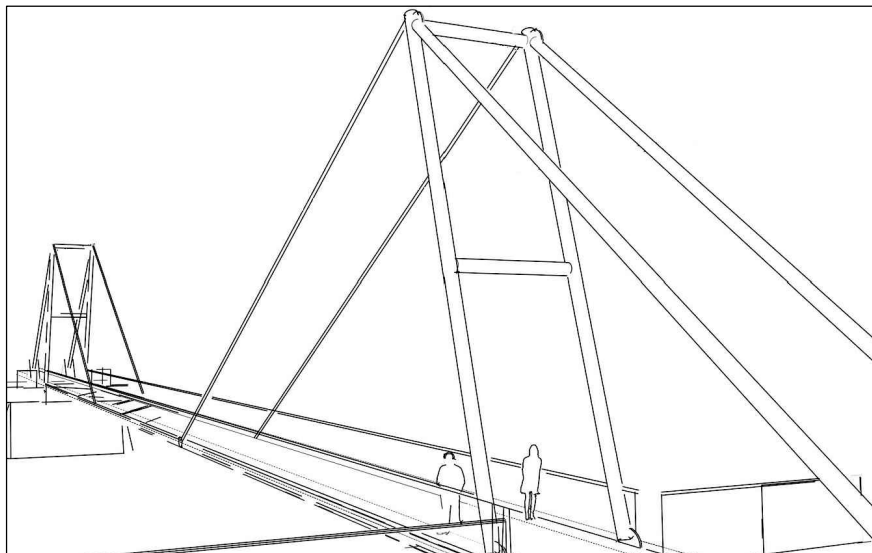


COMUNE DI FRONT



COSTRUZIONE DI PASSERELLA PEDONALE SUL TORRENTE MALONE

PROGETTO ESECUTIVO

Tavola:

E14

Relazione specialistica di calcolo
strutture in elevazione

prog. architettonico

STUDIO VIESSE Ingegneri associati

ing. Mario Vaudagna, ing. Stefano Vaudagna

via Silvio Pellico 12, 10073 CIRIÉ (To)

tel./fax. 0119212229 e-mail: info@studioviesse.it

prog. strutturale:

IPEPROGETTI**ing. Alberto Goio, ing. Alessandro Bruzese**

C.so Principe Oddone 70, 10152 TORINO

tel. 0118996040 e-mail: info@ipeprogetti.it



REV.	DATE / DATA	DESCRIPTION / DESCRIZIONE
00	Novembre 2019	Prima Emissione

INDICE

INDICE	1
1. INTRODUZIONE.....	4
1.1. ELABORATI GRAFICI	5
1.2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO	5
1.3. CODICI DI CALCOLO	5
1.3.1. Software per l'analisi strutturale	5
1.3.2. Software per l'analisi e le verifiche strutturali delle parti in acciaio	5
1.3.3. Software per le verifiche dei giunti	6
1.3.4. Software per le verifiche delle opere di fondazione e in calcestruzzo	6
1.4. UNITÀ DI MISURA	7
1.5. SISTEMA DI COORDINATE SPAZIALI	7
1.5.1. Sistema di riferimento globale	7
1.6. PROPRIETÀ MECCANICHE DEI MATERIALI	8
1.6.1. Acciaio strutturale S355 J2/J0	8
1.6.2. Bulloni 10.9 classe HV	8
1.6.3. Bulloni 8.8	8
1.6.4. Funi di sospensione	8
2. DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA	9
2.1. STRALLI E TESATURA	10
2.2. GRIGLIATO	11
2.3. ANCORAGGI CON IL CEMENTO ARMATO	12
2.3.1. Appoggi dell'impalcato	12
2.3.2. Appoggi del sistema stralli	12
3. CARICHI	13
3.1. CARICHI PERMANENTI	13
3.2. CARICHI VARIABILI	14
3.2.1. Carico di folla compatta – Schema n.5	14
3.2.2. Neve	14
3.2.3. Vento	15
3.2.4. Carico termico	15
3.3. AZIONE SISMICA	16
3.3.1. Stato Limite di Danno (SLD)	18
3.3.2. Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV)	19
3.4. COMBINAZIONE DELLE AZIONI E VERIFICA ALLO STATO LIMITE	20
3.4.1. Verifica agli SLU	20
3.4.2. Verifica agli SLE	20
3.4.3. Verifica agli SLV e agli SLD	21

4. DESCRIZIONE DEL MODELLO FEM	22
4.1. MODELLAZIONE DEI MATERIALI	22
4.2. SCHEMATIZZAZIONE DELLA STRUTTURA E DEI VINCOLI	22
4.3. SCHEMATIZZAZIONE DELLE AZIONI	22
4.4. TIPO DI ANALISI	22
4.5. IPOTESI DI VERIFICA DELLE ASTE IN ACCIAIO	23
4.5.1. Verifiche di resistenza	23
4.5.2. Verifiche di stabilità	24
4.6. ANALISI SISMICA	26
4.7. SCHEMA DELLA STRUTTURA E DEI VINCOLI	27
4.7.1. Numerazione dei nodi	27
4.7.2. Numerazione delle aste	28
4.8. CARATTERISTICHE DEGLI ELEMENTI TRAVE	29
4.8.1. Schema delle proprietà del modello	29
4.8.2. Proprietà geometriche delle sezioni	29
4.8.3. Proprietà inerziali delle sezioni	31
4.8.4. Dati delle aste	31
4.8.5. Attributi di instabilità	35
5. VERIFICHE DI RESISTENZA E STABILITÀ DELLA STRUTTURA	38
5.1. VERIFICA DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI - SLU	38
5.1.1. Sommario di verifica delle proprietà	38
5.1.2. Verifica delle singole aste	38
5.1.3. Verifica prop. 1	42
5.1.4. Verifica prop. 2	47
5.1.5. Verifica prop. 3	52
5.1.6. Verifica prop. 5	57
5.1.7. Verifica prop. 13	60
5.1.8. Verifica prop. 18	65
5.1.9. Verifica prop. 19	70
5.1.10. Verifica prop. 20	74
5.1.11. Verifica prop. 21	80
5.2. VERIFICA PORTATA DEGLI STRALLI	82
5.3. VERIFICA DEI NODI	83
5.3.1. Verifica Giunzione a croce del tirante passivo	83
5.3.2. Verifica Giunzione a croce del traverso del portale	85
5.3.3. Verifica giunzione controvento singolo	87
5.3.4. Verifica giunzione controvento doppio	89
5.3.5. Verifica appoggio dell'impalcato con taglio longitudinale	91
5.3.6. Verifica appoggio dell'impalcato con taglio trasversale	93
5.3.7. Verifica giunzione del parapetto	95
5.3.8. Verifica giunto di continuità IPE550 – Flangiato	97
5.3.9. Verifica giunto di continuità IPE550 – giunto/coprigiunto	110

5.3.10.	<i>Verifica perno</i>	123
6.	VERIFICA DEGLI SPOSTAMENTI	124
6.1.	SPOSTAMENTI SLE	124
6.1.1.	<i>Spostamento verticale</i>	124
6.1.2.	<i>DZ tesatura cavi</i>	124
6.1.3.	<i>DZ carico SLE FULL</i>	125
6.1.4.	<i>DZ totale percepito</i>	125
6.1.5.	<i>Spostamenti Dy per effetto del vento</i>	125
6.1.6.	<i>Spostamenti DX per effetto della temperatura</i>	126
6.2.	VERIFICA EFFETTI DINAMICI	127
6.2.1.	<i>Verifica frequenza di vibrazione per carico pedonale</i>	127
6.2.2.	<i>Verifica fenomeno del fluttering</i>	128
7.	INTERFACCE CON LE FONDAZIONI	129
7.1.	REAZIONI VINCOLARI NEL SISTEMA DI RIFERIMENTO GLOBALE	129
7.1.1.	<i>Pianta nodi</i>	129
7.1.2.	<i>Reazioni vincolari per casi di carico</i>	129
7.1.3.	<i>Reazioni vincolari SLE</i>	131
7.1.4.	<i>Reazioni vincolari SLU</i>	136
7.1.5.	<i>Reazioni vincolari Casi sismici</i>	140
7.2.	VERIFICA DEI GIUNTI DI BASE	147
7.2.1.	<i>Verifica attacco tirante posteriore</i>	147
7.2.2.	<i>Verifica piastra base portale</i>	154
7.2.3.	<i>Verifica appoggi impalcato vincolati a traslazioni orizzontali lato cls</i>	167
7.2.4.	<i>Verifica appoggi impalcato svincolati a traslazioni orizzontali lato cls</i>	172

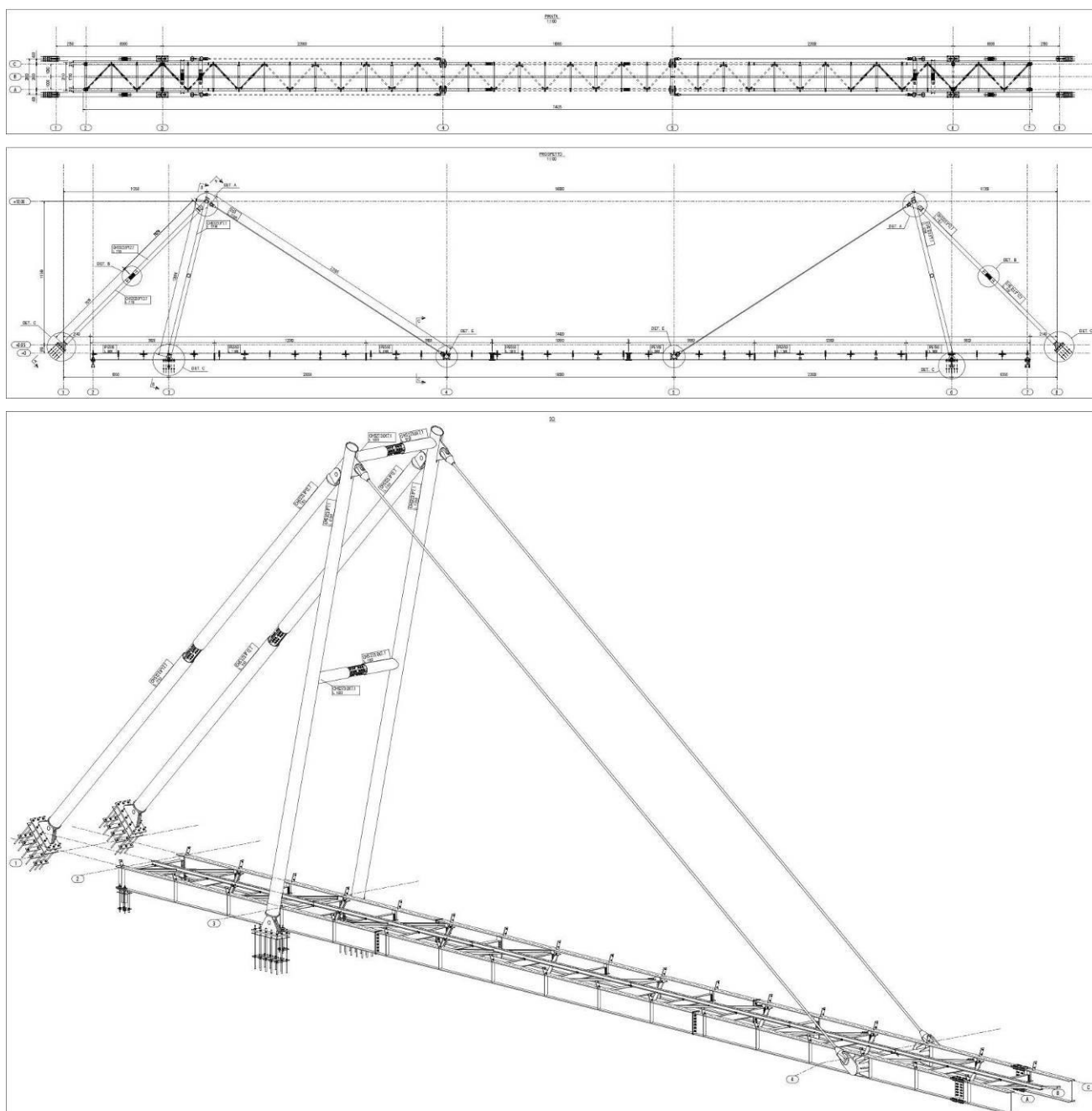
1. INTRODUZIONE

La presente relazione descrive le scelte progettuali, i dati di input e le verifiche delle strutture costituenti una passerella strallata ciclopedonale e le sue opere di fondazione.

Il manufatto in oggetto fa parte di un più ampio progetto di ampliamento dei percorsi ciclabili e pedonali all'interno della Riserva Naturale del Parco della Vauda e serve per l'attraversamento del torrente Malone in adiacenza al ponte carrabile esistente al km 12.550 della s.p.13.

Si tratta di una passerella di 74 m di lunghezza a campata unica strallata di luce netta 62 m e 1.90 m larghezza.

Si riportano di seguito alcune immagini di progetto.



CONSIDERAZIONI PRELIMINARI

1.1. ELABORATI GRAFICI

Questo documento fa riferimento agli elaborati grafici riportati sull'elenco elaborati alla presente allegato.

1.2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

L'analisi della struttura in oggetto verrà condotta utilizzando i metodi usuali della Scienza delle Costruzioni ed in conformità alle normative e leggi vigenti in Europa:

- D.M. 14 gennaio 2018: Nuove Norme Tecniche Per le Costruzioni;
- Circolare Esplicativa 21 gennaio 2019 n°7/C.S.LL.PP: Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le Costruzioni;
- UNI ENV 1991-1-4 – Eurocodice 1: Azioni sulle strutture.
- UNI ENV 1993-1-1 – Eurocodice 3: Progettazione delle strutture di acciaio.
- UNI ENV 1993-1-8 – Eurocodice 2: Progettazione delle strutture in calcestruzzo

1.3. CODICI DI CALCOLO*1.3.1. Software per l'analisi strutturale**1.3.2. Software per l'analisi e le verifiche strutturali delle parti in acciaio*

La modellazione agli elementi finiti è stata condotta utilizzando il programma di calcolo: STRAUS7®, versione 2.3.7, concepito e sviluppato dalla G+D Computing di Sidney, Australia e distribuito in Italia dalla HSH S.r.l, via Tommaseo 13, 35131 Padova.

Questo programma permette l'analisi statica non lineare di strutture tridimensionali con nodi a sei gradi di libertà utilizzando un solutore F.E.M.

Le verifiche strutturali sono state condotte con il programma Ludi3, post-processor di verifica collegato con STRAUS7® capace di valutare la resistenza e la stabilità di elementi in acciaio in ottemperanza dell'Eurocodice 3.



1.3.3. Software per le verifiche dei giunti

Le verifiche dei giunti sono state condotte con il programma Autodesk Robot structural analysis professional 2018 capace di valutare la resistenza dei nodi standard in acciaio in ottemperanza dell'Eurocodice 3.



1.3.4. Software per le verifiche delle opere di fondazione e in calcestruzzo

Per il calcolo delle sollecitazioni e per la verifica di travi e pilastri in cemento armato si è fatto ricorso all'elaboratore elettronico utilizzando il seguente programma di calcolo:

DOLMEN WIN (R), versione 19.0 del 2019 prodotto, distribuito ed assistito dalla CDM DOLMEN srl, con sede in Torino, Via Drovetti 9/F.

Questa procedura è sviluppata in ambiente Windows, ed è stata scritta utilizzando i linguaggi Fortran e C. DOLMEN WIN permette l'analisi elastica lineare di strutture tridimensionali con nodi a sei gradi di libertà utilizzando un solutore ad elementi finiti. Gli elementi considerati sono la trave, con eventuali svincoli interni o rotazione attorno al proprio asse, ed il guscio, sia rettangolare che triangolare, avente comportamento di membrana e di piastra. I carichi possono essere applicati sia ai nodi, come forze o coppie concentrate, sia sulle travi, come forze distribuite, trapezie, concentrate, come coppie e come distorsioni termiche. I vincoli sono forniti tramite le sei costanti di rigidezza elastica.

A supporto del programma è fornito un ampio manuale d'uso contenente fra l'altro una vasta serie di test di validazione sia su esempi classici di Scienza delle Costruzioni, sia su strutture particolarmente impegnative e reperibili nella bibliografia specializzata.



1.4. UNITÀ DI MISURA

Le unità di misura utilizzate, dove non espressamente specificato vanno intese come di seguito:

Lunghezza:	m
Tempo:	s
Mass:	kg
Forza:	kN
Tensione:	MPa
Momenti:	kNm
Area:	m ²
Modulo elastico/plastico:	m ³
Momento d'inerzia:	m ⁴
Sezioni trasversali:	m ²

1.5. SISTEMA DI COORDINATE SPAZIALI

1.5.1. Sistema di riferimento globale

- Asse X: Lungo l'asse longitudinale del ponte
- Asse Y: Direzione trasversale
- Asse Z: Direzione verticale ("+" dal suolo verso il cielo)

1.6. PROPRIETÀ MECCANICHE DEI MATERIALI

Le proprietà meccaniche successive vengono usate nei calcoli.

1.6.1. Acciaio strutturale S355 J2/J0

- Resistenza ultima	$f_{tk} = 510$	N/mm ²
- Tensione di snervamento	$f_{yk} = 355$	N/mm ²
- Modulo di elasticità (valore medio)	$E_{sm} = 210$	kN/mm ²

1.6.2. Bulloni 10.9 classe HV

- Resistenza ultima	$f_{ub} = 1000$	N/mm ²
- Tensione di snervamento	$f_{yb} = 900$	N/mm ²

1.6.3. Bulloni 8.8

- Resistenza ultima	$f_{tb} = 800$	N/mm ²
- Tensione di snervamento	$f_{yb} = 640$	N/mm ²

1.6.4. Funi di sospensione

Fune chiusa

Funi portanti e stabilizzanti
per tensostrutture
Stralli per ponti
Pendini per ponti sospesi
Stralli e funi di
sospensione per edifici

Full locked coil strand

Carrying and prestressing
strands for tensostructures
Stays for bridges
Hangers for suspension
bridges
Stays and suspension
cables for buildings

Ø d (mm)	Sezione metallica Metallic cross section A (mm ²)	Forza di rottura minima Minimum breaking force MBF (kN)	Rigidezza elastica Elastic stiffness E-A (MN)	Massa Mass m (kg/m)
32	681	1015	112	5.6
36	862	1285	142	7.1
40	1077	1605	178	8.9
44	1303	1945	215	10.7
48	1551	2315	256	12.8
52	1841	2750	304	15.2
56	2136	3190	352	17.6
60	2452	3660	405	20.2
64	2789	4165	460	23.0
68	3149	4700	513	26.0
72	3530	5210	575	29.1
76	3933	5790	641	32.4
80	4358	6405	710	35.9
84	4805	7045	783	39.6
88	5274	7720	860	43.5
92	5764	8430	940	47.5
96	6276	9165	1023	51.7
100	6890	10050	1123	56.8
104	7452	10860	1215	61.4
108	8037	11700	1310	66.2
112	8643	12575	1409	71.2
116	9271	13480	1511	76.4
120	9922	14415	1617	81.8
124	10594	15385	1727	87.3
128	11289	16385	1840	93.0

2. DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA

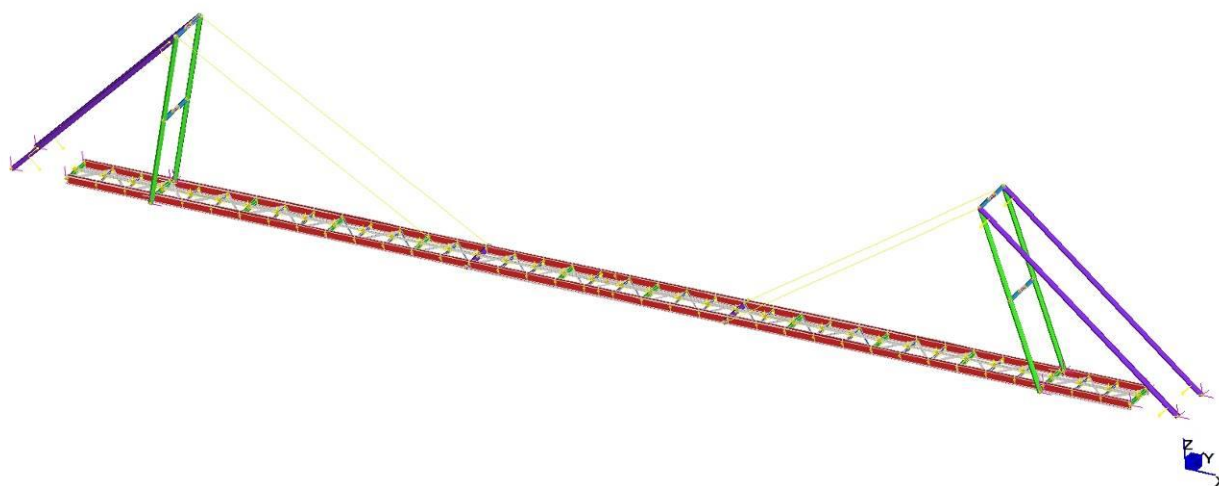
La passerella in progetto è in carpenteria metallica con schema a campata unica strallata e consente l'attraversamento dell'alveo del torrente Malone con distanza netta tra le sponde pari a 61.0m garantendo promiscuità di traffico pedonale con quello ciclabile grazie ad una sede viabile di larghezza 1,90 metri.

L'impalcato è costituito da 2 travi portanti longitudinali IPE550 di bordo reggenti un'orditura di travi trasversali IPE180 alternate a IPE300 con funzione portante verticale ed irrigidente del piano bloccando alla torsione le travi di bordo. È presente anche una controventatura di piano a bielle tese/comprese in UPN80 singoli o doppi accoppiati in funzione del loro impegno statico. Longitudinalmente è prevista anche una trave HEA100 rompitratta sorretta dalle IPE trasversali per dare idoneo sostegno al grigliato portante pedonabile.

L'impalcato appoggia sulle spalle di sponda con interasse teorico di 62m e prosegue sul terreno limitrofo a bordo alveo per altri 6 m per parte prevedendo altre due coppe di appoggi. In campata sono presenti due traverse molto rigide tubolari aggettanti verso l'esterno del ponte a cui sono agganciate 2 coppie di stralli a fune tesata con diametro di 48mm che suddividono la luce in 3 campate di 22/18/22 m. Tali funi sono ancorate in sommità ad una coppia di portali trasversali alti 12m aggettanti verso l'alveo e controbilanciati da due coppie di tiranti passivi tubolari inclinati di 45° che riportano il carico in fondazione oltre al limite dell'impalcato.

Gli appoggi dell'impalcato sono ideati in modo da consentire le dilatazioni termiche longitudinali ed impedirne effetti iperstatici nelle due direzioni orizzontali.

Tutte le strutture in acciaio appoggiano sopra due basamenti in calcestruzzo (uno per sponda) direttamente appoggiati sul terreno e gettati in opera costituiti da una spalla profonda in corrispondenza del bordo alveo (a ripristino dell'argine) su cui poggiano i portali trasversali e la campata centrale dell'impalcato e da una parte più superficiale che si estende verso il terreno a bordo alveo per circa 10m su cui sono ancorati i tiranti posteriori e la parte restante dell'impalcato.



2.1. STRALLI E TESATURA

Gli stralli sono delle funi chiuse in acciaio armonico $\varnothing 48\text{mm}$ dotati di capocorda fisso all'estremità superiore e regolabile all'estremità inferiore.

Nel calcolo sono stati inseriti degli accorciamenti in modo da dare una pretensione all'elemento e ingenerare una deformazione impressa nell'impalcato al fine di contrastare la freccia legata ai carichi permanenti.

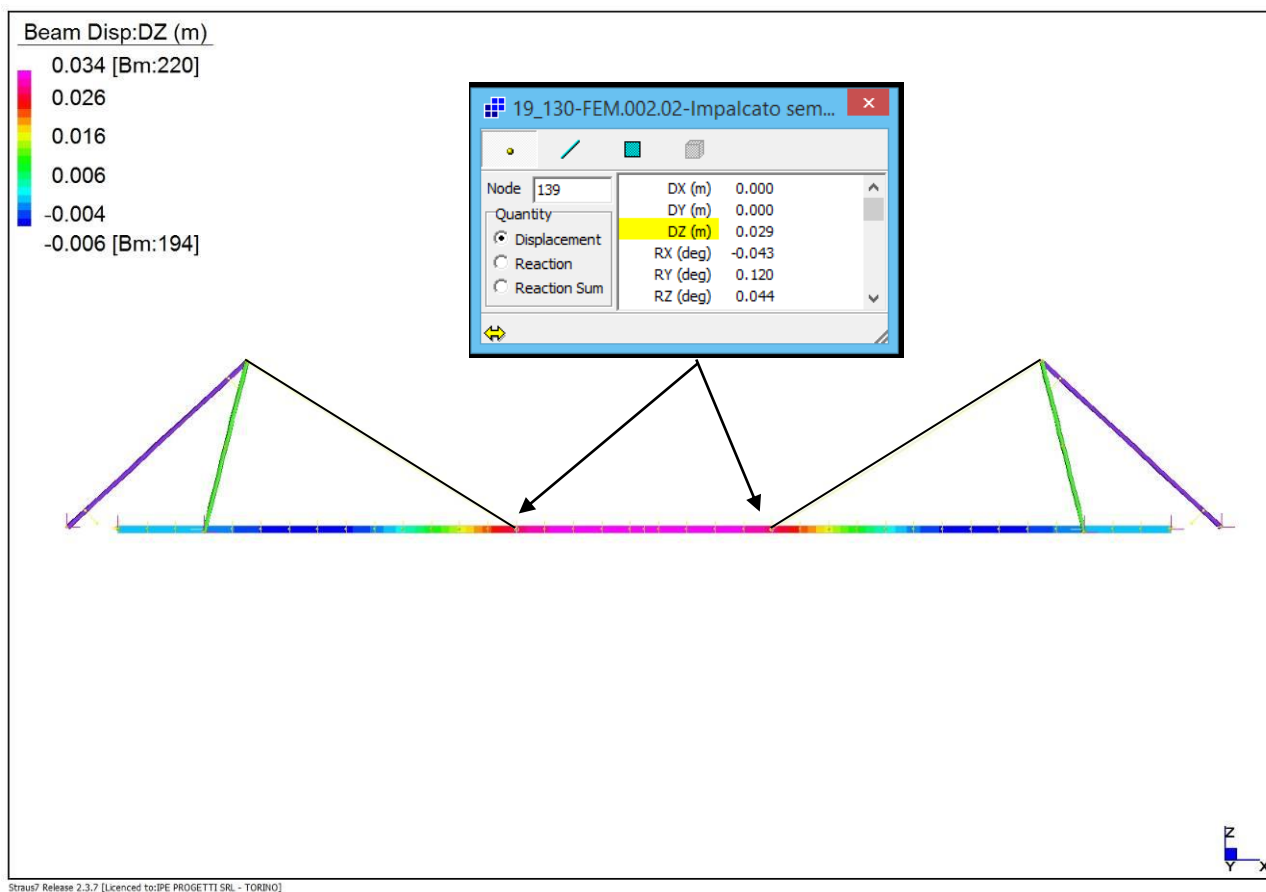
Di seguito si riporta l'accorciamento imposto allo strallo in fase di costruzione.

Lunghezza teorica: 22.364 mm

Lunghezza imposta: 22.340 mm

Accorciamento imposto: 24 mm

Tale accorciamento consente la seguente configurazione deformata ai soli carichi permanenti.



Si registra un sollevamento dell'impalcato in corrispondenza degli agganci degli stralli pari a **29mm**

2.2. GRIGLIATO

- D.M. 14 gennaio 2008 - 3.1.4 - tabella 3.1.II - Categoria E
- Carico dinamico 600 daN/m²
- Materiale acciaio S235JR - Sigma snervamento= 23,5 daN/mm² - Sigma confronto= 22,38 daN/mm²
- Freccia max. 5 mm
- Freccia max. 1/200 di L_n



Tabella parte 1

		Interasse barre portanti (mm)																			
		11		15		17		22		25		30		33		34		44		66	
		Ln= luce netta massima tra gli appoggi (mm) - f= freccia elastica (mm)																			
		Ln	f	Ln	f	Ln	f	Ln	f	Ln	f	Ln	f	Ln	f	Ln	f	Ln	f	Ln	f
Sezione barre portanti	20 x 2	1129	5,00	1045	5,00	1013	5,00	933	4,65	894	4,46	842	4,21	815	4,06	807	4,02	741	3,70	633	2,96
	25 x 2	1335	5,00	1235	5,00	1197	5,00	1123	5,00	1087	5,00	1039	5,00	1014	5,00	1007	5,00	926	4,62	792	3,71
	30 x 2	1531	5,00	1417	5,00	1373	5,00	1287	5,00	1247	5,00	1191	5,00	1163	5,00	1154	5,00	1082	5,00	950	4,44
	35 x 2	1718	5,00	1590	5,00	1541	5,00	1445	5,00	1400	5,00	1337	5,00	1306	5,00	1296	5,00	1215	5,00	1098	5,00
	40 x 2	1900	5,00	1758	5,00	1704	5,00	1597	5,00	1547	5,00	1478	5,00	1443	5,00	1432	5,00	1343	5,00	1214	5,00
	45 x 2	2075	5,00	1920	5,00	1861	5,00	1745	5,00	1690	5,00	1615	5,00	1577	5,00	1565	5,00	1467	5,00	1326	5,00
	50 x 2	2246	5,00	2078	5,00	2014	5,00	1888	5,00	1829	5,00	1747	5,00	1706	5,00	1694	5,00	1588	5,00	1435	5,00
	25 x 3	1478	5,00	1367	5,00	1325	5,00	1242	5,00	1203	5,00	1150	5,00	1123	5,00	1114	5,00	1045	5,00	926	4,62
	30 x 3	1694	5,00	1568	5,00	1519	5,00	1425	5,00	1380	5,00	1318	5,00	1287	5,00	1278	5,00	1198	5,00	1082	5,00
	35 x 3	1902	5,00	1760	5,00	1706	5,00	1599	5,00	1549	5,00	1480	5,00	1445	5,00	1434	5,00	1345	5,00	1215	5,00
40 x 3	2102	5,00	1945	5,00	1885	5,00	1768	5,00	1712	5,00	1636	5,00	1597	5,00	1585	5,00	1486	5,00	1343	5,00	
45 x 3	2296	5,00	2125	5,00	2060	5,00	1931	5,00	1870	5,00	1787	5,00	1745	5,00	1732	5,00	1624	5,00	1467	5,00	
50 x 3	2485	5,00	2300	5,00	2229	5,00	2090	5,00	2024	5,00	1934	5,00	1888	5,00	1874	5,00	1757	5,00	1588	5,00	
60 x 3	2850	5,00	2637	5,00	2556	5,00	2396	5,00	2321	5,00	2217	5,00	2165	5,00	2149	5,00	2015	5,00	1821	5,00	
70 x 3	3199	5,00	2960	5,00	2869	5,00	2690	5,00	2605	4,99	2489	5,00	2430	5,00	2412	5,00	2262	5,00	2044	5,00	
80 x 3	3536	5,00	3272	5,00	3171	5,00	2973	5,00	2880	5,00	2751	5,00	2687	5,00	2667	5,00	2500	5,00	2259	5,00	

Il grigliato scelto è costituito da **lamelle 30x2 con orditura 17x76**

Il grigliato scelto garantisce la portata utile di 6 kN/mq su una luce massima pari a 1373mm. Risulta quindi idoneo a sopportare il carico di progetto su una luce massima pari a 1000mm.

2.3. ANCORAGGI CON IL CEMENTO ARMATO

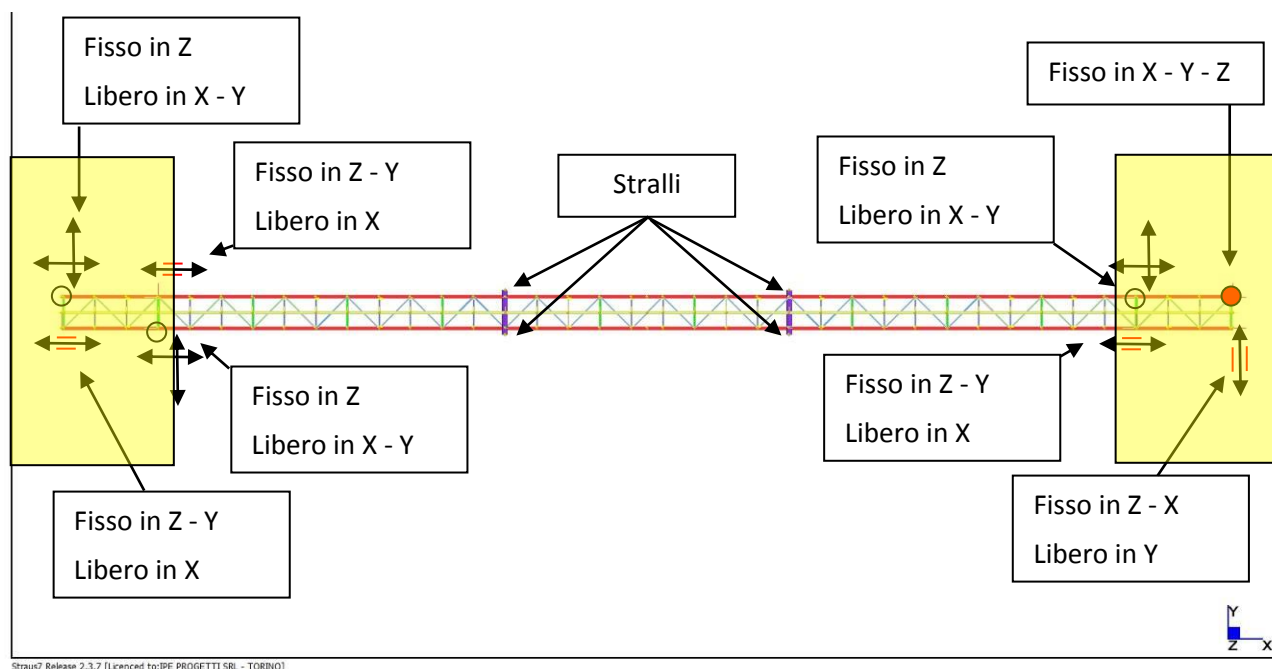
L'impalcato appoggia su blocchi in c.a. posti alle estremità dell'attraversamento con funzione di spalla e argine del torrente. Oltre alla campata centrale che appoggia direttamente sulla spalla sono presenti anche due campate esterne in continuità che si estendono oltre l'argine per ulteriori 6.0m per parte appoggiando a fine campata. Si individuano pertanto 4 appoggi per ciascun lato dell'impalcato.

In corrispondenza degli appoggi della campata centrale sono presenti anche i punti di ancoraggio del portale delegato a sorreggere gli stralli e i tiranti. Oltre le estremità dell'impalcato si collocano inoltre gli ancoraggi dei tiranti passivi posteriori che trovano allettamento in 4 costole rilevate con inclinazione concorde con i tiranti stessi.

2.3.1. Appoggi dell'impalcato

L'impalcato è costituito da 2 travi continue su 4 appoggi solidi e 2 appoggi cedevoli rappresentati dagli stralli. Gli appoggi rigidi sono stati ideati con opportuni gradi di svincolo longitudinale e trasversale in modo da non creare effetti iperstatici e consentire dilatazioni termiche libere.

Di seguito si riporta lo schema degli svincoli a traslazione.



Sul lato destro sono presenti gli unici due vincoli in direzione longitudinale e lungo l'impalcato si alternano vincoli liberi in entrambe le direzioni o solo longitudinalmente.

Lo svincolo è stato garantito progettando appoggi dotati di saponette di teflon che garantiscono spostamenti reciproci tra le piastre di ancoraggio a terra e le travi dell'impalcato asolando in modo opportuno i fori delle bullonature.

2.3.2. Appoggi del sistema stralli

Il sistema stralli è costituito da 2 portali incernierati alla base con funzione di antenne e da due coppie di tiranti passivi incernierati agli estremi (bielle) con funzione di controbilanciamento del tiro degli stralli costituiti invece da funi in acciaio armonico e tesati opportunamente per esigenze di deformazione.

3. CARICHI

Tutti i carichi agenti sulla struttura sono considerati e raggruppati assieme in funzione della loro variabilità temporale: azioni permanenti e azioni variabili.

I seguenti carichi risultano agenti sulla struttura:

- Carichi permanenti (G)
 - Peso proprio della struttura;
 - Peso proprio del piastrame, dei parapetti e dei grigliati;
 - Tiro delle funi portanti (inserito come accorciamento della fune)
- Carichi variabili (Q)
 - Azione del traffico schema di carico n5 folla compatta
 - Azione del vento;
 - Carico neve/ghiaccio trascurato poiché di entità e impegno statico inferiore della folla;
 - Carico termico
- Azione sismica

3.1. CARICHI PERMANENTI

Il peso proprio dagli elementi in acciaio modellati viene calcolato automaticamente dal software col peso specifico del materiale.

Come grigliato di calpestio si è scelto un grigliato 17x76 con barre 30x2 il cui peso è stimato come in tabella.

GRIGLIATO ELETTRORISALDATO											
Sezione barre portanti	h x s	15x76 Tondo	17x76 Tondo	22x38 Tondo	22x76 Tondo	25x25 Tondo	25x76 Tondo	30x50 Quadro ritorto	30x100 Quadro ritorto	34x38 Quadro ritorto	34x76 Quadro ritorto
	20 x 2	24,4	21,8	18,8	17,5	31,3	15,8	14,7	13,4	14,1	12,5
	25 x 2	30,1	26,9	22,9	21,5	36,6	19,4	17,7	16,5	16,8	15,2
	30 x 2	35,9	31,9	26,9	25,5	47,0	23,1	20,8	19,5	19,5	17,9
	40 x 2	47,4	42,1	34,9	33,6	57,4	30,3	26,8	25,6	24,9	23,3
	45 x 2	53,1	47,2	38,9	37,6	67,8	33,9	29,9	28,6	27,7	26,0
	50 x 2	58,8	52,3	42,9	41,6	78,2	37,5	32,9	31,6	30,4	28,7
	25 x 3	43,6	38,8	32,6	30,9	88,6	27,8	25,1	23,5	23,6	21,5
	30 x 3	52,0	46,1	38,4	36,7	41,2	33,0	29,4	27,8	27,5	25,4
	40 x 3	68,7	60,9	50,0	48,3	48,1	43,4	38,1	36,5	35,2	33,1
	50 x 3	85,4	75,7	61,6	59,9	61,9	53,9	46,8	45,3	43,0	40,9
	60 x 3	102,1	90,4	73,2	71,5	75,8	64,3	55,6	54,0	50,7	48,6
	70 x 3	118,8	105,2	84,9	83,2	89,6	74,7	64,3	62,7	58,4	56,4
	80 x 3	135,5	120,0	96,5	94,8	103,4	85,1	73,0	71,4	66,2	64,1

Il peso del piastrame e del grigliato di calpestio sono stati inseriti con un carico di superficie mentre il carico del parapetto come carico di linea con i seguenti valori:

$$q_{\text{perm}} = 0.4 \text{ kN/mq}$$

$$q_{\text{parapetto}} = 0.3 \text{ kN/m}$$

3.2. CARICHI VARIABILI

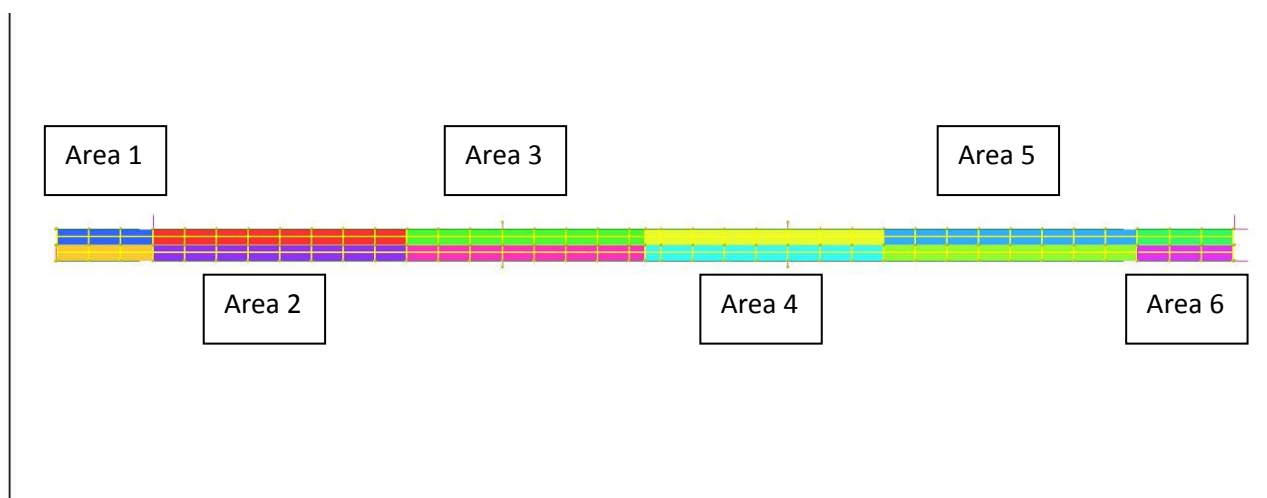
3.2.1. Carico di folla compatta – Schema n.5

In base a quanto prescritto dalla normativa in merito a ponti pedonali come quello in oggetto, si applica lo schema di carico n.5 che prevede un carico uniforme su tutta la superficie pari a:

$$q_{var} = 5.0 \text{ kN/mq}$$

tale carico è stato applicato sull'impalcato suddividendolo per aree in funzione degli appoggi e delle linee di influenza per poterne massimizzare gli effetti sulle travi continue. È stata prevista anche una suddivisione in senso longitudinale per poter simulare casi di carico asimmetrici massimizzando gli sbilanciamenti e le torsioni dell'impalcato.

Di seguito si riporta l'immagine delle aree di carico.



3.2.2. Neve

Il software mostra i parametri di calcolo del carico neve. A sinistra, i dati di input: Regione Piemonte, Provincia Torino, Comune Front, Altitudine di riferimento 270 m, Periodo di ritorno 50 anni, Carico neve al suolo q_{sk} 1.5812 kN/m². A destra, i coefficienti di esposizione 1.0 e termico 1.0. In basso, la checkbox "Crea relazione" è attivata. Al centro, un diagramma illustra il carico neve sulla copertura con un angolo di 0°. I risultati del calcolo sono mostrati in una tabella:

μ	μ_1
q_e [kN/m]	0.675

Il risultato finale del carico neve da calcolo è $s_l \cdot q_{sk}$ pari a 1.265 kN/mq.

Il carico neve da calcolo risulta pari a 1.265 kN/mq e data l'entità, sensibilmente inferiore al carico folla, viene omesso dalle combinazioni massimizzanti utilizzate per le verifiche.

3.2.3. Vento

Relativamente alle azioni del vento si è fatto riferimento sia a quanto definito sia nel D.M 14 gennaio 2018 sia a quanto indicato nel Eurocodice 1 – parte 4. In quest'ultimo si applica l'approccio globale individuando l'azione del vento sull'intera struttura in conformità al paragrafo 7.11 della suddetta norma e porta a un coefficiente di forza globale volto a valutare la quantità totale di vento che agisce sull'impalcato.

Travi isolate

1091 p(z1) = pressione alla quota inferiore [N/m²]

1116.1 p(z2) = pressione alla quota superiore [N/m²]

Travi multiple

Nel caso di più travi disposte parallelamente a distanza d non maggiore del doppio dell'altezza h, il valore della pressione sull'elemento successivo sarà pari a quello sull'elemento precedente moltiplicando per il seguente coefficiente di riduzione:

$\mu = .5556$

La pressione totale va considerata agente solo su Sp

Azioni tangenti

7.8 p(z1) = azione tangente alla quota inferiore [N/m²]

8 p(z2) = azione tangente alla quota superiore [N/m²]

OK

I valori calcolati sono i seguenti:

$$q_{\text{vento trave esposta}} = 1.1 \text{ kN/m}$$

$$q_{\text{vento trave affiancata}} = 0.6 \text{ kN/m}$$

Cautelativamente si è scelto di applicare un carico uniforme su entrambe le travi di bordo **pari a 1.0 kN/m**.

Analogamente per quanto riguarda i portali di sostegno degli stralli, analizzando gli effetti del vento su elementi con sezione circolare di diametro 323mm è stato applicato un carico pari a

$$q_{\text{tubo sopravento}} = 0.5 \text{ kN/m}$$

$$q_{\text{tubo sottovento}} = 0.3 \text{ kN/m}$$

3.2.4. Carico termico

In base a quanto prescritto dalla normativa in funzione della geolocalizzazione del manufatto sono stati applicati i seguenti delta termici:

$$DT+ = +20 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$DT- = -36 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

3.3. AZIONE SISMICA

Al fine della valutazione dell'azione sismica si considerano, secondo quanto indicato dalla normativa vigente, due forme spettrali:

per gli stati limite di esercizio lo Stato Limite di Danno (SLD)

- *a seguito del terremoto la costruzione, nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, subisce danni tali da non mettere a rischio gli utenti e da non compromettere significativamente la capacità di resistenza e di rigidezza nei confronti delle azioni verticali ed orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile pur nell'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature*

per gli stati limite ultime lo Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV)

- *a seguito del terremoto la costruzione subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali cui si associa una perdita significativa di rigidezza nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidezza per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali.*

Le forme spettrali sono definite, per ciascuna probabilità di superamento del periodo di riferimento P_{vr} , a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

a_g : accelerazione orizzontale massima al sito;

F_0 : valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro di accelerazione orizzontale

T^*_c : periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale

Di seguito sono riportati i parametri adottati per il calcolo.

EdiLus-MS
Mappe Sismiche

EdiLus-MS è il software ACCA per individuare la pericolosità sismica di tutte le località italiane direttamente dalla mappa. Scrivi l'indirizzo e/o sposta il segnalino sul sito che ti interessa e ottieni dinamicamente tutti i parametri di pericolosità sismica.

ad es. "Contrada Riscade, 13 BAGNOLI RENO"
front

Cerca

Mappe Satellite

Mappe Satellite

Latitudine (WGS84)
45.28273110

Longitudine (WGS84)
7.66584592

Latitudine (ED50)
45.284507

Longitudine (ED50)
7.665854

Altitudine (m)
0

Classe dell'edificio
II: Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti

Vita Normale Struttura
100

Periodo di Riferimento per l'azione sismica
100

Parametri di pericolosità Sismica

Stato Limite	T_r [s]	a_{g0} [g]	F_a [g]	T^*_c [s]
Operatività	60	0.028	2.591	0.203
Danno	101	0.033	2.660	0.229
Salvaguardia Vita	949	0.059	2.737	0.291
Prevenzione Collasso	1950	0.068	2.785	0.297

[Termini e Condizioni di Utilizzo di EdiLus-MS](#)

FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

Stato Limite
Stato Limite considerato **SLV** info

Risposta sismica locale
 Categoria di sottosuolo **C** info $S_s = 1.500$ $C_c = 1.576$ info
 Categoria topografica **T1** info $h/H = 0.000$ $S_T = 1.000$ info
(h=quota sito, H=altezza rilievo topografico)

Compon. orizzontale
☐ Spettro di progetto elastico (SLE) Smorzamento ξ (%) **5** $\eta = 1.000$ info
☒ Spettro di progetto inelastico (SLU) Fattore q_0 **1** Regol. in altezza **sì** info

Compon. verticale
 Spettro di progetto Fattore q **1** $\eta = 1.000$ info

Elaborazioni
 Grafici spettri di risposta info
 Parametri e punti spettri di risposta info

Spettri di risposta

— Spettro di progetto - componente orizzontale
 — Spettro di progetto - componente verticale
 — Spettro elastico di riferimento (Cat. A-T1, $\xi = 5\%$)

INTRO FASE 1 FASE 2 **FASE 3**

Valori dei parametri a_g , F_0 , T_C^* per i periodi di ritorno T_R di riferimento

T_R [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T_C^* [s]
30	0.022	2.595	0.178
50	0.027	2.591	0.199
72	0.030	2.641	0.206
101	0.034	2.659	0.218
140	0.037	2.672	0.228
201	0.041	2.684	0.246
475	0.051	2.741	0.272
975	0.060	2.787	0.293
2475	0.073	2.903	0.295

La verifica dell'ideoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

Vita nominale della costruzione (in anni) - V_N **50** info
 Coefficiente d'uso della costruzione - C_U **2** info

Valori di progetto
 Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) - V_R **100** info
 Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) - T_R info
 Stati limite di esercizio - SLE { SLO - $P_{VR} = 81\%$ **60**
 SLD - $P_{VR} = 63\%$ **101**
 Stati limite ultimi - SLU { SLV - $P_{VR} = 10\%$ **949**
 SLC - $P_{VR} = 5\%$ **1950**

Elaborazioni
 Grafici parametri azione info
 Grafici spettri di risposta info
 Tabella parametri azione info

Strategia di progettazione

LEGENDA GRAFICO
 --- Strategia per costruzioni ordinarie
 --- Strategia scelta

INTRO FASE 1 **FASE 2** FASE 3

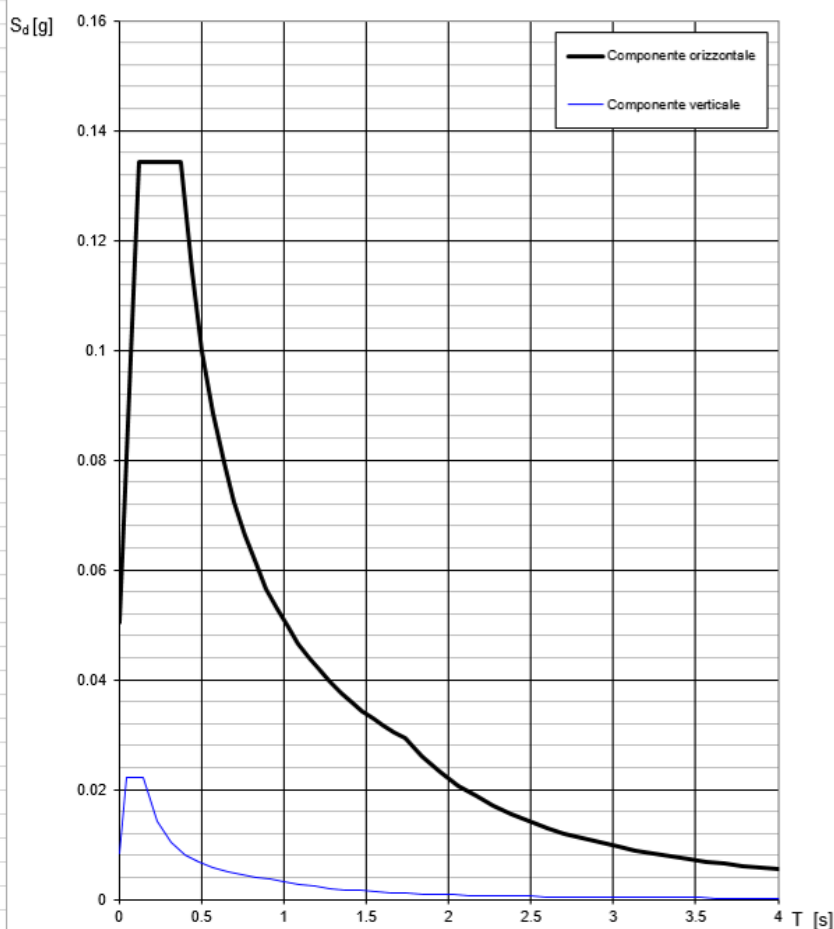
Valori dei parametri a_g , F_o , T_c^* per i periodi di ritorno T_R associati a ciascuno

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_c^* [s]
SLO	60	0.028	2.617	0.202
SLD	101	0.034	2.659	0.218
SLV	949	0.059	2.785	0.292
SLC	1950	0.069	2.873	0.295

La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

3.3.1. Stato Limite di Danno (SLD)

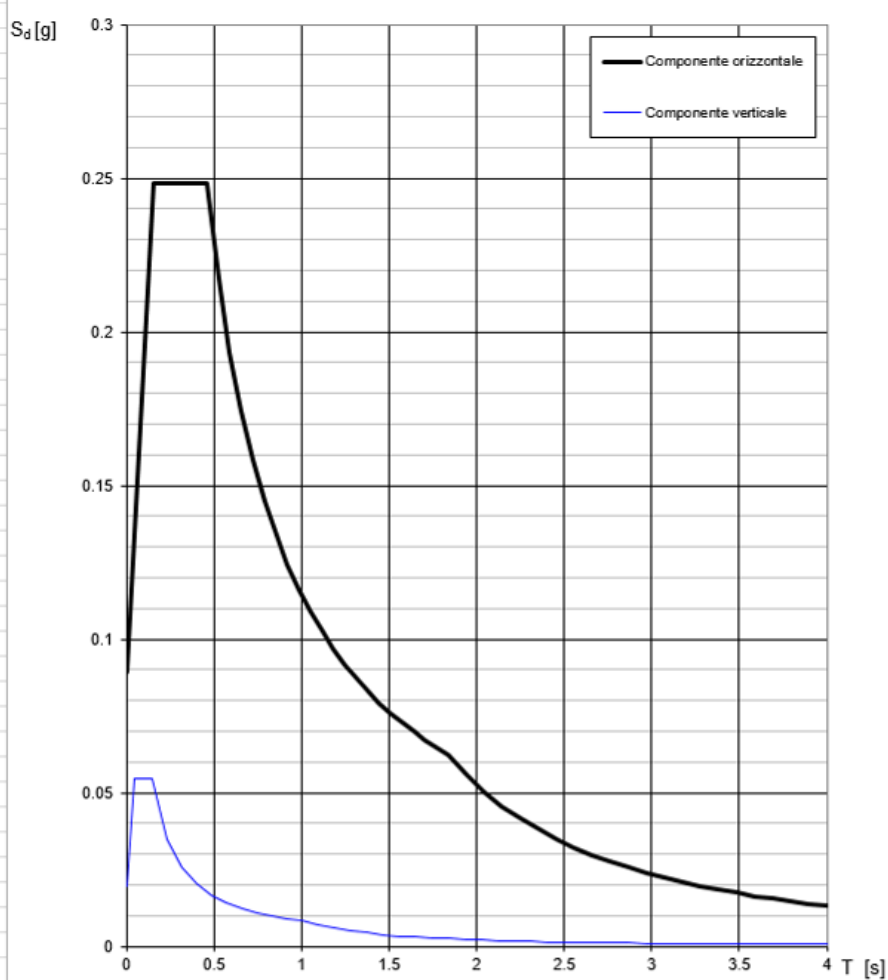
Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite: SLD



La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

3.3.2. Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV)

Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite: SLV



La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

3.4. COMBINAZIONE DELLE AZIONI E VERIFICA ALLO STATO LIMITE

Le verifiche saranno effettuate agli stati limite di esercizio e agli stati limite ultimo. Le azioni agenti sono combinate in condizioni di carico tali da risultare più sfavorevoli ai fini della verifica, tenendo conto di ridotte probabilità di alcune combinazioni.

