.5	440.0	686	791.2	663.3	440.0	687	1076.8	840.0	275.0
688	3788.0	0.0	848.0	689	450.0	840.0	440.0	690	563.7	68.0	440.0
691	450.0	751.7	440.0	692	1172.0	148.7	440.0	693	563.7	229.3	440.0
694	640.0	148.7	440.0	695	3788.0	1450.0	848.0	696	791.2	68.0	440.0
697	563.7	310.0	91.7	698	677.5	310.0	91.7	699	981.6	840.0	357.5
700	1172.0	68.0	440.0	701	-188.0	663.3	440.0	702	-79.2	663.3	440.0
703	1172.0	229.3	440.0	704	1076.8	840.0	91.7	705	346.1	310.0	183.3
706	563.7	1272.5	440.0	707	450.0	310.0	91.7	708	450.0	310.0	0.0
709	1076.8	840.0	0.0	710	450.0	310.0	183.3	711	677.5	310.0	275.0
712	563.7	310.0	183.3	713	677.5	310.0	183.3	714	791.2	310.0	183.3
715	-188.0	840.0	357.5	716	-79.2	840.0	357.5	717	791.2	310.0	357.5
718	791.2	310.0	275.0	719	886.4	310.0	357.5	720	-188.0	840.0	275.0
721	886.4	1053.5	357.5	722	677.5	575.0	357.5	723	563.7	575.0	275.0
724	138.4	1053.5	183.3	725	886.4	575.0	183.3	726	886.4	575.0	275.0
727	791.2	575.0	91.7	728	886.4	575.0	91.7	729	791.2	575.0	0.0
730	-188.0	575.0	183.3	731	886.4	575.0	0.0	732	1076.8	1053.5	91.7
733	-79.2	840.0	275.0	734	0.0	840.0	357.5	735	0.0	840.0	275.0
736	138.4	840.0	357.5	737	138.4	840.0	275.0	738	242.3	840.0	357.5
739	242.3	840.0	275.0	740	346.1	840.0	357.5	741	346.1	840.0	275.0
742	450.0	840.0	357.5	743	410.4	840.0	275.0	744	981.6	575.0	357.5
745	242.3	840.0	183.3	746	981.6	575.0	275.0	747	1076.8	575.0	357.5
748	1076.8	575.0	275.0	749	-79.2	575.0	183.3	750	0.0	575.0	91.7
751	0.0	575.0	0.0	752	346.1	840.0	91.7	753	0.0	575.0	183.3
754	138.4	575.0	91.7	755	138.4	575.0	0.0	756	138.4	575.0	183.3
757	346.1	840.0	0.0	758	192.8	575.0	91.7	759	1008.8	1053.5	275.0
760	563.7	575.0	357.5	761	-188.0	840.0	91.7	762	-79.2	840.0	91.7
763	-79.2	840.0	0.0	764	981.6	575.0	183.3	765	981.6	575.0	91.7
766	981.6	575.0	0.0	767	1076.8	575.0	183.3	768	1076.8	575.0	91.7
769	1076.8	575.0	0.0	770	-188.0	575.0	357.5	771	-79.2	575.0	357.5
772	-188.0	575.0	275.0	773	346.1	1053.5	0.0	774	1076.8	1053.5	357.5
775	-79.2	575.0	275.0	776	0.0	575.0	357.5	777	0.0	575.0	275.0
778	138.4	575.0	357.5	779	138.4	575.0	275.0	780	242.3	575.0	357.5
781	192.8	575.0	275.0	782	346.1	575.0	357.5	783	346.1	575.0	275.0
784	410.4	575.0	357.5	785	1076.8	1053.5	275.0	786	192.8	575.0	183.3
787	346.1	1053.5	275.0	788	450.0	1053.5	357.5	789	-79.2	1053.5	91.7
790	-188.0	575.0	91.7	791	-79.2	575.0	91.7	792	-79.2	575.0	0.0
793	346.1	840.0	183.3	794	1076.8	1053.5	0.0	795	628.0	575.0	91.7
796	410.4	840.0	91.7	797	410.4	1053.5	275.0	798	628.0	840.0	91.7
799	-79.2	1053.5	183.3	800	628.0	840.0	183.3	801	410.4	840.0	183.3
802	628.0	840.0	275.0	803	628.0	575.0	183.3	804	791.2	575.0	183.3
805	-79.2	1053.5	357.5	806	791.2	575.0	357.5	807	791.2	575.0	275.0
808	886.4	575.0	357.5	809	29.6	1053.5	91.7	810	563.7	1053.5	357.5
811	677.5	840.0	357.5	812	563.7	840.0	275.0	813	791.2	840.0	183.3
814	886.4	840.0	183.3	815	886.4	840.0	275.0	816	791.2	840.0	91.7
817	886.4	840.0	91.7	818	791.2	840.0	0.0	819	-188.0	840.0	183.3

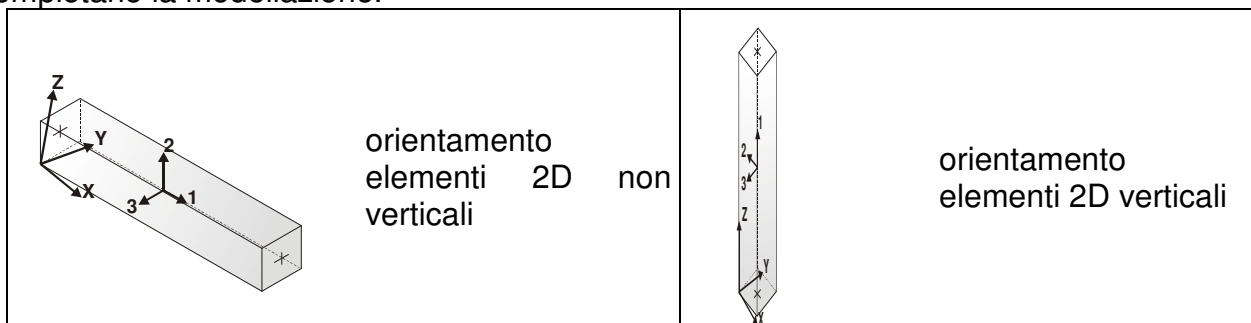
Nodo	X	Y	Z	Nodo	X	Y	Z	Nodo	X	Y	Z
820	886.4	840.0	0.0	821	242.3	1053.5	183.3	822	791.2	1053.5	357.5
823	791.2	840.0	357.5	824	791.2	840.0	275.0	825	886.4	840.0	357.5
826	242.3	1053.5	91.7	827	29.6	1053.5	183.3	828	-188.0	1382.0	91.7
829	-188.0	1272.5	91.7	830	-188.0	1272.5	0.0	831	-188.0	1382.0	183.3
832	-188.0	1272.5	183.3	833	-188.0	1382.0	275.0	834	-188.0	1272.5	275.0
835	-188.0	1163.0	91.7	836	-188.0	1163.0	0.0	837	-188.0	1163.0	183.3
838	-188.0	1163.0	275.0	839	-188.0	1382.0	357.5	840	-188.0	1272.5	357.5
841	-188.0	1163.0	357.5	842	-188.0	946.8	357.5	843	-188.0	946.8	275.0
844	-188.0	725.0	91.7	845	-188.0	650.0	91.7	846	-188.0	650.0	0.0
847	-188.0	725.0	183.3	848	-188.0	650.0	183.3	849	-188.0	725.0	275.0
850	-188.0	650.0	275.0	851	-188.0	725.0	357.5	852	-188.0	650.0	357.5
853	-188.0	946.8	183.3	854	-188.0	946.8	91.7	855	-188.0	946.8	0.0
856	346.1	0.0	440.0	857	242.3	0.0	440.0	858	791.2	0.0	0.0
859	563.7	0.0	440.0	860	640.0	0.0	440.0	861	791.2	0.0	440.0
862	-188.0	1332.0	357.5	863	890.0	0.0	440.0	864	890.0	68.0	440.0
865	791.2	-82.0	0.0	866	886.4	0.0	0.0	867	890.0	110.0	440.0
868	791.2	110.0	440.0	869	440.0	68.0	440.0	870	886.4	-82.0	0.0
871	440.0	0.0	440.0	872	460.0	68.0	440.0	873	981.6	0.0	0.0
874	460.0	0.0	440.0	875	981.6	-82.0	0.0	876	440.0	110.0	440.0
877	563.7	110.0	440.0	878	460.0	110.0	440.0	879	346.1	110.0	440.0
880	-10.0	1382.0	440.0	881	-10.0	1450.0	440.0	882	10.0	1382.0	440.0
883	440.0	1382.0	440.0	884	440.0	1450.0	440.0	885	10.0	1450.0	440.0
886	460.0	1382.0	440.0	887	890.0	1382.0	440.0	888	890.0	1450.0	440.0
889	460.0	1450.0	440.0	890	791.2	1450.0	440.0	891	677.5	1450.0	440.0
892	563.7	1450.0	440.0	893	346.1	1450.0	440.0	894	242.3	1450.0	440.0
895	138.4	1450.0	440.0	896	-79.2	1450.0	440.0	897	1076.8	0.0	0.0
898	1076.8	-82.0	0.0	899	-79.2	0.0	0.0	900	-79.2	68.0	0.0
901	-79.2	-82.0	0.0	902	981.6	1332.0	440.0	903	138.4	0.0	0.0
904	138.4	1332.0	440.0	905	10.0	1332.0	440.0	906	138.4	68.0	0.0
907	440.0	1332.0	440.0	908	563.7	1332.0	440.0	909	460.0	1332.0	440.0
910	138.4	-82.0	0.0	911	-10.0	1332.0	440.0	912	890.0	1332.0	440.0
913	-79.2	1332.0	440.0	914	346.1	1332.0	440.0	915	791.2	1332.0	440.0
916	910.0	1332.0	440.0	917	910.0	1382.0	440.0	918	242.3	0.0	0.0
919	242.3	68.0	0.0	920	138.4	1382.0	91.7	921	138.4	1382.0	0.0
922	242.3	-82.0	0.0	923	138.4	1382.0	183.3	924	346.1	0.0	0.0
925	138.4	1382.0	275.0	926	346.1	68.0	0.0	927	138.4	1382.0	357.5
928	346.1	-82.0	0.0	929	900.0	1382.0	91.7	930	900.0	1382.0	0.0
931	242.3	1450.0	0.0	932	900.0	1382.0	183.3	933	242.3	1532.0	0.0
934	900.0	1382.0	275.0	935	242.3	1382.0	0.0	936	900.0	1382.0	357.5
937	677.5	1382.0	0.0	938	981.6	1382.0	91.7	939	981.6	1382.0	0.0
940	981.6	1382.0	183.3	941	981.6	1382.0	275.0	942	981.6	1382.0	357.5
943	1076.8	1382.0	91.7	944	1076.8	1382.0	0.0	945	1076.8	1382.0	183.3
946	1076.8	1382.0	275.0	947	1076.8	1382.0	357.5	948	910.0	1382.0	91.7
949	910.0	1382.0	0.0	950	910.0	1382.0	183.3	951	910.0	1382.0	275.0
952	910.0	1382.0	357.5	953	0.0	1382.0	91.7	954	0.0	1382.0	0.0
955	0.0	1382.0	183.3	956	0.0	1382.0	275.0	957	0.0	1382.0	357.5
958	-79.2	1382.0	91.7	959	-79.2	1382.0	0.0	960	-79.2	1382.0	183.3
961	-79.2	1382.0	275.0	962	-79.2	1382.0	357.5	963	10.0	1382.0	91.7
964	10.0	1382.0	0.0	965	10.0	1382.0	183.3	966	10.0	1382.0	275.0
967	10.0	1382.0	357.5	968	-10.0	1382.0	91.7	969	-10.0	1382.0	0.0
970	-10.0	1382.0	183.3	971	-10.0	1382.0	275.0	972	-10.0	1382.0	357.5
973	1076.8	1532.0	0.0	974	677.5	68.0	357.5	975	563.7	68.0	275.0
976	346.1	1450.0	0.0	977	890.0	68.0	183.3	978	890.0	68.0	275.0
979	791.2	68.0	91.7	980	890.0	68.0	91.7	981	791.2	68.0	0.0
982	563.7	68.0	0.0	983	346.1	1532.0	0.0	984	346.1	1382.0	0.0
985	791.2	1450.0	0.0	986	1172.0	68.0	91.7	987	1172.0	68.0	183.3
988	791.2	1532.0	0.0	989	981.6	68.0	357.5	990	791.2	1382.0	0.0
991	981.6	68.0	275.0	992	1076.8	68.0	357.5	993	1076.8	68.0	275.0
994	557.2	1450.0	0.0	995	563.7	68.0	357.5	996	557.2	1532.0	0.0
997	981.6	68.0	183.3	998	981.6	68.0	91.7	999	1076.8	68.0	183.3
1000	1076.8	68.0	91.7	1001	557.2	1382.0	0.0	1002	563.7	68.0	91.7
1003	677.5	68.0	91.7	1004	677.5	68.0	275.0	1005	563.7	68.0	183.3
1006	677.5	68.0	183.3	1007	791.2	68.0	183.3	1008	791.2	68.0	357.5
1009	791.2	68.0	275.0	1010	890.0	68.0	357.5	1011	677.5	68.0	0.0
1012	900.0	68.0	357.5	1013	900.0	68.0	275.0	1014	900.0	68.0	183.3
1015	900.0	68.0	91.7	1016	900.0	68.0	0.0	1017	1172.0	1532.0	0.0
1018	-188.0	1532.0	0.0	1019	1172.0	-82.0	0.0	1020	-188.0	-82.0	0.0
1021	450.0	-82.0	0.0	1022	450.0	68.0	0.0	1023	0.0	-82.0	0.0
1024	0.0	68.0	0.0	1025	900.0	-82.0	0.0	1026	0.0	1532.0	0.0
1027	450.0	1382.0	0.0	1028	450.0	1532.0	0.0	1029	900.0	1532.0	0.0
1030	677.5	1450.0	0.0	1031	677.5	1532.0	0.0	1032	-79.2	1450.0	0.0
1033	-79.2	1532.0	0.0	1034	-10.0	1450.0	0.0	1035	-10.0	1532.0	0.0
1036	10.0	1450.0	0.0	1037	10.0	1532.0	0.0	1038	138.4	1450.0	0.0
1039	138.4	1532.0	0.0	1040	910.0	1450.0	0.0	1041	910.0	1532.0	0.0
1042	981.6	1450.0	0.0	1043	981.6	1532.0	0.0	1044	1076.8	1450.0	0.0
1045	886.4	68.0	0.0	1046	981.6	68.0	0.0	1047	1076.8	68.0	0.0
1048	563.7	0.0	0.0	1049	563.7	-82.0	0.0	1050	677.5	0.0	0.0
1051	677.5	-82.0	0.0	1052	677.5	1332.0	440.0	1053	242.3	1332.0	440.0

Nodo	X	Y	Z	Nodo	X	Y	Z	Nodo	X	Y	Z
1054	1076.8	1332.0	440.0	1055	-188.0	1332.0	440.0	1056	1172.0	1332.0	440.0
1057	242.3	110.0	440.0	1058	640.0	110.0	440.0	1059	1172.0	1332.0	0.0
1060	1172.0	1332.0	275.0	1061	1172.0	1332.0	357.5	1062	1172.0	1332.0	91.7
1063	1172.0	1332.0	183.3	1064	-188.0	1332.0	0.0	1065	-188.0	1332.0	91.7
1066	-188.0	1332.0	183.3	1067	-188.0	1332.0	275.0				

## 2.2 Elementi Trave

Il programma utilizza per la modellazione elementi a due nodi denominati in generale travi. Ogni elemento trave è individuato dal nodo iniziale e dal nodo finale.

Ogni elemento è caratterizzato da un insieme di proprietà riportate in tabella che ne completano la modellazione.



In particolare per ogni elemento viene indicato in tabella:

<b>Elem.</b>	numero dell'elemento
<b>Note</b>	codice di comportamento: trave, trave di fondazione, pilastro, asta, asta tesa, asta compressa,
<b>Nodo I (J)</b>	numero del nodo iniziale (finale)
<b>Mat.</b>	codice del materiale assegnato all'elemento
<b>Sez.</b>	codice della sezione assegnata all'elemento
<b>Rotaz.</b>	valore della rotazione dell'elemento, attorno al proprio asse, nel caso in cui l'orientamento di default non sia adottabile; l'orientamento di default prevede per gli elementi non verticali l'asse 2 contenuto nel piano verticale e l'asse 3 orizzontale, per gli elementi verticali l'asse 2 diretto secondo X negativo e l'asse 3 diretto secondo Y negativo
<b>Svincolo I (J)</b>	codici di svincolo per le azioni interne; i primi sei codici si riferiscono al nodo iniziale, i restanti sei al nodo finale (il valore 1 indica che la relativa azione interna non è attiva)
<b>Wink V</b>	costante di sottofondo (coefficiente di Winkler) per la modellazione della trave su suolo elastico
<b>Wink O</b>	costante di sottofondo (coefficiente di Winkler) per la modellazione del suolo elastico orizzontale

Con riferimento al **Documento di Affidabilità** "Test di validazione del software di calcolo PRO\_SAP e dei moduli aggiuntivi PRO\_SAP Modulo Geotecnico, PRO\_CAD nodi acciaio e PRO\_MST" - versione Settembre 2014, disponibile per il download sul sito [www.2si.it](http://www.2si.it), si segnalano i seguenti esempi applicativi:

Test N°	Titolo
2	TRAVI A UNA CAMPATA
3	TRAVE A PIU' CAMPATE
4	TRAVE A UNA CAMPATA SU TERRENO ALLA WINKLER
5	TRAVI SU TERRENO ALLA WINKLER CON CARICO TRASVERSALE
6	TELAI PIANI CON CERNIERE ALLA BASE
7	TELAI PIANI CON INCASTRI ALLA BASE
11	STRUTTURE SOGGETTE A VARIAZIONI TERMICHE
12	STRUTTURE SU TERRENO ALLA WINKLER SOTTOPOSTE A CARICHI DISTRIBUITI TRIANGOLARI

21	DRILLING
24	TENSIONI E ROTAZIONI RISPETTO ALLA CORDA DI ELEMENTI TRAVE
27	FRECCIA DI ELEMENTI TRAVE
42	GERARCHIA DELLE RESISTENZE PER TRAVI IN C.A.
43	GERARCHIA DELLE RESISTENZE PER PILASTRI IN C.A.
44	VERIFICA ALLE TA DI STRUTTURE IN C.A.
45	VERIFICA AGLI SLU DI STRUTTURE IN C.A.
47	VERIFICA A PUNZONAMENTO ALLO SLU DI TRAVI IN C.A.
48	PROGETTAZIONE A TAGLIO DI STRUTTURE IN C.A. SECONDO IL D.M. 9/1/96
49	PROGETTAZIONE A TAGLIO DI STRUTTURE IN C.A. SECONDO IL D.M. 14/1/2008
50	VERIFICA ALLO SLE (TENSIONI E FESSURAZIONE) DI STRUTTURE IN C.A.
51	VERIFICA ALLO SLE (DEFORMAZIONE) DI STRUTTURE IN C.A.
52	FATTORE DI STRUTTURA
53	SOVRARESISTENZE
54	DETTAGLI COSTRUTTIVI C.A.: LIMITI D'ARMATURA PILASTRI E NODI TRAVE-PILASTRO
56	VERIFICA DI STABILITA' DI ASTE COMPRESSE IN ACCIAIO – METODO OMEGA
57	LUCE LIBERA DI TRAVI E ASTE IN ACCIAIO
58	LUCE LIBERA DI COLONNE IN ACCIAIO
59	SVERGOLAMENTO DI TRAVI IN ACCIAIO
64	STABILITA' DI ASTE COMPOSTE IN ACCIAIO
73	VALUTAZIONE EFFETTO P- $\delta$ SU PILASTRATA
74	VALUTAZIONE EFFETTO P- $\delta$ SU TELAIO 3D
85	ANALISI PUSHOVER DI UN EDIFICIO IN C.A.
87	ANALISI ELASTO PLASTICA INCREMENTALE
88	ANALISI ELASTO PLASTICA INCREMENTALE
98	VERIFICA ALLO SLU DI STRUTTURE IN LEGNO SECONDO EC5
99	VERIFICA ALLO SLE DI STRUTTURE IN LEGNO SECONDO EC5
102	SNELLEZZE EC5
130	PROGETTO E VERIFICA DI TRAVI PREM

Elem.	Note	Nodo I	Nodo J	Mat.	Sez.	Rotaz. gradi	Svincolo I	Svincolo J	Wink V daN/cm3	Wink O daN/cm3
1	Asta tesa	205	231	11	4					
2	Asta tesa	225	239	11	4					
3	Asta tesa	223	248	11	4					
4	Asta tesa	207	230	11	4					
5	Asta tesa	261	273	11	4					
6	Asta tesa	271	281	11	4					
7	Asta tesa	270	282	11	4					
8	Asta tesa	262	272	11	4					
9	Asta tesa	304	315	11	4					
10	Asta tesa	241	323	11	4					
11	Asta tesa	313	259	11	4					
12	Asta tesa	305	314	11	4					
13	Asta tesa	230	250	11	4					
14	Asta tesa	248	258	11	4					
15	Asta tesa	239	260	11	4					
16	Asta tesa	231	249	11	4					
17	Asta tesa	249	262	11	4					
18	Asta tesa	260	270	11	4					
19	Asta tesa	258	271	11	4					
20	Asta tesa	250	261	11	4					
21	Asta tesa	272	284	11	4					
22	Asta tesa	282	292	11	4					
23	Asta tesa	281	293	11	4					
24	Asta tesa	273	283	11	4					
25	Asta tesa	283	295	11	4					
26	Asta tesa	293	303	11	4					
27	Asta tesa	292	240	11	4					
28	Asta tesa	284	294	11	4					
29	Asta tesa	294	305	11	4					

Elem.	Note	Nodo I	Nodo J	Mat.	Sez.	Rotaz.	Svincolo I	Svincolo J	Wink V	Wink O
30	Asta tesa	240	313	11	4					
31	Asta tesa	303	241	11	4					
32	Asta tesa	295	304	11	4					
33	Asta tesa	207	233	11	4					
34	Asta tesa	215	233	11	4					
35	Asta tesa	215	237	11	4					
36	Asta tesa	223	237	11	4					
37	Asta tesa	211	231	11	4					
38	Asta tesa	211	235	11	4					
39	Asta tesa	219	235	11	4					
40	Asta tesa	219	239	11	4					
41	Asta tesa	262	275	11	4					
42	Asta tesa	266	275	11	4					
43	Asta tesa	266	279	11	4					
44	Asta tesa	270	279	11	4					
45	Asta tesa	264	273	11	4					
46	Asta tesa	264	277	11	4					
47	Asta tesa	268	277	11	4					
48	Asta tesa	268	281	11	4					
49	Asta tesa	305	317	11	4					
50	Asta tesa	309	317	11	4					
51	Asta tesa	309	321	11	4					
52	Asta tesa	313	321	11	4					
53	Asta tesa	307	315	11	4					
54	Asta tesa	307	319	11	4					
55	Asta tesa	311	319	11	4					
56	Asta tesa	311	323	11	4					
57	Trave	424	574	43	8					
58	Trave	328	882	43	8			000011		
59	Trave	202	375	43	8					
60	Trave	611	883	43	8					
61	Pilas.	831	833	43	8					
62	Trave	626	229	43	8					
63	Trave f.	836	830	1	6				10.00	1.00
64	Trave	670	664	43	8					
65	Trave f.	766	769	1	6				10.00	1.00
66	Pilas.	844	847	43	8					
67	Trave	427	530	43	8			000011		
68	Trave f.	792	751	1	6				10.00	1.00
69	Pilas.	539	355	43	8					
70	Trave f.	1059	244	1	6				10.00	1.00
71	Trave	203	670	43	8					
72	Pilas.	558	539	43	8					
73	Trave f.	456	577	1	6				10.00	1.00
74	Trave	600	887	43	8					
75	Pilas.	828	831	43	8					
76	Trave f.	755	456	1	6				10.00	1.00
77	Trave f.	769	334	1	6				10.00	1.00
78	Trave	574	242	43	8					
79	Trave	452	886	43	8			000011		
80	Trave f.	378	396	1	6				10.00	1.00
81	Trave f.	504	522	1	6				10.00	1.00
82	Trave f.	846	89	1	6				10.00	1.00
83	Trave	242	869	43	8					
84	Trave f.	396	542	1	6				10.00	1.00
85	Trave f.	522	540	1	6				10.00	1.00
86	Trave	41	43	43	3		000011	000011		
87	Pilas.	849	851	43	8					
88	Trave f.	423	369	1	6				10.00	1.00
89	Trave f.	540	794	1	6				10.00	1.00
90	Trave f.	830	1064	1	6				10.00	1.00
91	Trave	521	611	43	8					
92	Trave f.	542	773	1	6				10.00	1.00
93	Trave f.	794	336	1	6				10.00	1.00
94	Trave	229	600	43	8					
95	Trave f.	855	94	1	6				10.00	1.00
96	Trave	578	521	43	8					
97	Pilas.	847	849	43	8					
98	Trave	530	424	43	8		000011			
99	Trave	377	202	43	8					
100	Trave f.	773	423	1	6				10.00	1.00
101	Pilas.	87	194	43	8		000011	000011		
102	Pilas.	89	844	43	8		000011			
103	Pilas.	90	195	43	8		000011	000011		
104	Pilas.	94	342	43	8		000011			
105	Pilas.	96	196	43	8		000011	000011		
106	Pilas.	100	828	43	8		000011			
107	Pilas.	102	197	43	8		000011	000011		

Elem.	Note	Nodo I	Nodo J	Mat.	Sez.	Rotaz.	Svincolo I	Svincolo J	Wink V	Wink O
108	Pilas.	68	202	43	8		000011	000011		
109	Pilas.	78	198	43	8		000011	000011		
110	Pilas.	83	203	43	8		000011	000011		
111	Trave	104	162	43	2					
112	Trave	73	166	43	2					
113	Trave	80	170	43	2					
114	Trave	86	174	43	2					
115	Trave	70	4	43	2					
116	Trave	71	8	43	2					
117	Trave	72	12	43	2					
118	Trave	74	16	43	2					
119	Trave	76	20	43	2					
120	Trave	79	24	43	2					
121	Trave	106	107	43	2					
122	Trave	107	108	43	2					
123	Trave	108	109	43	2					
124	Trave	109	70	43	2					
125	Trave	110	111	43	2					
126	Trave	111	112	43	2					
127	Trave	112	113	43	2					
128	Trave	113	71	43	2					
129	Trave	114	115	43	2					
130	Trave	115	116	43	2					
131	Trave	116	117	43	2					
132	Trave	117	72	43	2					
133	Trave	118	119	43	2					
134	Trave	119	120	43	2					
135	Trave	120	121	43	2					
136	Trave	121	74	43	2					
137	Trave	122	123	43	2					
138	Trave	123	124	43	2					
139	Trave	124	125	43	2					
140	Trave	125	76	43	2					
141	Trave	126	127	43	2					
142	Trave	127	128	43	2					
143	Trave	128	129	43	2					
144	Trave	129	79	43	2					
145	Trave	130	131	43	2					
146	Trave	131	132	43	2					
147	Trave	132	133	43	2					
148	Trave	133	81	43	2					
149	Trave	134	135	43	2					
150	Trave	135	136	43	2					
151	Trave	136	137	43	2					
152	Trave	137	82	43	2					
153	Trave	138	139	43	2					
154	Trave	139	140	43	2					
155	Trave	140	141	43	2					
156	Trave	141	84	43	2					
157	Trave	142	143	43	2					
158	Trave	143	144	43	2					
159	Trave	144	145	43	2					
160	Trave	145	59	43	2					
161	Trave	146	147	43	2					
162	Trave	147	148	43	2					
163	Trave	148	149	43	2					
164	Trave	149	60	43	2					
165	Trave	150	151	43	2					
166	Trave	151	152	43	2					
167	Trave	152	153	43	2					
168	Trave	153	61	43	2					
169	Trave	154	155	43	2					
170	Trave	155	156	43	2					
171	Trave	156	157	43	2					
172	Trave	157	62	43	2					
173	Trave	158	159	43	2					
174	Trave	159	160	43	2					
175	Trave	160	161	43	2					
176	Trave	161	63	43	2					
177	Trave	162	163	43	2					
178	Trave	163	164	43	2					
179	Trave	164	165	43	2					
180	Trave	165	64	43	2					
181	Trave	166	167	43	2					
182	Trave	167	168	43	2					
183	Trave	168	169	43	2					
184	Trave	169	65	43	2					
185	Trave	170	171	43	2					

Elem.	Note	Nodo I	Nodo J	Mat.	Sez.	Rotaz.	Svincolo I	Svincolo J	Wink V	Wink O
186	Trave	171	172	43	2					
187	Trave	172	173	43	2					
188	Trave	173	66	43	2					
189	Trave	174	175	43	2					
190	Trave	175	176	43	2					
191	Trave	176	177	43	2					
192	Trave	177	67	43	2					
193	Trave	88	205	43	7		000011			
194	Trave	178	207	43	7		000011			
195	Trave	179	209	43	7		000011			
196	Trave	180	211	43	7		000011			
197	Trave	181	213	43	7		000011			
198	Trave	77	215	43	7		000011			
199	Trave	182	217	43	7		000011			
200	Trave	183	219	43	7		000011			
201	Trave	184	221	43	7		000011			
202	Trave	185	223	43	7		000011			
203	Trave	69	225	43	7		000011			
204	Trave	69	185	43	7					
205	Trave	77	181	43	7		000011			
206	Trave	105	189	43	7		000011			
207	Trave	93	193	43	7					
208	Pilas.	97	271	47	9			000111		
209	Trave	205	230	43	7					
210	Trave	207	231	43	7					
211	Trave	209	232	43	7					
212	Trave	211	233	43	7					
213	Trave	213	234	43	7					
214	Trave	215	235	43	7					
215	Trave	217	236	43	7					
216	Trave	219	237	43	7					
217	Trave	221	238	43	7					
218	Trave	223	239	43	7					
219	Trave	240	241	43	7					
220	Trave	103	183	43	7					
221	Trave	75	179	43	7					
222	Trave	98	187	43	7					
223	Trave	92	191	43	7					
224	Pilas.	101	282	47	9			000111		
225	Trave	225	248	43	7					
226	Trave	230	249	43	7					
227	Trave	231	250	43	7					
228	Trave	232	251	43	7					
229	Trave	233	252	43	7					
230	Trave	234	253	43	7					
231	Trave	235	254	43	7					
232	Trave	236	255	43	7					
233	Trave	237	256	43	7					
234	Trave	238	257	43	7					
235	Trave	239	258	43	7					
236	Trave	241	259	43	7					
237	Trave	248	260	43	7					
238	Trave	249	261	43	7					
239	Trave	250	262	43	7					
240	Trave	251	263	43	7					
241	Trave	252	264	43	7					
242	Trave	253	265	43	7					
243	Trave	254	266	43	7					
244	Trave	255	267	43	7					
245	Trave	256	268	43	7					
246	Trave	257	269	43	7					
247	Trave	258	270	43	7					
248	Trave	259	93	43	7			000011		
249	Trave	260	271	43	7					
250	Trave	261	272	43	7					
251	Trave	262	273	43	7					
252	Trave	263	274	43	7					
253	Trave	264	275	43	7					
254	Trave	265	276	43	7					
255	Trave	266	277	43	7					
256	Trave	267	278	43	7					
257	Trave	268	279	43	7					
258	Trave	269	280	43	7					
259	Trave	270	281	43	7					
260	Trave	271	282	43	7					
261	Trave	272	283	43	7					
262	Trave	273	284	43	7					
263	Trave	274	285	43	7					

Elem.	Note	Nodo I	Nodo J	Mat.	Sez.	Rotaz.	Svincolo I	Svincolo J	Wink V	Wink O
264	Trave	275	286	43	7					
265	Trave	276	287	43	7					
266	Trave	277	288	43	7					
267	Trave	278	289	43	7					
268	Trave	279	290	43	7					
269	Trave	280	291	43	7					
270	Trave	281	292	43	7					
271	Trave	282	293	43	7					
272	Trave	283	294	43	7					
273	Trave	284	295	43	7					
274	Trave	285	296	43	7					
275	Trave	286	297	43	7					
276	Trave	287	298	43	7					
277	Trave	288	299	43	7					
278	Trave	289	300	43	7					
279	Trave	290	301	43	7					
280	Trave	291	302	43	7					
281	Trave	292	303	43	7					
282	Trave	293	240	43	7					
283	Trave	294	304	43	7					
284	Trave	295	305	43	7					
285	Trave	296	306	43	7					
286	Trave	297	307	43	7					
287	Trave	298	308	43	7					
288	Trave	299	309	43	7					
289	Trave	300	310	43	7					
290	Trave	301	311	43	7					
291	Trave	302	312	43	7					
292	Trave	303	313	43	7					
293	Trave	304	314	43	7					
294	Trave	305	315	43	7					
295	Trave	306	316	43	7					
296	Trave	307	317	43	7					
297	Trave	308	318	43	7					
298	Trave	309	319	43	7					
299	Trave	310	320	43	7					
300	Trave	311	321	43	7					
301	Trave	312	322	43	7					
302	Trave	313	323	43	7					
303	Trave	314	99	43	7			000011		
304	Trave	315	186	43	7			000011		
305	Trave	316	187	43	7			000011		
306	Trave	317	188	43	7			000011		
307	Trave	318	189	43	7			000011		
308	Trave	319	105	43	7			000011		
309	Trave	320	190	43	7			000011		
310	Trave	321	191	43	7			000011		
311	Trave	322	192	43	7			000011		
312	Trave	323	193	43	7			000011		
313	Trave	184	103	43	7					
314	Trave	180	75	43	7					
315	Trave	188	98	43	7					
316	Trave	192	92	43	7					
317	Pilas.	104	293	47	9			000111		
318	Trave	182	77	43	7					
319	Trave	178	88	43	7					
320	Trave	186	99	43	7					
321	Trave	190	105	43	7					
322	Pilas.	73	240	47	9			000111		
323	Trave	185	184	43	7					
324	Trave	181	180	43	7					
325	Trave	189	188	43	7					
326	Trave	193	192	43	7					
327	Pilas.	80	241	47	9			000111		
328	Trave	183	182	43	7					
329	Trave	179	178	43	7					
330	Trave	187	186	43	7					
331	Trave	191	190	43	7					
332	Pilas.	86	259	47	9			000111		
333	Pilas.	194	105	43	8		000011	000011		
334	Pilas.	195	98	43	8		000011	000011		
335	Pilas.	196	99	43	8		000011	000011		
336	Pilas.	197	92	43	8		000011	000011		
337	Pilas.	198	93	43	8		000011	000011		
338	Pilas.	199	77	43	8		000011	000011		
339	Pilas.	200	75	43	8		000011	000011		
340	Pilas.	201	88	43	8		000011	000011		
341	Pilas.	202	103	43	8		000011	000011		



Elem.	Note	Nodo I	Nodo J	Mat.	Sez.	Rotaz.	Svincolo I	Svincolo J	Wink V	Wink O
342	Pilas.	203	69	43	8		000011	000011		
343	Pilas.	577	581	43	8		000011	000011		
344	Trave	194	195	43	10					
345	Trave	34	483	43	2			000011		
346	Trave	197	194	43	10					
347	Pilas.	483	688	43	8			000011		
348	Trave	195	196	43	10					
349	Trave f.	413	334	1	6				10.00	1.00
350	Trave	198	197	43	10					
351	Trave	688	93	43	7					
352	Trave	196	58	43	10					
353	Pilas.	70	205	47	9			000111		
354	Pilas.	71	230	47	9			000111		
355	Pilas.	72	249	47	9			000111		
356	Pilas.	74	261	47	9			000111		
357	Pilas.	76	272	47	9			000111		
358	Pilas.	79	283	47	9			000111		
359	Pilas.	81	294	47	9			000111		
360	Pilas.	82	304	47	9			000111		
361	Pilas.	84	314	47	9			000111		
362	Pilas.	109	207	47	9			000111		
363	Pilas.	113	231	47	9			000111		
364	Pilas.	117	250	47	9			000111		
365	Pilas.	121	262	47	9			000111		
366	Pilas.	125	273	47	9			000111		
367	Pilas.	129	284	47	9			000111		
368	Pilas.	133	295	47	9			000111		
369	Pilas.	137	305	47	9			000111		
370	Pilas.	141	315	47	9			000111		
371	Pilas.	108	209	47	9			000111		
372	Pilas.	112	232	47	9			000111		
373	Pilas.	116	251	47	9			000111		
374	Pilas.	120	263	47	9			000111		
375	Pilas.	124	274	47	9			000111		
376	Pilas.	128	285	47	9			000111		
377	Pilas.	132	296	47	9			000111		
378	Pilas.	136	306	47	9			000111		
379	Pilas.	140	316	47	9			000111		
380	Pilas.	107	211	47	9			000111		
381	Pilas.	111	233	47	9			000111		
382	Pilas.	115	252	47	9			000111		
383	Pilas.	119	264	47	9			000111		
384	Pilas.	123	275	47	9			000111		
385	Pilas.	127	286	47	9			000111		
386	Pilas.	131	297	47	9			000111		
387	Pilas.	135	307	47	9			000111		
388	Pilas.	139	317	47	9			000111		
389	Pilas.	106	213	47	9			000111		
390	Pilas.	110	234	47	9			000111		
391	Pilas.	114	253	47	9			000111		
392	Pilas.	118	265	47	9			000111		
393	Pilas.	122	276	47	9			000111		
394	Pilas.	126	287	47	9			000111		
395	Pilas.	130	298	47	9			000111		
396	Pilas.	134	308	47	9			000111		
397	Pilas.	138	318	47	9			000111		
398	Pilas.	59	215	47	9			000111		
399	Pilas.	60	235	47	9			000111		
400	Pilas.	61	254	47	9			000111		
401	Pilas.	62	266	47	9			000111		
402	Pilas.	63	277	47	9			000111		
403	Pilas.	64	288	47	9			000111		
404	Pilas.	65	299	47	9			000111		
405	Pilas.	66	309	47	9			000111		
406	Pilas.	67	319	47	9			000111		
407	Pilas.	145	217	47	9			000111		
408	Pilas.	149	236	47	9			000111		
409	Pilas.	153	255	47	9			000111		
410	Pilas.	157	267	47	9			000111		
411	Pilas.	161	278	47	9			000111		
412	Pilas.	165	289	47	9			000111		
413	Pilas.	169	300	47	9			000111		
414	Pilas.	173	310	47	9			000111		
415	Pilas.	177	320	47	9			000111		
416	Pilas.	144	219	47	9			000111		
417	Pilas.	148	237	47	9			000111		
418	Pilas.	152	256	47	9			000111		
419	Pilas.	156	268	47	9			000111		

Elem.	Note	Nodo I	Nodo J	Mat.	Sez.	Rotaz.	Svincolo I	Svincolo J	Wink V	Wink O
420	Pilas.	160	279	47	9			000111		
421	Pilas.	164	290	47	9			000111		
422	Pilas.	168	301	47	9			000111		
423	Pilas.	172	311	47	9			000111		
424	Pilas.	176	321	47	9			000111		
425	Pilas.	143	221	47	9			000111		
426	Pilas.	147	238	47	9			000111		
427	Pilas.	151	257	47	9			000111		
428	Pilas.	155	269	47	9			000111		
429	Pilas.	159	280	47	9			000111		
430	Pilas.	163	291	47	9			000111		
431	Pilas.	167	302	47	9			000111		
432	Pilas.	171	312	47	9			000111		
433	Pilas.	175	322	47	9			000111		
434	Pilas.	142	223	47	9			000111		
435	Pilas.	146	239	47	9			000111		
436	Pilas.	150	258	47	9			000111		
437	Pilas.	154	270	47	9			000111		
438	Pilas.	158	281	47	9			000111		
439	Pilas.	162	292	47	9			000111		
440	Pilas.	166	303	47	9			000111		
441	Pilas.	170	313	47	9			000111		
442	Pilas.	174	323	47	9			000111		
443	Pilas.	85	225	47	9			000111		
444	Pilas.	91	248	47	9			000111		
445	Pilas.	95	260	47	9			000111		
446	Pilas.	1	37	43	1	90.00				
447	Pilas.	3	38	43	1	90.00				
448	Pilas.	5	39	43	1	90.00				
449	Pilas.	7	40	43	1	90.00				
450	Pilas.	9	41	43	1	90.00				
451	Pilas.	11	42	43	1	90.00				
452	Pilas.	13	43	43	1	90.00				
453	Pilas.	15	44	43	1	90.00				
454	Pilas.	17	45	43	1	90.00				
455	Pilas.	19	46	43	1	90.00				
456	Pilas.	21	47	43	1	90.00				
457	Pilas.	23	48	43	1	90.00				
458	Pilas.	25	49	43	1	90.00				
459	Pilas.	27	50	43	1	90.00				
460	Pilas.	29	51	43	1	90.00				
461	Pilas.	31	52	43	1	90.00				
462	Pilas.	33	53	43	1	90.00				
463	Pilas.	35	54	43	1	90.00				
464	Trave	2	85	43	2					
465	Trave	6	91	43	2					
466	Trave	10	95	43	2					
467	Trave	14	97	43	2					
468	Trave	18	101	43	2					
469	Trave	22	104	43	2					
470	Trave	26	73	43	2					
471	Trave	30	80	43	2					
472	Trave	34	86	43	2					
473	Trave	2	6	43	2					
474	Trave	4	8	43	2					
475	Pilas.	851	199	43	8			000011		
476	Pilas.	833	839	43	8					
477	Trave	203	427	43	8		000011			
478	Trave	57	198	43	10					
479	Trave	53	57	43	3		000011	000011		
480	Trave	54	58	43	3		000011	000011		
481	Trave	55	37	43	8	90.00	000001	000001		
482	Trave	37	857	43	8	90.00	000011	000011		
483	Pilas.	37	2	43	1	90.00		000011		
484	Pilas.	38	4	43	1	90.00		000011		
485	Pilas.	39	6	43	1	90.00		000011		
486	Pilas.	40	8	43	1	90.00		000011		
487	Pilas.	41	10	43	1	90.00		000011		
488	Pilas.	42	12	43	1	90.00		000011		
489	Pilas.	43	14	43	1	90.00		000011		
490	Pilas.	44	16	43	1	90.00		000011		
491	Pilas.	45	18	43	1	90.00		000011		
492	Pilas.	46	20	43	1	90.00		000011		
493	Pilas.	47	22	43	1	90.00		000011		
494	Pilas.	48	24	43	1	90.00		000011		
495	Pilas.	49	26	43	1	90.00		000011		
496	Pilas.	50	28	43	1	90.00		000011		
497	Pilas.	51	30	43	1	90.00		000011		

Elem.	Note	Nodo I	Nodo J	Mat.	Sez.	Rotaz.	Svincolo I	Svincolo J	Wink V	Wink O
498	Pilas.	52	32	43	1	90.00		000011		
499	Pilas.	53	34	43	1	90.00		000011		
500	Pilas.	54	36	43	1	90.00		000011		
501	Trave	6	10	43	2					
502	Trave	8	12	43	2					
503	Pilas.	839	201	43	8			000011		
504	Trave	860	861	43	8	90.00	000011	000011		
505	Trave	10	14	43	2					
506	Trave	12	16	43	2					
507	Trave f.	729	731	1	6				10.00	1.00
508	Trave	42	44	43	3		000011	000011		
509	Trave	14	18	43	2					
510	Trave	16	20	43	2					
511	Trave	43	45	43	3		000011	000011		
512	Trave	44	46	43	3		000011	000011		
513	Trave	18	22	43	2					
514	Trave	20	24	43	2					
515	Trave	45	47	43	3		000011	000011		
516	Trave	46	48	43	3		000011	000011		
517	Trave	22	26	43	2					
518	Trave	24	28	43	2					
519	Trave	47	49	43	3		000011	000011		
520	Trave	48	50	43	3		000011	000011		
521	Trave	26	30	43	2					
522	Trave	28	32	43	2					
523	Trave	49	51	43	3		000011	000011		
524	Trave	50	52	43	3		000011	000011		
525	Trave	30	34	43	2					
526	Trave	32	36	43	2					
527	Trave	51	53	43	3		000011	000011		
528	Trave	52	54	43	3		000011	000011		
529	Trave	59	106	43	2					
530	Trave	60	110	43	2					
531	Trave	61	114	43	2					
532	Trave	62	118	43	2					
533	Trave	63	122	43	2					
534	Trave	64	126	43	2					
535	Trave	65	130	43	2					
536	Trave	66	134	43	2					
537	Trave	67	138	43	2					
538	Trave	81	28	43	2					
539	Trave	82	32	43	2					
540	Trave	84	36	43	2					
541	Trave	85	142	43	2					
542	Trave	91	146	43	2					
543	Trave	95	150	43	2					
544	Trave	97	154	43	2					
545	Trave	101	158	43	2					
546	Trave	869	506	43	8		000011			
547	Trave	882	578	43	8					
548	Trave f.	339	83	1	6				10.00	1.00
549	Trave f.	340	78	1	6				10.00	1.00
550	Trave f.	341	15	1	5				10.00	1.00
551	Trave f.	329	13	1	5				10.00	1.00
552	Trave f.	329	373	1	6				10.00	1.00
553	Trave f.	606	335	1	6				10.00	1.00
554	Trave f.	330	763	1	6				10.00	1.00
555	Trave f.	331	792	1	6				10.00	1.00
556	Trave f.	332	679	1	6				10.00	1.00
557	Trave	328	38	47	9		000111			
558	Trave	452	40	47	9		000111			
559	Trave	467	42	47	9		000111			
560	Trave	37	530	47	9					
561	Trave	39	506	47	9			000111		
562	Trave	41	598	47	9			000111		
563	Pilas.	937	229	43	8		000011	000011		
564	Trave f.	334	498	1	6				10.00	1.00
565	Trave f.	577	615	1	6				10.00	1.00
566	Trave	887	467	43	8		000011			
567	Trave f.	68	331	1	6				10.00	1.00
568	Trave f.	78	102	1	6				10.00	1.00
569	Trave f.	15	19	1	5				10.00	1.00
570	Trave f.	13	17	1	5				10.00	1.00
571	Trave f.	94	360	1	6				10.00	1.00
572	Trave f.	361	454	1	6				10.00	1.00
573	Trave f.	352	354	1	6				10.00	1.00
574	Trave f.	557	1059	1	6				10.00	1.00
575	Trave f.	473	493	1	6				10.00	1.00

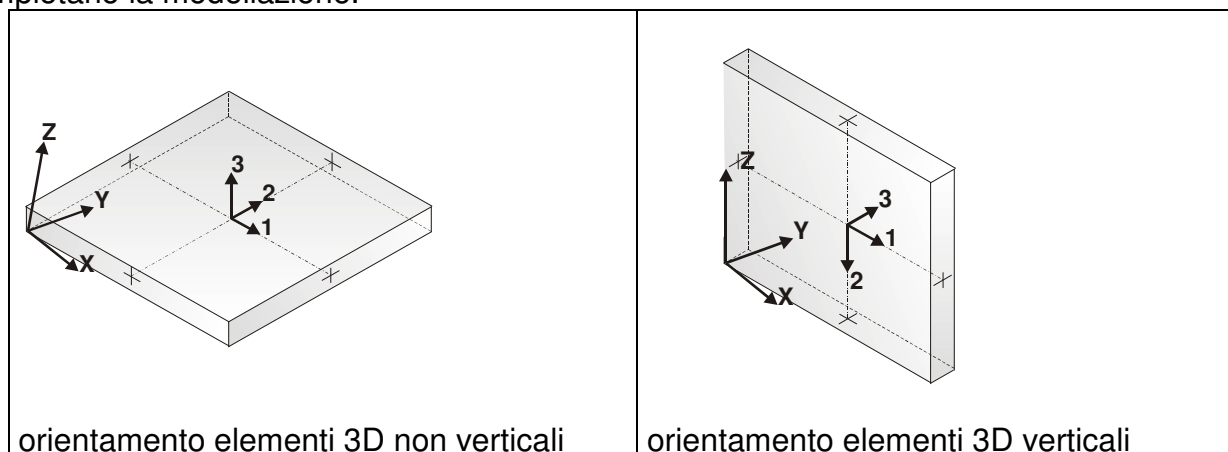
Elem.	Note	Nodo I	Nodo J	Mat.	Sez.	Rotaz.	Svincolo I	Svincolo J	Wink V	Wink O
576	Trave f.	83	332	1	6				10.00	1.00
577	Trave f.	431	818	1	6				10.00	1.00
578	Trave	886	626	43	8					
579	Trave	883	452	43	8		000011			
580	Trave f.	89	330	1	6				10.00	1.00
581	Trave f.	87	90	1	6				10.00	1.00
582	Trave f.	19	23	1	5				10.00	1.00
583	Trave f.	17	21	1	5				10.00	1.00
584	Trave f.	336	500	1	6				10.00	1.00
585	Trave f.	1064	100	1	6				10.00	1.00
586	Trave f.	675	708	1	6				10.00	1.00
587	Pilas.	57	483	43	8		000011			
588	Trave f.	571	606	1	6				10.00	1.00
589	Trave f.	615	729	1	6				10.00	1.00
590	Trave f.	331	846	1	6				10.00	1.00
591	Trave f.	102	87	1	6				10.00	1.00
592	Trave f.	454	352	1	6				10.00	1.00
593	Trave f.	332	68	1	6				10.00	1.00
594	Trave f.	708	361	1	6				10.00	1.00
595	Trave	375	481	43	8			000011		
596	Trave	481	701	43	8					
597	Trave f.	94	836	1	6				10.00	1.00
598	Trave f.	90	96	1	6				10.00	1.00
599	Trave f.	23	27	1	5				10.00	1.00
600	Trave f.	21	25	1	5				10.00	1.00
601	Trave f.	244	341	1	6				10.00	1.00
602	Pilas.	355	200	43	8			000011		
603	Trave f.	392	333	1	6				10.00	1.00
604	Trave f.	679	473	1	6				10.00	1.00
605	Trave f.	333	525	1	6				10.00	1.00
606	Trave f.	373	602	1	6				10.00	1.00
607	Trave f.	330	855	1	6				10.00	1.00
608	Pilas.	56	474	43	8		000011			
609	Pilas.	58	485	43	8		000011			
610	Trave	36	485	43	2			000011		
611	Pilas.	485	695	43	8			000011		
612	Trave f.	100	337	1	6				10.00	1.00
613	Trave f.	96	338	1	6				10.00	1.00
614	Trave f.	27	31	1	5				10.00	1.00
615	Trave f.	25	29	1	5				10.00	1.00
616	Trave f.	493	508	1	6				10.00	1.00
617	Trave f.	508	675	1	6				10.00	1.00
618	Trave f.	498	392	1	6				10.00	1.00
619	Trave f.	602	335	1	6				10.00	1.00
620	Trave	474	4	43	2		000011			
621	Trave	99	695	43	7					
622	Trave f.	354	571	1	6				10.00	1.00
623	Trave	55	203	43	8					
624	Pilas.	55	605	43	8		000011			
625	Trave f.	31	35	1	5				10.00	1.00
626	Trave f.	29	33	1	5				10.00	1.00
627	Trave f.	335	413	1	6				10.00	1.00
628	Trave f.	500	557	1	6				10.00	1.00
629	Trave f.	525	336	1	6				10.00	1.00
630	Trave	88	680	43	7					
631	Pilas.	474	680	43	8			000011		
632	Trave	585	69	43	7					
633	Trave	605	2	43	2		000011			
634	Pilas.	605	585	43	8			000011		
635	Trave f.	35	338	1	5				10.00	1.00
636	Trave f.	33	340	1	5				10.00	1.00
637	Trave f.	360	378	1	6				10.00	1.00
638	Trave f.	369	504	1	6				10.00	1.00
639	Pilas.	342	558	43	8					
640	Trave f.	434	441	1	6				10.00	1.00
641	Trave f.	818	820	1	6				10.00	1.00
642	Trave f.	763	434	1	6				10.00	1.00
643	Trave f.	441	515	1	6				10.00	1.00
644	Trave f.	820	673	1	6				10.00	1.00
645	Trave f.	515	757	1	6				10.00	1.00
646	Trave	664	377	43	8					
647	Trave f.	731	766	1	6				10.00	1.00
648	Trave f.	673	709	1	6				10.00	1.00
649	Trave f.	757	576	1	6				10.00	1.00
650	Trave f.	709	333	1	6				10.00	1.00
651	Trave f.	751	755	1	6				10.00	1.00

## 2.3 Elementi Shell

Il programma utilizza per la modellazione elementi a tre o quattro nodi denominati in generale shell.