3.4.1. Verifica agli SLU

La verifica della sicurezza nei riguardi degli stati limite ultimi di resistenza si effettua con il “metodo dei coefficienti parziali” di sicurezza espresso dalla equazione formale:

$$R_d \geq E_d$$

- combinazione fondamentale:



- dove per le situazioni persistenti e transitorie si adottano i seguenti valori

Tab. 5.1.V – Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU

		Coefficiente	EQU ¹⁾	A1	A2
Azioni permanenti g_1 e g_3	favorevoli	γ_{G1} e γ_{G3}	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00
Azioni permanenti non strutturali ⁽²⁾ g_2	favorevoli	γ_{G2}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Azioni variabili da traffico	favorevoli	γ_Q	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,35	1,35	1,15
Azioni variabili	favorevoli	γ_{Qi}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Distorsioni e presollecitazioni di progetto	favorevoli	γ_{t1}	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,00 ⁽³⁾	1,00 ⁽⁴⁾	1,00
Ritiro e viscosità, Cedimenti vincolari	favorevoli	γ_{t2} γ_{t3} γ_{t4}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,20	1,20	1,00

3.4.2. Verifica agli SLE

Le verifiche agli stati limite di esercizio riguardano le combinazioni riportate di seguito:

- combinazione rara



- combinazione frequente



- combinazione quasi-permanente



Tab. 5.1.VI - Coefficienti ψ per le azioni variabili per ponti stradali e pedonali

Azioni	Gruppo di azioni (Tab. 5.1.IV)	Coefficiente ψ_0 di combi- nazione	Coefficiente ψ_1 (valori frequentissimi)	Coefficiente ψ_2 (valori quasi permanenti)
Azioni da traffico (Tab. 5.1.IV)	Schema 1 (carichi tandem)	0,75	0,75	0,0
	Schemi 1, 5 e 6 (carichi distribuiti)	0,40	0,40	0,0
	Schemi 3 e 4 (carichi concentrati)	0,40	0,40	0,0
	Schema 2	0,0	0,75	0,0
	2	0,0	0,0	0,0
	3	0,0	0,0	0,0
	4 (folla)	--	0,75	0,0
	5	0,0	0,0	0,0
Vento	a ponte scarico SLU e SLE	0,6	0,2	0,0
	in esecuzione	0,8	0,0	0,0
	a ponte carico SLU e SLE	0,6	0,0	0,0
Neve	SLU e SLE	0,0	0,0	0,0
	in esecuzione	0,8	0,6	0,5
Temperatura	SLU e SLE	0,6	0,6	0,5

3.4.3. Verifica agli SLV e agli SLD

La verifica della sicurezza nei riguardi degli stati limite sismici SLV e SLD si effettua con il “metodo dei coefficienti parziali” di sicurezza espresso dalla equazione formale:

$$R_d \geq E_d$$

- combinazione sismica:

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

4. DESCRIZIONE DEL MODELLO FEM

4.1. MODELLAZIONE DEI MATERIALI

I materiali che costituiscono la struttura sono considerati con il comportamento lineare elastico ad esclusione degli stralli che sono stati modellati con apposito elemento “cable” con proprietà non lineari e simulazione diretta di catenaria.

Le proprietà di tutti gli elementi sono riportati nelle tabelle riepilogative dei paragrafi successivi.

4.2. SCHEMATIZZAZIONE DELLA STRUTTURA E DEI VINCOLI

La struttura è stata schematizzata escludendo il contributo degli elementi aventi rigidezza e resistenza trascurabili a fronte dei principali. E' quindi stata eseguita una modellazione tridimensionale di tutti gli elementi costituenti la struttura primaria e la struttura secondaria eccetto gli elementi dei parapetti che sono stati introdotti esclusivamente come carichi nodali e dei grigliati inseriti come carico di superficie.

Sono stati utilizzati esclusivamente elementi monidimensionali di tipo “beam” per le travi principali e secondarie e “truss” per gli elementi di controvento considerati reagenti anche a compressione. Gli stralli sono stati schematizzati con elementi “cable” con modulo elastico ridotto e comportamento non lineare.

I vincoli sono tutti di tipo puntuale e inseriti agendo sulle 6 costanti di rigidezza.

I carichi sono stati applicati mediante forze nodali o lineari su elementi trave e mediante aree di carico.

4.3. SCHEMATIZZAZIONE DELLE AZIONI

In accordo con le sopracitate normative, sono state considerate nei calcoli le seguenti azioni:

- Pesi propri strutturali;
- Carichi permanenti portati dalla struttura (grigliato e parapetto);
- Carichi variabili di esercizio (carico di traffico da ponte con schema n.5 folla compatta e vento)
- Carichi termici

Ciascuna azione viene caricata sulla struttura tramite:

- Massa propria dell'elemento calcolata in automatico dal software tramite applicazione del peso specifico;
- Carichi di linea per l'applicazione del peso del parapetto e del carico vento trasversale
- Carichi di superficie per l'applicazione del carico di traffico
- Delta termico sulle aste
- Combinazione quadratica degli auto vettori calcolati con analisi dinamica modale per i carichi sismici.

4.4. TIPO DI ANALISI

Tutte le strutture sono state calcolate adottando l'analisi statica non lineare per la determinazione delle sollecitazioni statiche e l'analisi dinamica modale per la determinazione delle sollecitazioni sismiche. Le sollecitazioni sismiche, una volta calcolate sono state caricate come forze nodali inerziali all'interno di specifici casi di carico per poterne poi performare l'analisi di tipo non lineare.

È stata considerata la non linearità sia geometrica sia del materiale per tenere in conto degli effetti della catenaria.

Il comportamento globale è verificato se i singoli corpi sono verificati. Il calcolo è stato eseguito secondo le normative sopra citate sfruttando principi delle scienze delle costruzioni.

4.5. IPOTESI DI VERIFICA DELLE ASTE IN ACCIAIO

4.5.1. Verifiche di resistenza

Le verifiche di resistenza seguono le indicazioni per il calcolo agli stati limite poste nel capitolo 6 dell'EC3-1-1.

Il criterio di verifica limita la sollecitazione esterna S_{Ed} ad essere inferiore a quella resistente: $S_{Ed}/S_{Rd} \leq 1$. In particolare nel caso di sovrapposizione di sollecitazioni assiali e flettenti, è usata l'approssimazione a favore di sicurezza in cui i rapporti vengono sommati linearmente come da § 6.2.1(7):

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rd}} + \frac{M_{1,Ed}}{M_{1,Rd}} + \frac{M_{2,Ed}}{M_{2,Rd}} \leq 1$$

I coefficienti di sicurezza utilizzati sono divisi per verifiche di resistenza e verifiche di instabilità. Nella NOTA 2B sono specificati i valori:

$$\gamma_{M0} = 1.05$$

$$\gamma_{M1} = 1.05$$

$$\gamma_{M2} = 1.25$$

Il limite ultimo raggiungibile per sezioni di classe 1 e 2 è la sezione completamente plasticizzata, mentre per le sezioni di classe 3 sono ammesse solo verifiche in campo elastico. Lo stato limite è quindi quello relativo al superamento del limite elastico nella fibra della sezione maggiormente sollecitata.

La resistenza ultima assiale, uguale per l'analisi elastica e plastica, è calcolata con la relazione:

$$N_{Rd} = N_{Rd,pl} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}}$$

Nella resistenza ultima flessionale il modulo di resistenza W è come quello plastico W_{pl} per le sezioni di classe 1 e 2 e quello elastico $W_{el,min}$ per le sezioni di classe 3.

Come da prescrizioni del § 6.2.8, la presenza di sforzi taglianti, superiori al 50% del valore resistente, è computata inserendo un coefficiente riduttivo nella tensione di snervamento del materiale:

$$f_{y,v} = (1 - \rho) f_y$$

$$\rho = \left(\frac{2V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} - 1 \right)^2$$

e quindi:

$$M_{Rd} = M_{v,Rd} = \frac{W \cdot (1 - \rho) f_y}{\gamma_{M0}}$$

Le verifiche di resistenza al taglio (§ 6.2.6) sono differenziate tra il caso di sezioni di classe 1 e 2, per le quali è calcolato il rapporto massimo tra sollecitazioni agenti e resistenti, e le sezioni di classe 3, per le quali il coefficiente di sicurezza è calcolato come rapporto tensionale:

$$\frac{V_{Ed}}{V_{Rd}} \leq 1 \quad \text{classi 1 e 2}$$

$$\frac{\tau_{Ed}}{f_y / (\sqrt{3} \gamma_{M0})} \leq 1 \quad \text{classe 3}$$

in cui $V_{Rd} = V_{pl,Rd}$. Nel caso di copresenza di sollecitazioni torcenti sono applicati i coefficienti riduttivi prescritti al § 6.2.7(9).

Le verifiche a torsione (§ 6.2.7) sono eseguite calcolando le tensioni tangenziali nei punti significativi della sezione secondo le regole della Scienza delle Costruzioni.

$$\tau_T = \frac{T \cdot s}{J_t}$$

In particolare, per sezioni aperte (Saint Venant):

$$\tau_T = \frac{T}{2 \cdot \Omega \cdot s}$$

per sezioni chiuse (Bredt):

Nella ricerca della tensione tangenziale τ_{Ed} massima le tensioni derivanti dalla torsione sono sommate a quelle dovute agli sforzi taglianti.

$$\frac{\tau_{V1,Ed} + \tau_{V2,Ed} + \tau_{T,Ed}}{f_y / (\sqrt{3} \gamma_{M0})} \leq 1$$

4.5.2. Verifiche di stabilità

Le verifiche di stabilità di elementi metallici compressi sono condotte seguendo le prescrizioni del § 6.3 dell'Eurocodice3. La norma prevede di cautelarsi dagli effetti di sbandamento assiale nelle direzioni 1 e 2 e lo sbandamento flessione torsionale (LT = lateral torsional) tramite i coefficienti di riduzioni χ .

L'asta compressa è verificata se vengono soddisfatte le seguenti disuguaglianze:

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_1 N_{b,Rd}} + k_{yy} \frac{M_{1,Ed}}{\chi_{LT} M_{1,b,Rd}} + k_{yz} \frac{M_{2,Ed}}{M_{2,b,Rd}} \leq 1$$

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_2 N_{b,Rd}} + k_{zy} \frac{M_{1,Ed}}{\chi_{LT} M_{1,b,Rd}} + k_{zz} \frac{M_{2,Ed}}{M_{2,b,Rd}} \leq 1$$

dove:

N_{Ed} , $M_{1,Ed}$ ed $M_{2,Ed}$ sono le sollecitazioni massime sulla trave;

$N_{b,Rd}$, $M_{b,1,Rd}$ ed $M_{b,2,Rd}$ sono le sollecitazioni resistenti calcolate con il coefficiente di sicurezza γ_{M1} ;

χ sono i coefficienti di riduzione per instabilità flessionale e torsionale;

k_{yy} , k_{yz} , k_{zy} , k_{zz} sono i fattori di interazione. Ludi calcola tali fattori con entrambi i metodi (A e B) proposti dalla norma negli allegati.

Ai fini della verifica di un elemento compresso sono definiti i seguenti parametri di snellezza:

$$\lambda_1 = \ell_{0,1} / i_1 \quad \lambda_2 = \ell_{0,2} / i_2 \quad \lambda_\theta = \ell_{0,\theta} / i_{min}$$

dove ℓ_0 è la lunghezza libera d'inflessione dell'elemento e i è il raggio d'inerzia della sezione trasversale.

Per definire i singoli coefficienti χ è necessario calcolare la snellezza equivalente $\bar{\lambda}$ (funzione del carico critico) e il coefficiente Φ (funzione del carico critico e dell'imperfezione del materiale α).

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}} \quad \Phi = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha(\bar{\lambda} - 0.2) + \bar{\lambda}^2 \right]$$

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \bar{\lambda}^2}} \leq 1$$

In maniera del tutto equivalente è calcolato il valore di χ_{LT} :

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W \cdot f_y}{M_{cr}}} \quad \text{e} \quad \Phi_{LT} = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha_{LT} (\bar{\lambda}_{LT} - 0.2) + \bar{\lambda}_{LT}^2 \right]$$

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}} \leq 1$$

nelle formule utilizzate, i coefficienti di imperfezione α e α_{LT} sono tabulati nelle tabelle 6.1 e 6.3 a seconda del tipo di acciaio e del tipo di sezione; i carichi critici sono calcolati con la nota relazione:

$$N_{cr} = \pi^2 \frac{EA}{\lambda^2}$$

Per il calcolo del M_{cr} l'Eurocodice non specifica un metodo di calcolo, si richiede soltanto che esso inglobi la reale distribuzione dei momenti ed i vincoli applicati alle estremità dell'asta. Nella presente relazione il momento critico è calcolato seguendo le indicazioni della normativa inglese BS 5950-2000 "Structural use of steelwork in building", in accordo alla relazione del paragrafo 4.3 "Lateral torsional buckling":

$$M_{cr} = \frac{p_b \cdot W}{m_{LT}}$$

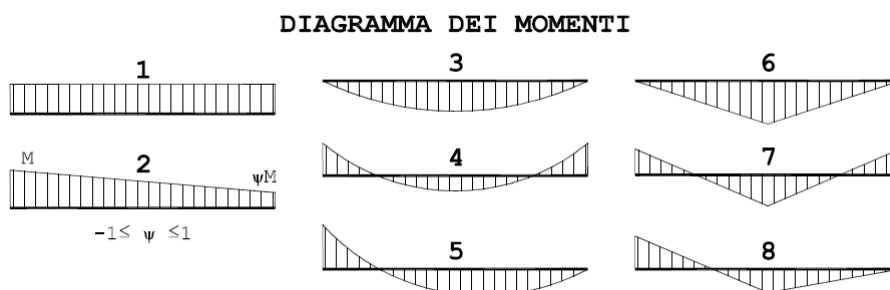
dove p_b è la tensione di buckling, W è il modulo di resistenza elastico o plastico a seconda della classe della sezione, m_{LT} è il coefficiente di equivalenza tra la trave sollecitata da momento costante e una distribuzione qualsiasi.

$$m_{LT} = 0.2 + \frac{0.15M_2 + 0.5M_3 + 0.15M_4}{M_{max}} \geq 0.44$$

in cui M_2 , M_3 , M_4 sono i momenti calcolati rispettivamente a $1/4\ell$, $1/2\ell$ e $3/4\ell$.

La tensione p_b è tabulata (BS 5950 table 16 e table 17) in funzione del materiale, del tipo di lavorazione (Lam o saldata) e dalla snellezza equivalente della trave λ_{LT} .

$$\lambda_{LT} = u v \lambda \sqrt{\beta_w}$$



4.6. ANALISI SISMICA

L'analisi sismica è stata condotta in regime lineare per la determinazione delle frequenze e dei modi di vibrare verificando in ogni caso lo stato degli stralli affinché risultassero sempre in trazione. In seconda analisi sono state applicate le forze inerziali sismiche calcolate con combinazione quadratica (CQC) all'interno di 3 appositi casi di carico e combinati direttamente nell'analisi statica non lineare.

È stata effettuata anche l'analisi per azione sismica verticale data la luce dell'impalcato.

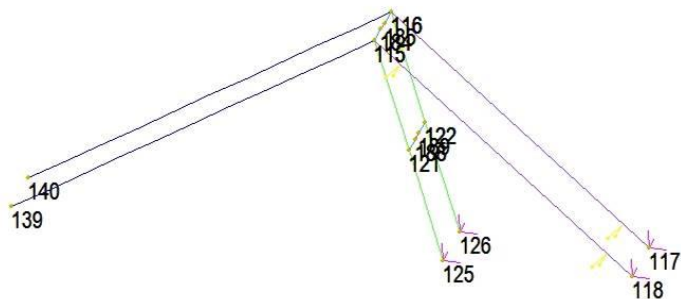
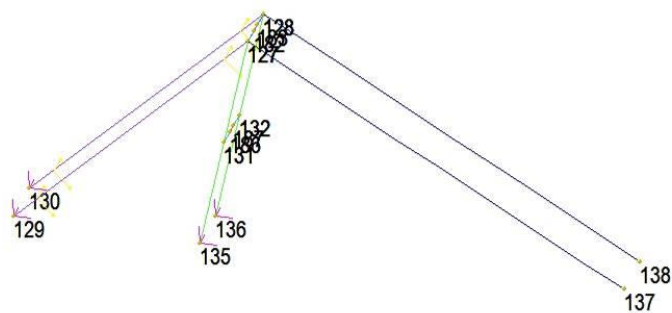
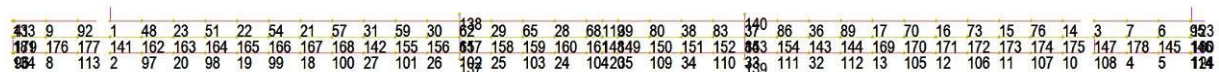
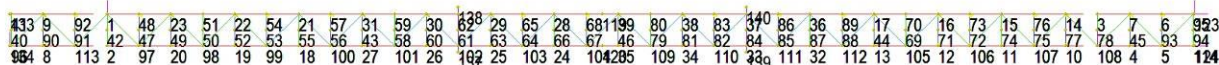
Di seguito si riportano i risultati dell'analisi in frequenza.

MODE Mode	PARTICIPATION Frequency (Hz)	Modal Mass (Engineering)	PF-X (%)	PF-Y (%)	PF-Z (%)
1	1.320E+00	3.007E+03	0.000	8.728	0.000
2	1.331E+00	2.954E+03	0.000	7.895	0.000
3	2.095E+00	1.270E+04	0.000	53.457	0.000
4	3.355E+00	9.767E+03	0.089	0.000	0.738
5	3.507E+00	9.817E+03	0.005	0.000	58.464
6	3.646E+00	5.569E+03	0.006	0.000	6.604
7	4.472E+00	6.862E+03	0.000	0.055	0.000
8	4.475E+00	7.119E+03	0.000	0.001	0.000
9	5.196E+00	1.716E+03	4.161	0.000	0.000
10	5.202E+00	1.716E+03	0.000	0.000	0.015
11	5.276E+00	4.525E+03	0.000	0.193	0.000
12	5.293E+00	1.415E+04	0.001	0.036	0.000
13	6.845E+00	1.200E+04	1.019	0.000	0.006
14	7.801E+00	1.630E+03	0.000	0.004	0.000
15	7.839E+00	1.591E+03	0.000	0.220	0.000
16	8.762E+00	9.252E+03	0.000	0.000	0.000
17	9.160E+00	1.289E+04	0.049	0.000	0.237
18	9.188E+00	5.808E+06	0.000	0.000	0.001
19	9.197E+00	1.064E+05	0.000	0.894	0.000
20	9.286E+00	4.782E+04	0.001	1.920	0.000
21	9.315E+00	1.832E+04	0.003	4.954	0.000
22	9.325E+00	2.593E+06	0.000	0.000	0.000
23	9.338E+00	5.317E+07	0.000	0.000	0.000
24	9.338E+00	4.893E+07	0.000	0.000	0.000
25	9.347E+00	8.548E+07	0.000	0.000	0.000
26	9.347E+00	8.222E+07	0.000	0.000	0.000
27	9.347E+00	7.091E+07	0.000	0.000	0.000
28	9.347E+00	2.997E+07	0.000	0.000	0.000
29	9.350E+00	6.263E+07	0.000	0.000	0.000
30	9.350E+00	6.263E+07	0.000	0.000	0.000
31	9.352E+00	1.380E+10	0.000	0.000	0.000
32	9.352E+00	2.457E+10	0.000	0.000	0.000
33	9.353E+00	8.912E+06	0.000	0.010	0.000
34	9.353E+00	1.421E+08	0.000	0.000	0.000
35	9.354E+00	6.898E+08	0.000	0.000	0.000
36	9.354E+00	5.625E+08	0.000	0.000	0.000
37	9.426E+00	1.178E+05	0.000	0.100	0.000
38	9.442E+00	3.213E+05	0.000	0.000	0.000
39	9.447E+00	2.991E+05	0.000	0.136	0.000
40	9.646E+00	1.867E+04	0.000	0.000	0.000
41	1.099E+01	1.242E+04	0.000	0.025	0.000
42	1.230E+01	1.240E+04	8.946	0.008	0.003
43	1.257E+01	8.857E+02	0.260	0.021	0.001
44	1.260E+01	9.673E+02	0.686	0.458	0.004
45	1.301E+01	4.090E+04	2.310	0.614	0.005
46	1.322E+01	1.799E+07	0.065	0.000	0.000
47	1.322E+01	2.593E+04	45.124	0.003	0.004
48	1.327E+01	5.544E+05	0.274	0.006	0.000
49	1.330E+01	2.321E+05	0.032	0.000	0.000
50	1.511E+01	1.217E+04	15.779	1.583	0.018
51	1.612E+01	1.260E+04	0.568	1.856	0.022
52	1.619E+01	6.395E+06	0.000	0.002	0.001
TOTAL MASS PARTICIPATION FACTORS			79.379	83.178	66.123

4.7. SCHEMA DELLA STRUTTURA E DEI VINCOLI

Nel seguito vengono riportate delle immagini riepilogative della numerazione dei nodi e degli elementi.

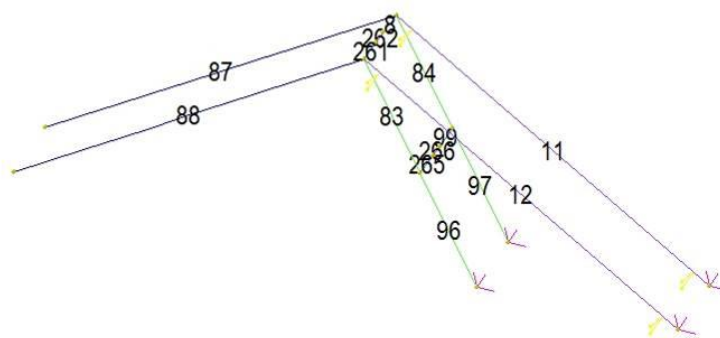
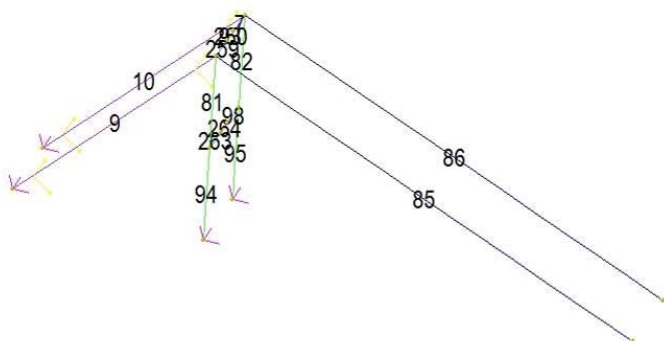
4.7.1. Numerazione dei nodi



4.7.2. Numerazione delle aste

91183-185-186-189-191-193-195-197-199-201-202-205-207-209-211-213-215-217-218-219-221-223-225-227-229-231-233-234-237-239-241-243-245-247-249-250-253-25580
10745-146-147-148-149-150-151-152-153-154-155-156-157-158-159-160-161-162-163-164-165-166-167-168-169-170-171-172-173-174-175-176-177-178-179-180-181106
92182-184-187-188-190-192-194-196-198-200-203-204-206-208-210-212-214-216-219-220-222-224-226-228-230-232-235-236-238-240-242-244-246-248-251-252-25480

91183-185-186-189-191-193-195-197-199-201-202-205-207-209-211-213-215-217-218-219-221-223-225-227-229-231-233-234-237-239-241-243-245-247-249-250-253-25580
10745-146-147-148-149-150-151-152-153-154-155-156-157-158-159-160-161-162-163-164-165-166-167-168-169-170-171-172-173-174-175-176-177-178-179-180-181106
92182-184-187-188-190-192-194-196-198-200-203-204-206-208-210-212-214-216-219-220-222-224-226-228-230-232-235-236-238-240-242-244-246-248-251-252-25480



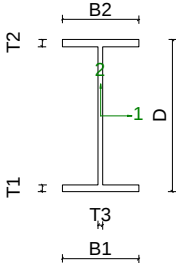
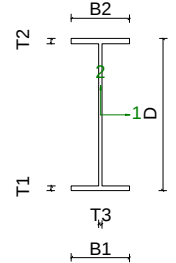
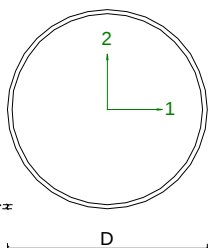
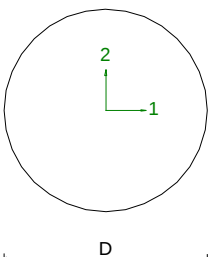
4.8. CARATTERISTICHE DEGLI ELEMENTI TRAVE

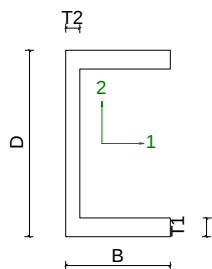
4.8.1. Schema delle proprietà del modello

Ad ogni proprietà viene assegnata un tipo specifico di elemento nel modello, raggruppato per funzione e posizione. In questo modo è stato possibile ottimizzare tutta la parte della struttura.

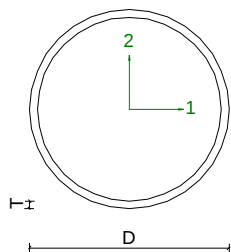
Di seguito riportiamo il riepilogo di ogni proprietà per la struttura primaria.

4.8.2. Proprietà geometriche delle sezioni

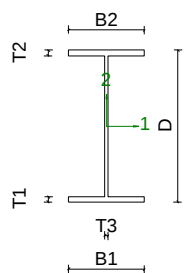
N° Prop	D	B	T1	T2	T3	L	
	Prop.1	0.180	0.091	0.008	0.008	0.0053	0.0910
	Prop.2	0.550	0.210	0.0172	0.0172	0.0111	0.2100
	Prop.3	0.3239	0.0000	0.0071	0.0000	0.0000	0.0000
	Prop.4	0.050	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000



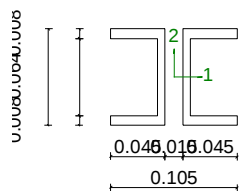
Prop.5 0.080 0.045 0.008 0.006 0.000 0.000



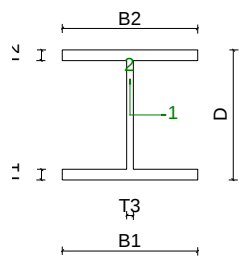
Prop.13 0.3239 0.0000 0.0127 0.0000 0.0000 0.0000



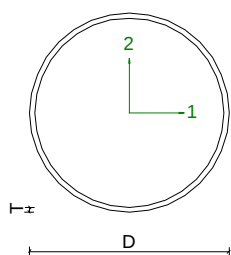
Prop.18 0.300 0.150 0.0107 0.0107 0.0071 0.1500



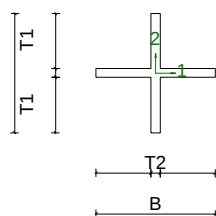
Prop.19 0.080 0.045 0.008 0.006 0.000 0.000



Prop.20 0.096 0.100 0.008 0.008 0.005 0.100



Prop.21 0.273 0.000 0.0071 0.0000 0.0000 0.0000



Prop.22 0.270 0.270 0.020 0.020 0.000 0.000

4.8.3. Proprietà inerziali delle sezioni

Proprietà	Area [m ²]	I ₁₁ [m ⁴]	I ₂₂ [m ⁴]	J [m ⁴]
1	2.390e-03	1.317e-05	1.010e-06	3.920e-08
2	1.340e-02	6.712e-04	2.668e-05	9.475e-07
3	7.066e-03	8.869e-05	8.869e-05	1.774e-04
4	1.963e-03	3.068e-07	3.068e-07	6.136e-07
5	1.150e-03	1.060e-06	1.940e-07	2.110e-08
13	1.240e-02	1.510e-04	1.510e-04	3.010e-04
18	5.380e-03	8.356e-05	6.040e-06	1.557e-07
19	2.208e-03	2.136e-06	1.626e-06	3.994e-08
20	2.120e-03	3.490e-06	1.340e-06	3.747e-08
21	5.931e-03	5.245e-05	5.245e-05	1.049e-04

4.8.4. Dati delle aste

Numero	Gruppo	Materiale	Lavorazione	Proprietà
1	11	S355	Laminata	IPE 300
2	8	S355	Laminata	IPE 300
3	8	S355	Laminata	IPE 180
4	8	S355	Laminata	IPE 180
5	11	S355	Laminata	IPE 300
6	8	S355	Laminata	IPE 300
7	15	S355	Laminata	CHS 273s7.1
8	15	S355	Laminata	CHS 273s7.1
9	16	S355	Laminata	chs 323.9x12.7
10	16	S355	Laminata	chs 323.9x12.7
11	16	S355	Laminata	chs 323.9x12.7
12	16	S355	Laminata	chs 323.9x12.7
13	11	S355	Laminata	IPE 180
14	8	S355	Laminata	IPE 180
15	11	S355	Laminata	IPE 300
16	8	S355	Laminata	IPE 180
17	11	S355	Laminata	IPE 180
18	8	S355	Laminata	IPE 300
19	11	S355	Laminata	IPE 180
20	11	S355	Laminata	IPE 300
21	8	S355	Laminata	IPE 180
22	12	S355	Laminata	chs 323.9x12.7
23	11	S355	Laminata	IPE 180
24	11	S355	Laminata	IPE 180
25	8	S355	Laminata	IPE 300
26	11	S355	Laminata	IPE 180
27	11	S355	Laminata	IPE 180
28	8	S355	Laminata	IPE 300
29	11	S355	Laminata	IPE 180
30	8	S355	Laminata	IPE 180
31	11	S355	Laminata	IPE 300
32	8	S355	Laminata	IPE 180
33	11	S355	Laminata	IPE 180
34	11	S355	Laminata	IPE 180

35	8	S355	Laminata	IPE 300
36	11	S355	Laminata	IPE 180
37	11	S355	Laminata	IPE 180
38	8	S355	Laminata	IPE 180
39	11	S355	Laminata	IPE 300
40	8	S355	Laminata	IPE 180
41	11	S355	Laminata	IPE 180
42	11	S355	Laminata	IPE 180
43	8	S355	Laminata	IPE 180
44	11	S355	Laminata	IPE 300
45	8	S355	Laminata	IPE 300
46	8	S355	Laminata	IPE 180
47	8	S355	Laminata	IPE 180
48	11	S355	Laminata	IPE 300
49	8	S355	Laminata	IPE 300
50	11	S355	Laminata	IPE 180
51	8	S355	Laminata	IPE 180
52	11	S355	Laminata	IPE 300
53	8	S355	Laminata	IPE 180
54	11	S355	Laminata	IPE 180
55	8	S355	Laminata	IPE 300
56	11	S355	Laminata	IPE 180
57	11	S355	Laminata	IPE 300
58	8	S355	Laminata	IPE 180
59	12	S355	Laminata	chs 323.9x12.7
60	11	S355	Laminata	IPE 180
61	11	S355	Laminata	IPE 180
62	8	S355	Laminata	IPE 300
63	11	S355	Laminata	IPE 180
64	11	S355	Laminata	IPE 180
65	8	S355	Laminata	IPE 300
66	11	S355	Laminata	IPE 180
67	8	S355	Laminata	IPE 180
68	11	S355	Laminata	IPE 300
69	8	S355	Laminata	IPE 180
70	11	S355	Laminata	IPE 180
71	11	S355	Laminata	IPE 180
72	8	S355	Laminata	IPE 300
73	11	S355	Laminata	IPE 180
74	11	S355	Laminata	IPE 180
75	8	S355	Laminata	IPE 180
76	11	S355	Laminata	IPE 300
77	8	S355	Laminata	IPE 180
78	11	S355	Laminata	IPE 180
79	11	S355	Laminata	IPE 180
80	8	S355	Laminata	IPE 180
81	14	S355	Laminata	CHS 323.9x7.1
82	14	S355	Laminata	CHS 323.9x7.1
83	14	S355	Laminata	CHS 323.9x7.1
84	14	S355	Laminata	CHS 323.9x7.1
85	17	S235	Laminata	cavi
86	17	S235	Laminata	cavi
87	17	S235	Laminata	cavi
88	17	S235	Laminata	cavi
89	7	S355	Laminata	IPE 550
90	7	S355	Laminata	IPE 550
91	7	S355	Laminata	IPE 550
92	7	S355	Laminata	IPE 550
93	15	S355	Laminata	IPE 180
94	14	S355	Laminata	CHS 323.9x7.1
95	14	S355	Laminata	CHS 323.9x7.1
96	14	S355	Laminata	CHS 323.9x7.1
97	14	S355	Laminata	CHS 323.9x7.1
98	15	S355	Laminata	CHS 273s7.1
99	15	S355	Laminata	CHS 273s7.1
100	12	S355	Laminata	chs 323.9x12.7
101	12	S355	Laminata	chs 323.9x12.7
102	12	S355	Laminata	chs 323.9x12.7
103	12	S355	Laminata	chs 323.9x12.7
104	12	S355	Laminata	chs 323.9x12.7

105	12	S355	Laminata	chs 323.9x12.7
106	9	S355	Laminata	HEA100
107	9	S355	Laminata	HEA100
108	10	S355	Laminata	2xupn80
109	10	S355	Laminata	2xupn80
110	10	S355	Laminata	2xupn80
111	10	S355	Laminata	2xupn80
112	10	S355	Laminata	2xupn80
113	10	S355	Laminata	2xupn80
114	10	S355	Laminata	UPN80
115	10	S355	Laminata	UPN80
116	10	S355	Laminata	UPN80
117	10	S355	Laminata	UPN80
118	10	S355	Laminata	2xupn80
119	10	S355	Laminata	2xupn80
120	10	S355	Laminata	2xupn80
121	10	S355	Laminata	2xupn80
122	10	S355	Laminata	2xupn80
123	10	S355	Laminata	2xupn80
124	10	S355	Laminata	2xupn80
125	10	S355	Laminata	UPN80
126	10	S355	Laminata	UPN80
127	10	S355	Laminata	UPN80
128	10	S355	Laminata	UPN80
129	10	S355	Laminata	UPN80
130	10	S355	Laminata	UPN80
131	10	S355	Laminata	UPN80
132	10	S355	Laminata	UPN80
133	10	S355	Laminata	UPN80
134	10	S355	Laminata	UPN80
135	10	S355	Laminata	UPN80
136	10	S355	Laminata	UPN80
137	10	S355	Laminata	UPN80
138	10	S355	Laminata	UPN80
139	10	S355	Laminata	UPN80
140	10	S355	Laminata	UPN80
141	10	S355	Laminata	2xupn80
142	10	S355	Laminata	2xupn80
143	10	S355	Laminata	2xupn80
144	10	S355	Laminata	UPN80
145	9	S355	Laminata	HEA100
146	9	S355	Laminata	HEA100
147	9	S355	Laminata	HEA100
148	9	S355	Laminata	HEA100
149	9	S355	Laminata	HEA100
150	9	S355	Laminata	HEA100
151	9	S355	Laminata	HEA100
152	9	S355	Laminata	HEA100
153	9	S355	Laminata	HEA100
154	9	S355	Laminata	HEA100
155	9	S355	Laminata	HEA100
156	9	S355	Laminata	HEA100
157	9	S355	Laminata	HEA100
158	9	S355	Laminata	HEA100
159	9	S355	Laminata	HEA100
160	9	S355	Laminata	HEA100
161	9	S355	Laminata	HEA100
162	9	S355	Laminata	HEA100
163	9	S355	Laminata	HEA100
164	9	S355	Laminata	HEA100
165	9	S355	Laminata	HEA100
166	9	S355	Laminata	HEA100
167	9	S355	Laminata	HEA100
168	9	S355	Laminata	HEA100
169	9	S355	Laminata	HEA100
170	9	S355	Laminata	HEA100
171	9	S355	Laminata	HEA100
172	9	S355	Laminata	HEA100
173	9	S355	Laminata	HEA100
174	9	S355	Laminata	HEA100

175	9	S355	Laminata	HEA100
176	9	S355	Laminata	HEA100
177	9	S355	Laminata	HEA100
178	9	S355	Laminata	HEA100
179	9	S355	Laminata	HEA100
180	9	S355	Laminata	HEA100
181	9	S355	Laminata	HEA100
182	7	S355	Laminata	IPE 550
183	7	S355	Laminata	IPE 550
184	7	S355	Laminata	IPE 550
185	7	S355	Laminata	IPE 550
186	7	S355	Laminata	IPE 550
187	7	S355	Laminata	IPE 550
188	7	S355	Laminata	IPE 550
189	7	S355	Laminata	IPE 550
190	7	S355	Laminata	IPE 550
191	7	S355	Laminata	IPE 550
192	7	S355	Laminata	IPE 550
193	7	S355	Laminata	IPE 550
194	7	S355	Laminata	IPE 550
195	7	S355	Laminata	IPE 550
196	7	S355	Laminata	IPE 550
197	7	S355	Laminata	IPE 550
198	7	S355	Laminata	IPE 550
199	7	S355	Laminata	IPE 550
200	7	S355	Laminata	IPE 550
201	7	S355	Laminata	IPE 550
202	7	S355	Laminata	IPE 550
203	7	S355	Laminata	IPE 550
204	7	S355	Laminata	IPE 550
205	7	S355	Laminata	IPE 550
206	7	S355	Laminata	IPE 550
207	7	S355	Laminata	IPE 550
208	7	S355	Laminata	IPE 550
209	7	S355	Laminata	IPE 550
210	7	S355	Laminata	IPE 550
211	7	S355	Laminata	IPE 550
212	7	S355	Laminata	IPE 550
213	7	S355	Laminata	IPE 550
214	7	S355	Laminata	IPE 550
215	7	S355	Laminata	IPE 550
216	7	S355	Laminata	IPE 550
217	7	S355	Laminata	IPE 550
218	7	S355	Laminata	IPE 550
219	7	S355	Laminata	IPE 550
220	7	S355	Laminata	IPE 550
221	7	S355	Laminata	IPE 550
222	7	S355	Laminata	IPE 550
223	7	S355	Laminata	IPE 550
224	7	S355	Laminata	IPE 550
225	7	S355	Laminata	IPE 550
226	7	S355	Laminata	IPE 550
227	7	S355	Laminata	IPE 550
228	7	S355	Laminata	IPE 550
229	7	S355	Laminata	IPE 550
230	7	S355	Laminata	IPE 550
231	7	S355	Laminata	IPE 550
232	7	S355	Laminata	IPE 550
233	7	S355	Laminata	IPE 550
234	7	S355	Laminata	IPE 550
235	7	S355	Laminata	IPE 550
236	7	S355	Laminata	IPE 550
237	7	S355	Laminata	IPE 550
238	7	S355	Laminata	IPE 550
239	7	S355	Laminata	IPE 550
240	7	S355	Laminata	IPE 550
241	7	S355	Laminata	IPE 550
242	7	S355	Laminata	IPE 550
243	7	S355	Laminata	IPE 550
244	7	S355	Laminata	IPE 550

245	7	S355	Laminata	IPE 550
246	7	S355	Laminata	IPE 550
247	7	S355	Laminata	IPE 550
248	7	S355	Laminata	IPE 550
249	7	S355	Laminata	IPE 550
250	7	S355	Laminata	IPE 550
251	7	S355	Laminata	IPE 550
252	7	S355	Laminata	IPE 550
253	7	S355	Laminata	IPE 550
254	7	S355	Laminata	IPE 550
255	7	S355	Laminata	IPE 550
256	9	S355	Laminata	HEA100
257	7	S355	Laminata	IPE 550
258	7	S355	Laminata	IPE 550
259	15	S355	Laminata	CHS 273s7.1
260	15	S355	Laminata	Giunto croce
261	15	S355	Laminata	CHS 273s7.1
262	15	S355	Laminata	Giunto croce
263	15	S355	Laminata	CHS 273s7.1
264	15	S355	Laminata	Giunto croce
265	15	S355	Laminata	CHS 273s7.1
266	15	S355	Laminata	Giunto croce

4.8.5. Attributi di instabilità

Numero	Lunghezza [m]	Molt.per inflessione						
		β_1	β_2	β_3				
					40	1.00	1.00	1.00
					41	1.00	1.00	1.00
					42	1.00	1.00	1.00
1	1.00	1.00	1.00	1.00	43	1.00	1.00	1.00
2	1.00	1.00	1.00	1.00	44	1.00	1.00	1.00
3	1.00	1.00	1.00	1.00	45	1.00	1.00	1.00
4	1.00	1.00	1.00	1.00	46	1.00	1.00	1.00
5	1.00	1.00	1.00	1.00	47	1.00	1.00	1.00
6	1.00	1.00	1.00	1.00	48	1.00	1.00	1.00
7	1.10	2.55	2.55	1.00	49	1.00	1.00	1.00
8	1.10	2.55	2.55	1.00	50	1.00	1.00	1.00
9	17.20	1.00	1.00	1.00	51	1.00	1.00	1.00
10	17.20	1.00	1.00	1.00	52	1.00	1.00	1.00
11	17.20	1.00	1.00	1.00	53	1.00	1.00	1.00
12	17.20	1.00	1.00	1.00	54	1.00	1.00	1.00
13	1.00	1.00	1.00	1.00	55	1.00	1.00	1.00
14	1.00	1.00	1.00	1.00	56	1.00	1.00	1.00
15	1.00	1.00	1.00	1.00	57	1.00	1.00	1.00
16	1.00	1.00	1.00	1.00	58	1.00	1.00	1.00
17	1.00	1.00	1.00	1.00	59	1.00	1.00	1.00
18	1.00	1.00	1.00	1.00	60	1.00	1.00	1.00
19	1.00	1.00	1.00	1.00	61	1.00	1.00	1.00
20	1.00	1.00	1.00	1.00	62	1.00	1.00	1.00
21	1.00	1.00	1.00	1.00	63	1.00	1.00	1.00
22	1.00	1.00	1.00	1.00	64	1.00	1.00	1.00
23	1.00	1.00	1.00	1.00	65	1.00	1.00	1.00
24	1.00	1.00	1.00	1.00	66	1.00	1.00	1.00
25	1.00	1.00	1.00	1.00	67	1.00	1.00	1.00
26	1.00	1.00	1.00	1.00	68	1.00	1.00	1.00
27	1.00	1.00	1.00	1.00	69	1.00	1.00	1.00
28	1.00	1.00	1.00	1.00	70	1.00	1.00	1.00
29	1.00	1.00	1.00	1.00	71	1.00	1.00	1.00
30	1.00	1.00	1.00	1.00	72	1.00	1.00	1.00
31	1.00	1.00	1.00	1.00	73	1.00	1.00	1.00
32	1.00	1.00	1.00	1.00	74	1.00	1.00	1.00
33	1.00	1.00	1.00	1.00	75	1.00	1.00	1.00
34	1.00	1.00	1.00	1.00	76	1.00	1.00	1.00
35	1.00	1.00	1.00	1.00	77	1.00	1.00	1.00
36	1.00	1.00	1.00	1.00	78	1.00	1.00	1.00
37	1.00	1.00	1.00	1.00	79	1.00	1.00	1.00
38	1.00	1.00	1.00	1.00	80	1.00	1.00	1.00
39	1.00	1.00	1.00	1.00	81	6.18	2.00	1.00
					82	6.18	2.00	1.00

83	6.18	2.00	1.00	1.00	153	2.00	1.00	1.00	1.00
84	6.18	2.00	1.00	1.00	154	2.00	1.00	1.00	1.00
85	22.36	1.00	1.00	1.00	155	2.00	1.00	1.00	1.00
86	22.36	1.00	1.00	1.00	156	2.00	1.00	1.00	1.00
87	22.36	1.00	1.00	1.00	157	2.00	1.00	1.00	1.00
88	22.36	1.00	1.00	1.00	158	2.00	1.00	1.00	1.00
89	0.10	1.00	1.00	1.00	159	2.00	1.00	1.00	1.00
90	0.10	1.00	1.00	1.00	160	2.00	1.00	1.00	1.00
91	0.10	1.00	1.00	1.00	161	2.00	1.00	1.00	1.00
92	0.10	1.00	1.00	1.00	162	2.00	1.00	1.00	1.00
93	2.80	1.00	1.00	1.00	163	1.00	1.00	1.00	1.00
94	6.18	2.00	1.00	1.00	164	2.00	1.00	1.00	1.00
95	6.18	2.00	1.00	1.00	165	2.00	1.00	1.00	1.00
96	6.18	2.00	1.00	1.00	166	2.00	1.00	1.00	1.00
97	6.18	2.00	1.00	1.00	167	2.00	1.00	1.00	1.00
98	1.10	2.55	2.55	1.00	168	2.00	1.00	1.00	1.00
99	1.10	2.55	2.55	1.00	169	2.00	1.00	1.00	1.00
100	0.40	1.00	1.00	1.00	170	2.00	1.00	1.00	1.00
101	0.40	1.00	1.00	1.00	171	2.00	1.00	1.00	1.00
102	1.00	1.00	1.00	1.00	172	2.00	1.00	1.00	1.00
103	1.00	1.00	1.00	1.00	173	2.00	1.00	1.00	1.00
104	0.40	1.00	1.00	1.00	174	2.00	1.00	1.00	1.00
105	0.40	1.00	1.00	1.00	175	2.00	1.00	1.00	1.00
106	0.10	1.00	1.00	1.00	176	2.00	1.00	1.00	1.00
107	0.10	1.00	1.00	1.00	177	2.00	1.00	1.00	1.00
108	2.83	1.00	1.00	1.00	178	2.00	1.00	1.00	1.00
109	2.83	1.00	1.00	1.00	179	2.00	1.00	1.00	1.00
110	2.83	1.00	1.00	1.00	180	2.00	1.00	1.00	1.00
111	2.83	1.00	1.00	1.00	181	2.00	1.00	1.00	1.00
112	2.83	1.00	1.00	1.00	182	2.00	1.00	2.00	1.00
113	2.83	1.00	1.00	1.00	183	2.00	1.00	2.00	1.00
114	2.83	0.50	0.50	1.00	184	2.00	1.00	2.00	1.00
115	2.83	0.50	0.50	1.00	185	2.00	1.00	2.00	1.00
116	2.83	0.50	0.50	1.00	186	2.00	1.00	1.00	1.00
117	2.83	0.50	0.50	1.00	187	2.00	1.00	1.00	1.00
118	2.83	1.00	1.00	1.00	188	2.00	1.00	2.00	1.00
119	2.83	1.00	1.00	1.00	189	2.00	1.00	2.00	1.00
120	2.83	1.00	1.00	1.00	190	2.00	1.00	2.00	1.00
121	2.83	1.00	1.00	1.00	191	2.00	1.00	2.00	1.00
122	2.83	1.00	1.00	1.00	192	2.00	1.00	7.00	3.00
123	2.83	1.00	1.00	1.00	193	2.00	1.00	7.00	3.00
124	2.83	1.00	1.00	1.00	194	2.00	1.00	7.00	3.00
125	2.83	0.50	0.50	1.00	195	2.00	1.00	7.00	3.00
126	2.83	0.50	0.50	1.00	196	2.00	1.00	7.00	2.00
127	2.83	0.50	0.50	1.00	197	2.00	1.00	7.00	2.00
128	2.83	0.50	0.50	1.00	198	2.00	1.00	7.00	2.00
129	2.83	0.50	0.50	1.00	199	2.00	1.00	7.00	2.00
130	2.83	0.50	0.50	1.00	200	2.00	1.00	7.00	2.00
131	2.83	0.50	0.50	1.00	201	2.00	1.00	7.00	2.00
132	2.83	0.50	0.50	1.00	202	2.00	1.00	7.00	3.00
133	2.83	0.50	0.50	1.00	203	2.00	1.00	7.00	3.00
134	2.83	0.50	0.50	1.00	204	2.00	1.00	7.00	3.00
135	2.83	0.50	0.50	1.00	205	2.00	1.00	7.00	3.00
136	2.83	0.50	0.50	1.00	206	2.00	1.00	4.00	2.00
137	2.83	0.50	0.50	1.00	207	2.00	1.00	4.00	2.00
138	2.83	0.50	0.50	1.00	208	2.00	1.00	4.00	2.00
139	2.83	0.50	0.50	1.00	209	2.00	1.00	4.00	2.00
140	2.83	0.50	0.50	1.00	210	2.00	1.00	4.00	2.00
141	2.83	1.00	1.00	1.00	211	2.00	1.00	4.00	2.00
142	2.83	1.00	1.00	1.00	212	2.00	1.00	4.00	2.00
143	2.83	1.00	1.00	1.00	213	2.00	1.00	4.00	2.00
144	2.83	0.50	0.50	1.00	214	2.00	1.00	5.00	2.00
145	2.00	1.00	1.00	1.00	215	2.00	1.00	5.00	2.00
146	2.00	1.00	1.00	1.00	216	2.00	1.00	5.00	2.00
147	2.00	1.00	1.00	1.00	217	2.00	1.00	5.00	2.00
148	2.00	1.00	1.00	1.00	218	1.00	1.00	10.00	2.00
149	2.00	1.00	1.00	1.00	219	1.00	1.00	10.00	2.00
150	2.00	1.00	1.00	1.00	220	2.00	1.00	5.00	2.00
151	2.00	1.00	1.00	1.00	221	2.00	1.00	5.00	2.00
152	2.00	1.00	1.00	1.00	222	2.00	1.00	5.00	2.00

223	2.00	1.00	5.00	2.00	246	2.00	1.00	2.00	1.00
224	2.00	1.00	4.00	2.00	247	2.00	1.00	2.00	1.00
225	2.00	1.00	4.00	2.00	248	2.00	1.00	2.00	1.00
226	2.00	1.00	4.00	2.00	249	2.00	1.00	2.00	1.00
227	2.00	1.00	4.00	2.00	250	2.00	1.00	1.00	1.00
228	2.00	1.00	4.00	2.00	251	2.00	1.00	1.00	1.00
229	2.00	1.00	4.00	2.00	252	2.00	1.00	2.00	1.00
230	2.00	1.00	4.00	2.00	253	2.00	1.00	2.00	1.00
231	2.00	1.00	4.00	2.00	254	2.00	1.00	2.00	1.00
232	2.00	1.00	7.00	3.00	255	2.00	1.00	2.00	1.00
233	2.00	1.00	7.00	3.00	256	1.00	1.00	1.00	1.00
234	2.00	1.00	7.00	3.00	257	1.00	1.00	10.00	2.00
235	2.00	1.00	7.00	3.00	258	1.00	1.00	10.00	2.00
236	2.00	1.00	7.00	2.00	259	1.10	2.55	2.55	1.00
237	2.00	1.00	7.00	2.00	260	0.60	4.67	4.67	1.00
238	2.00	1.00	7.00	2.00	261	1.10	2.55	2.55	1.00
239	2.00	1.00	7.00	2.00	262	0.60	4.67	4.67	1.00
240	2.00	1.00	7.00	2.00	263	1.10	2.55	2.55	1.00
241	2.00	1.00	7.00	2.00	264	0.60	4.67	4.67	1.00
242	2.00	1.00	7.00	3.00	265	1.10	2.55	2.55	1.00
243	2.00	1.00	7.00	3.00	266	0.60	4.67	4.67	1.00
244	2.00	1.00	7.00	3.00					
245	2.00	1.00	7.00	3.00					

5. VERIFICHE DI RESISTENZA E STABILITÀ DELLA STRUTTURA

In questo capitolo riportiamo tutti i controlli effettuati sugli elementi della struttura primaria e secondaria, considerando le sollecitazioni combinate agli SLU e agli SLV.

5.1. VERIFICA DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI - SLU

Di seguito riportiamo le verifiche di resistenza e le verifiche di stabilità di tutte le travi che costituiscono la struttura nelle combinazioni SLU.

5.1.1. Sommario di verifica delle proprietà

Prop.	Fatt.Res.	Trave	L.C.	Cl.	Fatt.Inst.	Trave	L.C.	Cl.
1	0.21	74	LC 18	1	0.39	93	LC 31	3
2	0.64	249	LC 18	3	0.91	235	LC 18	3
3	0.56	97	LC 28	2	0.98	97	LC 27	2
5	0.29	114	LC 28	1	0.84	114	LC 28	1
13	0.36	105	LC 27	1	0.31	102	LC 27	1
18	0.22	44	LC 29	4	0.10	44	LC 29	1
19	0.31	142	LC 28	3	0.83	141	LC 28	3
20	0.25	148	LC 27	1	0.26	147	LC 27	1
21	0.55	98	LC 28	2	0.42	98	LC 28	2

5.1.2. Verifica delle singole aste

Trave	Fatt.Res.	L.C.	Ascissa	Cl.	Fatt.Inst.	L.C.	Ascissa	Cl.	Stato
1	0.12	LC 28	1.00	4	0.06	LC 29	0.00	1	Verificato
2	0.07	LC 29	1.00	3	0.04	LC 27	0.00	1	Verificato
3	0.18	LC 27	0.00	1	0.19	LC 27	1.00	1	Verificato
4	0.18	LC 16	0.00	1	0.18	LC 16	0.00	1	Verificato
5	0.12	LC 32	1.00	4	0.05	LC 32	0.00	1	Verificato
6	0.05	LC 32	0.00	1	0.04	LC 27	0.00	1	Verificato
7	0.14	LC 30	1.10	2	0.10	LC 30	1.10	2	Verificato
8	0.14	LC 30	1.10	2	0.10	LC 30	1.10	2	Verificato
9	0.25	LC 27	8.60	1	0.12	LC 28	17.20	1	Verificato
10	0.24	LC 27	8.60	1	0.10	LC 28	17.20	1	Verificato
11	0.24	LC 27	8.60	1	0.10	LC 28	17.20	1	Verificato
12	0.25	LC 27	8.60	1	0.12	LC 28	17.20	1	Verificato
13	0.16	LC 16	0.00	1	0.17	LC 16	0.00	1	Verificato
14	0.16	LC 27	0.00	1	0.17	LC 27	0.00	1	Verificato
15	0.08	LC 27	0.00	1	0.07	LC 27	1.00	1	Verificato
16	0.16	LC 27	0.00	1	0.17	LC 27	0.00	1	Verificato
17	0.16	LC 27	0.00	1	0.17	LC 16	0.00	1	Verificato
18	0.10	LC 27	0.00	1	0.08	LC 27	1.00	1	Verificato
19	0.17	LC 27	0.00	1	0.17	LC 16	0.00	1	Verificato
20	0.14	LC 27	0.00	1	0.09	LC 16	0.00	1	Verificato
21	0.21	LC 27	0.00	1	0.21	LC 27	1.00	1	Verificato
22	0.28	LC 27	1.00	1	0.31	LC 27	1.00	1	Verificato
23	0.21	LC 16	0.00	1	0.19	LC 27	1.00	1	Verificato
24	0.18	LC 17	0.00	1	0.18	LC 17	0.00	1	Verificato
25	0.11	LC 17	0.00	1	0.07	LC 17	0.00	1	Verificato
26	0.15	LC 16	0.00	1	0.17	LC 16	0.00	1	Verificato
27	0.17	LC 27	0.00	1	0.18	LC 27	1.00	1	Verificato
28	0.10	LC 16	0.00	1	0.08	LC 27	1.00	1	Verificato
29	0.17	LC 27	0.00	1	0.18	LC 27	0.00	1	Verificato
30	0.16	LC 14	0.00	1	0.17	LC 14	0.00	1	Verificato
31	0.08	LC 27	0.00	1	0.07	LC 27	1.00	1	Verificato
32	0.16	LC 27	0.00	1	0.17	LC 14	0.00	1	Verificato
33	0.16	LC 16	0.00	1	0.17	LC 16	0.00	1	Verificato
34	0.16	LC 27	0.00	1	0.17	LC 27	1.00	1	Verificato
35	0.11	LC 18	0.00	1	0.07	LC 18	1.00	1	Verificato

36	0.19	LC 18	0.00	1	0.19	LC 27	1.00	1	Verificato
37	0.21	LC 16	0.00	1	0.19	LC 16	0.00	1	Verificato
38	0.21	LC 16	0.00	1	0.21	LC 16	0.00	1	Verificato
39	0.14	LC 16	0.00	1	0.09	LC 27	1.00	1	Verificato
40	0.17	LC 27	0.00	1	0.19	LC 27	0.00	1	Verificato
41	0.16	LC 24	0.00	1	0.17	LC 24	0.00	1	Verificato
42	0.15	LC 24	0.00	1	0.17	LC 24	0.00	1	Verificato
43	0.17	LC 14	0.00	1	0.19	LC 14	0.00	1	Verificato
44	0.22	LC 29	0.00	4	0.10	LC 29	1.00	1	Verificato
45	0.05	LC 27	1.00	1	0.04	LC 27	1.00	1	Verificato
46	0.18	LC 27	1.00	1	0.18	LC 27	1.00	1	Verificato
47	0.18	LC 16	1.00	1	0.18	LC 16	1.00	1	Verificato
48	0.15	LC 32	0.00	4	0.05	LC 32	1.00	1	Verificato
49	0.05	LC 32	1.00	1	0.04	LC 14	1.00	1	Verificato
50	0.16	LC 16	1.00	1	0.17	LC 16	1.00	1	Verificato
51	0.16	LC 27	1.00	1	0.17	LC 27	1.00	1	Verificato
52	0.08	LC 27	1.00	1	0.07	LC 27	1.00	1	Verificato
53	0.16	LC 27	1.00	1	0.17	LC 27	1.00	1	Verificato
54	0.17	LC 27	1.00	1	0.17	LC 16	1.00	1	Verificato
55	0.16	LC 28	0.00	4	0.08	LC 27	1.00	1	Verificato
56	0.17	LC 27	1.00	1	0.17	LC 16	1.00	1	Verificato
57	0.15	LC 27	1.00	1	0.09	LC 27	1.00	1	Verificato
58	0.21	LC 27	1.00	1	0.21	LC 27	1.00	1	Verificato
59	0.27	LC 16	0.00	1	0.31	LC 16	1.00	1	Verificato
60	0.21	LC 16	1.00	1	0.19	LC 27	1.00	1	Verificato
61	0.18	LC 17	1.00	1	0.19	LC 17	1.00	1	Verificato
62	0.11	LC 17	1.00	1	0.07	LC 17	1.00	1	Verificato
63	0.15	LC 16	1.00	1	0.17	LC 16	1.00	1	Verificato
64	0.17	LC 16	1.00	1	0.17	LC 27	1.00	1	Verificato
65	0.10	LC 28	0.00	1	0.08	LC 27	1.00	1	Verificato
66	0.17	LC 27	1.00	1	0.18	LC 27	1.00	1	Verificato
67	0.16	LC 27	1.00	1	0.17	LC 14	1.00	1	Verificato
68	0.10	LC 28	0.00	4	0.07	LC 27	1.00	1	Verificato
69	0.16	LC 27	1.00	1	0.17	LC 14	1.00	1	Verificato
70	0.16	LC 16	1.00	1	0.17	LC 16	1.00	1	Verificato
71	0.15	LC 27	1.00	1	0.17	LC 27	1.00	1	Verificato
72	0.11	LC 18	1.00	1	0.07	LC 18	1.00	1	Verificato
73	0.18	LC 18	1.00	1	0.19	LC 27	1.00	1	Verificato
74	0.21	LC 18	1.00	1	0.19	LC 16	1.00	1	Verificato
75	0.21	LC 16	1.00	1	0.21	LC 16	1.00	1	Verificato
76	0.14	LC 16	1.00	1	0.09	LC 27	1.00	1	Verificato
77	0.18	LC 27	1.00	1	0.19	LC 27	1.00	1	Verificato
78	0.16	LC 24	1.00	1	0.17	LC 24	1.00	1	Verificato
79	0.15	LC 24	1.00	1	0.16	LC 24	1.00	1	Verificato
80	0.17	LC 27	1.00	1	0.19	LC 14	1.00	1	Verificato
81	0.32	LC 27	6.18	2	0.75	LC 27	0.00	2	Verificato
82	0.34	LC 27	0.00	2	0.79	LC 27	0.00	2	Verificato
83	0.32	LC 27	6.18	2	0.76	LC 27	0.00	2	Verificato
84	0.34	LC 27	0.00	2	0.80	LC 27	0.00	2	Verificato
89	0.15	LC 28	0.00	4	0.12	LC 28	0.10	4	Verificato
90	0.08	LC 28	0.00	T.	5.57e-03	LC 21	0.10	3	Verificato
91	0.05	LC 17	0.10	1	4.37e-03	LC 17	0.00	1	Verificato
92	0.16	LC 28	0.10	1	0.07	LC 28	0.00	1	Verificato
93	0.19	LC 32	0.00	1	0.39	LC 31	0.00	3	Verificato
94	0.50	LC 27	6.18	2	0.84	LC 27	0.00	2	Verificato
95	0.56	LC 28	6.18	2	0.98	LC 27	0.00	2	Verificato
96	0.50	LC 27	6.18	2	0.84	LC 27	0.00	2	Verificato
97	0.56	LC 28	6.18	2	0.98	LC 27	0.00	2	Verificato
98	0.55	LC 28	1.10	2	0.42	LC 28	1.10	2	Verificato
99	0.55	LC 28	1.10	2	0.42	LC 28	1.10	2	Verificato
100	0.36	LC 16	0.40	1	0.25	LC 16	0.40	1	Verificato
101	0.36	LC 27	0.00	1	0.25	LC 16	0.00	1	Verificato
102	0.28	LC 27	1.00	1	0.31	LC 27	1.00	1	Verificato
103	0.27	LC 16	0.00	1	0.30	LC 16	1.00	1	Verificato
104	0.36	LC 16	0.40	1	0.25	LC 16	0.40	1	Verificato
105	0.36	LC 27	0.00	1	0.25	LC 27	0.00	1	Verificato
106	1.25e-03	LC 30	0.00	1	4.17e-04	LC 29	0.00	1	Verificato
107	1.25e-03	LC 28	0.10	1	4.17e-04	LC 29	0.10	1	Verificato
108	0.14	LC 28	0.00	3	0.03	LC 31	0.00	3	Verificato
109	0.22	LC 28	0.00	3	0.02	LC 22	0.00	3	Verificato

110	0.22	LC 28	0.00	3	0.61	LC 28	0.00	3	Verificato
111	0.20	LC 28	0.00	3	0.02	LC 22	0.00	3	Verificato
112	0.18	LC 28	0.00	3	0.51	LC 28	0.00	3	Verificato
113	0.18	LC 28	0.00	3	0.02	LC 22	0.00	3	Verificato
114	0.29	LC 28	0.00	1	0.84	LC 28	0.00	1	Verificato
115	0.27	LC 28	0.00	T.	0.05	LC 22	0.00	1	Verificato
116	0.25	LC 28	0.00	1	0.73	LC 28	0.00	1	Verificato
117	0.27	LC 28	0.00	T.	0.04	LC 23	0.00	1	Verificato
118	0.17	LC 28	0.00	3	0.46	LC 28	0.00	3	Verificato
119	0.17	LC 28	0.00	3	0.02	LC 23	0.00	3	Verificato
120	0.19	LC 28	0.00	3	0.52	LC 28	0.00	3	Verificato
121	0.21	LC 28	0.00	3	0.02	LC 23	0.00	3	Verificato
122	0.20	LC 28	0.00	3	0.56	LC 28	0.00	3	Verificato
123	0.13	LC 28	0.00	3	0.04	LC 31	0.00	3	Verificato
124	0.14	LC 28	0.00	3	0.39	LC 28	0.00	3	Verificato
125	0.25	LC 28	0.00	1	0.72	LC 28	0.00	1	Verificato
126	0.21	LC 28	0.00	T.	0.05	LC 22	0.00	1	Verificato
127	0.18	LC 28	0.00	1	0.54	LC 28	0.00	1	Verificato
128	0.14	LC 28	0.00	T.	0.03	LC 22	0.00	1	Verificato
129	0.11	LC 29	0.00	1	0.31	LC 29	0.00	1	Verificato
130	0.10	LC 28	0.00	T.	0.02	LC 22	0.00	1	Verificato
131	0.06	LC 30	0.00	1	0.18	LC 30	0.00	1	Verificato
132	0.04	LC 28	0.00	T.	0.02	LC 22	0.00	1	Verificato
133	0.02	LC 23	0.00	T.	0.04	LC 30	0.00	1	Verificato
134	0.05	LC 28	0.00	T.	0.02	LC 23	0.00	1	Verificato
135	0.07	LC 30	0.00	1	0.21	LC 30	0.00	1	Verificato
136	0.10	LC 28	0.00	T.	2.80e-03	LC 44	0.00	1	Verificato
137	0.13	LC 28	0.00	1	0.37	LC 28	0.00	1	Verificato
138	0.16	LC 28	0.00	T.	0.06	LC 23	0.00	1	Verificato
139	0.19	LC 28	0.00	1	0.56	LC 28	0.00	1	Verificato
140	0.22	LC 28	0.00	T.	0.05	LC 23	0.00	1	Verificato
141	0.30	LC 28	0.00	3	0.83	LC 28	0.00	3	Verificato
142	0.31	LC 28	0.00	3	0.03	LC 23	0.00	3	Verificato
143	0.30	LC 28	0.00	3	0.81	LC 28	0.00	3	Verificato
144	0.02	LC 22	0.00	T.	0.03	LC 23	0.00	1	Verificato
145	0.16	LC 27	0.00	1	0.18	LC 27	2.00	1	Verificato
146	0.16	LC 27	2.00	1	0.16	LC 27	2.00	1	Verificato
147	0.25	LC 27	0.00	1	0.26	LC 27	0.00	1	Verificato
148	0.25	LC 27	2.00	1	0.26	LC 27	0.00	1	Verificato
149	0.14	LC 27	2.00	1	0.15	LC 17	0.00	1	Verificato
150	0.13	LC 27	0.00	1	0.13	LC 27	0.00	1	Verificato
151	0.14	LC 27	2.00	1	0.14	LC 27	0.00	1	Verificato
152	0.13	LC 27	0.99	1	0.17	LC 27	0.00	1	Verificato
153	0.12	LC 27	1.05	1	0.15	LC 27	0.00	1	Verificato
154	0.13	LC 27	0.96	1	0.15	LC 27	2.00	1	Verificato
155	0.14	LC 27	1.02	1	0.16	LC 27	2.00	1	Verificato
156	0.18	LC 24	0.00	1	0.17	LC 24	2.00	1	Verificato
157	0.19	LC 24	2.00	1	0.16	LC 24	2.00	1	Verificato
158	0.23	LC 27	0.00	1	0.20	LC 27	2.00	1	Verificato
159	0.19	LC 27	2.00	1	0.21	LC 27	2.00	1	Verificato
160	0.17	LC 27	2.00	1	0.18	LC 27	0.00	1	Verificato
161	0.15	LC 27	0.00	1	0.15	LC 27	0.00	1	Verificato
162	0.14	LC 27	2.00	1	0.15	LC 27	0.00	1	Verificato
163	0.11	LC 24	0.00	1	0.12	LC 24	0.00	1	Verificato
164	0.15	LC 18	0.00	1	0.17	LC 18	0.00	1	Verificato
165	0.17	LC 18	2.00	1	0.18	LC 18	0.00	1	Verificato
166	0.18	LC 18	0.00	1	0.19	LC 18	0.00	1	Verificato
167	0.21	LC 18	0.00	1	0.23	LC 18	0.00	1	Verificato
168	0.24	LC 27	2.00	1	0.20	LC 27	0.00	1	Verificato
169	0.20	LC 24	0.00	1	0.16	LC 24	0.00	1	Verificato
170	0.18	LC 24	2.00	1	0.17	LC 24	0.00	1	Verificato
171	0.14	LC 27	0.98	1	0.17	LC 18	0.00	1	Verificato
172	0.13	LC 27	1.04	1	0.16	LC 18	0.00	1	Verificato
173	0.12	LC 18	0.95	1	0.17	LC 18	2.00	1	Verificato
174	0.13	LC 18	1.02	1	0.19	LC 18	2.00	1	Verificato
175	0.14	LC 27	0.00	1	0.16	LC 18	2.00	1	Verificato
176	0.13	LC 18	2.00	1	0.15	LC 18	2.00	1	Verificato
177	0.16	LC 18	0.00	1	0.18	LC 18	2.00	1	Verificato
178	0.25	LC 27	0.00	1	0.25	LC 27	2.00	1	Verificato
179	0.25	LC 27	2.00	1	0.25	LC 27	2.00	1	Verificato

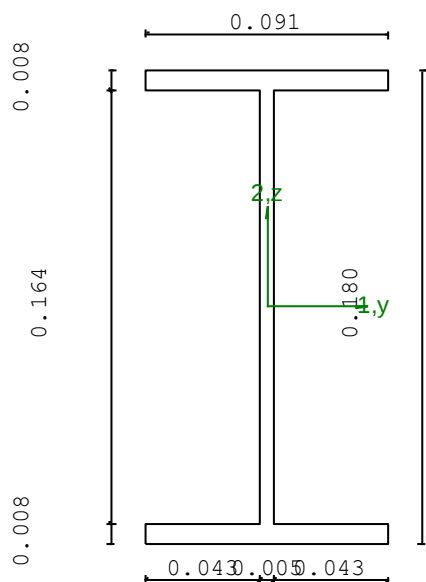
180	0.16	LC 27	0.00	1	0.16	LC 27	0.00	1	Verificato
181	0.16	LC 27	2.00	1	0.18	LC 27	0.00	1	Verificato
182	0.13	LC 17	0.00	1	0.16	LC 17	2.00	1	Verificato
183	0.13	LC 17	0.00	1	0.16	LC 17	2.00	1	Verificato
184	0.27	LC 17	0.00	1	0.39	LC 17	2.00	1	Verificato
185	0.31	LC 27	0.00	3	0.40	LC 27	2.00	3	Verificato
186	0.50	LC 27	0.00	1	0.67	LC 27	0.00	1	Verificato
187	0.51	LC 27	0.00	1	0.64	LC 17	0.00	1	Verificato
188	0.51	LC 27	2.00	1	0.61	LC 26	0.00	1	Verificato
189	0.50	LC 27	2.00	1	0.65	LC 27	0.00	1	Verificato
190	0.22	LC 27	2.00	1	0.25	LC 26	0.00	1	Verificato
191	0.26	LC 27	2.00	3	0.30	LC 27	0.00	3	Verificato
192	0.17	LC 27	0.00	1	0.35	LC 32	0.00	1	Verificato
193	0.15	LC 27	0.00	2	0.35	LC 32	0.00	1	Verificato
194	0.24	LC 17	0.00	1	0.65	LC 17	0.00	1	Verificato
195	0.24	LC 27	0.00	2	0.65	LC 17	0.00	1	Verificato
196	0.29	LC 27	0.00	1	0.61	LC 17	0.00	1	Verificato
197	0.29	LC 17	0.00	1	0.61	LC 17	0.00	1	Verificato
198	0.31	LC 17	0.00	1	0.69	LC 17	0.00	1	Verificato
199	0.31	LC 17	0.00	1	0.68	LC 17	0.00	1	Verificato
200	0.31	LC 17	2.00	1	0.66	LC 17	2.00	1	Verificato
201	0.31	LC 17	2.00	1	0.66	LC 17	2.00	1	Verificato
202	0.27	LC 17	2.00	1	0.80	LC 17	2.00	1	Verificato
203	0.27	LC 27	2.00	2	0.80	LC 17	2.00	1	Verificato
204	0.21	LC 27	2.00	3	0.50	LC 17	2.00	1	Verificato
205	0.20	LC 17	2.00	1	0.50	LC 17	2.00	1	Verificato
206	0.25	LC 27	0.00	3	0.34	LC 32	2.00	1	Verificato
207	0.21	LC 32	0.00	1	0.34	LC 32	2.00	1	Verificato
208	0.57	LC 27	0.00	1	0.76	LC 27	2.00	1	Verificato
209	0.53	LC 27	0.00	1	0.70	LC 16	2.00	1	Verificato
210	0.57	LC 16	2.00	1	0.73	LC 27	2.00	1	Verificato
211	0.63	LC 27	2.00	1	0.73	LC 16	2.00	1	Verificato
212	0.28	LC 32	2.00	1	0.41	LC 32	0.00	1	Verificato
213	0.34	LC 27	2.00	1	0.41	LC 32	0.00	1	Verificato
214	0.16	LC 32	2.00	1	0.23	LC 24	0.00	1	Verificato
215	0.25	LC 24	0.00	1	0.23	LC 24	0.00	1	Verificato
216	0.18	LC 24	0.00	1	0.36	LC 24	0.00	1	Verificato
217	0.29	LC 24	0.00	1	0.35	LC 24	0.00	1	Verificato
218	0.29	LC 24	1.00	1	0.30	LC 24	0.00	1	Verificato
219	0.18	LC 24	1.00	1	0.31	LC 24	0.00	1	Verificato
220	0.18	LC 24	2.00	1	0.36	LC 24	2.00	1	Verificato
221	0.28	LC 24	2.00	1	0.35	LC 24	2.00	1	Verificato
222	0.15	LC 24	2.00	1	0.23	LC 24	2.00	1	Verificato
223	0.24	LC 24	2.00	1	0.22	LC 24	2.00	1	Verificato
224	0.30	LC 16	0.00	1	0.32	LC 27	2.00	1	Verificato
225	0.32	LC 27	0.00	1	0.31	LC 16	2.00	1	Verificato
226	0.59	LC 16	0.00	1	0.74	LC 27	0.00	1	Verificato
227	0.61	LC 27	0.00	1	0.73	LC 16	0.00	1	Verificato
228	0.58	LC 27	2.00	1	0.76	LC 27	0.00	1	Verificato
229	0.52	LC 27	2.00	1	0.71	LC 16	0.00	1	Verificato
230	0.24	LC 18	2.00	3	0.27	LC 24	0.00	3	Verificato
231	0.21	LC 27	2.00	1	0.21	LC 16	0.00	1	Verificato
232	0.30	LC 18	0.00	3	0.63	LC 18	0.00	3	Verificato
233	0.21	LC 18	0.00	1	0.52	LC 18	0.00	1	Verificato
234	0.29	LC 18	0.00	1	0.83	LC 18	0.00	1	Verificato
235	0.37	LC 18	0.00	3	0.91	LC 18	0.00	3	Verificato
236	0.38	LC 18	0.00	2	0.75	LC 18	0.00	2	Verificato
237	0.34	LC 18	0.00	2	0.71	LC 18	0.00	2	Verificato
238	0.35	LC 18	2.00	1	0.74	LC 18	2.00	1	Verificato
239	0.34	LC 18	2.00	2	0.75	LC 18	2.00	1	Verificato
240	0.33	LC 18	2.00	1	0.67	LC 18	2.00	1	Verificato
241	0.38	LC 18	2.00	3	0.73	LC 18	2.00	3	Verificato
242	0.25	LC 27	2.00	1	0.68	LC 18	2.00	1	Verificato
243	0.32	LC 18	2.00	3	0.75	LC 18	2.00	3	Verificato
244	0.17	LC 27	2.00	1	0.28	LC 18	2.00	1	Verificato
245	0.24	LC 18	2.00	3	0.39	LC 18	2.00	3	Verificato
246	0.24	LC 27	0.00	1	0.24	LC 18	2.00	1	Verificato
247	0.31	LC 18	0.00	3	0.35	LC 18	2.00	3	Verificato
248	0.50	LC 27	0.00	1	0.62	LC 18	2.00	1	Verificato
249	0.64	LC 18	0.00	3	0.80	LC 18	2.00	3	Verificato

250	0.63	LC 18	2.00	3	0.84	LC 18	2.00	3	Verificato
251	0.50	LC 27	2.00	1	0.66	LC 18	2.00	1	Verificato
252	0.31	LC 18	2.00	1	0.40	LC 18	0.00	1	Verificato
253	0.40	LC 18	2.00	3	0.53	LC 18	0.00	3	Verificato
254	0.16	LC 18	2.00	1	0.17	LC 18	0.00	1	Verificato
255	0.25	LC 18	2.00	4	0.30	LC 18	0.00	3	Verificato
256	0.11	LC 24	1.00	1	0.12	LC 24	1.00	1	Verificato
257	0.29	LC 24	1.00	1	0.29	LC 24	1.00	1	Verificato
258	0.18	LC 24	1.00	1	0.30	LC 24	1.00	1	Verificato
259	0.14	LC 30	0.00	2	0.10	LC 30	1.10	2	Verificato

5.1.3. Verifica prop. 1

PROP. 1 - BEAM n. 74 - SECTION IN X = 1.00

P.: TRAVI TRASV IRRIGD Trave: 74 Prop.: 1 Sez.in: 1			
LC 18	M1 = -0.52		M2 = 8.11
	N = 16.59		V1 = -0.52
	V2 = 7.98		MT = -6.28e-03
Sez. a Doppio T			
D = 0.1800		B1 = 0.0910	T1 = 0.0080 T2 = 0.0080
		T3 = 0.0053	B2 = 0.0910
Area		= 2.39e-03	
I11		= 1.32e-05	
I22		= 1.01e-06	



STATIC PARAMETERS OF SECTION

Altezza totale	D	=	0.18	m
Base inferiore	B1	=	0.09	m
Spessore flangia inferiore	T1	=	8.00e-03	m
Spessore flangia superiore	T2	=	8.00e-03	m
Spessore anima	T3	=	5.30e-03	m
Base superiore	B2	=	0.09	m
Location of elastic center of gravity				
	X1G,e1	=	0.05	m
	X2G,e1	=	0.09	m
Location of plastic center of gravity				
	X1G,p1	=	0.05	m
	X2G,p1	=	0.09	m
Distance center of gravity - shear center				
	X1CT-X1G	=	0.00	m
	X2CT-X2G	=	0.00	m

Section area		A =	2.39e-03	m ²
Moment of inertia	axis 1	I ₁₁ =	1.32e-05	m ⁴
	axis 2	I ₂₂ =	1.01e-06	m ⁴
	axis 3	J =	3.92e-08	m ⁴
Polar moment respect to shear center		I _p =	1.37e-05	m ⁴
Warping constant		I _ω =	7.43e-09	m ⁶
Radius of gyration	axis 1	i ₁₁ =	0.07	m
	axis 2	i ₂₂ =	0.02	m
Elastic section modulus	Top	W _{1 sup,el} =	1.46e-04	m ³
	Lower	W _{1 inf,el} =	1.46e-04	m ³
Elastic section modulus	Right	W _{2 dx,el} =	2.22e-05	m ³
	Left	W _{2 sx,el} =	2.22e-05	m ³
Plastic section modulus	axis 1	W _{1,pl} =	1.61e-04	m ³
	axis 2	W _{2,pl} =	3.43e-05	m ³
Shear area	axis 1	AV _{1,pl} =	1.46e-03	m ²
	axis 2	AV _{2,pl} =	9.12e-04	m ²

BEAM'S CHARACTERISTIC:

Length			1.00	m
Multiplier for inflection	axis 1	β ₁ =	1.00	
	axis 2	β ₂ =	1.00	
	axis 3	β ₃ =	1.00	

Attributes for the calculation of instability

	Diagram	ψ	k _c	m _{LT}	C _m
Plan 1	Tipo 2	0.00	0.75	0.60	0.60
Plan 2	Tipo 2	0.00	0.75	0.60	0.60

MATERIAL'S CHARACTERISTIC:

Steel type		S355		
Processing		Laminata		
Modulus of elasticity		E =	206.00	GPa
Yield strength	(t < 40mm)	f _y =	355.00	MPa
Ultimate strength	(t < 40mm)	f _u =	510.00	MPa
Yield strength	(t > 40mm)	f _y =	335.00	MPa
Ultimate strength	(t > 40mm)	f _u =	470.00	MPa
Partial safety factor for resistance		γ _{M0} =	1.05	
Partial safety factor for instability		γ _{M1} =	1.05	

INTERNAL FORCES:

Axial force		AF =	1.66e01	kN
Shear forces	direction 1	V1 =	-5.20e-01	kN
	direction 2	V2 =	7.98e00	kN
Bending moments	direction 1	M1 =	-5.20e-01	kNm
	direction 2	M2 =	8.11e00	kNm
Torque moment		MT =	-6.28e-03	kNm

RESISTANCE OF CROSS-SECTIONS (EN 1993-1-1 § 6.2):

Class of section for the internal force considered:				
		C1 =	Classe 1	
Axis with greater inertia		y-y =	1-1	
	Axis with less inertia	z-z =	2-2	
Axial resistance		N _{Rd} =	808.05	kN
Design plastic shear resistance	axis y	V _{pl,y,Rd} =	177.94	kN
		coeff =	1.00	
		V _{pl,y,T,Rd} =	177.48	kN
Design plastic shear resistance	axis z	V _{pl,z,Rd} =	284.21	kN
		coeff =	1.00	
		V _{pl,z,T,Rd} =	283.46	kN
Design resistance for bending	axis y	M _{y,Rd} =	54.38	kNm
		coeff =	1.00	
		M _{y,V,Rd} =	54.38	kNm
Design resistance for bending	axis z	M _{z,Rd} =	11.59	kNm
		coeff =	1.00	
		M _{z,V,Rd} =	11.59	kNm
Design torsional resistance		T _{Rd} =	0.96	kNm

Verification of plastic resistance for axial and bending moment

$$(N_{Ed}/N_{Rd}) + (M_{y,Ed}/M_{y,Rd}) + (M_{z,Ed}/M_{z,Rd}) \leq 1 \quad F_{R-PF} = 0.21 \quad \text{Verificato}$$

Verification of plastic resistance for shear

$$(V_{y,Ed}/V_{y,Rd}) + (V_{z,Ed}/V_{z,Rd}) \leq 1 \quad F_{R-V} = 0.05 \quad \text{Verificato}$$

Verification of elastic resistance for torsion

$$(T_{Ed}/T_{Rd}) \leq 1 \quad F_{R-T} = 6.56e-03 \quad \text{Verificato}$$

Verification of elastic resistance for tensile stress

$$\tau_{Ed} \cdot \sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}/f_y \leq 1 \quad F_{R-\tau} = 0.05 \quad \text{Verificato}$$

BUCKLING RESISTANCE FOR MEMBERS (EN 1993-1-1 § 6.3):

Class of section for the internal force considered:

C1 = Classe 1

Axial force

$N_{Ed} = 1.66e01$ kN

Bending moment

$M_{z,Ed} = -5.20e-01$ kNm

$M_{y,Ed} = 8.11e00$ kNm

Table of critical loads

Axis	Critical force	Buckling length	Non-dimensional slenderness	Reduction factor
	P_{cr} [kN]	ℓ_0 [m]	λ^*	χ
y	27296.36	1.00	0.18	1.00
z	2093.34	1.00	0.64	0.82
θ	3233.45	1.00	0.51	0.88
min	2093.34		0.64	0.82
	M_{cr} [Nmm]	ℓ_0 [mm]	λ^*_{LT}	χ_{LT}
Bending/torsion	86.90	1.00	0.81	0.90

Design buckling resistance

Min $N_{b,Rd} = 6.61e02$ kN

axis y $N_{b,y,Rd} = 8.08e02$ kN

axis z $N_{b,z,Rd} = 6.61e02$ kN

Design buckling resis. moment

axis y $M_{b,y,Rd} = 4.90e01$ kNm

axis z $M_{z,Rd} = 1.16e01$ kNm

Interaction factors

$k_{yy} = 0.60$

$k_{yz} = 0.36$

$k_{zy} = 1.00$

$k_{zz} = 0.60$

Buckling resistance for uniform member in axial compression

$$N_{Ed}/N_{b,Rd} \leq 1 \quad F_{I-N} = 0.00 \quad (\text{Verificato})$$

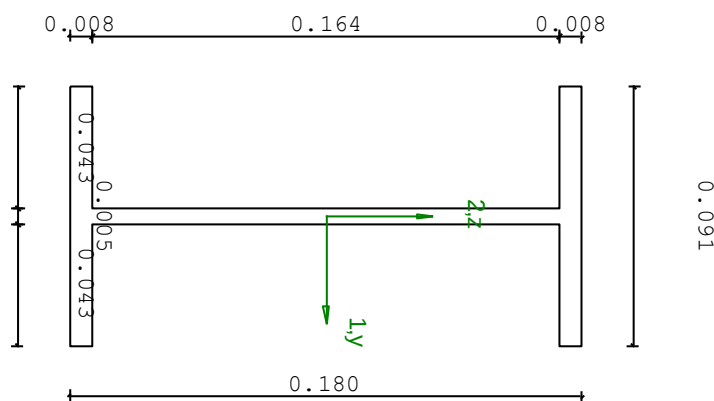
Buckling resistance for uniform member in bending and axial compression

$$(N_{Ed}/N_{b,y,Rd}) + k_{yy} (M_{y,Ed}/M_{b,y,Rd}) + k_{yz} (M_{z,Ed}/M_{z,Rd}) \leq 1 \quad F_{R-PF,y} = 0.19 \quad (\text{Verificato})$$

$$(N_{Ed}/N_{b,z,Rd}) + k_{zy} (M_{y,Ed}/M_{b,y,Rd}) + k_{zz} (M_{z,Ed}/M_{z,Rd}) \leq 1 \quad F_{R-PF,z} = 0.12 \quad (\text{Verificato})$$

PROP. 1 - BEAM n. 93 - SECTION IN X = 0.00

Grp.: Traverse Trave: 93 Prop.: 1 Sez.in: 0.00			
LC 31	M1 = 0.16	M2 = -0.02	
	N = -78.10	V1 = -0.35	
	V2 = -2.97e-05	MT = 3.72e-07	
Sez. a Doppio T			
D = 0.1800	B1 = 0.0910	T1 = 0.0080	T2 = 0.0080
	T3 = 0.0053	B2 = 0.0910	
Area	= 2.39e-03		
I11	= 1.32e-05		
I22	= 1.01e-06		



STATIC PARAMETERS OF SECTION

Altezza totale	D =	0.18	m
Base inferiore	B1 =	0.09	m
Spessore flangia inferiore	T1 =	8.00e-03	m
Spessore flangia superiore	T2 =	8.00e-03	m
Spessore anima	T3 =	5.30e-03	m
Base superiore	B2 =	0.09	m
Location of elastic center of gravity			
	X1G,el	= 0.05	m
	X2G,el	= 0.09	m
Location of plastic center of gravity			
	X1G,pl	= 0.05	m
	X2G,pl	= 0.09	m
Distance center of gravity - shear center			
	X1CT-X1G	= 0.00	m
	X2CT-X2G	= 0.00	m
Section area	A =	2.39e-03	m ²
Moment of inertia	axis 1	I11 =	1.32e-05 m ⁴
	axis 2	I22 =	1.01e-06 m ⁴
	axis 3	J =	3.92e-08 m ⁴
Polar moment respect to shear center	Ip =	1.37e-05	m ⁴
Warping constant	Iω =	7.43e-09	m ⁶
Radius of gyration	axis 1	i11 =	0.07 m
	axis 2	i22 =	0.02 m
Elastic section modulus	Top	W1 sup,el =	1.46e-04 m ³
	Lower	W1 inf,el =	1.46e-04 m ³
Elastic section modulus	Right	W2 dx,el =	2.22e-05 m ³
	Left	W2 sx,el =	2.22e-05 m ³
Plastic section modulus	axis 1	W1,pl =	1.61e-04 m ³
	axis 2	W2,pl =	3.43e-05 m ³
Shear area	axis 1	Av1,pl =	1.46e-03 m ²
	axis 2	Av2,pl =	9.12e-04 m ²

BEAM'S CHARACTERISTIC:

Length			2.80	m
Multiplier for inflection	axis 1	$\beta_1 =$	1.00	
	axis 2	$\beta_2 =$	1.00	
	axis 3	$\beta_3 =$	1.00	

Attributes for the calculation of instability

	Diagram	ψ	k_c	m_{LT}	C_m
Plan 1	Tipo 9	1.00	0.90	0.51	0.53
Plan 2	Tipo 2	0.99	1.00	0.99	0.99

MATERIAL'S CHARACTERISTIC:

Steel type		S355		
Processing		Laminata		
Modulus of elasticity		$E =$	206.00	GPa
Yield strength	(t < 40mm)	$f_y =$	355.00	MPa
Ultimate strength	(t < 40mm)	$f_u =$	510.00	MPa
Yield strength	(t > 40mm)	$f_y =$	335.00	MPa
Ultimate strength	(t > 40mm)	$f_u =$	470.00	MPa
Partial safety factor for resistance		$\gamma_{M0} =$	1.05	
Partial safety factor for instability		$\gamma_{M1} =$	1.05	

INTERNAL FORCES:

Axial force		AF =	-7.81e01	kN
Shear forces	direction 1	V1 =	-3.48e-01	kN
	direction 2	V2 =	-2.97e-05	kN
Bending moments	direction 1	M1 =	1.58e-01	kNm
	direction 2	M2 =	-1.77e-02	kNm
Torque moment		MT =	3.72e-07	kNm

RESISTANCE OF CROSS-SECTIONS (EN 1993-1-1 § 6.2):

Class of section for the internal force considered:				
		C1 =	Classe 3	
Point with greatest internal forces		y =	0.05	m
		z =	-0.09	m
Axial+bending stress		$\sigma_{pf} =$	-39924.62	MPa
Maximum tensile stress		$\tau_{max} =$	355.61	MPa
Ideal stress	$\sigma_{VM} = \sqrt{(\sigma_{pf}^2 + 3\tau_{max}^2)}$	$\sigma_{VM} =$	39924.62	MPa
	σ_{VM}/f_d	$F_R =$	0.12	Verificato

BUCKLING RESISTANCE FOR MEMBERS (EN 1993-1-1 § 6.3):

Class of section for the internal force considered:				
		C1 =	Classe 3	
Axial force		$N_{ED} =$	-7.81e01	kN
Bending moment		$M_{z,ED} =$	1.58e-01	kNm
		$M_{y,ED} =$	-1.80e-02	kNm

Table of critical loads

Axis	Critical force	Buckling length	Non-dimensional slenderness	Reduction factor
	P_{cr} [kN]	ℓ_0 [m]	λ^*	χ
y	3481.68	2.80	0.49	0.93
z	267.01	2.80	1.78	0.26
θ	894.58	2.80	0.97	0.61
min	267.01		1.78	0.26
	M_{cr} [Nmm]	ℓ_0 [mm]	λ^*_{LT}	χ_{LT}
Bending/torsion	24.34	2.80	1.46	0.39
Design buckling resistance	Min	$N_{b,Rd} =$	2.07e02	kN
	axis y	$N_{b,y,Rd} =$	7.48e02	kN
	axis z	$N_{b,z,Rd} =$	2.07e02	kN
Design buckling resis. moment	axis y	$M_{b,y,Rd} =$	1.93e01	kNm
	axis z	$M_{b,z,Rd} =$	7.50e00	kNm

Interaction factors	$k_{yy} =$	1.03
	$k_{yz} =$	0.65
	$k_{zy} =$	0.97
	$k_{zz} =$	0.65

Buckling resistance for uniform member in axial compression

$$N_{Ed}/N_{b,Rd} \leq 1 \quad F_{I-N} = 0.38 \quad (\text{Verificato})$$

Buckling resistance for uniform member in bending and axial compression

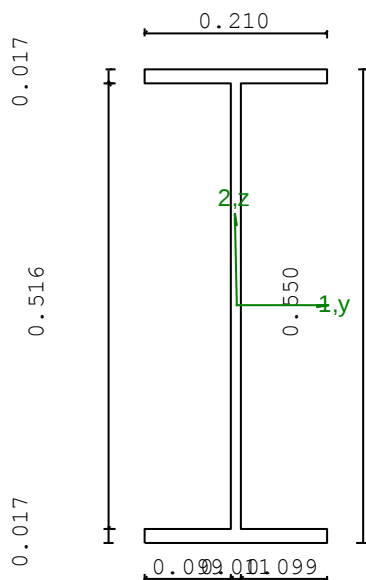
$$(N_{Ed}/N_{b,y,Rd}) + k_{yy} (M_{y,Ed}/M_{b,y,Rd}) + k_{yz} (M_{z,Ed}/M_{z,Rd}) \leq 1 \quad F_{R-PF,y} = 0.12 \quad (\text{Verificato})$$

$$(N_{Ed}/N_{b,z,Rd}) + k_{zy} (M_{y,Ed}/M_{b,y,Rd}) + k_{zz} (M_{z,Ed}/M_{z,Rd}) \leq 1 \quad F_{R-PF,z} = 0.39 \quad (\text{Verificato})$$

5.1.4. Verifica prop. 2

PROP. 2 - BEAM n. 249 - SECTION IN X = 0.00

p.: TRAVI PRINCIPALI Trave: 249 Prop.: 2 Sez.in: 0.00			
LC 18	M1 = -5.33	M2 = -385.50	
	N = -503.85	V1 = 3.69	
	V2 = 109.23	MT = 0.02	
Sez. a Doppio T			
D = 0.5500 B1 = 0.2100 T1 = 0.0172 T2 = 0.0172			
T3 = 0.0111 B2 = 0.2100			
Area = 1.34e-02			
I11 = 6.71e-04			
I22 = 2.67e-05			



STATIC PARAMETERS OF SECTION

Altezza totale	D =	0.55	m
Base inferiore	B1 =	0.21	m
Spessore flangia inferiore	T1 =	0.02	m
Spessore flangia superiore	T2 =	0.02	m
Spessore anima	T3 =	0.01	m
Base superiore	B2 =	0.21	m
Location of elastic center of gravity			
	$x_{1G,e1} =$	0.11	m
	$x_{2G,e1} =$	0.28	m
Location of plastic center of gravity			
	$x_{1G,p1} =$	0.11	m
	$x_{2G,p1} =$	0.28	m
Distance center of gravity - shear center			
	$x_{1CT}-x_{1G} =$	0.00	m
	$x_{2CT}-x_{2G} =$	0.00	m

Section area		A =	1.34e-02	m ²
Moment of inertia	axis 1	I ₁₁ =	6.71e-04	m ⁴
	axis 2	I ₂₂ =	2.67e-05	m ⁴
	axis 3	J =	9.48e-07	m ⁴
Polar moment respect to shear center		I _p =	6.66e-04	m ⁴
Warping constant		I _ω =	1.88e-06	m ⁶
Radius of gyration	axis 1	i ₁₁ =	0.22	m
	axis 2	i ₂₂ =	0.04	m
Elastic section modulus	Top	W _{1 sup,el} =	2.44e-03	m ³
	Lower	W _{1 inf,el} =	2.44e-03	m ³
Elastic section modulus	Right	W _{2 dx,el} =	2.54e-04	m ³
	Left	W _{2 sx,el} =	2.54e-04	m ³
Plastic section modulus	axis 1	W _{1,pl} =	2.66e-03	m ³
	axis 2	W _{2,pl} =	3.95e-04	m ³
Shear area	axis 1	Av _{1,pl} =	7.22e-03	m ²
	axis 2	Av _{2,pl} =	5.91e-03	m ²

BEAM'S CHARACTERISTIC:

Length			2.00	m
Multiplier for inflection	axis 1	β ₁ =	1.00	
	axis 2	β ₂ =	2.00	
	axis 3	β ₃ =	1.00	

Attributes for the calculation of instability

	Diagram	ψ	k _c	m _{L,T}	C _m
Plan 1	Tipo 9	-0.17	0.94	0.49	0.49
Plan 2	Tipo 2	0.46	0.85	0.78	0.78

MATERIAL'S CHARACTERISTIC:

Steel type		S355	
Processing		Laminata	
Modulus of elasticity		E =	206.00 GPa
Yield strength	(t < 40mm)	f _y =	355.00 MPa
Ultimate strength	(t < 40mm)	f _u =	510.00 MPa
Yield strength	(t > 40mm)	f _y =	335.00 MPa
Ultimate strength	(t > 40mm)	f _u =	470.00 MPa
Partial safety factor for resistance		γ _{M0} =	1.05
Partial safety factor for instability		γ _{M1} =	1.05

INTERNAL FORCES:

Axial force		AF =	-5.04e02	kN
Shear forces	direction 1	V1 =	3.69e00	kN
	direction 2	V2 =	1.09e02	kN
Bending moments	direction 1	M1 =	-5.33e00	kNm
	direction 2	M2 =	-3.85e02	kNm
Torque moment		MT =	1.86e-02	kNm

RESISTANCE OF CROSS-SECTIONS (EN 1993-1-1 § 6.2):

Class of section for the internal force considered:				
		C1 =	Classe 3	
Point with greatest internal forces		y =	-0.11	m
		z =	-0.28	m
Axial+bending stress		σ _{pf} =	-2.17e05	MPa
Maximum tensile stress		τ _{max} =	19732.88	MPa
Ideal stress	σ _{VM} = √(σ _{pf} ² + 3τ _{max} ²)	σ _{VM} =	2.17e05	MPa
	σ _{VM} /f _d	F _R =	0.64	Verificato

BUCKLING RESISTANCE FOR MEMBERS (EN 1993-1-1 § 6.3):

Class of section for the internal force considered:				
		C1 =	Classe 3	
Axial force		N _{ED} =	-5.04e02	kN
Bending moment		M _{z,ED} =	-5.33e00	kNm
		M _{y,ED} =	-3.85e02	kNm

Table of critical loads

Axis	Critical force	Buckling length	Non-dimensional slenderness	Reduction factor
	P_{cr} [kN]	ℓ_0 [m]	λ^*	χ
y	86946.28	4.00	0.23	0.99
z	13824.35	2.00	0.59	0.84
θ	21178.48	2.00	0.47	0.90
min	13824.35		0.59	0.84
	M_{cr} [Nmm]	ℓ_0 [mm]	λ^*_{LT}	χ_{LT}
Bending/torsion	1050.64	2.00	0.91	0.71

Design buckling resistance

Min	$N_{b,Rd} = 3.82e03$ kN
axis y	$N_{b,y,Rd} = 4.50e03$ kN
axis z	$N_{b,z,Rd} = 3.82e03$ kN

Design buckling resis. moment

axis y	$M_{b,y,Rd} = 5.84e02$ kNm
axis z	$M_{z,Rd} = 8.59e01$ kNm

Interaction factors

$k_{yy} = 0.80$
$k_{yz} = 0.51$
$k_{zy} = 0.99$
$k_{zz} = 0.51$

Buckling resistance for uniform member in axial compression

$$N_{Ed}/N_{b,Rd} \leq 1 \quad F_{I-N} = 0.13 \quad (\text{Verificato})$$

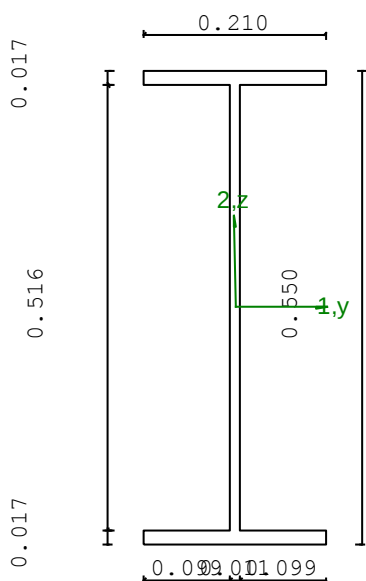
Buckling resistance for uniform member in bending and axial compression

$$(N_{Ed}/N_{b,y,Rd}) + k_{yy} (M_{y,Ed}/M_{b,y,Rd}) + k_{yz} (M_{z,Ed}/M_{z,Rd}) \leq 1 \quad F_{R-PF,y} = 0.80 \quad (\text{Verificato})$$

$$(N_{Ed}/N_{b,z,Rd}) + k_{zy} (M_{y,Ed}/M_{b,y,Rd}) + k_{zz} (M_{z,Ed}/M_{z,Rd}) \leq 1 \quad F_{R-PF,z} = 0.69 \quad (\text{Verificato})$$

PROP. 2 - BEAM n. 235 - SECTION IN X = 0.00

p.: TRAVI PRINCIPALI Trave: 235 Prop.: 2 Sez.in: 0.00			
LC 18	M1 = 1.33	M2 = 247.11	
	N = -237.89	V1 = -0.53	
	V2 = -29.37	MT = 4.38e-04	
Sez. a Doppio T			
D = 0.5500 B1 = 0.2100 T1 = 0.0172 T2 = 0.0172			
T3 = 0.0111 B2 = 0.2100			
Area = 1.34e-02			
I11 = 6.71e-04			
I22 = 2.67e-05			



STATIC PARAMETERS OF SECTION

Altezza totale	D	=	0.55	m
Base inferiore	B1	=	0.21	m
Spessore flangia inferiore	T1	=	0.02	m
Spessore flangia superiore	T2	=	0.02	m
Spessore anima	T3	=	0.01	m
Base superiore	B2	=	0.21	m
Location of elastic center of gravity	X _{1G,el}	=	0.11	m
	X _{2G,el}	=	0.28	m
Location of plastic center of gravity	X _{1G,pl}	=	0.11	m
	X _{2G,pl}	=	0.28	m
Distance center of gravity - shear center	X _{1CT} -X _{1G}	=	0.00	m
	X _{2CT} -X _{2G}	=	0.00	m
Section area	A	=	1.34e-02	m ²
Moment of inertia	axis 1	I ₁₁	=	6.71e-04 m ⁴
	axis 2	I ₂₂	=	2.67e-05 m ⁴
	axis 3	J	=	9.48e-07 m ⁴
Polar moment respect to shear center	I _p	=	6.66e-04	m ⁴
Warping constant	I _ω	=	1.88e-06	m ⁶
Radius of gyration	axis 1	i ₁₁	=	0.22 m
	axis 2	i ₂₂	=	0.04 m
Elastic section modulus	Top	W _{1 sup,el}	=	2.44e-03 m ³
	Lower	W _{1 inf,el}	=	2.44e-03 m ³
Elastic section modulus	Right	W _{2 dx,el}	=	2.54e-04 m ³
	Left	W _{2 sx,el}	=	2.54e-04 m ³
Plastic section modulus	axis 1	W _{1,pl}	=	2.66e-03 m ³
	axis 2	W _{2,pl}	=	3.95e-04 m ³
Shear area	axis 1	A _{v1,pl}	=	7.22e-03 m ²
	axis 2	A _{v2,pl}	=	5.91e-03 m ²

BEAM'S CHARACTERISTIC:

Length			2.00	m
Multiplier for inflection	axis 1	β ₁	=	1.00
	axis 2	β ₂	=	7.00
	axis 3	β ₃	=	3.00

Attributes for the calculation of instability

	Diagram	ψ	k _c	m _{LT}	C _m
Plan 1	Tipo 9	-0.86	0.98	0.45	0.40
Plan 2	Tipo 2	0.72	0.91	0.89	0.89

MATERIAL'S CHARACTERISTIC:

Steel type		S355	
Processing		Laminata	
Modulus of elasticity		E =	206.00 GPa
Yield strength	(t < 40mm)	f _y =	355.00 MPa
Ultimate strength	(t < 40mm)	f _u =	510.00 MPa
Yield strength	(t > 40mm)	f _y =	335.00 MPa
Ultimate strength	(t > 40mm)	f _u =	470.00 MPa
Partial safety factor for resistance		γ _{M0} =	1.05
Partial safety factor for instability		γ _{M1} =	1.05

INTERNAL FORCES:

Axial force		AF	=	-2.38e02	kN
Shear forces	direction 1	V1	=	-5.26e-01	kN
	direction 2	V2	=	-2.94e01	kN
Bending moments	direction 1	M1	=	1.33e00	kNm
	direction 2	M2	=	2.47e02	kNm
Torque moment		MT	=	4.38e-04	kNm

RESISTANCE OF CROSS-SECTIONS (EN 1993-1-1 § 6.2):

Class of section for the internal force considered:	C1	=	Classe 3
Point with greatest internal forces	y	=	0.11 m
	z	=	0.27 m