Ogni elemento shell è individuato dai nodi I, J, K, L (L=I per gli elementi a tre nodi).

Ogni elemento è caratterizzato da un insieme di proprietà riportate in tabella che ne completano la modellazione.



In particolare per ogni elemento viene indicato in tabella:

<b>Elem.</b>	numero dell'elemento
<b>Note</b>	codice di comportamento: <i>Guscio</i> (elemento guscio in elevazione non verticale) <i>Guscio fond.</i> (elemento guscio su suolo elastico) <i>Setto</i> (elemento guscio in elevazione verticale) <i>Membrana</i> (elemento guscio con comportamento membranale)
<b>Nodo I (J, K, L)</b>	numero del nodo I (J, K, L)
<b>Mat.</b>	codice del materiale assegnato all'elemento
<b>Spessore</b>	spessore dell'elemento (costante)
<b>Wink V</b>	costante di sottofondo (coefficiente di Winkler) per la modellazione del suolo elastico verticale
<b>Wink O</b>	costante di sottofondo (coefficiente di Winkler) per la modellazione del suolo elastico orizzontale

Con riferimento al **Documento di Affidabilità** "Test di validazione del software di calcolo PRO\_SAP e dei moduli aggiuntivi PRO\_SAP Modulo Geotecnico, PRO\_CAD nodi acciaio e PRO\_MST" - versione Maggio 2011, disponibile per il download sul sito [www.2si.it](http://www.2si.it), si segnalano i seguenti esempi applicativi:

Test N°	Titolo
8	MENSOLE CON ELEMENTI PLATE E MATERIALE ORTOTROPO
10	PIASTRA CON ELEMENTI PLATE E MATERIALE ORTOTROPO
21	DRILLING
25	TENSIONI DI ELEMENTI PLATE
31	REALIZZAZIONE DI MESH PIANA SU GEOMETRIA CON PUNTI FISSI IMPORTATA DA FILE .DXF
32	REALIZZAZIONE DI MESH PIANA SU GEOMETRIA CON SEGMENTI E FORI INTERNI IMPORTATA DA FILE .DXF
33	REALIZZAZIONE DI MESH PIANE SU GEOMETRIE COSTRUITE IN PRO_SAP
34	ANALISI DI BUCKLING DI PIASTRA ISOTROPA
35	ANALISI DI BUCKLING DI UN CILINDRO COMPRESSO INCASTRATO ALLA BASE
36	ANALISI DI PARETI FORATE
37	BIMETALLIC STRIP (NAFEMS EXERCISE 6)
38	ANALISI ELASTICA DI PIASTRA CON INTAGLIO CIRCOLARE (FLAT BAR WITH EDGE NOTCHES-NAFEMS EXERCISE 9)

<b>39</b>	PLATEA NERVATA
<b>45</b>	VERIFICA A PUNZONAMENTO ALLO SLU DI PIASTRE IN C.A.
<b>117</b>	PROGETTO E VERIFICA DI GUSCI IN MATERIALE XLAM
<b>118</b>	PROGETTO E VERIFICA DI PARETI IN MATERIALE XLAM E RELATIVI COLLEGAMENTI

Elem.	Note	Nodo I	Nodo J	Nodo K	Nodo L	Mat.	Spessore	Wink V	Wink O
							cm	daN/cm3	daN/cm3
1	Guscio	224	511	326	628	49	18.0		
2	Guscio	628	326	428	210	49	18.0		
3	Setto	343	717	718	711	48	10.0		
4	Setto	636	535	717	343	48	10.0		
5	Guscio	386	694	562	693	49	18.0		
6	Guscio	1052	915	600	229	49	18.0		
7	Guscio	538	478	439	446	49	18.0		
8	Guscio	446	439	371	637	49	18.0		
9	Guscio	325	448	568	324	49	18.0		
10	Guscio	564	607	503	535	49	18.0		
11	Guscio	357	554	560	651	49	18.0		
12	Guscio	646	446	637	648	49	18.0		
13	Guscio	503	430	569	550	49	18.0		
14	Guscio	443	389	390	388	49	18.0		
15	Guscio	637	371	582	635	49	18.0		
16	Guscio	478	409	393	439	49	18.0		
17	Guscio	439	393	421	371	49	18.0		
18	Guscio	371	421	655	582	49	18.0		
19	Guscio	460	469	471	461	49	18.0		
20	Setto	717	719	348	718	48	10.0		
21	Setto	535	503	719	717	48	10.0		
22	Setto	719	455	463	348	48	10.0		
23	Setto	774	358	570	785	48	10.0		
24	Setto	622	573	358	774	48	10.0		
25	Guscio	416	437	419	647	49	18.0		
26	Guscio	647	419	433	425	49	18.0		
27	Setto	381	382	376	363	48	10.0		
28	Setto	697	698	454	361	48	10.0		
29	Setto	712	713	698	697	48	10.0		
30	Setto	345	711	713	712	48	10.0		
31	Setto	334	498	397	359	48	10.0		
32	Guscio	550	569	572	554	49	18.0		
33	Guscio	701	702	580	199	49	18.0		
34	Guscio	199	580	599	589	49	18.0		
35	Guscio	202	609	666	375	49	18.0		
36	Guscio	375	666	492	481	49	18.0		
37	Setto	544	545	827	799	48	10.0		
38	Guscio	916	902	532	917	49	18.0		
39	Setto	363	376	692	700	48	10.0		
40	Setto	382	384	383	376	48	10.0		
41	Guscio	372	228	227	226	49	18.0		
42	Guscio	693	562	636	346	49	18.0		
43	Guscio	450	597	487	579	49	18.0		
44	Guscio	648	637	635	617	49	18.0		
45	Guscio	385	403	656	633	49	18.0		
46	Setto	718	348	347	714	48	10.0		
47	Setto	714	347	351	349	48	10.0		
48	Setto	349	351	354	352	48	10.0		
49	Setto	376	383	703	692	48	10.0		
50	Setto	384	362	398	383	48	10.0		
51	Setto	383	398	370	703	48	10.0		
52	Setto	359	397	418	408	48	10.0		
53	Guscio	554	572	387	560	49	18.0		
54	Setto	348	463	551	347	48	10.0		
55	Setto	347	551	561	351	48	10.0		
56	Setto	351	561	571	354	48	10.0		
57	Guscio	247	622	533	469	49	18.0		
58	Setto	408	418	518	350	48	10.0		
59	Setto	498	392	368	397	48	10.0		
60	Setto	397	368	404	418	48	10.0		
61	Setto	418	404	407	518	48	10.0		
62	Setto	463	465	586	551	48	10.0		
63	Setto	551	586	596	561	48	10.0		
64	Setto	561	596	606	571	48	10.0		
65	Setto	392	333	519	368	48	10.0		
66	Setto	368	519	527	404	48	10.0		
67	Guscio	430	462	450	569	49	18.0		
68	Guscio	469	533	534	471	49	18.0		

Elem.	Note	Nodo I	Nodo J	Nodo K	Nodo L	Mat.	Spessore	Wink V	Wink O
69	Setto	362	401	400	398	48	10.0		
70	Setto	465	362	415	586	48	10.0		
71	Setto	586	415	402	596	48	10.0		
72	Setto	596	402	335	606	48	10.0		
73	Setto	539	544	799	558	48	10.0		
74	Guscio	394	416	647	609	49	18.0		
75	Guscio	609	647	425	666	49	18.0		
76	Guscio	666	425	514	492	49	18.0		
77	Guscio	599	617	440	497	49	18.0		
78	Guscio	497	440	385	367	49	18.0		
79	Guscio	617	635	490	440	49	18.0		
80	Guscio	440	490	403	385	49	18.0		
81	Guscio	635	582	537	490	49	18.0		
82	Guscio	490	537	543	403	49	18.0		
83	Guscio	582	655	216	537	49	18.0		
84	Guscio	537	216	391	543	49	18.0		
85	Guscio	655	689	624	216	49	18.0		
86	Guscio	216	624	457	391	49	18.0		
87	Guscio	689	206	204	624	49	18.0		
88	Guscio	624	204	208	457	49	18.0		
89	Guscio	633	656	529	643	49	18.0		
90	Guscio	905	904	578	882	49	18.0		
91	Guscio	403	543	476	656	49	18.0		
92	Guscio	226	227	243	511	49	18.0		
93	Setto	243	247	613	721	48	10.0		
94	Guscio	206	220	214	204	49	18.0		
95	Guscio	204	214	224	208	49	18.0		
96	Guscio	220	372	226	214	49	18.0		
97	Guscio	579	487	356	590	49	18.0		
98	Guscio	656	476	512	529	49	18.0		
99	Guscio	904	1053	521	578	49	18.0		
100	Guscio	543	391	380	476	49	18.0		
101	Guscio	476	380	548	512	49	18.0		
102	Guscio	214	226	511	224	49	18.0		
103	Setto	401	501	661	400	48	10.0		
104	Setto	400	661	487	597	48	10.0		
105	Guscio	1053	914	611	521	49	18.0		
106	Guscio	228	246	245	227	49	18.0		
107	Setto	613	774	785	759	48	10.0		
108	Guscio	651	560	443	686	49	18.0		
109	Guscio	391	457	494	380	49	18.0		
110	Setto	501	350	546	661	48	10.0		
111	Setto	661	546	356	487	48	10.0		
112	Setto	350	518	603	546	48	10.0		
113	Guscio	380	494	505	548	49	18.0		
114	Guscio	907	505	452	883	49	18.0		
115	Guscio	457	208	516	494	49	18.0		
116	Guscio	494	516	706	505	49	18.0		
117	Guscio	227	245	247	243	49	18.0		
118	Setto	546	603	453	356	48	10.0		
119	Setto	518	407	406	603	48	10.0		
120	Setto	603	406	458	453	48	10.0		
121	Setto	407	445	468	406	48	10.0		
122	Setto	406	468	448	458	48	10.0		
123	Setto	570	547	364	358	48	10.0		
124	Setto	358	364	683	573	48	10.0		
125	Setto	547	583	366	364	48	10.0		
126	Setto	364	366	684	683	48	10.0		
127	Setto	1060	420	399	1061	48	10.0		
128	Setto	1061	399	662	1056	48	10.0		
129	Setto	445	559	412	468	48	10.0		
130	Setto	468	412	568	448	48	10.0		
131	Setto	559	570	358	412	48	10.0		
132	Setto	398	400	597	370	48	10.0		
133	Setto	335	413	411	402	48	10.0		
134	Setto	402	411	417	415	48	10.0		
135	Setto	415	417	401	362	48	10.0		
136	Setto	404	527	445	407	48	10.0		
137	Guscio	422	686	639	484	49	18.0		
138	Setto	642	650	496	488	48	10.0		
139	Setto	489	507	508	493	48	10.0		
140	Guscio	569	450	579	572	49	18.0		
141	Guscio	902	1054	681	532	49	18.0		
142	Guscio	506	872	878	653	49	18.0		
143	Guscio	212	653	510	327	49	18.0		
144	Guscio	429	218	462	430	49	18.0		
145	Setto	496	672	507	489	48	10.0		
146	Guscio	484	639	372	220	49	18.0		

Elem.	Note	Nodo I	Nodo J	Nodo K	Nodo L	Mat.	Spessore	Wink V	Wink O
147	Guscio	676	346	517	604	49	18.0		
148	Guscio	449	453	458	451	49	18.0		
149	Guscio	327	510	676	523	49	18.0		
150	Setto	507	674	675	508	48	10.0		
151	Setto	672	705	674	507	48	10.0		
152	Setto	659	667	705	672	48	10.0		
153	Guscio	604	517	524	447	49	18.0		
154	Guscio	442	692	703	218	49	18.0		
155	Guscio	511	243	460	326	49	18.0		
156	Guscio	594	395	374	435	49	18.0		
157	Guscio	435	374	410	691	49	18.0		
158	Guscio	691	410	206	689	49	18.0		
159	Guscio	395	436	422	374	49	18.0		
160	Guscio	374	422	484	410	49	18.0		
161	Setto	247	622	774	613	48	10.0		
162	Guscio	686	443	388	639	49	18.0		
163	Guscio	909	908	626	886	49	18.0		
164	Guscio	208	224	628	516	49	18.0		
165	Guscio	516	628	210	706	49	18.0		
166	Setto	650	659	672	496	48	10.0		
167	Setto	668	509	345	669	48	10.0		
168	Setto	676	346	509	668	48	10.0		
169	Guscio	908	1052	229	626	49	18.0		
170	Setto	333	525	520	519	48	10.0		
171	Guscio	246	325	324	245	49	18.0		
172	Guscio	696	864	867	868	49	18.0		
173	Guscio	639	388	228	372	49	18.0		
174	Setto	674	707	708	675	48	10.0		
175	Setto	705	710	707	674	48	10.0		
176	Setto	667	669	710	705	48	10.0		
177	Setto	503	430	455	719	48	10.0		
178	Setto	455	464	465	463	48	10.0		
179	Guscio	622	573	683	533	49	18.0		
180	Setto	789	809	378	360	48	10.0		
181	Setto	200	367	805	355	48	10.0		
182	Setto	430	462	464	455	48	10.0		
183	Setto	464	398	362	465	48	10.0		
184	Setto	462	370	398	464	48	10.0		
185	Setto	640	642	488	466	48	10.0		
186	Setto	472	489	493	473	48	10.0		
187	Guscio	589	599	497	470	49	18.0		
188	Guscio	470	497	367	200	49	18.0		
189	Setto	593	402	415	566	48	10.0		
190	Setto	488	496	489	472	48	10.0		
191	Guscio	588	700	692	442	49	18.0		
192	Guscio	451	458	448	325	49	18.0		
193	Guscio	410	484	220	206	49	18.0		
194	Guscio	436	651	686	422	49	18.0		
195	Guscio	572	579	590	387	49	18.0		
196	Guscio	533	683	684	534	49	18.0		
197	Guscio	475	438	685	444	49	18.0		
198	Guscio	409	594	435	393	49	18.0		
199	Guscio	324	568	573	622	49	18.0		
200	Guscio	598	665	663	587	49	18.0		
201	Guscio	388	390	246	228	49	18.0		
202	Guscio	393	435	691	421	49	18.0		
203	Guscio	1055	913	595	201	49	18.0		
204	Guscio	377	394	609	202	49	18.0		
205	Guscio	200	367	438	475	49	18.0		
206	Setto	336	500	491	482	48	10.0		
207	Setto	482	491	536	502	48	10.0		
208	Setto	502	536	547	570	48	10.0		
209	Setto	500	557	556	491	48	10.0		
210	Setto	355	805	544	539	48	10.0		
211	Guscio	481	492	702	701	49	18.0		
212	Setto	602	335	402	593	48	10.0		
213	Guscio	462	370	597	450	49	18.0		
214	Guscio	587	663	429	607	49	18.0		
215	Guscio	387	590	449	389	49	18.0		
216	Setto	491	556	531	536	48	10.0		
217	Setto	536	531	583	547	48	10.0		
218	Setto	1059	244	584	1062	48	10.0		
219	Guscio	1054	1056	662	681	49	18.0		
220	Guscio	367	385	633	438	49	18.0		
221	Guscio	438	633	643	685	49	18.0		
222	Setto	1062	584	592	1063	48	10.0		
223	Setto	1063	592	420	1060	48	10.0		
224	Setto	566	415	362	384	48	10.0		



Elem.	Note	Nodo I	Nodo J	Nodo K	Nodo L	Mat.	Spessore	Wink V	Wink O
225	Guscio	607	429	430	503	49	18.0		
226	Guscio	389	449	451	390	49	18.0		
227	Guscio	911	643	328	880	49	18.0		
228	Guscio	492	514	646	702	49	18.0		
229	Guscio	702	646	648	580	49	18.0		
230	Guscio	421	691	689	655	49	18.0		
231	Guscio	437	638	671	419	49	18.0		
232	Guscio	419	671	657	433	49	18.0		
233	Guscio	433	657	478	538	49	18.0		
234	Guscio	638	523	479	671	49	18.0		
235	Guscio	580	648	617	599	49	18.0		
236	Setto	805	459	545	544	48	10.0		
237	Setto	367	385	459	805	48	10.0		
238	Guscio	671	479	567	657	49	18.0		
239	Guscio	665	588	442	663	49	18.0		
240	Guscio	390	451	325	246	49	18.0		
241	Guscio	657	567	409	478	49	18.0		
242	Guscio	523	676	604	479	49	18.0		
243	Setto	377	394	631	630	48	10.0		
244	Setto	630	631	640	632	48	10.0		
245	Setto	631	641	642	640	48	10.0		
246	Guscio	479	604	447	567	49	18.0		
247	Guscio	567	447	594	409	49	18.0		
248	Setto	459	555	565	545	48	10.0		
249	Setto	385	403	555	459	48	10.0		
250	Guscio	663	442	218	429	49	18.0		
251	Setto	394	416	641	631	48	10.0		
252	Setto	641	649	650	642	48	10.0		
253	Setto	416	437	649	641	48	10.0		
254	Guscio	590	356	453	449	49	18.0		
255	Setto	555	591	601	565	48	10.0		
256	Guscio	1057	879	212	644	49	18.0		
257	Guscio	644	212	327	526	49	18.0		
258	Guscio	526	327	523	638	49	18.0		
259	Setto	649	658	659	650	48	10.0		
260	Setto	437	638	658	649	48	10.0		
261	Setto	658	660	667	659	48	10.0		
262	Setto	412	358	573	568	48	10.0		
263	Guscio	447	524	395	594	49	18.0		
264	Guscio	346	636	612	517	49	18.0		
265	Guscio	517	612	365	524	49	18.0		
266	Guscio	524	365	436	395	49	18.0		
267	Setto	638	523	660	658	48	10.0		
268	Setto	660	668	669	667	48	10.0		
269	Setto	523	676	668	660	48	10.0		
270	Guscio	636	535	625	612	49	18.0		
271	Guscio	425	433	538	514	49	18.0		
272	Guscio	218	703	370	462	49	18.0		
273	Guscio	326	460	461	428	49	18.0		
274	Guscio	612	625	357	365	49	18.0		
275	Setto	677	678	679	332	48	10.0		
276	Setto	353	466	678	677	48	10.0		
277	Setto	632	640	466	353	48	10.0		
278	Guscio	535	503	550	625	49	18.0		
279	Guscio	912	461	467	887	49	18.0		
280	Guscio	365	357	651	436	49	18.0		
281	Guscio	878	877	386	653	49	18.0		
282	Guscio	514	538	446	646	49	18.0		
283	Setto	678	472	473	679	48	10.0		
284	Setto	466	488	472	678	48	10.0		
285	Setto	509	343	711	345	48	10.0		
286	Guscio	625	550	554	357	49	18.0		
287	Guscio	243	247	469	460	49	18.0		
288	Guscio	653	386	693	510	49	18.0		
289	Setto	519	520	528	527	48	10.0		
290	Setto	527	528	559	445	48	10.0		
291	Setto	525	336	482	520	48	10.0		
292	Setto	520	482	502	528	48	10.0		
293	Setto	528	502	570	559	48	10.0		
294	Guscio	510	693	346	676	49	18.0		
295	Guscio	877	1058	694	386	49	18.0		
296	Setto	346	636	343	509	48	10.0		
297	Guscio	245	324	622	247	49	18.0		
298	Guscio	563	587	607	564	49	18.0		
299	Guscio	560	387	389	443	49	18.0		
300	Setto	722	806	807	620	48	10.0		
301	Setto	436	651	806	722	48	10.0		
302	Setto	806	808	726	807	48	10.0		

Elem.	Note	Nodo I	Nodo J	Nodo K	Nodo L	Mat.	Spessore	Wink V	Wink O
303	Setto	651	560	808	806	48	10.0		
304	Setto	808	744	746	726	48	10.0		
305	Setto	403	543	591	555	48	10.0		
306	Setto	591	610	787	601	48	10.0		
307	Setto	543	391	610	591	48	10.0		
308	Setto	807	726	725	804	48	10.0		
309	Setto	804	725	728	727	48	10.0		
310	Setto	727	728	731	729	48	10.0		
311	Setto	726	746	764	725	48	10.0		
312	Setto	725	764	765	728	48	10.0		
313	Setto	728	765	766	731	48	10.0		
314	Setto	746	748	767	764	48	10.0		
315	Setto	764	767	768	765	48	10.0		
316	Setto	765	768	769	766	48	10.0		
317	Setto	748	350	408	767	48	10.0		
318	Setto	767	408	359	768	48	10.0		
319	Setto	768	359	334	769	48	10.0		
320	Setto	777	779	756	753	48	10.0		
321	Setto	754	758	456	755	48	10.0		
322	Setto	756	786	758	754	48	10.0		
323	Setto	798	816	818	431	48	10.0		
324	Setto	800	813	816	798	48	10.0		
325	Setto	802	824	813	800	48	10.0		
326	Setto	779	781	786	756	48	10.0		
327	Setto	784	760	723	581	48	10.0		
328	Setto	594	395	760	784	48	10.0		
329	Setto	795	727	729	615	48	10.0		
330	Setto	803	804	727	795	48	10.0		
331	Setto	620	807	804	803	48	10.0		
332	Setto	560	387	744	808	48	10.0		
333	Setto	744	747	748	746	48	10.0		
334	Setto	387	590	747	744	48	10.0		
335	Setto	747	546	350	748	48	10.0		
336	Setto	590	356	546	747	48	10.0		
337	Setto	775	777	753	749	48	10.0		
338	Setto	750	754	755	751	48	10.0		
339	Setto	753	756	754	750	48	10.0		
340	Setto	481	492	771	770	48	10.0		
341	Setto	770	771	775	772	48	10.0		
342	Setto	771	776	777	775	48	10.0		
343	Setto	492	514	776	771	48	10.0		
344	Setto	776	778	779	777	48	10.0		
345	Setto	514	538	778	776	48	10.0		
346	Setto	778	780	781	779	48	10.0		
347	Setto	538	478	780	778	48	10.0		
348	Setto	780	782	783	781	48	10.0		
349	Setto	478	409	782	780	48	10.0		
350	Setto	782	784	581	783	48	10.0		
351	Setto	409	594	784	782	48	10.0		
352	Setto	790	791	792	331	48	10.0		
353	Setto	730	749	791	790	48	10.0		
354	Setto	772	775	749	730	48	10.0		
355	Setto	791	750	751	792	48	10.0		
356	Setto	749	753	750	791	48	10.0		
357	Setto	760	722	620	723	48	10.0		
358	Setto	395	436	722	760	48	10.0		
359	Setto	811	823	824	802	48	10.0		
360	Setto	220	372	823	811	48	10.0		
361	Setto	823	825	815	824	48	10.0		
362	Setto	372	228	825	823	48	10.0		
363	Setto	825	699	608	815	48	10.0		
364	Setto	610	788	797	787	48	10.0		
365	Setto	391	457	788	610	48	10.0		
366	Setto	342	789	360	94	48	10.0		
367	Setto	824	815	814	813	48	10.0		
368	Setto	813	814	817	816	48	10.0		
369	Setto	816	817	820	818	48	10.0		
370	Setto	815	608	618	814	48	10.0		
371	Setto	814	618	623	817	48	10.0		
372	Setto	817	623	673	820	48	10.0		
373	Setto	608	687	682	618	48	10.0		
374	Setto	618	682	704	623	48	10.0		
375	Setto	623	704	709	673	48	10.0		
376	Setto	687	445	527	682	48	10.0		
377	Setto	682	527	519	704	48	10.0		
378	Setto	704	519	333	709	48	10.0		
379	Setto	735	737	477	634	48	10.0		
380	Setto	645	499	515	441	48	10.0		

Elem.	Note	Nodo I	Nodo J	Nodo K	Nodo L	Mat.	Spessore	Wink V	Wink O
381	Setto	477	745	499	645	48	10.0		
382	Setto	499	752	757	515	48	10.0		
383	Setto	745	793	752	499	48	10.0		
384	Setto	739	741	793	745	48	10.0		
385	Setto	737	739	745	477	48	10.0		
386	Setto	742	541	812	743	48	10.0		
387	Setto	689	206	541	742	48	10.0		
388	Setto	752	796	576	757	48	10.0		
389	Setto	793	801	796	752	48	10.0		
390	Setto	741	743	801	793	48	10.0		
391	Setto	228	246	699	825	48	10.0		
392	Setto	699	575	687	608	48	10.0		
393	Setto	246	325	575	699	48	10.0		
394	Setto	575	468	445	687	48	10.0		
395	Setto	325	448	468	575	48	10.0		
396	Setto	733	735	634	222	48	10.0		
397	Setto	379	645	441	434	48	10.0		
398	Setto	634	477	645	379	48	10.0		
399	Setto	589	599	716	715	48	10.0		
400	Setto	715	716	733	720	48	10.0		
401	Setto	716	734	735	733	48	10.0		
402	Setto	599	617	734	716	48	10.0		
403	Setto	734	736	737	735	48	10.0		
404	Setto	617	635	736	734	48	10.0		
405	Setto	736	738	739	737	48	10.0		
406	Setto	635	582	738	736	48	10.0		
407	Setto	738	740	741	739	48	10.0		
408	Setto	582	655	740	738	48	10.0		
409	Setto	740	742	743	741	48	10.0		
410	Setto	655	689	742	740	48	10.0		
411	Setto	761	762	763	330	48	10.0		
412	Setto	819	222	762	761	48	10.0		
413	Setto	720	733	222	819	48	10.0		
414	Setto	762	379	434	763	48	10.0		
415	Setto	222	634	379	762	48	10.0		
416	Setto	541	811	802	812	48	10.0		
417	Setto	206	220	811	541	48	10.0		
418	Setto	426	822	495	486	48	10.0		
419	Setto	224	511	822	426	48	10.0		
420	Setto	822	721	552	495	48	10.0		
421	Setto	511	243	721	822	48	10.0		
422	Setto	721	613	759	552	48	10.0		
423	Setto	344	621	504	369	48	10.0		
424	Setto	513	549	621	344	48	10.0		
425	Setto	486	495	549	513	48	10.0		
426	Setto	495	552	652	549	48	10.0		
427	Setto	549	652	480	621	48	10.0		
428	Setto	621	480	522	504	48	10.0		
429	Setto	799	827	809	789	48	10.0		
430	Setto	810	426	486	627	48	10.0		
431	Setto	208	224	426	810	48	10.0		
432	Setto	759	785	619	614	48	10.0		
433	Setto	614	619	732	616	48	10.0		
434	Setto	616	732	794	540	48	10.0		
435	Setto	785	570	502	619	48	10.0		
436	Setto	619	502	482	732	48	10.0		
437	Setto	732	482	336	794	48	10.0		
438	Setto	558	799	789	342	48	10.0		
439	Setto	629	826	542	396	48	10.0		
440	Setto	724	821	826	629	48	10.0		
441	Setto	826	654	773	542	48	10.0		
442	Setto	821	405	654	826	48	10.0		
443	Setto	601	787	405	821	48	10.0		
444	Setto	565	601	821	724	48	10.0		
445	Setto	788	810	627	797	48	10.0		
446	Setto	457	208	810	788	48	10.0		
447	Setto	654	414	423	773	48	10.0		
448	Setto	405	432	414	654	48	10.0		
449	Setto	787	797	432	405	48	10.0		
450	Setto	1064	100	828	1065	48	10.0		
451	Setto	1065	828	831	1066	48	10.0		
452	Setto	1066	831	833	1067	48	10.0		
453	Setto	836	830	829	835	48	10.0		
454	Setto	835	829	832	837	48	10.0		
455	Setto	837	832	834	838	48	10.0		
456	Setto	94	836	835	342	48	10.0		
457	Setto	342	835	837	558	48	10.0		
458	Setto	558	837	838	539	48	10.0		

Elem.	Note	Nodo I	Nodo J	Nodo K	Nodo L	Mat.	Spessore	Wink V	Wink O
459	Setto	1067	833	839	862	48	10.0		
460	Setto	862	839	201	1055	48	10.0		
461	Setto	838	834	840	841	48	10.0		
462	Setto	841	840	444	475	48	10.0		
463	Setto	539	838	841	355	48	10.0		
464	Setto	355	841	475	200	48	10.0		
465	Setto	843	539	355	842	48	10.0		
466	Setto	842	355	200	470	48	10.0		
467	Setto	720	843	842	715	48	10.0		
468	Setto	715	842	470	589	48	10.0		
469	Setto	846	89	844	845	48	10.0		
470	Setto	845	844	847	848	48	10.0		
471	Setto	848	847	849	850	48	10.0		
472	Setto	331	846	845	790	48	10.0		
473	Setto	790	845	848	730	48	10.0		
474	Setto	730	848	850	772	48	10.0		
475	Setto	850	849	851	852	48	10.0		
476	Setto	852	851	199	701	48	10.0		
477	Setto	772	850	852	770	48	10.0		
478	Setto	770	852	701	481	48	10.0		
479	Setto	855	94	342	854	48	10.0		
480	Setto	854	342	558	853	48	10.0		
481	Setto	853	558	539	843	48	10.0		
482	Setto	330	855	854	761	48	10.0		
483	Setto	761	854	853	819	48	10.0		
484	Setto	819	853	843	720	48	10.0		
485	Guscio	242	869	876	879	49	18.0		
486	Guscio	857	856	242	574	49	18.0		
487	Guscio	874	859	690	872	49	18.0		
488	Guscio	859	860	553	690	49	18.0		
489	Guscio	861	863	864	696	49	18.0		
490	Guscio	868	867	587	563	49	18.0		
491	Guscio	864	598	587	867	49	18.0		
492	Guscio	879	876	653	212	49	18.0		
493	Guscio	856	871	869	242	49	18.0		
494	Guscio	869	506	653	876	49	18.0		
495	Guscio	872	690	877	878	49	18.0		
496	Guscio	595	880	881	896	49	18.0		
497	Guscio	611	883	884	893	49	18.0		
498	Guscio	600	887	888	890	49	18.0		
499	Guscio	229	600	890	891	49	18.0		
500	Guscio	626	229	891	892	49	18.0		
501	Guscio	886	626	892	889	49	18.0		
502	Guscio	521	611	893	894	49	18.0		
503	Guscio	578	521	894	895	49	18.0		
504	Guscio	882	578	895	885	49	18.0		
505	Guscio	201	595	896	56	49	18.0		
506	Guscio	913	911	880	595	49	18.0		
507	Guscio	643	905	882	328	49	18.0		
508	Guscio	914	907	883	611	49	18.0		
509	Guscio	505	909	886	452	49	18.0		
510	Guscio	915	912	887	600	49	18.0		
511	Guscio	461	471	902	916	49	18.0		
512	Guscio	643	529	904	905	49	18.0		
513	Guscio	685	643	911	913	49	18.0		
514	Guscio	505	706	908	909	49	18.0		
515	Guscio	428	461	912	915	49	18.0		
516	Guscio	548	505	907	914	49	18.0		
517	Guscio	461	916	917	467	49	18.0		
518	Setto	963	920	921	964	48	10.0		
519	Setto	965	923	920	963	48	10.0		
520	Setto	966	925	923	965	48	10.0		
521	Setto	967	927	925	966	48	10.0		
522	Setto	882	578	927	967	48	10.0		
523	Setto	943	584	244	944	48	10.0		
524	Setto	945	592	584	943	48	10.0		
525	Setto	946	420	592	945	48	10.0		
526	Setto	947	399	420	946	48	10.0		
527	Setto	681	662	399	947	48	10.0		
528	Guscio fond.	1027	1001	994	7	1	50.0	10.00	1.00
529	Setto	948	938	939	949	48	10.0		
530	Setto	950	940	938	948	48	10.0		
531	Setto	951	941	940	950	48	10.0		
532	Setto	952	942	941	951	48	10.0		
533	Setto	917	532	942	952	48	10.0		
534	Setto	938	943	944	939	48	10.0		
535	Setto	940	945	943	938	48	10.0		
536	Setto	941	946	945	940	48	10.0		

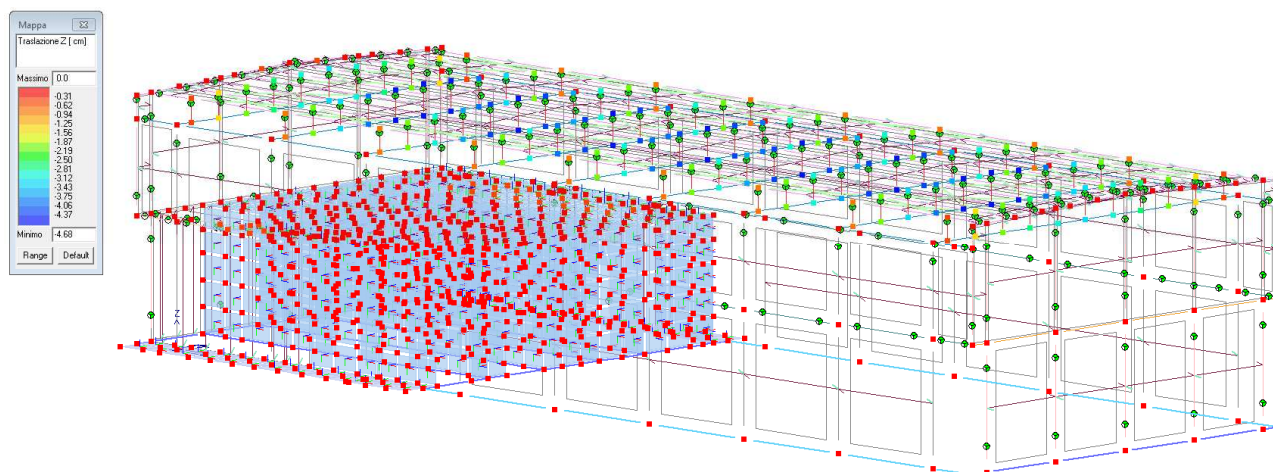
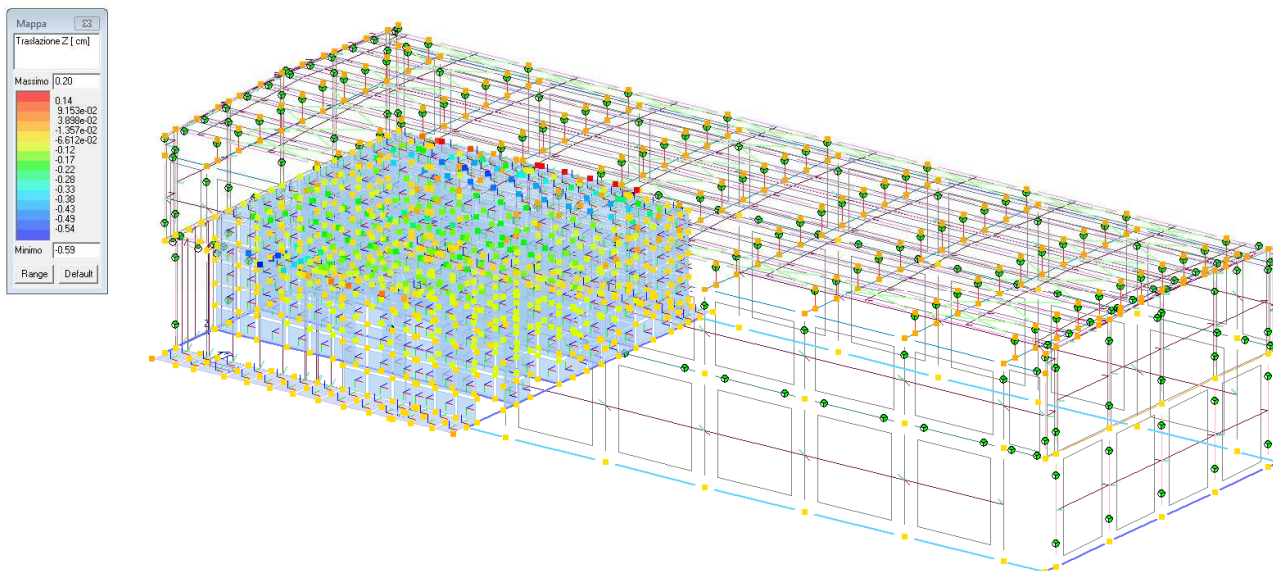
Elem.	Note	Nodo I	Nodo J	Nodo K	Nodo L	Mat.	Spessore	Wink V	Wink O
537	Setto	942	947	946	941	48	10.0		
538	Setto	532	681	947	942	48	10.0		
539	Setto	929	948	949	930	48	10.0		
540	Setto	932	950	948	929	48	10.0		
541	Setto	934	951	950	932	48	10.0		
542	Setto	936	952	951	934	48	10.0		
543	Setto	467	917	952	936	48	10.0		
544	Setto	968	953	954	969	48	10.0		
545	Setto	970	955	953	968	48	10.0		
546	Setto	971	956	955	970	48	10.0		
547	Setto	972	957	956	971	48	10.0		
548	Setto	880	328	957	972	48	10.0		
549	Setto	828	958	959	100	48	10.0		
550	Setto	831	960	958	828	48	10.0		
551	Setto	833	961	960	831	48	10.0		
552	Setto	839	962	961	833	48	10.0		
553	Setto	201	595	962	839	48	10.0		
554	Setto	953	963	964	954	48	10.0		
555	Setto	955	965	963	953	48	10.0		
556	Setto	956	966	965	955	48	10.0		
557	Setto	957	967	966	956	48	10.0		
558	Setto	328	882	967	957	48	10.0		
559	Setto	958	968	969	959	48	10.0		
560	Setto	960	970	968	958	48	10.0		
561	Setto	961	971	970	960	48	10.0		
562	Setto	962	972	971	961	48	10.0		
563	Setto	595	880	972	962	48	10.0		
564	Setto	974	1008	1009	1004	48	10.0		
565	Setto	553	696	1008	974	48	10.0		
566	Setto	1008	1010	978	1009	48	10.0		
567	Setto	696	864	1010	1008	48	10.0		
568	Setto	1012	989	991	1013	48	10.0		
569	Setto	1002	1003	1011	982	48	10.0		
570	Setto	1005	1006	1003	1002	48	10.0		
571	Setto	975	1004	1006	1005	48	10.0		
572	Setto	1009	978	977	1007	48	10.0		
573	Setto	1007	977	980	979	48	10.0		
574	Setto	979	980	1045	981	48	10.0		
575	Setto	1013	991	997	1014	48	10.0		
576	Setto	1014	997	998	1015	48	10.0		
577	Setto	1015	998	1046	1016	48	10.0		
578	Setto	991	993	999	997	48	10.0		
579	Setto	997	999	1000	998	48	10.0		
580	Setto	998	1000	1047	1046	48	10.0		
581	Setto	993	381	987	999	48	10.0		
582	Setto	999	987	986	1000	48	10.0		
583	Setto	1000	986	373	1047	48	10.0		
584	Setto	598	665	989	1012	48	10.0		
585	Setto	989	992	993	991	48	10.0		
586	Setto	665	588	992	989	48	10.0		
587	Setto	992	363	381	993	48	10.0		
588	Setto	588	700	363	992	48	10.0		
589	Setto	995	974	1004	975	48	10.0		
590	Setto	690	553	974	995	48	10.0		
591	Setto	1003	979	981	1011	48	10.0		
592	Setto	1006	1007	979	1003	48	10.0		
593	Setto	1004	1009	1007	1006	48	10.0		
594	Setto	1010	1012	1013	978	48	10.0		
595	Setto	978	1013	1014	977	48	10.0		
596	Setto	977	1014	1015	980	48	10.0		
597	Setto	980	1015	1016	1045	48	10.0		
598	Setto	864	598	1012	1010	48	10.0		
599	Guscio fond.	1044	341	1017	973	1	50.0	10.00	1.00
600	Guscio fond.	897	329	373	1047	1	50.0	10.00	1.00
601	Guscio fond.	924	5	1022	926	1	50.0	10.00	1.00
602	Guscio fond.	899	1	1024	900	1	50.0	10.00	1.00
603	Guscio fond.	866	9	1016	1045	1	50.0	10.00	1.00
604	Guscio fond.	1034	3	1026	1035	1	50.0	10.00	1.00
605	Guscio fond.	976	7	1028	983	1	50.0	10.00	1.00
606	Guscio fond.	985	11	1029	988	1	50.0	10.00	1.00
607	Guscio fond.	994	1030	1031	996	1	50.0	10.00	1.00
608	Guscio fond.	337	1032	1033	1018	1	50.0	10.00	1.00
609	Guscio fond.	1032	1034	1035	1033	1	50.0	10.00	1.00
610	Guscio fond.	3	1036	1037	1026	1	50.0	10.00	1.00
611	Guscio fond.	1036	1038	1039	1037	1	50.0	10.00	1.00
612	Guscio fond.	11	1040	1041	1029	1	50.0	10.00	1.00
613	Guscio fond.	1040	1042	1043	1041	1	50.0	10.00	1.00
614	Guscio fond.	1042	1044	973	1043	1	50.0	10.00	1.00

Elem.	Note	Nodo I	Nodo J	Nodo K	Nodo L	Mat.	Spessore	Wink V	Wink O
615	Guscio fond.	944	244	341	1044	1	50.0	10.00	1.00
616	Guscio fond.	969	954	3	1034	1	50.0	10.00	1.00
617	Guscio fond.	984	1027	7	976	1	50.0	10.00	1.00
618	Guscio fond.	990	930	11	985	1	50.0	10.00	1.00
619	Guscio fond.	1001	937	1030	994	1	50.0	10.00	1.00
620	Guscio fond.	100	959	1032	337	1	50.0	10.00	1.00
621	Guscio fond.	959	969	1034	1032	1	50.0	10.00	1.00
622	Guscio fond.	954	964	1036	3	1	50.0	10.00	1.00
623	Guscio fond.	964	921	1038	1036	1	50.0	10.00	1.00
624	Guscio fond.	930	949	1040	11	1	50.0	10.00	1.00
625	Guscio fond.	949	939	1042	1040	1	50.0	10.00	1.00
626	Guscio fond.	939	944	1044	1042	1	50.0	10.00	1.00
627	Guscio fond.	5	1048	982	1022	1	50.0	10.00	1.00
628	Guscio fond.	1048	1050	1011	982	1	50.0	10.00	1.00
629	Guscio fond.	1050	858	981	1011	1	50.0	10.00	1.00
630	Guscio fond.	858	866	1045	981	1	50.0	10.00	1.00
631	Guscio fond.	9	873	1046	1016	1	50.0	10.00	1.00
632	Guscio fond.	873	897	1047	1046	1	50.0	10.00	1.00
633	Guscio fond.	898	1019	329	897	1	50.0	10.00	1.00
634	Guscio fond.	928	1021	5	924	1	50.0	10.00	1.00
635	Guscio fond.	901	1023	1	899	1	50.0	10.00	1.00
636	Guscio fond.	870	1025	9	866	1	50.0	10.00	1.00
637	Guscio fond.	1021	1049	1048	5	1	50.0	10.00	1.00
638	Guscio fond.	1049	1051	1050	1048	1	50.0	10.00	1.00
639	Guscio fond.	1051	865	858	1050	1	50.0	10.00	1.00
640	Guscio fond.	865	870	866	858	1	50.0	10.00	1.00
641	Guscio fond.	1025	875	873	9	1	50.0	10.00	1.00
642	Guscio fond.	875	898	897	873	1	50.0	10.00	1.00
643	Guscio fond.	839	899	900	83	1	50.0	10.00	1.00
644	Guscio fond.	1020	901	899	339	1	50.0	10.00	1.00
645	Guscio fond.	1	903	906	1024	1	50.0	10.00	1.00
646	Guscio fond.	1023	910	903	1	1	50.0	10.00	1.00
647	Guscio fond.	903	918	919	906	1	50.0	10.00	1.00
648	Guscio fond.	910	922	918	903	1	50.0	10.00	1.00
649	Guscio fond.	918	924	926	919	1	50.0	10.00	1.00
650	Guscio fond.	922	928	924	918	1	50.0	10.00	1.00
651	Guscio fond.	1038	931	933	1039	1	50.0	10.00	1.00
652	Guscio fond.	921	935	931	1038	1	50.0	10.00	1.00
653	Guscio fond.	931	976	983	933	1	50.0	10.00	1.00
654	Guscio fond.	935	984	976	931	1	50.0	10.00	1.00
655	Guscio fond.	1030	985	988	1031	1	50.0	10.00	1.00
656	Guscio fond.	937	990	985	1030	1	50.0	10.00	1.00
657	Guscio fond.	7	994	996	1028	1	50.0	10.00	1.00
658	Guscio	210	428	915	1052	49	18.0		
659	Guscio	529	512	1053	904	49	18.0		
660	Guscio	512	548	914	1053	49	18.0		
661	Guscio	471	534	1054	902	49	18.0		
662	Guscio	706	210	1052	908	49	18.0		
663	Guscio	444	685	913	1055	49	18.0		
664	Guscio	534	684	1056	1054	49	18.0		
665	Guscio	574	242	879	1057	49	18.0		
666	Guscio	690	553	1058	877	49	18.0		
667	Setto	583	1060	1061	366	48	10.0		
668	Setto	366	1061	1056	684	48	10.0		
669	Setto	557	1059	1062	556	48	10.0		
670	Setto	556	1062	1063	531	48	10.0		
671	Setto	531	1063	1060	583	48	10.0		
672	Setto	830	1064	1065	829	48	10.0		
673	Setto	829	1065	1066	832	48	10.0		
674	Setto	832	1066	1067	834	48	10.0		
675	Setto	834	1067	862	840	48	10.0		
676	Setto	840	862	1055	444	48	10.0		

## 3 VERIFICHE DEFORMATIVE

### 3.1 Deformazioni verticali

Nel seguito si riportano alcune immagini relative alle deformazioni verticali del solaio in compensato di tavole e della copertura.