Axial+bending stress		$\sigma_{pf} = -1.24e05$	MPa
Maximum tensile stress		$\tau_{max} = 5252.60$	MPa
Ideal stress	$\sigma_{VM} = \sqrt{(\sigma_{pf}^2 + 3\tau_{max}^2)}$	$\sigma_{VM} = 1.24e05$	MPa
	σ_{VM}/f_d	$F_R = 0.37$	Verificato

BUCKLING RESISTANCE FOR MEMBERS (EN 1993-1-1 § 6.3):

Class of section for the internal force considered:

C1 = Classe 3

Axial force

 $N_{ED} = -2.38e02$ kN

Bending moment

 $M_{z,ED} = -1.55e00$ kNm $M_{y,ED} = 2.47e02$ kNm

Table of critical loads

Axis	Critical force	Buckling length	Non-dimensional slenderness	Reduction factor
	P_{cr} [kN]	ℓ_0 [m]	λ^*	χ
y	7097.66	14.00	0.82	0.78
z	13824.35	2.00	0.59	0.84
θ	3725.27	6.00	1.13	0.52
min	3725.27		1.13	0.52
	M_{cr} [Nmm]	ℓ_0 [mm]	λ^*_{LT}	χ_{LT}
Bending/torsion	404.50	6.00	1.46	0.36

Design buckling resistance

Min

 $N_{b,Rd} = 2.34e03$ kN

axis y

 $N_{b,y,Rd} = 3.56e03$ kN

axis z

 $N_{b,z,Rd} = 3.82e03$ kN

Design buckling resis. moment

axis y

 $M_{b,y,Rd} = 2.95e02$ kNm

axis z

 $M_{z,Rd} = 8.59e01$ kNm

Interaction factors

 $k_{yy} = 0.92$ $k_{yz} = 0.41$ $k_{zy} = 1.00$ $k_{zz} = 0.41$

Buckling resistance for uniform member in axial compression

 $N_{Ed}/N_{b,Rd} \leq 1$ $F_{I-N} = 0.10$

(Verificato)

Buckling resistance for uniform member in bending and axial compression

 $(N_{Ed}/N_{b,y,Rd}) + k_{yy} (M_{y,Ed}/M_{b,y,Rd}) + k_{yz} (M_{z,Ed}/M_{z,Rd}) \leq 1$ $F_{R-PF,y} = 0.91$

(Verificato)

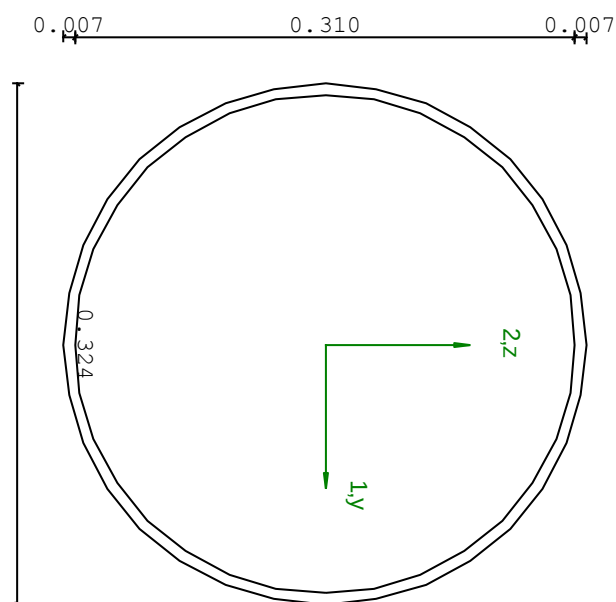
 $(N_{Ed}/N_{b,z,Rd}) + k_{zy} (M_{y,Ed}/M_{b,y,Rd}) + k_{zz} (M_{z,Ed}/M_{z,Rd}) \leq 1$ $F_{R-PF,z} = 0.84$

(Verificato)

5.1.5. Verifica prop. 3

PROP. 3 - BEAM n. 97 - SECTION IN X = 6.18

Grp.: Montanti Trave: 97 Prop.: 3 Sez.in: 6.18			
LC 28	M1 = -10.70	M2 = 83.39	
	N = -506.51	V1 = -1.17	
	V2 = 12.28	MT = -5.26	
Sezione Circolare cava			
D = 0.3239 T1 = 0.0071			
Area = 7.07e-03			
I11 = 8.87e-05			
I22 = 8.87e-05			



STATIC PARAMETERS OF SECTION

Diametro		D =	0.32	m
Spessore		T1 =	7.10e-03	m
Location of elastic center of gravity				
		X1G,e1	= 0.16	m
		X2G,e1	= 0.16	m
Location of plastic center of gravity				
		X1G,p1	= 0.16	m
		X2G,p1	= 0.16	m
Distance center of gravity - shear center				
		X1CT-X1G	= 0.00	m
		X2CT-X2G	= 0.00	m
Section area				
		A =	7.07e-03	m ²
Moment of inertia				
	axis 1	I11 =	8.87e-05	m ⁴
	axis 2	I22 =	8.87e-05	m ⁴
	axis 3	J =	1.77e-04	m ⁴
Polar moment respect to shear center				
		Ip =	1.77e-04	m ⁴
Warping constant				
		Iω =	0.00	m ⁶
Radius of gyration				
	axis 1	i11 =	0.11	m
	axis 2	i22 =	0.11	m
Elastic section modulus				
	Top	W1 sup,e1 =	5.48e-04	m ³
	Lower	W1 inf,e1 =	5.48e-04	m ³
Elastic section modulus				
	Right	W2 dx,e1 =	5.48e-04	m ³
	Left	W2 sx,e1 =	5.48e-04	m ³
Plastic section modulus				
	axis 1	W1,p1 =	7.13e-04	m ³
	axis 2	W2,p1 =	7.13e-04	m ³
Shear area				
	axis 1	Av1,p1 =	4.50e-03	m ²
	axis 2	Av2,p1 =	4.50e-03	m ²

BEAM'S CHARACTERISTIC:

Length			6.18	m
Multiplier for inflection	axis 1	$\beta_1 =$	2.00	
	axis 2	$\beta_2 =$	1.00	
	axis 3	$\beta_3 =$	1.00	

Attributes for the calculation of instability

	Diagram	Ψ	k_c	m_{LT}	C_m
Plan 1	Tipo 9	7.41e-03	0.95	0.66	0.67
Plan 2	Tipo 2	-0.02	0.75	0.59	0.59

MATERIAL'S CHARACTERISTIC:

Steel type		S355	
Processing		Laminata	
Modulus of elasticity		E =	206.00 GPa
Yield strength	(t < 40mm)	$f_y =$	355.00 MPa
Ultimate strength	(t < 40mm)	$f_u =$	510.00 MPa
Yield strength	(t > 40mm)	$f_y =$	335.00 MPa
Ultimate strength	(t > 40mm)	$f_u =$	470.00 MPa
Partial safety factor for resistance		$\gamma_{M0} =$	1.05
Partial safety factor for instability		$\gamma_{M1} =$	1.05

INTERNAL FORCES:

Axial force		AF =	-5.07e02	kN
Shear forces	direction 1	V1 =	-1.17e00	kN
	direction 2	V2 =	1.23e01	kN
Bending moments	direction 1	M1 =	-1.07e01	kNm
	direction 2	M2 =	8.34e01	kNm
Torque moment		MT =	-5.26e00	kNm

RESISTANCE OF CROSS-SECTIONS (EN 1993-1-1 § 6.2):

Class of section for the internal force considered:				
		C1 =	Classe 2	
Axis with greater inertia		y-y =	2-2	
Axis with less inertia		z-z =	1-1	
Axial resistance		$N_{Rd} =$	2389.09	kN
Design plastic shear resistance axis y Reduction for torsion		$V_{pl,y,Rd} =$	878.12	kN
		coeff =	0.98	
		$V_{pl,y,T,Rd} =$	856.98	kN
Design plastic shear resistance axis z Reduction for torsion		$V_{pl,z,Rd} =$	878.12	kN
		coeff =	0.98	
		$V_{pl,z,T,Rd} =$	856.98	kN
Design resistance for bending axis y Reduction for shear		$M_{y,Rd} =$	240.96	kNm
		coeff =	1.00	
		$M_{y,V,Rd} =$	240.96	kNm
Design resistance for bending axis z Reduction for shear		$M_{z,Rd} =$	240.96	kNm
		coeff =	1.00	
		$M_{z,V,Rd} =$	240.96	kNm
Design torsional resistance		$T_{Rd} =$	218.49	kNm
Verification of plastic resistance for axial and bending moment				
$(N_{Ed}/N_{Rd}) + (M_{y,Ed}/M_{y,Rd}) + (M_{z,Ed}/M_{z,Rd}) \leq 1$		$F_{R-PF} =$	0.56	Verificato
Verification of plastic resistance for shear				
$(V_{y,Ed}/V_{y,Rd}) + (V_{z,Ed}/V_{z,Rd}) \leq 1$		$F_{R-V} =$	0.02	Verificato
Verification of elastic resistance for torsion				
$(T_{Ed}/T_{Rd}) \leq 1$		$F_{R-T} =$	0.02	Verificato
Verification of elastic resistance for tensile stress				
$\tau_{Ed} \cdot \sqrt{(3) \cdot \gamma_{M0}/f_y} \leq 1$		$F_{R-\tau} =$	0.04	Verificato

BUCKLING RESISTANCE FOR MEMBERS (EN 1993-1-1 § 6.3):

Class of section for the internal force considered:				
		C1 =	Classe 2	
Axial force		$N_{Ed} =$	-5.11e02	kN
Bending moment		$M_{z,Ed} =$	-1.07e01	kNm
		$M_{y,Ed} =$	8.34e01	kNm

Table of critical loads

Axis	Critical force	Buckling length	Non-dimensional slenderness	Reduction factor
	P_{cr} [kN]	ℓ_0 [m]	λ^*	χ
y	4808.56	6.18	0.72	0.84
z	1202.14	12.37	1.44	0.40

Design buckling resistance	Min	$N_{b,Rd} =$	9.48e02 kN
	axis y	$N_{b,y,Rd} =$	2.00e03 kN
	axis z	$N_{b,z,Rd} =$	9.48e02 kN
Design buckling resis. moment	axis y	$M_{b,y,Rd} =$	2.50e02 kNm
	axis z	$M_{z,Rd} =$	2.41e02 kNm
Interaction factors		$k_{yy} =$	0.67
		$k_{yz} =$	0.57
		$k_{zy} =$	0.40
		$k_{zz} =$	0.95

Buckling resistance for uniform member in axial compression

$$N_{Ed}/N_{b,Rd} \leq 1 \quad F_{I-N} = 0.54 \quad (\text{Verificato})$$

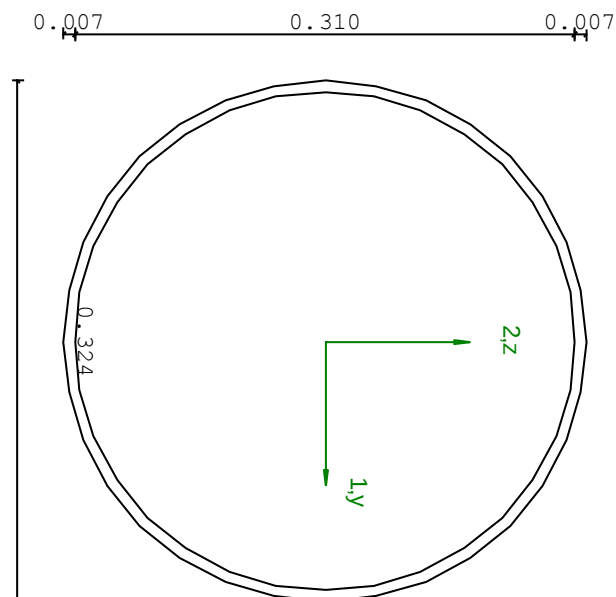
Buckling resistance for uniform member in bending and axial compression

$$(N_{Ed}/N_{b,y,Rd}) + k_{yy} (M_{y,Ed}/M_{b,y,Rd}) + k_{yz} (M_{z,Ed}/M_{z,Rd}) \leq 1 \quad F_{R-PF,y} = 0.43 \quad (\text{Verificato})$$

$$(N_{Ed}/N_{b,z,Rd}) + k_{zy} (M_{y,Ed}/M_{b,y,Rd}) + k_{zz} (M_{z,Ed}/M_{z,Rd}) \leq 1 \quad F_{R-PF,z} = 0.79 \quad (\text{Verificato})$$

PROP. 3 - BEAM n. 97 - SECTION IN X = 0.00

Grp.: Montanti Trave: 97 Prop.: 3 Sez.in: 0.00			
LC 27	M1 = -0.04	M2 = -0.91	
	N = -738.16	V1 = -2.51	
	V2 = 10.57	MT = -3.59	
Sezione Circolare cava			
D = 0.3239 T1 = 0.0071			
Area		= 7.07e-03	
I11		= 8.87e-05	
I22		= 8.87e-05	



STATIC PARAMETERS OF SECTION

Diametro	D =	0.32	m
Spessore	T1 =	7.10e-03	m

Location of elastic center of gravity	$X_{1G,el}$	= 0.16	m
	$X_{2G,el}$	= 0.16	m
Location of plastic center of gravity	$X_{1G,pl}$	= 0.16	m
	$X_{2G,pl}$	= 0.16	m
Distance center of gravity - shear center	$X_{1CT}-X_{1G}$	= 0.00	m
	$X_{2CT}-X_{2G}$	= 0.00	m
Section area	A	= 7.07e-03	m ²
Moment of inertia	axis 1	I_{11} =	8.87e-05 m ⁴
	axis 2	I_{22} =	8.87e-05 m ⁴
	axis 3	J =	1.77e-04 m ⁴
Polar moment respect to shear center	I_p	= 1.77e-04	m ⁴
Warping constant	I_ω	= 0.00	m ⁶
Radius of gyration	axis 1	i_{11} =	0.11 m
	axis 2	i_{22} =	0.11 m
Elastic section modulus	Top	$W_{1\ sup,el}$ =	5.48e-04 m ³
	Lower	$W_{1\ inf,el}$ =	5.48e-04 m ³
Elastic section modulus	Right	$W_{2\ dx,el}$ =	5.48e-04 m ³
	Left	$W_{2\ sx,el}$ =	5.48e-04 m ³
Plastic section modulus	axis 1	$W_{1,pl}$ =	7.13e-04 m ³
	axis 2	$W_{2,pl}$ =	7.13e-04 m ³
Shear area	axis 1	$A_{V1,pl}$ =	4.50e-03 m ²
	axis 2	$A_{V2,pl}$ =	4.50e-03 m ²

BEAM'S CHARACTERISTIC:

Length			6.18	m
Multiplier for inflection	axis 1	β_1 =	2.00	
	axis 2	β_2 =	1.00	
	axis 3	β_3 =	1.00	

Attributes for the calculation of instability

	Diagram	ψ	k_c	m_{LT}	C_m
Plan 1	Tipo 9	0.00	0.95	0.65	0.66
Plan 2	Tipo 2	-0.02	0.75	0.59	0.59

MATERIAL'S CHARACTERISTIC:

Steel type		S355	
Processing		Laminata	
Modulus of elasticity		E =	206.00 GPa
Yield strength	(t < 40mm)	f_y =	355.00 MPa
Ultimate strength	(t < 40mm)	f_u =	510.00 MPa
Yield strength	(t > 40mm)	f_y =	335.00 MPa
Ultimate strength	(t > 40mm)	f_u =	470.00 MPa
Partial safety factor for resistance		γ_{M0} =	1.05
Partial safety factor for instability		γ_{M1} =	1.05

INTERNAL FORCES:

Axial force		AF =	-7.38e02	kN
Shear forces	direction 1	V1 =	-2.51e00	kN
	direction 2	V2 =	1.06e01	kN
Bending moments	direction 1	M1 =	-3.73e-02	kNm
	direction 2	M2 =	-9.09e-01	kNm
Torque moment		MT =	-3.59e00	kNm

RESISTANCE OF CROSS-SECTIONS (EN 1993-1-1 § 6.2):

Class of section for the internal force considered:		C1 =	Classe 2
Axis with greater inertia		y-y =	2-2
Axis with less inertia		z-z =	1-1
Axial resistance		N_{Rd} =	2389.09 kN
Design plastic shear resistance	axis y	$V_{pl,y,Rd}$ =	878.12 kN
Reduction for torsion		coeff =	0.98
		$V_{pl,y,T,Rd}$ =	863.69 kN
Design plastic shear resistance	axis z	$V_{pl,z,Rd}$ =	878.12 kN
Reduction for torsion		coeff =	0.98
		$V_{pl,z,T,Rd}$ =	863.69 kN
Design resistance for bending	axis y	$M_{y,Rd}$ =	240.96 kNm
Reduction for shear		coeff =	1.00
		$M_{y,V,Rd}$ =	240.96 kNm

Design resistance for bending	axis z	$M_{z,Rd} =$	240.96	kNm
Reduction for shear		coeff =	1.00	
		$M_{z,V,Rd} =$	240.96	kNm
Design torsional resistance		$T_{Rd} =$	218.49	kNm
Verification of plastic resistance for axial and bending moment				
$(N_{Ed}/N_{Rd}) + (M_{y,Ed}/M_{y,Rd}) + (M_{z,Ed}/M_{z,Rd}) \leq 1$		$F_{R-PF} =$	0.31	Verificato
Verification of plastic resistance for shear				
$(V_{y,Ed}/V_{y,Rd}) + (V_{z,Ed}/V_{z,Rd}) \leq 1$		$F_{R-V} =$	0.02	Verificato
Verification of elastic resistance for torsion				
$(T_{Ed}/T_{Rd}) \leq 1$		$F_{R-T} =$	0.02	Verificato
Verification of elastic resistance for tensile stress				
$\tau_{Ed} \cdot \sqrt{3} \cdot \gamma_{M0} / f_y \leq 1$		$F_{R-\tau} =$	0.03	Verificato

BUCKLING RESISTANCE FOR MEMBERS (EN 1993-1-1 § 6.3):

Class of section for the internal force considered:

C1 = Classe 2

Axial force

$N_{Ed} = -7.38e02$ kN

Bending moment

$M_{z,Ed} = -1.22e01$ kNm

$M_{y,Ed} = 5.91e01$ kNm

Table of critical loads

Axis	Critical force	Buckling length	Non-dimensional slenderness	Reduction factor
	P_{cr} [kN]	ℓ_0 [m]	λ^*	χ
y	4808.56	6.18	0.72	0.84
z	1202.14	12.37	1.44	0.40

Design buckling resistance	Min	$N_{b,Rd} =$	9.48e02	kN
	axis y	$N_{b,y,Rd} =$	2.00e03	kN
	axis z	$N_{b,z,Rd} =$	9.48e02	kN
Design buckling resis. moment	axis y	$M_{b,y,Rd} =$	2.50e02	kNm
	axis z	$M_{z,Rd} =$	2.41e02	kNm
Interaction factors		$k_{yy} =$	0.71	
		$k_{yz} =$	0.64	
		$k_{zy} =$	0.43	
		$k_{zz} =$	1.07	

Buckling resistance for uniform member in axial compression

$N_{Ed}/N_{b,Rd} \leq 1$ $F_{I-N} = 0.78$ (Verificato)

Buckling resistance for uniform member in bending and axial compression

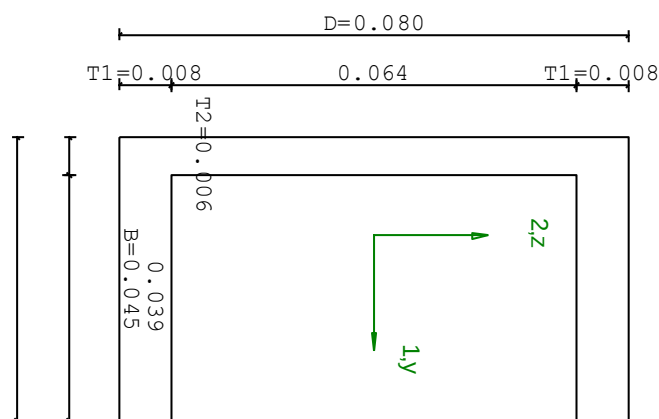
$(N_{Ed}/N_{b,y,Rd}) + k_{yy} (M_{y,Ed}/M_{b,y,Rd}) + k_{yz} (M_{z,Ed}/M_{z,Rd}) \leq 1$ $F_{R-PF,y} = 0.52$ (Verificato)

$(N_{Ed}/N_{b,z,Rd}) + k_{zy} (M_{y,Ed}/M_{b,y,Rd}) + k_{zz} (M_{z,Ed}/M_{z,Rd}) \leq 1$ $F_{R-PF,z} = 0.98$ (Verificato)

5.1.6. Verifica prop. 5

PROP. 5 - BEAM n. 114 - SECTION IN X = 0.00

p.: CONTROVENTI PIANO Trave: 114 Prop.: 5 Sez.in: 0.			
LC 28	M1 = 0.00	M2 = 0.00	
	N = -111.24	V1 = 0.00	
	V2 = 0.00	MT = 0.00	
Sezione a C chiusa			
D = 0.0800 B = 0.0450 T1 = 0.0080 T2 = 0.0060			
Area = 1.15e-03			
I11 = 1.06e-06			
I22 = 1.94e-07			



STATIC PARAMETERS OF SECTION

Altezza totale	D =	0.08	m
Base	B =	0.04	m
Spessore ali	T1 =	8.00e-03	m
Spessore anima	T2 =	6.00e-03	m
Location of elastic center of gravity			
	X1G,e1	= 0.02	m
	X2G,e1	= 0.04	m
Location of plastic center of gravity			
	X1G,p1	= 0.01	m
	X2G,p1	= 0.04	m
Distance center of gravity - shear center			
	X1CT-X1G	= -0.03	m
	X2CT-X2G	= 0.00	m
Section area	A =	1.15e-03	m ²
Moment of inertia	axis 1	I11 =	1.06e-06 m ⁴
	axis 2	I22 =	1.94e-07 m ⁴
	axis 3	J =	2.11e-08 m ⁴
Polar moment respect to shear center	I _p =	2.38e-06	m ⁴
Warping constant	I _ω =	2.36e-10	m ⁶
Radius of gyration	axis 1	i11 =	0.03 m
	axis 2	i22 =	0.01 m
Elastic section modulus	Top	W1 sup,e1 =	2.65e-05 m ³
	Lower	W1 inf,e1 =	2.65e-05 m ³
Elastic section modulus	Right	W2 dx,e1 =	6.63e-06 m ³
	Left	W2 sx,e1 =	1.23e-05 m ³
Plastic section modulus	axis 1	W1,pl =	3.21e-05 m ³
	axis 2	W2,pl =	1.33e-05 m ³

Shear area	axis 1	$A_{V1,p1} =$	7.20e-04	m ²
	axis 2	$A_{V2,p1} =$	4.32e-04	m ²

BEAM'S CHARACTERISTIC:

Length			2.83	m
Multiplier for inflection	axis 1	$\beta_1 =$	0.50	
	axis 2	$\beta_2 =$	0.50	
	axis 3	$\beta_3 =$	1.00	

Attributes for the calculation of instability

	Diagram	Ψ	k_c	m_{LT}	C_m
Plan 1	Tipo 1	1.00	1.00	1.00	1.00
Plan 2	Tipo 1	1.00	1.00	1.00	1.00

MATERIAL'S CHARACTERISTIC:

Steel type		S355		
Processing		Laminata		
Modulus of elasticity		$E =$	206.00	GPa
Yield strength	(t < 40mm)	$f_y =$	355.00	MPa
Ultimate strength	(t < 40mm)	$f_u =$	510.00	MPa
Yield strength	(t > 40mm)	$f_y =$	335.00	MPa
Ultimate strength	(t > 40mm)	$f_u =$	470.00	MPa
Partial safety factor for resistance		$\gamma_{M0} =$	1.05	
Partial safety factor for instability		$\gamma_{M1} =$	1.05	

INTERNAL FORCES:

Axial force		$AF =$	-1.11e02	kN
Shear forces	direction 1	$V1 =$	0.00e00	kN
	direction 2	$V2 =$	0.00e00	kN
Bending moments	direction 1	$M1 =$	0.00e00	kNm
	direction 2	$M2 =$	0.00e00	kNm
Torque moment		$MT =$	0.00e00	kNm

RESISTANCE OF CROSS-SECTIONS (EN 1993-1-1 § 6.2):

Class of section for the internal force considered:				
		$C1 =$	Classe 1	
Axis with greater inertia		$y-y =$	1-1	
Axis with less inertia		$z-z =$	2-2	
Axial resistance		$N_{Rd} =$	388.81	kN
Design plastic shear resistance	axis y	$V_{pl,y,Rd} =$	84.33	kN
Reduction for torsion		$coeff =$	1.00	
		$V_{pl,y,T,Rd} =$	84.33	kN
Design plastic shear resistance	axis z	$V_{pl,z,Rd} =$	140.54	kN
Reduction for torsion		$coeff =$	1.00	
		$V_{pl,z,T,Rd} =$	140.54	kN
Design resistance for bending	axis y	$M_{y,Rd} =$	10.84	kNm
Reduction for shear		$coeff =$	1.00	
		$M_{y,V,Rd} =$	10.84	kNm
Design resistance for bending	axis z	$M_{z,Rd} =$	4.49	kNm
Reduction for shear		$coeff =$	1.00	
		$M_{z,V,Rd} =$	4.49	kNm
Design torsional resistance		$T_{Rd} =$	0.51	kNm
Verification of plastic resistance for axial and bending moment				
$(N_{Ed}/N_{Rd}) + (M_{y,Ed}/M_{y,Rd}) + (M_{z,Ed}/M_{z,Rd}) \leq 1$		$F_{R-PF} =$	0.29	Verificato
Verification of plastic resistance for shear				
$(V_{y,Ed}/V_{y,Rd}) + (V_{z,Ed}/V_{z,Rd}) \leq 1$		$F_{R-V} =$	0.00	Verificato
Verification of elastic resistance for torsion				
$(T_{Ed}/T_{Rd}) \leq 1$		$F_{R-T} =$	0.00	Verificato
Verification of elastic resistance for tensile stress				
$\tau_{Ed} \cdot \sqrt{(3) \cdot \gamma_{M0}/f_y} \leq 1$		$F_{R-\tau} =$	0.00	Verificato

BUCKLING RESISTANCE FOR MEMBERS (EN 1993-1-1 § 6.3):

Class of section for the internal force considered:

C1 = Classe 1

Axial force

 $N_{ED} = -1.11e02$ kN

Bending moment

 $M_{z,ED} = 0.00e00$ kNm $M_{y,ED} = 0.00e00$ kNm

Table of critical loads

Axis	Critical force P_{cr} [kN]	Buckling length ℓ_0 [m]	Non-dimensional slenderness λ^*	Reduction factor χ
y	1098.49	1.41	0.61	0.78
z	201.04	1.41	1.43	0.34
θ	855.72	2.83	0.69	0.73
min	201.04		1.43	0.34

	M_{cr} [Nmm]	ℓ_0 [mm]	λ^*_{LT}	χ_{LT}
Bending/torsion	6.19	2.83	1.36	0.32

Design buckling resistance

Min $N_{b,Rd} = 1.32e02$ kN
axis y $N_{b,y,Rd} = 3.03e02$ kN
axis z $N_{b,z,Rd} = 1.32e02$ kN

Design buckling resis. moment

axis y $M_{b,y,Rd} = 3.46e00$ kNm
axis z $M_{z,Rd} = 4.49e00$ kNm

Interaction factors

$k_{yy} = 1.15$
 $k_{yz} = 1.31$
 $k_{zy} = 0.89$
 $k_{zz} = 2.18$

Buckling resistance for uniform member in axial compression

 $N_{Ed}/N_{b,Rd} \leq 1$ $F_{I-N} = 0.84$ (Verificato)

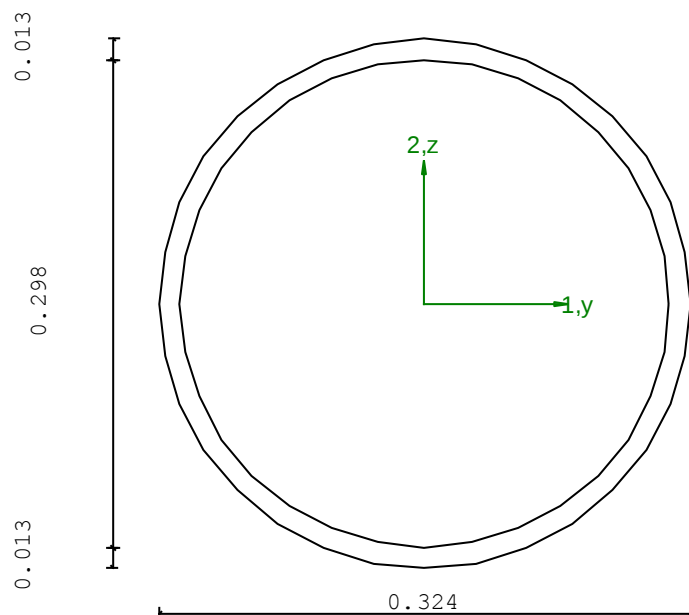
Buckling resistance for uniform member in bending and axial compression

 $(N_{Ed}/N_{b,y,Rd}) + k_{yy} (M_{y,Ed}/M_{b,y,Rd}) + k_{yz} (M_{z,Ed}/M_{z,Rd}) \leq 1$ $F_{R-PF,y} = 0.37$ (Verificato) $(N_{Ed}/N_{b,z,Rd}) + k_{zy} (M_{y,Ed}/M_{b,y,Rd}) + k_{zz} (M_{z,Ed}/M_{z,Rd}) \leq 1$ $F_{R-PF,z} = 0.84$ (Verificato)

5.1.7. Verifica prop. 13

PROP. 13 - BEAM n. 105 - SECTION IN X = 0.00

p.: Traversa stralli Trave: 105 Prop.: 13 Sez.in: 0.			
LC 27	M1 = -125.96	M2 = 78.00	
	N = 2.23	V1 = 314.90	
	V2 = -194.73	MT = 0.00	
Sezione Circolare cava			
D = 0.3239 T1 = 0.0127			
Area = 1.24e-02			
I11 = 1.51e-04			
I22 = 1.51e-04			



STATIC PARAMETERS OF SECTION

Diametro		D =	0.32	m
Spessore		T1 =	0.01	m
Location of elastic center of gravity				
		X1G,e1	= 0.16	m
		X2G,e1	= 0.16	m
Location of plastic center of gravity				
		X1G,p1	= 0.16	m
		X2G,p1	= 0.16	m
Distance center of gravity - shear center				
		X1CT-X1G	= 0.00	m
		X2CT-X2G	= 0.00	m
Section area				
		A =	1.24e-02	m ²
Moment of inertia				
	axis 1	I11 =	1.51e-04	m ⁴
	axis 2	I22 =	1.51e-04	m ⁴
	axis 3	J =	3.01e-04	m ⁴
Polar moment respect to shear center				
		Ip =	3.01e-04	m ⁴
Warping constant				
		Iω =	0.00	m ⁶
Radius of gyration				
	axis 1	i11 =	0.11	m
	axis 2	i22 =	0.11	m
Elastic section modulus				
	Top	W1 sup,e1 =	9.32e-04	m ³
	Lower	W1 inf,e1 =	9.32e-04	m ³
Elastic section modulus				
	Right	W2 dx,e1 =	9.32e-04	m ³
	Left	W2 sx,e1 =	9.32e-04	m ³
Plastic section modulus				
	axis 1	W1,p1 =	1.23e-03	m ³
	axis 2	W2,p1 =	1.23e-03	m ³
Shear area				
	axis 1	Av1,p1 =	7.89e-03	m ²
	axis 2	Av2,p1 =	7.89e-03	m ²

BEAM'S CHARACTERISTIC:

Length			0.40	m
Multiplier for inflection	axis 1	$\beta_1 =$	1.00	
	axis 2	$\beta_2 =$	1.00	
	axis 3	$\beta_3 =$	1.00	

Attributes for the calculation of instability

	Diagram	ψ	k_c	m_{LT}	C_m
Plan 1	Tipo 2	0.00	0.75	0.60	0.60
Plan 2	Tipo 2	0.00	0.75	0.60	0.60

MATERIAL'S CHARACTERISTIC:

Steel type		S355		
Processing		Laminata		
Modulus of elasticity		$E =$	206.00	GPa
Yield strength	(t < 40mm)	$f_y =$	355.00	MPa
Ultimate strength	(t < 40mm)	$f_u =$	510.00	MPa
Yield strength	(t > 40mm)	$f_y =$	335.00	MPa
Ultimate strength	(t > 40mm)	$f_u =$	470.00	MPa
Partial safety factor for resistance		$\gamma_{M0} =$	1.05	
Partial safety factor for instability		$\gamma_{M1} =$	1.05	

INTERNAL FORCES:

Axial force		AF =	2.23e00	kN
Shear forces	direction 1	V1 =	3.15e02	kN
	direction 2	V2 =	-1.95e02	kN
Bending moments	direction 1	M1 =	-1.26e02	kNm
	direction 2	M2 =	7.80e01	kNm
Torque moment		MT =	0.00e00	kNm

RESISTANCE OF CROSS-SECTIONS (EN 1993-1-1 § 6.2):

Class of section for the internal force considered:				
		C1 =	Classe 1	
Axis with greater inertia		y-y =	2-2	
Axis with less inertia		z-z =	1-1	
Axial resistance		$N_{Rd} =$	4192.38	kN
Design plastic shear resistance	axis y	$V_{pl,y,Rd} =$	1540.92	kN
Reduction for torsion		coeff =	1.00	
		$V_{pl,y,T,Rd} =$	1540.92	kN
Design plastic shear resistance	axis z	$V_{pl,z,Rd} =$	1540.92	kN
Reduction for torsion		coeff =	1.00	
		$V_{pl,z,T,Rd} =$	1540.92	kN
Design resistance for bending	axis y	$M_{y,Rd} =$	416.07	kNm
Reduction for shear		coeff =	1.00	
		$M_{y,V,Rd} =$	416.07	kNm
Design resistance for bending	axis z	$M_{z,Rd} =$	416.07	kNm
Reduction for shear		coeff =	1.00	
		$M_{z,V,Rd} =$	416.07	kNm
Design torsional resistance		$T_{Rd} =$	377.12	kNm
Verification of plastic resistance for axial and bending moment				
$(N_{Ed}/N_{Rd}) + (M_{y,Ed}/M_{y,Rd}) + (M_{z,Ed}/M_{z,Rd}) \leq 1$		$F_{R-PF} =$	0.36	Verificato
Verification of plastic resistance for shear				
$(V_{y,Ed}/V_{y,Rd}) + (V_{z,Ed}/V_{z,Rd}) \leq 1$		$F_{R-V} =$	0.33	Verificato
Verification of elastic resistance for torsion				
$(T_{Ed}/T_{Rd}) \leq 1$		$F_{R-T} =$	0.00	Verificato
Verification of elastic resistance for tensile stress				
$\tau_{Ed} \cdot \sqrt{3} \cdot \gamma_{M0} / f_y \leq 1$		$F_{R-\tau} =$	0.30	Verificato

BUCKLING RESISTANCE FOR MEMBERS (EN 1993-1-1 § 6.3):

Class of section for the internal force considered:				
		C1 =	Classe 1	
Axial force		$N_{Ed} =$	2.23e00	kN
Bending moment		$M_{z,Ed} =$	-1.26e02	kNm
		$M_{y,Ed} =$	7.80e01	kNm

Table of critical loads

Axis	Critical force	Buckling length	Non-dimensional slenderness	Reduction factor
	P_{cr} [kN]	ℓ_0 [m]	λ^*	χ
y	1.96e06	0.40	0.05	1.00
z	1.96e06	0.40	0.05	1.00

Design buckling resistance	Min	$N_{b,Rd} =$	4.19e03 kN
	axis y	$N_{b,y,Rd} =$	4.19e03 kN
	axis z	$N_{b,z,Rd} =$	4.19e03 kN

Design buckling resis. moment	axis y	$M_{b,y,Rd} =$	4.31e02 kNm
	axis z	$M_{z,Rd} =$	4.16e02 kNm

Interaction factors	$k_{yy} =$	0.60
	$k_{yz} =$	0.36
	$k_{zy} =$	0.36
	$k_{zz} =$	0.60

Buckling resistance for uniform member in axial compression

$$N_{Ed}/N_{b,Rd} \leq 1 \quad F_{I-N} = 0.00 \quad (\text{Verificato})$$

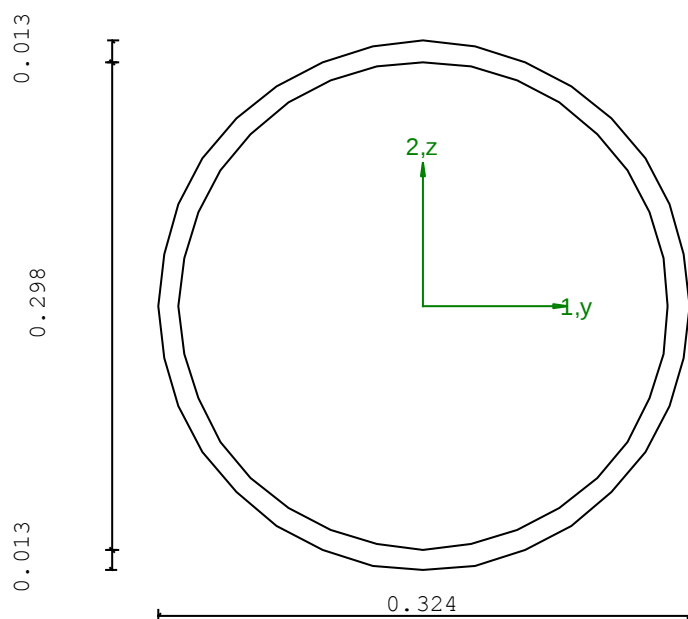
Buckling resistance for uniform member in bending and axial compression

$$(N_{Ed}/N_{b,y,Rd}) + k_{yy} (M_{y,Ed}/M_{b,y,Rd}) + k_{yz} (M_{z,Ed}/M_{z,Rd}) \leq 1 \quad F_{R-PF,y} = 0.25 \quad (\text{Verificato})$$

$$(N_{Ed}/N_{b,z,Rd}) + k_{zy} (M_{y,Ed}/M_{b,y,Rd}) + k_{zz} (M_{z,Ed}/M_{z,Rd}) \leq 1 \quad F_{R-PF,z} = 0.22 \quad (\text{Verificato})$$

PROP. 13 - BEAM n. 102 - SECTION IN X = 1.00

p.: Traversa stralli Trave: 102 Prop.: 13 Sez.in: 1.			
LC 27	M1 = -87.73	M2 = 78.02	
	N = -5.32	V1 = -28.04	
	V2 = -9.45	MT = -1.26	
Sezione Circolare cava			
D = 0.3239 T1 = 0.0127			
Area		= 1.24e-02	
I11		= 1.51e-04	
I22		= 1.51e-04	



STATIC PARAMETERS OF SECTION

Diametro	D =	0.32	m
Spessore	T1 =	0.01	m
Location of elastic center of gravity	$X_{1G,e1}$	= 0.16	m
	$X_{2G,e1}$	= 0.16	m
Location of plastic center of gravity	$X_{1G,p1}$	= 0.16	m
	$X_{2G,p1}$	= 0.16	m

Distance center of gravity - shear center		$X_{1CT}-X_{1G}$	= 0.00	m
		$X_{2CT}-X_{2G}$	= 0.00	m
Section area		A	= 1.24e-02	m ²
Moment of inertia	axis 1	I_{11}	= 1.51e-04	m ⁴
	axis 2	I_{22}	= 1.51e-04	m ⁴
	axis 3	J	= 3.01e-04	m ⁴
Polar moment respect to shear center		I_p	= 3.01e-04	m ⁴
Warping constant		I_ω	= 0.00	m ⁶
Radius of gyration	axis 1	i_{11}	= 0.11	m
	axis 2	i_{22}	= 0.11	m
Elastic section modulus	Top	$W_{1\ sup,el}$	= 9.32e-04	m ³
	Lower	$W_{1\ inf,el}$	= 9.32e-04	m ³
Elastic section modulus	Right	$W_{2\ dx,el}$	= 9.32e-04	m ³
	Left	$W_{2\ sx,el}$	= 9.32e-04	m ³
Plastic section modulus	axis 1	$W_{1,pl}$	= 1.23e-03	m ³
	axis 2	$W_{2,pl}$	= 1.23e-03	m ³
Shear area	axis 1	$A_{v1,pl}$	= 7.89e-03	m ²
	axis 2	$A_{v2,pl}$	= 7.89e-03	m ²

BEAM'S CHARACTERISTIC:

Length			1.00	m
Multiplier for inflection	axis 1	β_1	= 1.00	
	axis 2	β_2	= 1.00	
	axis 3	β_3	= 1.00	

Attributes for the calculation of instability

	Diagram	ψ	k_c	m_{LT}	C_m
Plan 1	Tipo 2	0.68	0.90	0.87	0.87
Plan 2	Tipo 2	0.90	0.97	0.96	0.96

MATERIAL'S CHARACTERISTIC:

Steel type		S355		
Processing		Laminata		
Modulus of elasticity		E	= 206.00	GPa
Yield strength	(t < 40mm)	f_y	= 355.00	MPa
Ultimate strength	(t < 40mm)	f_u	= 510.00	MPa
Yield strength	(t > 40mm)	f_y	= 335.00	MPa
Ultimate strength	(t > 40mm)	f_u	= 470.00	MPa
Partial safety factor for resistance		γ_{M0}	= 1.05	
Partial safety factor for instability		γ_{M1}	= 1.05	

INTERNAL FORCES:

Axial force		AF	= -5.32e00	kN
Shear forces	direction 1	V1	= -2.80e01	kN
	direction 2	V2	= -9.45e00	kN
Bending moments	direction 1	M1	= -8.77e01	kNm
	direction 2	M2	= 7.80e01	kNm
Torque moment		MT	= -1.26e00	kNm

RESISTANCE OF CROSS-SECTIONS (EN 1993-1-1 § 6.2):

Class of section for the internal force considered:		C1	= Classe 1
Axis with greater inertia		y-y	= 2-2
	Axis with less inertia	z-z	= 1-1
Axial resistance		N_{Rd}	= 4192.38 kN
Design plastic shear resistance	axis y	$V_{pl,y,Rd}$	= 1540.92 kN
		coeff	= 1.00
		$V_{pl,y,T,Rd}$	= 1535.76 kN
Design plastic shear resistance	axis z	$V_{pl,z,Rd}$	= 1540.92 kN
		coeff	= 1.00
		$V_{pl,z,T,Rd}$	= 1535.76 kN
Design resistance for bending	axis y	$M_{y,Rd}$	= 416.07 kNm
		coeff	= 1.00
		$M_{y,V,Rd}$	= 416.07 kNm
Design resistance for bending	axis z	$M_{z,Rd}$	= 416.07 kNm
		coeff	= 1.00
		$M_{z,V,Rd}$	= 416.07 kNm

Design torsional resistance	$T_{Rd} =$	377.12	kNm
Verification of plastic resistance for axial and bending moment			
$(N_{Ed}/N_{Rd}) + (M_{y,Ed}/M_{y,Rd}) + (M_{z,Ed}/M_{z,Rd}) \leq 1$	$F_{R-PF} =$	0.28	Verificato
Verification of plastic resistance for shear			
$(V_{y,Ed}/V_{y,Rd}) + (V_{z,Ed}/V_{z,Rd}) \leq 1$	$F_{R-V} =$	0.02	Verificato
Verification of elastic resistance for torsion			
$(T_{Ed}/T_{Rd}) \leq 1$	$F_{R-T} =$	0.00	Verificato
Verification of elastic resistance for tensile stress			
$\tau_{Ed} \cdot \sqrt{3} \cdot \gamma_{M0} / f_y \leq 1$	$F_{R-\tau} =$	0.03	Verificato

BUCKLING RESISTANCE FOR MEMBERS (EN 1993-1-1 § 6.3):

Class of section for the internal force considered:

$C1 =$ Classe 1

Axial force

$N_{Ed} = -5.32e00$ kN

Bending moment

$M_{z,Ed} = -8.77e01$ kNm

$M_{y,Ed} = 8.68e01$ kNm

Table of critical loads

Axis	Critical force	Buckling length	Non-dimensional slenderness	Reduction factor
	P_{cr} [kN]	ℓ_0 [m]	λ^*	χ
y	3.13e05	1.00	0.12	1.00
z	3.13e05	1.00	0.12	1.00

Design buckling resistance	Min	$N_{b,Rd} =$	4.19e03	kN
	axis y	$N_{b,y,Rd} =$	4.19e03	kN
	axis z	$N_{b,z,Rd} =$	4.19e03	kN

Design buckling resis. moment	axis y	$M_{b,y,Rd} =$	4.18e02	kNm
	axis z	$M_{z,Rd} =$	4.16e02	kNm

Interaction factors

$k_{yy} = 0.96$
 $k_{yz} = 0.52$
 $k_{zy} = 0.58$
 $k_{zz} = 0.87$

Buckling resistance for uniform member in axial compression

$N_{Ed}/N_{b,Rd} \leq 1$ $F_{I-N} = 0.00$ (Verificato)

Buckling resistance for uniform member in bending and axial compression

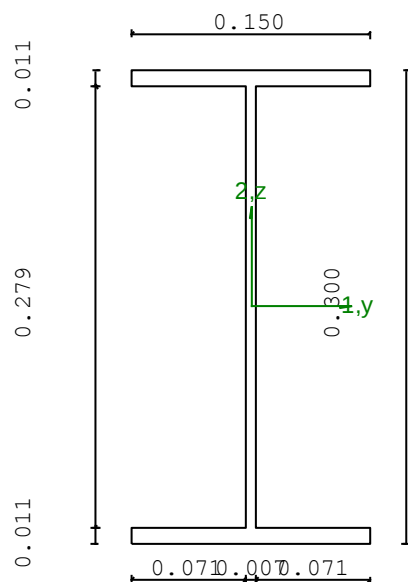
$(N_{Ed}/N_{b,y,Rd}) + k_{yy} (M_{y,Ed}/M_{b,y,Rd}) + k_{yz} (M_{z,Ed}/M_{z,Rd}) \leq 1$ $F_{R-PF,y} = 0.30$ (Verificato)

$(N_{Ed}/N_{b,z,Rd}) + k_{zy} (M_{y,Ed}/M_{b,y,Rd}) + k_{zz} (M_{z,Ed}/M_{z,Rd}) \leq 1$ $F_{R-PF,z} = 0.31$ (Verificato)

5.1.8. Verifica prop. 18

PROP. 18 - BEAM n. 44 - SECTION IN X = 0.00

o.: TRAVI TRASV IRRIGD Trave: 44 Prop.: 18 Sez.in: 0			
LC 29	M1 = 6.04	M2 = 3.56e-03	
	N = -0.23	V1 = -5.86	
	V2 = 2.17	MT = 1.24e-04	
Sez. a Doppio T			
D = 0.3000 B1 = 0.1500 T1 = 0.0107 T2 = 0.0107			
T3 = 0.0071 B2 = 0.1500			
Area = 5.38e-03			
I11 = 8.36e-05			
I22 = 6.04e-06			



STATIC PARAMETERS OF SECTION

Altezza totale	D =	0.30	m
Base inferiore	B1 =	0.15	m
Spessore flangia inferiore	T1 =	0.01	m
Spessore flangia superiore	T2 =	0.01	m
Spessore anima	T3 =	7.10e-03	m
Base superiore	B2 =	0.15	m
Location of elastic center of gravity			
	X1G,el	= 0.07	m
	X2G,el	= 0.15	m
Location of plastic center of gravity			
	X1G,pl	= 0.07	m
	X2G,pl	= 0.15	m
Distance center of gravity - shear center			
	X1CT-X1G	= 0.00	m
	X2CT-X2G	= 0.00	m
Section area	A =	5.38e-03	m ²
Moment of inertia	axis 1	I11 =	8.36e-05 m ⁴
	axis 2	I22 =	6.04e-06 m ⁴
	axis 3	J =	1.56e-07 m ⁴
Polar moment respect to shear center	I _p =	8.60e-05	m ⁴
Warping constant	I _ω =	1.26e-07	m ⁶
Radius of gyration	axis 1	i11 =	0.12 m
	axis 2	i22 =	0.03 m
Elastic section modulus	Top	W1 sup,el =	5.57e-04 m ³
	Lower	W1 inf,el =	5.57e-04 m ³
Elastic section modulus	Right	W2 dx,el =	8.05e-05 m ³
	Left	W2 sx,el =	8.05e-05 m ³
Plastic section modulus	axis 1	W1,pl =	6.02e-04 m ³

Shear area	axis 2	$W_{2,p1} =$	1.24e-04	m ³
	axis 1	$A_{v1,p1} =$	3.21e-03	m ²
	axis 2	$A_{v2,p1} =$	2.05e-03	m ²

BEAM'S CHARACTERISTIC:

Length			1.00	m
Multiplier for inflection	axis 1	$\beta_1 =$	1.00	
	axis 2	$\beta_2 =$	1.00	
	axis 3	$\beta_3 =$	1.00	

Attributes for the calculation of instability

	Diagram	ψ	k_c	m_{LT}	C_m
Plan 1	Tipo 2	0.03	0.76	0.61	0.61
Plan 2	Tipo 2	0.00	0.75	0.60	0.60

MATERIAL'S CHARACTERISTIC:

Steel type		S355		
Processing		Laminata		
Modulus of elasticity		$E =$	206.00	GPa
Yield strength	(t < 40mm)	$f_y =$	355.00	MPa
Ultimate strength	(t < 40mm)	$f_u =$	510.00	MPa
Yield strength	(t > 40mm)	$f_y =$	335.00	MPa
Ultimate strength	(t > 40mm)	$f_u =$	470.00	MPa
Partial safety factor for resistance		$\gamma_{M0} =$	1.05	
Partial safety factor for instability		$\gamma_{M1} =$	1.05	

INTERNAL FORCES:

Axial force		$AF =$	-2.34e-01	kN
Shear forces	direction 1	$V1 =$	-5.86e00	kN
	direction 2	$V2 =$	2.17e00	kN
Bending moments	direction 1	$M1 =$	6.04e00	kNm
	direction 2	$M2 =$	3.56e-03	kNm
Torque moment		$MT =$	1.24e-04	kNm

RESISTANCE OF CROSS-SECTIONS (EN 1993-1-1 § 6.2):

Class of section for the internal force considered:				
		C1 =	Classe 4	
Class 4 cross-section verified without deduction				
Point with greatest internal forces		y =	0.07	m
		z =	0.15	m
Axial+bending stress		σ_{pf} =	-75006.37	MPa
Maximum tensile stress		τ_{max} =	3002.13	MPa
Ideal stress	$\sigma_{VM} = \sqrt{(\sigma_{pf}^2 + 3\tau_{max}^2)}$	σ_{VM} =	75006.37	MPa
	σ_{VM}/f_d	F_R =	0.22	Verificato

BUCKLING RESISTANCE FOR MEMBERS (EN 1993-1-1 § 6.3):

Class of section for the internal force considered:				
		$C1 =$	Classe 1	
Axial force		$N_{ED} =$	-2.34e-01	kN
Bending moment		$M_{z,ED} =$	6.04e00	kNm
		$M_{y,ED} =$	1.90e00	kNm

Table of critical loads

Axis	Critical force	Buckling length	Non-dimensional slenderness	Reduction factor
	P_{cr} [kN]	ℓ_0 [m]	λ^*	χ
y	1.73e05	1.00	0.11	1.00
z	12518.61	1.00	0.39	0.93
θ	17114.30	1.00	0.33	0.95
min	12518.61		0.39	0.93
	M_{cr} [Nmm]	ℓ_0 [mm]	λ_{LT}^*	χ_{LT}
Bending/torsion	355.80	1.00	0.78	0.92

Design buckling resistance	Min	$N_{b,Rd} =$	1.69e03	kN
	axis y	$N_{b,y,Rd} =$	1.82e03	kN
	axis z	$N_{b,z,Rd} =$	1.69e03	kN

Design buckling resis. moment axis y $M_{b,y,Rd} = 1.88e02$ kNm
 axis z $M_{z,Rd} = 4.19e01$ kNm

Interaction factors $k_{yy} = 0.60$
 $k_{yz} = 0.37$
 $k_{zy} = 0.99$
 $k_{zz} = 0.61$

Buckling resistance for uniform member in axial compression

$N_{Ed}/N_{b,Rd} \leq 1$ $F_{I-N} = 0.00$ (Verificato)

Buckling resistance for uniform member in bending and axial compression

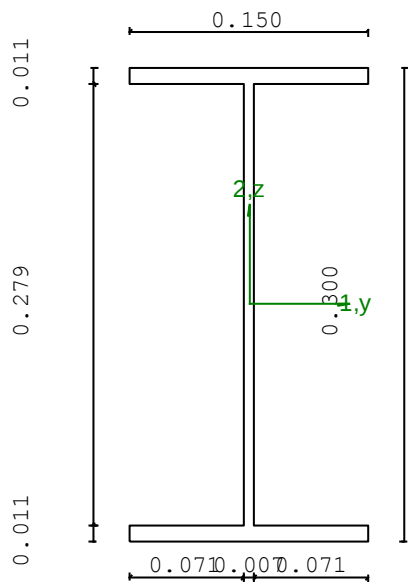
$(N_{Ed}/N_{b,Rd}) + k_{yy} (M_{y,Ed}/M_{b,y,Rd}) + k_{yz} (M_{z,Ed}/M_{z,Rd}) \leq 1$ $F_{R-PF,y} = 0.10$ (Verificato)

$(N_{Ed}/N_{b,Rd}) + k_{zy} (M_{y,Ed}/M_{b,y,Rd}) + k_{zz} (M_{z,Ed}/M_{z,Rd}) \leq 1$ $F_{R-PF,z} = 0.06$ (Verificato)

PROP. 18 - BEAM n. 44 - SECTION IN X = 1.00

LC 29 TRAVI TRASV IRRIGD Trave: 44 Prop.: 18 Sez.in: 1

M1 = 0.17	M2 = 1.90
N = -0.23	V1 = -5.86
V2 = 1.61	MT = 1.24e-04
Sez. a Doppio T	
D = 0.3000	B1 = 0.1500 T1 = 0.0107 T2 = 0.0107
	T3 = 0.0071 B2 = 0.1500
Area	= 5.38e-03
I11	= 8.36e-05
I22	= 6.04e-06



STATIC PARAMETERS OF SECTION

Altezza totale D = 0.30 m
 Base inferiore B1 = 0.15 m
 Spessore flangia inferiore T1 = 0.01 m
 Spessore flangia superiore T2 = 0.01 m
 Spessore anima T3 = 7.10e-03 m
 Base superiore B2 = 0.15 m

Location of elastic center of gravity $X_{1G,e1} = 0.07$ m
 $X_{2G,e1} = 0.15$ m
 Location of plastic center of gravity $X_{1G,p1} = 0.07$ m
 $X_{2G,p1} = 0.15$ m
 Distance center of gravity - shear center $X_{1CT}-X_{1G} = 0.00$ m
 $X_{2CT}-X_{2G} = 0.00$ m

Section area A = 5.38e-03 m²
 Moment of inertia axis 1 I11 = 8.36e-05 m⁴

	axis 2	$I_{22} =$	6.04e-06	m ⁴
	axis 3	$J =$	1.56e-07	m ⁴
Polar moment respect to shear center		$I_p =$	8.60e-05	m ⁴
Warping constant		$I_{\omega} =$	1.26e-07	m ⁶
Radius of gyration	axis 1	$i_{11} =$	0.12	m
	axis 2	$i_{22} =$	0.03	m
Elastic section modulus	Top	$W_{1, sup, el} =$	5.57e-04	m ³
	Lower	$W_{1, inf, el} =$	5.57e-04	m ³
Elastic section modulus	Right	$W_{2, dx, el} =$	8.05e-05	m ³
	Left	$W_{2, sx, el} =$	8.05e-05	m ³
Plastic section modulus	axis 1	$W_{1, pl} =$	6.02e-04	m ³
	axis 2	$W_{2, pl} =$	1.24e-04	m ³
Shear area	axis 1	$A_{V1, pl} =$	3.21e-03	m ²
	axis 2	$A_{V2, pl} =$	2.05e-03	m ²

BEAM'S CHARACTERISTIC:

Length			1.00	m
Multiplier for inflection	axis 1	$\beta_1 =$	1.00	
	axis 2	$\beta_2 =$	1.00	
	axis 3	$\beta_3 =$	1.00	

Attributes for the calculation of instability

	Diagram	ψ	k_c	m_{LT}	C_m
Plan 1	Tipo 2	0.03	0.76	0.61	0.61
Plan 2	Tipo 2	0.00	0.75	0.60	0.60

MATERIAL'S CHARACTERISTIC:

Steel type		S355	
Processing		Laminata	
Modulus of elasticity		$E =$	206.00 GPa
Yield strength	(t < 40mm)	$f_y =$	355.00 MPa
Ultimate strength	(t < 40mm)	$f_u =$	510.00 MPa
Yield strength	(t > 40mm)	$f_y =$	335.00 MPa
Ultimate strength	(t > 40mm)	$f_u =$	470.00 MPa
Partial safety factor for resistance		$\gamma_{M0} =$	1.05
Partial safety factor for instability		$\gamma_{M1} =$	1.05

INTERNAL FORCES:

Axial force		$AF =$	-2.34e-01	kN
Shear forces	direction 1	$V1 =$	-5.86e00	kN
	direction 2	$V2 =$	1.61e00	kN
Bending moments	direction 1	$M1 =$	1.72e-01	kNm
	direction 2	$M2 =$	1.90e00	kNm
Torque moment		$MT =$	1.24e-04	kNm

RESISTANCE OF CROSS-SECTIONS (EN 1993-1-1 § 6.2):

Class of section for the internal force considered:				
		$C1 =$	Classe 1	
Axis with greater inertia		$y-y =$	1-1	
Axis with less inertia		$z-z =$	2-2	
Axial resistance		$N_{Rd} =$	1818.95	kN
Design plastic shear resistance	axis y	$V_{pl, y, Rd} =$	400.95	kN
Reduction for torsion		$coeff =$	1.00	
		$V_{pl, y, T, Rd} =$	400.94	kN
Design plastic shear resistance	axis z	$V_{pl, z, Rd} =$	626.59	kN
Reduction for torsion		$coeff =$	1.00	
		$V_{pl, z, T, Rd} =$	626.58	kN
Design resistance for bending	axis y	$M_{y, Rd} =$	203.57	kNm
Reduction for shear		$coeff =$	1.00	
		$M_{y, V, Rd} =$	203.57	kNm
Design resistance for bending	axis z	$M_{z, Rd} =$	41.89	kNm
Reduction for shear		$coeff =$	1.00	
		$M_{z, V, Rd} =$	41.89	kNm
Design torsional resistance		$T_{Rd} =$	2.84	kNm

Verification of plastic resistance for axial and bending moment

$(N_{Ed}/N_{Rd}) + (M_{y,Ed}/M_{y,Rd}) + (M_{z,Ed}/M_{z,Rd}) \leq 1$	$F_{R-PF} =$	0.01	Verificato
Verification of plastic resistance for shear			
$(V_{y,Ed}/V_{y,Rd}) + (V_{z,Ed}/V_{z,Rd}) \leq 1$	$F_{R-V} =$	0.01	Verificato
Verification of elastic resistance for torsion			
$(T_{Ed}/T_{Rd}) \leq 1$	$F_{R-T} =$	0.00	Verificato
Verification of elastic resistance for tensile stress			
$\tau_{Ed} \cdot \sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}/f_y \leq 1$	$F_{R-\tau} =$	0.02	Verificato

BUCKLING RESISTANCE FOR MEMBERS (EN 1993-1-1 § 6.3):

Class of section for the internal force considered:

C1 = Classe 1

Axial force

$N_{Ed} = -2.34e-01$ kN

Bending moment

$M_{z,Ed} = 6.04e00$ kNm

$M_{y,Ed} = 1.90e00$ kNm

Table of critical loads

Axis	Critical force	Buckling length	Non-dimensional slenderness	Reduction factor
	P_{cr} [kN]	ℓ_0 [m]	λ^*	χ
y	1.73e05	1.00	0.11	1.00
z	12518.61	1.00	0.39	0.93
0	17114.30	1.00	0.33	0.95
min	12518.61		0.39	0.93
	M_{cr} [Nmm]	ℓ_0 [mm]	λ^*_{LT}	χ_{LT}
Bending/torsion	355.80	1.00	0.78	0.92

Design buckling resistance	Min	$N_{b,Rd} =$	1.69e03 kN
	axis y	$N_{b,y,Rd} =$	1.82e03 kN
	axis z	$N_{b,z,Rd} =$	1.69e03 kN

Design buckling resis. moment	axis y	$M_{b,y,Rd} =$	1.88e02 kNm
	axis z	$M_{z,Rd} =$	4.19e01 kNm

Interaction factors	$k_{yy} =$	0.60
	$k_{yz} =$	0.37
	$k_{zy} =$	0.99
	$k_{zz} =$	0.61

Buckling resistance for uniform member in axial compression

$N_{Ed}/N_{b,Rd} \leq 1$ $F_{I-N} = 0.00$ (Verificato)

Buckling resistance for uniform member in bending and axial compression

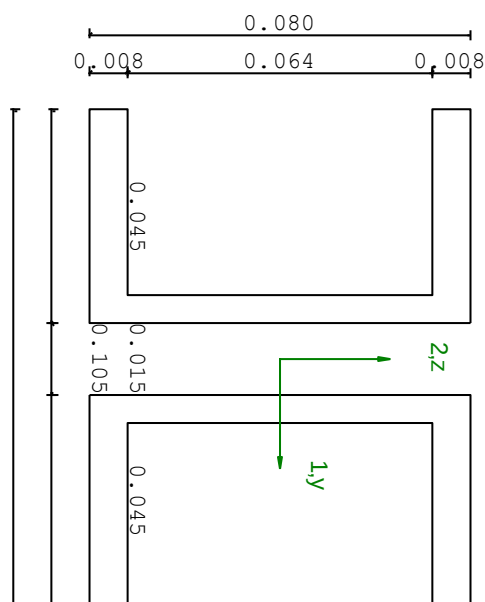
$(N_{Ed}/N_{b,y,Rd}) + k_{yy} (M_{y,Ed}/M_{b,y,Rd}) + k_{yz} (M_{z,Ed}/M_{z,Rd}) \leq 1$ $F_{R-PF,y} = 0.10$ (Verificato)

$(N_{Ed}/N_{b,z,Rd}) + k_{zy} (M_{y,Ed}/M_{b,y,Rd}) + k_{zz} (M_{z,Ed}/M_{z,Rd}) \leq 1$ $F_{R-PF,z} = 0.06$ (Verificato)

5.1.9. Verifica prop. 19

PROP. 19 - BEAM n. 142 - SECTION IN X = 0.00

CONTROVENTI PIANO Trave: 142 Prop.: 19 Sez.in: 0			
LC 28	M1 = 0.00	M2 = 0.00	
	N = 230.36	V1 = 0.00	
	V2 = 0.00	MT = 0.00	
Sezione a C chiusa			
D = 0.0800 B = 0.0450 T1 = 0.0080 T2 = 0.0060			
Area = 2.21e-03			
I11 = 2.14e-06			
I22 = 1.63e-06			



STATIC PARAMETERS OF SECTION

Altezza totale		D =	0.08	m
Base		B =	0.04	m
Spessore ali		T1 =	8.00e-03	m
Spessore anima		T2 =	6.00e-03	m
Location of elastic center of gravity		X1G,e1 =	0.05	m
		X2G,e1 =	0.04	m
Location of plastic center of gravity		X1G,p1 =	-7.50e-03	m
		X2G,p1 =	0.04	m
Distance center of gravity - shear center		X1CT-X1G =	-8.25e-03	m
		X2CT-X2G =	0.00	m
Section area		A =	2.21e-03	m ²
Moment of inertia	axis 1	I11 =	2.14e-06	m ⁴
	axis 2	I22 =	1.63e-06	m ⁴
	axis 3	J =	3.99e-08	m ⁴
Polar moment respect to shear center		I _p =	3.91e-06	m ⁴
Warping constant		I _ω =	2.36e-10	m ⁶
Radius of gyration	axis 1	i11 =	0.03	m
	axis 2	i22 =	0.03	m
Elastic section modulus	Top	W1 sup,e1 =	5.34e-05	m ³
	Lower	W1 inf,e1 =	5.34e-05	m ³
Elastic section modulus	Right	W2 dx,e1 =	3.10e-05	m ³
	Left	W2 sx,e1 =	3.10e-05	m ³
Plastic section modulus	axis 1	W1,p1 =	6.41e-05	m ³
	axis 2	W2,p1 =	5.13e-05	m ³
Shear area	axis 1	Av1,p1 =	7.20e-04	m ²
	axis 2	Av2,p1 =	4.32e-04	m ²

BEAM'S CHARACTERISTIC:

Length			2.83	m
Multiplier for inflection	axis 1	$\beta_1 =$	1.00	
	axis 2	$\beta_2 =$	1.00	
	axis 3	$\beta_3 =$	1.00	

Attributes for the calculation of instability

	Diagram	Ψ	k_c	m_{LT}	C_m
Plan 1	Tipo 1	1.00	1.00	1.00	1.00
Plan 2	Tipo 1	1.00	1.00	1.00	1.00

MATERIAL'S CHARACTERISTIC:

Steel type		S355		
Processing		Laminata		
Modulus of elasticity		$E =$	206.00	GPa
Yield strength	(t < 40mm)	$f_y =$	355.00	MPa
Ultimate strength	(t < 40mm)	$f_u =$	510.00	MPa
Yield strength	(t > 40mm)	$f_y =$	335.00	MPa
Ultimate strength	(t > 40mm)	$f_u =$	470.00	MPa
Partial safety factor for resistance		$\gamma_{M0} =$	1.05	
Partial safety factor for instability		$\gamma_{M1} =$	1.05	

INTERNAL FORCES:

Axial force		$AF =$	2.30e02	kN
Shear forces	direction 1	$V1 =$	0.00e00	kN
	direction 2	$V2 =$	0.00e00	kN
Bending moments	direction 1	$M1 =$	0.00e00	kNm
	direction 2	$M2 =$	0.00e00	kNm
Torque moment		$MT =$	0.00e00	kNm

RESISTANCE OF CROSS-SECTIONS (EN 1993-1-1 § 6.2):

Warning: verification performed as section with continuous connection
Warning: shears and bending moments neglected.

Class of section for the internal force considered:

$C1 =$ Classe 3

Point with greatest internal forces

$y =$ 7.50e-03 m
 $z =$ -0.04 m

Axial+bending stress

σ_{VM}/f_d

$\sigma_{pf} =$ 1.04e05 MPa
 $F_R =$ 0.31 Verificato (*Avviso: Tau

trascurate)

BUCKLING RESISTANCE FOR MEMBERS (EN 1993-1-1 § 6.3):

Warning: verification performed as section with continuous connection - Coupling in accordance to EN 1993-1-1 § 6.4 unconsidered.

Class of section for the internal force considered:

$C1 =$ Classe 3

Axial force

$N_{ED} =$ 2.30e02 kN

Bending moment

$M_{z,ED} =$ 0.00e00 kNm
 $M_{y,ED} =$ 0.00e00 kNm

Table of critical loads

Axis	Critical force	Buckling length	Non-dimensional slenderness	Reduction factor
	P_{cr} [kN]	ℓ_0 [m]	λ^*	χ
y	553.41	2.83	1.19	0.44
z	421.25	2.83	1.36	0.36

Design buckling resistance

Min
axis y $N_{b,y,Rd} =$ 2.71e02 kN
axis z $N_{b,z,Rd} =$ 3.27e02 kN
 $N_{b,z,Rd} =$ 2.71e02 kN

Design buckling resis. moment

axis y $M_{b,y,Rd} =$ 8.11e00 kNm
axis z $M_{b,z,Rd} =$ 1.05e01 kNm

Interaction factors

$$\begin{aligned} k_{yy} &= 1.00 \\ k_{yz} &= 1.00 \\ k_{zy} &= 1.00 \\ k_{zz} &= 1.00 \end{aligned}$$

Buckling resistance for uniform member in axial compression

$$N_{Ed}/N_{b,Rd} \leq 1 \quad F_{I-N} = 0.00 \quad (\text{Verificato})$$

Buckling resistance for uniform member in bending and axial compression

$$(N_{Ed}/N_{b,y,Rd}) + k_{yy} (M_{y,Ed}/M_{b,y,Rd}) + k_{yz} (M_{z,Ed}/M_{z,Rd}) \leq 1 \quad F_{R-PF,y} = 0.00 \quad (\text{Verificato})$$

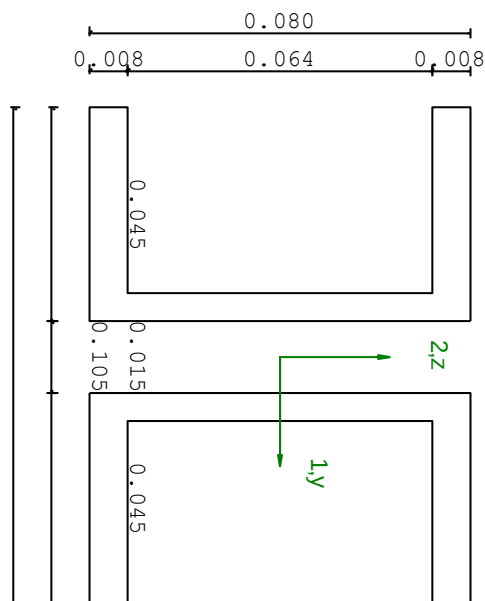
$$(N_{Ed}/N_{b,z,Rd}) + k_{zy} (M_{y,Ed}/M_{b,y,Rd}) + k_{zz} (M_{z,Ed}/M_{z,Rd}) \leq 1 \quad F_{R-PF,z} = 0.00 \quad (\text{Verificato})$$

PROP. 19 - BEAM n. 141 - SECTION IN X = 0.00

CONTROVENTI PIANO Trave: 141 Prop.: 19 Sez.in: 0

LC 28	M1 = 0.00	M2 = 0.00
	N = -225.32	V1 = 0.00
	V2 = 0.00	MT = 0.00

Sezione a C chiusa			
D = 0.0800	B = 0.0450	T1 = 0.0080	T2 = 0.0060
Area	= 2.21e-03		
I11	= 2.14e-06		
I22	= 1.63e-06		



STATIC PARAMETERS OF SECTION

Altezza totale	D =	0.08	m
Base	B =	0.04	m
Spessore ali	T1 =	8.00e-03	m
Spessore anima	T2 =	6.00e-03	m
Location of elastic center of gravity	X1G,e1	= 0.05	m
	X2G,e1	= 0.04	m
Location of plastic center of gravity	X1G,p1	= -7.50e-03	m
	X2G,p1	= 0.04	m
Distance center of gravity - shear center	X1CT-X1G	= -8.25e-03	m
	X2CT-X2G	= 0.00	m
Section area	A =	2.21e-03	m ²
Moment of inertia axis 1	I11 =	2.14e-06	m ⁴
axis 2	I22 =	1.63e-06	m ⁴
axis 3	J =	3.99e-08	m ⁴
Polar moment respect to shear center	I _p =	3.91e-06	m ⁴
Warping constant	I _ω =	2.36e-10	m ⁶
Radius of gyration axis 1	i11 =	0.03	m
axis 2	i22 =	0.03	m

Elastic section modulus	Top	$W_{1\ sup,el} =$	5.34e-05	m ³
	Lower	$W_{1\ inf,el} =$	5.34e-05	m ³
Elastic section modulus	Right	$W_{2\ dx,el} =$	3.10e-05	m ³
	Left	$W_{2\ sx,el} =$	3.10e-05	m ³
Plastic section modulus	axis 1	$W_{1,pl} =$	6.41e-05	m ³
	axis 2	$W_{2,pl} =$	5.13e-05	m ³
Shear area	axis 1	$AV_{1,pl} =$	7.20e-04	m ²
	axis 2	$AV_{2,pl} =$	4.32e-04	m ²

BEAM'S CHARACTERISTIC:

Length			2.83	m
Multiplier for inflection	axis 1	$\beta_1 =$	1.00	
	axis 2	$\beta_2 =$	1.00	
	axis 3	$\beta_3 =$	1.00	

Attributes for the calculation of instability

	Diagram	ψ	k_c	m_{LT}	C_m
Plan 1	Tipo 1	1.00	1.00	1.00	1.00
Plan 2	Tipo 1	1.00	1.00	1.00	1.00

MATERIAL'S CHARACTERISTIC:

Steel type		S355	
Processing		Laminata	
Modulus of elasticity		$E =$	206.00 GPa
Yield strength	(t < 40mm)	$f_y =$	355.00 MPa
Ultimate strength	(t < 40mm)	$f_u =$	510.00 MPa
Yield strength	(t > 40mm)	$f_y =$	335.00 MPa
Ultimate strength	(t > 40mm)	$f_u =$	470.00 MPa
Partial safety factor for resistance		$\gamma_{M0} =$	1.05
Partial safety factor for instability		$\gamma_{M1} =$	1.05

INTERNAL FORCES:

Axial force		$AF =$	-2.25e02	kN
Shear forces	direction 1	$V1 =$	0.00e00	kN
	direction 2	$V2 =$	0.00e00	kN
Bending moments	direction 1	$M1 =$	0.00e00	kNm
	direction 2	$M2 =$	0.00e00	kNm
Torque moment		$MT =$	0.00e00	kNm

RESISTANCE OF CROSS-SECTIONS (EN 1993-1-1 § 6.2):

Warning: verification performed as section with continuous connection
Warning: shears and bending moments neglected.

Class of section for the internal force considered:

$C1 =$ Classe 3

Point with greatest internal forces	$y =$	7.50e-03	m
	$z =$	-0.04	m

Axial+bending stress	$\sigma_{pf} =$	-1.02e05	MPa
σ_{VM}/f_d	$F_R =$	0.30	Verificato (*Avviso: Tau trascurate)

BUCKLING RESISTANCE FOR MEMBERS (EN 1993-1-1 § 6.3):

Warning: verification performed as section with continuous connection - Coupling in accordance to EN 1993-1-1 § 6.4 unconsidered.

Class of section for the internal force considered:

$C1 =$ Classe 3

Axial force	$N_{ED} =$	-2.25e02	kN
Bending moment	$M_{z,ED} =$	0.00e00	kNm
	$M_{y,ED} =$	0.00e00	kNm

Table of critical loads

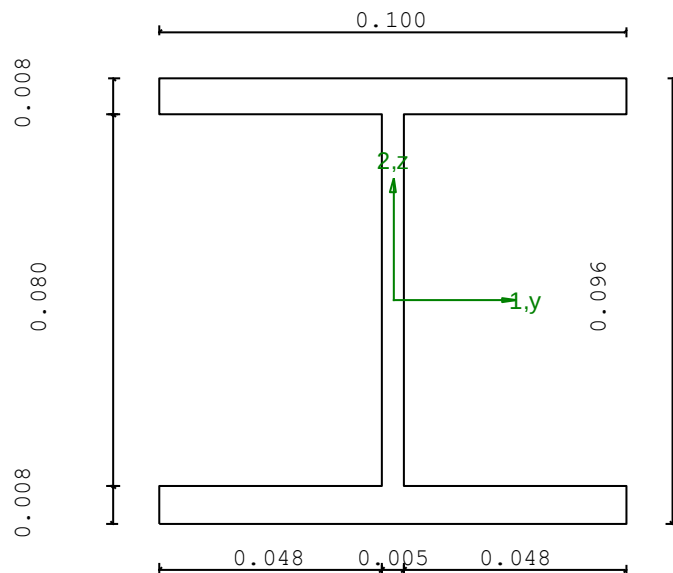
Axis	Critical force	Buckling length	Non-dimensional slenderness	Reduction factor
	P_{cr} [kN]	ℓ_0 [m]	λ^*	χ
y	553.41	2.83	1.19	0.44
z	421.25	2.83	1.36	0.36

Design buckling resistance	Min	$N_{b,Rd} =$	2.71e02 kN
	axis y	$N_{b,y,Rd} =$	3.27e02 kN
	axis z	$N_{b,z,Rd} =$	2.71e02 kN
Design buckling resis. moment	axis y	$M_{b,y,Rd} =$	8.11e00 kNm
	axis z	$M_{b,z,Rd} =$	1.05e01 kNm
Interaction factors		$k_{yy} =$	1.41
		$k_{yz} =$	1.50
		$k_{zy} =$	0.94
		$k_{zz} =$	1.50
Buckling resistance for uniform member in axial compression			
$N_{Ed}/N_{b,Rd} \leq 1$		$F_{I-N} =$	0.83 (Verificato)
Buckling resistance for uniform member in bending and axial compression			
$(N_{Ed}/N_{b,y,Rd}) + k_{yy} (M_{y,Ed}/M_{b,y,Rd}) + k_{yz} (M_{z,Ed}/M_{b,z,Rd}) \leq 1$		$F_{R-PF,y} =$	0.69 (Verificato)
$(N_{Ed}/N_{b,z,Rd}) + k_{zy} (M_{y,Ed}/M_{b,y,Rd}) + k_{zz} (M_{z,Ed}/M_{b,z,Rd}) \leq 1$		$F_{R-PF,z} =$	0.83 (Verificato)

5.1.10. Verifica prop. 20

PROP. 20 - BEAM n. 148 - SECTION IN X = 2.00

o.: TRAVI TERZIARIE Trave: 148 Prop.: 20 Sez.in: 2.0			
LC 27	M1 = -0.57	M2 = -5.45	
	N = 4.83	V1 = -1.05	
	V2 = -9.13	MT = -8.65e-05	
Sez. a Doppio T			
D = 0.0960 B1 = 0.1000 T1 = 0.0080 T2 = 0.0080			
T3 = 0.0050 B2 = 0.1000			
Area = 2.12e-03			
I11 = 3.49e-06			
I22 = 1.34e-06			



STATIC PARAMETERS OF SECTION

Altezza totale	D =	0.10	m
Base inferiore	B1 =	0.10	m
Spessore flangia inferiore	T1 =	8.00e-03	m
Spessore flangia superiore	T2 =	8.00e-03	m
Spessore anima	T3 =	5.00e-03	m
Base superiore	B2 =	0.10	m
Location of elastic center of gravity			
	X1G,e1 =	0.05	m
	X2G,e1 =	0.05	m

Location of plastic center of gravity	$X_{1G,pl}$	= 0.05	m
	$X_{2G,pl}$	= 0.05	m
Distance center of gravity - shear center	$X_{1CT}-X_{1G}$	= 0.00	m
	$X_{2CT}-X_{2G}$	= 0.00	m
Section area	A	= 2.12e-03	m ²
Moment of inertia	axis 1	I_{11}	= 3.49e-06 m ⁴
	axis 2	I_{22}	= 1.34e-06 m ⁴
	axis 3	J	= 3.75e-08 m ⁴
Polar moment respect to shear center	I_p	= 4.65e-06	m ⁴
Warping constant	I_ω	= 2.58e-09	m ⁶
Radius of gyration	axis 1	i_{11}	= 0.04 m
	axis 2	i_{22}	= 0.03 m
Elastic section modulus	Top	$W_{1\ sup,el}$	= 7.27e-05 m ³
	Lower	$W_{1\ inf,el}$	= 7.27e-05 m ³
Elastic section modulus	Right	$W_{2\ dx,el}$	= 2.68e-05 m ³
	Left	$W_{2\ sx,el}$	= 2.68e-05 m ³
Plastic section modulus	axis 1	$W_{1,pl}$	= 7.84e-05 m ³
	axis 2	$W_{2,pl}$	= 4.05e-05 m ³
Shear area	axis 1	$A_{V1,pl}$	= 1.60e-03 m ²
	axis 2	$A_{V2,pl}$	= 4.40e-04 m ²

BEAM'S CHARACTERISTIC:

Length			2.00	m
Multiplier for inflection	axis 1	β_1	= 1.00	
	axis 2	β_2	= 1.00	
	axis 3	β_3	= 1.00	

Attributes for the calculation of instability

	Diagram	ψ	k_c	m_{LT}	C_m
Plan 1	Tipo 9	0.47	0.93	0.44	0.40
Plan 2	Tipo 9	0.57	0.95	0.44	0.40

MATERIAL'S CHARACTERISTIC:

Steel type		S355	
Processing		Laminata	
Modulus of elasticity		E	= 206.00 GPa
Yield strength	(t < 40mm)	f_y	= 355.00 MPa
Ultimate strength	(t < 40mm)	f_u	= 510.00 MPa
Yield strength	(t > 40mm)	f_y	= 335.00 MPa
Ultimate strength	(t > 40mm)	f_u	= 470.00 MPa
Partial safety factor for resistance		γ_{M0}	= 1.05
Partial safety factor for instability		γ_{M1}	= 1.05

INTERNAL FORCES:

Axial force		AF	= 4.83e00	kN
Shear forces	direction 1	V1	= -1.05e00	kN
	direction 2	V2	= -9.13e00	kN
Bending moments	direction 1	M1	= -5.71e-01	kNm
	direction 2	M2	= -5.45e00	kNm
Torque moment		MT	= -8.65e-05	kNm

RESISTANCE OF CROSS-SECTIONS (EN 1993-1-1 § 6.2):

Class of section for the internal force considered:		C1	=	Classe 1
Axis with greater inertia		y-y	=	1-1
Axis with less inertia		z-z	=	2-2
Axial resistance		N_{Rd}	=	716.76 kN
Design plastic shear resistance	axis y	$V_{pl,y,Rd}$	=	85.89 kN
Reduction for torsion		coeff	=	1.00
		$V_{pl,y,T,Rd}$	=	85.88 kN
Design plastic shear resistance	axis z	$V_{pl,z,Rd}$	=	312.32 kN
Reduction for torsion		coeff	=	1.00
		$V_{pl,z,T,Rd}$	=	312.31 kN
Design resistance for bending	axis y	$M_{y,Rd}$	=	26.51 kNm
Reduction for shear		coeff	=	1.00
		$M_{y,V,Rd}$	=	26.51 kNm
Design resistance for bending	axis z	$M_{z,Rd}$	=	13.69 kNm

Reduction for shear	coeff = 1.00	
	$M_{z,V,Rd} = 13.69$	kNm
Design torsional resistance	$T_{Rd} = 0.91$	kNm
Verification of plastic resistance for axial and bending moment		
$(N_{Ed}/N_{Rd}) + (M_{y,Ed}/M_{y,Rd}) + (M_{z,Ed}/M_{z,Rd}) \leq 1$	$F_{R-PF} = 0.25$	Verificato
Verification of plastic resistance for shear		
$(V_{y,Ed}/V_{y,Rd}) + (V_{z,Ed}/V_{z,Rd}) \leq 1$	$F_{R-V} = 0.11$	Verificato
Verification of elastic resistance for torsion		
$(T_{Ed}/T_{Rd}) \leq 1$	$F_{R-T} = 0.00$	Verificato
Verification of elastic resistance for tensile stress		
$\tau_{Ed} \cdot \sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}/f_y \leq 1$	$F_{R-\tau} = 0.11$	Verificato

BUCKLING RESISTANCE FOR MEMBERS (EN 1993-1-1 § 6.3):

Class of section for the internal force considered:

C1 = Classe 1

Axial force

$N_{Ed} = 4.71e00$ kN

Bending moment

$M_{z,Ed} = -5.71e-01$ kNm

$M_{y,Ed} = -5.45e00$ kNm

Table of critical loads

Axis	Critical force	Buckling length	Non-dimensional slenderness	Reduction factor
	P_{cr} [kN]	ℓ_0 [m]	λ^*	χ
y	1808.36	2.00	0.65	0.81
z	694.33	2.00	1.04	0.52
θ	1991.82	2.00	0.61	0.78
min	694.33		1.04	0.52
	M_{cr} [Nmm]	ℓ_0 [mm]	λ^*_{LT}	χ_{LT}
Bending/torsion	53.18	2.00	0.72	0.86

Design buckling resistance	Min	$N_{b,Rd} = 3.70e02$	kN
	axis y	$N_{b,y,Rd} = 5.83e02$	kN
	axis z	$N_{b,z,Rd} = 3.70e02$	kN
Design buckling resis. moment	axis y	$M_{b,y,Rd} = 2.27e01$	kNm
	axis z	$M_{z,Rd} = 1.37e01$	kNm
Interaction factors		$k_{yy} = 0.40$	
		$k_{yz} = 0.24$	
		$k_{zy} = 1.00$	
		$k_{zz} = 0.40$	

Buckling resistance for uniform member in axial compression

$N_{Ed}/N_{b,Rd} \leq 1$ $F_{I-N} = 0.00$ (Verificato)

Buckling resistance for uniform member in bending and axial compression

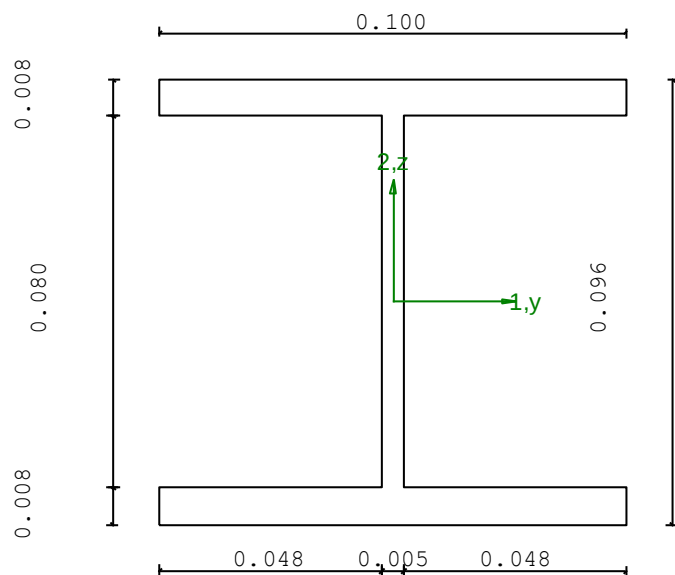
$(N_{Ed}/N_{b,y,Rd}) + k_{yy} (M_{y,Ed}/M_{b,y,Rd}) + k_{yz} (M_{z,Ed}/M_{z,Rd}) \leq 1$ $F_{R-PF,y} = 0.26$ (Verificato)

$(N_{Ed}/N_{b,z,Rd}) + k_{zy} (M_{y,Ed}/M_{b,y,Rd}) + k_{zz} (M_{z,Ed}/M_{z,Rd}) \leq 1$ $F_{R-PF,z} = 0.11$ (Verificato)

PROP. 20 - BEAM n. 147 - SECTION IN X = 0.00

o.: TRAVI TERZIARIE Trave: 147 Prop.: 20 Sez.in: 0.0

LC 27	M1 = -0.57	M2 = -5.45
	N = 0.42	V1 = 1.06
	V2 = 9.08	MT = -5.09e-05
Sez. a Doppio T		
D = 0.0960	B1 = 0.1000	T1 = 0.0080 T2 = 0.0080
	T3 = 0.0050	B2 = 0.1000
Area	= 2.12e-03	
I11	= 3.49e-06	
I22	= 1.34e-06	



STATIC PARAMETERS OF SECTION

Altezza totale	D =	0.10	m
Base inferiore	B1 =	0.10	m
Spessore flangia inferiore	T1 =	8.00e-03	m
Spessore flangia superiore	T2 =	8.00e-03	m
Spessore anima	T3 =	5.00e-03	m
Base superiore	B2 =	0.10	m
Location of elastic center of gravity			
	X1G,el	= 0.05	m
	X2G,el	= 0.05	m
Location of plastic center of gravity			
	X1G,pl	= 0.05	m
	X2G,pl	= 0.05	m
Distance center of gravity - shear center			
	X1CT-X1G	= 0.00	m
	X2CT-X2G	= 0.00	m
Section area	A =	2.12e-03	m ²
Moment of inertia	axis 1	I11 =	3.49e-06 m ⁴
	axis 2	I22 =	1.34e-06 m ⁴
	axis 3	J =	3.75e-08 m ⁴
Polar moment respect to shear center	Ip =	4.65e-06	m ⁴
Warping constant	Iω =	2.58e-09	m ⁶
Radius of gyration	axis 1	i11 =	0.04 m
	axis 2	i22 =	0.03 m
Elastic section modulus	Top	W1 sup,el =	7.27e-05 m ³
	Lower	W1 inf,el =	7.27e-05 m ³
Elastic section modulus	Right	W2 dx,el =	2.68e-05 m ³
	Left	W2 sx,el =	2.68e-05 m ³
Plastic section modulus	axis 1	W1,pl =	7.84e-05 m ³
	axis 2	W2,pl =	4.05e-05 m ³
Shear area	axis 1	Av1,pl =	1.60e-03 m ²
	axis 2	Av2,pl =	4.40e-04 m ²

BEAM'S CHARACTERISTIC:

Length			2.00	m
Multiplier for inflection	axis 1	$\beta_1 =$	1.00	
	axis 2	$\beta_2 =$	1.00	
	axis 3	$\beta_3 =$	1.00	

Attributes for the calculation of instability

	Diagram	ψ	k_c	m_{LT}	C_m
Plan 1	Tipo 9	0.43	0.93	0.44	0.40
Plan 2	Tipo 9	0.59	0.95	0.44	0.40

MATERIAL'S CHARACTERISTIC:

Steel type		S355	
Processing		Laminata	
Modulus of elasticity		$E =$	206.00 GPa
Yield strength	(t < 40mm)	$f_y =$	355.00 MPa
Ultimate strength	(t < 40mm)	$f_u =$	510.00 MPa
Yield strength	(t > 40mm)	$f_y =$	335.00 MPa
Ultimate strength	(t > 40mm)	$f_u =$	470.00 MPa
Partial safety factor for resistance		$\gamma_{M0} =$	1.05
Partial safety factor for instability		$\gamma_{M1} =$	1.05

INTERNAL FORCES:

Axial force		AF =	4.18e-01	kN
Shear forces	direction 1	V1 =	1.06e00	kN
	direction 2	V2 =	9.08e00	kN
Bending moments	direction 1	M1 =	-5.71e-01	kNm
	direction 2	M2 =	-5.45e00	kNm
Torque moment		MT =	-5.09e-05	kNm

RESISTANCE OF CROSS-SECTIONS (EN 1993-1-1 § 6.2):

Class of section for the internal force considered:				
		C1 =	Classe 1	
Axis with greater inertia		y-y =	1-1	
Axis with less inertia		z-z =	2-2	
Axial resistance		$N_{Rd} =$	716.76	kN
Design plastic shear resistance	axis y	$V_{pl,y,Rd} =$	85.89	kN
Reduction for torsion		coeff =	1.00	
		$V_{pl,y,T,Rd} =$	85.89	kN
Design plastic shear resistance	axis z	$V_{pl,z,Rd} =$	312.32	kN
Reduction for torsion		coeff =	1.00	
		$V_{pl,z,T,Rd} =$	312.31	kN
Design resistance for bending	axis y	$M_{y,Rd} =$	26.51	kNm
Reduction for shear		coeff =	1.00	
		$M_{y,V,Rd} =$	26.51	kNm
Design resistance for bending	axis z	$M_{z,Rd} =$	13.69	kNm
Reduction for shear		coeff =	1.00	
		$M_{z,V,Rd} =$	13.69	kNm
Design torsional resistance		$T_{Rd} =$	0.91	kNm
Verification of plastic resistance for axial and bending moment				
$(N_{Ed}/N_{Rd}) + (M_{y,Ed}/M_{y,Rd}) + (M_{z,Ed}/M_{z,Rd}) \leq 1$		$F_{R-PF} =$	0.25	Verificato
Verification of plastic resistance for shear				
$(V_{y,Ed}/V_{y,Rd}) + (V_{z,Ed}/V_{z,Rd}) \leq 1$		$F_{R-V} =$	0.11	Verificato
Verification of elastic resistance for torsion				
$(T_{Ed}/T_{Rd}) \leq 1$		$F_{R-T} =$	0.00	Verificato
Verification of elastic resistance for tensile stress				
$\tau_{Ed} \cdot \sqrt{3} \cdot \gamma_{M0} / f_y \leq 1$		$F_{R-\tau} =$	0.10	Verificato

BUCKLING RESISTANCE FOR MEMBERS (EN 1993-1-1 § 6.3):

Class of section for the internal force considered:			
		C1 =	Classe 1
Axial force		$N_{Ed} =$	4.18e-01 kN

Bending moment

$$M_{z,ED} = -5.71e-01 \text{ kNm}$$

$$M_{y,ED} = -5.45e00 \text{ kNm}$$

Table of critical loads

Axis	Critical force P_{cr} [kN]	Buckling length ℓ_0 [m]	Non-dimensional slenderness λ^*	Reduction factor χ
y	1808.36	2.00	0.65	0.81
z	694.33	2.00	1.04	0.52
θ	1991.82	2.00	0.61	0.78
min	694.33		1.04	0.52
	M_{cr} [Nmm]	ℓ_0 [mm]	λ^*_{LT}	χ_{LT}
Bending/torsion	53.18	2.00	0.72	0.86

Design buckling resistance

$$\begin{aligned} \text{Min} \quad N_{b,Rd} &= 3.70e02 \text{ kN} \\ \text{axis y} \quad N_{b,y,Rd} &= 5.83e02 \text{ kN} \\ \text{axis z} \quad N_{b,z,Rd} &= 3.70e02 \text{ kN} \end{aligned}$$

Design buckling resis. moment

$$\begin{aligned} \text{axis y} \quad M_{b,y,Rd} &= 2.27e01 \text{ kNm} \\ \text{axis z} \quad M_{z,Rd} &= 1.37e01 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Interaction factors

$$\begin{aligned} k_{yy} &= 0.40 \\ k_{yz} &= 0.24 \\ k_{zy} &= 1.00 \\ k_{zz} &= 0.40 \end{aligned}$$

Buckling resistance for uniform member in axial compression

$$N_{Ed}/N_{b,Rd} \leq 1 \quad F_{I-N} = 0.00 \quad (\text{Verificato})$$

Buckling resistance for uniform member in bending and axial compression

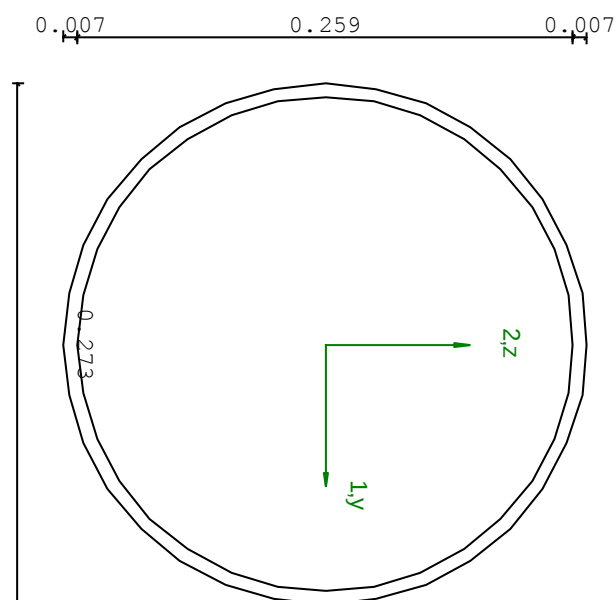
$$(N_{Ed}/N_{b,y,Rd}) + k_{yy} (M_{y,Ed}/M_{b,y,Rd}) + k_{yz} (M_{z,Ed}/M_{z,Rd}) \leq 1 \quad F_{R-PF,y} = 0.26 \quad (\text{Verificato})$$

$$(N_{Ed}/N_{b,z,Rd}) + k_{zy} (M_{y,Ed}/M_{b,y,Rd}) + k_{zz} (M_{z,Ed}/M_{z,Rd}) \leq 1 \quad F_{R-PF,z} = 0.11 \quad (\text{Verificato})$$

5.1.11. Verifica prop. 21

PROP. 21 - BEAM n. 98 - SECTION IN X = 1.10

Grp.: Traverse Trave: 98 Prop.: 21 Sez.in: 1.10			
LC 28	M1 = 90.97	M2 = 21.44	
	N = 0.10	V1 = 65.67	
	V2 = 15.24	MT = 0.02	
Sezione Circolare cava			
D = 0.2730 T1 = 0.0071			
Area = 5.93e-03			
I11 = 5.25e-05			
I22 = 5.25e-05			



STATIC PARAMETERS OF SECTION

Diametro		D =	0.27	m
Spessore		T1 =	7.10e-03	m
Location of elastic center of gravity				
		X1G,e1	= 0.14	m
		X2G,e1	= 0.14	m
Location of plastic center of gravity				
		X1G,p1	= 0.14	m
		X2G,p1	= 0.14	m
Distance center of gravity - shear center				
		X1CT-X1G	= 0.00	m
		X2CT-X2G	= 0.00	m
Section area				
		A =	5.93e-03	m ²
Moment of inertia				
	axis 1	I11 =	5.25e-05	m ⁴
	axis 2	I22 =	5.25e-05	m ⁴
	axis 3	J =	1.05e-04	m ⁴
Polar moment respect to shear center				
		Ip =	1.05e-04	m ⁴
Warping constant				
		Iω =	0.00	m ⁶
Radius of gyration				
	axis 1	i11 =	0.09	m
	axis 2	i22 =	0.09	m
Elastic section modulus				
	Top	W1 sup,e1 =	3.84e-04	m ³
	Lower	W1 inf,e1 =	3.84e-04	m ³
Elastic section modulus				
	Right	W2 dx,e1 =	3.84e-04	m ³
	Left	W2 sx,e1 =	3.84e-04	m ³
Plastic section modulus				
	axis 1	W1,p1 =	5.02e-04	m ³
	axis 2	W2,p1 =	5.02e-04	m ³
Shear area				
	axis 1	Av1,p1 =	3.78e-03	m ²
	axis 2	Av2,p1 =	3.78e-03	m ²

BEAM'S CHARACTERISTIC:

Length			1.10	m
Multiplier for inflection	axis 1	$\beta_1 =$	2.55	
	axis 2	$\beta_2 =$	2.55	
	axis 3	$\beta_3 =$	1.00	

Attributes for the calculation of instability

	Diagram	ψ	k_c	m_{LT}	C_m
Plan 1	Tipo 2	0.21	0.79	0.68	0.68
Plan 2	Tipo 2	0.22	0.79	0.69	0.69

MATERIAL'S CHARACTERISTIC:

Steel type		S355		
Processing		Laminata		
Modulus of elasticity		$E =$	206.00	GPa
Yield strength	(t < 40mm)	$f_y =$	355.00	MPa
Ultimate strength	(t < 40mm)	$f_u =$	510.00	MPa
Yield strength	(t > 40mm)	$f_y =$	335.00	MPa
Ultimate strength	(t > 40mm)	$f_u =$	470.00	MPa
Partial safety factor for resistance		$\gamma_{M0} =$	1.05	
Partial safety factor for instability		$\gamma_{M1} =$	1.05	

INTERNAL FORCES:

Axial force		$AF =$	9.60e-02	kN
Shear forces	direction 1	$V1 =$	6.57e01	kN
	direction 2	$V2 =$	1.52e01	kN
Bending moments	direction 1	$M1 =$	9.10e01	kNm
	direction 2	$M2 =$	2.14e01	kNm
Torque moment		$MT =$	2.30e-02	kNm

RESISTANCE OF CROSS-SECTIONS (EN 1993-1-1 § 6.2):

Class of section for the internal force considered:				
		$C1 =$	Classe 2	
Axis with greater inertia		$y-y =$	2-2	
	Axis with less inertia	$z-z =$	1-1	
Axial resistance		$N_{Rd} =$	2005.24	kN
Design plastic shear resistance axis y Reduction for torsion		$V_{pl,y,Rd} =$	737.03	kN
		$coeff =$	1.00	
		$V_{pl,y,T,Rd} =$	736.92	kN
Design plastic shear resistance axis z Reduction for torsion		$V_{pl,z,Rd} =$	737.03	kN
		$coeff =$	1.00	
		$V_{pl,z,T,Rd} =$	736.92	kN
Design resistance for bending axis y Reduction for shear		$M_{y,Rd} =$	169.76	kNm
		$coeff =$	1.00	
		$M_{y,V,Rd} =$	169.76	kNm
Design resistance for bending axis z Reduction for shear		$M_{z,Rd} =$	169.76	kNm
		$coeff =$	1.00	
		$M_{z,V,Rd} =$	169.76	kNm
Design torsional resistance		$T_{Rd} =$	153.92	kNm
Verification of plastic resistance for axial and bending moment				
$(N_{Ed}/N_{Rd}) + (M_{y,Ed}/M_{y,Rd}) + (M_{z,Ed}/M_{z,Rd}) \leq 1$		$F_{R-PF} =$	0.55	Verificato
Verification of plastic resistance for shear				
$(V_{y,Ed}/V_{y,Rd}) + (V_{z,Ed}/V_{z,Rd}) \leq 1$		$F_{R-V} =$	0.11	Verificato
Verification of elastic resistance for torsion				
$(T_{Ed}/T_{Rd}) \leq 1$		$F_{R-T} =$	0.00	Verificato
Verification of elastic resistance for tensile stress				
$\tau_{Ed} \cdot \sqrt{(3) \cdot \gamma_{M0}/f_y} \leq 1$		$F_{R-\tau} =$	0.12	Verificato

BUCKLING RESISTANCE FOR MEMBERS (EN 1993-1-1 § 6.3):

Class of section for the internal force considered:			
		$C1 =$	Classe 2
Axial force		$N_{Ed} =$	9.60e-02 kN

Bending moment $M_{z,ED} = 9.10e01 \text{ kNm}$
 $M_{y,ED} = 2.14e01 \text{ kNm}$

Table of critical loads

Axis	Critical force $P_{cr} \text{ [kN]}$	Buckling length $\ell_0 \text{ [m]}$	Non-dimensional slenderness λ^*	Reduction factor χ
y	13867.10	2.80	0.39	0.96
z	13867.10	2.80	0.39	0.96

Design buckling resistance Min $N_{b,Rd} = 1.92e03 \text{ kN}$
axis y $N_{b,y,Rd} = 1.92e03 \text{ kN}$
axis z $N_{b,z,Rd} = 1.92e03 \text{ kN}$

Design buckling resis. moment axis y $M_{b,y,Rd} = 1.75e02 \text{ kNm}$
axis z $M_{z,Rd} = 1.70e02 \text{ kNm}$

Interaction factors $k_{yy} = 0.69$
 $k_{yz} = 0.41$
 $k_{zy} = 0.41$
 $k_{zz} = 0.68$

Buckling resistance for uniform member in axial compression

$$N_{Ed}/N_{b,Rd} \leq 1 \quad F_{I-N} = 0.00 \quad (\text{Verificato})$$

Buckling resistance for uniform member in bending and axial compression

$$(N_{Ed}/N_{b,y,Rd}) + k_{yy} (M_{y,Ed}/M_{b,y,Rd}) + k_{yz} (M_{z,Ed}/M_{z,Rd}) \leq 1 \quad F_{R-PF,y} = 0.42 \quad (\text{Verificato})$$

$$(N_{Ed}/N_{b,z,Rd}) + k_{zy} (M_{y,Ed}/M_{b,y,Rd}) + k_{zz} (M_{z,Ed}/M_{z,Rd}) \leq 1 \quad F_{R-PF,z} = 0.30 \quad (\text{Verificato})$$

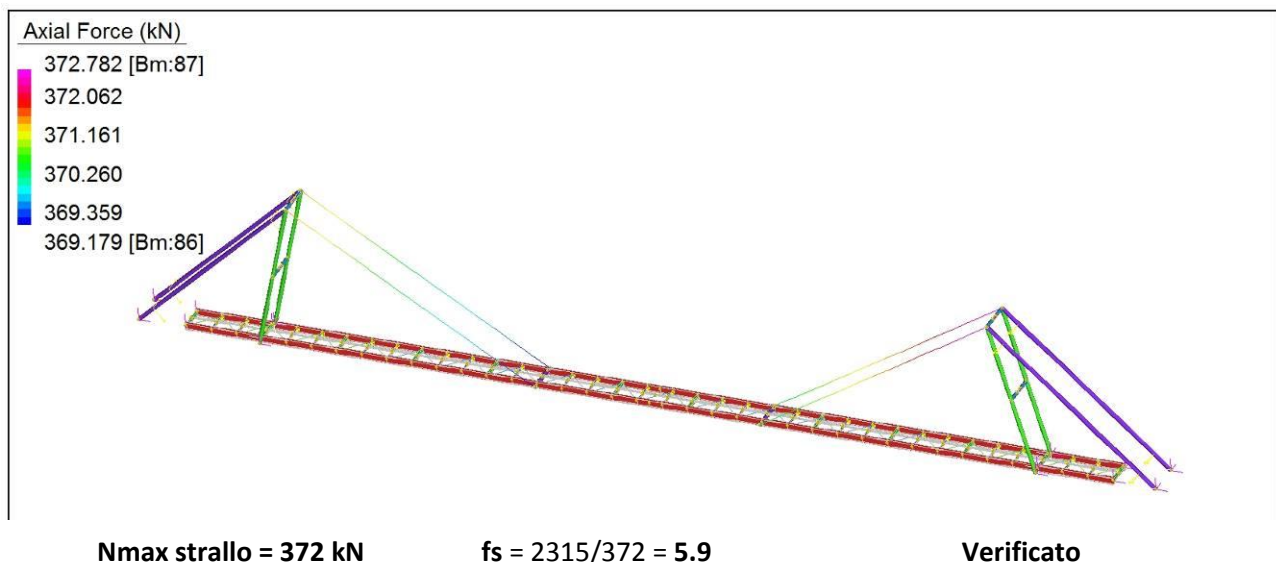
5.2. VERIFICA PORTATA DEGLI STRALLI

Gli stralli selezionati sono dei $\varnothing 48$ in acciaio armonico con le seguenti caratteristiche:

$\varnothing$ d (mm)	Sezione metallica Metallic cross section A (mm ²)	Forza di rottura minima Minimum breaking force MBF (kN)	Rigidezza elastica Elastic stiffness E-A (MN)	Massa Mass m (kg/m)
32	681	1015	112	5.6
36	862	1285	142	7.1
40	1077	1605	178	8.9
44	1303	1945	215	10.7
48	1551	2315	256	12.8
52	1841	2750	304	15.2
56	2136	3190	352	17.6
60	2452	3660	405	20.2
64	2789	4165	460	23.0

La forza di rottura minima dichiarata è pari a **2315 kN**

Dai calcoli si ricava quanto segue:



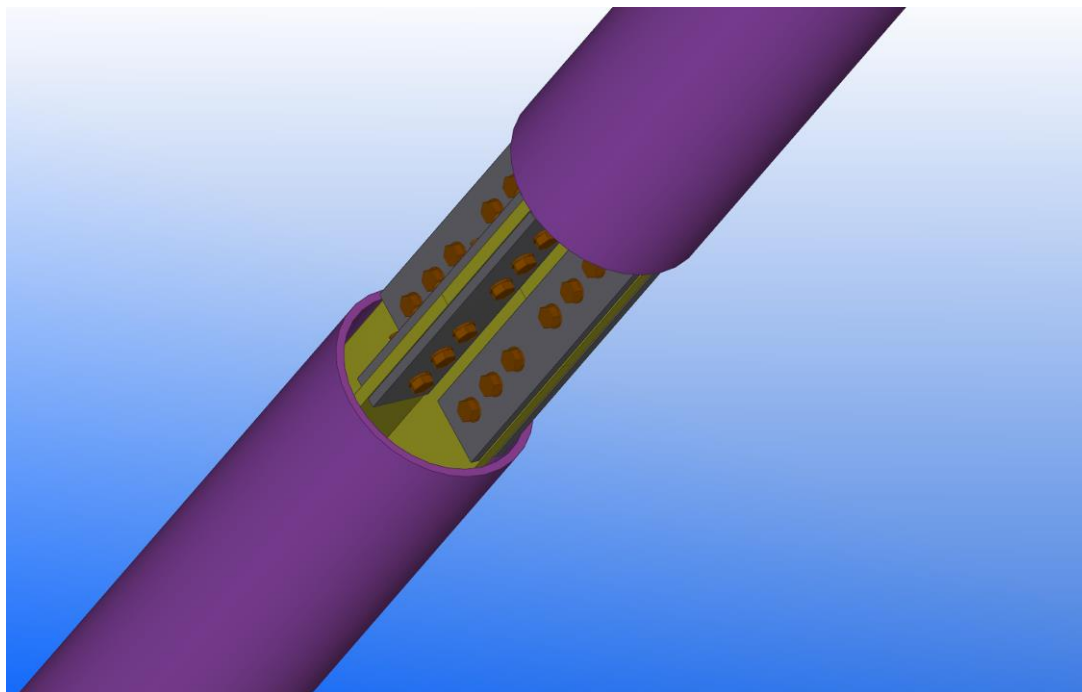
5.3. VERIFICA DEI NODI

In questo paragrafo, riportiamo la verifica delle giunzioni principali della struttura primaria. Ogni giunto viene analizzato nelle peggiori condizioni di carico tra SLU e SLV.