Come si evince dalle immagini i massimi abbassamenti in combinazione rara riscontrati si assestano su:

- Solaio:  $5.9 \text{ mm} \rightarrow 5.9/3600 = L/610$
- Copertura:  $46.8 \text{ mm} \rightarrow 46.8/14500 = L/310$

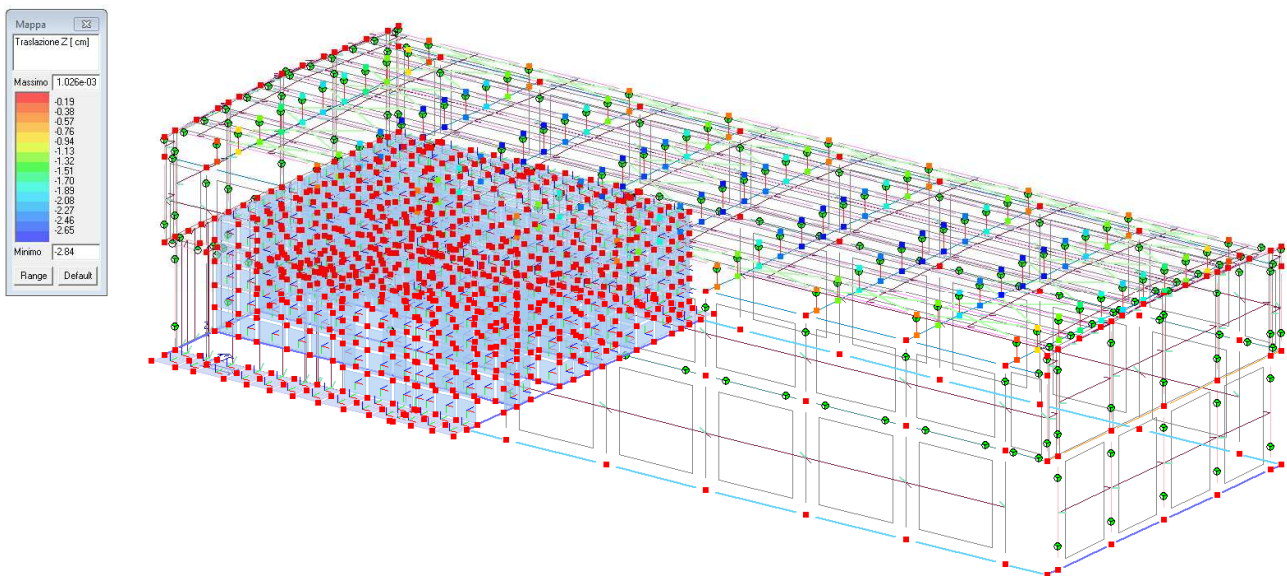
Per valutare la freccia a tempo infinito si amplifica la deformata del fattore  $(1+k_{def})$ , con  $k_{def}$  definito come segue:

**Tabella 4.4.V - Valori di  $k_{def}$  per legno e prodotti strutturali a base di legno**

Materiale	Riferimento	Classe di servizio		
		1	2	3
Legno massiccio	EN 14081-1	0,60	0,80	2,00
Legno lamellare incollato	EN 14080	0,60	0,80	2,00
Compensato	EN 636	Parte 1	0,80	-
		Parte 2	0,80	1,00
		Parte 3	0,80	1,00
Pannelli di scaglie orientate (OSB)	EN 300	OSB/2	2,25	-
		OSB/3 OSB/4	1,50	2,25
Pannello di particelle (truciolare)	EN 312	Parte 4	2,25	-
		Parte 5	2,25	3,00
		Parte 6	1,50	-
		Parte 7	1,50	2,25
Pannelli di fibre, alta densità	EN 622-2	HB.LA	2,25	-
		HB.HLA1, HB.HLA2	2,25	3,00
Pannelli di fibre, media densità (MDF)	EN 622-3	MBH.LA1, MBH.LA2	3,00	-
		MBH.HLS1, MBH.HLS2	3,00	4,00
	EN 622-5	MDF.LA	2,25	-
		MDF.HLS	2,25	3,00

Per legno massiccio posto in opera con umidità prossima al punto di saturazione, e che possa essere soggetto a essiccazione sotto carico, il valore di  $k_{def}$  dovrà, in assenza di idonei provvedimenti, essere aumentato a seguito di opportune valutazioni, sommando ai termini della tabella un valore comunque non inferiore a 2.0.

L'amplificazione viene fatta al netto della deformata per neve che vale 28.4 mm



Le deformate risultano quindi:

- Solaio:  $5.9 \text{ mm} \times (1+0.8) = 14.2 \text{ mm} \rightarrow 10.6/3600 = L/338$
- Copertura:  $(46.8-28.4) \text{ mm} \times (1+0.6) = 29.4 \text{ mm} \rightarrow 29.4/14500 = L/493$

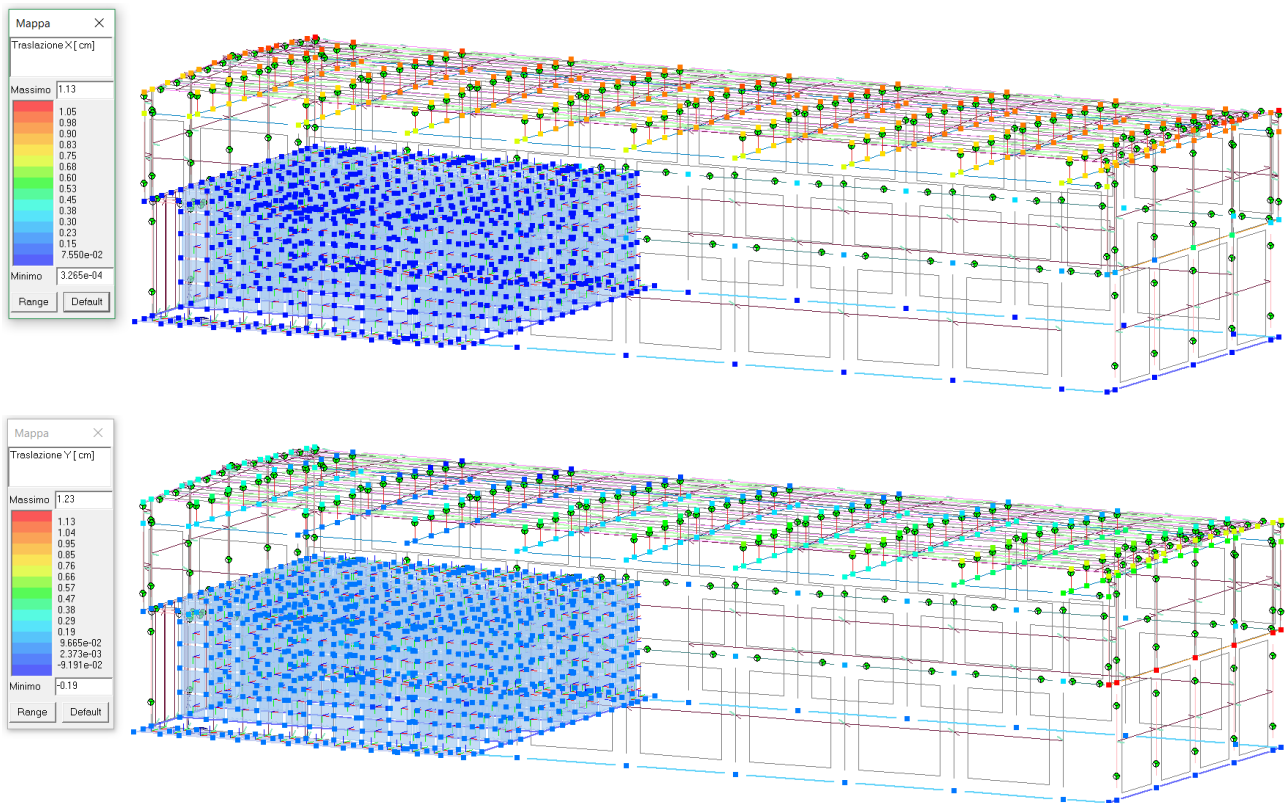
Le verifiche risultano soddisfatte anche tempo infinito.



## 3.2 Deformazioni orizzontali

### 3.2.1 Verifiche a SLD

Si riportano nel seguito le immagini rappresentative degli spostamenti orizzontali dovuti al sisma.



In considerazione della presenza dei pannelli di facciata anch'essi in compensato di tavole ma che, non svolgono funzione strutturale le deformate devono rientrare nei limiti di  $0.005h$ .

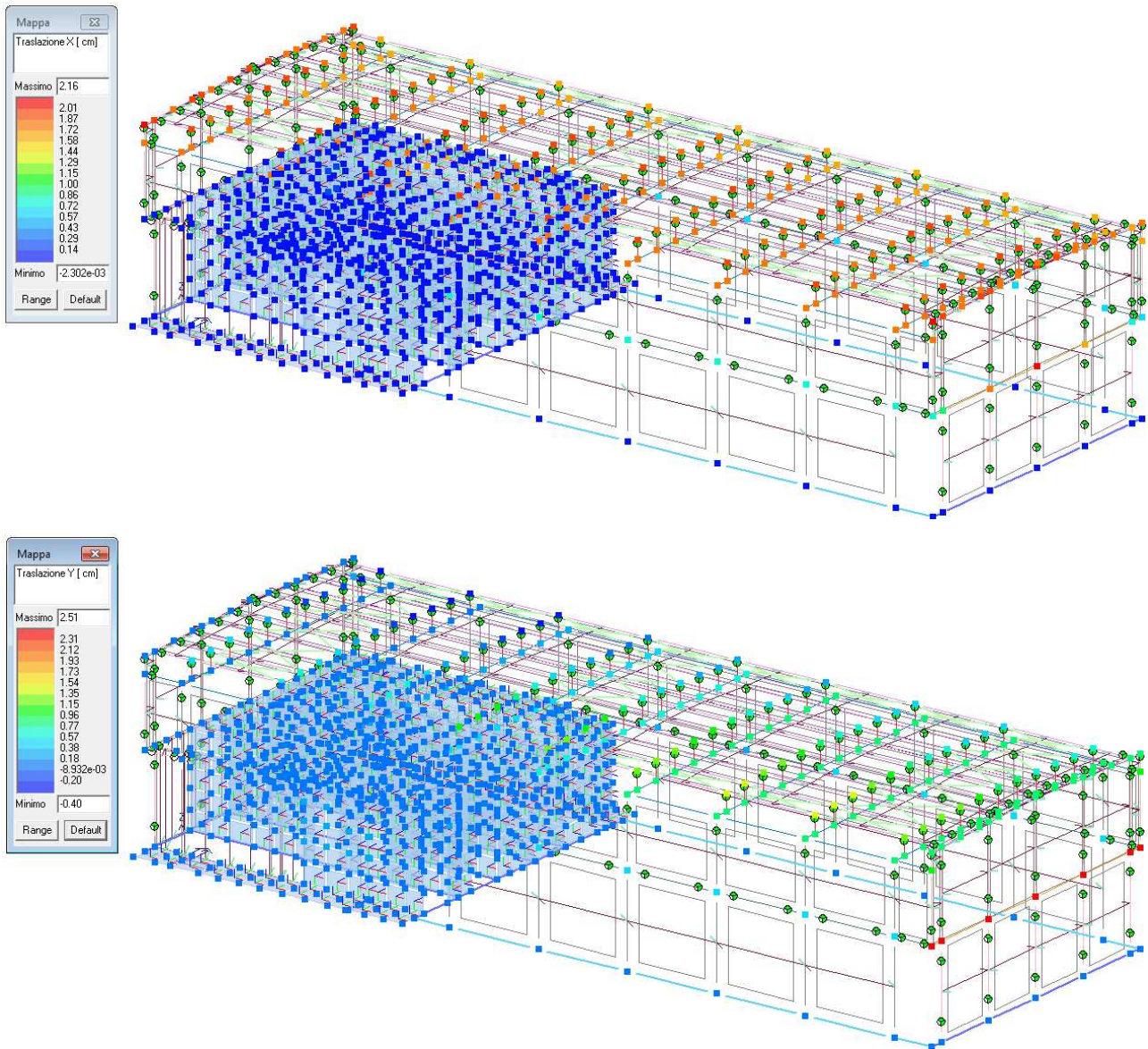
Si noti come il piano primo non subisca spostamenti rilevanti. Il massimo spostamento orizzontale si registra in direzione trasversale (Y) alla quota del livello 1 in corrispondenza della facciata a doppia altezza ed è pari a:

$$d = 1.23 \text{ cm} \rightarrow 1.23 / 450 = 0.0027 \text{ h}$$

La verifica a SLD risulta quindi soddisfatta. Essendo il drift inferiore a  $2/3$  del limite consentito risulta implicitamente soddisfatta anche la verifica a SLO.

### 3.2.2 Verifiche a SLE per vento

Si riportano le immagini rappresentative degli spostamenti massimi orizzontali sotto carico vento.



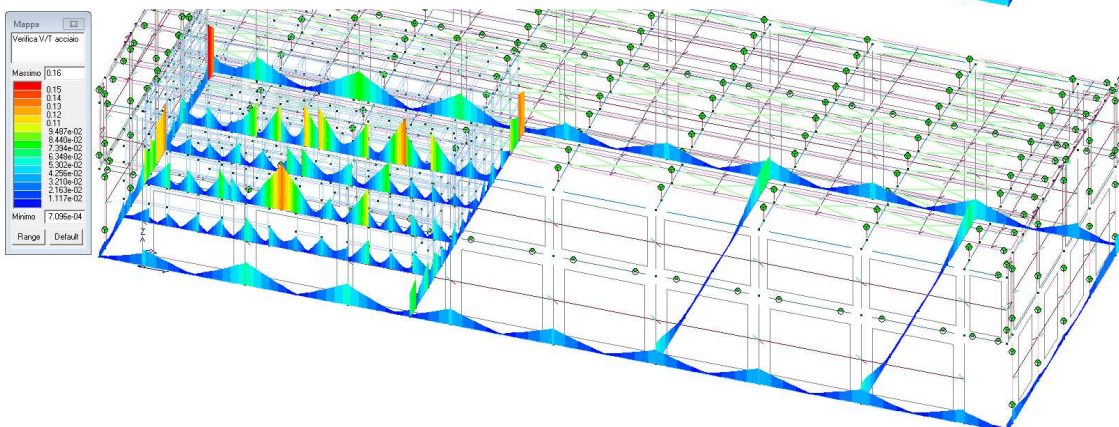
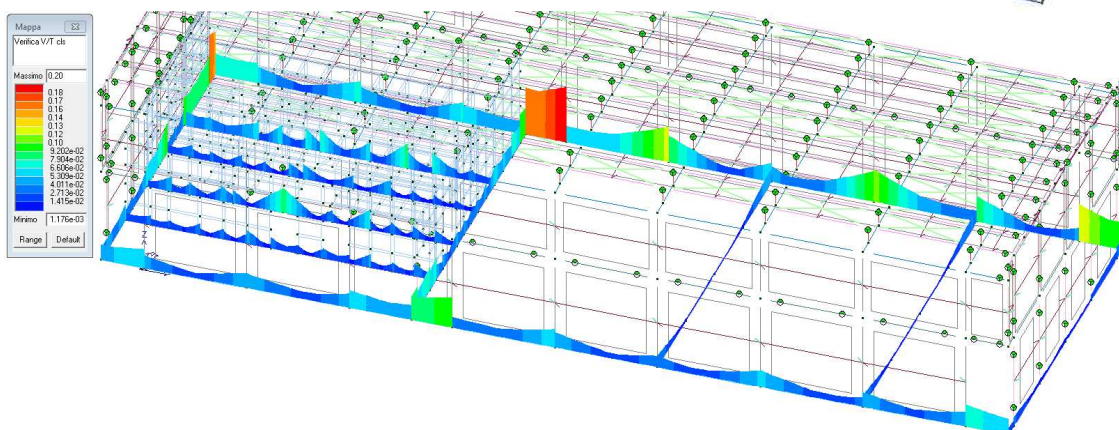
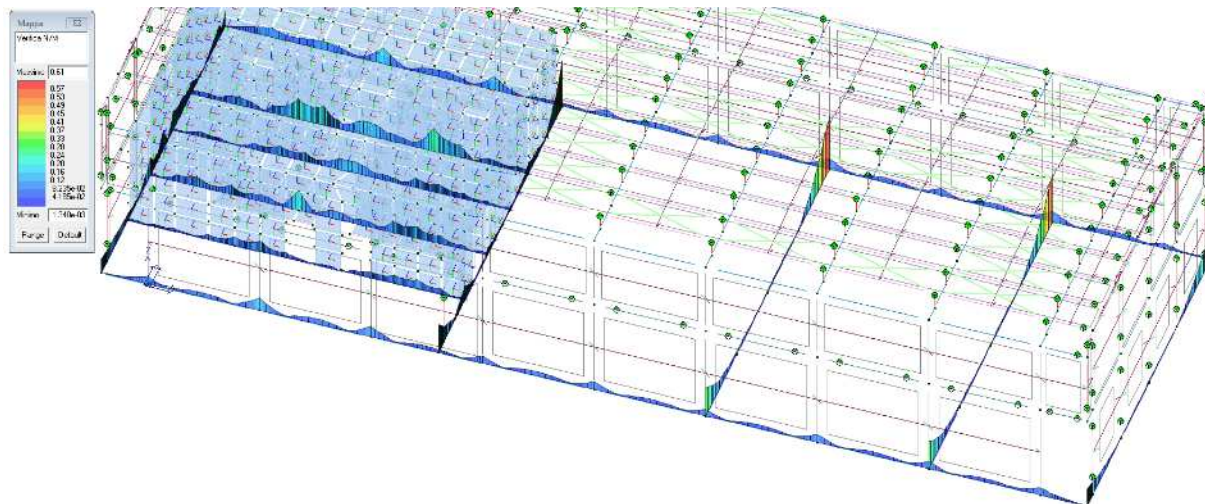
Lo spostamento massimo è pari a 2.51 cm  $\rightarrow 2.51 / 820 = H/327$ .

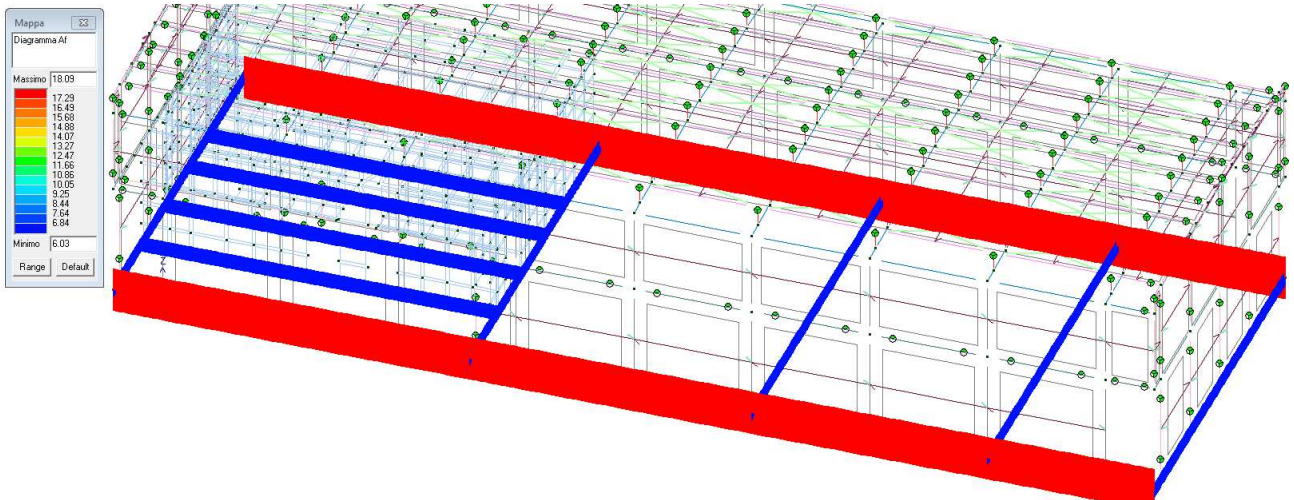
La verifica risulta pertanto soddisfatta.

## 4 VERIFICHE A SLU

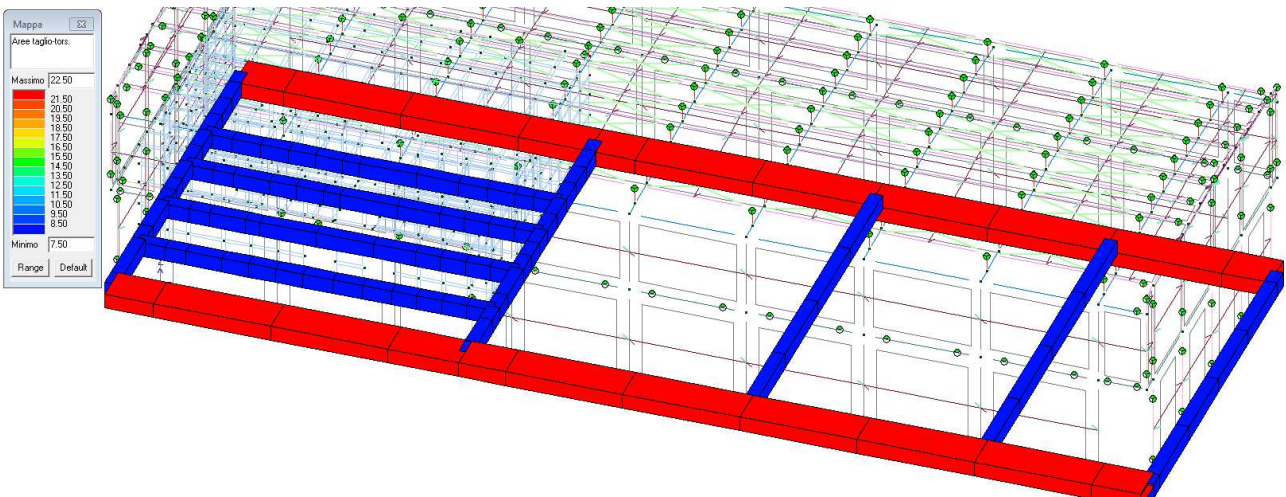
### 4.1 Strutture in ca

Seguono le immagini a mappe di colore riepilogative delle verifiche condotte ai sensi delle NTC 2008.





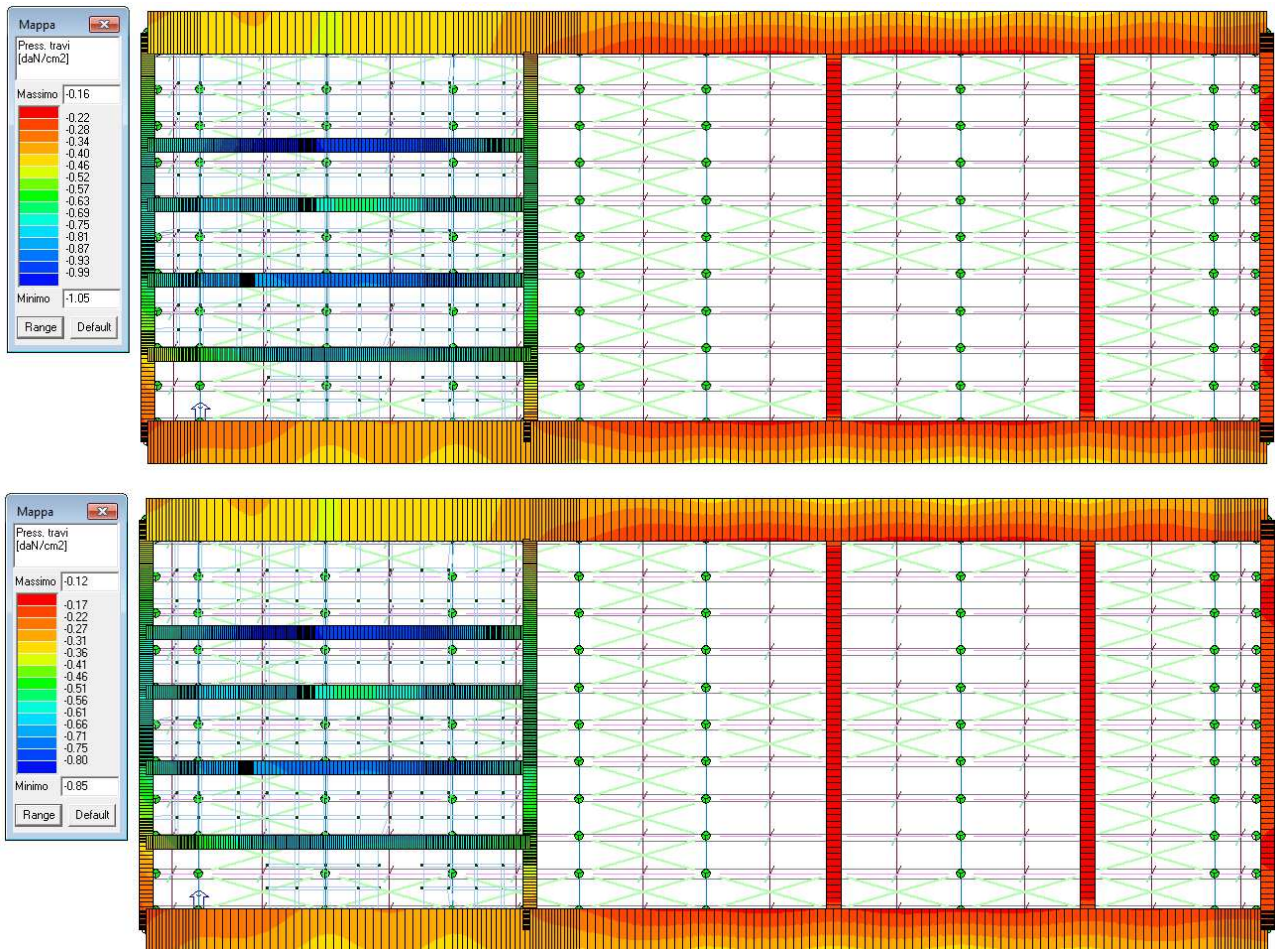
Sulle travi principali è stata prevista un'armatura pari a 15 d14 sia superiori che inferiori pari a quindi 23.4 cmq. Sui cordoli secondari invece sono stati previsti 4 d16 sia inferiori che superiori pari quindi a 8.04 cmq. In entrambi i casi l'area disposta è maggiore dei minimi di norma.



Le staffature delle travi principali consistono in staffe a 6 bracci d10/20  $\rightarrow 0.79 \times 6 \times 5 = 23.7$  cmq/ml. Le staffe dei cordoli invece sono d10/20 a 2 bracci  $\rightarrow 0.79 \times 2 \times 5 = 7.9$  cmq/ml. In entrambi i casi le armature previste soddisfano i requisiti minimi normativi.

### 4.1.1 Pressioni sul terreno

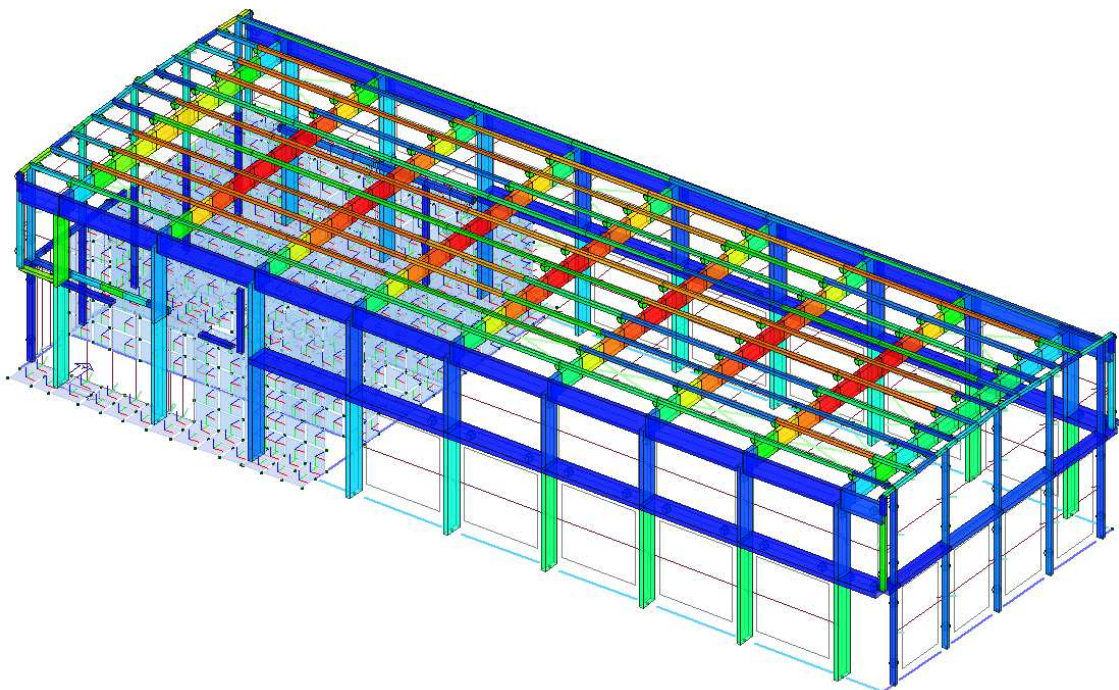
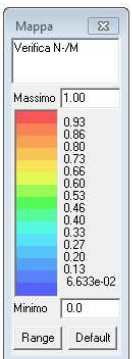
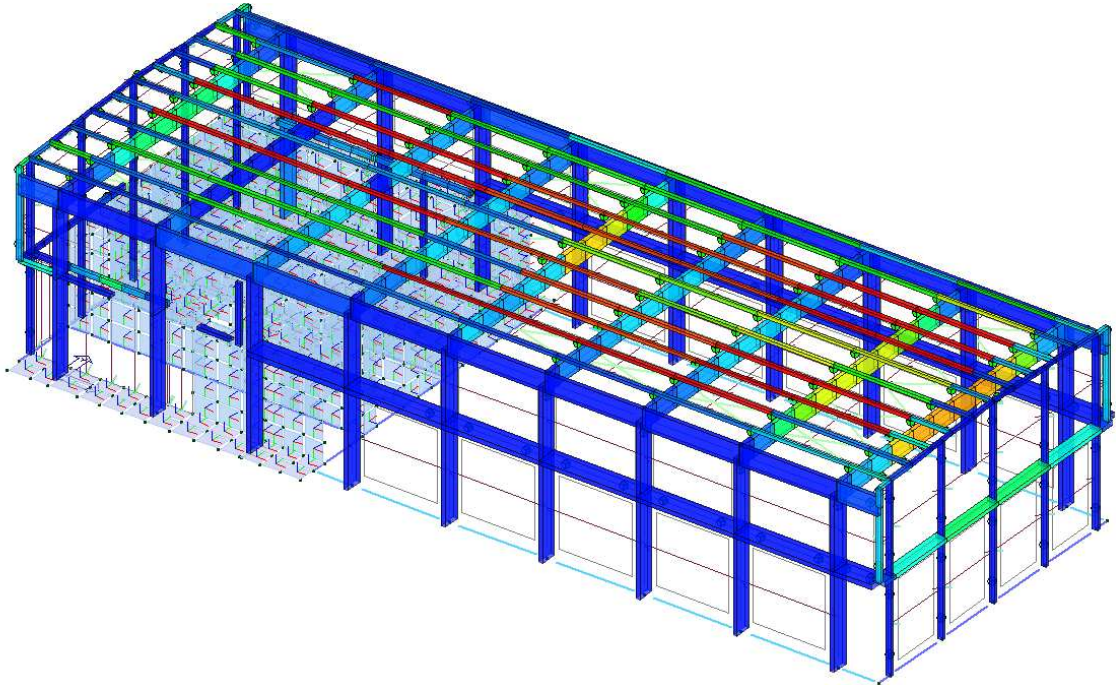
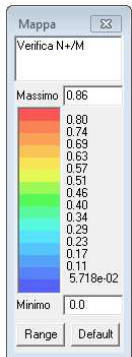
Si riportano le massime pressioni nelle due combinazioni di carico dimensionanti per le verifiche geotecniche, rispettivamente A1 e A2.

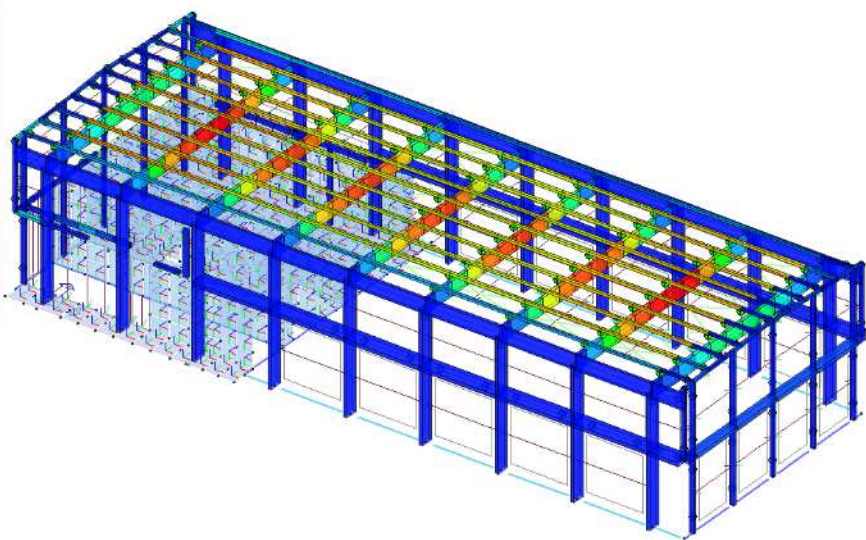
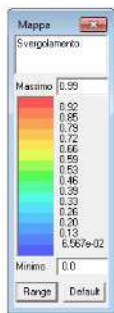
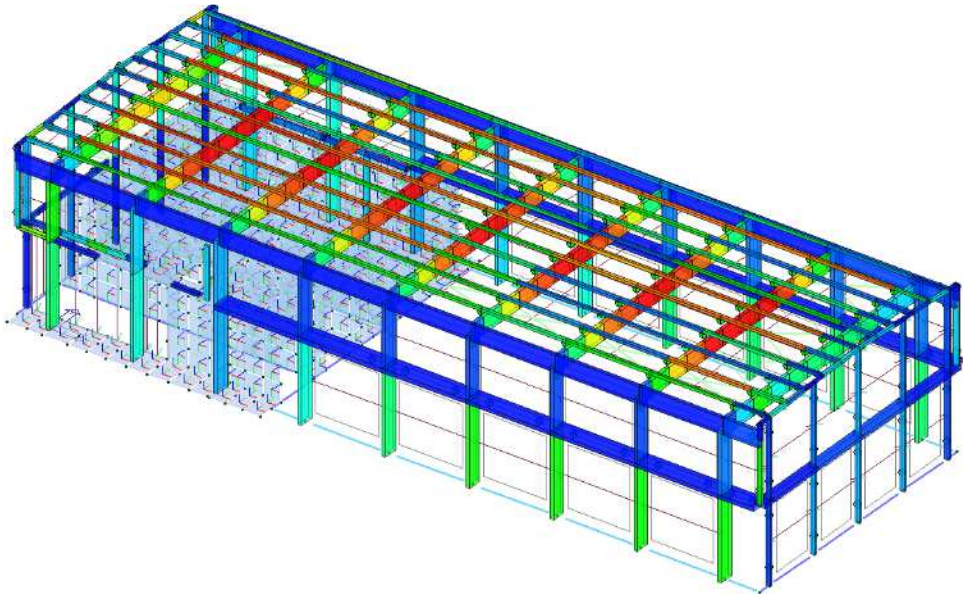
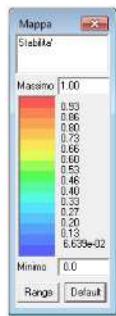
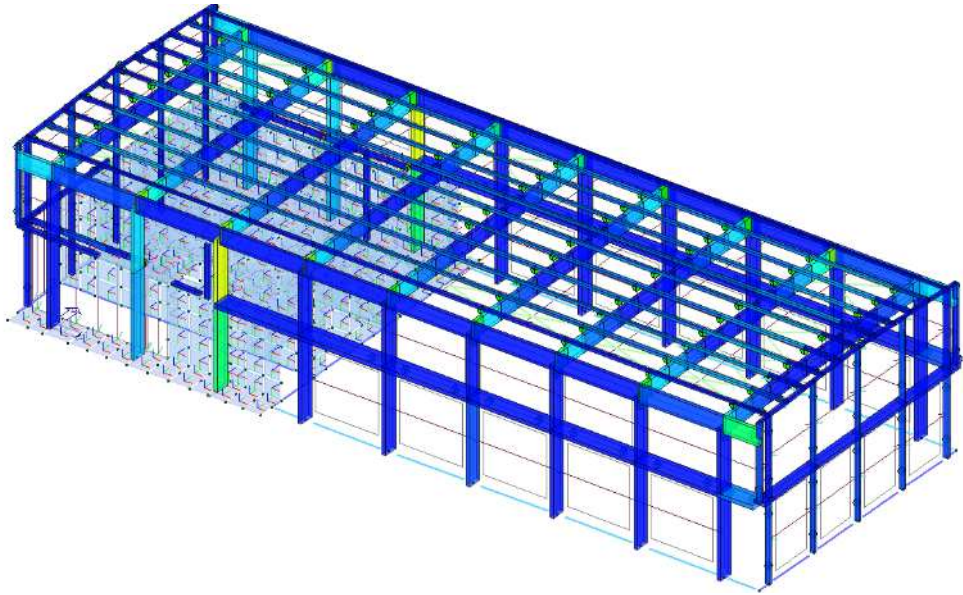
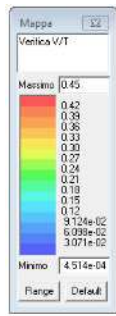


Le verifiche geotecniche sono riportate sulla relazione geotecnica a cura del dott. Geol. Fulvio Epifani.

## 4.2 Strutture in legno lamellare

Seguono le immagini a mappe di colore riepilogative delle verifiche condotte ai sensi delle NTC 2008.





## 4.2.1 Verifiche a caldo

Date le specifiche di progetto le strutture lignee in legno lamellare dovranno presentare un'intrinseca resistenza al fuoco tale da poterle certificare R60.

### 4.2.1.1 Caratteristiche meccaniche del materiale

Secondo quanto previsto dall'Eurocodice 5 le caratteristiche di resistenza e rigidezza del legno in caso di incendio devono essere così valutate:

$$f_{d,fi} = k_{mod,fi} \frac{f_{20}}{\gamma_{M,fi}}$$

$$S_{d,fi} = k_{mod,fi} \frac{S_{20}}{\gamma_{M,fi}}$$

Dove  $\gamma_{M,fi} = 1.0$  e  $k_{mod,fi} = 1.0$

$$f_{20} = k_{fi} f_k$$

$$S_{20} = k_{fi} S_{05}$$

Dove

$f_k = 28.0$  N/mm<sup>2</sup> (flessione)

$26.5$  N/mm<sup>2</sup> (compressione)

$S_{05} = 10200$  N/mm<sup>2</sup> (Modulo di Young parallelo alla fibratura)

Table 2.1 — Values of  $k_{fi}$

	$k_{fi}$
Solid timber	1,25
Glued-laminated timber	1,15
Wood-based panels	1,15
LVL	1,1
Connections with fasteners in shear with side members of wood and wood-based panels	1,15
Connections with fasteners in shear with side members of steel	1,05
Connections with axially loaded fasteners	1,05

Da cui ne derivano le seguenti grandezze:



$$f_{m,g,20} = 32.2 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{c,0,g,20} = 30.5 \text{ N/mm}^2$$

$$E_{0,g,20} = 11730 \text{ N/mm}^2$$

#### 4.2.1.2 Fattori di riduzione di sezione

Lo spessore di sezione che si carbonizza è definito come:

$$d_{char,0} = \beta_0 t \quad (\text{lungo il lato della sezione})$$

$$d_{char,n} = \beta_n t \quad (\text{sull'angolo della sezione})$$

Dove  $\beta_0$   $\beta_n$  sono riportati nella tabella sotto e  $t$  sono i minuti di esposizione al fuoco.

Il tempo da considerare è pari a 60.

**Table 3.1 – Design charring rates  $\beta_0$  and  $\beta_n$  of timber, LVL, wood panelling and wood-based panels**

	$\beta_0$ mm/min	$\beta_n$ mm/min
<b>a) Softwood and beech</b>		
Glued laminated timber with a characteristic density of $\geq 290 \text{ kg/m}^3$	0,65	0,7
Solid timber with a characteristic density of $\geq 290 \text{ kg/m}^3$	0,65	0,8
<b>b) Hardwood</b>		
Solid or glued laminated hardwood with a characteristic density of $290 \text{ kg/m}^3$	0,65	0,7
Solid or glued laminated hardwood with a characteristic density of $\geq 450 \text{ kg/m}^3$	0,50	0,55
<b>c) LVL</b>		
with a characteristic density of $\geq 480 \text{ kg/m}^3$	0,65	0,7
<b>d) Panels</b>		
Wood panelling	0,9 <sup>a</sup>	–
Plywood	1,0 <sup>a</sup>	–
Wood-based panels other than plywood	0,9 <sup>a</sup>	–
<sup>a</sup> The values apply to a characteristic density of $450 \text{ kg/m}^3$ and a panel thickness of 20 mm; see 3.4.2(9) for other thicknesses and densities.		

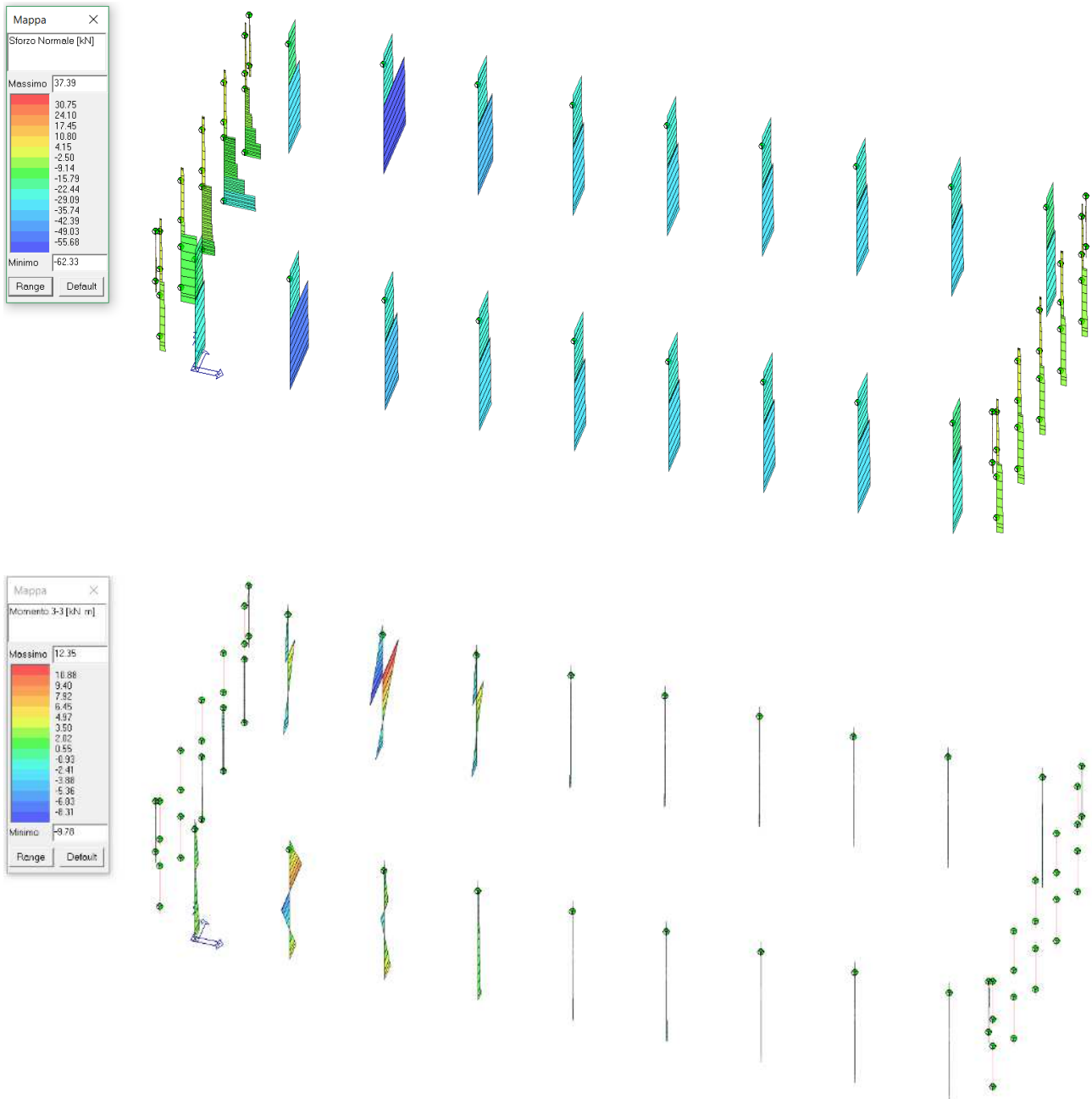
Si analizzano nel seguito le sezioni di Pilastri, montanti di facciata, Travi a doppia pendenza ed Arcarecci. La riduzione di sezione è calcolabile in:

$$d_{ef} = d_{char,n} + k_0 d_0 = 0.7 \times 60 + 1.0 \times 7.0 = 49 \text{ mm}$$

### 4.2.1.3 Verifica delle membrature

#### PILASTRI E MONTANTI

Si riportano le sollecitazioni in combinazione eccezionale e a seguire le verifiche sezionali



**PILASTRI COPERTURA**

B 180 mm  
H 750 mm

beta n 0.70  
t 60

**dchar 49 mm**

Bef 82 mm  
Hef 701 mm

A 57 482 mmq  
W 6 715 814 mmc

fmk 28 MPa  
fc0k 26.5 MPa

kfi 1.15  
fmdfi 32.2  
fc0dfi 30.5

N 62.33 kN  
M 12.35 kNm

**sc-sc/fcdfi 1.08 - 0.04 OK**  
**sm-sm/fmdfi 1.84 - 0.06 OK**

**Verifica combinata 0.06 OK**

**MONTANTI FACCIATA**

B 150 mm  
H 300 mm

beta n 0.70  
t 60

**dchar 49 mm**

Bef 52 mm  
Hef 251 mm

A 13 052 mmq  
W 546 009 mmc

fmk 28 MPa  
fc0k 26.5 MPa

kfi 1.15  
fmdfi 32.2  
fc0dfi 30.5

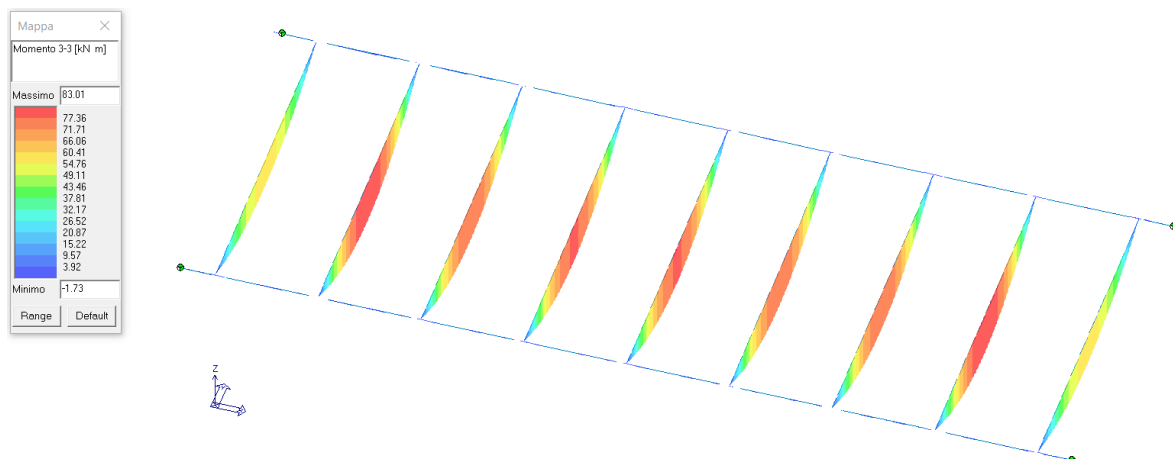
N 30 kN  
M 1 kNm

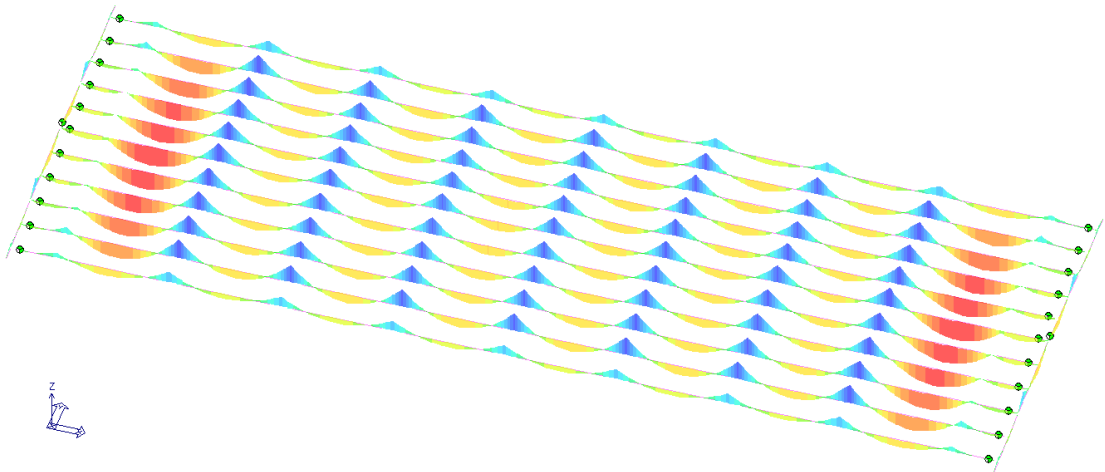
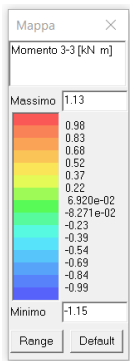
**sc-sc/fcdfi 2.30 - 0.08 OK**  
**sm-sm/fmdfi 1.83 - 0.06 OK**

**Verifica combinata 0.06 OK**

**TRAVI E ARCARECCI**

Si riportano le sollecitazioni in combinazione eccezionale e a seguire le verifiche sezionali





### TRAVI

B	180 mm
H	800 mm
beta n	1
t	60

**dchar 49 mm**

Bef	82 mm
Hef	751 mm

A	61 582 mmq
W	7 708 014 mmc

fmk	28 MPa
fc0k	26.5 MPa

kfi	1.15
fmdfi	32.2
fc0dfi	30.5

N	0 kN
M	83.01 kNm

**sc-sc/fcdfi 0.00 - - OK**  
**sm-sm/fmdfi 10.77 - 0.33 OK**

### ARCARECCI

B	140 mm
H	140 mm
beta n	1
t	60

**dchar 49 mm**

Bef	42 mm
Hef	91 mm

A	3 822 mmq
W	57 967 mmc

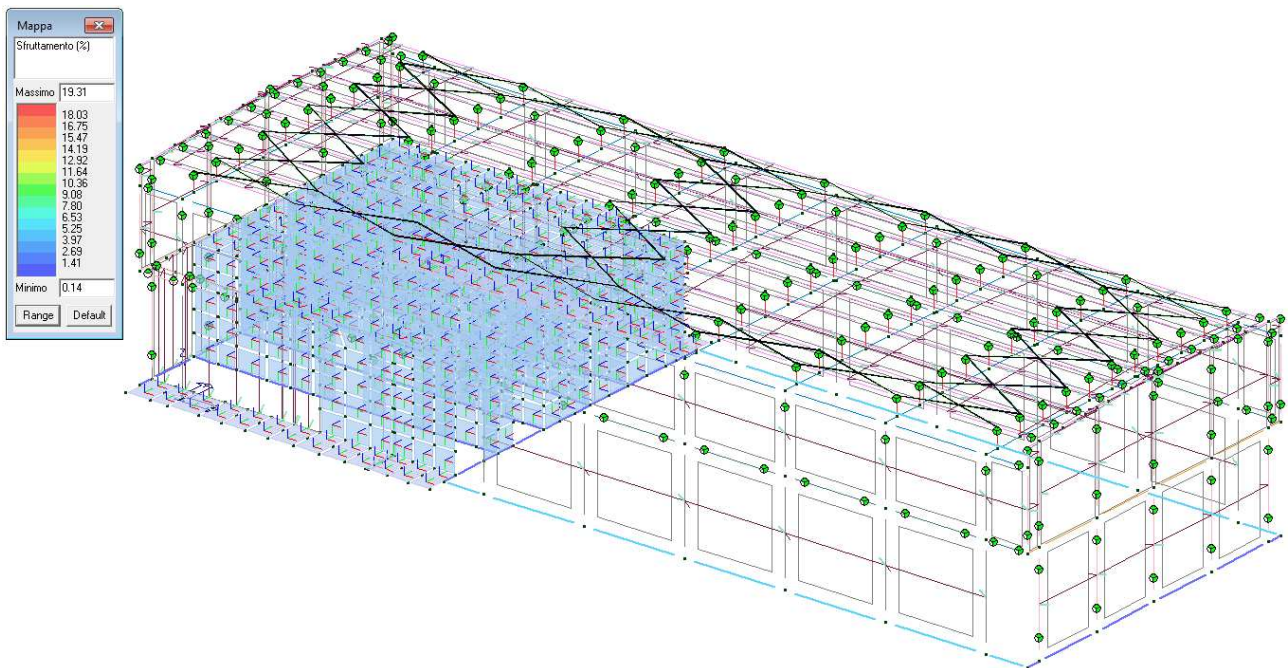
fmk	28 MPa
fc0k	26.5 MPa

kfi	1.15
fmdfi	32.2
fc0dfi	30.5

N	0 kN
M	1.15 kNm

**sc-sc/fcdfi 0.00 - - OK**  
**sm-sm/fmdfi 19.84 - 0.62 OK**

## 4.3 Diagonali in acciaio



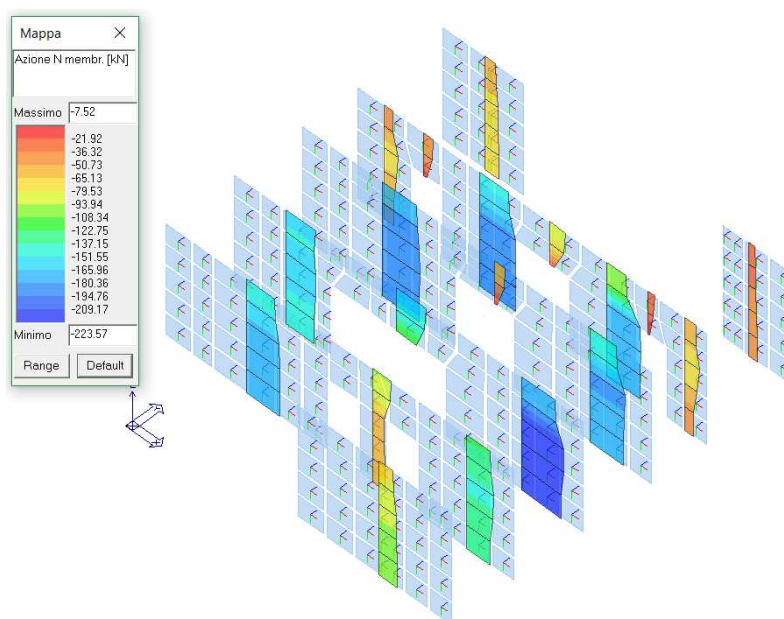
## 4.4 Strutture in X-lam

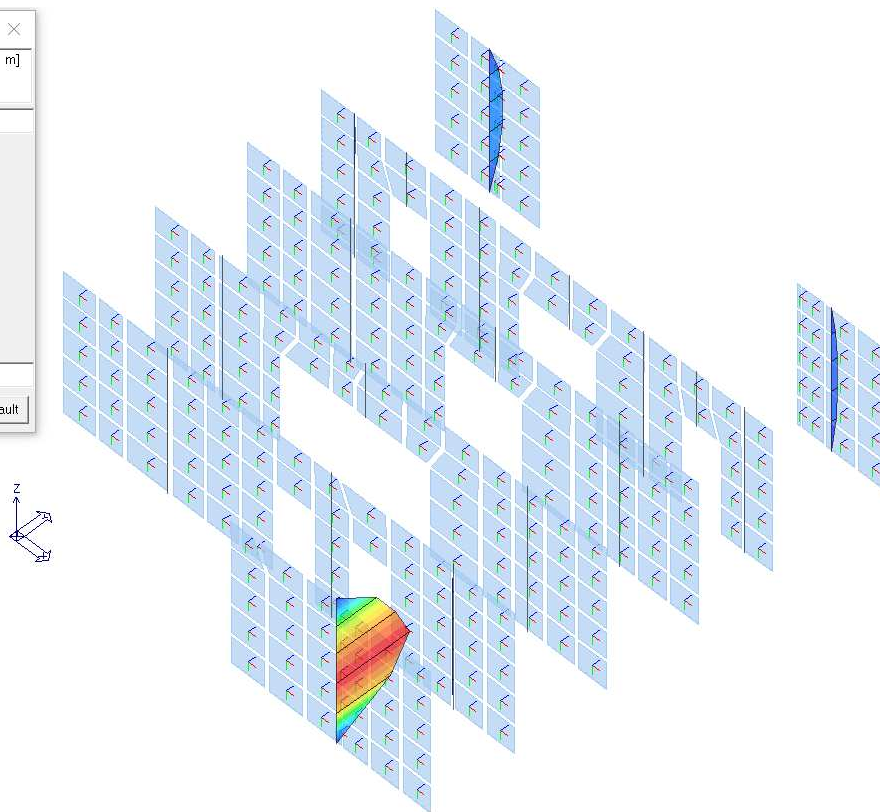
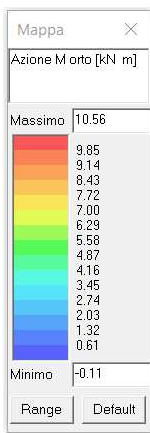
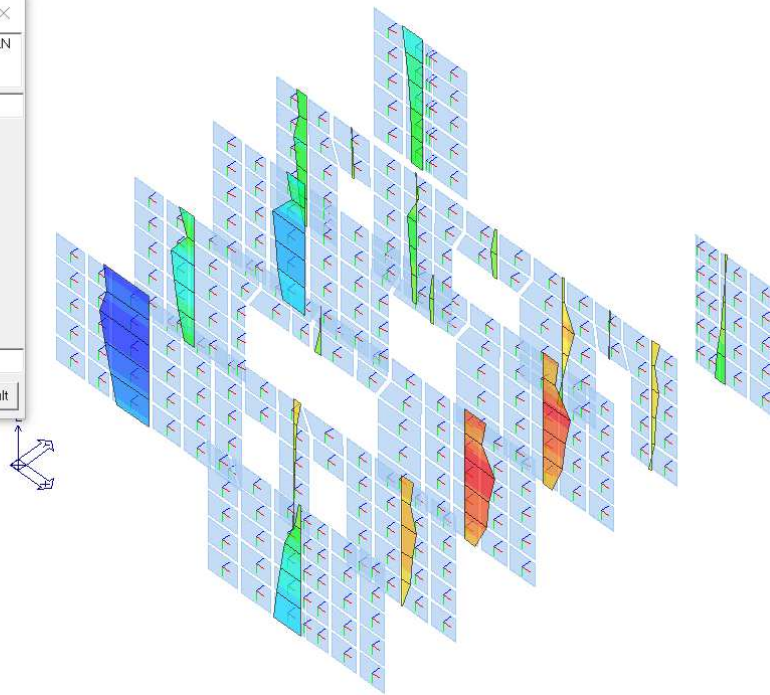
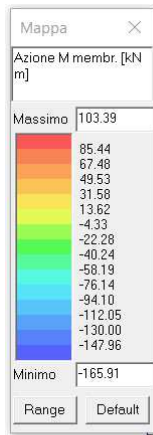
Seguono le immagini a mappa di colore riepilogative delle massime sollecitazioni che interessano le strutture in pannelli di compensato di tavole.

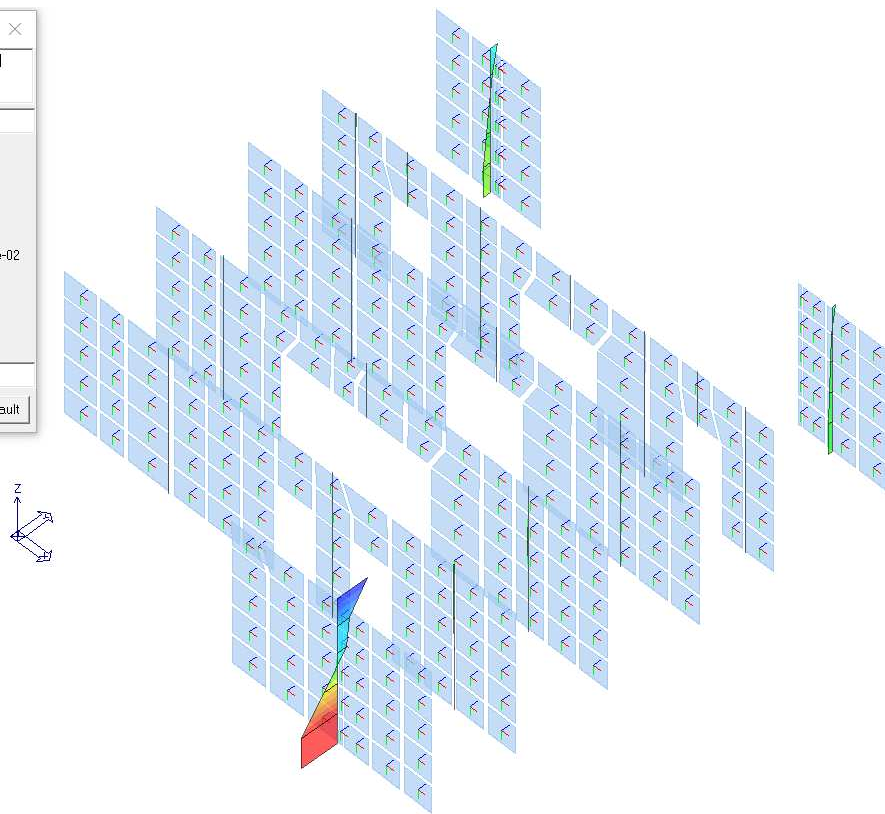
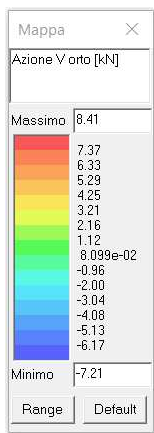
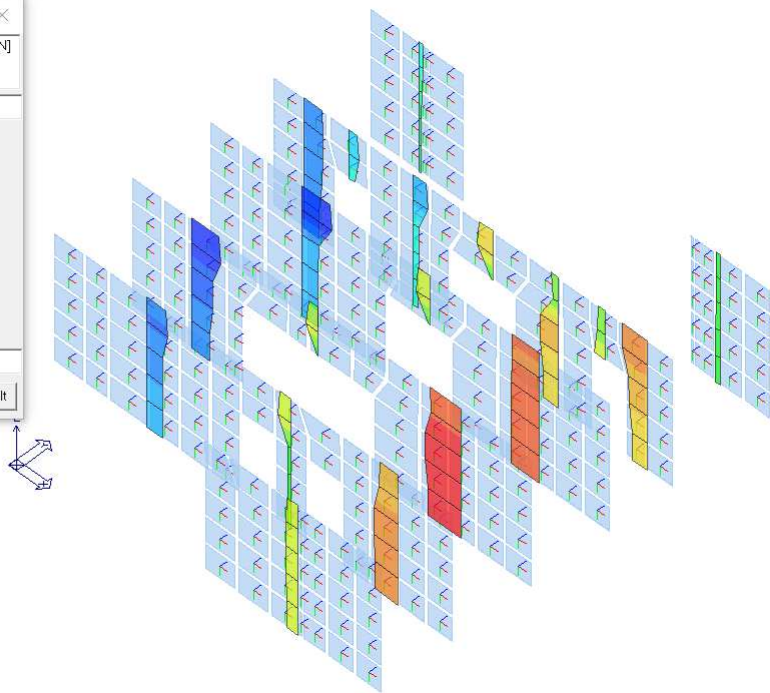
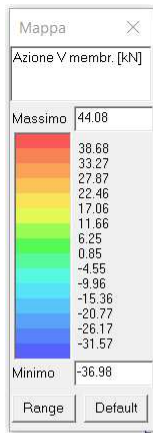
### 4.4.1 Setti

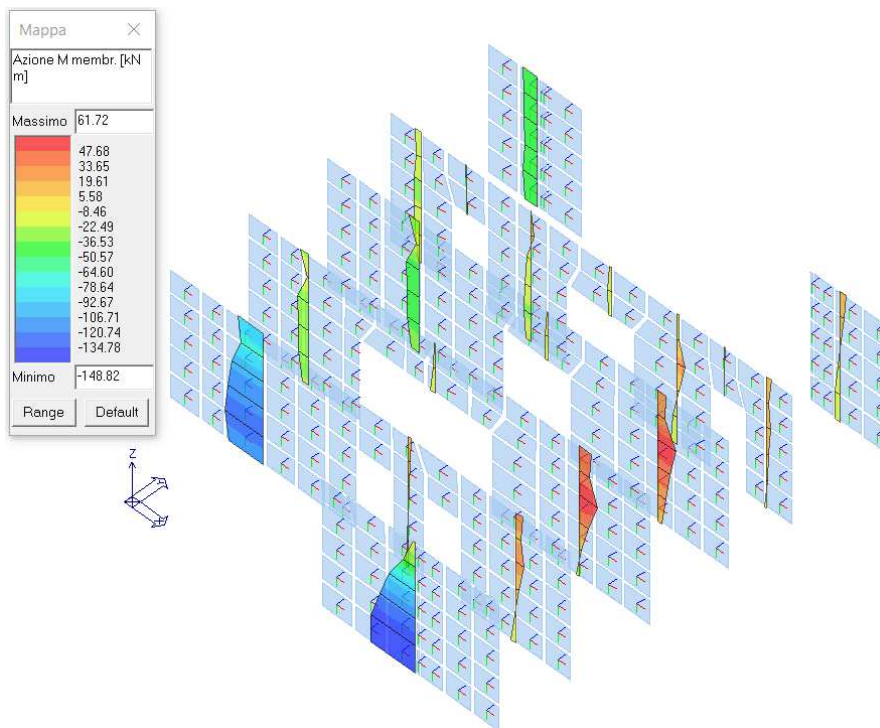
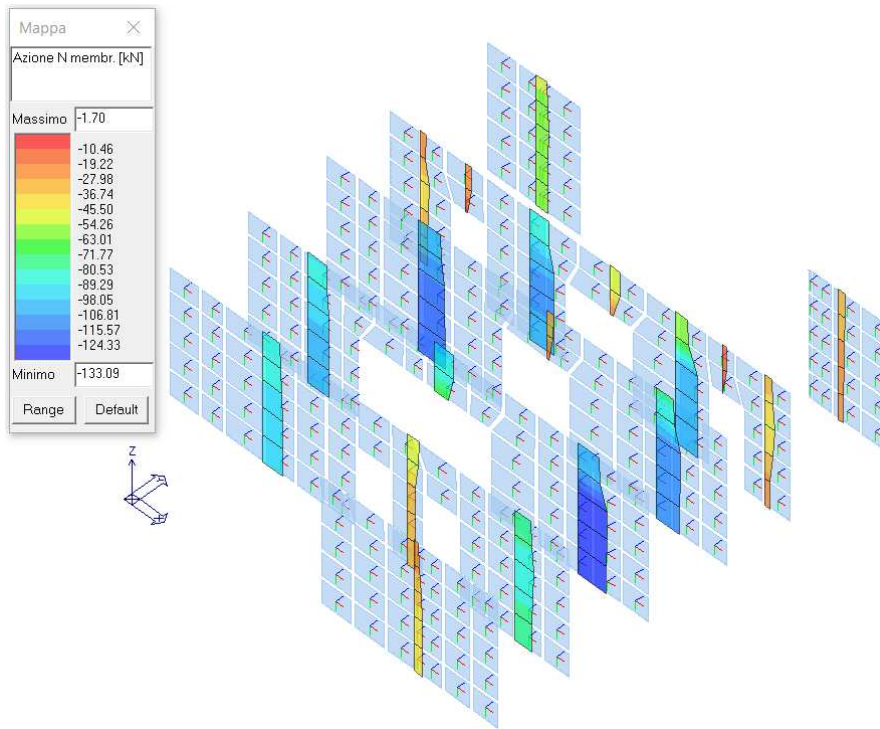
#### 4.4.1.1 Sollecitazioni Setti Longitudinali

SLU

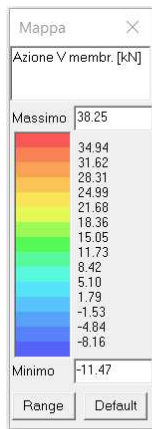
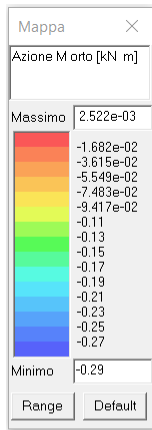


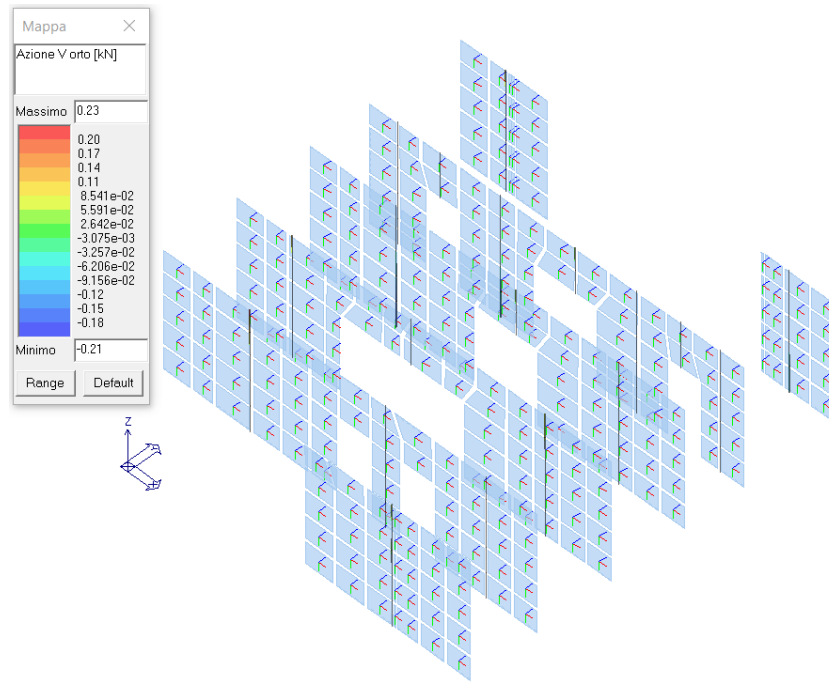












#### 4.4.1.2 Verifiche Setti Longitudinali

##### SLU

##### ANALISI E VERIFICA ELEMENTI A LASTRA

##### CARATTERISTICHE DEI PANNELLI

z	t	b	fibratura	J	A	a	Jnet
0	25	1000		0 1 302 083	25000		39.5 40 308 333
25	18	1000	90	-	0		18 -
43	18	1000	0	486 000	18000		0 486 000
61	18	1000	90	-	0		-18 -
79	25	1000	0	1 302 083	25000		-39.5 40 308 333
L	6 m						
H	3.8 m						
H/L	0.633						
Spessore	104 mm						
A0,net	68 000 mmq						
A90,net	36 000 mmq						
Atot	104 000 mmq						
J net	81 102 667 mmq						
i	35						
$\lambda$	110	$\lambda_{rel}$	1.68	$k_y$	1.98		
kc	0.331						
Rid W	1.5						
Wnet lastra	272 000 000	mmc					
ns	4						
nf	3563						
nk	14250						

##### CARATTERISTICHE RESISTENTI

fm,d	9.37 MPa
ft,d	7.29 MPa
fc,d	-9.83 MPa
fVsd,ist	1.67 MPa
fVTd,ist	1.67 MPa
fVd,ist	1.67 MPa
fVRd,ist	0.73 MPa

## SOLLECITAZIONI E VERIFICHE

N	-223.6 kN			V	44.1 kN		
Nrid	-37.26 kN/m			V rid	7.35 kN/m		
<b>sigma,c</b>	<b>-0.55 MPa</b>	<b>OK</b>	6%	Mt	167.504 kNm		
Mmemb	165.9 kNm			<b>tauV,s,d</b>	<b>0.31 MPa</b>	<b>OK</b>	18%
<b>sigma,mm</b>	<b>0.61 MPa</b>	<b>OK</b>	7%	<b>tauT,d</b>	<b>0.07 MPa</b>	<b>OK</b>	4%
<b>sigma,id</b>	<b>1.16 MPa</b>	<b>OK</b>	16%	<b>tauV,d</b>	<b>0.07 MPa</b>	<b>OK</b>	4%
Mpiastra	10.6 kNm						
Mprid	1.76 kN						
<b>sigma,mp</b>	<b>6.77 MPa</b>	<b>OK</b>	72%				
<b>Stabilità</b>	<b>0.89</b>	<b>OK</b>					

## CARATTERISTICHE DEI PANNELLI A CALDO - combustione su 1 lato -

R	60 min	β1	0.7 mm/min
k0d0	7 mm	β2	0.7 mm/min
Protezione	cartongesso-tipo A		
hp	12.5 mm	dch,ta	27 mm
tch	21 min	Δdch	2 mm
ta	38.86 min		
str. carb.	3		
dchar,n	41 mm	<b>d char ef</b>	<b>46 mm</b>

sp.caldo	b	fibratura	J	A	a	Jnet
0	1000	0	-	0	0	-
0	1000	90	-	0	0	-
15	1000	0	281 250	15000	23.8	8 742 188
18	1000	90	-	0	0	-
25	1000	0	1 302 083	25000	14.3	6 378 646

Sp,ef,fi	58 mm					
A0,net	40000 mmq					
A90,net	18000 mmq					
Atot	58000 mmq					
Jnet,tot,fi	15 120 833 mm4					
i	19					
λ	195	λrel	3.20	ky	5.75	
kc	0.095					
Rid W	1.5					
Wnet lastra,fi	160 000 000 mmc	Wnet,fi	521 408 mmc			
ns	2					
nf	3563					
nk	7125					

## CARATTERISTICHE RESISTENTI A CALDO

<b>fmd,fi</b>	<b>27.6 MPa</b>
<b>ftd,fi</b>	<b>16.1 MPa</b>
<b>fcd,fi</b>	<b>-24.15 MPa</b>
<b>fvSd,fi</b>	<b>2.875 MPa</b>
<b>fvTd,fi</b>	<b>2.875 MPa</b>
<b>fvd,fi</b>	<b>2.875 MPa</b>
<b>fvRd,fi</b>	<b>1.265 MPa</b>

## SOLLECITAZIONI E VERIFICHE A CALDO

N	-159.69 kN			V	31.49 kN		
Nrid	-26.62 kN/m			V rid	5.25 kN/m		
<b>sigma,c</b>	<b>-0.67 MPa</b>	<b>OK</b>	3%	Mt	119.65 kNm		
Mmemb	118.51 kNm			<b>tauV,s,d</b>	<b>0.44 MPa</b>	<b>OK</b>	15%
<b>sigma,mm</b>	<b>0.74 MPa</b>	<b>OK</b>	3%	<b>tauT,d</b>	<b>0.10 MPa</b>	<b>OK</b>	3%
<b>sigma,id</b>	<b>1.41 MPa</b>	<b>OK</b>	9%	<b>tauV,d</b>	<b>0.09 MPa</b>	<b>OK</b>	3%
Mpiastra	7.54 kNm						
Mprid	1.26 kN						
<b>sigma,mp</b>	<b>14.47 MPa</b>	<b>OK</b>	52%				
<b>Stabilità</b>	<b>0.81</b>	<b>OK</b>					

## SLV

### ANALISI E VERIFICA ELEMENTI A LASTRA

#### CARATTERISTICHE DEI PANNELLI

z	t	b	fibratura	J	A	a	Jnet
0	25	18	1000	0	1 302 083	25000	39.5 40 308 333
25	18	18	1000	90	-	0	18 -
43	18	18	1000	0	486 000	18000	0 486 000
61	18	18	1000	90	-	0	-18 -
79	25	18	1000	0	1 302 083	25000	-39.5 40 308 333
L	6 m						
H	3.8 m						
H/L	0.633						
Spessore	104 mm						
A0,net	68 000 mmq						
A90,net	36 000 mmq						
A tot	104 000 mmq						
J net	81 102 667 mmq						
i	35						
$\lambda$	110	$\lambda_{rel}$	1.68		$k_y$	1.98	
kc	0.331						
Rid W	1.5						
Wnet lastra	272 000 000 mmc						
ns	4						
nf	3563						
nk	14250						

#### CARATTERISTICHE RESISTENTI

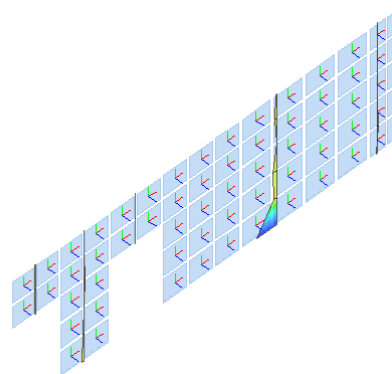
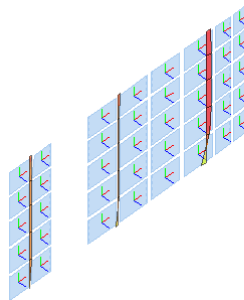
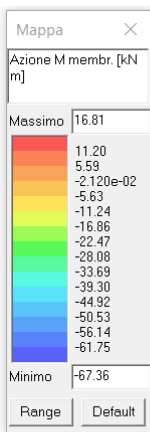
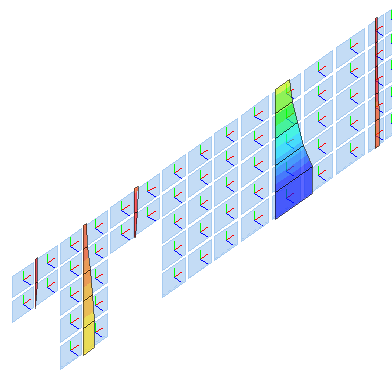
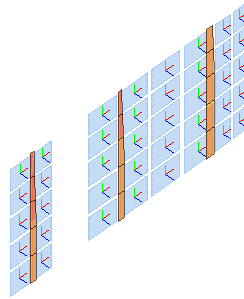
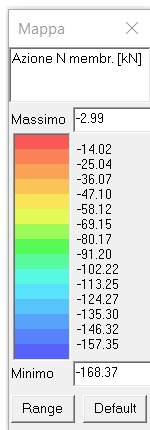
<b>fm,d</b>	<b>9.37 MPa</b>
<b>ft,d</b>	<b>7.29 MPa</b>
<b>fc,d</b>	<b>-9.83 MPa</b>
<b>fVsd,ist</b>	<b>1.67 MPa</b>
<b>fVTd,ist</b>	<b>1.67 MPa</b>
<b>fVd,ist</b>	<b>1.67 MPa</b>
<b>fVRd,ist</b>	<b>0.73 MPa</b>

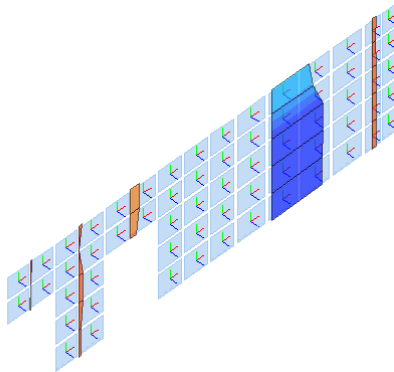
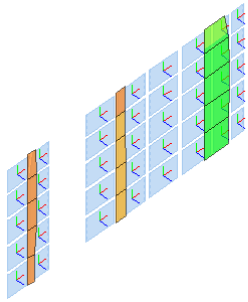
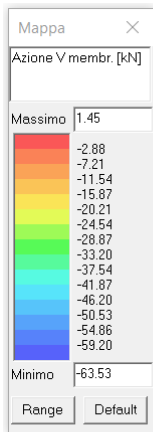
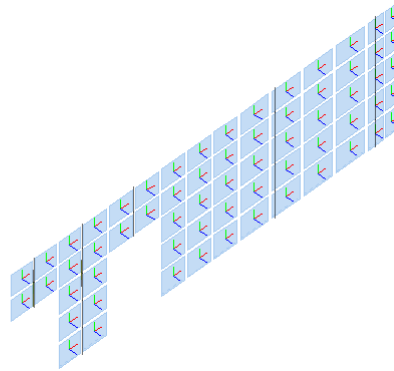
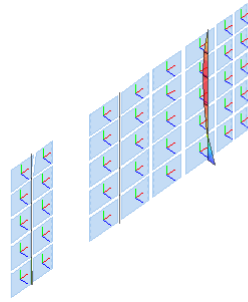
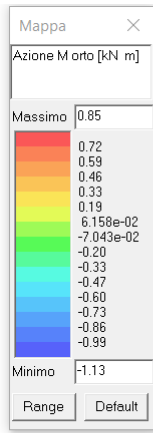
#### SOLLECITAZIONI E VERIFICHE

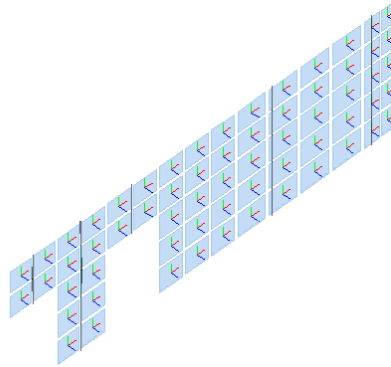
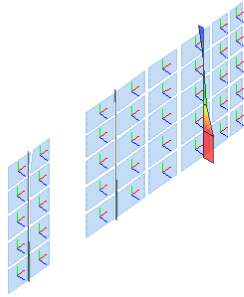
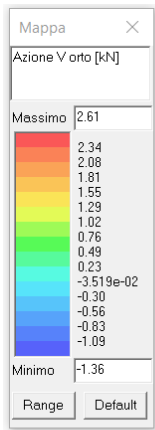
N	-133.1 kN	V	38.3 kN				
Nrid	-22.18 kN/m	Vrid	6.38 kN/m				
<b>sigma,c</b>	<b>-0.33 MPa</b>	OK	3%				
Mmemb	148.8 kNm	Mt	145.35 kNm				
<b>sigma,mm</b>	<b>0.55 MPa</b>	OK	6%				
<b>sigma,id</b>	<b>0.87 MPa</b>	OK	12%				
Mpiastra	0.3 kNm	<b>tauV,s,d</b>	<b>0.27 MPa</b>	OK	16%		
Mprid	0.05 kN	<b>tauT,d</b>	<b>0.06 MPa</b>	OK	4%		
<b>sigma,mp</b>	<b>0.19 MPa</b>	OK	2%	<b>tauV,d</b>	<b>0.06 MPa</b>	OK	4%
<b>Stabilità</b>	<b>0.12</b>	OK					

### 4.4.1.3 Sollecitazioni Setti Trasversali

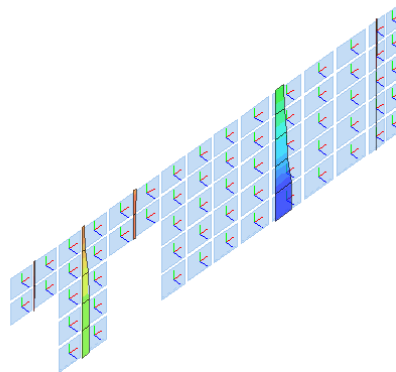
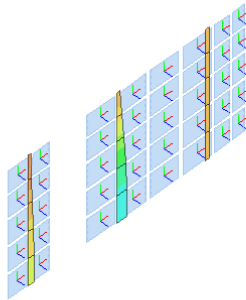
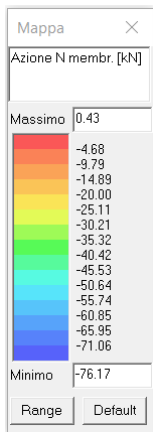
#### SLU

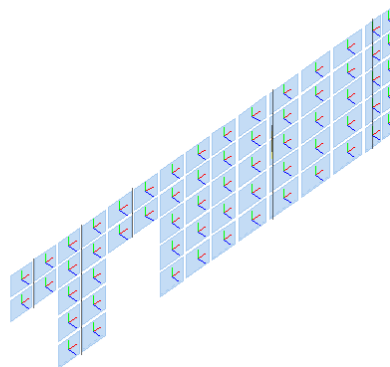
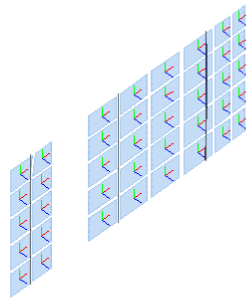
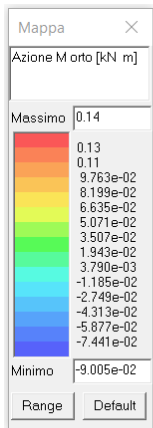
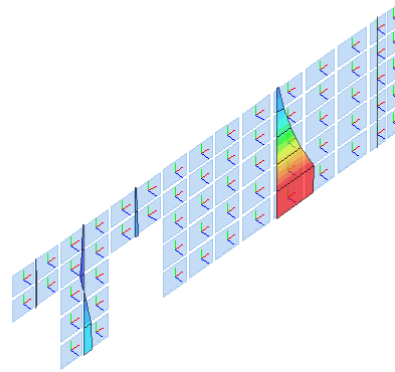
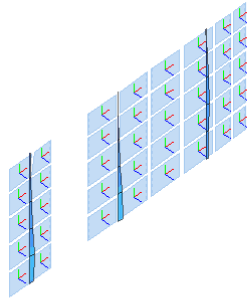
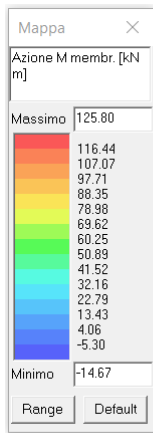




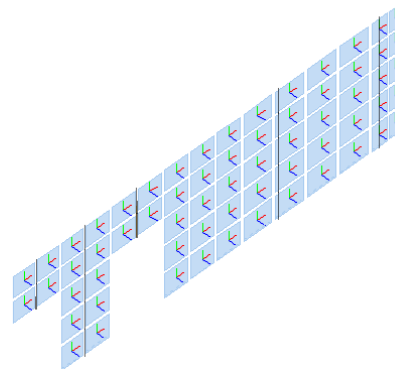
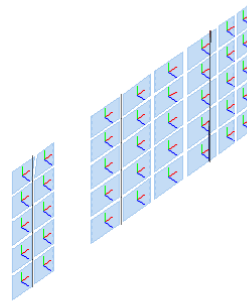
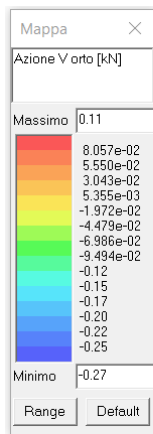
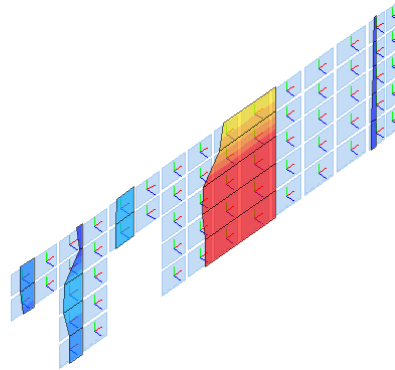
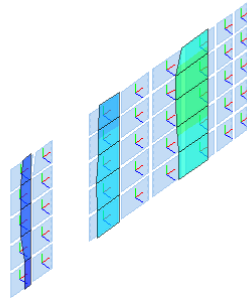
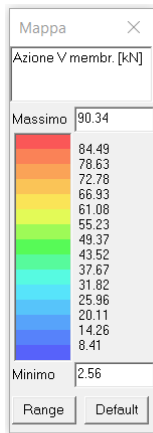


## SLV









#### 4.4.1.4 Verifiche Setti Trasversali

##### SLU

##### ANALISI E VERIFICA ELEMENTI A LASTRA

##### CARATTERISTICHE DEI PANNELLI

z	t	b	fibratura	J	A	a	Jnet	
0	25	25	1000	0	1 302 083	25000	39.5	40 308 333
25	18	18	1000	90	-	0	18	-
43	18	18	1000	0	486 000	18000	0	486 000
61	18	18	1000	90	-	0	-18	-
79	25	25	1000	0	1 302 083	25000	-39.5	40 308 333
L		1.7						
H		3.8						
H/L		2.235						
Spessore		104						
A0,net		68 000						
A90,net		36 000						
Atot		104 000						
J net		81 102 667						
i		35						
$\lambda$		110	$\lambda_{rel}$		1.68	$k_y$		1.98
kc		0.331						
Rid W		1.5						
Wnet lastra		21 835 556						
ns		4						
nf		1009						
nk		4037.5						

##### CARATTERISTICHE RESISTENTI

<b>fm,d</b>	<b>9.37 MPa</b>
<b>ft,d</b>	<b>7.29 MPa</b>
<b>fc,d</b>	<b>-9.83 MPa</b>
<b>fVsd,ist</b>	<b>1.67 MPa</b>
<b>fVTd,ist</b>	<b>1.67 MPa</b>
<b>fVd,ist</b>	<b>1.67 MPa</b>
<b>fVRd,ist</b>	<b>0.73 MPa</b>

##### SOLLECITAZIONI E VERIFICHE

N	-58.0	kN			V	3.0	kN		
Nrid	-34.12	kN/m			Vrid	1.76	kN/m		
<b>sigma,c</b>	<b>-0.50</b>	<b>MPa</b>	<b>OK</b>	5%	Mt	11.4	kNm		
Mmemb	8.0	kNm			<b>tauV,s,d</b>	<b>0.07</b>	<b>MPa</b>	<b>OK</b>	4%
<b>sigma,mm</b>	<b>0.37</b>	<b>MPa</b>	<b>OK</b>	4%	<b>tauT,d</b>	<b>0.02</b>	<b>MPa</b>	<b>OK</b>	1%
<b>sigma,id</b>	<b>0.87</b>	<b>MPa</b>	<b>OK</b>	12%	<b>tauV,d</b>	<b>0.02</b>	<b>MPa</b>	<b>OK</b>	1%
Mpiastra	1.0	kNm							
Mprid	0.59	kN							
<b>sigma,mp</b>	<b>0.64</b>	<b>MPa</b>	<b>OK</b>	7%					
<b>Stabilita</b>	<b>0.22</b>		<b>OK</b>						

### CARATTERISTICHE DEI PANNELLI A CALDO - combustione su 1 lato -

R	60 min	$\beta 1$	0.7 mm/min
k0d0	7 mm	$\beta 2$	0.7 mm/min
Protezione	cartongesso-tipo A		
hp	12.5 mm	dch,ta	27 mm
tch	21 min	$\Delta dch$	2 mm
ta	38.86 min		
str. carb.	3		
dchar,n	41 mm	<b>d char ef</b>	<b>46 mm</b>

sp.caldo	b	fibratura	J	A	a	Jnet
0	1000	0	-	0	0	-
0	1000	90	-	0	0	-
15	1000	0	281 250	15000	23.8	8 742 188
18	1000	90	-	0	0	-
25	1000	0	1 302 083	25000	14.3	6 378 646

Sp,ef,fi	58 mm				
A0,net	40000 mmq				
A90,net	18000 mmq				
Atot	58000 mmq				
Jnet,tot,fi	15 120 833 mm4				
i	19				
$\lambda$	195	$\lambda_{rel}$	3.20	ky	5.75
kc	0.095				
Rid W	1.5				
Wnet lastra,fi	12 844 444 mmc	Wnet,fi	521 408 mmc		
ns	2				
nf	1009				
nk	2019				

### CARATTERISTICHE RESISTENTI A CALDO

fmd,fi	27.6 MPa
ffd,fi	16.1 MPa
fcd,fi	-24.15 MPa
fvSd,fi	2.875 MPa
fvTd,fi	2.875 MPa
fvd,fi	2.875 MPa
fvRd,fi	1.265 MPa

### SOLLECITAZIONI E VERIFICHE A CALDO

N	-41.43 kN	V	2.14 kN		
Nrid	-24.37 kN/m	Vrid	1.26 kN/m		
<b>sigma,c</b>	<b>-0.61 MPa</b>	OK	3%	Mt	8.14 kNm
Mmemb	5.71 kNm			<b>tauV,s,d</b>	<b>0.11 MPa</b>
<b>sigma,mm</b>	<b>0.44 MPa</b>	OK	2%	<b>tauT,d</b>	<b>0.02 MPa</b>
<b>sigma,id</b>	<b>1.05 MPa</b>	OK	7%	<b>tauV,d</b>	<b>0.02 MPa</b>
				OK	4%
				OK	1%
				OK	1%
Mpiastra	0.71 kNm				
Mprid	0.42 kN				
<b>sigma,mp</b>	<b>1.37 MPa</b>	OK	5%		
<b>Stabilità</b>	<b>0.32</b>	OK			

## SLV

### ANALISI E VERIFICA ELEMENTI A LASTRA

#### CARATTERISTICHE DEI PANNELLI

z	t	b	fibratura	J	A	a	Jnet
0	25	18	1000	0	1 302 083	25000	39.5 40 308 333
25	18	18	1000	90	-	0	18 -
43	18	18	1000	0	486 000	18000	0 486 000
61	18	18	1000	90	-	0	-18 -
79	25	18	1000	0	1 302 083	25000	-39.5 40 308 333
L		1.7	m				
H		3.8	m				
H/L		2.235					
Spessore		104	mm				
A0,net		68 000	mmq				
A90,net		36 000	mmq				
A tot		104 000	mmq				
J net		81 102 667	mmq				
i		35					
$\lambda$		110	$\lambda_{rel}$		1.68	$\kappa_y$	1.98
kc		0.331					
Rid W		1.5					
Wnet lastra		21 835 556	mmc				
ns		4					
nf		1009					
nk		4037.5					

#### CARATTERISTICHE RESISTENTI

<b>fm,d</b>	<b>9.37 MPa</b>
<b>ft,d</b>	<b>7.29 MPa</b>
<b>fc,d</b>	<b>-9.83 MPa</b>
<b>fVsd,ist</b>	<b>1.67 MPa</b>
<b>fVTd,ist</b>	<b>1.67 MPa</b>
<b>fVd,ist</b>	<b>1.67 MPa</b>
<b>fVRd,ist</b>	<b>0.73 MPa</b>

#### SOLLECITAZIONI E VERIFICHE

N	-35.0 kN			V	26.0 kN		
Nrid	-20.59 kN/m			Vrid	15.29 kN/m		
<b>sigma,c</b>	<b>-0.30 MPa</b>	<b>OK</b>	3%	Mt	98.8 kNm		
Mmemb	32.0 kNm			<b>tauV,s,d</b>	<b>0.64 MPa</b>	<b>OK</b>	38%
<b>sigma,mm</b>	<b>1.47 MPa</b>	<b>OK</b>	16%	<b>tauT,d</b>	<b>0.14 MPa</b>	<b>OK</b>	9%
<b>sigma,id</b>	<b>1.77 MPa</b>	<b>OK</b>	24%	<b>tauV,d</b>	<b>0.15 MPa</b>	<b>OK</b>	9%
Mpiastra	0.1 kNm						
Mprid	0.06 kN						
<b>sigma,mp</b>	<b>0.06 MPa</b>	<b>OK</b>	1%				
<b>Stabilità</b>	<b>0.10</b>	<b>OK</b>					

## 4.4.2 Solaio

Si riportano quindi le verifiche per gli elementi maggiormente sollecitati.