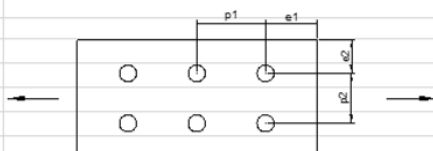
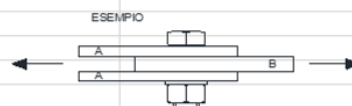
5.3.1. Verifica Giunzione a croce del tirante passivo

Il tirante passivo è un elemento tubolare e viene giuntato in continuità mediante un giunto a croce come rappresentato in figura con l'inserimento di 12+12 bulloni a taglio M20 8.8.

La massima forza di trazione registrata dai calcoli allo SLU è pari a 665 kN



Caratteristiche del bullone			
	8.8		Materiale bullone
f_{tb}	800	Mpa	Resistenza a rottura del materiale del bullone
	M20		Dimensione bullone
d	20	mm	Diametro bullone
d_o	22	mm	Diametro foro
d_m	27.7	mm	Diametro medio testa
A_{res}	245	mm ²	Area resistente
	bordo		bordo / interno in direzione parallela al carico applicato
	bordo		bordo / interno in direzione perpendicolare al carico applicato
	1		Piani di taglio
γ_{m2}	1.25		Coefficiente di sicurezza
Caratteristiche della piastra			
	S275		Materiale piastra
f_{tk}	430	MPa	Resistenza a rottura del materiale degli elementi bullonati
t_a	20	mm	Spessore del materiale base per l'elemento A (verifica a rifollamento)
	1		Quantità di elementi con spessore t_a
t_b	15	mm	Spessore del materiale base per l'elemento B (verifica a rifollamento)
	2		Quantità di elementi con spessore t_b
t_p	15	mm	Spessore piatto (verifica a punzonamento)
e_1	60	mm	
e_2	60	mm	
p_1	70	mm	
p_2	70	mm	



RESISTENZA A TAGLIO					
α_L	0.91				
k	2.5			$\alpha = \min \{e1/(3 d0) ; f_{tb}/f_t; 1\}$	
$k \cdot \alpha_L$	2.27			$k = \min \{2,8 e2/d0 - 1,7 ; 2,5\}$	
$F_{v,Rd}$	94080	N	Resistenza a taglio del bullone (per piano di taglio)	$F_{v,Rd} = 0,6 f_{tb} A_{res} / \gamma_{M2}$	
$F_{v,Rd}$	94080	N	Resistenza a taglio per 1 piano di taglio		
$F_{b,Rd}$	312727	N	Resistenza a rifollamento del materiale base per ciascun elemento A	$F_{b,Rd} = k \alpha f_{tk} d t / \gamma_{M2}$	
$F_{b,Rd}$	312727	N	Resistenza a rifollamento del materiale base per 1 elemento A		
$F_{b,Rd}$	234545	N	Resistenza a rifollamento del materiale base per ciascun elemento B	$F_{b,Rd} = k \alpha f_{tk} d t / \gamma_{M2}$	
$F_{b,Rd}$	469091	N	Resistenza a rifollamento del materiale base per 2 elementi B		
$F_{v,Rd}$	94080	N	Resistenza complessiva a taglio	$\min(F_{v,Rd}; F_{b,Rd})$	
RESISTENZA A TRAZIONE					
$F_{t,Rd}$	141120	N	Resistenza a trazione	$F_{t,Rd} = 0,6 f_{tr} A_{res} / \gamma_{M2}$	
$B_{p,Rd}$	269420	N	Resistenza a punzonamento	$B_{p,Rd} = 0,6 p_{dm} t_p f_{tk} / \gamma_{M2}$	
$F_{t,Rd}$	141120	N	Resistenza complessiva a trazione	$\min(B_{p,Rd}; F_{t,Rd})$	
SOLLECITAZIONI					
$F_{v,Ed}$	665000	N			
$F_{t,Ed}$	0	N			
N. BULLONI					
	12				
$F_{v,Rd}$	1128960	N	Resistenza complessiva a taglio		
VERIFICHE					
$F_{v,Ed}$	$\leq$	$F_{v,Rd}$	VERIFICATO - 59%		
$F_{t,Ed}$	$\leq$	$F_{t,Rd}$	VERIFICATO - 0%		
$F_{v,Ed} / F_{v,Rd} + F_{t,Ed} / 1,4 F_{t,Rd}$	0.59				
$F_{v,Ed} / F_{v,Rd} + F_{t,Ed} / 1,4 F_{t,Rd}$	$\leq$	1	VERIFICATO - 59%		

5.3.2. Verifica Giunzione a croce del traverso del portale

Il traverso del portale è un elemento tubolare e viene giuntato in mezzaria (dove il momento è quasi nullo) mediante un giunto a croce come rappresentato in figura con l'inserimento di 12+12 bulloni a taglio M20 8.8.

I massimi sforzi registrati dai calcoli allo SLU sono i seguenti:

$$N_{max} = 140.6 \text{ kN}$$

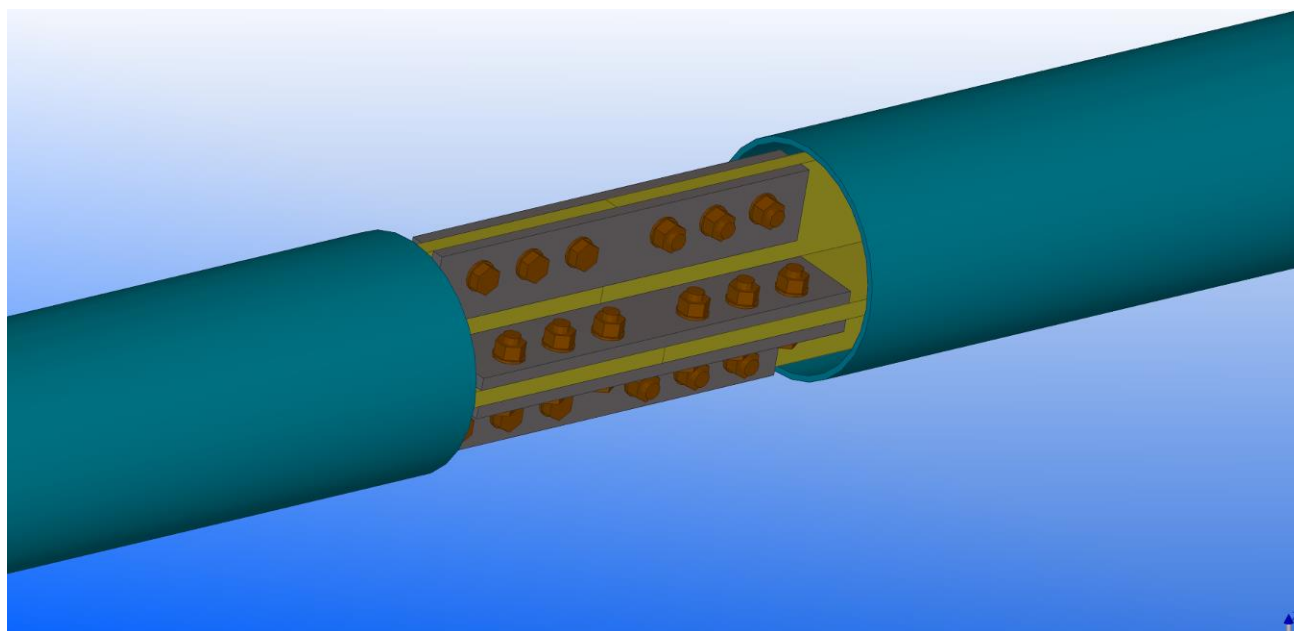
$$M1 = 5.3 \text{ kNm}$$

$$T1 = 17.2 \text{ kN}$$

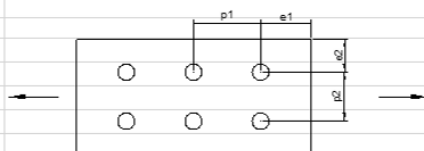
$$M2 = 20 \text{ kNm}$$

$$T2 = 65 \text{ kN}$$

Combinando gli effetti delle sollecitazioni e suddividendo i momenti per l'interasse delle file di bulloni si ottiene una forza tagliante sulla singola fila costituita da 3 bulloni un taglio agente pari a 160 kN.



Caratteristiche del bullone			
	8.8		Materiale bullone
f_{tb}	800	Mpa	Resistenza a rottura del materiale del bullone
	M20		Dimensione bullone
d	20	mm	Diametro bullone
d_o	22	mm	Diametro foro
d_m	27.7	mm	Diametro medio testa
A_{res}	245	mm ²	Area resistente
	bordo		bordo / interno in direzione parallela al carico applicato
	bordo		bordo / interno in direzione perpendicolare al carico applicato
	1		Piani di taglio
γ_{m2}	1.25		Coefficiente di sicurezza
Caratteristiche della piastra			
	S275		Materiale piastra
f_{tk}	430	MPa	Resistenza a rottura del materiale degli elementi bullonati
t_A	20	mm	Spessore del materiale base per l'elemento A (verifica a rifollamento)
	1		Quantità di elementi con spessore t_A
t_B	15	mm	Spessore del materiale base per l'elemento B (verifica a rifollamento)
	2		Quantità di elementi con spessore t_B
t_p	15	mm	Spessore piatto (verifica a punzonamento)
e_1	60	mm	
e_2	60	mm	
p_1	70	mm	
p_2	70	mm	

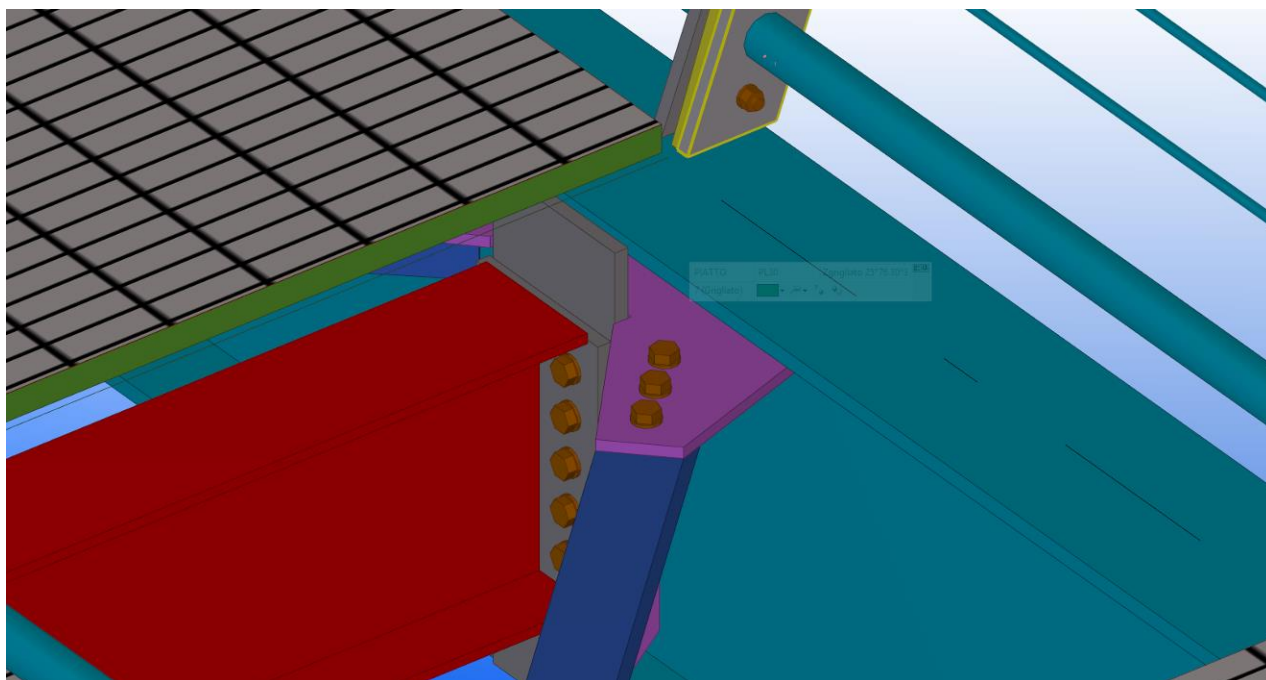


RESISTENZA A TAGLIO					
α	0.91				
k	2.5			$\alpha = \min \{ e1/(3 d0) ; f_{tb}/f_t ; 1 \}$	
$k \cdot \alpha$	2.27			$k = \min \{ 2,8 e2/d0 - 1,7 ; 2,5 \}$	
$F_{v,Rd}$	94080	N	Resistenza a taglio del bullone (per piano di taglio)	$F_{v,Rd} = 0,6 f_{tb} A_{res} / \gamma_{M2}$	
$F_{v,Rd}$	94080	N	Resistenza a taglio per 1 piano di taglio		
$F_{b,Rd}$	312727	N	Resistenza a rifollamento del materiale base per ciascun elemento A	$F_{b,Rd} = k \alpha f_{tk} d t / \gamma_{M2}$	
$F_{b,Rd}$	312727	N	Resistenza a rifollamento del materiale base per 1 elemento A		
$F_{b,Rd}$	234545	N	Resistenza a rifollamento del materiale base per ciascun elemento B	$F_{b,Rd} = k \alpha f_{tk} d t / \gamma_{M2}$	
$F_{b,Rd}$	469091	N	Resistenza a rifollamento del materiale base per 2 elementi B		
$F_{v,Rd}$	94080	N	Resistenza complessiva a taglio	$\min(F_{v,Rd}; F_{b,Rd})$	
RESISTENZA A TRAZIONE					
$F_{t,Rd}$	141120	N	Resistenza a trazione	$F_{t,Rd} = 0,6 f_{tr} A_{res} / \gamma_{M2}$	
$B_{p,Rd}$	269420	N	Resistenza a punzonamento	$B_{p,Rd} = 0,6 p_{dm} t p_{f_{tk}} / \gamma_{M2}$	
$F_{t,Rd}$	141120	N	Resistenza complessiva a trazione	$\min(B_{p,Rd}; F_{t,Rd})$	
SOLLECITAZIONI					
$F_{v,Ed}$	160000	N			
$F_{t,Ed}$	0	N			
N. BULLONI					
	3				
$F_{v,Rd}$	282240	N	Resistenza complessiva a taglio		
VERIFICHE					
$F_{v,Ed}$	$\leq$	$F_{v,Rd}$	VERIFICATO - 57%		
$F_{t,Ed}$	$\leq$	$F_{t,Rd}$	VERIFICATO - 0%		
$F_{v,Ed} / F_{v,Rd} + F_{t,Ed} / 1,4 F_{t,Rd}$	0.57				
$F_{v,Ed} / F_{v,Rd} + F_{t,Ed} / 1,4 F_{t,Rd}$	$\leq$	1	VERIFICATO - 57%		

5.3.3. Verifica giunzione controvento singolo

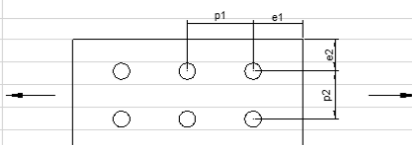
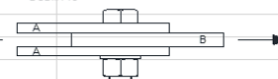
Il controvento singolo è costituito da un UPN80 e viene giuntato alla struttura principale tramite una piastra da 10mm e 3 bulloni M16 8.8 disposti in fila longitudinalmente al controvento.

Il massimo sforzo assiale calcolato nell'elemento è pari a 115 kN.



Caratteristiche del bullone					
	8.8		Materiale bullone		
f_{tb}	800	Mpa	Resistenza a rottura del materiale del bullone		
	M16		Dimensione bullone		
d	16	mm	Diametro bullone		
d_o	18	mm	Diametro foro		
d_m	22	mm	Diametro medio testa		
A_{res}	157	mm ²	Area resistente		
	bordo		bordo / interno in direzione parallela al carico applicato		
	bordo		bordo / interno in direzione perpendicolare al carico applicato		
	1		Piani di taglio		
γ_{m2}	1.25		Coefficiente di sicurezza		
Caratteristiche della piastra					
	S275		Materiale piastra		
f_{tk}	430	MPa	Resistenza a rottura del materiale degli elementi bullonati		
t_A	6	mm	Spessore del materiale base per l'elemento A (verifica a rifollamento)		
	1		Quantità di elementi con spessore t_A		
t_B	10	mm	Spessore del materiale base per l'elemento B (verifica a rifollamento)		
	1		Quantità di elementi con spessore t_B		
t_p	10	mm	Spessore piatto (verifica a punzonamento)		
e_1	30	mm			
e_2	30	mm			
p_1	40	mm			
p_2	40	mm			

ESEMPIO

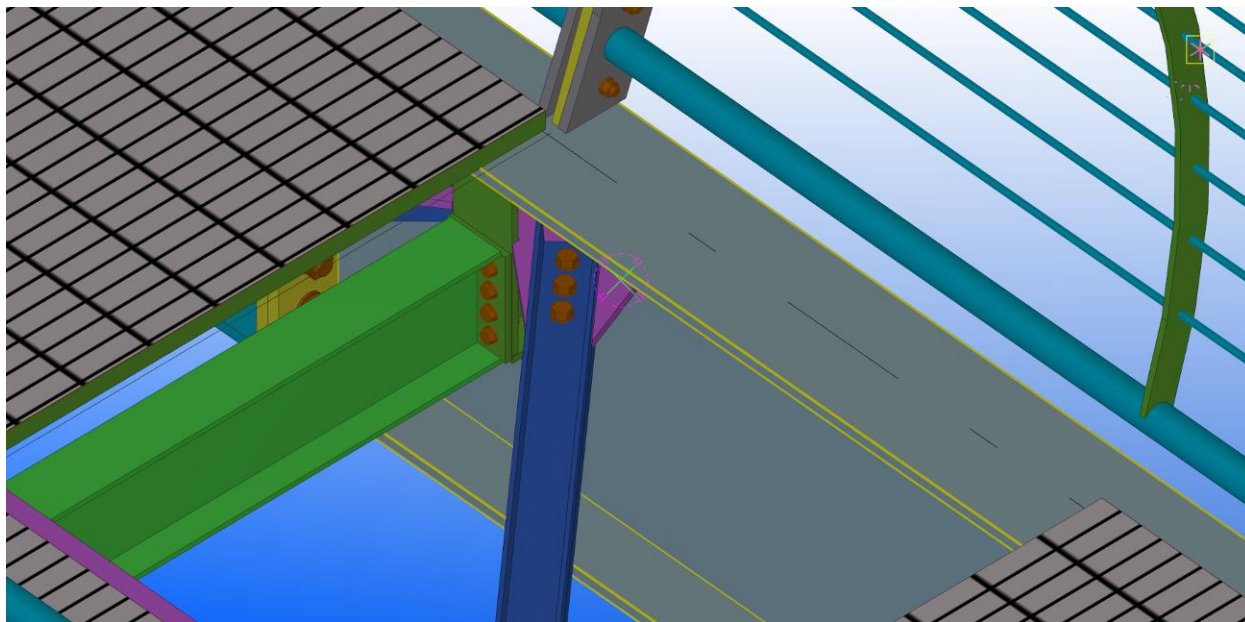


RESISTENZA A TAGLIO					
α	0.56				
k	2.5			$\alpha = \min \{ e1 / (3 d0) ; f_{tb} / f_t ; 1 \}$	
$k^* \alpha$	1.39			$k = \min \{ 2,8 e2 / d0 - 1,7 ; 2,5 \}$	
$F_{v,Rd}$	60288	N	Resistenza a taglio del bullone (per piano di taglio)	$F_{v,Rd} = 0,6 f_{tb} A_{res} / \gamma_{M2}$	
$F_{v,Rd}$	60288	N	Resistenza a taglio per 1 piano di taglio		
$F_{b,Rd}$	45867	N	Resistenza a rifollamento del materiale base per ciascun elemento A	$F_{b,Rd} = k \alpha f_{tk} d t / \gamma_{M2}$	
$F_{b,Rd}$	45867	N	Resistenza a rifollamento del materiale base per 1 elemento A		
$F_{b,Rd}$	76444	N	Resistenza a rifollamento del materiale base per ciascun elemento B	$F_{b,Rd} = k \alpha f_{tk} d t / \gamma_{M2}$	
$F_{b,Rd}$	76444	N	Resistenza a rifollamento del materiale base per 1 elementi B		
$F_{v,Rd}$	45867	N	Resistenza complessiva a taglio	$\min(F_{v,Rd}; F_{b,Rd})$	
RESISTENZA A TRAZIONE					
$F_{t,Rd}$	90432	N	Resistenza a trazione	$F_{t,Rd} = 0,6 f_{tr} A_{res} / \gamma_{M2}$	
$B_{p,Rd}$	142653	N	Resistenza a punzonamento	$B_{p,Rd} = 0,6 p_{dm} t p_{ftk} / \gamma_{M2}$	
$F_{t,Rd}$	90432	N	Resistenza complessiva a trazione	$\min(B_{p,Rd}; F_{t,Rd})$	
SOLLECITAZIONI					
$F_{v,Ed}$	115000	N			
$F_{t,Ed}$	0	N			
N. BULLONI					
$F_{v,Rd}$	137600	N	Resistenza complessiva a taglio		
VERIFICHE					
$F_{v,Ed}$	<=	$F_{v,Rd}$	VERIFICATO - 84%		
$F_{t,Ed}$	<=	$F_{t,Rd}$	VERIFICATO - 0%		
$F_{v,Ed} / F_{v,Rd} + F_{t,Ed} / 1,4 F_{t,Rd}$	0.84				
$F_{v,Ed} / F_{v,Rd} + F_{t,Ed} / 1,4 F_{t,Rd}$	<=	1	VERIFICATO - 84%		

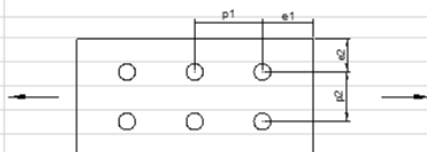
5.3.4. Verifica giunzione controvento doppio

Il controvento doppio è costituito da 2 UPN80 e viene giuntato alla struttura principale tramite una piastra da 10mm e 3 bulloni M16 8.8 disposti in fila longitudinalmente al controvento.

Il massimo sforzo assiale calcolato nell'elemento è pari a 230 kN.



Caratteristiche del bullone			
	8.8		Materiale bullone
f_{tb}	800	Mpa	Resistenza a rottura del materiale del bullone
	M16		Dimensione bullone
d	16	mm	Diametro bullone
d_o	18	mm	Diametro foro
d_m	22	mm	Diametro medio testa
A_{res}	157	mm ²	Area resistente
	bordo		bordo / interno in direzione parallela al carico applicato
	bordo		bordo / interno in direzione perpendicolare al carico applicato
	2		Piani di taglio
γ_{m2}	1.25		Coefficiente di sicurezza
Caratteristiche della piastra			
	S275		Materiale piastra
f_{sk}	430	MPa	Resistenza a rottura del materiale degli elementi bullonati
t_a	6	mm	Spessore del materiale base per l'elemento A (verifica a rifollamento)
	2		Quantità di elementi con spessore t_a
t_b	12	mm	Spessore del materiale base per l'elemento B (verifica a rifollamento)
	1		Quantità di elementi con spessore t_b
t_p	10	mm	Spessore piatto (verifica a punzonamento)
e_1	30	mm	
e_2	30	mm	
p_1	40	mm	
p_2	40	mm	



RESISTENZA A TAGLIO				
α	0.56			$\alpha = \min \{ e1 / (3 d0) ; f_{tb} / f_t ; 1 \}$
k	2.5			$k = \min \{ 2,8 e2 / d0 - 1,7 ; 2,5 \}$
$k \cdot \alpha$	1.39			
$F_{v,Rd}$	60288	N	Resistenza a taglio del bullone (per piano di taglio)	$F_{v,Rd} = 0,6 f_{tb} A_{res} / \gamma_{M2}$
$F_{v,Rd}$	120576	N	Resistenza a taglio per 2 piani di taglio	
$F_{b,Rd}$	45867	N	Resistenza a rifollamento del materiale base per ciascun elemento A	$F_{b,Rd} = k \alpha f_{tk} d t / \gamma_{M2}$
$F_{b,Rd}$	91733	N	Resistenza a rifollamento del materiale base per 2 elementi A	
$F_{b,Rd}$	91733	N	Resistenza a rifollamento del materiale base per ciascun elemento B	$F_{b,Rd} = k \alpha f_{tk} d t / \gamma_{M2}$
$F_{b,Rd}$	91733	N	Resistenza a rifollamento del materiale base per 1 elementi B	
$F_{v,Rd}$	91733	N	Resistenza complessiva a taglio	$\min(F_{v,Rd}; F_{b,Rd})$
RESISTENZA A TRAZIONE				
$F_{t,Rd}$	90432	N	Resistenza a trazione	$F_{t,Rd} = 0,6 f_{tr} A_{res} / \gamma_{M2}$
$B_{p,Rd}$	142653	N	Resistenza a punzonamento	$B_{p,Rd} = 0,6 p_{dm} t p f_{tk} / \gamma_{M2}$
$F_{t,Rd}$	90432	N	Resistenza complessiva a trazione	$\min(B_{p,Rd}; F_{t,Rd})$
SOLLECITAZIONI				
$F_{v,Ed}$	230000	N		
$F_{t,Ed}$	0	N		
N. BULLONI				
$F_{v,Rd}$	275200	N	Resistenza complessiva a taglio	
VERIFICHE				
$F_{v,Ed}$	<=	$F_{v,Rd}$	VERIFICATO - 84%	
$F_{t,Ed}$	<=	$F_{t,Rd}$	VERIFICATO - 0%	
$F_{v,Ed} / F_{v,Rd} + F_{t,Ed} / 1,4 F_{t,Rd}$	0.84			
$F_{v,Ed} / F_{v,Rd} + F_{t,Ed} / 1,4 F_{t,Rd}$	<=	1	VERIFICATO - 84%	

5.3.5. Verifica appoggio dell'impalcato con taglio longitudinale

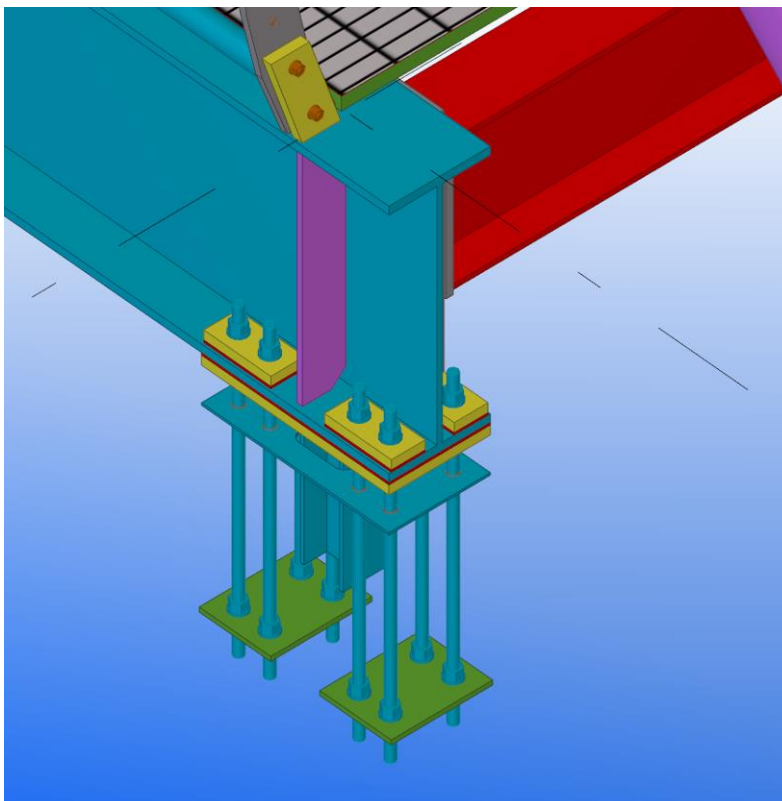
L'appoggio fisso è assicurato al calcestruzzo mediante 8 barre M20 10.9 annegate nel calcestruzzo.

Le massime forze registrate nell'analisi sono le seguenti:

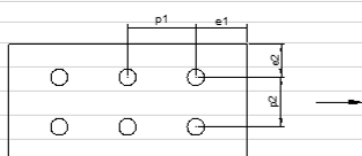
$$N_{\max} = 53 \text{ kN (trazione verso l'alto)}$$

$$T_{\max} \text{ combinato} = 350 \text{ kN}$$

La verifica viene condotta lato trave. Per la verifica delle barre nel calcestruzzo verranno verificate a parte nel capitolo relativo gli appoggi.



RESISTENZA DELLE UNIONI BULLONATE		
<i>Caratteristiche del bullone</i>		
	10.9	Materiale bullone
f_{tb}	1000	Mpa Resistenza a rottura del materiale del bullone
	M20	Dimensione bullone
d	20	mm Diametro bullone
d_o	22	mm Diametro foro
d_m	27.7	mm Diametro medio testa
A_{res}	245	mm ² Area resistente
	bordo	bordo / interno in direzione parallela al carico applicato
	bordo	bordo / interno in direzione perpendicolare al carico applicato
	1	Piani di taglio
γ_{m2}	1.25	Coefficiente di sicurezza
<i>Caratteristiche della piastra</i>		
	S275	Materiale piastra
f_{tk}	430	MPa Resistenza a rottura del materiale degli elementi bullonati
t_a	20	mm Spessore del materiale base per l'elemento A (verifica a rifollamento)
	1	Quantità di elementi con spessore t_a
t_b	17.5	mm Spessore del materiale base per l'elemento B (verifica a rifollamento)
	1	Quantità di elementi con spessore t_b
t_p	17.5	mm Spessore piatto (verifica a punzonamento)
e_1	60	mm
e_2	40	mm
p_1	70	mm
p_2	130	mm



RESISTENZA A TAGLIO					
α	0.91				$\alpha = \min \{e1/(3 d0) ; f_{tb}/f_t; 1\}$
k	2.5				$k = \min \{2,8 e2/d0 - 1,7 ; 2,5\}$
$k \cdot \alpha$	2.27				
$F_{v,Rd}$	98000	N	Resistenza a taglio del bullone (per piano di taglio)		$F_{v,Rd} = 0,5 f_{tb} A_{res} / \gamma_{M2}$
$F_{v,Rd}$	98000	N	Resistenza a taglio per 1 piano di taglio		
$F_{b,Rd}$	312727	N	Resistenza a rifollamento del materiale base per ciascun elemento A		$F_{b,Rd} = k \alpha f_{tk} d t / \gamma_{M2}$
$F_{b,Rd}$	312727	N	Resistenza a rifollamento del materiale base per 1 elemento A		
$F_{b,Rd}$	273636	N	Resistenza a rifollamento del materiale base per ciascun elemento B		$F_{b,Rd} = k \alpha f_{tk} d t / \gamma_{M2}$
$F_{b,Rd}$	273636	N	Resistenza a rifollamento del materiale base per 1 elementi B		
$F_{v,Rd}$	98000	N	Resistenza complessiva a taglio		$\min(F_{v,Rd}; F_{b,Rd})$
RESISTENZA A TRAZIONE					
$F_{t,Rd}$	176400	N	Resistenza a trazione		$F_{t,Rd} = 0,6 f_{tr} A_{res} / \gamma_{M2}$
$B_{p,Rd}$	314324	N	Resistenza a punzonamento		$B_{p,Rd} = 0,6 p_{dm} t p_{tk} / \gamma_{M2}$
$F_{t,Rd}$	176400	N	Resistenza complessiva a trazione		$\min(B_{p,Rd}; F_{t,Rd})$
SOLLECITAZIONI					
$F_{v,Ed}$	350000	N			
$F_{t,Ed}$	54000	N			
N. BULLONI					
	8				
$F_{v,Rd}$	784000	N	Resistenza complessiva a taglio		
VERIFICHE					
$F_{v,Ed}$	$\leq$	$F_{v,Rd}$	VERIFICATO - 45%		
$F_{t,Ed}$	$\leq$	$F_{t,Rd}$	VERIFICATO - 31%		
$F_{v,Ed} / F_{v,Rd} + F_{t,Ed} / 1,4 F_{t,Rd}$	0.67				
$F_{v,Ed} / F_{v,Rd} + F_{t,Ed} / 1,4 F_{t,Rd}$	$\leq$	1	VERIFICATO - 67%		

5.3.6. Verifica appoggio dell'impalcato con taglio trasversale

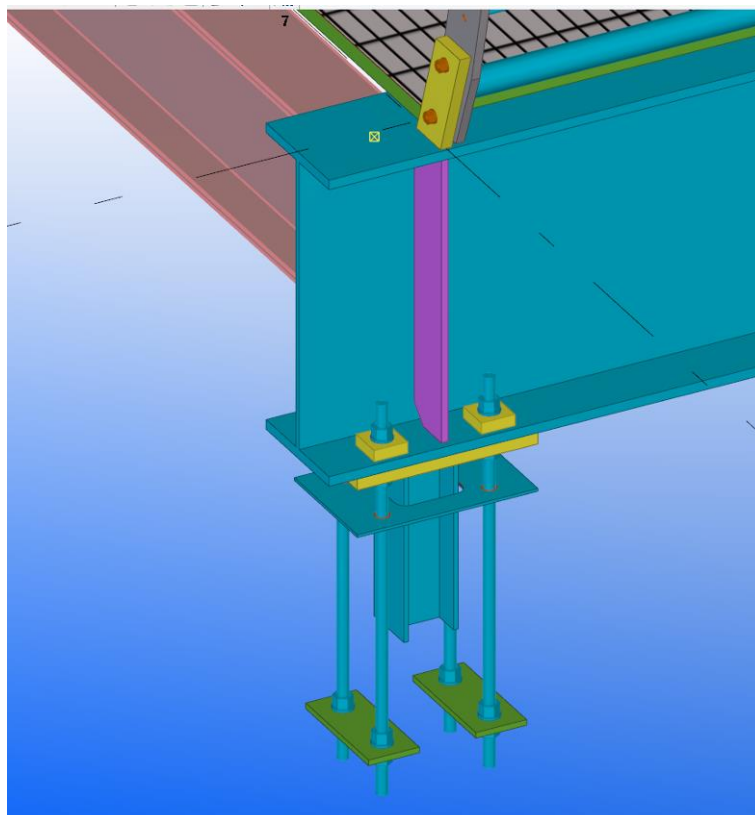
L'appoggio è assicurato al calcestruzzo mediante 4 barre M24 10.9 annegate nel calcestruzzo.

Le massime forze registrate nell'analisi sono le seguenti:

$$N_{max} = 53 \text{ kN (trazione verso l'alto)}$$

$$T_{max} = 295 \text{ kN}$$

La verifica viene condotta lato trave. Per la verifica delle barre nel calcestruzzo verranno verificate a parte nel capitolo relativo gli appoggi.



Caratteristiche del bullone			
	10.9		Materiale bullone
f_{tb}	1000	Mpa	Resistenza a rottura del materiale del bullone
	M24		Dimensione bullone
d	24	mm	Diametro bullone
d_o	26	mm	Diametro foro
d_m	33.25	mm	Diametro medio testa
A_{res}	353	mm ²	Area resistente
	bordo		bordo / interno in direzione parallela al carico applicato
	bordo		bordo / interno in direzione perpendicolare al carico applicato
	1		Piani di taglio
γ_{m2}	1.25		Coefficiente di sicurezza
Caratteristiche della piastra			
	S275		Materiale piastra
f_{tx}	430	MPa	Resistenza a rottura del materiale degli elementi bullonati
t_A	20	mm	Spessore del materiale base per l'elemento A (verifica a rifollamento)
	1		Quantità di elementi con spessore t_A
t_B	17.5	mm	Spessore del materiale base per l'elemento B (verifica a rifollamento)
	1		Quantità di elementi con spessore t_B
t_p	17.5	mm	Spessore piatto (verifica a punzonamento)
e_1	60	mm	
e_2	40	mm	
p_1	70	mm	
p_2	130	mm	

ESEMPIO

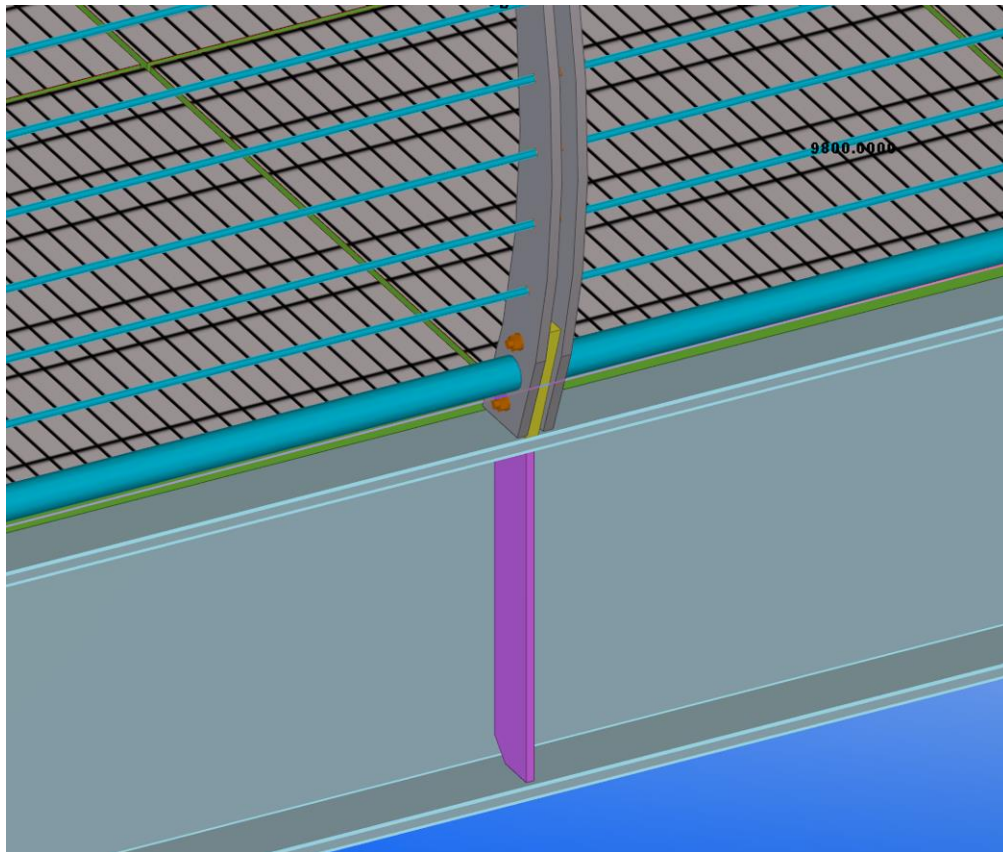


RESISTENZA A TAGLIO				
α_L	0.77			$\alpha = \min \{e1/(3 \cdot d0) ; f_{tb}/f_t; 1\}$
k	2.5			$k = \min \{2,8 \cdot e2/d0 - 1,7 ; 2,5\}$
$k \cdot \alpha_L$	1.92			
$F_{v,Rd}$	141200	N	Resistenza a taglio del bullone (per piano di taglio)	$F_{v,Rd} = 0,5 \cdot f_{tb} \cdot A_{res} / \gamma_{M2}$
$F_{v,Rd}$	141200	N	Resistenza a taglio per 1 piano di taglio	
$F_{b,Rd}$	317538	N	Resistenza a rifollamento del materiale base per ciascun elemento A	$F_{b,Rd} = k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot d \cdot t / \gamma_{M2}$
$F_{b,Rd}$	317538	N	Resistenza a rifollamento del materiale base per 1 elemento A	
$F_{b,Rd}$	277846	N	Resistenza a rifollamento del materiale base per ciascun elemento B	$F_{b,Rd} = k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot d \cdot t / \gamma_{M2}$
$F_{b,Rd}$	277846	N	Resistenza a rifollamento del materiale base per 1 elementi B	
$F_{v,Rd}$	141200	N	Resistenza complessiva a taglio	$\min(F_{v,Rd}; F_{b,Rd})$
RESISTENZA A TRAZIONE				
$F_{t,Rd}$	254160	N	Resistenza a trazione	$F_{t,Rd} = 0,6 \cdot f_{tr} \cdot A_{res} / \gamma_{M2}$
$B_{p,Rd}$	377302	N	Resistenza a punzonamento	$B_{p,Rd} = 0,6 \cdot p \cdot d_m \cdot t_p \cdot f_{tk} / \gamma_{M2}$
$F_{t,Rd}$	254160	N	Resistenza complessiva a trazione	$\min(B_{p,Rd}; F_{t,Rd})$
SOLLECITAZIONI				
$F_{v,Ed}$	295000	N		
$F_{t,Ed}$	55000	N		
N. BULLONI				
$F_{v,Ed}$	564800	N	Resistenza complessiva a taglio	
VERIFICHE				
$F_{v,Ed}$	$\leq$	$F_{v,Rd}$	VERIFICATO - 52%	
$F_{t,Ed}$	$\leq$	$F_{t,Rd}$	VERIFICATO - 22%	
$F_{v,Ed} / F_{v,Rd} + F_{t,Ed} / 1,4 \cdot F_{t,Rd}$	0.68			
$F_{v,Ed} / F_{v,Rd} + F_{t,Ed} / 1,4 \cdot F_{t,Rd}$	$\leq$	1	VERIFICATO - 68%	

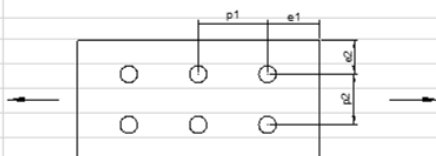
5.3.7. Verifica giunzione del parapetto

Il parapetto è costituito da due lame sp.15mm bullonate su un piatto sp.20mm con 2M12 8.8 ad interasse 120mm.

Data la spinta di normativa pari a 1.5 kN/m a 1.1m da piano calpestabile e l'interasse dei montanti pari a 2.0m si ottiene una forza tagliante sui bulloni pari a 41.25 kN.



Caratteristiche del bullone			
	8.8		Materiale bullone
f_{tb}	800	Mpa	Resistenza a rottura del materiale del bullone
	M12		Dimensione bullone
d	12	mm	Diametro bullone
d_o	14	mm	Diametro foro
d_m	16.63	mm	Diametro medio testa
A_{res}	84	mm ²	Area resistente
	bordo		bordo / interno in direzione parallela al carico applicato
	bordo		bordo / interno in direzione perpendicolare al carico applicato
	2		Piani di taglio
γ_{m2}	1.25		Coefficiente di sicurezza
Caratteristiche della piastra			
	S275		Materiale piastra
f_{tk}	430	MPa	Resistenza a rottura del materiale degli elementi bullonati
t_A	20	mm	Spessore del materiale base per l'elemento A (verifica a rifollamento)
	1		Quantità di elementi con spessore t_A
t_B	15	mm	Spessore del materiale base per l'elemento B (verifica a rifollamento)
	2		Quantità di elementi con spessore t_B
t_p	17.5	mm	Spessore piatto (verifica a punzonamento)
e_1	40	mm	
e_2	40	mm	
p_1	60	mm	
p_2	60	mm	



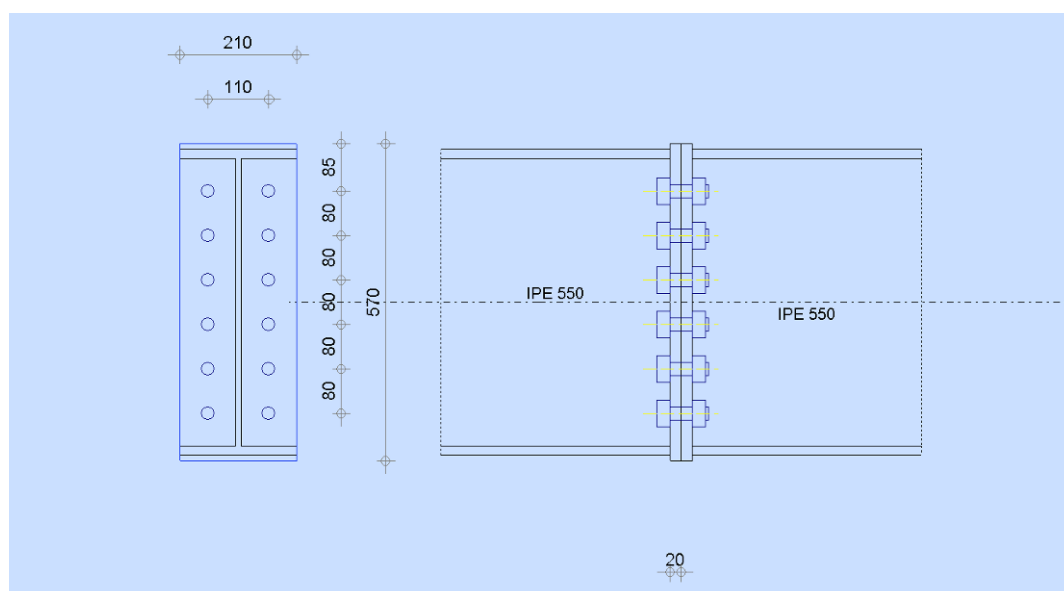
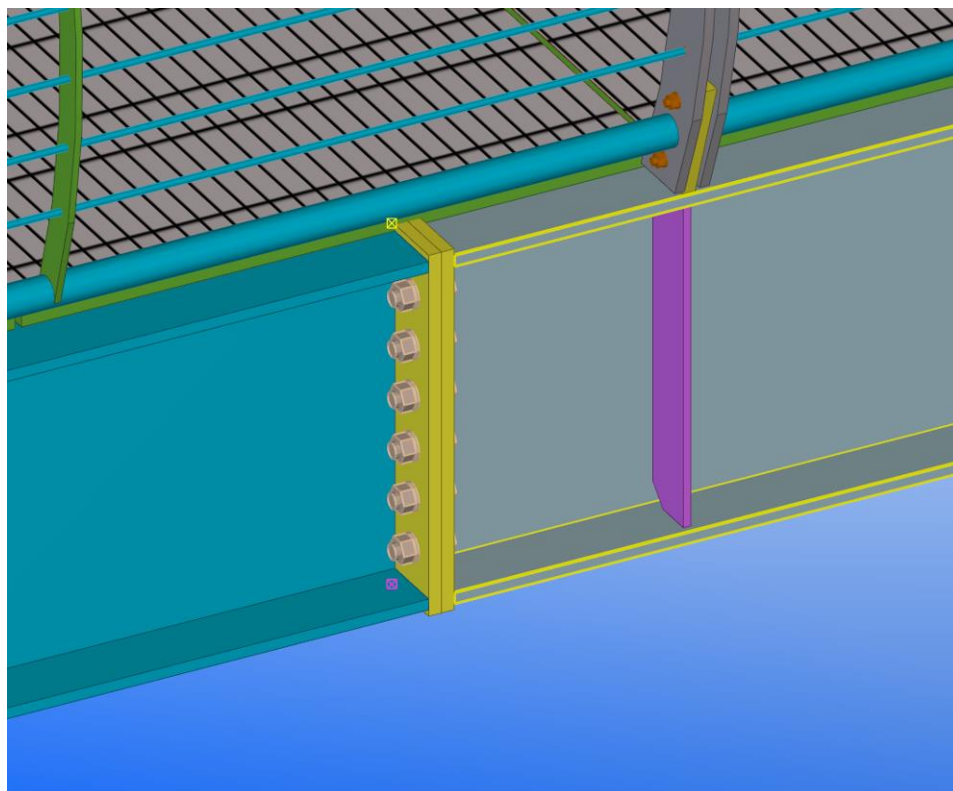
RESISTENZA A TAGLIO				
α	0.95			
k	2.5			$\alpha = \min \{ e1/(3 \cdot d0) ; f_{tb}/f_t ; 1 \}$
$k \cdot \alpha$	2.38			$k = \min \{ 2,8 \cdot e2/d0 - 1,7 ; 2,5 \}$
$F_{v,Rd}$	32256	N	Resistenza a taglio del bullone (per piano di taglio)	$F_{v,Rd} = 0,6 \cdot f_{tb} \cdot A_{res} / \gamma_{M2}$
$F_{v,Rd}$	64512	N	Resistenza a taglio per 2 piani di taglio	
$F_{b,Rd}$	196571	N	Resistenza a rifollamento del materiale base per ciascun elemento A	$F_{b,Rd} = k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot d \cdot t / \gamma_{M2}$
$F_{b,Rd}$	196571	N	Resistenza a rifollamento del materiale base per 1 elemento A	
$F_{b,Rd}$	147429	N	Resistenza a rifollamento del materiale base per ciascun elemento B	$F_{b,Rd} = k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot d \cdot t / \gamma_{M2}$
$F_{b,Rd}$	294857	N	Resistenza a rifollamento del materiale base per 2 elementi B	
$F_{v,Rd}$	64512	N	Resistenza complessiva a taglio	$\min(F_{v,Rd}; F_{b,Rd})$
RESISTENZA A TRAZIONE				
$F_{t,Rd}$	48384	N	Resistenza a trazione	$F_{t,Rd} = 0,6 \cdot f_{tr} \cdot A_{res} / \gamma_{M2}$
$B_{p,Rd}$	188708	N	Resistenza a punzonamento	$B_{p,Rd} = 0,6 \cdot p \cdot d \cdot m \cdot t_p \cdot f_{tk} / \gamma_{M2}$
$F_{t,Rd}$	48384	N	Resistenza complessiva a trazione	$\min(B_{p,Rd}; F_{t,Rd})$
SOLLECITAZIONI				
$F_{v,Ed}$	41250	N		
$F_{t,Ed}$	0	N		
N. BULLONI				
$F_{v,Rd}$	64512	N	Resistenza complessiva a taglio	
VERIFICHE				
$F_{v,Ed}$	$\leq$	$F_{v,Rd}$	VERIFICATO - 64%	
$F_{t,Ed}$	$\leq$	$F_{t,Rd}$	VERIFICATO - 0%	
$F_{v,Ed} / F_{v,Rd} + F_{t,Ed} / 1,4 \cdot F_{t,Rd}$	0.64			
$F_{v,Ed} / F_{v,Rd} + F_{t,Ed} / 1,4 \cdot F_{t,Rd}$	$\leq$	1	VERIFICATO - 64%	

5.3.8. Verifica giunto di continuità IPE550 – Flangiato

La IPE550 è suddivisa in 7 tronchi. Le giunzioni sono di 2 tipi: con flangia di testa e 6+6 M24 10.9 e con giunto-coprigiunto. Tutte le giunzioni sono state localizzate nei punti di azzeramento dei momenti nella maggior parte delle combinazioni di carico. Per questioni di montaggio le giunzioni sono tutte flangiate tranne quella del tronco centrale in modo da consentire il completamento della trave con i necessari margini di tolleranza per la posa.