### ANALISI E VERIFICA ELEMENTI A PIASTRA

#### CARATTERISTICHE DEI PANNELLI

z (0 ad intrad.)	t	b	fibratura	J	A	$\gamma$	a	Jnet	Jeff
0	45	1000	0	7 593 750	45000	0.80	67.5	212 625 000	172 278 513
45	25	1000	90	-	0		0	-	-
70	40	1000	0	5 333 333	40000	1	0	5 333 333	5 333 333
110	25	1000	90	-	0		0	-	-
135	45	1000	0	7 593 750	45000	0.80	67.5	212 625 000	172 278 513
L	3.6 m			20 520 833				430 583 333	
Spessore	180 mm								
Jnet,tot	430 583 333 mm <sup>4</sup>								
Jeff,tot	349 890 359 mm <sup>4</sup>								

#### CARATTERISTICHE RESISTENTI

fm,d	9.37 MPa
fVd,sovr	1.17 MPa
fVRd,sovr	0.51 MPa

#### SOLLECITAZIONI E VERIFICHE

am (M=qxl <sup>2</sup> /a)	9.7		
M	18.38 kNm		
sigma	3.84 MPa	OK	41%
av (V=qxlxav)	0.93		
V	46.05 kN		
Smax long	4 050 000 mmc		
Smax trasv	3 850 000 mmc		
tau	0.43 MPa	OK	37%
tau,R	0.41 MPa	OK	80%
f limite	L/300 ==>		12.00 mm
f limite 00	L/200 ==>		18.00 mm
f0	6.69 mm	OK	(calcolata in semplice appoggio)
f00	12.05 mm	OK	(calcolata in semplice appoggio)

#### CARATTERISTICHE RESISTENTI A CALDO

fcd,fi	24.15 MPa
fmd,fi	27.60 MPa
fvd,fi	2.88 MPa
fvRd,fi	1.27 MPa

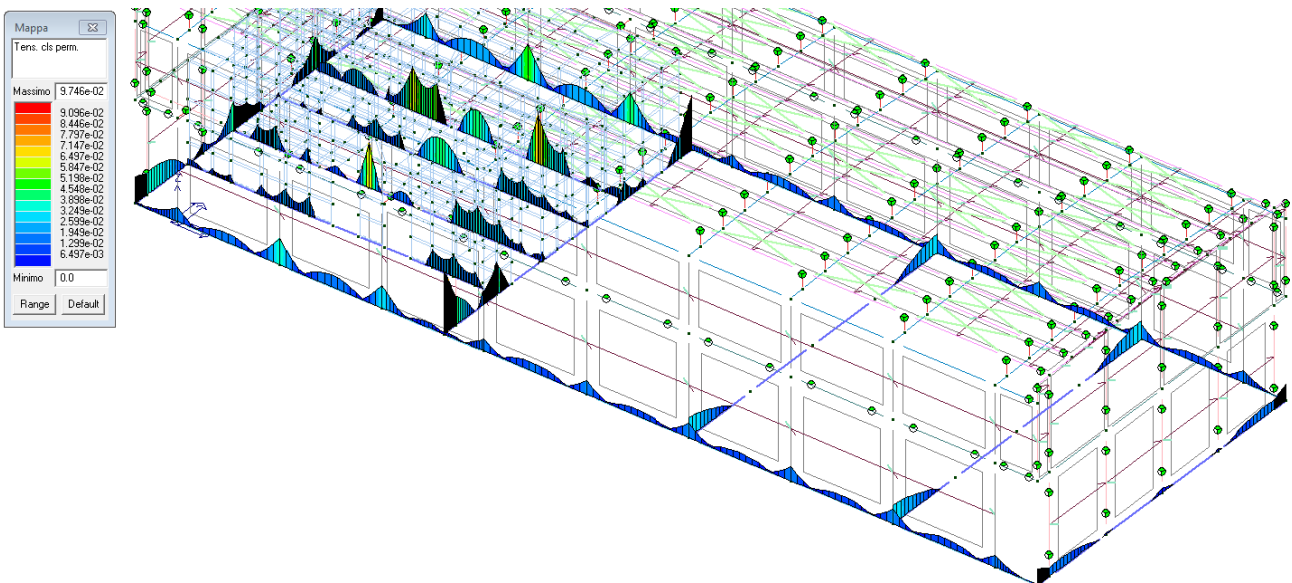
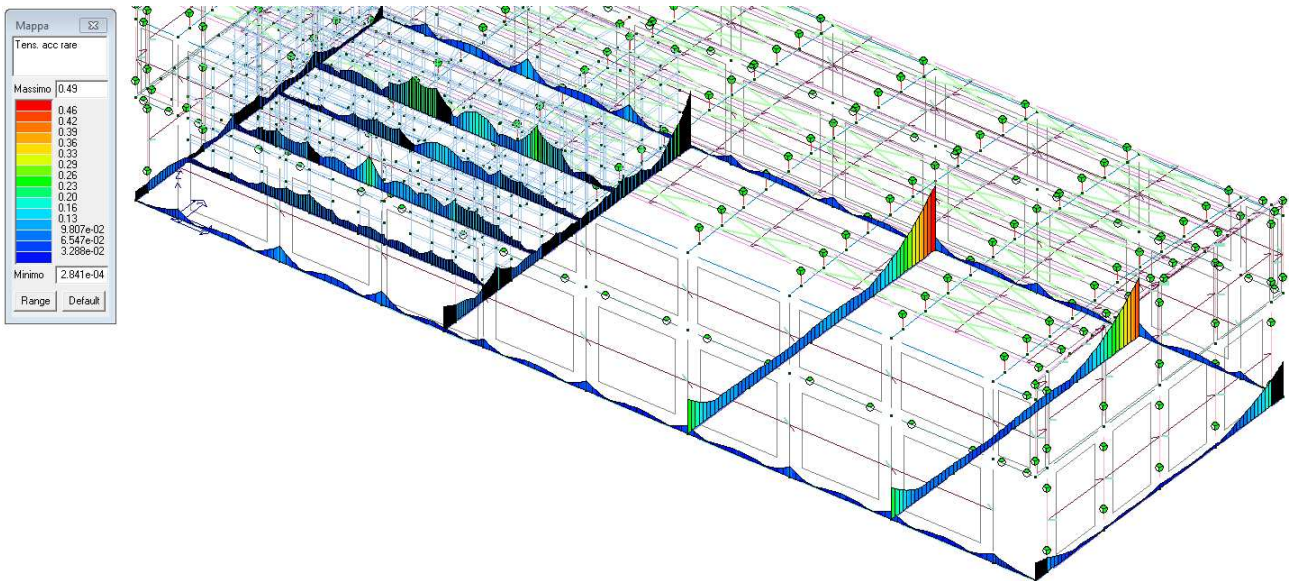
#### CARATTERISTICHE DEI PANNELLI A CALDO

R	60 min	$\beta_1$	0.7 mm/min				
k0d0	7 mm	$\beta_2$	1.4 mm/min				
str. carb.	1						
dchar,n	41 mm	d char ef	48 mm				
sp.caldo	b	fibratura	J	A	$\gamma$	a	Jnet
0	1000	0	-	0	1.00	0	-
22	1000	90	-	0		0	-
40	1000	0	5 333 333	40000	1	35.7	56 413 783
25	1000	90	-	0		0	-
45	1000	0	7 593 750	45000	0.80	31.8	52 998 594
Sp,ef,fi	132 mm						
Jnet,tot,fi	109 412 377 mm <sup>4</sup>						
Wnet,fi	1 989 316 mmc						

## SOLLECITAZIONI E VERIFICHE A CALDO

Mfi	10.43 kNm		
<b>sigma</b>	<b>5.25 MPa</b>	<b>OK</b>	19%
Vfi	26.15 kN		
Smax long	4 050 000 mmc	A favore di sicurezza si considera S come da sezione a freddo	
Smax trasv	3 850 000 mmc		
<b>tau</b>	<b>0.97 MPa</b>	<b>OK</b>	34%
<b>tau,R</b>	<b>0.92 MPa</b>	<b>OK</b>	73%





Le verifiche risultano quindi tutte soddisfatte.

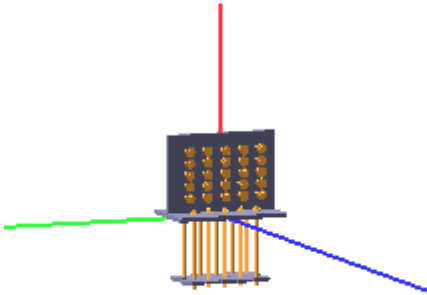


## 5 GIUNTI STRUTTURALI

Si riportano nel seguito le verifiche dei giunti strutturali.

### 5.1 Giunto di base Pilastrì Copertura

Segue il tabulato di verifica del giunto.



#### Classe di servizio 2

L'opera è caratterizzata da un'umidità del materiale in equilibrio con l'ambiente a una temperatura di 20°C e un'umidità relativa dell'aria circostante che supera l'85% solo per poche settimane all'anno.

#### Coefficiente di sicurezza utilizzato

$\gamma_M = 1.50$

#### Colonna

Dimensioni sezione ( $B_{el} \times H_{el}$ ): 180 x 750 mm

Legno: GL28h - UNI EN 14080:2013

Essenza: conifere

Massa volumica:

Resistenza caratteristica a trazione parallela alle fibre:

Resistenza caratteristica a trazione ortogonale alle fibre:

Resistenza caratteristica a compressione parallela alle fibre:

Resistenza caratteristica a compressione ortogonale alle fibre:

Resistenza caratteristica a taglio:

Resistenza caratteristica a flessione:

Coefficiente correttivo  $k_{mod}$ :

Classe durata carico	permanente	lunga	media	breveistantanea	
Classe di servizio 1	0.60	0.70	0.80	0.90	1.00
<b>Classe di servizio 2</b>	<b>0.60</b>	<b>0.70</b>	<b>0.80</b>	<b>0.90</b>	<b>1.00</b>
Classe di servizio 3	0.50	0.55	0.65	0.70	0.90

$\rho_k = 425 \text{ Kg/m}^3$

$f_{t,0,k} = 22.30 \text{ N/mm}^2$

$f_{t,90,k} = 0.50 \text{ N/mm}^2$

$f_{c,0,k} = 28.00 \text{ N/mm}^2$

$f_{c,90,k} = 2.50 \text{ N/mm}^2$

$f_{v,k} = 3.50 \text{ N/mm}^2$

$f_{m,k} = 28.00 \text{ N/mm}^2$

#### Dati unione

Unione realizzata con l'utilizzo di una staffa d'acciaio a T con l'ala ancorata al calcestruzzo e l'anima inserita nell'elemento: la staffa ha dimensioni ( $S_s \times H_s \times L_{anima} \times B_{ala}$ ) 25 x 650 x 450 x 400 mm.

Materiale staffa: Acciaio S275

Tensione caratteristica di snervamento:

$f_{yk} = 275 \text{ N/mm}^2$

Tensione caratteristica di rottura:

$f_{tk} = 430 \text{ N/mm}^2$

#### Dati connettori elemento-staffa

Bulloni: M22

Diametro  $\varnothing = 22 \text{ mm}$

Limite "Johansen" per  $E_{f,une}$   $L_{Ef} = 25 \%$

Numero  $n = 25$  (5 righe e 5 colonne)

Diametro rondella  $\varnothing_r = 60.00 \text{ mm}$

Materiale: Classe 8.8 (NTC08)

Tensione di snervamento:

$f_{yb} = 649 \text{ N/mm}^2$

Tensione di rottura:

$f_{tb} = 800 \text{ N/mm}^2$

**Dati connettori ancoraggio staffa**

Bulloni: M24

Diametro  $\varnothing = 24$  mm  
 Limite "Johansen" per  $E_{fune}$   $L_{Ef} = 25$  %  
 Numero  $n = 10$  (5 righe e 2 colonne)

Materiale: Classe 8.8 (NTC08)

Tensione di snervamento:  $f_{yb} = 649$  N/mm<sup>2</sup>  
 Tensione di rottura:  $f_{tb} = 800$  N/mm<sup>2</sup>

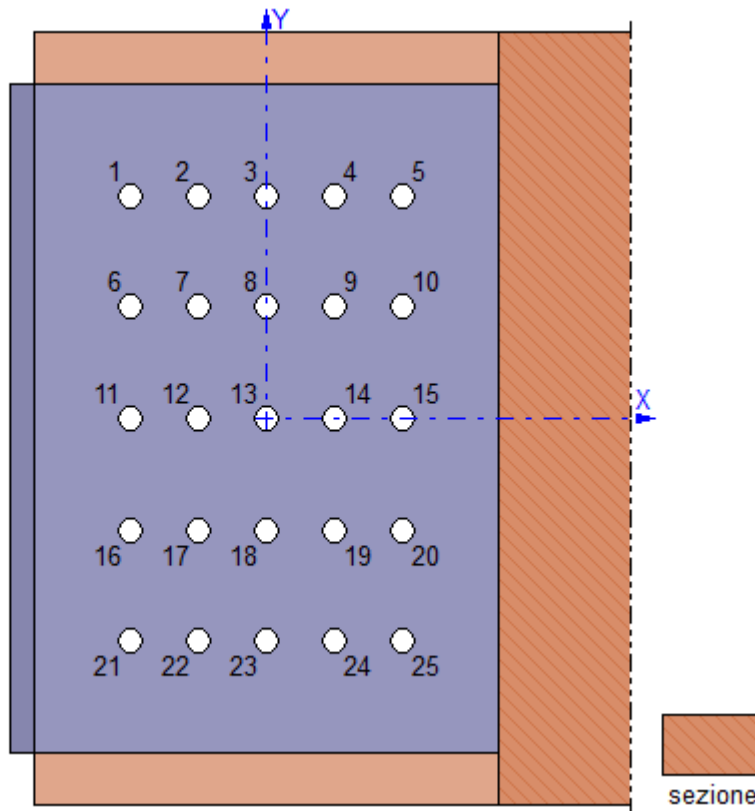
**Sollecitazioni:**

N.C.D.	V2 [N]	V3 [N]	N [N]	M2 [N mm]	M3 [N mm]	T [N mm]
29.1.M	17609.1	-818.7	-100400.0	6018000.0	-58770000.0	-5190.0
29.3.M	17595.6	-1349.0	-71981.0	10060000.0	-58660000.0	-11929.0
29.4.M	29315.0	-832.4	-72307.4	6313000.0	-97710000.0	-754.0
29.15.M	1375.1	-564.5	-32376.2	4843000.0	-9858000.0	5505.0

Nota: la prima colonna della tabella riporta il numero del nodo (N), il numero della combinazione (C) e l'iniziale della classe di durata del carico (D: Permanente; Lunga durata; Media durata; Breve durata; Istantaneo).

**Verifica unione elemento-staffa a T**

N	X [mm]	Y [mm]
1	-132.4	216.7
2	-66.2	216.7
3	0.0	216.7
4	66.1	216.7
5	132.3	216.7
6	-132.4	108.3
7	-66.2	108.3
8	0.0	108.3
9	66.1	108.3
10	132.3	108.3
11	-132.4	0.0
12	-66.2	0.0
13	0.0	0.0
14	66.1	0.0
15	132.3	0.0
16	-132.4	-108.3
17	-66.2	-108.3
18	0.0	-108.3
19	66.1	-108.3
20	132.3	-108.3
21	-132.4	-216.7
22	-66.2	-216.7
23	0.0	-216.7
24	66.1	-216.7
25	132.3	-216.7



**Verifiche "lato legno" (Nodo n. 29, CMB n. 4)**

Capacità caratteristica a estrazione del bullone

$$F_{ax,Rk} = F_{cr,Rd} = 17952.7 \text{ N}$$

$F_{cr,Rd} = 3 \cdot f_{c,90,k} \cdot (\varnothing_i^2 - \varnothing^2) \cdot \pi / 4$  capacità di carico rondella  
 $\varnothing_i = 23.5$  mm diametro del foro

Momento caratteristico di snervamento

$$M_{y,Rk} = 0.3 \cdot f_{tb} \cdot \varnothing^{2.6} = 742181.6 \text{ N mm}$$

Resistenza caratteristica a rifollamento par. alle fibre

$$f_{h,0,k} = 0.082 \cdot (1 - 0.01 \cdot \varnothing) \cdot \rho_k = 27.18 \text{ N/mm}^2$$

Coefficiente di essenza legnosa

$$k_{90} = 1.35 + 0.015 \cdot \varnothing = 1.680$$

Equazioni di Johansen: piastra di qualunque spessore elemento centrale di una connessione a doppio taglio.

Conn.	$\alpha [^\circ] f_{h,\alpha,k} [\text{N/mm}^2]$	$F_{v,Rk,f} [\text{N}]$	$F_{v,Rk,g} [\text{N}]$	$F_{v,Rk,h} [\text{N}]$	$E_{fune,g} [\text{N}]$	$E_{fune,h} [\text{N}]$	$F_{v,Rk} [\text{N}]$
1	32.46284	22.73	38754.6	32728.9	48797.4	4488.24488.2	32728.9
2	16.33102	25.80	43982.3	35028.9	51691.4	4488.24488.2	35028.9
3	2.87054	27.14	46268.1	36026.4	52902.4	4488.24488.2	36026.4
4	21.46936	24.91	42477.7	34369.8	50876.9	4488.24488.2	34369.8
5	36.36954	21.94	37403.4	32129.4	48018.1	4488.24488.2	32129.4
6	55.43934	18.60	31719.1	29577.9	44574.1	4488.24488.2	29577.9
7	33.76846	22.46	38300.5	32527.7	48537.0	4488.24488.2	32527.7
8	6.52766	26.95	45943.3	35884.9	52732.2	4488.24488.2	35884.9

9	41.90779	20.86	35559.3	31307.3	46931.5	4488.24488.2	31307.3
10	59.24572	18.10	30853.0	29184.0	44023.1	4488.24488.2	29184.0
11	78.99805	16.42	28000.3	27874.8	42151.1	4488.24488.2	27874.8
12	67.11532	17.24	29386.3	28513.3	43071.9	4488.24488.2	28513.3
13	22.06871	24.80	42287.8	34286.4	50773.1	4488.24488.2	34286.4
14	72.54314	16.79	28630.4	28165.7	42572.5	4488.24488.2	28165.7
15	80.46664	16.36	27897.3	27827.1	42081.7	4488.24488.2	27827.1
16	42.86767	20.68	35252.5	31170.0	46747.9	4488.24488.2	31170.0
17	23.14780	24.60	41939.9	34133.7	50582.3	4488.24488.2	34133.7
18	4.18439	27.08	46179.8	35988.0	52856.2	4488.24488.2	35988.0
19	29.84917	23.26	39665.3	33131.7	49315.0	4488.24488.2	33131.7
20	47.05753	19.92	33968.8	30594.1	45971.4	4488.24488.2	30594.1
21	27.02565	23.84	40641.0	33562.2	49863.0	4488.24488.2	33562.2
22	13.22141	26.25	44755.0	35366.6	52104.2	4488.24488.2	35366.6
23	2.30236	27.15	46296.2	36038.7	52917.1	4488.24488.2	36038.7
24	17.50282	25.61	43661.5	34888.5	51518.9	4488.24488.2	34888.5
25	30.56187	23.12	39417.2	33022.1	49174.5	4488.24488.2	33022.1

Legenda

$\alpha$  angolo di inclinazione del carico rispetto alle fibre

$f_{h,\alpha,k} = f_{h,0,k} / (k_{90} \cdot \sin^2\alpha + \cos^2\alpha)$  resistenza caratteristica a rifollamento secondo  $\alpha$

$F_{v,Rk,f} = f_{h,\alpha,k} \cdot t \cdot \emptyset$

$F_{v,Rk,g} = f_{h,\alpha,k} \cdot t \cdot \emptyset \cdot [(2 + 4 \cdot M_{y,Rk} / (f_{h,\alpha,k} \cdot \emptyset \cdot t^2))^{0.5} - 1] + E_{fune,g}$

$F_{v,Rk,h} = 2.3 \cdot (M_{y,Rk} \cdot f_{h,\alpha,k} \cdot \emptyset)^{0.5} + E_{fune,h}$

$E_{fune,g,h} = \min [L_{ef} \cdot F_{v,Rk,g,h} ; F_{ax,Rk} / 4]$

$F_{v,Rk} = \min [F_{v,Rk,f} ; F_{v,Rk,g} ; F_{v,Rk,h}]$  capacità di carico per piano di taglio

Verifica connettori

Conn.	$F_{v,Ed}$ [N]	$F_{v,Rd}$ [N]	FV	VER	
1	13858.2	17455.4	0.793920	Ok	
2	12184.3	18682.1	0.652193	Ok	
3	11707.4	19214.1	0.609314	Ok	
4	12564.5	18330.5	0.685443	Ok	
5	14521.4	17135.7	0.847433	Ok	
6	9032.415774	90.572583		Ok	
7	6163.817348	10.355300		Ok	
8	5157.319138	60.269472		Ok	
9	6884.916697	20.412339		Ok	
10	10020.2	15564.8	0.643772	Ok	
11	7577.714866	60.509715		Ok	
12	3718.815207	10.244542		Ok	
13	1560.518286	10.085337		Ok	
14	4820.715021	70.320915		Ok	
15	8731.614841	10.588339		Ok	
16	10933.9	16624.0	0.657719	Ok	
17	8715.418204	60.478747		Ok	
18	8035.219193	60.418639		Ok	
19	9239.517670	30.522884		Ok	
20	11763.1	16316.9	0.720916	Ok	
21	16370.2	17899.8	0.914543	Ok	
22	14979.7	18862.2	0.794164	Ok	
23	14594.4	19220.6	0.759309	Ok	
24	15290.5	18607.2	0.821752	Ok	
25	16935.2	17611.8	0.961586	Ok	

Legenda

$F_{v,Ed}$  forza di taglio agente sul bullone per piano di taglio

$F_{v,Rd} = k_{mod} \cdot F_{v,Rk} / \gamma_m$  resistenza di progetto del bullone per piano di taglio

$FV = F_{v,Ed} / F_{v,Rd}$

$VER \rightarrow FV \leq 1$

Verifiche "lato acciaio" (Nodo n. 29, CMB n. 15)

Calcolo resistenze

Resistenza a taglio dei bulloni		$F_{vb,Rd} = 0.5 \cdot f_{tb} \cdot 2 \cdot A_{res} / \gamma_{M2} = 194628.0$ N			
Conn.	$F_{b,x,Rd}$ [N]	$F_{v,x,Rd}$ [N]	$F_{b,y,Rd}$ [N]	$F_{v,y,Rd}$ [N]	
1	473000.0	194628.0	473000.0	194628.0	
2	325699.0	194628.0	424194.3	194628.0	
3	325699.1	194628.0	424194.4	194628.0	
4	325699.1	194628.0	424194.4	194628.0	
5	473000.0	194628.0	473000.0	194628.0	
6	473000.0	194628.0	473000.0	194628.0	
7	325699.0	194628.0	424194.3	194628.0	
8	325699.1	194628.0	424194.4	194628.0	
9	325699.1	194628.0	424194.4	194628.0	
10	473000.0	194628.0	473000.0	194628.0	

11	473000.0	194628.0	473000.0	194628.0
12	325699.0	194628.0	424194.3	194628.0
13	325699.1	194628.0	424194.4	194628.0
14	325699.1	194628.0	424194.4	194628.0
15	473000.0	194628.0	473000.0	194628.0
16	473000.0	194628.0	473000.0	194628.0
17	325699.0	194628.0	424194.3	194628.0
18	325699.1	194628.0	424194.4	194628.0
19	325699.1	194628.0	424194.4	194628.0
20	473000.0	194628.0	473000.0	194628.0
21	473000.0	194628.0	473000.0	194628.0
22	325699.0	194628.0	424194.3	194628.0
23	325699.1	194628.0	424194.4	194628.0
24	325699.1	194628.0	424194.4	194628.0
25	473000.0	194628.0	473000.0	194628.0

Legenda

$$F_{b,x,Rd} = k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot \emptyset \cdot S_s / \gamma_{M2}$$

$$F_{v,x,Rd} = \min [ F_{vb,Rd} , F_{b,x,Rd} ]$$

$$F_{b,y,Rd} = k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot \emptyset \cdot S_s / \gamma_{M2}$$

$$F_{v,y,Rd} = \min [ F_{vb,Rd} , F_{b,y,Rd} ]$$

resistenza a rifollamento anima staffa in direzione x

resistenza a taglio di progetto in direzione x

resistenza a rifollamento anima staffa in direzione y

resistenza a taglio di progetto in direzione y

Verifica connettori

Conn.	$F_{v,Ed}$ [N]	$F_{v,Rd}$ [N]	FV	VER
1	2070.2	194628.0	0.010637	Ok
2	1551.9	194628.0	0.007974	Ok
3	1357.2	194628.0	0.006974	Ok
4	1608.3	194628.0	0.008263	Ok
5	2154.6	194628.0	0.011070	Ok
6	1564.5	194628.0	0.008039	Ok
7	755.2	194628.0	0.003880	Ok
8	63.0	194628.0	0.000324	Ok
9	865.2	194628.0	0.004445	Ok
10	1674.5	194628.0	0.008604	Ok
11	2030.8	194628.0	0.010434	Ok
12	1498.9	194628.0	0.007701	Ok
13	1296.2	194628.0	0.006660	Ok
14	1557.2	194628.0	0.008001	Ok
15	2116.7	194628.0	0.010875	Ok
16	3051.7	194628.0	0.015679	Ok
17	2726.8	194628.0	0.014010	Ok
18	2620.8	194628.0	0.013466	Ok
19	2759.2	194628.0	0.014177	Ok
20	3109.5	194628.0	0.015977	Ok
21	4244.5	194628.0	0.021808	Ok
22	4017.2	194628.0	0.020641	Ok
23	3946.1	194628.0	0.020275	Ok
24	4039.4	194628.0	0.020754	Ok
25	4286.2	194628.0	0.022023	Ok

Legenda

$F_{v,Ed}$  forza di taglio agente sul bullone

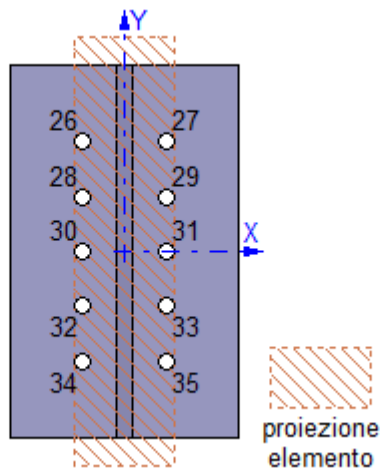
$F_{v,Rd}$  resistenza a taglio di progetto del bullone

$$FV = F_{v,Ed} / F_{v,Rd}$$

$$VER \rightarrow FV \leq 1$$

Verifica connettori ala staffa a T

N	X [mm]	Y [mm]
26	-73.3	191.2
27	73.3	191.2
28	-73.3	95.6
29	73.3	95.6
30	-73.3	0.0
31	73.3	0.0
32	-73.3	-95.6
33	73.3	-95.6
34	-73.3	-191.1
35	73.3	-191.1



### Calcolo resistenze

Resistenza a trazione dei bulloni

$$F_{tb,Rd} = 0.9 \cdot f_{tb} \cdot A_{res} / \gamma_{M2} = 203249.5 \text{ N}$$

Resistenza a punzonamento alla staffa

$$B_{p,Rd} = 0.6 \cdot \pi \cdot d_m \cdot S_s \cdot f_{tk} / \gamma_{M2} = 583582.3 \text{ N}$$

Resistenza a trazione di progetto

$$F_{t,Rd} = \min [ F_{tb,Rd} , B_{p,Rd} ] = 203249.5 \text{ N}$$

Resistenza a taglio dei bulloni

$$F_{vb,Rd} = 0.5 \cdot f_{tb} \cdot A_{res} / \gamma_{M2} = 112916.4 \text{ N}$$

Conn.	$F_{b,x,Rd}$ [N]	$F_{v,x,Rd}$ [N]	$F_{b,y,Rd}$ [N]	$F_{v,y,Rd}$ [N]
26	516000.0	112916.4	516000.0	112916.4
27	516000.0	112916.4	516000.0	112916.4
28	516000.0	112916.4	516000.0	112916.4
29	516000.0	112916.4	516000.0	112916.4
30	516000.0	112916.4	516000.0	112916.4
31	516000.0	112916.4	516000.0	112916.4
32	516000.0	112916.4	516000.0	112916.4
33	516000.0	112916.4	516000.0	112916.4
34	516000.0	112916.4	516000.0	112916.4
35	516000.0	112916.4	516000.0	112916.4

Legenda

$$F_{b,x,Rd} = k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot \varnothing \cdot S_s / \gamma_{M2}$$

$$F_{v,x,Rd} = \min [ F_{vb,Rd} , F_{b,x,Rd} ]$$

$$F_{b,y,Rd} = k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot \varnothing \cdot S_s / \gamma_{M2}$$

$$F_{v,y,Rd} = \min [ F_{vb,Rd} , F_{b,y,Rd} ]$$

resistenza a rifollamento alla staffa in direzione x

resistenza a taglio di progetto in direzione x

resistenza a rifollamento alla staffa in direzione y

resistenza a taglio di progetto in direzione y

### Verifica connettori

• Taglio e trazione (Nodo n. 29, CMB n. 4)

Conn.	$F_{v,Ed}$ [N]	$F_{v,Rd}$ [N]	$F_{t,Ed}$ [N]	$F_{t,Rd}$ [N]	$FV_1$	VER
26	2932.411	2916.4	48688.2	203249.5	0.197076	Ok
27	2932.911	2916.4	52293.3	203249.5	0.209750	Ok
28	2932.411	2916.4	32774.9	203249.5	0.141152	Ok
29	2932.911	2916.4	36380.0	203249.5	0.153825	Ok
30	2932.411	2916.4	16861.5	203249.5	0.085227	Ok
31	2932.911	2916.4	20466.6	203249.5	0.097901	Ok
32	2932.511	2916.4	948.2	203249.5	0.029303	Ok
33	2932.911	2916.4	4553.3	203249.5	0.041976	Ok
34	2932.511	2916.4	0.0	203249.5	0.025970	Ok
35	2932.911	2916.4	0.0	203249.5	0.025974	Ok

• Trazione (Nodo n. 29, CMB n. 4)

Conn.	$F_{t,Ed}$ [N]	$F_{t,Rd}$ [N]	$FV_2$	VER
26	48688.2	203249.5	0.239549	Ok
27	52293.3	203249.5	0.257286	Ok
28	32774.9	203249.5	0.161254	Ok
29	36380.0	203249.5	0.178992	Ok
30	16861.5	203249.5	0.082960	Ok
31	20466.6	203249.5	0.100697	Ok
32	948.2	203249.5	0.004665	Ok
33	4553.3	203249.5	0.022403	Ok
34	0.0	203249.5	0.000000	Ok
35	0.0	203249.5	0.000000	Ok

• Legenda

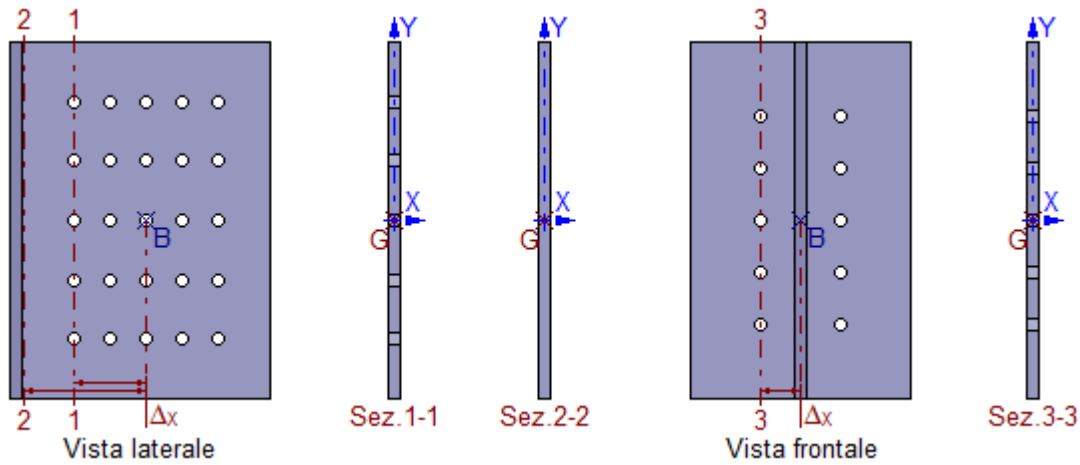
$F_{v,Ed}$  forza di taglio agente sul bullone  
 $F_{v,Rd}$  resistenza a taglio di progetto del bullone  
 $F_{t,Ed}$  forza di trazione agente sul bullone  
 $F_{t,Rd}$  resistenza a trazione di progetto del bullone

$$FV_1 = F_{v,Ed} / F_{v,Rd} + F_{t,Ed} / (1.4 \cdot F_{t,Rd})$$

$$FV_2 = F_{t,Ed} / F_{t,Rd}$$

$$VER \rightarrow FV_i \leq 1$$

### Verifica staffa a T



#### Caratteristiche sezioni

Sez.	$\Delta x$	$Y_G$	$X_G$	A	$A_{vy}$	$A_{vx}$	$J_{xG}$	$W_{xG}$	$J_{yG}$	$W_{yG}$	
	[mm]		[mm]	[mm]	[mm <sup>2</sup> ]	[mm <sup>2</sup> ]	[mm <sup>2</sup> ]	[mm <sup>4</sup> ]	[mm <sup>4</sup> ]	[mm <sup>4</sup> ]	[mm <sup>3</sup> ]
1-1	132.34	0.00	0.00	13312.5	13312.5	-	-	503190000	1548267	-	-
2-2	224.97	0.00	0.00	16250.0	16250.0	16250.0	572135400	1760417846354	-	-	67708
3-3	73.34	0.00	0.00	13062.5	13062.5	13062.5	513896400	1581196779948	-	-	62396

\*valori minimi

#### Sollecitazioni massime

Sez.	Nodo.CMB	$V_y$ [N]	$V_x$ [N]	N [N]	$M_y$ [N mm]	$M_x$ [N mm]
1-1	29.4-29315.0	-	-	-72307.4	-	101589500.0
2-2	29.3-17595.6	-1349.0	-	-71981.0	-10363490.0	62618480.0
3-3	29.1-8804.6	-50200.0	-	409.4	-3681668.0	645725.6

#### Tensioni massime

Sez.	$\tau_{MED}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{MAX}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{ID}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	FV	VER
1-1	2.20	-71.05	71.15	0.27	Ok
2-2	1.09	193.06	193.07	0.74	Ok
3-3	3.90	59.44	59.83	0.23	Ok

#### Legenda

$$FV = \sigma_{ID} / f_d \quad (f_d = f_{yk} / \gamma_{M0} = 261.90 \text{ N/mm}^2)$$

$$VER \rightarrow FV \leq 1$$

### Ancoraggio staffa a T

#### Tirafondi con rosette saldate

Lunghezza tirafondi	$L_t =$	400 mm
Lunghezza di aderenza	$L_a =$	350 mm
Spessore rosette	$s_r =$	20 mm
Diametro rosette	$\varnothing_r =$	150 mm

Materiale rosette: Acciaio S275

Tensione caratteristica di snervamento:

$$f_{yk} = 275 \text{ N/mm}^2$$

Tensione caratteristica di rottura:

$$f_{tk} = 430 \text{ N/mm}^2$$

#### Calcestruzzo

Resistenza cubica caratteristica a compressione	$R_{ck} =$	30.00 N/mm <sup>2</sup>
Resistenza cilindrica caratteristica a compressione	$f_{ck} = 0.83 \cdot R_{ck} =$	24.90 N/mm <sup>2</sup>
Resistenza di calcolo a compressione	$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_C =$	14.11 N/mm <sup>2</sup>
Resistenza caratteristica a trazione	$f_{ctk} = 0.7 \cdot 0.30 \cdot f_{ck}^{2/3} =$	1.79 N/mm <sup>2</sup>
Resistenza tangenziale di aderenza di calcolo	$f_{bd} = 2.25 \cdot \eta \cdot f_{ctk} / \gamma_C =$	2.69 N/mm <sup>2</sup>

#### Compressione massima calcestruzzo (Nodo n. 29, CMB n. 4)

$$p_{max} = 0.76 \text{ N/mm}^2 < f_{cd} \text{ Ok}$$

#### Verifica ancoraggio

Si verifica considerando la massima sollecitazione di trazione agente nei tirafondi (Nodo n. 29, CMB n. 4) e trascurando il contributo di aderenza fornito dagli stessi

•Trazione di progetto dell'ancoraggio

$$F_{t,an,Ed} = \max [ F_{t,Ed} ] = 52293.3 \text{ N}$$

•Resistenza a trazione per aderenza

$$F_{t,ad,Rd} = L_a \cdot \pi \cdot \varnothing \cdot f_{bd} = 0.0 \text{ N}$$

### Verifica della rosetta

Momento di calcolo

Resistenza a flessione

$$M_{Ed} / M_{c,Rd} = 0.710870 \quad \text{Ok}$$

$M_{Ed} =$

935844.5 N mm

$M_{c,Rd} =$

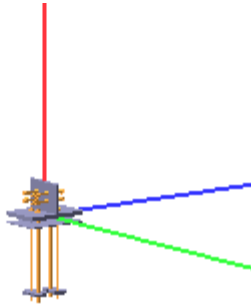
1316477.0 N mm

### Compressione sul calcestruzzo

$$p_{cls} = 3.04 \text{ N/mm}^2 < f_{cd} \quad \text{Ok}$$

## 5.2 Giunto di base Montanti Facciata

Segue il tabulato di verifica del giunto.



### Classe di servizio 2

L'opera è caratterizzata da un'umidità del materiale in equilibrio con l'ambiente a una temperatura di 20°C e un'umidità relativa dell'aria circostante che supera l'85% solo per poche settimane all'anno.

### Coefficiente di sicurezza utilizzato

$$\gamma_M = 1.50$$

### Colonna

Dimensioni sezione ( $B_{el} \times H_{el}$ ): 150 x 300 mm

Legno: GL28h - UNI EN 14080:2013

Essenza: conifere

Massa volumica:

Resistenza caratteristica a trazione parallela alle fibre:

Resistenza caratteristica a trazione ortogonale alle fibre:

Resistenza caratteristica a compressione parallela alle fibre:

Resistenza caratteristica a compressione ortogonale alle fibre:

Resistenza caratteristica a taglio:

Resistenza caratteristica a flessione:

Coefficiente correttivo  $k_{mod}$ :

Classe durata carico	permanente	lunga	media	breveistantanea	
Classe di servizio 1	0.60	0.70	0.80	0.90	1.00
<b>Classe di servizio 2</b>	<b>0.60</b>	<b>0.70</b>	<b>0.80</b>	<b>0.90</b>	<b>1.00</b>
Classe di servizio 3	0.50	0.55	0.65	0.70	0.90

$$\rho_k = 425 \text{ Kg/m}^3$$

$$f_{t,0,k} = 22.30 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{t,90,k} = 0.50 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{c,0,k} = 28.00 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{c,90,k} = 2.50 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{v,k} = 3.50 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{m,k} = 28.00 \text{ N/mm}^2$$

### Dati unione

Unione realizzata con l'utilizzo di una staffa d'acciaio a T con l'ala ancorata al calcestruzzo e l'anima inserita nell'elemento: la staffa ha dimensioni ( $S_s \times H_s \times L_{anima} \times B_{ala}$ ) 20 x 200 x 140 x 300 mm.

Materiale staffa: Acciaio S275

Tensione caratteristica di snervamento:

$$f_{yk} = 275 \text{ N/mm}^2$$

Tensione caratteristica di rottura:

$$f_{tk} = 430 \text{ N/mm}^2$$

### Dati connettori elemento-staffa

Bulloni: M16

Diametro  $\varnothing =$  16 mm

Limite "Johansen" per  $E_{fune}$   $L_{Ef} =$  25 %

Numero  $n = 4$  (2 righe e 2 colonne)

Diametro rondella  $\varnothing_r =$  28.00 mm

Materiale: Classe 8.8 (NTC08)

Tensione di snervamento:  $f_{yb} = 649 \text{ N/mm}^2$   
 Tensione di rottura:  $f_{tb} = 800 \text{ N/mm}^2$

**Dati connettori ancoraggio staffa**

Bulloni: M16  
 Diametro  $\varnothing = 16 \text{ mm}$   
 Limite "Johansen" per  $E_{tune}$   $L_{Ef} = 25 \%$   
 Numero  $n = 4$  (2 righe e 2 colonne)

Materiale: Classe 8.8 (NTC08)  
 Tensione di snervamento:  $f_{yb} = 649 \text{ N/mm}^2$   
 Tensione di rottura:  $f_{tb} = 800 \text{ N/mm}^2$

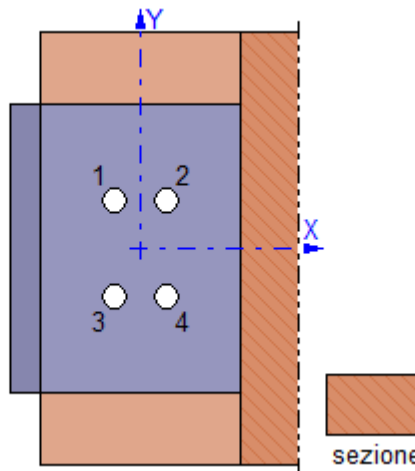
**Sollecitazioni:**

N.C.D.	V2 [N]	V3 [N]	N [N]	M2 [N mm]	M3 [N mm]	T [N mm]
87.1.M	2081.4	0.0	-10156.9	0.0	0.0	80226.0
87.3.M	3469.0	0.0	-8389.3	0.0	0.0	129315.0
87.4.M	2081.4	0.0	-8375.2	0.0	0.0	77403.0

Nota: la prima colonna della tabella riporta il numero del nodo (N), il numero della combinazione (C) e l'iniziale della classe di durata del carico (D: Permanente; Lunga durata; Media durata; Breve durata; Istantaneo).

**Verifica unione elemento-staffa a T**

N	X [mm]	Y [mm]
1	-18.4	33.3
2	18.4	33.3
3	-18.4	-33.3
4	18.4	-33.3



**Verifiche "lato legno" (Nodo n. 87, CMB n. 1)**

Capacità caratteristica a estrazione del bullone  $F_{ax,Rk} = F_{cr,Rd} = 2915.8 \text{ N}$

$F_{cr,Rd} = 3 \cdot f_{c,90,k} \cdot (\varnothing^2 - \varnothing_i^2) \cdot \pi / 4$  capacità di carico rondella  
 $\varnothing_i = 17.0 \text{ mm}$  diametro del foro

Momento caratteristico di snervamento  $M_{y,Rk} = 0.3 \cdot f_{tb} \cdot \varnothing^2 \cdot 6 = 324282.3 \text{ N mm}$

Resistenza caratteristica a rifollamento par. alle fibre  $f_{n,0,k} = 0.082 \cdot (1 - 0.01 \cdot \varnothing) \cdot \rho_k = 29.27 \text{ N/mm}^2$

Coefficiente di essenza legnosa  $k_{90} = 1.35 + 0.015 \cdot \varnothing = 1.590$

Angolo di inclinazione del carico rispetto alle fibre  $\alpha = 11.58099^\circ$

Resistenza caratteristica a rifollamento secondo  $\alpha$   $f_{n,\alpha,k} = f_{n,0,k} / (k_{90} \cdot \text{sen}^2 \alpha + \text{cos}^2 \alpha) = 28.59 \text{ N/mm}^2$

Equazioni di Johansen: piastra di qualunque spessore elemento centrale di una connessione a doppio taglio.

Capacità di carico per piano di taglio  $F_{v,Rk} = \min [ F_{v,Rk,f}, F_{v,Rk,g}, F_{v,Rk,h} ] = 19592.8 \text{ N}$

- $F_{v,Rk,f} = f_{n,\alpha,k} \cdot t \cdot \varnothing = 29737.9 \text{ N}$
- $F_{v,Rk,g} = f_{n,\alpha,k} \cdot t \cdot \varnothing \cdot [(2 + 4 \cdot M_{y,Rk} / (f_{n,\alpha,k} \cdot \varnothing \cdot t^2))^{0.5} - 1] + E_{tune,g} = 19592.8 \text{ N}$
- $F_{v,Rk,h} = 2.3 \cdot (M_{y,Rk} \cdot f_{n,\alpha,k} \cdot \varnothing)^{0.5} + E_{tune,h} = 28743.8 \text{ N}$
- $E_{tune,g} = \min [ L_{Ef} \cdot F_{v,Rk,g}, F_{ax,Rk} / 4 ] = 728.9 \text{ N}$
- $E_{tune,h} = \min [ L_{Ef} \cdot F_{v,Rk,h}, F_{ax,Rk} / 4 ] = 728.9 \text{ N}$

Resistenza di progetto del bullone per piano di taglio  $F_{v,Rd} = k_{mod} \cdot F_{v,Rk} / \gamma_m = 10449.5 \text{ N}$

Numero efficace bulloni per ogni gruppo par. alle fibre:

Carico parallelo alle fibre  $n_{ef,||} = \min [ n, n^{0.9} \cdot (a_1 / (13 \cdot \varnothing))^{0.25} ] = 1.211$

Carico perpendicolare alle fibre  $n_{ef,\perp} = n = 2.000$

Carico reale (secondo  $\alpha$ )  $n_{ef,\alpha} = n_{ef,||} + (n_{ef,\perp} - n_{ef,||}) \cdot \alpha / 90 = 1.312$

Numero di gruppi par. alle fibre  $n_g = 2$

Resistenza di progetto del giunto per piano di taglio  $F_{v,G,Rd} = n_{ef,\alpha} \cdot n_g \cdot F_{v,Rd} = 27422.7 \text{ N}$



Forza agente sul giunto per piano di taglio

$$F_{v,Ed} = 5184.0 \text{ N}$$

$$\gg F_{v,Ed} / F_{v,G,Rd} = 0.189040 \text{ Ok}$$

**Verifiche "lato acciaio" (Nodo n. 87, CMB n. 4)**

Calcolo resistenze

Resistenza a taglio dei bulloni

$$F_{vb,Rd} = 0.5 \cdot f_{tb} \cdot 2 \cdot A_{res} / \gamma_{M2} = 100370.1 \text{ N}$$

Conn.	$F_{b,x,Rd}$ [N]	$F_{v,x,Rd}$ [N]	$F_{b,y,Rd}$ [N]	$F_{v,y,Rd}$ [N]
1	275200.0	100370.1	275200.0	100370.1
2	224422.9	100370.1	275200.0	100370.1
3	275200.0	100370.1	275200.0	100370.1
4	224422.9	100370.1	275200.0	100370.1

Legenda

$$F_{b,x,Rd} = k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot \varnothing \cdot S_s / \gamma_{M2}$$

$$F_{v,x,Rd} = \min [ F_{vb,Rd} , F_{b,x,Rd} ]$$

$$F_{b,y,Rd} = k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot \varnothing \cdot S_s / \gamma_{M2}$$

$$F_{v,y,Rd} = \min [ F_{vb,Rd} , F_{b,y,Rd} ]$$

resistenza a rifollamento anima staffa in direzione x  
 resistenza a taglio di progetto in direzione x  
 resistenza a rifollamento anima staffa in direzione y  
 resistenza a taglio di progetto in direzione y

Verifica connettori

Conn.	$F_{v,Ed}$ [N]	$F_{v,Rd}$ [N]	FV	VER
1	2157.5	100370.1	0.021495	Ok
2	2157.5	100370.1	0.021495	Ok
3	2157.5	100370.1	0.021495	Ok
4	2157.5	100370.1	0.021495	Ok

Legenda

$F_{v,Ed}$  forza di taglio agente sul bullone

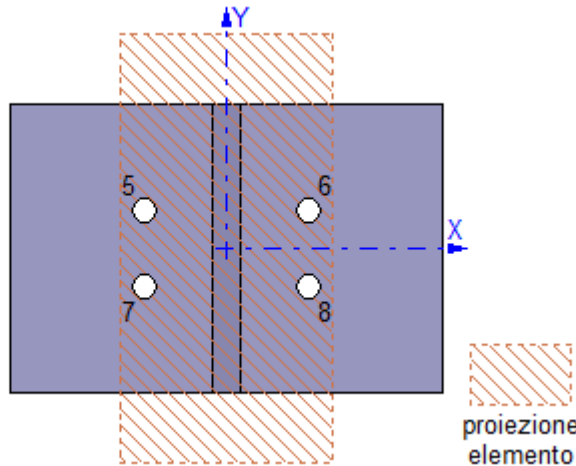
$F_{v,Rd}$  resistenza a taglio di progetto del bullone

$$FV = F_{v,Ed} / F_{v,Rd}$$

VER  $\rightarrow FV \leq 1$

**Verifica connettori alla staffa a T**

N	X [mm]	Y [mm]
5	-56.7	26.3
6	56.7	26.3
7	-56.7	-26.3
8	56.7	-26.3



Calcolo resistenze

Resistenza a trazione dei bulloni

$$F_{tb,Rd} = 0.9 \cdot f_{tb} \cdot A_{res} / \gamma_{M2} = 90333.1 \text{ N}$$

Resistenza a punzonamento alla staffa

$$B_{p,Rd} = 0.6 \cdot \pi \cdot d_m \cdot S_s \cdot f_{tk} / \gamma_{M2} = 311243.9 \text{ N}$$

Resistenza a trazione di progetto

$$F_{t,Rd} = \min [ F_{tb,Rd} , B_{p,Rd} ] = 90333.1 \text{ N}$$

Resistenza a taglio dei bulloni

$$F_{vb,Rd} = 0.5 \cdot f_{tb} \cdot A_{res} / \gamma_{M2} = 50185.1 \text{ N}$$

Conn.	$F_{b,x,Rd}$ [N]	$F_{v,x,Rd}$ [N]	$F_{b,y,Rd}$ [N]	$F_{v,y,Rd}$ [N]
5	275200.0	50185.1	275200.0	50185.1
6	275200.0	50185.1	275200.0	50185.1
7	275200.0	50185.1	275200.0	50185.1
8	275200.0	50185.1	275200.0	50185.1

Legenda

$$F_{b,x,Rd} = k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot \varnothing \cdot S_s / \gamma_{M2}$$

$$F_{v,x,Rd} = \min [ F_{vb,Rd} , F_{b,x,Rd} ]$$

$$F_{b,y,Rd} = k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot \varnothing \cdot S_s / \gamma_{M2}$$

$$F_{v,y,Rd} = \min [ F_{vb,Rd} , F_{b,y,Rd} ]$$

resistenza a rifollamento alla staffa in direzione x  
 resistenza a taglio di progetto in direzione x  
 resistenza a rifollamento alla staffa in direzione y  
 resistenza a taglio di progetto in direzione y

Verifica connettori

• Taglio e trazione (Nodo n. 87, CMB n. 3)

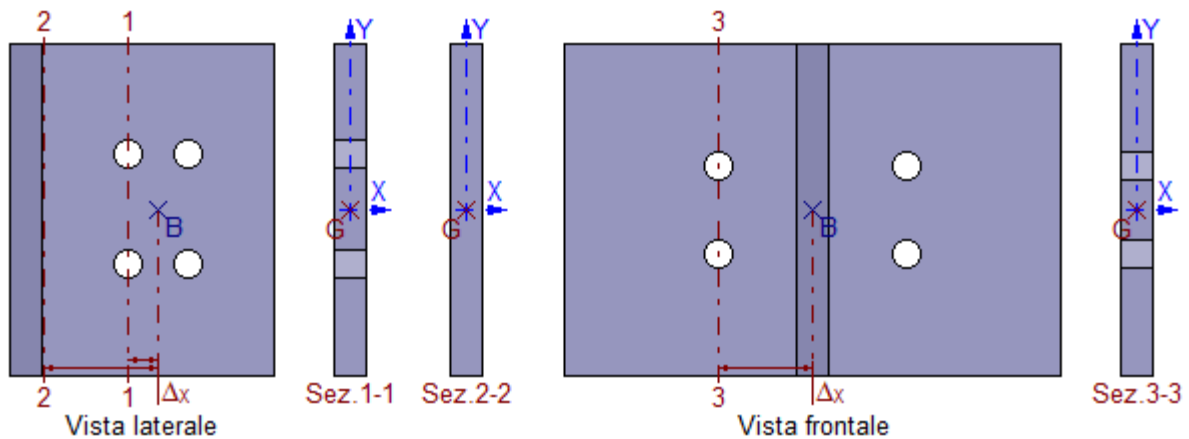
Conn.	$F_{v,Ed}$ [N]	$F_{v,Rd}$ [N]	$F_{t,Ed}$ [N]	$F_{t,Rd}$ [N]	FV <sub>1</sub>	VER
5	1354.2	50185.1	0.0	90333.1	0.026984	Ok
6	453.8	50185.1	0.0	90333.1	0.009042	Ok

7	1354.2	50185.1	0.0	90333.1	0.026984	Ok
8	453.7	50185.1	0.0	90333.1	0.009040	Ok
• Trazione (Nodo n. 87, CMB n. 3)						
Conn.	$F_{t,Ed}$ [N]	$F_{t,Rd}$ [N]	$FV_2$	VER		
5	0.0	90333.1	0.000000	Ok		
6	0.0	90333.1	0.000000	Ok		
7	0.0	90333.1	0.000000	Ok		
8	0.0	90333.1	0.000000	Ok		

• Legenda

$F_{v,Ed}$  forza di taglio agente sul bullone  
 $F_{v,Rd}$  resistenza a taglio di progetto del bullone  
 $F_{t,Ed}$  forza di trazione agente sul bullone  
 $F_{t,Rd}$  resistenza a trazione di progetto del bullone  
 $FV_1 = F_{v,Ed} / F_{v,Rd} + F_{t,Ed} / (1.4 \cdot F_{t,Rd})$   
 $FV_2 = F_{t,Ed} / F_{t,Rd}$   
 VER  $\rightarrow FV_1 \leq 1$

**Verifica staffa a T**



Caratteristiche sezioni

Sez.	$\Delta x$	$X_G$	A	$A_{vy}$	$A_{vx}$	$J_{xG}$	$W_{xG}$	$J_{yG}W_{yG}$	
	[mm]	[mm]	[mm]	[mm <sup>2</sup> ]	[mm <sup>2</sup> ]	[mm <sup>2</sup> ]	[mm <sup>4</sup> ]	[mm <sup>3</sup> ][mm <sup>4</sup> ]	[mm <sup>3</sup> ]
1-1	18.42	0.00	0.00	3320.0	3320.0	-	12577930	125777 -	-
2-2	69.99	0.00	0.00	4000.0	4000.0	4000.0	13333330	133333133333	13333
3-3	56.67	0.00	0.00	3320.0	3320.0	3320.0	12862450	128623110667	11067

\*valori minimi

Sollecitazioni massime

Sez.	Nodo.CMB	$V_x$ [N]	N [N]	$M_y$ [N mm]	$M_x$ [N mm]
1-1	87.1-2081.4	-	-10156.9	-	38339.4
2-2	87.3-3469.0	0.0	-8389.3	0.0	242795.3
3-3	87.1-1040.7	-5078.5	0.0	287795.8	-58976.5

Tensioni massime

Sez.	$\tau_{MED}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{MAX}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{ID}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	FV	VER
1-1	0.63	-3.36	3.54	0.01	Ok
2-2	0.87	3.92	4.20	0.02	Ok
3-3	1.56	-26.46	26.60	0.10	Ok

Legenda

$FV = \sigma_{ID} / f_d$  ( $f_d = f_{yk} / \gamma_{M0} = 261.90$  N/mm<sup>2</sup>)  
 VER  $\rightarrow FV \leq 1$

**Ancoraggio staffa a T**

Tirafondi con rosette saldate

Lunghezza tirafondi	$L_t =$	400 mm
Lunghezza di aderenza	$L_a =$	355 mm
Spessore rosette	$s_r =$	15 mm
Diametro rosette	$\varnothing_r =$	80 mm

Materiale rosette: Acciaio S275

Tensione caratteristica di snervamento:  $f_{yk} = 275$  N/mm<sup>2</sup>  
 Tensione caratteristica di rottura:  $f_{tk} = 430$  N/mm<sup>2</sup>

Calcestruzzo

Resistenza cubica caratteristica a compressione	$R_{ck} =$	30.00 N/mm <sup>2</sup>
Resistenza cilindrica caratteristica a compressione	$f_{ck} = 0.83 \cdot R_{ck} =$	24.90 N/mm <sup>2</sup>

Resistenza di calcolo a compressione	$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_C =$	14.11 N/mm <sup>2</sup>
Resistenza caratteristica a trazione	$f_{ctk} = 0.7 \cdot 0.30 \cdot f_{ck}^{2/3} =$	1.79 N/mm <sup>2</sup>
Resistenza tangenziale di aderenza di calcolo	$f_{bd} = 2.25 \cdot \eta \cdot f_{ctk} / \gamma_C =$	2.69 N/mm <sup>2</sup>

#### Compressione massima calcestruzzo (Nodo n. 87, CMB n. 1)

$$p_{max} = 0.00 \text{ N/mm}^2 < f_{cd} \text{ Ok}$$

#### Verifica ancoraggio

Si verifica considerando la massima resistenza a trazione di progetto dei tirafondi e il contributo di aderenza fornito dagli stessi

•Trazione di progetto dell'ancoraggio	$F_{t,an,Ed} = \max [ F_{t,Rd} ] =$	90333.1 N
•Resistenza a trazione per aderenza	$F_{t,ad,Rd} = L_a \cdot \pi \cdot \varnothing \cdot f_{bd} =$	47930.1 N
•Trazione di progetto residua	$F_{t,re,Ed} = F_{t,an,Ed} - F_{t,ad,Rd} =$	42403.0 N

#### Verifica della rosetta

Momento di calcolo	$M_{Ed} =$	433595.6 N mm
Resistenza a flessione	$M_{c,Rd} =$	493678.9 N mm

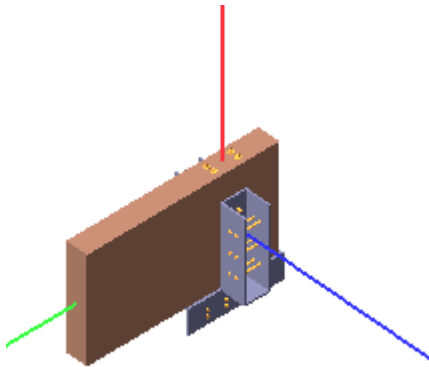
$$M_{Ed} / M_{c,Rd} = 0.878295 \text{ Ok}$$

#### Compressione sul calcestruzzo

$$p_{cls} = 8.79 \text{ N/mm}^2 < f_{cd} \text{ Ok}$$

## 5.3 Giunto di Testa Pilastri-Travi di copertura

Segue il tabulato di verifica del giunto.



#### Classe di servizio 1

L'opera è caratterizzata da un'umidità del materiale in equilibrio con l'ambiente a una temperatura di 20°C e un'umidità relativa dell'aria circostante che non supera il 65%, se non per poche settimane all'anno.

#### Coefficiente di sicurezza utilizzato

$$\gamma_M = 1.50$$

#### Trave lato 3+

Dimensioni sezione ( $B_{el} \times H_{el}$ ): 180 x 850 mm

Legno: GL28h - UNI EN 14080:2013

Essenza: conifere

Massa volumica:

Resistenza caratteristica a trazione parallela alle fibre:

Resistenza caratteristica a trazione ortogonale alle fibre:

Resistenza caratteristica a compressione parallela alle fibre:

Resistenza caratteristica a compressione ortogonale alle fibre:

Resistenza caratteristica a taglio:

Resistenza caratteristica a flessione:

Coefficiente correttivo  $k_{mod}$ :

Classe durata carico	permanente	lunga	media	breveistantanea	
<b>Classe di servizio 1</b>	<b>0.60</b>	<b>0.70</b>	<b>0.80</b>	<b>0.90</b>	<b>1.00</b>
Classe di servizio 2	0.60	0.70	0.80	0.90	1.00
Classe di servizio 3	0.50	0.55	0.65	0.70	0.90

$$\rho_k = 425 \text{ Kg/m}^3$$

$$f_{t,0,k} = 22.30 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{t,90,k} = 0.50 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{c,0,k} = 28.00 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{c,90,k} = 2.50 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{v,k} = 3.50 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{m,k} = 28.00 \text{ N/mm}^2$$

#### Dati unione

Unione realizzata con l'utilizzo di una scarpa d'acciaio, fissata al continuo, nella quale è inserito l'elemento: la scarpa ha dimensioni ( $S_s \times$

$B_{gl} \times H_s \times L_s$ ) 15 x 180 x 650 x 200 mm.

Materiale scarpa: Acciaio S275

Tensione caratteristica di snervamento:

$$f_{yk} = 275 \text{ N/mm}^2$$

Tensione caratteristica di rottura:

$$f_{tk} = 430 \text{ N/mm}^2$$

#### Dati connettori elemento-scarpa

Bulloni: M16

Diametro  $\varnothing = 16 \text{ mm}$

Limite "Johansen" per  $E_{fune}$   $L_{Ef} = 25 \%$

Numero  $n = 6$  (3 righe e 2 colonne)

Materiale: Classe 8.8 (NTC08)

Tensione di snervamento:

$$f_{yb} = 649 \text{ N/mm}^2$$

Tensione di rottura:

$$f_{tb} = 800 \text{ N/mm}^2$$

#### Dati connettori scarpa-continuo

Bulloni: M20

Diametro  $\varnothing = 20 \text{ mm}$

Limite "Johansen" per  $E_{fune}$   $L_{Ef} = 25 \%$

Numero  $n = 4$  (2 righe e 2 colonne)

Materiale: Classe 8.8 (NTC08)

Tensione di snervamento:

$$f_{yb} = 649 \text{ N/mm}^2$$

Tensione di rottura:

$$f_{tb} = 800 \text{ N/mm}^2$$

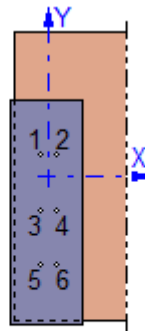
#### Sollecitazioni nella sezione d'attacco dell'elemento:

N.C.D.	V2 [N]	V3 [N]	N [N]	M2 [N mm]	M3 [N mm]	T [N mm]
28.3.M	1687.4	-438.2	-984.5	-1222000.0	-436928.0	114284.0
28.4.M	1868.1	-410.2	-513.8	-1181000.0	-849074.0	109920.0
28.22.M	1997.3	411.3	-28.4	900084.9	-1997000.0	43725.0

Nota: la prima colonna della tabella riporta il numero del nodo (N), il numero della combinazione (C) e l'iniziale della classe di durata del carico (D: Permanente; Lunga durata; Media durata; Breve durata; Istantaneo).

#### Verifica unione elemento-scarpa

N	X [mm]	Y [mm]
1	-26.3	62.5
2	26.3	62.5
3	-26.3	-100.0
4	26.3	-100.0
5	-26.3	-262.5
6	26.3	-262.5



#### Verifiche "lato legno" (Nodo n. 28, CMB n. 22)

Capacità caratteristica a estrazione del bullone

$$F_{ax,Rk} = F_{op,Rd} = 22425.1 \text{ N}$$

$$F_{op,Rd} = 3 \cdot f_{c,90,k} \cdot \left( \left( \min [4 \cdot \varnothing, 12 \cdot S_s] \right)^2 - \varnothing_i^2 \right) \cdot \pi / 4 \text{ capacità di carico piastra}$$

$\varnothing_i = 17.0 \text{ mm}$  diametro del foro

Momento caratteristico di snervamento

$$M_{y,Rk} = 0.3 \cdot f_{tb} \cdot \varnothing^{2.6} = 324282.3 \text{ N mm}$$

Resistenza caratteristica a rifollamento par. alle fibre

$$f_{n,0,k} = 0.082 \cdot (1 - 0.01 \cdot \varnothing) \cdot \rho_k = 29.27 \text{ N/mm}^2$$

Coefficiente di essenza legnosa

$$k_{90} = 1.35 + 0.015 \cdot \varnothing = 1.590$$

Equazioni di Johansen: piastre "intermedie" elementi esterni di una connessione a doppio taglio. Capacità di carico calcolata per interpolazione tra i valori ottenuti considerando le piastre come "sottili" e come "spesse".

1) Piastre "sottili".

Conn.	$\alpha [^\circ]$	$f_{n,\alpha,k} [\text{N/mm}^2]$	$F_{v,Rk,jl} [\text{N}]$	$F_{v,Rk,k} [\text{N}]$	$E_{fune,k} [\text{N}]$	$F_{v,Rk,1} [\text{N}]$	
1		7.95839	28.95	24914.0	41683.1	4982.8	24914.0
2		16.65461	27.92	24468.6	40206.1	4893.7	24468.6
3		5.35294	29.12	24990.4	41939.2	4998.1	24990.4
4		11.33759	28.62	24773.6	41214.8	4954.7	24773.6
5		4.03058	29.19	25018.1	42032.0	5003.6	25018.1
6		8.57448	28.90	24891.8	41608.9	4978.4	24891.8

Legenda

$\alpha$  angolo di inclinazione del carico rispetto alle fibre

$f_{h,\alpha,k} = f_{h,0,k} / (k_{90} \cdot \sin^2\alpha + \cos^2\alpha)$  resistenza caratteristica a rifollamento secondo  $\alpha$

$F_{v,Rk,j} = 0.5 \cdot f_{h,\alpha,k} \cdot t \cdot \emptyset$

$F_{v,Rk,k} = 1.15 \cdot (2 \cdot M_{y,Rk} \cdot f_{h,\alpha,k} \cdot \emptyset)^{0.5} + E_{fune,k}$

$E_{fune,k} = \min [ L_{Ef} \cdot F_{v,Rk,k}, F_{ax,Rk} / 4 ]$

$F_{v,Rk,1} = \min [ F_{v,Rk,j}, F_{v,Rk,k} ]$  capacità di carico per piano di taglio

## 2) Piastre "spesse".

Conn.	$\alpha [^\circ] f_{h,\alpha,k} [N/mm^2]$	$F_{v,Rk,1} [N]$	$F_{v,Rk,m} [N]$	$E_{fune,m} [N]$	$F_{v,Rk,2} [N]$	
1	7.95839	28.95	41683.1	33793.2	5606.3	33793.2
2	16.65461	27.92	40206.1	33289.3	5606.3	33289.3
3	5.35294	29.12	41939.2	33879.7	5606.3	33879.7
4	11.33759	28.62	41214.8	33634.4	5606.3	33634.4
5	4.03058	29.19	42032.0	33911.0	5606.3	33911.0
6	8.57448	28.90	41608.9	33768.1	5606.3	33768.1

### Legenda

$\alpha$  angolo di inclinazione del carico rispetto alle fibre

$f_{h,\alpha,k} = f_{h,0,k} / (k_{90} \cdot \sin^2\alpha + \cos^2\alpha)$  resistenza caratteristica a rifollamento secondo  $\alpha$

$F_{v,Rk,j} = 0.5 \cdot f_{h,\alpha,k} \cdot t \cdot \emptyset$

$F_{v,Rk,m} = 2.3 \cdot (M_{y,Rk} \cdot f_{h,\alpha,k} \cdot \emptyset)^{0.5} + E_{fune,m}$

$E_{fune,m} = \min [ L_{Ef} \cdot F_{v,Rk,m}, F_{ax,Rk} / 4 ]$

$F_{v,Rk,2} = \min [ F_{v,Rk,j}, F_{v,Rk,m} ]$  capacità di carico per piano di taglio

## 3) Interpolazione.

Conn.	$F_{v,Rk,1} [N]$	$F_{v,Rk,2} [N]$	$F_{v,Rk} [N]$
1	24914.03	33793.2	32683.3
2	24468.63	33289.3	32186.7
3	24990.43	33879.7	32768.5
4	24773.63	33634.4	32526.8
5	25018.13	33911.0	32799.4
6	24891.83	33768.1	32658.6

### Legenda

$F_{v,Rk,1}$  capacità di carico per piastra "sottile"

$F_{v,Rk,2}$  capacità di carico per piastra "spessa"

$F_{v,Rk} = F_{v,Rk,1} + (F_{v,Rk,2} - F_{v,Rk,1}) \cdot (S_s - 0.5 \cdot \emptyset) / (0.5 \cdot \emptyset)$  capacità di carico reale per piano di taglio

## Verifica connettori

Conn.	$F_{v,Ed} [N]$	$F_{v,Rd} [N]$	FV	VER
1	952.017431	100370.1	0.0054615	Ok
2	984.117166	100370.1	0.0057328	Ok
3	1412.917476	100370.1	0.080844	Ok
4	1434.717347	100370.1	0.082703	Ok
5	1875.217493	100370.1	0.107199	Ok
6	1891.717417	100370.1	0.108609	Ok

### Legenda

$F_{v,Ed}$  forza di taglio agente sul bullone per piano di taglio

$F_{v,Rd} = k_{mod} \cdot F_{v,Rk} / \gamma_m$  resistenza di progetto del bullone per piano di taglio

$FV = F_{v,Ed} / F_{v,Rd}$

VER  $\rightarrow FV \leq 1$

## Verifiche "lato acciaio" (Nodo n. 28, CMB n. 4)

### Calcolo resistenze

Resistenza a taglio dei bulloni		$F_{vb,Rd} = 0.5 \cdot f_{tb} \cdot A_{res} / \gamma_{M2} = 100370.1 \text{ N}$	
Conn.	$F_{b,x,Rd} [N]$	$F_{v,x,Rd} [N]$	$F_{v,y,Rd} [N]$
1	206400.0	100370.1	100370.1
2	206400.0	100370.1	100370.1
3	206400.0	100370.1	100370.1
4	206400.0	100370.1	100370.1
5	206400.0	100370.1	100370.1
6	206400.0	100370.1	100370.1

### Legenda

$F_{b,x,Rd} = k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot \emptyset \cdot S_s / \gamma_{M2}$

$F_{v,x,Rd} = \min [ F_{vb,Rd}, F_{b,x,Rd} ]$

$F_{b,y,Rd} = k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot \emptyset \cdot S_s / \gamma_{M2}$

$F_{v,y,Rd} = \min [ F_{vb,Rd}, F_{b,y,Rd} ]$

resistenza a rifollamento fianco scarpa in direzione x

resistenza a taglio di progetto in direzione x

resistenza a rifollamento fianco scarpa in direzione y

resistenza a taglio di progetto in direzione y

## Verifica connettori

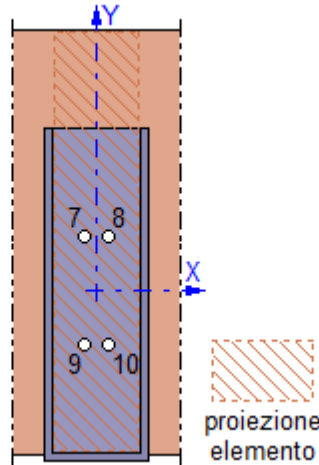
Conn.	$F_{v,Ed} [N]$	$F_{v,Rd} [N]$	FV	VER
1	1030.2	100370.1	0.010264	Ok
2	1046.0	100370.1	0.010422	Ok
3	838.8	100370.1	0.008357	Ok
4	858.2	100370.1	0.008551	Ok
5	651.0	100370.1	0.006486	Ok
6	675.8	100370.1	0.006733	Ok

Legenda

- $F_{v,Ed}$  forza di taglio agente sul bullone
- $F_{v,Rd}$  resistenza a taglio di progetto del bullone
- $FV = F_{v,Ed} / F_{v,Rd}$
- VER  $\rightarrow FV \leq 1$

Verifica unione scarpa-continuo

N	X [mm]	Y [mm]
7	-23.7	108.3
8	23.7	108.3
9	-23.7	-108.3
10	23.7	-108.3



Verifiche "lato legno" (Nodo n. 28, CMB n. 3)

Capacità caratteristica a estrazione del bullone

$$F_{cp,Rd} = 3 \cdot f_{c,90,k} \cdot ((\min[4 \cdot \varnothing, 12 \cdot S_s])^2 - \varnothing_i^2) \cdot \pi / 4$$

capacità di carico piastra  
 $\varnothing_i = 21.0$  mm diametro del foro

$$F_{ax,Rk} = F_{cp,Rd} = 35101.4 \text{ N}$$

Momento caratteristico di snervamento

$$M_{y,Rk} = 0.3 \cdot f_{tb} \cdot \varnothing^{2.6} = 579280.9 \text{ N mm}$$

Resistenza caratteristica a rifollamento par. alle fibre

$$f_{h,0,k} = 0.082 \cdot (1 - 0.01 \cdot \varnothing) \cdot \rho_k = 27.88 \text{ N/mm}^2$$

Coefficiente di essenza legnosa

$$k_{90} = 1.35 + 0.015 \cdot \varnothing = 1.650$$

Equazioni di Johansen: piastra "intermedia" in una connessione a singolo taglio. Capacità di carico calcolata per interpolazione tra i valori ottenuti considerando la piastra come "sottile" e come "spessa".

1) Piastra "sottile".

Conn.	$\alpha$ [°]	$f_{h,\alpha,k}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$F_{v,Rk,a}$ [N]	$F_{v,Rk,b}$ [N]	$E_{fune,b}$ [N]	$F_{v,Rk,1}$ [N]	
7	52.85006	19.73	28413.8	28413.8	28413.8	6147.5	28413.8
8	45.43422	20.96	30187.6	30187.6	30187.6	6336.4	30187.6
9	73.40499	17.46	25139.5	25139.5	25139.5	5782.4	25139.5
10	68.82262	17.81	25650.4	25650.4	25650.4	5840.9	25650.4

Legenda

$\alpha$  angolo di inclinazione del carico rispetto alle fibre

$$f_{h,\alpha,k} = f_{h,0,k} / (k_{90} \cdot \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha)$$
 resistenza caratteristica a rifollamento secondo  $\alpha$

$$F_{v,Rk,a} = 0.4 \cdot f_{h,\alpha,k} \cdot t \cdot \varnothing$$

$$F_{v,Rk,b} = 1.15 \cdot (2 \cdot M_{y,Rk} \cdot f_{h,\alpha,k} \cdot \varnothing)^{0.5} + E_{fune,b}$$

$$E_{fune,b} = \min [L_{Ef} \cdot F_{v,Rk,b}, F_{ax,Rk} / 4]$$

$$F_{v,Rk,1} = \min [F_{v,Rk,a}, F_{v,Rk,b}]$$
 capacità di carico per piano di taglio

2) Piastra "spessa".

Conn.	$\alpha$ [°]	$f_{h,\alpha,k}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$F_{v,Rk,c}$ [N]	$F_{v,Rk,d}$ [N]	$F_{v,Rk,e}$ [N]	$E_{fune,c}$ [N]	$E_{fune,d}$ [N]	$F_{v,Rk,2}$ [N]
7	52.85006	19.73	42345.1	42345.1	43469.1	71034.6	8469.08693.8	42345.1
8	45.43422	20.96	44493.7	44493.7	44619.7	75468.9	8775.48775.4	44493.7
9	73.40499	17.46	38091.4	38091.4	40887.8	62848.7	7618.38177.6	38091.4
10	68.82262	17.81	38755.3	38755.3	41301.2	64125.9	7751.18260.2	38755.3

Legenda

$\alpha$  angolo di inclinazione del carico rispetto alle fibre

$$f_{h,\alpha,k} = f_{h,0,k} / (k_{90} \cdot \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha)$$
 resistenza caratteristica a rifollamento secondo  $\alpha$

$$F_{v,Rk,c} = f_{h,\alpha,k} \cdot t \cdot \varnothing \cdot [(2 + 4 \cdot M_{y,Rk} / (f_{h,\alpha,k} \cdot \varnothing \cdot t^2))^{0.5} - 1] + E_{fune,c}$$

$$F_{v,Rk,d} = 2.3 \cdot (M_{y,Rk} \cdot f_{h,\alpha,k} \cdot \varnothing)^{0.5} + E_{fune,d}$$

$$F_{v,Rk,e} = f_{h,\alpha,k} \cdot t \cdot \varnothing$$

$$E_{fune,c,d} = \min [L_{Ef} \cdot F_{v,Rk,c,d}, F_{ax,Rk} / 4]$$

$$F_{v,Rk,2} = \min [F_{v,Rk,c}, F_{v,Rk,d}, F_{v,Rk,e}]$$
 capacità di carico per piano di taglio

3) Interpolazione.

Conn.	$F_{v,Rk,1}$ [N]	$F_{v,Rk,2}$ [N]	$F_{v,Rk}$ [N]
7	28413.842345.1	35379.5	35379.5
8	30187.644493.7	37340.6	37340.6
9	25139.538091.4	31615.4	31615.4
10	25650.438755.3	32202.9	32202.9

### Legenda

$F_{v,Rk,1}$  capacità di carico per piastra "sottile"

$F_{v,Rk,2}$  capacità di carico per piastra "spessa"

$F_{v,Rk} = F_{v,Rk,1} + (F_{v,Rk,2} - F_{v,Rk,1}) \cdot (S_s - 0.5 \cdot \emptyset) / (0.5 \cdot \emptyset)$  capacità di carico reale per piano di taglio

Resistenza di progetto ad estrazione del bullone

$$F_{ax,Rd} = k_{mod} \cdot F_{ax,Rk} / \gamma_m = 18720.8 \text{ N}$$

### Verifica connettori

Conn.	$F_{ax,Ed} F_{v,Ed}$	$F_{v,Rd}$ [N]	FV	VER
7	6596.6598.3	18869.0	0.384074	Ok
8	5577.0514.9	19915.0	0.323759	Ok
9	5741.0497.6	16861.6	0.336174	Ok
10	4721.4393.4	17174.9	0.275108	Ok

### Legenda

$F_{ax,Ed}$  forza assiale agente sul bullone

$F_{v,Ed}$  forza di taglio agente sul bullone per piano di taglio

$F_{v,Rd} = k_{mod} \cdot F_{v,Rk} / \gamma_m$  resistenza di progetto del bullone per piano di taglio

$FV = F_{ax,Ed} / F_{ax,Rd} + F_{v,Ed} / F_{v,Rd}$

VER  $\rightarrow FV \leq 1$

### Verifiche "lato acciaio"

#### Calcolo resistenze

Resistenza a trazione dei bulloni

$$F_{tb,Rd} = 0.9 \cdot f_{tb} \cdot A_{res} / \gamma_{M2} = 141145.5 \text{ N}$$

Resistenza a punzonamento testa scarpa

$$B_{p,Rd} = 0.6 \cdot \pi \cdot d_m \cdot S_s \cdot f_{tk} / \gamma_{M2} = 291791.1 \text{ N}$$

Resistenza a trazione di progetto

$$F_{t,Rd} = \min [ F_{tb,Rd}, B_{p,Rd} ] = 141145.5 \text{ N}$$

Resistenza a taglio dei bulloni

$$F_{vb,Rd} = 0.5 \cdot f_{tb} \cdot A_{res} / \gamma_{M2} = 78414.2 \text{ N}$$

Conn.	$F_{b,x,Rd}$ [N]	$F_{v,x,Rd}$ [N]	$F_{b,y,Rd}$ [N]	$F_{v,y,Rd}$ [N]
7	258000.0	78414.2	258000.0	78414.2
8	258000.0	78414.2	258000.0	78414.2
9	258000.0	78414.2	258000.0	78414.2
10	258000.0	78414.2	258000.0	78414.2

### Legenda

$F_{b,x,Rd} = k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot \emptyset \cdot S_s / \gamma_{M2}$

$F_{v,x,Rd} = \min [ F_{vb,Rd}, F_{b,x,Rd} ]$

$F_{b,y,Rd} = k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot \emptyset \cdot S_s / \gamma_{M2}$

$F_{v,y,Rd} = \min [ F_{vb,Rd}, F_{b,y,Rd} ]$

resistenza a rifollamento testa scarpa in direzione x

resistenza a taglio di progetto in direzione x

resistenza a rifollamento testa scarpa in direzione y

resistenza a taglio di progetto in direzione y

### Verifica connettori

• Taglio e trazione (Nodo n. 28, CMB n. 3)

Conn.	$F_{v,Ed}$ [N]	$F_{t,Ed}$ [N]	$F_{t,Rd}$ [N]	FV <sub>1</sub>	VER
7	598.3	78414.2	6596.6	0.041013	Ok
8	514.9	78414.2	5577.0	0.034789	Ok
9	497.6	78414.2	5741.0	0.035399	Ok
10	393.4	78414.2	4721.4	0.028910	Ok

• Trazione (Nodo n. 28, CMB n. 3)

Conn.	$F_{t,Ed}$ [N]	$F_{t,Rd}$ [N]	FV <sub>2</sub>	VER
7	6596.6	141145.5	0.046736	Ok
8	5577.0	141145.5	0.039512	Ok
9	5741.0	141145.5	0.040674	Ok
10	4721.4	141145.5	0.033451	Ok

• Legenda

$F_{v,Ed}$  forza di taglio agente sul bullone

$F_{v,Rd}$  resistenza a taglio di progetto del bullone

$F_{t,Ed}$  forza di trazione agente sul bullone

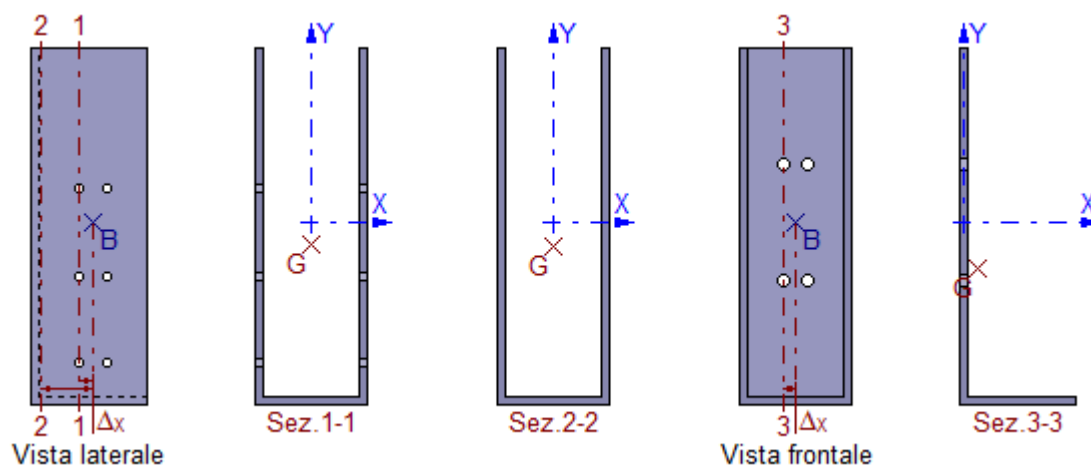
$F_{t,Rd}$  resistenza a trazione di progetto del bullone

$FV_1 = F_{v,Ed} / F_{v,Rd} + F_{t,Ed} / (1.4 \cdot F_{t,Rd})$

$FV_2 = F_{t,Ed} / F_{t,Rd}$

VER  $\rightarrow FV_i \leq 1$

### Verifica scarpa



#### Caratteristiche sezioni

Sez.	$\Delta_x$ [mm]	$Y_G$ [mm]	$X_G$ [mm]	A [mm <sup>2</sup> ]	$A_{VY}$ [mm <sup>2</sup> ]	$A_{VX}$ [mm <sup>2</sup> ]	$J_{XG}$ [mm <sup>4</sup> ]	$W_{XG}$ [mm <sup>3</sup> ]	$J_{YG}$ [mm <sup>4</sup> ]	$W_{YG}$ [mm <sup>3</sup> ]
1-1	26.32	-42.35	0.00	21120.0	18195.0	2925.0	954765100	2599080	182769200	1740659
2-2	100.00	-46.24	0.00	22650.0	19725.0	2925.0	986441300	2657140	197313700	1879179
3-3	23.70	-86.86	26.12	12345.0	9232.5	3112.5	599347900	1455213	36430810	1083479

\*valori minimi

#### Sollecitazioni massime

Sez.	Nodo.CMBV <sub>y</sub> [N]	$V_x$ [N]	N [N]	$M_y$ [N mm]	$M_x$ [N mm]
1-1	28.22-755.7	411.3	-28.4	-889261.6	2016887.0
2-2	28.22-755.7	411.3	-28.4	-858957.0	2072570.0
3-3	28.3 -208.8	-7281.1	219.1	537348.1	-15408.6

#### Tensioni massime

Sez.	$\tau_{MED}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{MAX}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{ID}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	FV	VER
1-1	0.08	1.29	1.29	0.00	Ok
2-2	0.08	1.24	1.24	0.00	Ok
3-3	2.34	-2.65	4.84	0.02	Ok

#### Legenda

FV =  $\sigma_{ID} / f_d$  ( $f_d = f_{yk} / \gamma_{M0} = 261.90 \text{ N/mm}^2$ )  
 VER  $\rightarrow$  FV  $\leq$  1

#### Trave lato 3-

Dimensioni sezione ( $B_{el} \times H_{el}$ ): 180 x 850 mm

Legno: GL28h - UNI EN 14080:2013

Essenza: conifere

Massa volumica:

$\rho_k = 425 \text{ Kg/m}^3$

Resistenza caratteristica a trazione parallela alle fibre:

$f_{t,0,k} = 22.30 \text{ N/mm}^2$

Resistenza caratteristica a trazione ortogonale alle fibre:

$f_{t,90,k} = 0.50 \text{ N/mm}^2$

Resistenza caratteristica a compressione parallela alle fibre:

$f_{c,0,k} = 28.00 \text{ N/mm}^2$

Resistenza caratteristica a compressione ortogonale alle fibre:

$f_{c,90,k} = 2.50 \text{ N/mm}^2$

Resistenza caratteristica a taglio:

$f_{v,k} = 3.50 \text{ N/mm}^2$

Resistenza caratteristica a flessione:

$f_{m,k} = 28.00 \text{ N/mm}^2$

Coefficiente correttivo  $k_{mod}$ :

Classe durata carico	permanente	lunga	media	breveistantanea	
<b>Classe di servizio 1</b>	<b>0.60</b>	<b>0.70</b>	<b>0.80</b>	<b>0.90</b>	<b>1.00</b>
Classe di servizio 2	0.60	0.70	0.80	0.90	1.00
Classe di servizio 3	0.50	0.55	0.65	0.70	0.90

#### Dati unione

Unione realizzata con l'utilizzo di una scarpa d'acciaio, fissata al continuo, nella quale è inserito l'elemento: la scarpa ha dimensioni ( $S_s \times B_{el} \times H_s \times L_s$ ) 15 x 180 x 650 x 200 mm.

Materiale scarpa: Acciaio S275

Tensione caratteristica di snervamento:

$f_{yk} = 275 \text{ N/mm}^2$

Tensione caratteristica di rottura:

$f_{tk} = 430 \text{ N/mm}^2$

#### Dati connettori elemento-scarpa

Bulloni: M16



Diametro  $\varnothing = 16$  mm  
 Limite "Johansen" per  $E_{fune}$   $L_{Ef} = 25$  %  
 Numero  $n = 6$  (3 righe e 2 colonne)  
 Materiale: Classe 8.8 (NTC08)  
 Tensione di snervamento:  $f_{yb} = 649$  N/mm<sup>2</sup>  
 Tensione di rottura:  $f_{tb} = 800$  N/mm<sup>2</sup>

**Dati connettori scarpa-continuo**

Bulloni: M20  
 Diametro  $\varnothing = 20$  mm  
 Limite "Johansen" per  $E_{fune}$   $L_{Ef} = 25$  %  
 Numero  $n = 4$  (2 righe e 2 colonne)  
 Materiale: Classe 8.8 (NTC08)  
 Tensione di snervamento:  $f_{yb} = 649$  N/mm<sup>2</sup>  
 Tensione di rottura:  $f_{tb} = 800$  N/mm<sup>2</sup>

**Sollecitazioni nella sezione d'attacco dell'elemento:**

N.C.D.	V2 [N]	V3 [N]	N [N]	M2 [N mm]	M3 [N mm]	T [N mm]
28.3.M	2659.5	490.5	927.5	-888418.0	-3000000.0	-626.0
28.4.M	2450.3	404.2	955.3	-529782.0	-2542000.0	181.0

Nota: la prima colonna della tabella riporta il numero del nodo (N), il numero della combinazione (C) e l'iniziale della classe di durata del carico (D: Permanente; Lunga durata; Media durata; Breve durata; Istantaneo).