La giunzione flangiata è sottoposta alle seguenti sollecitazioni estreme:

- Caso1. $M = 240 \text{ kNm}$ $T = 90 \text{ kN}$ $N = -377 \text{ kN}$
- Caso2. $M = 240 \text{ kNm}$ $T = 90 \text{ kN}$ $N = 600 \text{ kN}$



CASO 1

Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2018
Calcolo del giunto incastrato Trave - Trave
 EN 1993-1-8:2005/AC:2009

Coefficiente
0,86

Generale

N. giunto: 5
 Nome del giunto: Trave - trave
 Geometria

Lato sinistro

Trave

Profilato: IPE 550

a = -180,0 [Deg] Angolo d'inclinazione
 h_{bl} = 550 [mm] Altezza della sezione della trave
 b_{tbl} = 210 [mm] Larghezza della sezione della trave
 t_{wbl} = 11 [mm] Spessore dell'anima della sezione della trave
 t_{tbl} = 17 [mm] Spessore dell'ala della sezione della trave
 r_{bl} = 24 [mm] Raggio di raccordo della sezione della trave
 A_{bl} = 134,00 [cm²] Area della sezione della trave
 I_{xbl} = 67120,00 [cm⁴] Momento di inerzia della sezione della trave

Materiale: S 275

f_{yb} = 275,00 [MPa] Resistenza

Lato destro

Trave

Profilato: IPE 550

a = 0,0 [Deg] Angolo d'inclinazione
 h_{br} = 550 [mm] Altezza della sezione della trave
 b_{tbr} = 210 [mm] Larghezza della sezione della trave
 t_{wbr} = 11 [mm] Spessore dell'anima della sezione della trave
 t_{tbr} = 17 [mm] Spessore dell'ala della sezione della trave
 r_{br} = 24 [mm] Raggio di raccordo della sezione della trave
 A_{br} = 134,00 [cm²] Area della sezione della trave
 I_{xbr} = 67120,00 [cm⁴] Momento di inerzia della sezione della trave

Materiale: S 275

f_{yb} = 275,00 [MPa] Resistenza

Bulloni

Il piano di taglio attraversa la parte NON FILETTATA del bullone.

d = 24 [mm] Diametro del bullone
 Classe = 10.9 Classe del bullone
 F_{tRd} = 254,16 [kN] Resistenza del bullone alla trazione
 n_h = 2 Numero di colonne dei bulloni
 n_v = 6 Numero di file di bulloni
 h₁ = 85 [mm] Distanza del primo bullone dal bordo superiore della lamiera estrema
 Distanza orizzontale e_i = 110 [mm]
 Distanza verticale p_i = 80;80;80;80;80 [mm]

Lamiera

h_{pr} = 570 [mm] Altezza della lamiera
 b_{pr} = 210 [mm] Larghezza della lamiera
 t_{pr} = 20 [mm] Spessore della lamiera

Materiale: S 275

f_{ypr} = 275,00 [MPa] Resistenza

Saldature in angolo esterno

a_w = 10 [mm] Saldatura dell'anima
 a_f = 10 [mm] Saldatura dell'ala

Coefficienti di materiale

g_{M0} = 1,00 Coefficiente di sicurezza parziale [2.2]
 g_{M1} = 1,00 Coefficiente di sicurezza parziale [2.2]
 g_{M2} = 1,25 Coefficiente di sicurezza parziale [2.2]
 g_{M3} = 1,25 Coefficiente di sicurezza parziale [2.2]

Carichi

Stato limite ultimo (SLU)

Condizione Calcolo manuale.

$M_{b1,Ed}$	=	240,00	[kN*m]	Momento flettente nella trave destra
$V_{b1,Ed}$	=	90,00	[kN]	Azione di taglio nella trave destra
$N_{b1,Ed}$	=	600,00	[kN]	Azione assiale nella trave destra

Risultati**Resistenze della trave****TRAZIONE**

A_b	=	134,00	[cm ²]	Area di sezione	EN1993-1-1:[6.2.3]
$N_{tb,Rd}$	=	$A_b f_{yb} / g_{M0}$			
$N_{tb,Rd}$	=	3685,00	[kN]	Resistenza di calcolo della sezione alla trazione	EN1993-1-1:[6.2.3]

TAGLIO

A_{vb}	=	71,93	[cm ²]	Area al taglio	EN1993-1-1:[6.2.6.(3)]
$V_{cb,Rd}$	=	$A_{vb} (f_{yb} / \sqrt{3}) / g_{M0}$			
$V_{cb,Rd}$	=	1141,97	[kN]	Resistenza di calcolo della sezione al taglio	EN1993-1-1:[6.2.6.(2)]
$V_{b1,Ed} / V_{cb,Rd}$	=	1,0		0,08 < 1,00	verificato (0,08)

FLESSIONE - MOMENTO PLASTICO (SENZA RINFORZI)

W_{plb}	=	2787,01	[cm ³]	Fattore plastico della sezione	EN1993-1-1:[6.2.5.(2)]
$M_{b,pl,Rd}$	=	$W_{plb} f_{yb} / g_{M0}$			
$M_{b,pl,Rd}$	=	766,43	[kN*m]	Resistenza plastica della sezione alla flessione (senza rinforzi)	EN1993-1-1:[6.2.5.(2)]

FLESSIONE AL CONTATTO DELLA PIASTRA O DELL'ELEMENTO GIUNTO

W_{pl}	=	2787,01	[cm ³]	Fattore plastico della sezione	EN1993-1-1:[6.2.5]
$M_{cb,Rd}$	=	$W_{pl} f_{yb} / g_{M0}$			
$M_{cb,Rd}$	=	766,43	[kN*m]	Resistenza di calcolo della sezione alla flessione	EN1993-1-1:[6.2.5]

ALA ED ANIMA ALLA COMPRESSIONE

$M_{cb,Rd}$	=	766,43	[kN*m]	Resistenza di calcolo della sezione alla flessione	EN1993-1-1:[6.2.5]
h_f	=	533	[mm]	Distanza tra i centri di gravità delle ali	[6.2.6.7.(1)]
$F_{c,fb,Rd}$	=	$M_{cb,Rd} / h_f$			
$F_{c,fb,Rd}$	=	1438,49	[kN]	Resistenza dell'ala compressa e dell'anima	[6.2.6.7.(1)]

Parametri geometrici del giunto**LUNGHEZZE EFFICACI E PARAMETRI - PIASTRA D'ESTREMITA**

Nr	m	m_x	e	e_x	p	$l_{eff,cp}$	$l_{eff,nc}$	$l_{eff,1}$	$l_{eff,2}$	$l_{eff,cp,g}$	$l_{eff,nc,g}$	$l_{eff,1,g}$	$l_{eff,2,g}$
1	38	-	50	-	80	240	232	232	232	200	165	165	165
2	38	-	50	-	80	240	215	215	215	160	80	80	80
3	38	-	50	-	80	240	215	215	215	160	80	80	80
4	38	-	50	-	80	240	215	215	215	160	80	80	80
5	38	-	50	-	80	240	215	215	215	160	80	80	80
6	38	-	50	-	80	240	232	232	232	200	165	165	165

m	– Distanza del bullone dall'anima
m_x	– Distanza del bullone dall'ala della trave
e	– Distanza del bullone dal bordo esteriore
e_x	– Distanza del bullone dal bordo esteriore orizzontale
p	– Distanza dei bulloni
$l_{eff,cp}$	– Lunghezza efficace per un bullone nei meccanismi circolari
$l_{eff,nc}$	– Lunghezza efficace per un bullone nei meccanismi non circolari
$l_{eff,1}$	– Lunghezza efficace per un bullone per il modo 1
$l_{eff,2}$	– Lunghezza efficace per un bullone per il modo 2
$l_{eff,cp,g}$	– Lunghezza efficace per un gruppo di bulloni nei meccanismi circolari
$l_{eff,nc,g}$	– Lunghezza efficace per un gruppo di bulloni nei meccanismi non circolari
$l_{eff,1,g}$	– Lunghezza efficace per un gruppo di bulloni per il modo 1
$l_{eff,2,g}$	– Lunghezza efficace per un gruppo di bulloni per il modo 2

Resistenza del giunto alla trazione

$F_{t,Rd}$	=	254,16	[kN]	Resistenza del bullone alla trazione	[Tabella 3.4]
$B_{p,Rd}$	=	466,87	[kN]	Resistenza del bullone al passaggio della testa	[Tabella 3.4]
$F_{t,fc,Rd}$	–	resistenza dell'ala della colonna alla flessione			
$F_{t,wc,Rd}$	–	resistenza dell'anima della colonna alla trazione			
$F_{t,ep,Rd}$	–	resistenza della lamiera alla flessione			
$F_{t,wb,Rd}$	–	resistenza dell'anima alla trazione			
$F_{t,fc,Rd}$	=	$\text{Min} (F_{T,1,fc,Rd}, F_{T,2,fc,Rd}, F_{T,3,fc,Rd})$			[6.2.6.4] , [Tab.6.2]
$F_{t,wc,Rd}$	=	$w b_{eff,t,wc} t_{wc} f_{yc} / g_{M0}$			[6.2.6.3.(1)]
$F_{t,ep,Rd}$	=	$\text{Min} (F_{T,1,ep,Rd}, F_{T,2,ep,Rd}, F_{T,3,ep,Rd})$			[6.2.6.5] , [Tab.6.2]
$F_{t,wb,Rd}$	=	$b_{eff,t,wb} t_{wb} f_{yb} / g_{M0}$			[6.2.6.8.(1)]

RESISTENZA DELLA FILA DI BULLONI NUMERO 1

F_{t1,Rd,comp} - Formula	F_{t1,Rd,comp}	Componente
$F_{t1,Rd} = \text{Min} (F_{t1,Rd,comp})$	431,24	Resistenza della fila di bulloni
$F_{t,ep,Rd(1)} = 431,24$	431,24	Piastra d'estremità - trazione
$F_{t,wb,Rd(1)} = 708,83$	708,83	Anima della trave - trazione
$B_{p,Rd} = 933,73$	933,73	Bulloni al passaggio della testa

RESISTENZA DELLA FILA DI BULLONI NUMERO 2

F_{t2,Rd,comp} - Formula	F_{t2,Rd,comp}	Componente
$F_{t2,Rd} = \text{Min} (F_{t2,Rd,comp})$	274,54	Resistenza della fila di bulloni
$F_{t,ep,Rd(2)} = 420,24$	420,24	Piastra d'estremità - trazione
$F_{t,wb,Rd(2)} = 656,43$	656,43	Anima della trave - trazione
$B_{p,Rd} = 933,73$	933,73	Bulloni al passaggio della testa
$F_{t,ep,Rd(2+1)} - \sum_1^1 F_{tj,Rd} = 705,78 - 431,24$	274,54	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd(2+1)} - \sum_1^1 F_{tj,Rd} = 746,91 - 431,24$	315,67	Anima della trave - trazione - gruppo

RESISTENZA DELLA FILA DI BULLONI NUMERO 3

F_{t3,Rd,comp} - Formula	F_{t3,Rd,comp}	Componente
$F_{t3,Rd} = \text{Min} (F_{t3,Rd,comp})$	186,96	Resistenza della fila di bulloni
$F_{t,ep,Rd(3)} = 420,24$	420,24	Piastra d'estremità - trazione
$F_{t,wb,Rd(3)} = 656,43$	656,43	Anima della trave - trazione
$B_{p,Rd} = 933,73$	933,73	Bulloni al passaggio della testa
$F_{t,ep,Rd(3+2)} - \sum_2^2 F_{tj,Rd} = 461,50 - 274,54$	186,96	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd(3+2)} - \sum_2^2 F_{tj,Rd} = 488,40 - 274,54$	213,86	Anima della trave - trazione - gruppo
$F_{t,ep,Rd(3+2+1)} - \sum_2^1 F_{tj,Rd} = 936,53 - 705,78$	230,75	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd(3+2+1)} - \sum_2^1 F_{tj,Rd} = 991,11 - 705,78$	285,33	Anima della trave - trazione - gruppo

RESISTENZA DELLA FILA DI BULLONI NUMERO 4

F_{t4,Rd,comp} - Formula	F_{t4,Rd,comp}	Componente
$F_{t4,Rd} = \text{Min} (F_{t4,Rd,comp})$	230,75	Resistenza della fila di bulloni
$F_{t,ep,Rd(4)} = 420,24$	420,24	Piastra d'estremità - trazione
$F_{t,wb,Rd(4)} = 656,43$	656,43	Anima della trave - trazione
$B_{p,Rd} = 933,73$	933,73	Bulloni al passaggio della testa
$F_{t,ep,Rd(4+3)} - \sum_3^3 F_{tj,Rd} = 461,50 - 186,96$	274,54	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd(4+3)} - \sum_3^3 F_{tj,Rd} = 488,40 - 186,96$	301,44	Anima della trave - trazione - gruppo
$F_{t,ep,Rd(4+3+2)} - \sum_3^2 F_{tj,Rd} = 692,25 - 461,50$	230,75	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd(4+3+2)} - \sum_3^2 F_{tj,Rd} = 732,60 - 461,50$	271,10	Anima della trave - trazione - gruppo
$F_{t,ep,Rd(4+3+2+1)} - \sum_3^1 F_{tj,Rd} = 1167,28 - 892,74$	274,54	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd(4+3+2+1)} - \sum_3^1 F_{tj,Rd} = 1235,31 - 892,74$	342,57	Anima della trave - trazione - gruppo

RESISTENZA DELLA FILA DI BULLONI NUMERO 5

F_{t5,Rd,comp} - Formula	F_{t5,Rd,comp}	Componente
$F_{t5,Rd} = \text{Min} (F_{t5,Rd,comp})$	230,75	Resistenza della fila di bulloni
$F_{t,ep,Rd(5)} = 420,24$	420,24	Piastra d'estremità - trazione
$F_{t,wb,Rd(5)} = 656,43$	656,43	Anima della trave - trazione
$B_{p,Rd} = 933,73$	933,73	Bulloni al passaggio della testa
$F_{t,ep,Rd(5+4)} - \sum_4^4 F_{tj,Rd} = 461,50 - 230,75$	230,75	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd(5+4)} - \sum_4^4 F_{tj,Rd} = 488,40 - 230,75$	257,65	Anima della trave - trazione - gruppo
$F_{t,ep,Rd(5+4+3)} - \sum_4^3 F_{tj,Rd} = 692,25 - 417,72$	274,54	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd(5+4+3)} - \sum_4^3 F_{tj,Rd} = 732,60 - 417,72$	314,88	Anima della trave - trazione - gruppo
$F_{t,ep,Rd(5+4+3+2)} - \sum_4^2 F_{tj,Rd} = 923,01 - 692,25$	230,75	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd(5+4+3+2)} - \sum_4^2 F_{tj,Rd} = 976,80 - 692,25$	284,55	Anima della trave - trazione - gruppo
$F_{t,ep,Rd(5+4+3+2+1)} - \sum_4^1 F_{tj,Rd} = 1398,03 - 1123,50$	274,54	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd(5+4+3+2+1)} - \sum_4^1 F_{tj,Rd} = 1479,51 - 1123,50$	356,02	Anima della trave - trazione - gruppo

RESISTENZA DELLA FILA DI BULLONI NUMERO 6

F_{t6,Rd,comp} - Formula	F_{t6,Rd,comp}	Componente
$F_{t6,Rd} = \text{Min} (F_{t6,Rd,comp})$	431,24	Resistenza della fila di bulloni
$F_{t,ep,Rd(6)} = 431,24$	431,24	Piastra d'estremità - trazione
$F_{t,wb,Rd(6)} = 708,83$	708,83	Anima della trave - trazione
$B_{p,Rd} = 933,73$	933,73	Bulloni al passaggio della testa
$F_{t,ep,Rd(6+5)} - \sum_5^5 F_{tj,Rd} = 705,78 - 230,75$	475,03	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd(6+5)} - \sum_5^5 F_{tj,Rd} = 746,91 - 230,75$	516,16	Anima della trave - trazione - gruppo
$F_{t,ep,Rd(6+5+4)} - \sum_5^4 F_{tj,Rd} = 936,53 - 461,50$	475,03	Piastra d'estremità - trazione - gruppo

F_{t6,Rd,comp} - Formula	F_{t6,Rd,comp}	Componente
$F_{t,wb,Rd}(6+5+4) - \sum^4 F_{tj,Rd} = 991,11 - 461,50$	529,61	Anima della trave - trazione - gruppo
$F_{t,ep,Rd}(6+5+4+3) - \sum^3 F_{tj,Rd} = 1167,28 - 648,47$	518,82	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd}(6+5+4+3) - \sum^3 F_{tj,Rd} = 1235,31 - 648,47$	586,85	Anima della trave - trazione - gruppo
$F_{t,ep,Rd}(6+5+4+3+2) - \sum^2 F_{tj,Rd} = 1398,03 - 923,01$	475,03	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd}(6+5+4+3+2) - \sum^2 F_{tj,Rd} = 1479,51 - 923,01$	556,51	Anima della trave - trazione - gruppo
$F_{t,ep,Rd}(6+5+4+3+2+1) - \sum^1 F_{tj,Rd} = 1873,06 - 1354,25$	518,82	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd}(6+5+4+3+2+1) - \sum^1 F_{tj,Rd} = 1982,23 - 1354,25$	627,98	Anima della trave - trazione - gruppo

TABELLA RICAPITOLATIVA DELLE FORZE

Nr	h _j	F _{tj,Rd}	F _{t,fc,Rd}	F _{t,wc,Rd}	F _{t,ep,Rd}	F _{t,wb,Rd}	F _{t,Rd}	B _{p,Rd}
1	466	431,24	-	-	431,24	708,83	508,32	933,73
2	386	274,54	-	-	420,24	656,43	508,32	933,73
3	306	186,96	-	-	420,24	656,43	508,32	933,73
4	226	230,75	-	-	420,24	656,43	508,32	933,73
5	146	230,75	-	-	420,24	656,43	508,32	933,73
6	66	431,24	-	-	431,24	708,83	508,32	933,73

RESISTENZA DEL GIUNTO ALLA TRAZIONE N_{j,Rd}

$$N_{j,Rd} = \sum F_{tj,Rd}$$

$$N_{j,Rd} = 1785,49 \quad [\text{kN}] \quad \text{Resistenza del giunto alla trazione} \quad [6.2]$$

$$N_{b1,Ed} / N_{j,Rd} \leq 1,0 \quad 0,34 < 1,00 \quad \text{verificato} \quad (0,34)$$

Resistenza del giunto alla flessione

RESISTENZA DELLA FILA DI BULLONI NUMERO 1

F_{t1,Rd,comp} - Formula	F_{t1,Rd,comp}	Componente
$F_{t1,Rd} = \text{Min} (F_{t1,Rd,comp})$	431,24	Resistenza della fila di bulloni
$F_{t,ep,Rd(1)} = 431,24$	431,24	Piastra d'estremità - trazione
$F_{t,wb,Rd(1)} = 708,83$	708,83	Anima della trave - trazione
$B_{p,Rd} = 933,73$	933,73	Bulloni al passaggio della testa
$F_{c,fb,Rd} = 1438,49$	1438,49	Ala della trave - compressione

RESISTENZA DELLA FILA DI BULLONI NUMERO 2

F_{t2,Rd,comp} - Formula	F_{t2,Rd,comp}	Componente
$F_{t2,Rd} = \text{Min} (F_{t2,Rd,comp})$	274,54	Resistenza della fila di bulloni
$F_{t,ep,Rd(2)} = 420,24$	420,24	Piastra d'estremità - trazione
$F_{t,wb,Rd(2)} = 656,43$	656,43	Anima della trave - trazione
$B_{p,Rd} = 933,73$	933,73	Bulloni al passaggio della testa
$F_{c,fb,Rd} - \sum^1 F_{tj,Rd} = 1438,49 - 431,24$	1007,25	Ala della trave - compressione
$F_{t,ep,Rd(2+1)} - \sum^1 F_{tj,Rd} = 705,78 - 431,24$	274,54	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd(2+1)} - \sum^1 F_{tj,Rd} = 746,91 - 431,24$	315,67	Anima della trave - trazione - gruppo

RESISTENZA DELLA FILA DI BULLONI NUMERO 3

F_{t3,Rd,comp} - Formula	F_{t3,Rd,comp}	Componente
$F_{t3,Rd} = \text{Min} (F_{t3,Rd,comp})$	186,96	Resistenza della fila di bulloni
$F_{t,ep,Rd(3)} = 420,24$	420,24	Piastra d'estremità - trazione
$F_{t,wb,Rd(3)} = 656,43$	656,43	Anima della trave - trazione
$B_{p,Rd} = 933,73$	933,73	Bulloni al passaggio della testa
$F_{c,fb,Rd} - \sum^2 F_{tj,Rd} = 1438,49 - 705,78$	732,71	Ala della trave - compressione
$F_{t,ep,Rd(3+2)} - \sum^2 F_{tj,Rd} = 461,50 - 274,54$	186,96	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd(3+2)} - \sum^2 F_{tj,Rd} = 488,40 - 274,54$	213,86	Anima della trave - trazione - gruppo
$F_{t,ep,Rd(3+2+1)} - \sum^2 F_{tj,Rd} = 936,53 - 705,78$	230,75	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd(3+2+1)} - \sum^2 F_{tj,Rd} = 991,11 - 705,78$	285,33	Anima della trave - trazione - gruppo

RESISTENZA DELLA FILA DI BULLONI NUMERO 4

F_{t4,Rd,comp} - Formula	F_{t4,Rd,comp}	Componente
$F_{t4,Rd} = \text{Min} (F_{t4,Rd,comp})$	230,75	Resistenza della fila di bulloni
$F_{t,ep,Rd(4)} = 420,24$	420,24	Piastra d'estremità - trazione
$F_{t,wb,Rd(4)} = 656,43$	656,43	Anima della trave - trazione
$B_{p,Rd} = 933,73$	933,73	Bulloni al passaggio della testa
$F_{c,fb,Rd} - \sum^3 F_{tj,Rd} = 1438,49 - 892,74$	545,74	Ala della trave - compressione
$F_{t,ep,Rd(4+3)} - \sum^3 F_{tj,Rd} = 461,50 - 186,96$	274,54	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd(4+3)} - \sum^3 F_{tj,Rd} = 488,40 - 186,96$	301,44	Anima della trave - trazione - gruppo
$F_{t,ep,Rd(4+3+2)} - \sum^3 F_{tj,Rd} = 692,25 - 461,50$	230,75	Piastra d'estremità - trazione - gruppo

F_{t4,Rd,comp} - Formula	F_{t4,Rd,comp}	Componente
$F_{t,wb,Rd}(4+3+2) - \sum 3^2 F_{tj,Rd} = 732,60 - 461,50$	271,10	Anima della trave - trazione - gruppo
$F_{t,ep,Rd}(4+3+2+1) - \sum 3^1 F_{tj,Rd} = 1167,28 - 892,74$	274,54	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd}(4+3+2+1) - \sum 3^1 F_{tj,Rd} = 1235,31 - 892,74$	342,57	Anima della trave - trazione - gruppo

RESISTENZA DELLA FILA DI BULLONI NUMERO 5

F_{t5,Rd,comp} - Formula	F_{t5,Rd,comp}	Componente
$F_{t5,Rd} = \text{Min} (F_{t5,Rd,comp})$	230,75	Resistenza della fila di bulloni
$F_{t,ep,Rd(5)} = 420,24$	420,24	Piastra d'estremità - trazione
$F_{t,wb,Rd(5)} = 656,43$	656,43	Anima della trave - trazione
$B_{p,Rd} = 933,73$	933,73	Bulloni al passaggio della testa
$F_{c,fb,Rd} - \sum 1^4 F_{tj,Rd} = 1438,49 - 1123,50$	314,99	Ala della trave - compressione
$F_{t,ep,Rd(5+4)} - \sum 4^4 F_{tj,Rd} = 461,50 - 230,75$	230,75	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd(5+4)} - \sum 4^4 F_{tj,Rd} = 488,40 - 230,75$	257,65	Anima della trave - trazione - gruppo
$F_{t,ep,Rd(5+4+3)} - \sum 4^3 F_{tj,Rd} = 692,25 - 417,72$	274,54	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd(5+4+3)} - \sum 4^3 F_{tj,Rd} = 732,60 - 417,72$	314,88	Anima della trave - trazione - gruppo
$F_{t,ep,Rd(5+4+3+2)} - \sum 4^2 F_{tj,Rd} = 923,01 - 692,25$	230,75	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd(5+4+3+2)} - \sum 4^2 F_{tj,Rd} = 976,80 - 692,25$	284,55	Anima della trave - trazione - gruppo
$F_{t,ep,Rd(5+4+3+2+1)} - \sum 4^1 F_{tj,Rd} = 1398,03 - 1123,50$	274,54	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd(5+4+3+2+1)} - \sum 4^1 F_{tj,Rd} = 1479,51 - 1123,50$	356,02	Anima della trave - trazione - gruppo

RESISTENZA DELLA FILA DI BULLONI NUMERO 6

F_{t6,Rd,comp} - Formula	F_{t6,Rd,comp}	Componente
$F_{t6,Rd} = \text{Min} (F_{t6,Rd,comp})$	84,24	Resistenza della fila di bulloni
$F_{t,ep,Rd(6)} = 431,24$	431,24	Piastra d'estremità - trazione
$F_{t,wb,Rd(6)} = 708,83$	708,83	Anima della trave - trazione
$B_{p,Rd} = 933,73$	933,73	Bulloni al passaggio della testa
$F_{c,fb,Rd} - \sum 1^5 F_{tj,Rd} = 1438,49 - 1354,25$	84,24	Ala della trave - compressione
$F_{t,ep,Rd(6+5)} - \sum 5^5 F_{tj,Rd} = 705,78 - 230,75$	475,03	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd(6+5)} - \sum 5^5 F_{tj,Rd} = 746,91 - 230,75$	516,16	Anima della trave - trazione - gruppo
$F_{t,ep,Rd(6+5+4)} - \sum 5^4 F_{tj,Rd} = 936,53 - 461,50$	475,03	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd(6+5+4)} - \sum 5^4 F_{tj,Rd} = 991,11 - 461,50$	529,61	Anima della trave - trazione - gruppo
$F_{t,ep,Rd(6+5+4+3)} - \sum 5^3 F_{tj,Rd} = 1167,28 - 648,47$	518,82	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd(6+5+4+3)} - \sum 5^3 F_{tj,Rd} = 1235,31 - 648,47$	586,85	Anima della trave - trazione - gruppo
$F_{t,ep,Rd(6+5+4+3+2)} - \sum 5^2 F_{tj,Rd} = 1398,03 - 923,01$	475,03	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd(6+5+4+3+2)} - \sum 5^2 F_{tj,Rd} = 1479,51 - 923,01$	556,51	Anima della trave - trazione - gruppo
$F_{t,ep,Rd(6+5+4+3+2+1)} - \sum 5^1 F_{tj,Rd} = 1873,06 - 1354,25$	518,82	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd(6+5+4+3+2+1)} - \sum 5^1 F_{tj,Rd} = 1982,23 - 1354,25$	627,98	Anima della trave - trazione - gruppo

TABELLA RICAPITOLATIVA DELLE FORZE

Nr	h _j	F _{tj,Rd}	F _{t,fc,Rd}	F _{t,wc,Rd}	F _{t,ep,Rd}	F _{t,wb,Rd}	F _{t,Rd}	B _{p,Rd}
1	466	431,24	-	-	431,24	708,83	508,32	933,73
2	386	274,54	-	-	420,24	656,43	508,32	933,73
3	306	186,96	-	-	420,24	656,43	508,32	933,73
4	226	230,75	-	-	420,24	656,43	508,32	933,73
5	146	230,75	-	-	420,24	656,43	508,32	933,73
6	66	84,24	-	-	431,24	708,83	508,32	933,73

RESISTENZA DEL GIUNTO ALLA FLESSIONE M_{j,Rd}

$$M_{j,Rd} = \sum h_j F_{tj,Rd}$$

$$M_{j,Rd} = 456,12 \quad [\text{kN} \cdot \text{m}] \quad \text{Resistenza del giunto alla flessione} \quad [6.2]$$

$$M_{b1,Ed} / M_{j,Rd} \leq 1,0 \quad 0,53 < 1,00 \quad \text{verificato} \quad (0,53)$$

Verifica dell'interazione M+N

$$M_{b1,Ed} / M_{j,Rd} + N_{b1,Ed} / N_{j,Rd} \leq 1 \quad [6.2.5.1.(3)]$$

$$M_{b1,Ed} / M_{j,Rd} + N_{b1,Ed} / N_{j,Rd} \quad 0,86 < 1,00 \quad \text{verificato} \quad (0,86)$$

Resistenza del giunto al taglio V_{j,Rd}

$$a_v = 0,60 \quad \text{Coefficiente per il calcolo di } F_{v,Rd} \quad [\text{Tabella 3.4}]$$

$$b_{lf} = 0,99 \quad \text{Coefficiente di riduzione per i giunti lunghi} \quad [3.8]$$

$$F_{v,Rd} = 215,34 \quad [\text{kN}] \quad \text{Resistenza di un bullone al taglio} \quad [\text{Tabella 3.4}]$$

$$F_{t,Rd,max} = 254,16 \quad [\text{kN}] \quad \text{Resistenza di un bullone alla trazione} \quad [\text{Tabella 3.4}]$$

$$F_{b,Rd,int} = 320,18 \quad [\text{kN}] \quad \text{Resistenza di un bullone intermedio alla pressione} \quad [\text{Tabella 3.4}]$$

$$F_{b,Rd,ext} = 412,80 \quad [\text{kN}] \quad \text{Resistenza di un bullone estremo alla pressione} \quad [\text{Tabella 3.4}]$$

Nr	F _{tj,Rd,N}	F _{tj,Ed,N}	F _{tj,Rd,M}	F _{tj,Ed,M}	F _{tj,Ed}	F _{vj,Rd}
----	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	--------------------	--------------------

Nr	$F_{tj,Rd,N}$	$F_{tj,Ed,N}$	$F_{tj,Rd,M}$	$F_{tj,Ed,M}$	$F_{tj,Ed}$	$F_{vj,Rd}$
1	431,24	144,92	431,24	226,91	371,83	205,65
2	274,54	92,26	274,54	144,46	236,71	287,42
3	186,96	62,83	186,96	98,38	161,21	333,12
4	230,75	77,54	230,75	121,42	198,96	310,27
5	230,75	77,54	230,75	121,42	198,96	310,27
6	431,24	144,92	84,24	44,33	189,24	316,15

$F_{tj,Rd,N}$ – Resistenza di una fila di bulloni alla trazione pura
 $F_{tj,Ed,N}$ – Forza in una fila di bulloni dovuta all'azione assiale
 $F_{tj,Rd,M}$ – Resistenza di una fila di bulloni alla flessione pura
 $F_{tj,Ed,M}$ – Forza in una fila di bulloni dovuta al momento
 $F_{tj,Ed}$ – Forza di trazione massima in una fila di bulloni
 $F_{vj,Rd}$ – Resistenza ridotta della fila di bulloni

$$F_{tj,Ed,N} = N_{j,Ed} F_{tj,Rd,N} / N_{j,Rd}$$

$$F_{tj,Ed,M} = M_{j,Ed} F_{tj,Rd,M} / M_{j,Rd}$$

$$F_{tj,Ed} = F_{tj,Ed,N} + F_{tj,Ed,M}$$

$$F_{vj,Rd} = \min(n_h F_{v,Ed} (1 - F_{tj,Ed} / (1.4 n_h F_{t,Rd,max}), n_h F_{v,Rd}, n_h F_{b,Rd}))$$

$$V_{j,Rd} = n_h \sum_{i=1}^n F_{vj,Rd}$$

[Tabella 3.4]

$$V_{j,Rd} = 1762,88 \quad [\text{kN}]$$

Resistenza del giunto al taglio $V_{j,Rd}$

[Tabella 3.4]

$$V_{b1,Ed} / V_{j,Rd} \leq 1,0$$

$$0,05 < 1,00$$

verificato (0,05)

Resistenza delle saldature

$A_w = 165,70$	$[\text{cm}^2]$	Area di tutte le saldature	[4.5.3.2(2)]
$A_{wy} = 72,18$	$[\text{cm}^2]$	Area delle saldature orizzontali	[4.5.3.2(2)]
$A_{wz} = 93,52$	$[\text{cm}^2]$	Area delle saldature verticali	[4.5.3.2(2)]
$I_{wy} = 69261,51$	$[\text{cm}^4]$	Momento di inerzia del sistema di saldature rispetto all'asse orizz.	[4.5.3.2(5)]
$\sigma_{\max} = \sigma_{\max} = 94,21$	$[\text{MPa}]$	Sollecitazione normale nella saldatura	[4.5.3.2(6)]
$\sigma_{\perp} = \sigma_{\perp} = 82,89$	$[\text{MPa}]$	Sollecitazione nella saldatura verticale	[4.5.3.2(5)]
$\tau_{\parallel} = 9,62$	$[\text{MPa}]$	Sollecitazione tangenziale	[4.5.3.2(5)]
$b_w = 0,85$		Coefficiente di correlazione	[4.5.3.2(7)]

$$\sigma_{\max} \leq \sigma_{\max} + 3 \cdot (\sigma_{\max}^2) \leq f_u / (b_w \cdot g_{M2}) \quad 188,42 < 404,71 \quad \text{verificato} \quad (0,47)$$

$$\sigma_{\perp} \leq \sigma_{\perp} + 3 \cdot (\sigma_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2) \leq f_u / (b_w \cdot g_{M2}) \quad 166,62 < 404,71 \quad \text{verificato} \quad (0,41)$$

$$\sigma_{\perp} \leq 0,9 \cdot f_u / g_{M2} \quad 94,21 < 309,60 \quad \text{verificato} \quad (0,30)$$

Rigidezza del giunto

L'azione assiale nella trave sorpassa il 5% di resistenza $N_{pl,Rd}$. Conforme al punto 6.3.1.(4) la rigidezza del giunto non può essere calcolata.

Il componente più debole:

ALA E ANIMA DELLA TRAVE IN COMPRESSIONE

Giunto conforme alla norma

Coefficiente

0,86

CASO 2

Generale

N. giunto: 5

Nome del giunto Trave - trave

Geometria

Lato sinistro

Trave

Profilato: IPE 550

$a = -180,0$ [Deg] Angolo d'inclinazione
 $h_{bl} = 550$ [mm] Altezza della sezione della trave
 $b_{fbl} = 210$ [mm] Larghezza della sezione della trave
 $t_{wbl} = 11$ [mm] Spessore dell'anima della sezione della trave
 $t_{fbl} = 17$ [mm] Spessore dell'ala della sezione della trave
 $r_{bl} = 24$ [mm] Raggio di raccordo della sezione della trave
 $A_{bl} = 134,00$ [cm²] Area della sezione della trave
 $I_{xbl} = 67120,00$ [cm⁴] Momento di inerzia della sezione della trave

Materiale: S 275

 $f_{yb} = 275,00$ [MPa] Resistenza

Lato destro

Trave

Profilato: IPE 550

$a = 0,0$ [Deg] Angolo d'inclinazione
 $h_{br} = 550$ [mm] Altezza della sezione della trave
 $b_{fbr} = 210$ [mm] Larghezza della sezione della trave
 $t_{wbr} = 11$ [mm] Spessore dell'anima della sezione della trave
 $t_{fbr} = 17$ [mm] Spessore dell'ala della sezione della trave
 $r_{br} = 24$ [mm] Raggio di raccordo della sezione della trave
 $A_{br} = 134,00$ [cm²] Area della sezione della trave
 $I_{xbr} = 67120,00$ [cm⁴] Momento di inerzia della sezione della trave

Materiale: S 275

 $f_{yb} = 275,00$ [MPa] Resistenza

Bulloni

Il piano di taglio attraversa la parte NON FILETTATA del bullone.

$d = 24$ [mm] Diametro del bullone
 Classe = 10.9 Classe del bullone
 $F_{TRd} = 254,16$ [kN] Resistenza del bullone alla trazione
 $n_h = 2$ Numero di colonne dei bulloni
 $n_v = 6$ Numero di file di bulloni
 $h_1 = 85$ [mm] Distanza del primo bullone dal bordo superiore della lamiera estrema
 Distanza orizzontale $e_1 = 110$ [mm]
 Distanza verticale $p_1 = 80;80;80;80;80$ [mm]

Lamiera

$h_{pr} = 570$ [mm] Altezza della lamiera
 $b_{pr} = 210$ [mm] Larghezza della lamiera
 $t_{pr} = 20$ [mm] Spessore della lamiera

Materiale: S 275

 $f_{ypr} = 275,00$ [MPa] Resistenza

Saldature in angolo esterno

$a_w = 10$ [mm] Saldatura dell'anima
 $a_f = 10$ [mm] Saldatura dell'ala

Coefficienti di materiale

$g_{M0} = 1,00$ Coefficiente di sicurezza parziale [2.2]
 $g_{M1} = 1,00$ Coefficiente di sicurezza parziale [2.2]
 $g_{M2} = 1,25$ Coefficiente di sicurezza parziale [2.2]
 $g_{M3} = 1,25$ Coefficiente di sicurezza parziale [2.2]

Carichi

Stato limite ultimo (SLU)

Condizione Calcolo manuale.

$M_{b1,Ed} = 240,00$ [kN*m] Momento flettente nella trave destra
 $V_{b1,Ed} = 90,00$ [kN] Azione di taglio nella trave destra
 $N_{b1,Ed} = 600,00$ [kN] Azione assiale nella trave destra

Risultati

Resistenze della trave

TRAZIONE

$A_b = 134,00 \text{ [cm}^2\text{]}$ Area di sezione EN1993-1-1:[6.2.3]

$$N_{tb,Rd} = A_b f_{yb} / g_{M0}$$

$N_{tb,Rd} = 3685,00 \text{ [kN]}$ Resistenza di calcolo della sezione alla trazione EN1993-1-1:[6.2.3]

TAGLIO

$A_{vb} = 71,93 \text{ [cm}^2\text{]}$ Area al taglio EN1993-1-1:[6.2.6.(3)]

$$V_{cb,Rd} = A_{vb} (f_{yb} / \sqrt{3}) / g_{M0}$$

$V_{cb,Rd} = 1141,97 \text{ [kN]}$ Resistenza di calcolo della sezione al taglio EN1993-1-1:[6.2.6.(2)]

$V_{b1,Ed} / V_{cb,Rd} \leq 1,0$ $0,08 < 1,00$ **verificato** (0,08)

FLESSIONE - MOMENTO PLASTICO (SENZA RINFORZI)

$W_{plb} = 2787,01 \text{ [cm}^3\text{]}$ Fattore plastico della sezione EN1993-1-1:[6.2.5.(2)]

$$M_{b,pl,Rd} = W_{plb} f_{yb} / g_{M0}$$

$M_{b,pl,Rd} = 766,43 \text{ [kN*m]}$ Resistenza plastica della sezione alla flessione (senza rinforzi) EN1993-1-1:[6.2.5.(2)]

FLESSIONE AL CONTATTO DELLA PIASTRA O DELL'ELEMENTO GIUNTO

$W_{pl} = 2787,01 \text{ [cm}^3\text{]}$ Fattore plastico della sezione EN1993-1-1:[6.2.5]

$$M_{cb,Rd} = W_{pl} f_{yb} / g_{M0}$$

$M_{cb,Rd} = 766,43 \text{ [kN*m]}$ Resistenza di calcolo della sezione alla flessione EN1993-1-1:[6.2.5]

ALA ED ANIMA ALLA COMPRESSIONE

$M_{cb,Rd} = 766,43 \text{ [kN*m]}$ Resistenza di calcolo della sezione alla flessione EN1993-1-1:[6.2.5]

$h_f = 533 \text{ [mm]}$ Distanza tra i centri di gravità delle ali [6.2.6.7.(1)]

$$F_{c,fb,Rd} = M_{cb,Rd} / h_f$$

$F_{c,fb,Rd} = 1438,49 \text{ [kN]}$ Resistenza dell'ala compressa e dell'anima [6.2.6.7.(1)]

Parametri geometrici del giunto

LUNGHEZZE EFFICACI E PARAMETRI - PIASTRA D'ESTREMITA

Nr	m	m _x	e	e _x	p	l _{eff,cp}	l _{eff,nc}	l _{eff,1}	l _{eff,2}	l _{eff,cp,g}	l _{eff,nc,g}	l _{eff,1,g}	l _{eff,2,g}
1	38	-	50	-	80	240	232	232	232	200	165	165	165
2	38	-	50	-	80	240	215	215	215	160	80	80	80
3	38	-	50	-	80	240	215	215	215	160	80	80	80
4	38	-	50	-	80	240	215	215	215	160	80	80	80
5	38	-	50	-	80	240	215	215	215	160	80	80	80
6	38	-	50	-	80	240	232	232	232	200	165	165	165

m – Distanza del bullone dall'anima

m_x – Distanza del bullone dall'ala della trave

e – Distanza del bullone dal bordo esteriore

e_x – Distanza del bullone dal bordo esteriore orizzontale

p – Distanza dei bulloni

l_{eff,cp} – Lunghezza efficace per un bullone nei meccanismi circolari

l_{eff,nc} – Lunghezza efficace per un bullone nei meccanismi non circolari

l_{eff,1} – Lunghezza efficace per un bullone per il modo 1

l_{eff,2} – Lunghezza efficace per un bullone per il modo 2

l_{eff,cp,g} – Lunghezza efficace per un gruppo di bulloni nei meccanismi circolari

l_{eff,nc,g} – Lunghezza efficace per un gruppo di bulloni nei meccanismi non circolari

l_{eff,1,g} – Lunghezza efficace per un gruppo di bulloni per il modo 1

l_{eff,2,g} – Lunghezza efficace per un gruppo di bulloni per il modo 2

Resistenza del giunto alla trazione

$F_{t,Rd} = 254,16 \text{ [kN]}$ Resistenza del bullone alla trazione [Tabella 3.4]

$B_{p,Rd} = 466,87 \text{ [kN]}$ Resistenza del bullone al passaggio della testa [Tabella 3.4]

$F_{t,fc,Rd}$ – resistenza dell'ala della colonna alla flessione

$F_{t,wc,Rd}$ – resistenza dell'anima della colonna alla trazione

$F_{t,ep,Rd}$ – resistenza della lamiera alla flessione

$F_{t,wb,Rd}$ – resistenza dell'anima alla trazione

$F_{t,fc,Rd} = \min (F_{T,1,fc,Rd}, F_{T,2,fc,Rd}, F_{T,3,fc,Rd})$ [6.2.6.4], [Tab.6.2]

$F_{t,wc,Rd} = w b_{eff,t,wc} t_{wc} f_{yc} / g_{M0}$ [6.2.6.3.(1)]

$F_{t,ep,Rd} = \min (F_{T,1,ep,Rd}, F_{T,2,ep,Rd}, F_{T,3,ep,Rd})$ [6.2.6.5], [Tab.6.2]

$F_{t,wb,Rd} = b_{eff,t,wb} t_{wb} f_{yb} / g_{M0}$ [6.2.6.8.(1)]

RESISTENZA DELLA FILA DI BULLONI NUMERO 1

$F_{t1,Rd,comp}$ - Formula	$F_{t1,Rd,comp}$	Componente
$F_{t1,Rd} = \min (F_{t1,Rd,comp})$	431,24	Resistenza della fila di bulloni
$F_{t,ep,Rd(1)} = 431,24$	431,24	Piastra d'estremità - trazione

F_{t1,Rd,comp} - Formula	F_{t1,Rd,comp}	Componente
$F_{t,wb,Rd(1)} = 708,83$	708,83	Anima della trave - trazione
$B_{p,Rd} = 933,73$	933,73	Bulloni al passaggio della testa

RESISTENZA DELLA FILA DI BULLONI NUMERO 2

F_{t2,Rd,comp} - Formula	F_{t2,Rd,comp}	Componente
$F_{t2,Rd} = \text{Min} (F_{t2,Rd,comp})$	274,54	Resistenza della fila di bulloni
$F_{t,ep,Rd(2)} = 420,24$	420,24	Piastra d'estremità - trazione
$F_{t,wb,Rd(2)} = 656,43$	656,43	Anima della trave - trazione
$B_{p,Rd} = 933,73$	933,73	Bulloni al passaggio della testa
$F_{t,ep,Rd(2+1)} - \sum_1^1 F_{tj,Rd} = 705,78 - 431,24$	274,54	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd(2+1)} - \sum_1^1 F_{tj,Rd} = 746,91 - 431,24$	315,67	Anima della trave - trazione - gruppo

RESISTENZA DELLA FILA DI BULLONI NUMERO 3

F_{t3,Rd,comp} - Formula	F_{t3,Rd,comp}	Componente
$F_{t3,Rd} = \text{Min} (F_{t3,Rd,comp})$	186,96	Resistenza della fila di bulloni
$F_{t,ep,Rd(3)} = 420,24$	420,24	Piastra d'estremità - trazione
$F_{t,wb,Rd(3)} = 656,43$	656,43	Anima della trave - trazione
$B_{p,Rd} = 933,73$	933,73	Bulloni al passaggio della testa
$F_{t,ep,Rd(3+2)} - \sum_2^2 F_{tj,Rd} = 461,50 - 274,54$	186,96	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd(3+2)} - \sum_2^2 F_{tj,Rd} = 488,40 - 274,54$	213,86	Anima della trave - trazione - gruppo
$F_{t,ep,Rd(3+2+1)} - \sum_2^1 F_{tj,Rd} = 936,53 - 705,78$	230,75	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd(3+2+1)} - \sum_2^1 F_{tj,Rd} = 991,11 - 705,78$	285,33	Anima della trave - trazione - gruppo

RESISTENZA DELLA FILA DI BULLONI NUMERO 4

F_{t4,Rd,comp} - Formula	F_{t4,Rd,comp}	Componente
$F_{t4,Rd} = \text{Min} (F_{t4,Rd,comp})$	230,75	Resistenza della fila di bulloni
$F_{t,ep,Rd(4)} = 420,24$	420,24	Piastra d'estremità - trazione
$F_{t,wb,Rd(4)} = 656,43$	656,43	Anima della trave - trazione
$B_{p,Rd} = 933,73$	933,73	Bulloni al passaggio della testa
$F_{t,ep,Rd(4+3)} - \sum_3^3 F_{tj,Rd} = 461,50 - 186,96$	274,54	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd(4+3)} - \sum_3^3 F_{tj,Rd} = 488,40 - 186,96$	301,44	Anima della trave - trazione - gruppo
$F_{t,ep,Rd(4+3+2)} - \sum_3^2 F_{tj,Rd} = 692,25 - 461,50$	230,75	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd(4+3+2)} - \sum_3^2 F_{tj,Rd} = 732,60 - 461,50$	271,10	Anima della trave - trazione - gruppo
$F_{t,ep,Rd(4+3+2+1)} - \sum_3^1 F_{tj,Rd} = 1167,28 - 892,74$	274,54	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd(4+3+2+1)} - \sum_3^1 F_{tj,Rd} = 1235,31 - 892,74$	342,57	Anima della trave - trazione - gruppo

RESISTENZA DELLA FILA DI BULLONI NUMERO 5

F_{t5,Rd,comp} - Formula	F_{t5,Rd,comp}	Componente
$F_{t5,Rd} = \text{Min} (F_{t5,Rd,comp})$	230,75	Resistenza della fila di bulloni
$F_{t,ep,Rd(5)} = 420,24$	420,24	Piastra d'estremità - trazione
$F_{t,wb,Rd(5)} = 656,43$	656,43	Anima della trave - trazione
$B_{p,Rd} = 933,73$	933,73	Bulloni al passaggio della testa
$F_{t,ep,Rd(5+4)} - \sum_4^4 F_{tj,Rd} = 461,50 - 230,75$	230,75	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd(5+4)} - \sum_4^4 F_{tj,Rd} = 488,40 - 230,75$	257,65	Anima della trave - trazione - gruppo
$F_{t,ep,Rd(5+4+3)} - \sum_4^3 F_{tj,Rd} = 692,25 - 417,72$	274,54	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd(5+4+3)} - \sum_4^3 F_{tj,Rd} = 732,60 - 417,72$	314,88	Anima della trave - trazione - gruppo
$F_{t,ep,Rd(5+4+3+2)} - \sum_4^2 F_{tj,Rd} = 923,01 - 692,25$	230,75	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd(5+4+3+2)} - \sum_4^2 F_{tj,Rd} = 976,80 - 692,25$	284,55	Anima della trave - trazione - gruppo
$F_{t,ep,Rd(5+4+3+2+1)} - \sum_4^1 F_{tj,Rd} = 1398,03 - 1123,50$	274,54	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd(5+4+3+2+1)} - \sum_4^1 F_{tj,Rd} = 1479,51 - 1123,50$	356,02	Anima della trave - trazione - gruppo

RESISTENZA DELLA FILA DI BULLONI NUMERO 6

F_{t6,Rd,comp} - Formula	F_{t6,Rd,comp}	Componente
$F_{t6,Rd} = \text{Min} (F_{t6,Rd,comp})$	431,24	Resistenza della fila di bulloni
$F_{t,ep,Rd(6)} = 431,24$	431,24	Piastra d'estremità - trazione
$F_{t,wb,Rd(6)} = 708,83$	708,83	Anima della trave - trazione
$B_{p,Rd} = 933,73$	933,73	Bulloni al passaggio della testa
$F_{t,ep,Rd(6+5)} - \sum_5^5 F_{tj,Rd} = 705,78 - 230,75$	475,03	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd(6+5)} - \sum_5^5 F_{tj,Rd} = 746,91 - 230,75$	516,16	Anima della trave - trazione - gruppo
$F_{t,ep,Rd(6+5+4)} - \sum_5^4 F_{tj,Rd} = 936,53 - 461,50$	475,03	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd(6+5+4)} - \sum_5^4 F_{tj,Rd} = 991,11 - 461,50$	529,61	Anima della trave - trazione - gruppo
$F_{t,ep,Rd(6+5+4+3)} - \sum_5^3 F_{tj,Rd} = 1167,28 - 648,47$	518,82	Piastra d'estremità - trazione - gruppo

F_{t6,Rd,comp} - Formula	F_{t6,Rd,comp}	Componente
$F_{t,wb,Rd}(6+5+4+3) - \sum_5^3 F_{tj,Rd} = 1235,31 - 648,47$	586,85	Anima della trave - trazione - gruppo
$F_{t,ep,Rd}(6+5+4+3+2) - \sum_5^2 F_{tj,Rd} = 1398,03 - 923,01$	475,03	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd}(6+5+4+3+2) - \sum_5^2 F_{tj,Rd} = 1479,51 - 923,01$	556,51	Anima della trave - trazione - gruppo
$F_{t,ep,Rd}(6+5+4+3+2+1) - \sum_5^1 F_{tj,Rd} = 1873,06 - 1354,25$	518,82	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd}(6+5+4+3+2+1) - \sum_5^1 F_{tj,Rd} = 1982,23 - 1354,25$	627,98	Anima della trave - trazione - gruppo

TABELLA RICAPITOLATIVA DELLE FORZE

Nr	h _j	F _{tj,Rd}	F _{t,fc,Rd}	F _{t,wc,Rd}	F _{t,ep,Rd}	F _{t,wb,Rd}	F _{t,Rd}	B _{p,Rd}
1	466	431,24	-	-	431,24	708,83	508,32	933,73
2	386	274,54	-	-	420,24	656,43	508,32	933,73
3	306	186,96	-	-	420,24	656,43	508,32	933,73
4	226	230,75	-	-	420,24	656,43	508,32	933,73
5	146	230,75	-	-	420,24	656,43	508,32	933,73
6	66	431,24	-	-	431,24	708,83	508,32	933,73

RESISTENZA DEL GIUNTO ALLA TRAZIONE N_{j,Rd}

$$N_{j,Rd} = \sum F_{tj,Rd}$$

$$N_{j,Rd} = 1785,49 \quad [\text{kN}] \quad \text{Resistenza del giunto alla trazione} \quad [6.2]$$

$$N_{b1,Ed} / N_{j,Rd} \leq 1,0 \quad 0,34 < 1,00 \quad \text{verificato} \quad (0,34)$$