**Verifica unione elemento-scarpa**

§0301§

**Verifiche "lato legno"** (Nodo n. 28, CMB n. 3)

Capacità caratteristica a estrazione del bullone  $F_{ax,Rk} = F_{cp,Rd} = 22425.1$  N  
 $F_{cp,Rd} = 3 \cdot f_{c,90,k} \cdot ((\min[4 \cdot \varnothing, 12 \cdot S_s])^2 - \varnothing^2) \cdot \pi / 4$  capacità di carico piastra  
 $\varnothing_f = 17.0$  mm diametro del foro

Momento caratteristico di snervamento  $M_{y,Rk} = 0.3 \cdot f_{tb} \cdot \varnothing^2 \cdot 6 = 324282.3$  N mm

Resistenza caratteristica a rifollamento par. alle fibre  $f_{h,0,k} = 0.082 \cdot (1 - 0.01 \cdot \varnothing) \cdot p_k = 29.27$  N/mm<sup>2</sup>  
 Coefficiente di essenza legnosa  $k_{90} = 1.35 + 0.015 \cdot \varnothing = 1.590$

Equazioni di Johansen: piastre "intermedie" elementi esterni di una connessione a doppio taglio. Capacità di carico calcolata per interpolazione tra i valori ottenuti considerando le piastre come "sottili" e come "spesse".

1) Piastre "sottili".

Conn.	$\alpha$ [°]	$f_{h,\alpha,k}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$F_{v,Rk,l}$ [N]	$F_{v,Rk,k}$ [N]	$E_{fune,k}$ [N]	$F_{v,Rk,1}$ [N]
1	6.88136	29.03	24949.1	41800.5	4989.8	24949.1
2	20.29251	27.33	24210.2	39361.3	4842.0	24210.2
3	3.90262	29.19	25020.3	42039.7	5004.1	25020.3
4	11.80582	28.57	24750.7	41138.6	4950.1	24750.7
5	2.72228	29.24	25037.8	42098.5	5007.6	25037.8
6	8.28878	28.92	24902.3	41643.9	4980.5	24902.3

Legenda

$\alpha$  angolo di inclinazione del carico rispetto alle fibre  
 $f_{h,\alpha,k} = f_{h,0,k} / (k_{90} \cdot \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha)$  resistenza caratteristica a rifollamento secondo  $\alpha$   
 $F_{v,Rk,l} = 0.5 \cdot f_{h,\alpha,k} \cdot t \cdot \varnothing$   
 $F_{v,Rk,k} = 1.15 \cdot (2 \cdot M_{y,Rk} \cdot f_{h,\alpha,k} \cdot \varnothing)^{0.5} + E_{fune,k}$   
 $E_{fune,k} = \min [ L_{Ef} \cdot F_{v,Rk,k}, F_{ax,Rk} / 4 ]$   
 $F_{v,Rk,1} = \min [ F_{v,Rk,l}, F_{v,Rk,k} ]$  capacità di carico per piano di taglio

2) Piastre "spesse".

Conn.	$\alpha$ [°]	$f_{h,\alpha,k}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$F_{v,Rk,l}$ [N]	$F_{v,Rk,m}$ [N]	$E_{fune,m}$ [N]	$F_{v,Rk,2}$ [N]
1	6.88136	29.03	41800.5	33832.9	5606.3	33832.9
2	20.29251	27.33	39361.3	32997.0	5606.3	32997.0
3	3.90262	29.19	42039.7	33913.5	5606.3	33913.5
4	11.80582	28.57	41138.6	33608.5	5606.3	33608.5
5	2.72228	29.24	42098.5	33933.3	5606.3	33933.3
6	8.28878	28.92	41643.9	33780.0	5606.3	33780.0

Legenda

$\alpha$  angolo di inclinazione del carico rispetto alle fibre  
 $f_{h,\alpha,k} = f_{h,0,k} / (k_{90} \cdot \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha)$  resistenza caratteristica a rifollamento secondo  $\alpha$   
 $F_{v,Rk,l} = 0.5 \cdot f_{h,\alpha,k} \cdot t \cdot \varnothing$   
 $F_{v,Rk,m} = 2.3 \cdot (M_{y,Rk} \cdot f_{h,\alpha,k} \cdot \varnothing)^{0.5} + E_{fune,m}$   
 $E_{fune,m} = \min [ L_{Ef} \cdot F_{v,Rk,m}, F_{ax,Rk} / 4 ]$   
 $F_{v,Rk,2} = \min [ F_{v,Rk,l}, F_{v,Rk,m} ]$  capacità di carico per piano di taglio

3) Interpolazione.

Conn.	$F_{v,Rk,1}$ [N]	$F_{v,Rk,2}$ [N]	$F_{v,Rk}$ [N]
1	24949.1	33832.9	32722.4
2	24210.2	32997.0	31898.6
3	25020.3	33913.5	32801.9

4	24750.733608.5	32501.3
5	25037.833933.3	32821.4
6	24902.333780.0	32670.3

Legenda

$F_{v,Rk,1}$  capacità di carico per piastra "sottile"

$F_{v,Rk,2}$  capacità di carico per piastra "spessa"

$F_{v,Rk} = F_{v,Rk,1} + (F_{v,Rk,2} - F_{v,Rk,1}) \cdot (S_s - 0.5 \cdot \varnothing) / (0.5 \cdot \varnothing)$  capacità di carico reale per piano di taglio

Verifica connettori

Conn.	$F_{v,Ed}$ [N]	$F_{v,Rd}$ [N]	FV	VER
1	912.717452.0	0.052298		Ok
2	966.117012.6	0.056787		Ok
3	1606.717494.30	0.091843		Ok
4	1637.617334.00	0.094476		Ok
5	2302.517504.80	0.131534		Ok
6	2324.117424.10	0.133386		Ok

Legenda

$F_{v,Ed}$  forza di taglio agente sul bullone per piano di taglio

$F_{v,Rd} = k_{mod} \cdot F_{v,Rk} / \gamma_m$  resistenza di progetto del bullone per piano di taglio

$FV = F_{v,Ed} / F_{v,Rd}$

VER  $\rightarrow FV \leq 1$

Verifiche "lato acciaio" (Nodo n. 28, CMB n. 4)

Calcolo resistenze

Resistenza a taglio dei bulloni

$$F_{vb,Rd} = 0.5 \cdot f_{tb} \cdot A_{res} / \gamma_{M2} = 100370.1 \text{ N}$$

Conn.	$F_{b,x,Rd}$ [N]	$F_{v,x,Rd}$ [N]	$F_{b,y,Rd}$ [N]	$F_{v,y,Rd}$ [N]
1	206400.0	100370.1	206400.0	100370.1
2	206400.0	100370.1	206400.0	100370.1
3	206400.0	100370.1	206400.0	100370.1
4	206400.0	100370.1	206400.0	100370.1
5	206400.0	100370.1	206400.0	100370.1
6	206400.0	100370.1	206400.0	100370.1

Legenda

$F_{b,x,Rd} = k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot \varnothing \cdot S_s / \gamma_{M2}$

$F_{v,x,Rd} = \min [ F_{vb,Rd}, F_{b,x,Rd} ]$

$F_{b,y,Rd} = k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot \varnothing \cdot S_s / \gamma_{M2}$

$F_{v,y,Rd} = \min [ F_{vb,Rd}, F_{b,y,Rd} ]$

resistenza a rifollamento fianco scarpa in direzione x

resistenza a taglio di progetto in direzione x

resistenza a rifollamento fianco scarpa in direzione y

resistenza a taglio di progetto in direzione y

Verifica connettori

Conn.	$F_{v,Ed}$ [N]	$F_{v,Rd}$ [N]	FV	VER
1	447.3	100370.1	0.004457	Ok
2	527.5	100370.1	0.005255	Ok
3	190.6	100370.1	0.001899	Ok
4	338.4	100370.1	0.003371	Ok
5	754.9	100370.1	0.007522	Ok
6	805.1	100370.1	0.008021	Ok

Legenda

$F_{v,Ed}$  forza di taglio agente sul bullone

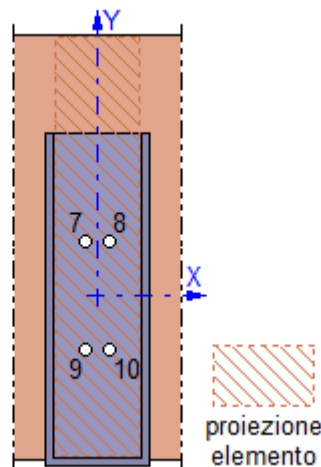
$F_{v,Rd}$  resistenza a taglio di progetto del bullone

$FV = F_{v,Ed} / F_{v,Rd}$

VER  $\rightarrow FV \leq 1$

Verifica unione scarpa-continuo

N	X [mm]	Y [mm]
7	-23.7	108.3
8	23.7	108.3
9	-23.7	-108.3
10	23.7	-108.3



### Verifiche "lato legno" (Nodo n. 28, CMB n. 3)

Capacità caratteristica a estrazione del bullone

$$F_{ax,Rk} = F_{cp,Rd} = 35101.4 \text{ N}$$

$$F_{cp,Rd} = 3 \cdot f_{c,90,k} \cdot \left( \left( \min [ 4 \cdot \varnothing, 12 \cdot S_s ] \right)^2 - \varnothing^2 \right) \cdot \pi / 4 \text{ capacità di carico piastra}$$

$\varnothing_i = 21.0 \text{ mm}$  diametro del foro

Momento caratteristico di snervamento

$$M_{y,Rk} = 0.3 \cdot f_{tb} \cdot \varnothing^{2.6} = 579280.9 \text{ N mm}$$

Resistenza caratteristica a rifollamento par. alle fibre

$$f_{h,0,k} = 0.082 \cdot (1 - 0.01 \cdot \varnothing) \cdot \rho_k = 27.88 \text{ N/mm}^2$$

Coefficiente di essenza legnosa

$$k_{90} = 1.35 + 0.015 \cdot \varnothing = 1.650$$

Equazioni di Johansen: piastra "intermedia" in una connessione a singolo taglio. Capacità di carico calcolata per interpolazione tra i valori ottenuti considerando la piastra come "sottile" e come "spessa".

1) Piastra "sottile".

Conn.	$\alpha$ [°]	$f_{h,\alpha,k}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$F_{v,Rk,a}$ [N]	$F_{v,Rk,b}$ [N]	$E_{fune,b}$ [N]	$F_{v,Rk,1}$ [N]
7	79.66058	17.11	24644.4	24644.4	5725.2	24644.4
8	79.66974	17.11	24643.8	24643.8	5725.1	24643.8
9	79.43066	17.12	24658.5	24658.5	5726.8	24658.5
10	79.44003	17.12	24657.9	24657.9	5726.8	24657.9

Legenda

$\alpha$  angolo di inclinazione del carico rispetto alle fibre

$f_{h,\alpha,k} = f_{h,0,k} / (k_{90} \cdot \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha)$  resistenza caratteristica a rifollamento secondo  $\alpha$

$$F_{v,Rk,a} = 0.4 \cdot f_{h,\alpha,k} \cdot t \cdot \varnothing$$

$$F_{v,Rk,b} = 1.15 \cdot (2 \cdot M_{y,Rk} \cdot f_{h,\alpha,k} \cdot \varnothing)^{0.5} + E_{fune,b}$$

$$E_{fune,b} = \min [ L_{Ef} \cdot F_{v,Rk,b}, F_{ax,Rk} / 4 ]$$

$$F_{v,Rk,1} = \min [ F_{v,Rk,a}, F_{v,Rk,b} ] \text{ capacità di carico per piano di taglio}$$

2) Piastra "spessa".

Conn.	$\alpha$ [°]	$f_{h,\alpha,k}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$F_{v,Rk,c}$ [N]	$F_{v,Rk,d}$ [N]	$F_{v,Rk,e}$ [N]	$E_{fune,c}$ [N]	$E_{fune,d}$ [N]	$F_{v,Rk,2}$ [N]
7	79.66058	17.11	37447.9	40483.2	61610.9	7489.6	8096.6	37447.9
8	79.66974	17.11	37447.2	40482.8	61609.5	7489.4	8096.6	37447.2
9	79.43066	17.12	37466.2	40494.8	61646.2	7493.2	8099.0	37466.2
10	79.44003	17.12	37465.5	40494.3	61644.7	7493.1	8098.9	37465.5

Legenda

$\alpha$  angolo di inclinazione del carico rispetto alle fibre

$f_{h,\alpha,k} = f_{h,0,k} / (k_{90} \cdot \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha)$  resistenza caratteristica a rifollamento secondo  $\alpha$

$$F_{v,Rk,c} = f_{h,\alpha,k} \cdot t \cdot \varnothing \cdot \left[ (2 + 4 \cdot M_{y,Rk} / (f_{h,\alpha,k} \cdot \varnothing \cdot t^2))^{0.5} - 1 \right] + E_{fune,c}$$

$$F_{v,Rk,d} = 2.3 \cdot (M_{y,Rk} \cdot f_{h,\alpha,k} \cdot \varnothing)^{0.5} + E_{fune,d}$$

$$F_{v,Rk,e} = f_{h,\alpha,k} \cdot t \cdot \varnothing$$

$$E_{fune,c,d} = \min [ L_{Ef} \cdot F_{v,Rk,c,d}, F_{ax,Rk} / 4 ]$$

$$F_{v,Rk,2} = \min [ F_{v,Rk,c}, F_{v,Rk,d}, F_{v,Rk,e} ] \text{ capacità di carico per piano di taglio}$$

3) Interpolazione.

Conn.	$F_{v,Rk,1}$ [N]	$F_{v,Rk,2}$ [N]	$F_{v,Rk}$ [N]
7	24644.437447.9	31046.1	31046.1
8	24643.837447.2	31045.5	31045.5
9	24658.537466.2	31062.3	31062.3
10	24657.937465.5	31061.7	31061.7

Legenda

$F_{v,Rk,1}$  capacità di carico per piastra "sottile"

$F_{v,Rk,2}$  capacità di carico per piastra "spessa"

$$F_{v,Rk} = F_{v,Rk,1} + (F_{v,Rk,2} - F_{v,Rk,1}) \cdot (S_s - 0.5 \cdot \varnothing) / (0.5 \cdot \varnothing) \text{ capacità di carico reale per piano di taglio}$$

Resistenza di progetto ad estrazione del bullone

$$F_{ax,Rd} = k_{mod} \cdot F_{ax,Rk} / \gamma_m = 18720.8 \text{ N}$$

Verifica connettori

Conn.	$F_{ax,Ed} / F_{v,Ed}$	$F_{v,Rd}$ [N]	FV	VER
7	5577.0675.5	16557.9	0.338704	Ok
8	6596.6676.1	16557.6	0.393201	Ok
9	4721.4676.0	16566.6	0.293010	Ok
10	5741.0676.6	16566.2	0.347508	Ok

Legenda

$F_{ax,Ed}$  forza assiale agente sul bullone

$F_{v,Ed}$  forza di taglio agente sul bullone per piano di taglio

$$F_{v,Rd} = k_{mod} \cdot F_{v,Rk} / \gamma_m \text{ resistenza di progetto del bullone per piano di taglio}$$

$$FV = F_{ax,Ed} / F_{ax,Rd} + F_{v,Ed} / F_{v,Rd}$$

$$VER \rightarrow FV \leq 1$$

### Verifiche "lato acciaio"

Calcolo resistenze

Resistenza a trazione dei bulloni

$$F_{tb,Rd} = 0.9 \cdot f_{tb} \cdot A_{res} / \gamma_{M2} = 141145.5 \text{ N}$$

Resistenza a punzonamento testa scarpa

$$B_{p,Rd} = 0.6 \cdot \pi \cdot d_m \cdot S_s \cdot f_{tk} / \gamma_{M2} = 291791.1 \text{ N}$$

Resistenza a trazione di progetto

$$F_{t,Rd} = \min [ F_{tb,Rd}, B_{p,Rd} ] = 141145.5 \text{ N}$$

Resistenza a taglio dei bulloni

$$F_{vb,Rd} = 0.5 \cdot f_{tb} \cdot A_{res} / \gamma_{M2} = 78414.2 \text{ N}$$

Conn.	$F_{b,x,Rd}$ [N]	$F_{v,x,Rd}$ [N]	$F_{b,y,Rd}$ [N]	$F_{v,y,Rd}$ [N]
7	258000.0	78414.2	258000.0	78414.2
8	258000.0	78414.2	258000.0	78414.2
9	258000.0	78414.2	258000.0	78414.2
10	258000.0	78414.2	258000.0	78414.2

#### Legenda

$F_{b,x,Rd} = k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot \phi \cdot S_s / \gamma_{M2}$  resistenza a rifollamento testa scarpa in direzione x  
 $F_{v,x,Rd} = \min [ F_{vb,Rd} , F_{b,x,Rd} ]$  resistenza a taglio di progetto in direzione x  
 $F_{b,y,Rd} = k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot \phi \cdot S_s / \gamma_{M2}$  resistenza a rifollamento testa scarpa in direzione y  
 $F_{v,y,Rd} = \min [ F_{vb,Rd} , F_{b,y,Rd} ]$  resistenza a taglio di progetto in direzione y

#### Verifica connettori

##### • Taglio e trazione (Nodo n. 28, CMB n. 3)

Conn.	$F_{v,Ed}$ [N]	$F_{v,Rd}$ [N]	$F_{t,Ed}$ [N]	$F_{t,Rd}$ [N]	$FV_1$	VER
7	675.5	78414.2	5577.0	141145.5	0.036838	Ok
8	676.1	78414.2	6596.6	141145.5	0.042005	Ok
9	676.0	78414.2	4721.4	141145.5	0.032515	Ok
10	676.6	78414.2	5741.0	141145.5	0.037682	Ok

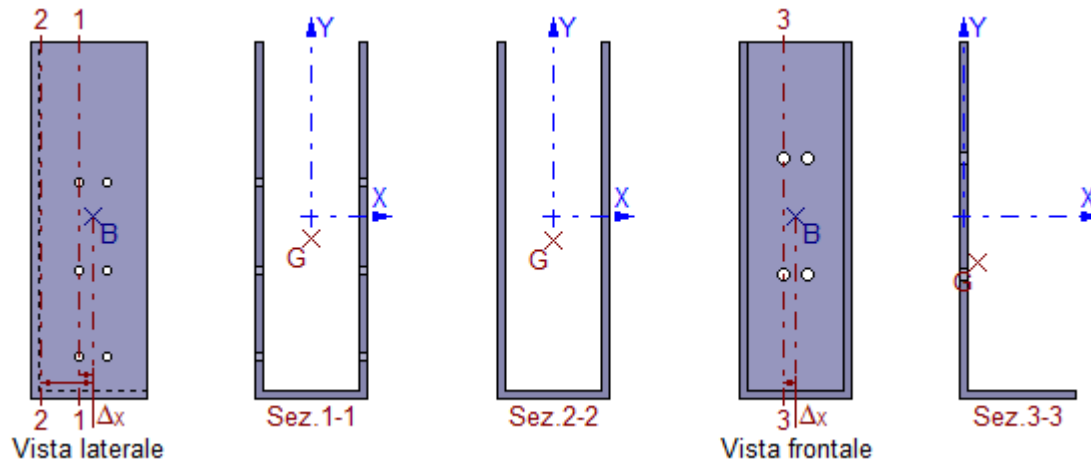
##### • Trazione (Nodo n. 28, CMB n. 3)

Conn.	$F_{t,Ed}$ [N]	$F_{t,Rd}$ [N]	$FV_2$	VER
7	5577.0	141145.5	0.039512	Ok
8	6596.6	141145.5	0.046736	Ok
9	4721.4	141145.5	0.033451	Ok
10	5741.0	141145.5	0.040674	Ok

##### • Legenda

$F_{v,Ed}$  forza di taglio agente sul bullone  
 $F_{v,Rd}$  resistenza a taglio di progetto del bullone  
 $F_{t,Ed}$  forza di trazione agente sul bullone  
 $F_{t,Rd}$  resistenza a trazione di progetto del bullone  
 $FV_1 = F_{v,Ed} / F_{v,Rd} + F_{t,Ed} / ( 1.4 \cdot F_{t,Rd} )$   
 $FV_2 = F_{t,Ed} / F_{t,Rd}$   
 VER  $\rightarrow FV_i \leq 1$

#### Verifica scarpa



#### Caratteristiche sezioni

Sez.	$\Delta_x$ [mm]	$Y_G$ [mm]	$X_G$ [mm]	A [mm <sup>2</sup> ]	$A_{VY}$ [mm <sup>2</sup> ]	$A_{VX}$ [mm <sup>2</sup> ]	$J_{XG}$ [mm <sup>4</sup> ]	$W_{XG}$ [mm <sup>3</sup> ]	$J_{YG}$ [mm <sup>4</sup> ]	$W_{YG}$ [mm <sup>3</sup> ]
1-1	26.32	-42.35	0.00	21120.0	18195.0	2925.0	954765100	2599080	182769200	1740659
2-2	100.00	-46.24	0.00	22650.0	19725.0	2925.0	986441300	2657140	197313700	1879179
3-3	23.70	-86.86	26.12	12345.0	9232.5	3112.5	599347900	1455213	36430810	1083479

\*valori minimi

#### Sollecitazioni massime

Sez.	Nodo.CMB	$V_y$ [N]	$V_x$ [N]	N [N]	$M_y$ [N mm]	$M_x$ [N mm]
1-1	28.3-1326.3	-490.5	927.5	875510.5	3034901.0	
2-2	28.3-1326.3	-490.5	927.5	839370.4	3132621.0	
3-3	28.3-1326.3	5399.4	245.3	398476.2	97878.9	

#### Tensioni massime

Sez.	$\tau_{MED}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{MAX}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{ID}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	FV	VER
1-1	0.15	1.71	1.73	0.01	Ok
2-2	0.13	1.67	1.68	0.01	Ok
3-3	1.73	-2.01	3.61	0.01	Ok

### Legenda

$$FV = \sigma_{ID} / f_d \quad (f_d = f_{yk} / \gamma_{M0} = 261.90 \text{ N/mm}^2)$$

$$VER \rightarrow FV \leq 1$$

### Colonna lato inferiore

Dimensioni sezione ( $B_{el} \times H_{el}$ ): 180 x 750 mm

Legno: GL28h - UNI EN 14080:2013

Essenza: conifere

Massa volumica:

Resistenza caratteristica a trazione parallela alle fibre:

Resistenza caratteristica a trazione ortogonale alle fibre:

Resistenza caratteristica a compressione parallela alle fibre:

Resistenza caratteristica a compressione ortogonale alle fibre:

Resistenza caratteristica a taglio:

Resistenza caratteristica a flessione:

Coefficiente correttivo  $k_{mod}$ :

Classe durata carico	permanente	lunga	media	breveistantanea	
<b>Classe di servizio 1</b>	<b>0.60</b>	<b>0.70</b>	<b>0.80</b>	<b>0.90</b>	<b>1.00</b>
Classe di servizio 2	0.60	0.70	0.80	0.90	1.00
Classe di servizio 3	0.50	0.55	0.65	0.70	0.90

$$\rho_k = 425 \text{ Kg/m}^3$$

$$f_{t,0,k} = 22.30 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{t,90,k} = 0.50 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{c,0,k} = 28.00 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{c,90,k} = 2.50 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{v,k} = 3.50 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{m,k} = 28.00 \text{ N/mm}^2$$

### Dati unione

Unione realizzata con l'utilizzo di una scarpa d'acciaio, fissata al continuo, nella quale è inserito l'elemento: la scarpa ha dimensioni ( $S_s \times B_{el} \times H_s \times L_s$ ) 20 x 180 x 750 x 180 mm.

Materiale scarpa: Acciaio S275

Tensione caratteristica di snervamento:

$$f_{yk} = 275 \text{ N/mm}^2$$

Tensione caratteristica di rottura:

$$f_{tk} = 430 \text{ N/mm}^2$$

### Dati connettori elemento-scarpa

Bulloni: M16

Diametro  $\varnothing = 16 \text{ mm}$

Limite "Johansen" per  $E_{fune}$   $L_{Ef} = 25 \%$

Numero  $n = 8$  (4 righe e 2 colonne)

Materiale: Classe 8.8 (NTC08)

Tensione di snervamento:

$$f_{yb} = 649 \text{ N/mm}^2$$

Tensione di rottura:

$$f_{tb} = 800 \text{ N/mm}^2$$

### Dati connettori scarpa-continuo

Bulloni: M16

Diametro  $\varnothing = 16 \text{ mm}$

Limite "Johansen" per  $E_{fune}$   $L_{Ef} = 25 \%$

Numero  $n = 4$  (2 righe e 2 colonne)

Diametro rondella  $\varnothing_r = 48.00 \text{ mm}$

Materiale: Classe 8.8 (NTC08)

Tensione di snervamento:

$$f_{yb} = 649 \text{ N/mm}^2$$

Tensione di rottura:

$$f_{tb} = 800 \text{ N/mm}^2$$

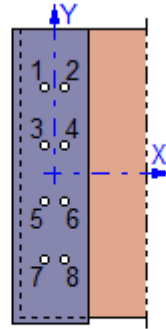
### Sollecitazioni nella sezione d'attacco dell'elemento:

N.C.D.	V2 [N]	V3 [N]	N [N]	M2 [N mm]	M3 [N mm]	T [N mm]
28.1.M	-1577.9	-752.7	-83533.4	0.0	0.0	22592.0
28.36.M	3596.1	-672.2	-19295.5	0.0	0.0	-40060.0

Nota: la prima colonna della tabella riporta il numero del nodo (N), il numero della combinazione (C) e l'iniziale della classe di durata del carico (D: Permanente; Lunga durata; Media durata; Breve durata; Istantaneo).

### Verifica unione elemento-scarpa

N	X [mm]	Y [mm]
1	-23.7	225.0
2	23.7	225.0
3	-23.7	75.0
4	23.7	75.0
5	-23.7	-75.0
6	23.7	-75.0
7	-23.7	-225.0
8	23.7	-225.0



**Verifiche "lato legno"** (Nodo n. 28, CMB n. 1)

Capacità caratteristica a estrazione del bullone

$$F_{ax,Rk} = F_{cp,Rd} = 22425.1 \text{ N}$$

$$F_{cp,Rd} = 3 \cdot f_{c,90,k} \cdot ( (\min [4 \cdot \varnothing, 12 \cdot S_s])^2 - \varnothing_i^2 ) \cdot \pi / 4 \text{ capacità di carico piastra}$$

$$\varnothing_i = 17.0 \text{ mm diametro del foro}$$

Momento caratteristico di snervamento

$$M_{y,Rk} = 0.3 \cdot f_{tb} \cdot \varnothing^2 \cdot l = 324282.3 \text{ N mm}$$

Resistenza caratteristica a rifollamento par. alle fibre

$$f_{h,0,k} = 0.082 \cdot (1 - 0.01 \cdot \varnothing) \cdot \rho_k = 29.27 \text{ N/mm}^2$$

Coefficiente di essenza legnosa

$$k_{90} = 1.35 + 0.015 \cdot \varnothing = 1.590$$

Angolo di inclinazione del carico rispetto alle fibre

$$\alpha = 0.91003^\circ$$

Resistenza caratteristica a rifollamento secondo  $\alpha$

$$f_{h,\alpha,k} = f_{h,0,k} / (k_{90} \cdot \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha) = 29.27 \text{ N/mm}^2$$

Equazioni di Johansen: piastre "spesse" elementi esterni di una connessione a doppio taglio.

Capacità di carico per piano di taglio

$$F_{v,Rk} = \min [ F_{v,Rk,l}, F_{v,Rk,m} ] = 33950.1 \text{ N}$$

$$\bullet F_{v,Rk,l} = 0.5 \cdot f_{h,\alpha,k} \cdot t \cdot \varnothing = 42148.3 \text{ N}$$

$$\bullet F_{v,Rk,m} = 2.3 \cdot (M_{y,Rk} \cdot f_{h,\alpha,k} \cdot \varnothing)^{0.5} + E_{tune,m} = 33950.1 \text{ N}$$

$$\bullet E_{tune,m} = \min [ L_{Ef} \cdot F_{v,Rk,m}, F_{ax,Rk} / 4 ] = 5606.3 \text{ N}$$

Resistenza di progetto del bullone per piano di taglio

$$F_{v,Rd} = k_{mod} \cdot F_{v,Rk} / \gamma_m = 18106.7 \text{ N}$$

Numero efficace bulloni per ogni gruppo par. alle fibre:

Carico parallelo alle fibre

$$n_{ef,||} = \min [ n, n^{0.9} \cdot (a_1 / (13 \cdot \varnothing))^{0.25} ] = 1.289$$

( $a_1 = 47.36 \text{ mm}$  interasse connettori in direzione delle fibre)

Carico perpendicolare alle fibre

$$n_{ef,\perp} = n = 2.000$$

Carico reale (secondo  $\alpha$ )

$$n_{ef,\alpha} = n_{ef,||} + (n_{ef,\perp} - n_{ef,||}) \cdot \alpha / 90 = 1.296$$

Numero di gruppi par. alle fibre

$$n_g = 4$$

Resistenza di progetto del giunto per piano di taglio

$$F_{v,G,Rd} = n_{ef,\alpha} \cdot n_g \cdot F_{v,Rd} = 93881.3 \text{ N}$$

Forza agente sul giunto per piano di taglio

$$F_{v,Ed} = 41772.0 \text{ N}$$

$$\gg F_{v,Ed} / F_{v,G,Rd} = 0.444945 \text{ Ok}$$

**Verifiche "lato acciaio"** (Nodo n. 28, CMB n. 1)

Calcolo resistenze

Resistenza a taglio dei bulloni

$$F_{vb,Rd} = 0.5 \cdot f_{tb} \cdot A_{res} / \gamma_{M2} = 100370.1 \text{ N}$$

Conn.	$F_{b,x,Rd}$ [N]	$F_{v,x,Rd}$ [N]	$F_{b,y,Rd}$ [N]	$F_{v,y,Rd}$ [N]
1	275200.0	100370.1	275200.0	100370.1
2	275200.0	100370.1	275200.0	100370.1
3	275200.0	100370.1	275200.0	100370.1
4	275200.0	100370.1	275200.0	100370.1
5	275200.0	100370.1	275200.0	100370.1
6	275200.0	100370.1	275200.0	100370.1
7	275200.0	100370.1	275200.0	100370.1
8	275200.0	100370.1	275200.0	100370.1

Legenda

$$F_{b,x,Rd} = k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot \varnothing \cdot S_s / \gamma_{M2}$$

$$F_{v,x,Rd} = \min [ F_{vb,Rd}, F_{b,x,Rd} ]$$

$$F_{b,y,Rd} = k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot \varnothing \cdot S_s / \gamma_{M2}$$

$$F_{v,y,Rd} = \min [ F_{vb,Rd}, F_{b,y,Rd} ]$$

resistenza a rifollamento fianco scarpa in direzione x

resistenza a taglio di progetto in direzione x

resistenza a rifollamento fianco scarpa in direzione y

resistenza a taglio di progetto in direzione y

Verifica connettori

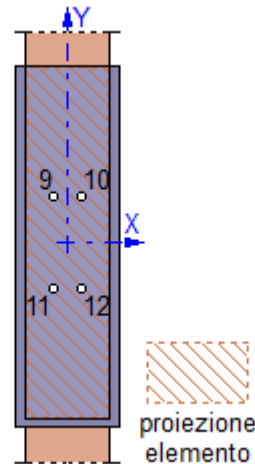
Conn.	$F_{v,Ed}$ [N]	$F_{v,Rd}$ [N]	FV	VER
1	5222.1	100370.1	0.052028	Ok
2	5222.1	100370.1	0.052028	Ok
3	5222.1	100370.1	0.052028	Ok
4	5222.1	100370.1	0.052028	Ok
5	5222.1	100370.1	0.052028	Ok
6	5222.1	100370.1	0.052028	Ok
7	5222.1	100370.1	0.052028	Ok
8	5222.1	100370.1	0.052028	Ok

#### Legenda

$F_{v,Ed}$  forza di taglio agente sul bullone  
 $F_{v,Rd}$  resistenza a taglio di progetto del bullone  
 $FV = F_{v,Ed} / F_{v,Rd}$   
 $VER \rightarrow FV \leq 1$

#### Verifica unione scarpa-continuo

N	X [mm]	Y [mm]
9	-30.0	98.7
10	30.0	98.7
11	-30.0	-98.7
12	30.0	-98.7



#### Verifiche "lato legno" (Nodo n. 28, CMB n. 36)

Capacità caratteristica a estrazione del bullone

$$F_{ax,Rk} = F_{cpr,Rd} = 11869.3 \text{ N}$$

$F_{cpr,Rd} = 3 \cdot f_{c,90,k} \cdot ((\min[4 \cdot \varnothing, 12 \cdot S_s, \varnothing_i])^2 - \varnothing_i^2) \cdot \pi / 4$  capacità di carico piastra/rondella  
 $\varnothing_i = 17.0 \text{ mm}$  diametro del foro

Momento caratteristico di snervamento

$$M_{y,Rk} = 0.3 \cdot f_{tb} \cdot \varnothing^2 \cdot l = 324282.3 \text{ N mm}$$

Resistenza caratteristica a rifollamento par. alle fibre  
Coefficiente di essenza legnosa

$$f_{h,0,k} = 0.082 \cdot (1 - 0.01 \cdot \varnothing) \cdot \rho_k = 29.27 \text{ N/mm}^2$$

$$k_{90} = 1.35 + 0.015 \cdot \varnothing = 1.590$$

Equazioni di Johansen: piastra "spessa" in una connessione a singolo taglio.

Conn.	$\alpha$ [°]	$f_{h,\alpha,k}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$F_{v,Rk,c}$ [N]	$F_{v,Rk,d}$ [N]	$F_{v,Rk,e}$ [N]	$E_{fune,c}$ [N]	$E_{fune,d}$ [N]	$F_{v,Rk}$ [N]
9	4.92984	29.15	167700.5	31251.7	396399.3	2967.3	2967.3	31251.7
10	4.63087	29.16	167784.2	31258.9	396601.2	2967.3	2967.3	31258.9
11	16.67999	27.92	160771.8	30648.5	379671.9	2967.3	2967.3	30648.5
12	15.71558	28.06	161573.8	30719.0	381608.1	2967.3	2967.3	30719.0

#### Legenda

$\alpha$  angolo di inclinazione del carico rispetto alle fibre

$f_{h,\alpha,k} = f_{h,0,k} / (k_{90} \cdot \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha)$  resistenza caratteristica a rifollamento secondo  $\alpha$

$F_{v,Rk,c} = f_{h,\alpha,k} \cdot t \cdot \varnothing \cdot [(2 + 4 \cdot M_{y,Rk} / (f_{h,\alpha,k} \cdot \varnothing \cdot t^2))^{0.5} - 1] + E_{fune,c}$

$F_{v,Rk,d} = 2.3 \cdot (M_{y,Rk} \cdot f_{h,\alpha,k} \cdot \varnothing)^{0.5} + E_{fune,d}$

$F_{v,Rk,e} = f_{h,\alpha,k} \cdot t \cdot \varnothing$

$E_{fune,c,d} = \min [L_{Ef} \cdot F_{v,Rk,c,d}, F_{ax,Rk} / 4]$

$F_{v,Rk} = \min [F_{v,Rk,c}, F_{v,Rk,d}, F_{v,Rk,e}]$  capacità di carico per piano di taglio

Resistenza di progetto ad estrazione del bullone

$$F_{ax,Rd} = k_{mod} \cdot F_{ax,Rk} / \gamma_m = 6330.3 \text{ N}$$

Numero efficace bulloni presenti nel giunto

$$n_{ef} = n = 4$$

Resistenza di progetto ad estrazione del giunto

$$F_{ax,G,Rd} = n_{ef} \cdot F_{ax,Rd} = 25321.2 \text{ N}$$

Forza assiale agente sul giunto

$$F_{ax,Ed} = 0.0 \text{ N}$$

#### Verifica connettori

Conn.	$F_{v,Ed}$ [N]	$F_{v,Rd}$ [N]	FV	VER
9	874.016667	67.6	0.052438	Ok

10	930.316671.4	0.055802	Ok
11	909.016345.9	0.055612	Ok
12	963.316383.5	0.058796	Ok

**Legenda**

$F_{v,Ed}$  forza di taglio agente sul bullone per piano di taglio  
 $F_{v,Rd} = k_{mod} \cdot F_{v,Rk} / \gamma_m$  resistenza di progetto del bullone per piano di taglio  
 $FV = F_{ax,Ed} / F_{ax,GRd} + F_{v,Ed} / F_{v,Rd}$   
 VER  $\rightarrow FV \leq 1$

**Verifiche "lato acciaio"**

*Calcolo resistenze*

Resistenza a trazione dei bulloni  $F_{tb,Rd} = 0.9 \cdot f_{tb} \cdot A_{res} / \gamma_{M2} = 90333.1 \text{ N}$   
 Resistenza a punzonamento testa scarpa  $B_{p,Rd} = 0.6 \cdot \pi \cdot d_m \cdot S_s \cdot f_{tk} / \gamma_{M2} = 311243.9 \text{ N}$   
 Resistenza a trazione di progetto  $F_{t,Rd} = \min [ F_{tb,Rd} , B_{p,Rd} ] = 90333.1 \text{ N}$

Resistenza a taglio dei bulloni		$F_{vb,Rd} = 0.5 \cdot f_{tb} \cdot A_{res} / \gamma_{M2} = 50185.1 \text{ N}$		
Conn.	$F_{b,x,Rd}$ [N]	$F_{v,x,Rd}$ [N]	$F_{b,y,Rd}$ [N]	$F_{v,y,Rd}$ [N]
9	275200.0	50185.1	275200.0	50185.1
10	275200.0	50185.1	275200.0	50185.1
11	275200.0	50185.1	275200.0	50185.1
12	275200.0	50185.1	275200.0	50185.1

**Legenda**

$F_{b,x,Rd} = k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot \phi \cdot S_s / \gamma_{M2}$  resistenza a rifollamento testa scarpa in direzione x  
 $F_{v,x,Rd} = \min [ F_{vb,Rd} , F_{b,x,Rd} ]$  resistenza a taglio di progetto in direzione x  
 $F_{b,y,Rd} = k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot \phi \cdot S_s / \gamma_{M2}$  resistenza a rifollamento testa scarpa in direzione y  
 $F_{v,y,Rd} = \min [ F_{vb,Rd} , F_{b,y,Rd} ]$  resistenza a taglio di progetto in direzione y

*Verifica connettori*

• Taglio e trazione (Nodo n. 28, CMB n. 36)

Conn.	$F_{v,Ed}$ [N]	$F_{v,Rd}$ [N]	$F_{t,Ed}$ [N]	$F_{t,Rd}$ [N]	FV <sub>1</sub>	VER
9	874.0	50185.1	0.0	90333.1	0.017416	Ok
10	930.3	50185.1	0.0	90333.1	0.018538	Ok
11	909.0	50185.1	0.0	90333.1	0.018114	Ok
12	963.3	50185.1	0.0	90333.1	0.019195	Ok

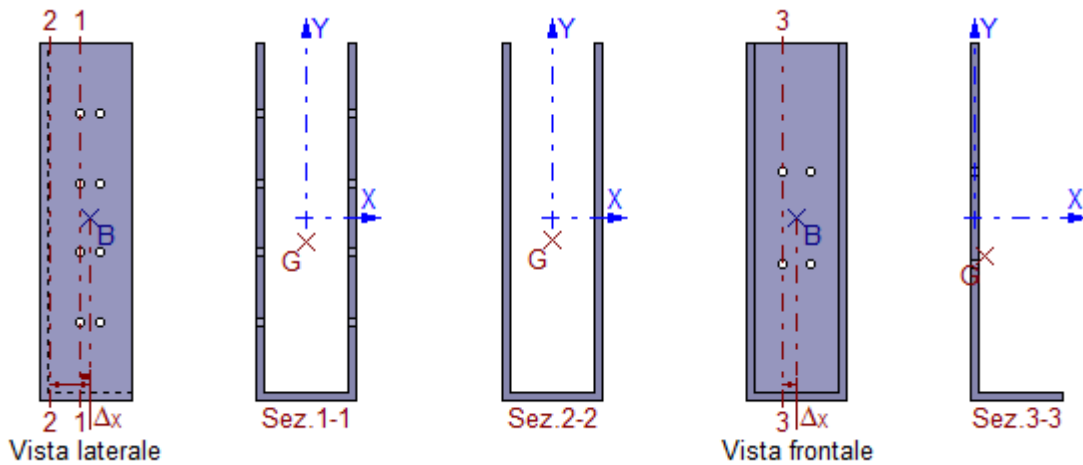
• Trazione (Nodo n. 28, CMB n. 36)

Conn.	$F_{t,Ed}$ [N]	$F_{t,Rd}$ [N]	FV <sub>2</sub>	VER
9	0.0	90333.1	0.000000	Ok
10	0.0	90333.1	0.000000	Ok
11	0.0	90333.1	0.000000	Ok
12	0.0	90333.1	0.000000	Ok

• Legenda

$F_{v,Ed}$  forza di taglio agente sul bullone  
 $F_{v,Rd}$  resistenza a taglio di progetto del bullone  
 $F_{t,Ed}$  forza di trazione agente sul bullone  
 $F_{t,Rd}$  resistenza a trazione di progetto del bullone  
 $FV_1 = F_{v,Ed} / F_{v,Rd} + F_{t,Ed} / ( 1.4 \cdot F_{t,Rd} )$   
 $FV_2 = F_{t,Ed} / F_{t,Rd}$   
 VER  $\rightarrow FV_i \leq 1$

**Verifica scarpa**



**Caratteristiche sezioni**

Sez.	$\Delta x$ [mm]	$Y_G$ [mm]	$X_G$ [mm]	A [mm <sup>2</sup> ]	$A_{VY}$ [mm <sup>2</sup> ]	$A_{VX}$ [mm <sup>2</sup> ]	$J_{XG}$ [mm <sup>4</sup> ]	$W_{XG}^*$ [mm <sup>3</sup> ]	$J_{YG}$ [mm <sup>4</sup> ]	$W_{YG}^*$ [mm <sup>3</sup> ]
------	-----------------	------------	------------	----------------------	-----------------------------	-----------------------------	-----------------------------	-------------------------------	-----------------------------	-------------------------------



1-1	23.68	-53.47	0.00	31680.0	27680.0	4000.0	1891505000	4414533	291546700	2650424
2-2	89.98	-49.24	0.00	34400.0	30400.0	4000.0	1975167000	4655732	318746700	2897697
3-3	30.00	-84.06	19.65	18320.0	14520.0	3800.0	1160080000	2527067	39159100	1320682

\*valori minimi

#### Sollecitazioni massime

Sez.	Nodo.C	M <sub>BV<sub>Y</sub></sub> [N]	V <sub>X</sub> [N]	N [N]	M <sub>Y</sub> [N mm]	M <sub>X</sub> [N mm]
1-1	28.1	663.4	-752.7	-83533.4	-17823.9	-15710.2
2-2	28.1	663.4	-752.7	-83533.4	-67728.0	-59696.2
3-3	28.1	663.4	-41766.7	376.4	-2923669.0	-46440.7

#### Tensioni massime

Sez.	τ <sub>MED</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	σ <sub>MAX</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	σ <sub>ID</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	FV	VER
1-1	0.19	-2.64	2.66	0.01	Ok
2-2	0.04	-2.46	2.47	0.01	Ok
3-3	10.99	12.75	22.91	0.09	Ok

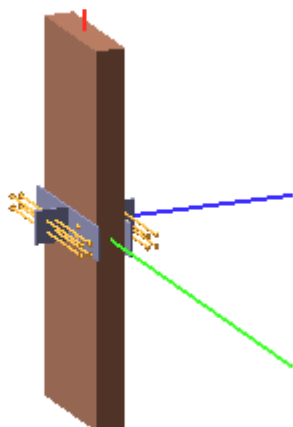
#### Legenda

FV = σ<sub>ID</sub> / f<sub>d</sub> (f<sub>d</sub> = f<sub>yk</sub> / γ<sub>M0</sub> = 261.90 N/mm<sup>2</sup>)

VER → FV ≤ 1

## 5.4 Giunto Pilastri-Travi a metà altezza

Segue il tabulato di verifica del giunto.



#### Classe di servizio 1

L'opera è caratterizzata da un'umidità del materiale in equilibrio con l'ambiente a una temperatura di 20°C e un'umidità relativa dell'aria circostante che non supera il 65%, se non per poche settimane all'anno.

#### Coefficiente di sicurezza utilizzato

γ<sub>M</sub> = 1.50

#### Trave lato 3+

Dimensioni sezione (B<sub>el</sub> x H<sub>el</sub>): 1000 x 200 mm

Legno: GL28h - UNI EN 14080:2013

Essenza: conifere

Massa volumica:

Resistenza caratteristica a trazione parallela alle fibre:

Resistenza caratteristica a trazione ortogonale alle fibre:

Resistenza caratteristica a compressione parallela alle fibre:

Resistenza caratteristica a compressione ortogonale alle fibre:

Resistenza caratteristica a taglio:

Resistenza caratteristica a flessione:

Coefficiente correttivo k<sub>mod</sub>:

Classe durata carico

**Classe di servizio 1**

Classe di servizio 2

Classe di servizio 3

permanente

**0.60**

0.60

0.50

lunga

**0.70**

0.70

0.55

media

**0.80**

0.80

0.65

breveistantanea

**0.90**

0.90

0.70

ρ<sub>k</sub> = 425 Kg/m<sup>3</sup>

f<sub>t,0,k</sub> = 22.30 N/mm<sup>2</sup>

f<sub>t,90,k</sub> = 0.50 N/mm<sup>2</sup>

f<sub>c,0,k</sub> = 28.00 N/mm<sup>2</sup>

f<sub>c,90,k</sub> = 2.50 N/mm<sup>2</sup>

f<sub>v,k</sub> = 3.50 N/mm<sup>2</sup>

f<sub>m,k</sub> = 28.00 N/mm<sup>2</sup>

#### Dati unione

Unione realizzata con l'utilizzo di una staffa d'acciaio a T con l'ala fissata al continuo e l'anima inserita nell'elemento: la staffa ha dimensioni (S<sub>s</sub> x H<sub>s</sub> x L<sub>anima</sub> x B<sub>ala</sub>) 15 x 200 x 200 x 900 mm.

Materiale staffa: Acciaio S275

Tensione caratteristica di snervamento:  $f_{yk} = 275 \text{ N/mm}^2$   
 Tensione caratteristica di rottura:  $f_{tk} = 430 \text{ N/mm}^2$

Dati connettori elemento-staffa

Bulloni: M16

Diametro  $\varnothing = 16 \text{ mm}$   
 Limite "Johansen" per  $E_{fune}$   $L_{Ef} = 25 \%$   
 Numero  $n = 4$  (2 righe e 2 colonne)  
 Diametro rondella  $\varnothing_r = 35.00 \text{ mm}$

Materiale: Classe 8.8 (NTC08)

Tensione di snervamento:  $f_{yb} = 649 \text{ N/mm}^2$   
 Tensione di rottura:  $f_{tb} = 800 \text{ N/mm}^2$

Dati connettori staffa-continuo

Bulloni: M16

Diametro  $\varnothing = 16 \text{ mm}$   
 Limite "Johansen" per  $E_{fune}$   $L_{Ef} = 25 \%$   
 Numero  $n = 4$  (2 righe e 2 colonne)

Materiale: Classe 8.8 (NTC08)

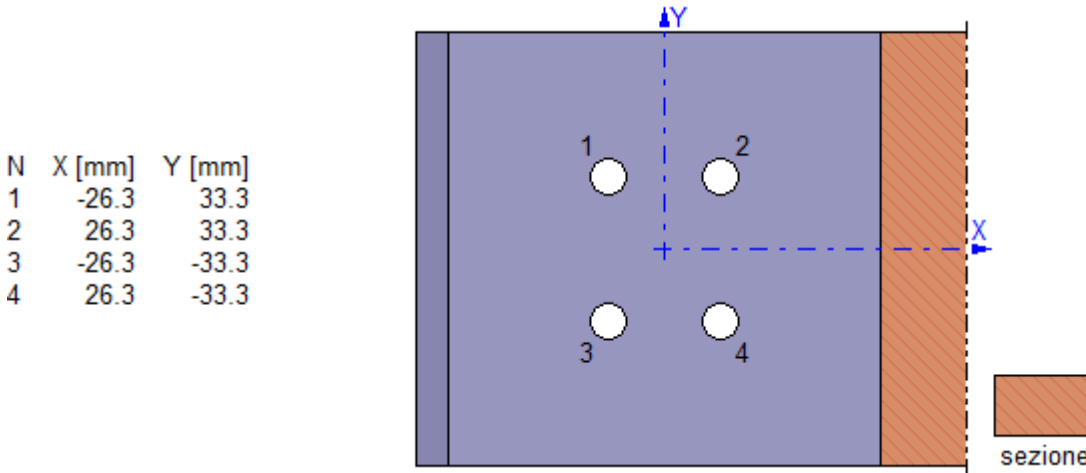
Tensione di snervamento:  $f_{yb} = 649 \text{ N/mm}^2$   
 Tensione di rottura:  $f_{tb} = 800 \text{ N/mm}^2$

Sollecitazioni nella sezione d'attacco dell'elemento:

N.C.D.	V2 [N]	V3 [N]	N [N]	M2 [N mm]	M3 [N mm]	T [N mm]
43.3.M	2691.0	0.0	14861.7	0.0	0.0	-90935.0
43.4.M	2691.0	0.0	9147.0	0.0	0.0	-179356.0

Nota: la prima colonna della tabella riporta il numero del nodo (N), il numero della combinazione (C) e l'iniziale della classe di durata del carico (D: Permanente; Lunga durata; Media durata; Breve durata; Istantaneo).

**Verifica unione elemento-staffa a T**



Verifiche "lato legno" (Nodo n. 43, CMB n. 3)

Capacità caratteristica a estrazione del bullone

$$F_{cr,Rd} = 3 \cdot f_{c,90,k} \cdot (\varnothing_r^2 - \varnothing^2) \cdot \pi / 4 \text{ capacità di carico rondella}$$

$\varnothing_r = 17.0 \text{ mm}$  diametro del foro

$$F_{ax,Rk} = F_{cr,Rd} = 5513.5 \text{ N}$$

Momento caratteristico di snervamento

$$M_{y,Rk} = 0.3 \cdot f_{tb} \cdot \varnothing^{2.6} = 324282.3 \text{ N mm}$$

Resistenza caratteristica a rifollamento par. alle fibre

$$f_{h,0,k} = 0.082 \cdot (1 - 0.01 \cdot \varnothing) \cdot \rho_k = 29.27 \text{ N/mm}^2$$

Coefficiente di essenza legnosa

$$k_{90} = 1.35 + 0.015 \cdot \varnothing = 1.590$$

Angolo di inclinazione del carico rispetto alle fibre

$$\alpha = 10.26332^\circ$$

Resistenza caratteristica a rifollamento secondo  $\alpha$

$$f_{h,\alpha,k} = f_{h,0,k} / (k_{90} \cdot \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha) = 28.74 \text{ N/mm}^2$$

Equazioni di Johansen: piastra di qualunque spessore elemento centrale di una connessione a doppio taglio.

Capacità di carico per piano di taglio

$$F_{v,Rk} = \min [ F_{v,Rk,f}, F_{v,Rk,g}, F_{v,Rk,h} ] = 29462.5 \text{ N}$$

$$F_{v,Rk,f} = f_{h,\alpha,k} \cdot t \cdot \varnothing = 226438.0 \text{ N}$$

$$F_{v,Rk,g} = f_{h,\alpha,k} \cdot t \cdot \varnothing \cdot [(2 + 4 \cdot M_{y,Rk} / (f_{h,\alpha,k} \cdot \varnothing \cdot t^2))^{0.5} - 1] + E_{fune,g} = 96101.9 \text{ N}$$

$$F_{v,Rk,h} = 2.3 \cdot (M_{y,Rk} \cdot f_{h,\alpha,k} \cdot \varnothing)^{0.5} + E_{fune,h} = 29462.5 \text{ N}$$

$$E_{fune,g} = \min [ L_{Ef} \cdot F_{v,Rk,g}, F_{ax,Rk} / 4 ] = 1378.4 \text{ N}$$

$$E_{fune,h} = \min [ L_{Ef} \cdot F_{v,Rk,h}, F_{ax,Rk} / 4 ] = 1378.4 \text{ N}$$

Resistenza di progetto del bullone per piano di taglio

$$F_{v,Rd} = k_{mod} \cdot F_{v,Rk} / \gamma_m = 15713.3 \text{ N}$$

Numero efficace bulloni per ogni gruppo par. alle fibre:  
 Carico parallelo alle fibre  
 ( $a_1 = 52.63$  mm interasse connettori in direzione delle fibre)  
 Carico perpendicolare alle fibre  
 Carico reale (secondo  $\alpha$ )  
 Numero di gruppi par. alle fibre

$$n_{ef,||} = \min [ n , n^{0.9} \cdot (a_1 / (13 \cdot \varnothing))^{0.25} ] = 1.323$$

$$n_{ef,\perp} = n = 2.000$$

$$n_{ef,\alpha} = n_{ef,||} + (n_{ef,\perp} - n_{ef,||}) \cdot \alpha / 90 = 1.401$$

$$n_g = 2$$

Resistenza di progetto del giunto per piano di taglio

$$F_{v,G,Rd} = n_{ef,\alpha} \cdot n_g \cdot F_{v,Rd} = 44017.3 \text{ N}$$

Forza agente sul giunto per piano di taglio

$$F_{v,Ed} = 7551.7 \text{ N}$$

$$\gg F_{v,Ed} / F_{v,G,Rd} = 0.171562 \text{ Ok}$$

#### Verifiche "lato acciaio" (Nodo n. 43, CMB n. 4)

##### Calcolo resistenze

Resistenza a taglio dei bulloni

$$F_{vb,Rd} = 0.5 \cdot f_{tb} \cdot 2 \cdot A_{res} / \gamma_{M2} = 100370.1 \text{ N}$$

Conn.	$F_{b,x,Rd}$ [N]	$F_{v,x,Rd}$ [N]	$F_{b,y,Rd}$ [N]	$F_{v,y,Rd}$ [N]
1	206400.0	100370.1	206400.0	100370.1
2	206400.0	100370.1	206400.0	100370.1
3	206400.0	100370.1	206400.0	100370.1
4	206400.0	100370.1	206400.0	100370.1

##### Legenda

$F_{b,x,Rd} = k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot \varnothing \cdot S_s / \gamma_{M2}$  resistenza a rifollamento anima staffa in direzione x  
 $F_{v,x,Rd} = \min [ F_{vb,Rd} , F_{b,x,Rd} ]$  resistenza a taglio di progetto in direzione x  
 $F_{b,y,Rd} = k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot \varnothing \cdot S_s / \gamma_{M2}$  resistenza a rifollamento anima staffa in direzione y  
 $F_{v,y,Rd} = \min [ F_{vb,Rd} , F_{b,y,Rd} ]$  resistenza a taglio di progetto in direzione y

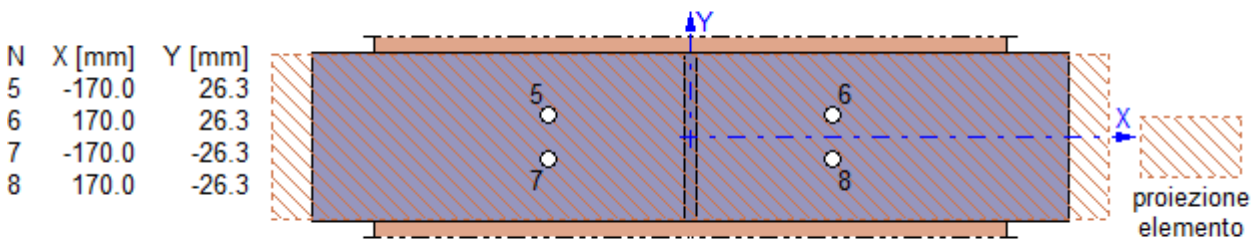
##### Verifica connettori

Conn.	$F_{v,Ed}$ [N]	$F_{v,Rd}$ [N]	FV	VER
1	2383.7	100370.1	0.023749	Ok
2	2383.7	100370.1	0.023749	Ok
3	2383.7	100370.1	0.023749	Ok
4	2383.7	100370.1	0.023749	Ok

##### Legenda

$F_{v,Ed}$  forza di taglio agente sul bullone  
 $F_{v,Rd}$  resistenza a taglio di progetto del bullone  
 $FV = F_{v,Ed} / F_{v,Rd}$   
 VER  $\rightarrow FV \leq 1$

#### Verifica unione staffa a T-continuo



#### Verifiche "lato legno" (Nodo n. 43, CMB n. 3)

Capacità caratteristica a estrazione del bullone

$$F_{ax,Rk} = F_{cp,Rd} = 22425.1 \text{ N}$$

$$F_{cp,Rd} = 3 \cdot f_{e,90,k} \cdot ( (\min [ 4 \cdot \varnothing , 12 \cdot S_s ])^2 - \varnothing^2 ) \cdot \pi / 4 \text{ capacità di carico piastra}$$

$\varnothing_r = 17.0$  mm diametro del foro

Momento caratteristico di snervamento

$$M_{y,Rk} = 0.3 \cdot f_{tb} \cdot \varnothing^{2.6} = 324282.3 \text{ N mm}$$

Resistenza caratteristica a rifollamento par. alle fibre

$$f_{h,0,k} = 0.082 \cdot (1 - 0.01 \cdot \varnothing) \cdot \rho_k = 29.27 \text{ N/mm}^2$$

Coefficiente di essenza legnosa

$$k_{90} = 1.35 + 0.015 \cdot \varnothing = 1.590$$

Equazioni di Johansen: piastra "intermedia" in una connessione a singolo taglio. Capacità di carico calcolata per interpolazione tra i valori ottenuti considerando la piastra come "sottile" e come "spessa".

1) Piastra "sottile".

Conn.	$\alpha$ [°]	$f_{h,\alpha,k}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$F_{v,Rk,a}$ [N]	$F_{v,Rk,b}$ [N]	$E_{fune,b}$ [N]	$F_{v,Rk,1}$ [N]	
5	2.13628		29.25	25044.2	33696.0	5008.8	25044.2
6	1.44207		29.26	25049.8	33711.1	5010.0	25049.8
7	2.13466		29.25	25044.2	33696.1	5008.8	25044.2
8	1.44097		29.26	25049.8	33711.1	5010.0	25049.8

#### Legenda

$\alpha$  angolo di inclinazione del carico rispetto alle fibre

$f_{h,\alpha,k} = f_{h,0,k} / (k_{90} \cdot \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha)$  resistenza caratteristica a rifollamento secondo  $\alpha$

$F_{v,Rk,a} = 0.4 \cdot f_{h,\alpha,k} \cdot t \cdot \emptyset$

$F_{v,Rk,b} = 1.15 \cdot (2 \cdot M_{y,Rk} \cdot f_{h,\alpha,k} \cdot \emptyset)^{0.5} + E_{fune,b}$

$E_{fune,b} = \min [ L_{Ef} \cdot F_{v,Rk,b}, F_{ax,Rk} / 4 ]$

$F_{v,Rk,1} = \min [ F_{v,Rk,a}, F_{v,Rk,b} ]$  capacità di carico per piano di taglio

#### 2) Piastra "spessa".

Conn.	$\alpha$ [°]	$f_{h,\alpha,k}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$F_{v,Rk,c}$ [N]	$F_{v,Rk,d}$ [N]	$F_{v,Rk,e}$ [N]	$E_{fune,c}$ [N]	$E_{fune,d}$ [N]	$F_{v,Rk,2}$ [N]
5	2.13628		29.25	43020.8	33940.6	84240.1	5606.35606.3	33940.6
6	1.44207		29.26	43036.3	33946.9	84277.6	5606.35606.3	33946.9
7	2.13466		29.25	43020.8	33940.6	84240.2	5606.35606.3	33940.6
8	1.44097		29.26	43036.4	33946.9	84277.7	5606.35606.3	33946.9

#### Legenda

$\alpha$  angolo di inclinazione del carico rispetto alle fibre

$f_{h,\alpha,k} = f_{h,0,k} / (k_{90} \cdot \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha)$  resistenza caratteristica a rifollamento secondo  $\alpha$

$F_{v,Rk,c} = f_{h,\alpha,k} \cdot t \cdot \emptyset \cdot [(2 + 4 \cdot M_{y,Rk} / (f_{h,\alpha,k} \cdot \emptyset \cdot t^2))^{0.5} - 1] + E_{fune,c}$

$F_{v,Rk,d} = 2.3 \cdot (M_{y,Rk} \cdot f_{h,\alpha,k} \cdot \emptyset)^{0.5} + E_{fune,d}$

$F_{v,Rk,e} = f_{h,\alpha,k} \cdot t \cdot \emptyset$

$E_{fune,c,d} = \min [ L_{Ef} \cdot F_{v,Rk,c,d}, F_{ax,Rk} / 4 ]$

$F_{v,Rk,2} = \min [ F_{v,Rk,c}, F_{v,Rk,d}, F_{v,Rk,e} ]$  capacità di carico per piano di taglio

#### 3) Interpolazione.

Conn.	$F_{v,Rk,1}$ [N]	$F_{v,Rk,2}$ [N]	$F_{v,Rk}$ [N]
5	25044.2	33940.6	32828.5
6	25049.8	33946.9	32834.8
7	25044.2	33940.6	32828.6
8	25049.8	33946.9	32834.8

#### Legenda

$F_{v,Rk,1}$  capacità di carico per piastra "sottile"

$F_{v,Rk,2}$  capacità di carico per piastra "spessa"

$F_{v,Rk} = F_{v,Rk,1} + (F_{v,Rk,2} - F_{v,Rk,1}) \cdot (S_s - 0.5 \cdot \emptyset) / (0.5 \cdot \emptyset)$  capacità di carico reale per piano di taglio

Resistenza di progetto ad estrazione del bullone

$$F_{ax,Rd} = k_{mod} \cdot F_{ax,Rk} / \gamma_m = 11960.0 \text{ N}$$

Numero efficace bulloni presenti nel giunto

$$n_{ef} = n = 4$$

Resistenza di progetto ad estrazione del giunto

$$F_{ax,G,Rd} = n_{ef} \cdot F_{ax,Rd} = 47840.2 \text{ N}$$

Forza assiale agente sul giunto

$$F_{ax,Ed} = 29710.4 \text{ N}$$

#### Verifica connettori

Conn.	$F_{v,Ed}$ [N]	$F_{v,Rd}$ [N]	FV	VER
5	542.517508.6	0.652021		Ok
6	803.617511.9	0.666924		Ok
7	542.517508.6	0.652021		Ok
8	803.617511.9	0.666924		Ok

#### Legenda

$F_{v,Ed}$  forza di taglio agente sul bullone per piano di taglio

$F_{v,Rd} = k_{mod} \cdot F_{v,Rk} / \gamma_m$  resistenza di progetto del bullone per piano di taglio

$FV = F_{ax,Ed} / F_{ax,G,Rd} + F_{v,Ed} / F_{v,Rd}$

VER  $\rightarrow FV \leq 1$

#### Verifiche "lato acciaio"

##### Calcolo resistenze

Resistenza a trazione dei bulloni

$$F_{tb,Rd} = 0.9 \cdot f_{tb} \cdot A_{res} / \gamma_{M2} = 90333.1 \text{ N}$$

Resistenza a punzonamento alla staffa

$$B_{p,Rd} = 0.6 \cdot \pi \cdot d_m \cdot S_s \cdot f_{tk} / \gamma_{M2} = 233432.9 \text{ N}$$

Resistenza a trazione di progetto

$$F_{t,Rd} = \min [ F_{tb,Rd}, B_{p,Rd} ] = 90333.1 \text{ N}$$

Resistenza a taglio dei bulloni

$$F_{vb,Rd} = 0.5 \cdot f_{tb} \cdot A_{res} / \gamma_{M2} = 50185.1 \text{ N}$$

Conn.	$F_{b,x,Rd}$ [N]	$F_{v,x,Rd}$ [N]	$F_{b,y,Rd}$ [N]	$F_{v,y,Rd}$ [N]
5	206400.0	50185.1	206400.0	50185.1
6	206400.0	50185.1	206400.0	50185.1
7	206400.0	50185.1	206400.0	50185.1
8	206400.0	50185.1	206400.0	50185.1

#### Legenda

$F_{b,x,Rd} = k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot \emptyset \cdot S_s / \gamma_{M2}$

resistenza a rifollamento alla staffa in direzione x

$F_{v,x,Rd} = \min [ F_{vb,Rd}, F_{b,x,Rd} ]$

resistenza a taglio di progetto in direzione x

$$F_{b,y,Rd} = k \cdot \alpha \cdot f_{yk} \cdot \phi \cdot S_s / \gamma_{M2}$$

$$F_{v,y,Rd} = \min [ F_{vb,Rd} , F_{b,y,Rd} ]$$

resistenza a rifollamento ala staffa in direzione y  
resistenza a taglio di progetto in direzione y

#### Verifica connettori

- Taglio e trazione (Nodo n. 43, CMB n. 3)

Conn.	$F_{v,Ed}$ [N]	$F_{v,Rd}$ [N]	$F_{t,Ed}$ [N]	$F_{t,Rd}$ [N]	$FV_1$	VER
5	542.5	50185.1	7427.6	90333.1	0.069542	Ok
6	803.6	50185.1	7427.6	90333.1	0.074745	Ok
7	542.5	50185.1	7427.6	90333.1	0.069542	Ok
8	803.6	50185.1	7427.6	90333.1	0.074745	Ok

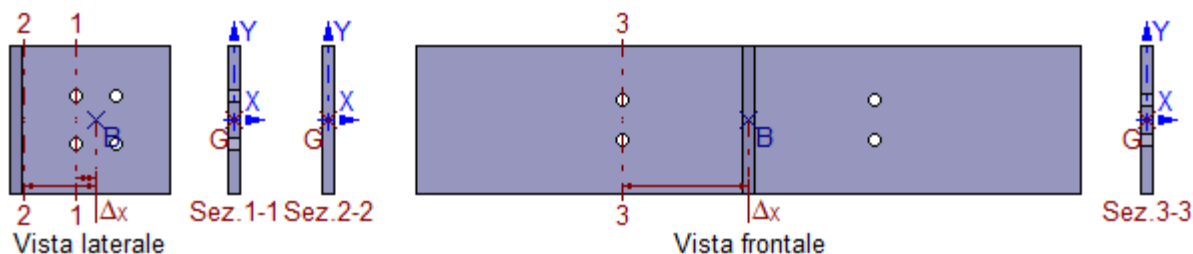
- Trazione (Nodo n. 43, CMB n. 3)

Conn.	$F_{t,Ed}$ [N]	$F_{t,Rd}$ [N]	$FV_2$	VER
5	7427.6	90333.1	0.082225	Ok
6	7427.6	90333.1	0.082225	Ok
7	7427.6	90333.1	0.082225	Ok
8	7427.6	90333.1	0.082225	Ok

- Legenda

$F_{v,Ed}$  forza di taglio agente sul bullone  
 $F_{v,Rd}$  resistenza a taglio di progetto del bullone  
 $F_{t,Ed}$  forza di trazione agente sul bullone  
 $F_{t,Rd}$  resistenza a trazione di progetto del bullone  
 $FV_1 = F_{v,Ed} / F_{v,Rd} + F_{t,Ed} / (1.4 \cdot F_{t,Rd})$   
 $FV_2 = F_{t,Ed} / F_{t,Rd}$   
 VER  $\rightarrow FV_i \leq 1$

#### Verifica staffa a T



#### Caratteristiche sezioni

Sez.	$\Delta x Y_G$ [mm]	$X_G$ [mm]	A [mm]	$A_{VY}$ [mm <sup>2</sup> ]	$A_{VX}$ [mm <sup>2</sup> ]	$J_{XG}$ [mm <sup>2</sup> ]	$W_{XG}^*$ [mm <sup>3</sup> ]	$J_{YG} W_{YG}^*$ [mm <sup>3</sup> ]	[mm <sup>3</sup> ]
1-1	26.32	0.00	0.00	2490.0	2490.0	-	9433447	94333	-
2-2	100.00	0.00	0.00	3000.0	3000.0	3000.0	10000000	10000056250	7500
3-3	170.00	0.00	0.00	2490.0	2490.0	2490.0	9646836	9646746688	6225

\*valori minimi

#### Sollecitazioni massime

Sez.	Nodo.CMB	$V_y$ [N]	N [N]	$M_y$ [N mm]	$M_x$ [N mm]
1-1	43.3-2691.0	-	14861.7	-	70813.7
2-2	43.3-2691.0	0.0	14861.7	0.0	269086.6
3-3	43.3-1345.5	7430.9	0.0	-1263245.0	-228735.0

#### Tensioni massime

Sez.	$\tau_{MED}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{MAX}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{ID}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	FV	VER
1-1	1.08	6.72	6.98	0.03	Ok
2-2	0.90	7.64	7.80	0.03	Ok
3-3	3.03	-205.30	205.37	0.78	Ok

#### Legenda

$FV = \sigma_{ID} / f_d$  ( $f_d = f_{yk} / \gamma_{M0} = 261.90$  N/mm<sup>2</sup>)  
 VER  $\rightarrow FV \leq 1$

#### Trave lato 3-

Dimensioni sezione ( $B_{el} \times H_{el}$ ): 1000 x 200 mm

Legno: GL28h - UNI EN 14080:2013

Essenza: conifere

Massa volumica:

Resistenza caratteristica a trazione parallela alle fibre:

Resistenza caratteristica a trazione ortogonale alle fibre:

Resistenza caratteristica a compressione parallela alle fibre:

Resistenza caratteristica a compressione ortogonale alle fibre:

Resistenza caratteristica a taglio:

$\rho_k = 425$  Kg/m<sup>3</sup>  
 $f_{t,0,k} = 22.30$  N/mm<sup>2</sup>  
 $f_{t,90,k} = 0.50$  N/mm<sup>2</sup>  
 $f_{c,0,k} = 28.00$  N/mm<sup>2</sup>  
 $f_{c,90,k} = 2.50$  N/mm<sup>2</sup>  
 $f_{v,k} = 3.50$  N/mm<sup>2</sup>

Resistenza caratteristica a flessione:

$$f_{m,k} = 28.00 \text{ N/mm}^2$$

Coefficiente correttivo  $k_{mod}$ :

Classe durata carico	permanente	lunga	media	breveistantanea	
<b>Classe di servizio 1</b>	<b>0.60</b>	<b>0.70</b>	<b>0.80</b>	<b>0.90</b>	<b>1.00</b>
Classe di servizio 2	0.60	0.70	0.80	0.90	1.00
Classe di servizio 3	0.50	0.55	0.65	0.70	0.90

#### Dati unione

Unione realizzata con l'utilizzo di una staffa d'acciaio a T con l'ala fissata al continuo e l'anima inserita nell'elemento: la staffa ha dimensioni ( $S_s \times H_s \times L_{anima} \times B_{ala}$ ) 15 x 200 x 200 x 900 mm.

Materiale staffa: Acciaio S275

Tensione caratteristica di snervamento:

$$f_{yk} = 275 \text{ N/mm}^2$$

Tensione caratteristica di rottura:

$$f_{tk} = 430 \text{ N/mm}^2$$

#### Dati connettori elemento-staffa

Bulloni: M16

Diametro  $\varnothing = 16 \text{ mm}$

Limite "Johansen" per  $E_{f,une}$   $L_{Ef} = 25 \%$

Numero  $n = 4$  (2 righe e 2 colonne)

Diametro rondella  $\varnothing_r = 40.00 \text{ mm}$

Materiale: Classe 8.8 (NTC08)

Tensione di snervamento:

$$f_{yb} = 649 \text{ N/mm}^2$$

Tensione di rottura:

$$f_{tb} = 800 \text{ N/mm}^2$$

#### Dati connettori staffa-continuo

Bulloni: M16

Diametro  $\varnothing = 16 \text{ mm}$

Limite "Johansen" per  $E_{f,une}$   $L_{Ef} = 25 \%$

Numero  $n = 4$  (2 righe e 2 colonne)

Materiale: Classe 8.8 (NTC08)

Tensione di snervamento:

$$f_{yb} = 649 \text{ N/mm}^2$$

Tensione di rottura:

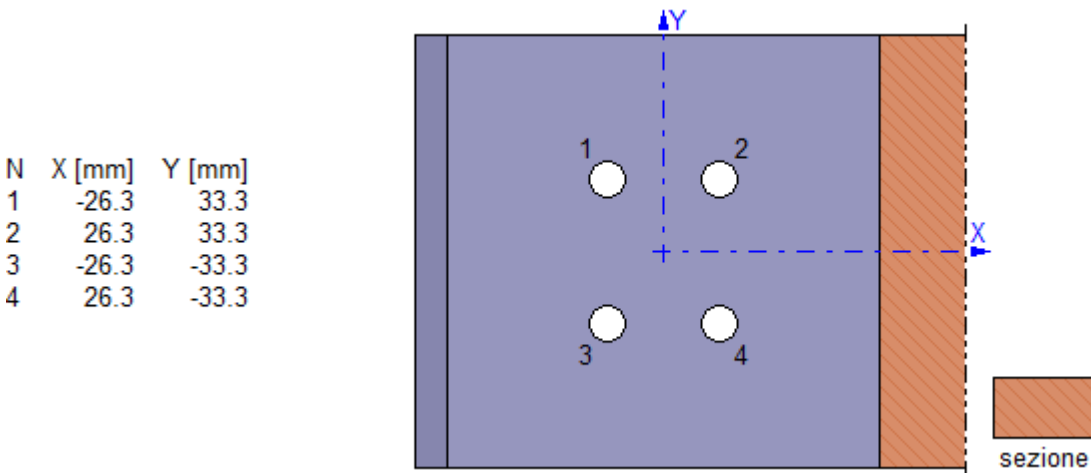
$$f_{tb} = 800 \text{ N/mm}^2$$

#### Sollecitazioni nella sezione d'attacco dell'elemento:

N.C.D.	V2 [N]	V3 [N]	N [N]	M2 [N mm]	M3 [N mm]	T [N mm]
43.3.M	2691.0	0.0	14848.7	0.0	0.0	-267140.0
43.4.M	2691.0	0.0	9177.7	0.0	0.0	-432520.0

Nota: la prima colonna della tabella riporta il numero del nodo (N), il numero della combinazione (C) e l'iniziale della classe di durata del carico (D: Permanente; Lunga durata; Media durata; Breve durata; Istantaneo).

#### Verifica unione elemento-staffa a T



#### Verifiche "lato legno" (Nodo n. 43, CMB n. 3)

Capacità caratteristica a estrazione del bullone

$$F_{cr,Rd} = 3 \cdot f_{c,90,k} \cdot (\varnothing_r^2 - \varnothing_f^2) \cdot \pi / 4 \text{ capacità di carico rondella}$$

$\varnothing_f = 17.0 \text{ mm}$  diametro del foro

$$F_{ax,Rk} = F_{cr,Rd} = 7722.4 \text{ N}$$

Momento caratteristico di snervamento

$$M_{y,Rk} = 0.3 \cdot f_{tb} \cdot \varnothing^2 \cdot l = 324282.3 \text{ N mm}$$

Resistenza caratteristica a rifollamento par. alle fibre

$$f_{h,0,k} = 0.082 \cdot (1 - 0.01 \cdot \varnothing) \cdot \rho_k = 29.27 \text{ N/mm}^2$$

Coefficiente di essenza legnosa

$$k_{90} = 1.35 + 0.015 \cdot \varnothing = 1.590$$

Angolo di inclinazione del carico rispetto alle fibre

$$\alpha = 10.27211^\circ$$

Resistenza caratteristica a rifollamento secondo  $\alpha$

$$f_{h,\alpha,k} = f_{h,0,k} / (k_{90} \cdot \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha) = 28.73 \text{ N/mm}^2$$

Equazioni di Johansen: piastra di qualunque spessore elemento centrale di una connessione a doppio taglio.

**Capacità di carico per piano di taglio**  $F_{v,Rk} = \min [ F_{v,Rk,f}, F_{v,Rk,g}, F_{v,Rk,h} ] = 30014.3 \text{ N}$

- $F_{v,Rk,f} = f_{h,\alpha,k} \cdot t \cdot \varnothing = 226430.9 \text{ N}$
- $F_{v,Rk,g} = f_{h,\alpha,k} \cdot t \cdot \varnothing \cdot [(2 + 4 \cdot M_{y,Rk} / (f_{h,\alpha,k} \cdot \varnothing \cdot t^2))^{0.5} - 1] + E_{tune,g} = 96651.2 \text{ N}$
- $F_{v,Rk,h} = 2.3 \cdot (M_{y,Rk} \cdot f_{h,\alpha,k} \cdot \varnothing)^{0.5} + E_{tune,h} = 30014.3 \text{ N}$
- $E_{tune,g} = \min [ L_{ef} \cdot F_{v,Rk,g}, F_{ax,Rk} / 4 ] = 1930.6 \text{ N}$
- $E_{tune,h} = \min [ L_{ef} \cdot F_{v,Rk,h}, F_{ax,Rk} / 4 ] = 1930.6 \text{ N}$

Resistenza di progetto del bullone per piano di taglio  $F_{v,Rd} = k_{mod} \cdot F_{v,Rk} / \gamma_m = 16007.6 \text{ N}$

Numero efficace bulloni per ogni gruppo par. alle fibre:

Carico parallelo alle fibre  $n_{ef,\parallel} = \min [ n, n^{0.9} \cdot (a_1 / (13 \cdot \varnothing))^{0.25} ] = 1.323$

( $a_1 = 52.63 \text{ mm}$  interasse connettori in direzione delle fibre)

Carico perpendicolare alle fibre  $n_{ef,\perp} = n = 2.000$

Carico reale (secondo  $\alpha$ )  $n_{ef,\alpha} = n_{ef,\parallel} + (n_{ef,\perp} - n_{ef,\parallel}) \cdot \alpha / 90 = 1.401$

Numero di gruppi par. alle fibre

$n_g = 2$

Resistenza di progetto del giunto per piano di taglio  $F_{v,G,Rd} = n_{ef,\alpha} \cdot n_g \cdot F_{v,Rd} = 44843.8 \text{ N}$

Forza agente sul giunto per piano di taglio  $F_{v,Ed} = 7545.3 \text{ N}$

»  $F_{v,Ed} / F_{v,G,Rd} = 0.168257 \text{ Ok}$

**Verifiche "lato acciaio"** (Nodo n. 43, CMB n. 4)

**Calcolo resistenze**

Resistenza a taglio dei bulloni  $F_{vb,Rd} = 0.5 \cdot f_{tb} \cdot 2 \cdot A_{res} / \gamma_{M2} = 100370.1 \text{ N}$

Conn.	$F_{b,x,Rd} [\text{N}]$	$F_{v,x,Rd} [\text{N}]$	$F_{b,y,Rd} [\text{N}]$	$F_{v,y,Rd} [\text{N}]$
1	206400.0	100370.1	206400.0	100370.1
2	206400.0	100370.1	206400.0	100370.1
3	206400.0	100370.1	206400.0	100370.1
4	206400.0	100370.1	206400.0	100370.1

Legenda

$F_{b,x,Rd} = k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot \varnothing \cdot S_s / \gamma_{M2}$  resistenza a rifollamento anima staffa in direzione x  
 $F_{v,x,Rd} = \min [ F_{vb,Rd}, F_{b,x,Rd} ]$  resistenza a taglio di progetto in direzione x  
 $F_{b,y,Rd} = k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot \varnothing \cdot S_s / \gamma_{M2}$  resistenza a rifollamento anima staffa in direzione y  
 $F_{v,y,Rd} = \min [ F_{vb,Rd}, F_{b,y,Rd} ]$  resistenza a taglio di progetto in direzione y

**Verifica connettori**

Conn.	$F_{v,Ed} [\text{N}]$	$F_{v,Rd} [\text{N}]$	FV	VER
1	2391.0	100370.1	0.023822	Ok
2	2391.0	100370.1	0.023822	Ok
3	2391.0	100370.1	0.023822	Ok
4	2391.0	100370.1	0.023822	Ok

Legenda

$F_{v,Ed}$  forza di taglio agente sul bullone  
 $F_{v,Rd}$  resistenza a taglio di progetto del bullone  
 $FV = F_{v,Ed} / F_{v,Rd}$   
 $VER \rightarrow FV \leq 1$

**Verifica unione staffa a T-continuo**

§0302§

**Verifiche "lato legno"** (Nodo n. 43, CMB n. 3)

Capacità caratteristica a estrazione del bullone  $F_{ax,Rk} = F_{cp,Rd} = 22425.1 \text{ N}$

$F_{cp,Rd} = 3 \cdot f_{c,90,k} \cdot ((\min [ 4 \cdot \varnothing, 12 \cdot S_s ])^2 - \varnothing_i^2) \cdot \pi / 4$  capacità di carico piastra  
 $\varnothing_i = 17.0 \text{ mm}$  diametro del foro

Momento caratteristico di snervamento  $M_{y,Rk} = 0.3 \cdot f_{tb} \cdot \varnothing^{2.6} = 324282.3 \text{ N mm}$

Resistenza caratteristica a rifollamento par. alle fibre  $f_{h,0,k} = 0.082 \cdot (1 - 0.01 \cdot \varnothing) \cdot \rho_k = 29.27 \text{ N/mm}^2$

Coefficiente di essenza legnosa  $k_{90} = 1.35 + 0.015 \cdot \varnothing = 1.590$

Equazioni di Johansen: piastra "intermedia" in una connessione a singolo taglio. Capacità di carico calcolata per interpolazione tra i valori ottenuti considerando la piastra come "sottile" e come "spessa".

1) Piastra "sottile".

Conn.	$\alpha [^\circ]$	$f_{h,\alpha,k} [\text{N/mm}^2]$	$F_{v,Rk,a} [\text{N}]$	$F_{v,Rk,b} [\text{N}]$	$E_{tune,b} [\text{N}]$	$F_{v,Rk,t} [\text{N}]$	
5	15.64692		28.07	24533.6	32335.9	4906.7	24533.6
6	3.72828		29.20	25023.3	33639.7	5004.7	25023.3
7	15.63562		28.07	24534.3	32337.7	4906.9	24534.3
8	3.72546		29.20	25023.3	33639.9	5004.7	25023.3

Legenda

$\alpha$  angolo di inclinazione del carico rispetto alle fibre  
 $f_{h,\alpha,k} = f_{h,0,k} / (k_{90} \cdot \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha)$  resistenza caratteristica a rifollamento secondo  $\alpha$

$$F_{v,Rk,a} = 0.4 \cdot f_{h,\alpha,k} \cdot t \cdot \emptyset$$

$$F_{v,Rk,b} = 1.15 \cdot (2 \cdot M_{y,Rk} \cdot f_{h,\alpha,k} \cdot \emptyset)^{0.5} + E_{fune,b}$$

$$E_{fune,b} = \min [ L_{Ef} \cdot F_{v,Rk,b}, F_{ax,Rk} / 4 ]$$

$$F_{v,Rk,1} = \min [ F_{v,Rk,a}, F_{v,Rk,b} ] \text{ capacità di carico per piano di taglio}$$

## 2) Piastra "spessa".

Conn.	$\alpha [^\circ]$	$f_{h,\alpha,k} [N/mm^2]$	$F_{v,Rk,c} [N]$	$F_{v,Rk,d} [N]$	$F_{v,Rk,e} [N]$	$E_{fune,c} [N]$	$E_{fune,d} [N]$	$F_{v,Rk,2} [N]$
5	15.64692		28.07	41611.2	33362.8	80839.6	5606.35606.3	33362.8
6	3.72828		29.20	42962.4	33916.9	84099.3	5606.35606.3	33916.9
7	15.63562		28.07	41613.1	33363.6	80844.3	5606.35606.3	33363.6
8	3.72546		29.20	42962.6	33917.0	84099.6	5606.35606.3	33917.0

### Legenda

$\alpha$  angolo di inclinazione del carico rispetto alle fibre

$f_{h,\alpha,k} = f_{h,0,k} / (k_{90} \cdot \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha)$  resistenza caratteristica a rifollamento secondo  $\alpha$

$F_{v,Rk,c} = f_{h,\alpha,k} \cdot t \cdot \emptyset \cdot [(2 + 4 \cdot M_{y,Rk} / (f_{h,\alpha,k} \cdot \emptyset \cdot t^2))^{0.5} - 1] + E_{fune,c}$

$F_{v,Rk,d} = 2.3 \cdot (M_{y,Rk} \cdot f_{h,\alpha,k} \cdot \emptyset)^{0.5} + E_{fune,d}$

$F_{v,Rk,e} = f_{h,\alpha,k} \cdot t \cdot \emptyset$

$E_{fune,c,d} = \min [ L_{Ef} \cdot F_{v,Rk,c,d}, F_{ax,Rk} / 4 ]$

$F_{v,Rk,2} = \min [ F_{v,Rk,c}, F_{v,Rk,d}, F_{v,Rk,e} ]$  capacità di carico per piano di taglio

## 3) Interpolazione.

Conn.	$F_{v,Rk,1} [N]$	$F_{v,Rk,2} [N]$	$F_{v,Rk} [N]$
5	24533.633362.8		32259.2
6	25023.333916.9		32805.2
7	24534.333363.6		32260.0
8	25023.333917.0		32805.3

### Legenda

$F_{v,Rk,1}$  capacità di carico per piastra "sottile"

$F_{v,Rk,2}$  capacità di carico per piastra "spessa"

$F_{v,Rk} = F_{v,Rk,1} + (F_{v,Rk,2} - F_{v,Rk,1}) \cdot (S_s - 0.5 \cdot \emptyset) / (0.5 \cdot \emptyset)$  capacità di carico reale per piano di taglio

Resistenza di progetto ad estrazione del bullone

$$F_{ax,Rd} = k_{mod} \cdot F_{ax,Rk} / \gamma_m = 11960.0 \text{ N}$$

Numero efficace bulloni presenti nel giunto

$$n_{ef} = n = 4$$

Resistenza di progetto ad estrazione del giunto

$$F_{ax,G,Rd} = n_{ef} \cdot F_{ax,Rd} = 47840.2 \text{ N}$$

Forza assiale agente sul giunto

$$F_{ax,Ed} = 29710.4 \text{ N}$$

## Verifica connettori

Conn.	$F_{v,Ed} [N]$	$F_{v,Rd} [N]$	FV	VER
5	263.717204.9	0.636363		Ok
6	1093.917496.10	6.83555		Ok
7	263.717205.3	0.636362		Ok
8	1093.917496.10	6.83555		Ok

### Legenda

$F_{v,Ed}$  forza di taglio agente sul bullone per piano di taglio

$F_{v,Rd} = k_{mod} \cdot F_{v,Rk} / \gamma_m$  resistenza di progetto del bullone per piano di taglio

$FV = F_{ax,Ed} / F_{ax,G,Rd} + F_{v,Ed} / F_{v,Rd}$

VER  $\rightarrow FV \leq 1$

## Verifiche "lato acciaio"

### Calcolo resistenze

Resistenza a trazione dei bulloni

$$F_{tb,Rd} = 0.9 \cdot f_{tb} \cdot A_{res} / \gamma_{M2} = 90333.1 \text{ N}$$

Resistenza a punzonamento alla staffa

$$B_{p,Rd} = 0.6 \cdot \pi \cdot d_m \cdot S_s \cdot f_{tk} / \gamma_{M2} = 233432.9 \text{ N}$$

Resistenza a trazione di progetto

$$F_{t,Rd} = \min [ F_{tb,Rd}, B_{p,Rd} ] = 90333.1 \text{ N}$$

Resistenza a taglio dei bulloni

$$F_{vb,Rd} = 0.5 \cdot f_{tb} \cdot A_{res} / \gamma_{M2} = 50185.1 \text{ N}$$

Conn.	$F_{b,x,Rd} [N]$	$F_{v,x,Rd} [N]$	$F_{b,y,Rd} [N]$	$F_{v,y,Rd} [N]$
5	206400.0	50185.1	206400.0	50185.1
6	206400.0	50185.1	206400.0	50185.1
7	206400.0	50185.1	206400.0	50185.1
8	206400.0	50185.1	206400.0	50185.1

### Legenda

$F_{b,x,Rd} = k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot \emptyset \cdot S_s / \gamma_{M2}$

resistenza a rifollamento alla staffa in direzione x

$F_{v,x,Rd} = \min [ F_{vb,Rd}, F_{b,x,Rd} ]$

resistenza a taglio di progetto in direzione x

$F_{b,y,Rd} = k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot \emptyset \cdot S_s / \gamma_{M2}$

resistenza a rifollamento alla staffa in direzione y

$F_{v,y,Rd} = \min [ F_{vb,Rd}, F_{b,y,Rd} ]$

resistenza a taglio di progetto in direzione y

## Verifica connettori

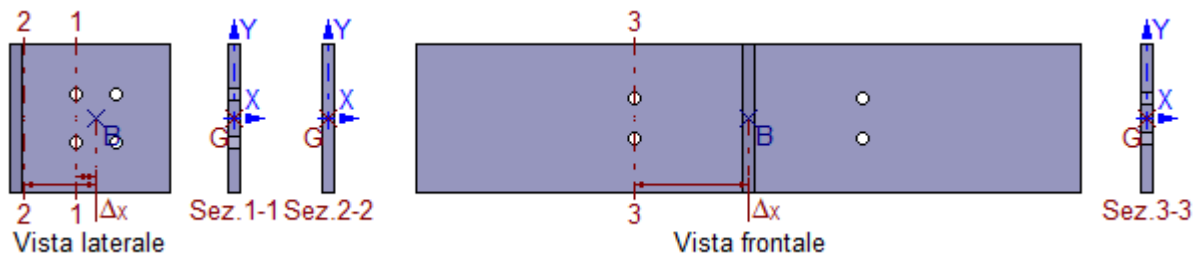
• Taglio e trazione (Nodo n. 43, CMB n. 3)

Conn.	$F_{v,Ed} [N]$	$F_{v,Rd} [N]$	$F_{t,Ed} [N]$	$F_{t,Rd} [N]$	FV <sub>1</sub>	VER
5	263.7	50185.1	7427.6	90333.1	0.063987	Ok
6	1093.9	50185.1	7427.6	90333.1	0.080528	Ok



7	263.7	50185.1	7427.6	90333.1	0.063987	Ok
8	1093.9	50185.1	7427.6	90333.1	0.080528	Ok
• Trazione (Nodo n. 43, CMB n. 3)						
Conn.	$F_{t,Ed}$ [N]	$F_{t,Rd}$ [N]	$FV_2$	VER		
5	7427.6	90333.1	0.082225	Ok		
6	7427.6	90333.1	0.082225	Ok		
7	7427.6	90333.1	0.082225	Ok		
8	7427.6	90333.1	0.082225	Ok		
• Legenda						
$F_{v,Ed}$	forza di taglio agente sul bullone					
$F_{v,Rd}$	resistenza a taglio di progetto del bullone					
$F_{t,Ed}$	forza di trazione agente sul bullone					
$F_{t,Rd}$	resistenza a trazione di progetto del bullone					
$FV_1 = F_{v,Ed} / F_{v,Rd} + F_{t,Ed} / (1.4 \cdot F_{t,Rd})$						
$FV_2 = F_{t,Ed} / F_{t,Rd}$						
VER	$\rightarrow FV_1 \leq 1$					

### Verifica staffa a T



### Caratteristiche sezioni

Sez.	$\Delta x$	$Y_G$	$X_G$	A	$A_{VY}$	$A_{VX}$	$J_{XG}$	$W_{XG}$	$J_{YG}$	$W_{YG}$	
	[mm]	[mm]	[mm]	[mm <sup>2</sup> ]	[mm <sup>2</sup> ]	[mm <sup>2</sup> ]	[mm <sup>4</sup> ]	[mm <sup>3</sup> ]	[mm <sup>4</sup> ]	[mm <sup>3</sup> ]	[mm <sup>3</sup> ]
1-1	26.32	0.00	0.00	2490.0	2490.0	2490.0	-	9433447	94333	-	-
2-2	100.00	0.00	0.00	3000.0	3000.0	3000.0	10000000	10000056250	7500		
3-3	155.00	0.00	0.00	2490.0	2490.0	2490.0	9646836	9646746688	6225		

valori minimi

### Sollecitazioni massime

Sez.	Nodo.CMB	$V_Y$ [N]	$V_X$ [N]	N [N]	$M_Y$ [N mm]	$M_X$ [N mm]
1-1	43.3-2691.0	-	-	14848.7	-	70813.7
2-2	43.3-2691.0	0.0	0.0	14848.7	0.0	269086.6
3-3	43.3-1345.5	7424.4	7424.4	0.0	-1150774.0	-208552.5

### Tensioni massime

Sez.	$\tau_{MED}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{MAX}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{ID}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	FV	VER
1-1	1.08	6.71	6.97	0.03	Ok
2-2	0.90	7.64	7.80	0.03	Ok
3-3	3.03	-187.03	187.10	0.71	Ok

### Legenda

$$FV = \sigma_{ID} / f_d \quad (f_d = f_{yk} / \gamma_{M0} = 261.90 \text{ N/mm}^2)$$

$$VER \rightarrow FV \leq 1$$