Resistenza del giunto alla flessione

RESISTENZA DELLA FILA DI BULLONI NUMERO 1

F_{t1,Rd,comp} - Formula	F_{t1,Rd,comp}	Componente
$F_{t1,Rd} = \text{Min} (F_{t1,Rd,comp})$	431,24	Resistenza della fila di bulloni
$F_{t,ep,Rd(1)} = 431,24$	431,24	Piastra d'estremità - trazione
$F_{t,wb,Rd(1)} = 708,83$	708,83	Anima della trave - trazione
$B_{p,Rd} = 933,73$	933,73	Bulloni al passaggio della testa
$F_{c,fb,Rd} = 1438,49$	1438,49	Ala della trave - compressione

RESISTENZA DELLA FILA DI BULLONI NUMERO 2

F_{t2,Rd,comp} - Formula	F_{t2,Rd,comp}	Componente
$F_{t2,Rd} = \text{Min} (F_{t2,Rd,comp})$	274,54	Resistenza della fila di bulloni
$F_{t,ep,Rd(2)} = 420,24$	420,24	Piastra d'estremità - trazione
$F_{t,wb,Rd(2)} = 656,43$	656,43	Anima della trave - trazione
$B_{p,Rd} = 933,73$	933,73	Bulloni al passaggio della testa
$F_{c,fb,Rd} - \sum_1^1 F_{tj,Rd} = 1438,49 - 431,24$	1007,25	Ala della trave - compressione
$F_{t,ep,Rd(2+1)} - \sum_1^1 F_{tj,Rd} = 705,78 - 431,24$	274,54	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd(2+1)} - \sum_1^1 F_{tj,Rd} = 746,91 - 431,24$	315,67	Anima della trave - trazione - gruppo

RESISTENZA DELLA FILA DI BULLONI NUMERO 3

F_{t3,Rd,comp} - Formula	F_{t3,Rd,comp}	Componente
$F_{t3,Rd} = \text{Min} (F_{t3,Rd,comp})$	186,96	Resistenza della fila di bulloni
$F_{t,ep,Rd(3)} = 420,24$	420,24	Piastra d'estremità - trazione
$F_{t,wb,Rd(3)} = 656,43$	656,43	Anima della trave - trazione
$B_{p,Rd} = 933,73$	933,73	Bulloni al passaggio della testa
$F_{c,fb,Rd} - \sum_1^2 F_{tj,Rd} = 1438,49 - 705,78$	732,71	Ala della trave - compressione
$F_{t,ep,Rd(3+2)} - \sum_2^2 F_{tj,Rd} = 461,50 - 274,54$	186,96	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd(3+2)} - \sum_2^2 F_{tj,Rd} = 488,40 - 274,54$	213,86	Anima della trave - trazione - gruppo
$F_{t,ep,Rd(3+2+1)} - \sum_2^1 F_{tj,Rd} = 936,53 - 705,78$	230,75	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd(3+2+1)} - \sum_2^1 F_{tj,Rd} = 991,11 - 705,78$	285,33	Anima della trave - trazione - gruppo

RESISTENZA DELLA FILA DI BULLONI NUMERO 4

F_{t4,Rd,comp} - Formula	F_{t4,Rd,comp}	Componente
$F_{t4,Rd} = \text{Min} (F_{t4,Rd,comp})$	230,75	Resistenza della fila di bulloni
$F_{t,ep,Rd(4)} = 420,24$	420,24	Piastra d'estremità - trazione
$F_{t,wb,Rd(4)} = 656,43$	656,43	Anima della trave - trazione
$B_{p,Rd} = 933,73$	933,73	Bulloni al passaggio della testa
$F_{c,fb,Rd} - \sum_1^3 F_{tj,Rd} = 1438,49 - 892,74$	545,74	Ala della trave - compressione
$F_{t,ep,Rd(4+3)} - \sum_3^3 F_{tj,Rd} = 461,50 - 186,96$	274,54	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd(4+3)} - \sum_3^3 F_{tj,Rd} = 488,40 - 186,96$	301,44	Anima della trave - trazione - gruppo
$F_{t,ep,Rd(4+3+2)} - \sum_3^2 F_{tj,Rd} = 692,25 - 461,50$	230,75	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd(4+3+2)} - \sum_3^2 F_{tj,Rd} = 732,60 - 461,50$	271,10	Anima della trave - trazione - gruppo
$F_{t,ep,Rd(4+3+2+1)} - \sum_3^1 F_{tj,Rd} = 1167,28 - 892,74$	274,54	Piastra d'estremità - trazione - gruppo

F _{t4,Rd,comp} - Formula	F _{t4,Rd,comp}	Componente						
F _{t,wb,Rd} (4 + 3 + 2 + 1) - ∑ ³ ¹ F _{tj,Rd} = 1235,31 - 892,74	342,57	Anima della trave - trazione - gruppo						
RESISTENZA DELLA FILA DI BULLONI NUMERO 5								
F _{t5,Rd,comp} - Formula	F _{t5,Rd,comp}	Componente						
F _{t5,Rd} = Min (F _{t5,Rd,comp})	230,75	Resistenza della fila di bulloni						
F _{t,ep,Rd} (5) = 420,24	420,24	Piastra d'estremità - trazione						
F _{t,wb,Rd} (5) = 656,43	656,43	Anima della trave - trazione						
B _{p,Rd} = 933,73	933,73	Bulloni al passaggio della testa						
F _{c,fb,Rd} - ∑ ¹ ⁴ F _{tj,Rd} = 1438,49 - 1123,50	314,99	Ala della trave - compressione						
F _{t,ep,Rd} (5 + 4) - ∑ ⁴ ⁴ F _{tj,Rd} = 461,50 - 230,75	230,75	Piastra d'estremità - trazione - gruppo						
F _{t,wb,Rd} (5 + 4) - ∑ ⁴ ⁴ F _{tj,Rd} = 488,40 - 230,75	257,65	Anima della trave - trazione - gruppo						
F _{t,ep,Rd} (5 + 4 + 3) - ∑ ³ ³ F _{tj,Rd} = 692,25 - 417,72	274,54	Piastra d'estremità - trazione - gruppo						
F _{t,wb,Rd} (5 + 4 + 3) - ∑ ³ ³ F _{tj,Rd} = 732,60 - 417,72	314,88	Anima della trave - trazione - gruppo						
F _{t,ep,Rd} (5 + 4 + 3 + 2) - ∑ ² ² F _{tj,Rd} = 923,01 - 692,25	230,75	Piastra d'estremità - trazione - gruppo						
F _{t,wb,Rd} (5 + 4 + 3 + 2) - ∑ ² ² F _{tj,Rd} = 976,80 - 692,25	284,55	Anima della trave - trazione - gruppo						
F _{t,ep,Rd} (5 + 4 + 3 + 2 + 1) - ∑ ¹ ¹ F _{tj,Rd} = 1398,03 - 1123,50	274,54	Piastra d'estremità - trazione - gruppo						
F _{t,wb,Rd} (5 + 4 + 3 + 2 + 1) - ∑ ¹ ¹ F _{tj,Rd} = 1479,51 - 1123,50	356,02	Anima della trave - trazione - gruppo						
RESISTENZA DELLA FILA DI BULLONI NUMERO 6								
F _{t6,Rd,comp} - Formula	F _{t6,Rd,comp}	Componente						
F _{t6,Rd} = Min (F _{t6,Rd,comp})	84,24	Resistenza della fila di bulloni						
F _{t,ep,Rd} (6) = 431,24	431,24	Piastra d'estremità - trazione						
F _{t,wb,Rd} (6) = 708,83	708,83	Anima della trave - trazione						
B _{p,Rd} = 933,73	933,73	Bulloni al passaggio della testa						
F _{c,fb,Rd} - ∑ ¹ ⁵ F _{tj,Rd} = 1438,49 - 1354,25	84,24	Ala della trave - compressione						
F _{t,ep,Rd} (6 + 5) - ∑ ⁵ ⁵ F _{tj,Rd} = 705,78 - 230,75	475,03	Piastra d'estremità - trazione - gruppo						
F _{t,wb,Rd} (6 + 5) - ∑ ⁵ ⁵ F _{tj,Rd} = 746,91 - 230,75	516,16	Anima della trave - trazione - gruppo						
F _{t,ep,Rd} (6 + 5 + 4) - ∑ ⁴ ⁴ F _{tj,Rd} = 936,53 - 461,50	475,03	Piastra d'estremità - trazione - gruppo						
F _{t,wb,Rd} (6 + 5 + 4) - ∑ ⁴ ⁴ F _{tj,Rd} = 991,11 - 461,50	529,61	Anima della trave - trazione - gruppo						
F _{t,ep,Rd} (6 + 5 + 4 + 3) - ∑ ³ ³ F _{tj,Rd} = 1167,28 - 648,47	518,82	Piastra d'estremità - trazione - gruppo						
F _{t,wb,Rd} (6 + 5 + 4 + 3) - ∑ ³ ³ F _{tj,Rd} = 1235,31 - 648,47	586,85	Anima della trave - trazione - gruppo						
F _{t,ep,Rd} (6 + 5 + 4 + 3 + 2) - ∑ ² ² F _{tj,Rd} = 1398,03 - 923,01	475,03	Piastra d'estremità - trazione - gruppo						
F _{t,wb,Rd} (6 + 5 + 4 + 3 + 2) - ∑ ² ² F _{tj,Rd} = 1479,51 - 923,01	556,51	Anima della trave - trazione - gruppo						
F _{t,ep,Rd} (6 + 5 + 4 + 3 + 2 + 1) - ∑ ¹ ¹ F _{tj,Rd} = 1873,06 - 1354,25	518,82	Piastra d'estremità - trazione - gruppo						
F _{t,wb,Rd} (6 + 5 + 4 + 3 + 2 + 1) - ∑ ¹ ¹ F _{tj,Rd} = 1982,23 - 1354,25	627,98	Anima della trave - trazione - gruppo						
TABELLA RICAPITOLATIVA DELLE FORZE								
Nr	h _j	F _{tj,Rd}	F _{t,fc,Rd}	F _{t,wc,Rd}	F _{t,ep,Rd}	F _{t,wb,Rd}	F _{t,Rd}	B _{p,Rd}
1	466	431,24	-	-	431,24	708,83	508,32	933,73
2	386	274,54	-	-	420,24	656,43	508,32	933,73
3	306	186,96	-	-	420,24	656,43	508,32	933,73
4	226	230,75	-	-	420,24	656,43	508,32	933,73
5	146	230,75	-	-	420,24	656,43	508,32	933,73
6	66	84,24	-	-	431,24	708,83	508,32	933,73
RESISTENZA DEL GIUNTO ALLA FLESSIONE M _{j,Rd}								
M _{j,Rd} = ∑ h _j F _{tj,Rd}								
M _{j,Rd} =		456,12	[kN*m]	Resistenza del giunto alla flessione			[6.2]	
M _{b1,Ed} / M _{j,Rd} ≤ 1,0				0,53 < 1,00		verificato		(0,53)
Verifica dell'interazione M+N								
M _{b1,Ed} / M _{j,Rd} + N _{b1,Ed} / N _{j,Rd} ≤ 1					[6.2.5.1.(3)]			
M _{b1,Ed} / M _{j,Rd} + N _{b1,Ed} / N _{j,Rd}				0,86 < 1,00		verificato		(0,86)
Resistenza del giunto al taglio V _{j,Rd}								
a _v =		0,60		Coefficiente per il calcolo di F _{v,Rd}			[Tabella 3.4]	
b _{Lf} =		0,99		Coefficiente di riduzione per i giunti lunghi			[3.8]	
F _{v,Rd} =		215,34 [kN]		Resistenza di un bullone al taglio			[Tabella 3.4]	
F _{t,Rd,max} =		254,16 [kN]		Resistenza di un bullone alla trazione			[Tabella 3.4]	
F _{b,Rd,int} =		320,18 [kN]		Resistenza di un bullone intermedio alla pressione			[Tabella 3.4]	
F _{b,Rd,ext} =		412,80 [kN]		Resistenza di un bullone estremo alla pressione			[Tabella 3.4]	
Nr	F _{tj,Rd,N}	F _{tj,Ed,N}	F _{tj,Rd,M}	F _{tj,Ed,M}	F _{tj,Ed}	F _{vj,Rd}		
1	431,24	144,92	431,24	226,91	371,83	205,65		
2	274,54	92,26	274,54	144,46	236,71	287,42		

Nr	$F_{tj,Rd,N}$	$F_{tj,Ed,N}$	$F_{tj,Rd,M}$	$F_{tj,Ed,M}$	$F_{tj,Ed}$	$F_{vj,Rd}$
3	186,96	62,83	186,96	98,38	161,21	333,12
4	230,75	77,54	230,75	121,42	198,96	310,27
5	230,75	77,54	230,75	121,42	198,96	310,27
6	431,24	144,92	84,24	44,33	189,24	316,15

$F_{tj,Rd,N}$ – Resistenza di una fila di bulloni alla trazione pura
 $F_{tj,Ed,N}$ – Forza in una fila di bulloni dovuta all'azione assiale
 $F_{tj,Rd,M}$ – Resistenza di una fila di bulloni alla flessione pura
 $F_{tj,Ed,M}$ – Forza in una fila di bulloni dovuta al momento
 $F_{tj,Ed}$ – Forza di trazione massima in una fila di bulloni
 $F_{vj,Rd}$ – Resistenza ridotta della fila di bulloni

$$F_{tj,Ed,N} = N_{j,Ed} F_{tj,Rd,N} / N_{j,Rd}$$

$$F_{tj,Ed,M} = M_{j,Ed} F_{tj,Rd,M} / M_{j,Rd}$$

$$F_{tj,Ed} = F_{tj,Ed,N} + F_{tj,Ed,M}$$

$$F_{vj,Rd} = \text{Min} (n_h F_{v,Ed} (1 - F_{tj,Ed} / (1.4 n_h F_{t,Rd,max}), n_h F_{v,Rd}, n_h F_{b,Rd}))$$

$$V_{j,Rd} = n_h \sum_{i=1}^n F_{vj,Rd}$$

[Tabella 3.4]

$$V_{j,Rd} = 1762,88 \quad [\text{kN}]$$

Resistenza del giunto al taglio $V_{j,Rd}$

[Tabella 3.4]

$$V_{b1,Ed} / V_{j,Rd} \leq 1,0$$

$$0,05 < 1,00$$

verificato (0,05)

Resistenza delle saldature

$A_w =$	165,70	[cm ²]	Area di tutte le saldature	[4.5.3.2(2)]
$A_{wy} =$	72,18	[cm ²]	Area delle saldature orizzontali	[4.5.3.2(2)]
$A_{wz} =$	93,52	[cm ²]	Area delle saldature verticali	[4.5.3.2(2)]
$I_{wy} =$	69261,51	[cm ⁴]	Momento di inerzia del sistema di saldature rispetto all'asse oriz.	[4.5.3.2(5)]
$s^{\wedge}_{max} = t^{\wedge}_{max} =$	94,21	[MPa]	Sollecitazione normale nella saldatura	[4.5.3.2(6)]
$s^{\wedge} = t^{\wedge} =$	82,89	[MPa]	Sollecitazione nella saldatura verticale	[4.5.3.2(5)]
$t_{II} =$	9,62	[MPa]	Sollecitazione tangenziale	[4.5.3.2(5)]
$b_w =$	0,85		Coefficiente di correlazione	[4.5.3.2(7)]

$$\ddot{O}[s^{\wedge}_{max}{}^2 + 3*(t^{\wedge}_{max}{}^2)] \leq f_u / (b_w * g_{M2}) \quad 188,42 < 404,71 \quad \text{verificato} \quad (0,47)$$

$$\ddot{O}[s^{\wedge}{}^2 + 3*(t^{\wedge}{}^2 + t_{II}{}^2)] \leq f_u / (b_w * g_{M2}) \quad 166,62 < 404,71 \quad \text{verificato} \quad (0,41)$$

$$s^{\wedge} \leq 0.9 * f_u / g_{M2} \quad 94,21 < 309,60 \quad \text{verificato} \quad (0,30)$$

Rigidità del giunto

L'azione assiale nella trave sorpassa il 5% di resistenza $N_{pl,Rd}$. Conforme al punto 6.3.1.(4) la rigidità del giunto non può essere calcolata.

Il componente più debole:

ALA E ANIMA DELLA TRAVE IN COMPRESSIONE

Giunto conforme alla norma

Coefficiente

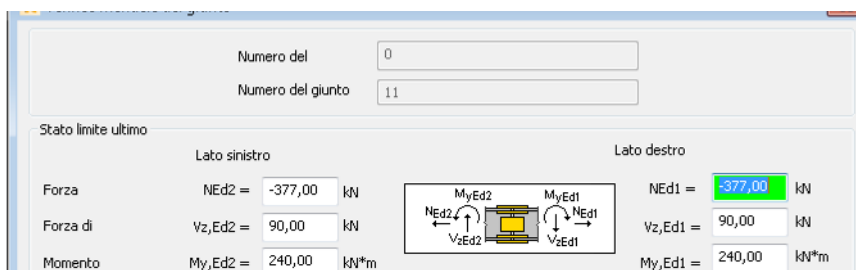
0,86

5.3.9. Verifica giunto di continuità IPE550 – giunto/coprigiunto

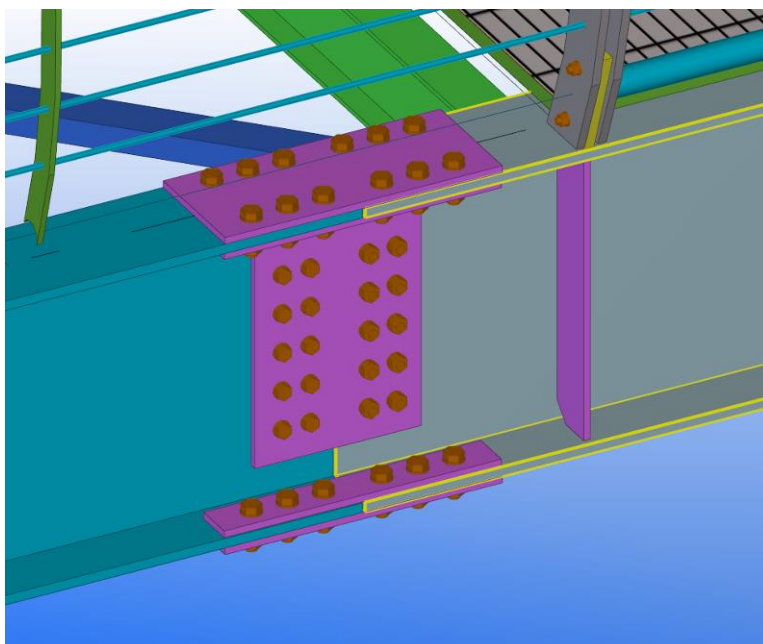
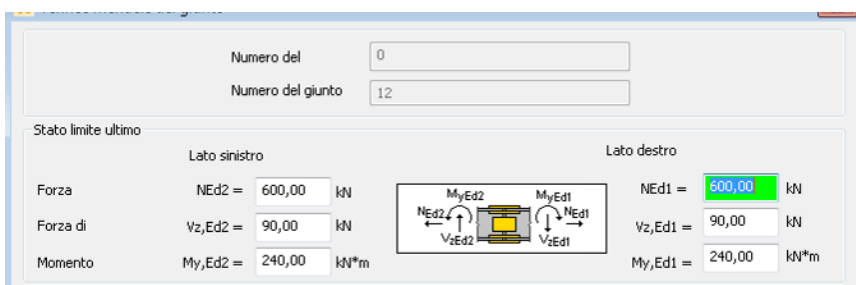
La IPE550 è suddivisa in 7 tronchi. Le giunzioni sono di 2 tipi: con flangia di testa e con giunto-coprigiunto. Tutte le giunzioni sono state localizzate nei punti di azzeramento dei momenti nella maggior parte delle combinazioni di carico. Per questioni di montaggio le giunzioni sono tutte flangiate tranne quella del tronco centrale in modo da consentire il completamento della trave con i necessari margini di tolleranza per la posa.

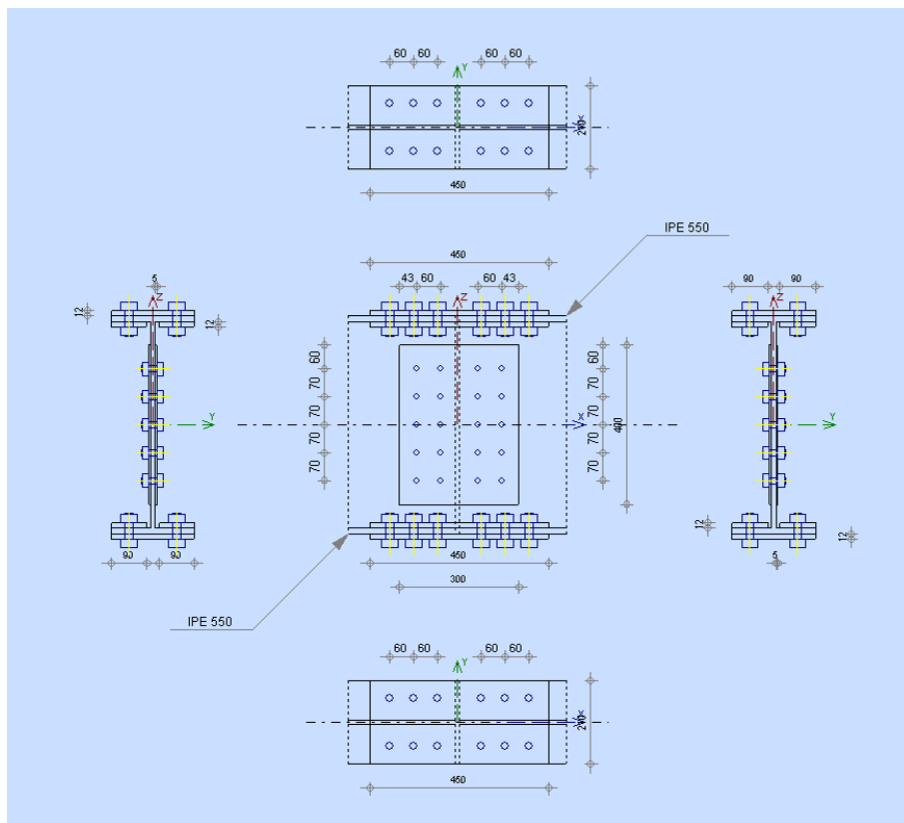
La giunzione a coprighiunti è sottoposta alle seguenti sollecitazioni estreme:

- Caso1.



- Caso2.





CASO 1

Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2018
Calcolo del giunto incastrato Trave - Trave
 EN 1993-1-8:2005/AC:2009

Coefficiente
0,86

Generale

N. giunto: 5
 Nome del giunto: Trave - trave
 Geometria

Lato sinistro

Trave

Profilato: IPE 550
 a = -180,0 [Deg] Angolo d'inclinazione
 h_{bl} = 550 [mm] Altezza della sezione della trave
 b_{fb} = 210 [mm] Larghezza della sezione della trave
 t_{wbl} = 11 [mm] Spessore dell'anima della sezione della trave
 t_{fb} = 17 [mm] Spessore dell'ala della sezione della trave
 r_{bl} = 24 [mm] Raggio di raccordo della sezione della trave
 A_{bl} = 134,00 [cm²] Area della sezione della trave
 I_{xbl} = 67120,00 [cm⁴] Momento di inerzia della sezione della trave

Materiale: S 275

f_{yb} = 275,00 [MPa] Resistenza

Lato destro

Trave

Profilato: IPE 550
 a = 0,0 [Deg] Angolo d'inclinazione
 h_{br} = 550 [mm] Altezza della sezione della trave
 b_{fb} = 210 [mm] Larghezza della sezione della trave
 t_{wbr} = 11 [mm] Spessore dell'anima della sezione della trave
 t_{fb} = 17 [mm] Spessore dell'ala della sezione della trave
 r_{br} = 24 [mm] Raggio di raccordo della sezione della trave
 A_{br} = 134,00 [cm²] Area della sezione della trave
 I_{xbr} = 67120,00 [cm⁴] Momento di inerzia della sezione della trave

Materiale: S 275

f_{yb} = 275,00 [MPa] Resistenza

Bulloni

Il piano di taglio attraversa la parte NON FILETTATA del bullone.

d =	24	[mm]	Diametro del bullone
Classe =	10.9		Classe del bullone
F _{TRd} =	254,16	[kN]	Resistenza del bullone alla trazione
n _h =	2		Numero di colonne dei bulloni
n _v =	6		Numero di file di bulloni
h ₁ =	85	[mm]	Distanza del primo bullone dal bordo superiore della lamiera estrema

Distanza orizzontale e₁ = 110 [mm]

Distanza verticale p₁ = 80;80;80;80;80 [mm]

Lamiera

h _{pr} =	570	[mm]	Altezza della lamiera
b _{pr} =	210	[mm]	Larghezza della lamiera
t _{pr} =	20	[mm]	Spessore della lamiera

Materiale: S 275

f_{ypr} = 275,00 [MPa] Resistenza

Saldature in angolo esterno

a _w =	10	[mm]	Saldatura dell'anima
a _f =	10	[mm]	Saldatura dell'ala

Coefficienti di materiale

g _{M0} =	1,00	Coefficiente di sicurezza parziale	[2.2]
g _{M1} =	1,00	Coefficiente di sicurezza parziale	[2.2]
g _{M2} =	1,25	Coefficiente di sicurezza parziale	[2.2]
g _{M3} =	1,25	Coefficiente di sicurezza parziale	[2.2]

Carichi

Stato limite ultimo (SLU)

Condizione Calcolo manuale.

M _{b1,Ed} =	240,00	[kN*m]	Momento flettente nella trave destra
V _{b1,Ed} =	90,00	[kN]	Azione di taglio nella trave destra
N _{b1,Ed} =	600,00	[kN]	Azione assiale nella trave destra

Risultati

Resistenze della trave

TRAZIONE

A _b =	134,00	[cm ²]	Area di sezione	EN1993-1-1:[6.2.3]
N _{tb,Rd} =	A _b f _{yb} / g _{M0}			
N _{tb,Rd} =	3685,00	[kN]	Resistenza di calcolo della sezione alla trazione	EN1993-1-1:[6.2.3]

TAGLIO

A _{vb} =	71,93	[cm ²]	Area al taglio	EN1993-1-1:[6.2.6.(3)]
V _{cb,Rd} =	A _{vb} (f _{yb} / Ö3) / g _{M0}			
V _{cb,Rd} =	1141,97	[kN]	Resistenza di calcolo della sezione al taglio	EN1993-1-1:[6.2.6.(2)]
V _{b1,Ed} / V _{cb,Rd} ≤	1,0	0,08 < 1,00	verificato	(0,08)

FLESSIONE - MOMENTO PLASTICO (SENZA RINFORZI)

W _{plb} =	2787,01	[cm ³]	Fattore plastico della sezione	EN1993-1-1:[6.2.5.(2)]
M _{b,pl,Rd} =	W _{plb} f _{yb} / g _{M0}			
M _{b,pl,Rd} =	766,43	[kN*m]	Resistenza plastica della sezione alla flessione (senza rinforzi)	EN1993-1-1:[6.2.5.(2)]

FLESSIONE AL CONTATTO DELLA PIASTRA O DELL'ELEMENTO GIUNTO

W _{pl} =	2787,01	[cm ³]	Fattore plastico della sezione	EN1993-1-1:[6.2.5]
M _{cb,Rd} =	W _{pl} f _{yb} / g _{M0}			
M _{cb,Rd} =	766,43	[kN*m]	Resistenza di calcolo della sezione alla flessione	EN1993-1-1:[6.2.5]

ALA ED ANIMA ALLA COMPRESSIONE

M _{cb,Rd} =	766,43	[kN*m]	Resistenza di calcolo della sezione alla flessione	EN1993-1-1:[6.2.5]
h _f =	533	[mm]	Distanza tra i centri di gravità delle ali	[6.2.6.7.(1)]
F _{c,fb,Rd} =	M _{cb,Rd} / h _f			
F _{c,fb,Rd} =	1438,49	[kN]	Resistenza dell'ala compressa e dell'anima	[6.2.6.7.(1)]

Parametri geometrici del giunto

LUNGHEZZE EFFICACI E PARAMETRI - PIASTRA D'ESTREMITA

Nr	m	m _x	e	e _x	p	l _{eff,cp}	l _{eff,nc}	l _{eff,1}	l _{eff,2}	l _{eff,cp,g}	l _{eff,nc,g}	l _{eff,1,g}	l _{eff,2,g}
1	38	-	50	-	80	240	232	232	232	200	165	165	165
2	38	-	50	-	80	240	215	215	215	160	80	80	80
3	38	-	50	-	80	240	215	215	215	160	80	80	80
4	38	-	50	-	80	240	215	215	215	160	80	80	80

Nr	m	m _x	e	e _x	p	l _{eff,cp}	l _{eff,nc}	l _{eff,1}	l _{eff,2}	l _{eff,cp,g}	l _{eff,nc,g}	l _{eff,1,g}	l _{eff,2,g}
5	38	-	50	-	80	240	215	215	215	160	80	80	80
6	38	-	50	-	80	240	232	232	232	200	165	165	165

m – Distanza del bullone dall'anima
 m_x – Distanza del bullone dall'ala della trave
 e – Distanza del bullone dal bordo esteriore
 e_x – Distanza del bullone dal bordo esteriore orizzontale
 p – Distanza dei bulloni
 l_{eff,cp} – Lunghezza efficace per un bullone nei meccanismi circolari
 l_{eff,nc} – Lunghezza efficace per un bullone nei meccanismi non circolari
 l_{eff,1} – Lunghezza efficace per un bullone per il modo 1
 l_{eff,2} – Lunghezza efficace per un bullone per il modo 2
 l_{eff,cp,g} – Lunghezza efficace per un gruppo di bulloni nei meccanismi circolari
 l_{eff,nc,g} – Lunghezza efficace per un gruppo di bulloni nei meccanismi non circolari
 l_{eff,1,g} – Lunghezza efficace per un gruppo di bulloni per il modo 1
 l_{eff,2,g} – Lunghezza efficace per un gruppo di bulloni per il modo 2

Resistenza del giunto alla trazione

$F_{t,Rd} = 254,16$ [kN] Resistenza del bullone alla trazione [Tabella 3.4]
 $B_{p,Rd} = 466,87$ [kN] Resistenza del bullone al passaggio della testa [Tabella 3.4]
 $F_{t,fc,Rd}$ – resistenza dell'ala della colonna alla flessione
 $F_{t,wc,Rd}$ – resistenza dell'anima della colonna alla trazione
 $F_{t,ep,Rd}$ – resistenza della lamiera alla flessione
 $F_{t,wb,Rd}$ – resistenza dell'anima alla trazione
 $F_{t,fc,Rd} = \text{Min} (F_{t,1,fc,Rd}, F_{t,2,fc,Rd}, F_{t,3,fc,Rd})$ [6.2.6.4] , [Tab.6.2]
 $F_{t,wc,Rd} = w \cdot b_{eff,t,wc} \cdot t_{wc} \cdot f_{yc} / g_{M0}$ [6.2.6.3.(1)]
 $F_{t,ep,Rd} = \text{Min} (F_{t,1,ep,Rd}, F_{t,2,ep,Rd}, F_{t,3,ep,Rd})$ [6.2.6.5] , [Tab.6.2]
 $F_{t,wb,Rd} = b_{eff,t,wb} \cdot t_{wb} \cdot f_{yb} / g_{M0}$ [6.2.6.8.(1)]

RESISTENZA DELLA FILA DI BULLONI NUMERO 1

F _{t1,Rd,comp} - Formula	F _{t1,Rd,comp}	Componente
$F_{t1,Rd} = \text{Min} (F_{t1,Rd,comp})$	431,24	Resistenza della fila di bulloni
$F_{t,ep,Rd(1)} = 431,24$	431,24	Piastra d'estremità - trazione
$F_{t,wb,Rd(1)} = 708,83$	708,83	Anima della trave - trazione
$B_{p,Rd} = 933,73$	933,73	Bulloni al passaggio della testa

RESISTENZA DELLA FILA DI BULLONI NUMERO 2

F _{t2,Rd,comp} - Formula	F _{t2,Rd,comp}	Componente
$F_{t2,Rd} = \text{Min} (F_{t2,Rd,comp})$	274,54	Resistenza della fila di bulloni
$F_{t,ep,Rd(2)} = 420,24$	420,24	Piastra d'estremità - trazione
$F_{t,wb,Rd(2)} = 656,43$	656,43	Anima della trave - trazione
$B_{p,Rd} = 933,73$	933,73	Bulloni al passaggio della testa
$F_{t,ep,Rd(2+1)} - \sum_{i=1}^1 F_{tj,Rd} = 705,78 - 431,24$	274,54	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd(2+1)} - \sum_{i=1}^1 F_{tj,Rd} = 746,91 - 431,24$	315,67	Anima della trave - trazione - gruppo

RESISTENZA DELLA FILA DI BULLONI NUMERO 3

F _{t3,Rd,comp} - Formula	F _{t3,Rd,comp}	Componente
$F_{t3,Rd} = \text{Min} (F_{t3,Rd,comp})$	186,96	Resistenza della fila di bulloni
$F_{t,ep,Rd(3)} = 420,24$	420,24	Piastra d'estremità - trazione
$F_{t,wb,Rd(3)} = 656,43$	656,43	Anima della trave - trazione
$B_{p,Rd} = 933,73$	933,73	Bulloni al passaggio della testa
$F_{t,ep,Rd(3+2)} - \sum_{i=1}^2 F_{tj,Rd} = 461,50 - 274,54$	186,96	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd(3+2)} - \sum_{i=1}^2 F_{tj,Rd} = 488,40 - 274,54$	213,86	Anima della trave - trazione - gruppo
$F_{t,ep,Rd(3+2+1)} - \sum_{i=1}^2 F_{tj,Rd} = 936,53 - 705,78$	230,75	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd(3+2+1)} - \sum_{i=1}^2 F_{tj,Rd} = 991,11 - 705,78$	285,33	Anima della trave - trazione - gruppo

RESISTENZA DELLA FILA DI BULLONI NUMERO 4

F _{t4,Rd,comp} - Formula	F _{t4,Rd,comp}	Componente
$F_{t4,Rd} = \text{Min} (F_{t4,Rd,comp})$	230,75	Resistenza della fila di bulloni
$F_{t,ep,Rd(4)} = 420,24$	420,24	Piastra d'estremità - trazione
$F_{t,wb,Rd(4)} = 656,43$	656,43	Anima della trave - trazione
$B_{p,Rd} = 933,73$	933,73	Bulloni al passaggio della testa
$F_{t,ep,Rd(4+3)} - \sum_{i=1}^3 F_{tj,Rd} = 461,50 - 186,96$	274,54	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd(4+3)} - \sum_{i=1}^3 F_{tj,Rd} = 488,40 - 186,96$	301,44	Anima della trave - trazione - gruppo

F_{t4,Rd,comp} - Formula	F_{t4,Rd,comp}	Componente
$F_{t,ep,Rd(4+3+2)} - \sum^2 F_{tj,Rd} = 692,25 - 461,50$	230,75	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd(4+3+2)} - \sum^2 F_{tj,Rd} = 732,60 - 461,50$	271,10	Anima della trave - trazione - gruppo
$F_{t,ep,Rd(4+3+2+1)} - \sum^3 F_{tj,Rd} = 1167,28 - 892,74$	274,54	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd(4+3+2+1)} - \sum^3 F_{tj,Rd} = 1235,31 - 892,74$	342,57	Anima della trave - trazione - gruppo

RESISTENZA DELLA FILA DI BULLONI NUMERO 5

F_{t5,Rd,comp} - Formula	F_{t5,Rd,comp}	Componente
$F_{t5,Rd} = \text{Min}(F_{t5,Rd,comp})$	230,75	Resistenza della fila di bulloni
$F_{t,ep,Rd(5)} = 420,24$	420,24	Piastra d'estremità - trazione
$F_{t,wb,Rd(5)} = 656,43$	656,43	Anima della trave - trazione
$B_{p,Rd} = 933,73$	933,73	Bulloni al passaggio della testa
$F_{t,ep,Rd(5+4)} - \sum^4 F_{tj,Rd} = 461,50 - 230,75$	230,75	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd(5+4)} - \sum^4 F_{tj,Rd} = 488,40 - 230,75$	257,65	Anima della trave - trazione - gruppo
$F_{t,ep,Rd(5+4+3)} - \sum^3 F_{tj,Rd} = 692,25 - 417,72$	274,54	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd(5+4+3)} - \sum^3 F_{tj,Rd} = 732,60 - 417,72$	314,88	Anima della trave - trazione - gruppo
$F_{t,ep,Rd(5+4+3+2)} - \sum^2 F_{tj,Rd} = 923,01 - 692,25$	230,75	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd(5+4+3+2)} - \sum^2 F_{tj,Rd} = 976,80 - 692,25$	284,55	Anima della trave - trazione - gruppo
$F_{t,ep,Rd(5+4+3+2+1)} - \sum^1 F_{tj,Rd} = 1398,03 - 1123,50$	274,54	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd(5+4+3+2+1)} - \sum^1 F_{tj,Rd} = 1479,51 - 1123,50$	356,02	Anima della trave - trazione - gruppo

RESISTENZA DELLA FILA DI BULLONI NUMERO 6

F_{t6,Rd,comp} - Formula	F_{t6,Rd,comp}	Componente
$F_{t6,Rd} = \text{Min}(F_{t6,Rd,comp})$	431,24	Resistenza della fila di bulloni
$F_{t,ep,Rd(6)} = 431,24$	431,24	Piastra d'estremità - trazione
$F_{t,wb,Rd(6)} = 708,83$	708,83	Anima della trave - trazione
$B_{p,Rd} = 933,73$	933,73	Bulloni al passaggio della testa
$F_{t,ep,Rd(6+5)} - \sum^5 F_{tj,Rd} = 705,78 - 230,75$	475,03	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd(6+5)} - \sum^5 F_{tj,Rd} = 746,91 - 230,75$	516,16	Anima della trave - trazione - gruppo
$F_{t,ep,Rd(6+5+4)} - \sum^4 F_{tj,Rd} = 936,53 - 461,50$	475,03	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd(6+5+4)} - \sum^4 F_{tj,Rd} = 991,11 - 461,50$	529,61	Anima della trave - trazione - gruppo
$F_{t,ep,Rd(6+5+4+3)} - \sum^3 F_{tj,Rd} = 1167,28 - 648,47$	518,82	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd(6+5+4+3)} - \sum^3 F_{tj,Rd} = 1235,31 - 648,47$	586,85	Anima della trave - trazione - gruppo
$F_{t,ep,Rd(6+5+4+3+2)} - \sum^2 F_{tj,Rd} = 1398,03 - 923,01$	475,03	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd(6+5+4+3+2)} - \sum^2 F_{tj,Rd} = 1479,51 - 923,01$	556,51	Anima della trave - trazione - gruppo
$F_{t,ep,Rd(6+5+4+3+2+1)} - \sum^1 F_{tj,Rd} = 1873,06 - 1354,25$	518,82	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd(6+5+4+3+2+1)} - \sum^1 F_{tj,Rd} = 1982,23 - 1354,25$	627,98	Anima della trave - trazione - gruppo

TABELLA RICAPITOLATIVA DELLE FORZE

Nr	h _j	F _{tj,Rd}	F _{t,fc,Rd}	F _{t,wc,Rd}	F _{t,ep,Rd}	F _{t,wb,Rd}	F _{t,Rd}	B _{p,Rd}
1	466	431,24	-	-	431,24	708,83	508,32	933,73
2	386	274,54	-	-	420,24	656,43	508,32	933,73
3	306	186,96	-	-	420,24	656,43	508,32	933,73
4	226	230,75	-	-	420,24	656,43	508,32	933,73
5	146	230,75	-	-	420,24	656,43	508,32	933,73
6	66	431,24	-	-	431,24	708,83	508,32	933,73

RESISTENZA DEL GIUNTO ALLA TRAZIONE N_{j,Rd}

$$N_{j,Rd} = \sum F_{tj,Rd}$$

$$N_{j,Rd} = 1785,49 \quad [\text{kN}] \quad \text{Resistenza del giunto alla trazione} \quad [6.2]$$

$$N_{b1,Ed} / N_{j,Rd} \leq 1,0 \quad 0,34 < 1,00 \quad \text{verificato} \quad (0,34)$$

Resistenza del giunto alla flessione

RESISTENZA DELLA FILA DI BULLONI NUMERO 1

F_{t1,Rd,comp} - Formula	F_{t1,Rd,comp}	Componente
$F_{t1,Rd} = \text{Min}(F_{t1,Rd,comp})$	431,24	Resistenza della fila di bulloni
$F_{t,ep,Rd(1)} = 431,24$	431,24	Piastra d'estremità - trazione
$F_{t,wb,Rd(1)} = 708,83$	708,83	Anima della trave - trazione
$B_{p,Rd} = 933,73$	933,73	Bulloni al passaggio della testa
$F_{c,fb,Rd} = 1438,49$	1438,49	Ala della trave - compressione

RESISTENZA DELLA FILA DI BULLONI NUMERO 2

F_{t2,Rd,comp} - Formula	F_{t2,Rd,comp}	Componente
$F_{t2,Rd} = \text{Min}(F_{t2,Rd,comp})$	274,54	Resistenza della fila di bulloni

F_{t2,Rd,comp} - Formula	F_{t2,Rd,comp}	Componente
$F_{t,ep,Rd(2)} = 420,24$	420,24	Piastra d'estremità - trazione
$F_{t,wb,Rd(2)} = 656,43$	656,43	Anima della trave - trazione
$B_{p,Rd} = 933,73$	933,73	Bulloni al passaggio della testa
$F_{c,fb,Rd} - \sum 1^1 F_{tj,Rd} = 1438,49 - 431,24$	1007,25	Ala della trave - compressione
$F_{t,ep,Rd(2+1)} - \sum 1^1 F_{tj,Rd} = 705,78 - 431,24$	274,54	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd(2+1)} - \sum 1^1 F_{tj,Rd} = 746,91 - 431,24$	315,67	Anima della trave - trazione - gruppo

RESISTENZA DELLA FILA DI BULLONI NUMERO 3

F_{t3,Rd,comp} - Formula	F_{t3,Rd,comp}	Componente
$F_{t3,Rd} = \text{Min} (F_{t3,Rd,comp})$	186,96	Resistenza della fila di bulloni
$F_{t,ep,Rd(3)} = 420,24$	420,24	Piastra d'estremità - trazione
$F_{t,wb,Rd(3)} = 656,43$	656,43	Anima della trave - trazione
$B_{p,Rd} = 933,73$	933,73	Bulloni al passaggio della testa
$F_{c,fb,Rd} - \sum 1^2 F_{tj,Rd} = 1438,49 - 705,78$	732,71	Ala della trave - compressione
$F_{t,ep,Rd(3+2)} - \sum 2^2 F_{tj,Rd} = 461,50 - 274,54$	186,96	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd(3+2)} - \sum 2^2 F_{tj,Rd} = 488,40 - 274,54$	213,86	Anima della trave - trazione - gruppo
$F_{t,ep,Rd(3+2+1)} - \sum 2^1 F_{tj,Rd} = 936,53 - 705,78$	230,75	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd(3+2+1)} - \sum 2^1 F_{tj,Rd} = 991,11 - 705,78$	285,33	Anima della trave - trazione - gruppo

RESISTENZA DELLA FILA DI BULLONI NUMERO 4

F_{t4,Rd,comp} - Formula	F_{t4,Rd,comp}	Componente
$F_{t4,Rd} = \text{Min} (F_{t4,Rd,comp})$	230,75	Resistenza della fila di bulloni
$F_{t,ep,Rd(4)} = 420,24$	420,24	Piastra d'estremità - trazione
$F_{t,wb,Rd(4)} = 656,43$	656,43	Anima della trave - trazione
$B_{p,Rd} = 933,73$	933,73	Bulloni al passaggio della testa
$F_{c,fb,Rd} - \sum 1^3 F_{tj,Rd} = 1438,49 - 892,74$	545,74	Ala della trave - compressione
$F_{t,ep,Rd(4+3)} - \sum 3^3 F_{tj,Rd} = 461,50 - 186,96$	274,54	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd(4+3)} - \sum 3^3 F_{tj,Rd} = 488,40 - 186,96$	301,44	Anima della trave - trazione - gruppo
$F_{t,ep,Rd(4+3+2)} - \sum 3^2 F_{tj,Rd} = 692,25 - 461,50$	230,75	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd(4+3+2)} - \sum 3^2 F_{tj,Rd} = 732,60 - 461,50$	271,10	Anima della trave - trazione - gruppo
$F_{t,ep,Rd(4+3+2+1)} - \sum 3^1 F_{tj,Rd} = 1167,28 - 892,74$	274,54	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd(4+3+2+1)} - \sum 3^1 F_{tj,Rd} = 1235,31 - 892,74$	342,57	Anima della trave - trazione - gruppo

RESISTENZA DELLA FILA DI BULLONI NUMERO 5

F_{t5,Rd,comp} - Formula	F_{t5,Rd,comp}	Componente
$F_{t5,Rd} = \text{Min} (F_{t5,Rd,comp})$	230,75	Resistenza della fila di bulloni
$F_{t,ep,Rd(5)} = 420,24$	420,24	Piastra d'estremità - trazione
$F_{t,wb,Rd(5)} = 656,43$	656,43	Anima della trave - trazione
$B_{p,Rd} = 933,73$	933,73	Bulloni al passaggio della testa
$F_{c,fb,Rd} - \sum 1^4 F_{tj,Rd} = 1438,49 - 1123,50$	314,99	Ala della trave - compressione
$F_{t,ep,Rd(5+4)} - \sum 4^4 F_{tj,Rd} = 461,50 - 230,75$	230,75	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd(5+4)} - \sum 4^4 F_{tj,Rd} = 488,40 - 230,75$	257,65	Anima della trave - trazione - gruppo
$F_{t,ep,Rd(5+4+3)} - \sum 4^3 F_{tj,Rd} = 692,25 - 417,72$	274,54	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd(5+4+3)} - \sum 4^3 F_{tj,Rd} = 732,60 - 417,72$	314,88	Anima della trave - trazione - gruppo
$F_{t,ep,Rd(5+4+3+2)} - \sum 4^2 F_{tj,Rd} = 923,01 - 692,25$	230,75	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd(5+4+3+2)} - \sum 4^2 F_{tj,Rd} = 976,80 - 692,25$	284,55	Anima della trave - trazione - gruppo
$F_{t,ep,Rd(5+4+3+2+1)} - \sum 4^1 F_{tj,Rd} = 1398,03 - 1123,50$	274,54	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd(5+4+3+2+1)} - \sum 4^1 F_{tj,Rd} = 1479,51 - 1123,50$	356,02	Anima della trave - trazione - gruppo

RESISTENZA DELLA FILA DI BULLONI NUMERO 6

F_{t6,Rd,comp} - Formula	F_{t6,Rd,comp}	Componente
$F_{t6,Rd} = \text{Min} (F_{t6,Rd,comp})$	84,24	Resistenza della fila di bulloni
$F_{t,ep,Rd(6)} = 431,24$	431,24	Piastra d'estremità - trazione
$F_{t,wb,Rd(6)} = 708,83$	708,83	Anima della trave - trazione
$B_{p,Rd} = 933,73$	933,73	Bulloni al passaggio della testa
$F_{c,fb,Rd} - \sum 1^5 F_{tj,Rd} = 1438,49 - 1354,25$	84,24	Ala della trave - compressione
$F_{t,ep,Rd(6+5)} - \sum 5^5 F_{tj,Rd} = 705,78 - 230,75$	475,03	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd(6+5)} - \sum 5^5 F_{tj,Rd} = 746,91 - 230,75$	516,16	Anima della trave - trazione - gruppo
$F_{t,ep,Rd(6+5+4)} - \sum 5^4 F_{tj,Rd} = 936,53 - 461,50$	475,03	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd(6+5+4)} - \sum 5^4 F_{tj,Rd} = 991,11 - 461,50$	529,61	Anima della trave - trazione - gruppo
$F_{t,ep,Rd(6+5+4+3)} - \sum 5^3 F_{tj,Rd} = 1167,28 - 648,47$	518,82	Piastra d'estremità - trazione - gruppo

F_{t6,Rd,comp} - Formula	F_{t6,Rd,comp}	Componente
$F_{t,wb,Rd}(6+5+4+3) - \sum 5^3 F_{tj,Rd} = 1235,31 - 648,47$	586,85	Anima della trave - trazione - gruppo
$F_{t,ep,Rd}(6+5+4+3+2) - \sum 5^2 F_{tj,Rd} = 1398,03 - 923,01$	475,03	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd}(6+5+4+3+2) - \sum 5^2 F_{tj,Rd} = 1479,51 - 923,01$	556,51	Anima della trave - trazione - gruppo
$F_{t,ep,Rd}(6+5+4+3+2+1) - \sum 5^1 F_{tj,Rd} = 1873,06 - 1354,25$	518,82	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd}(6+5+4+3+2+1) - \sum 5^1 F_{tj,Rd} = 1982,23 - 1354,25$	627,98	Anima della trave - trazione - gruppo

TABELLA RICAPITOLATIVA DELLE FORZE

Nr	h _j	F _{tj,Rd}	F _{t,fc,Rd}	F _{t,wc,Rd}	F _{t,ep,Rd}	F _{t,wb,Rd}	F _{t,Rd}	B _{p,Rd}
1	466	431,24	-	-	431,24	708,83	508,32	933,73
2	386	274,54	-	-	420,24	656,43	508,32	933,73
3	306	186,96	-	-	420,24	656,43	508,32	933,73
4	226	230,75	-	-	420,24	656,43	508,32	933,73
5	146	230,75	-	-	420,24	656,43	508,32	933,73
6	66	84,24	-	-	431,24	708,83	508,32	933,73

RESISTENZA DEL GIUNTO ALLA FLESSIONE M_{j,Rd}

$$M_{j,Rd} = \sum h_j F_{tj,Rd}$$

$$M_{j,Rd} = 456,12 \quad [\text{kN}\cdot\text{m}] \quad \text{Resistenza del giunto alla flessione} \quad [6.2]$$

$$M_{b1,Ed} / M_{j,Rd} \leq 1,0 \quad 0,53 < 1,00 \quad \text{verificato} \quad (0,53)$$

Verifica dell'interazione M+N

$$M_{b1,Ed} / M_{j,Rd} + N_{b1,Ed} / N_{j,Rd} \leq 1 \quad [6.2.5.1.(3)]$$

$$M_{b1,Ed} / M_{j,Rd} + N_{b1,Ed} / N_{j,Rd} \quad 0,86 < 1,00 \quad \text{verificato} \quad (0,86)$$

Resistenza del giunto al taglio V_{j,Rd}

$$a_v = 0,60 \quad \text{Coefficiente per il calcolo di } F_{v,Rd} \quad [\text{Tabella 3.4}]$$

$$b_{lf} = 0,99 \quad \text{Coefficiente di riduzione per i giunti lunghi} \quad [3.8]$$

$$F_{v,Rd} = 215,34 \quad [\text{kN}] \quad \text{Resistenza di un bullone al taglio} \quad [\text{Tabella 3.4}]$$

$$F_{t,Rd,max} = 254,16 \quad [\text{kN}] \quad \text{Resistenza di un bullone alla trazione} \quad [\text{Tabella 3.4}]$$

$$F_{b,Rd,int} = 320,18 \quad [\text{kN}] \quad \text{Resistenza di un bullone intermedio alla pressione} \quad [\text{Tabella 3.4}]$$

$$F_{b,Rd,ext} = 412,80 \quad [\text{kN}] \quad \text{Resistenza di un bullone estremo alla pressione} \quad [\text{Tabella 3.4}]$$

Nr	F _{tj,Rd,N}	F _{tj,Ed,N}	F _{tj,Rd,M}	F _{tj,Ed,M}	F _{tj,Ed}	F _{vj,Rd}
1	431,24	144,92	431,24	226,91	371,83	205,65
2	274,54	92,26	274,54	144,46	236,71	287,42
3	186,96	62,83	186,96	98,38	161,21	333,12
4	230,75	77,54	230,75	121,42	198,96	310,27
5	230,75	77,54	230,75	121,42	198,96	310,27
6	431,24	144,92	84,24	44,33	189,24	316,15

F_{tj,Rd,N} – Resistenza di una fila di bulloni alla trazione pura

F_{tj,Ed,N} – Forza in una fila di bulloni dovuta all'azione assiale

F_{tj,Rd,M} – Resistenza di una fila di bulloni alla flessione pura

F_{tj,Ed,M} – Forza in una fila di bulloni dovuta al momento

F_{tj,Ed} – Forza di trazione massima in una fila di bulloni

F_{vj,Rd} – Resistenza ridotta della fila di bulloni

$$F_{tj,Ed,N} = N_{j,Ed} F_{tj,Rd,N} / N_{j,Rd}$$

$$F_{tj,Ed,M} = M_{j,Ed} F_{tj,Rd,M} / M_{j,Rd}$$

$$F_{tj,Ed} = F_{tj,Ed,N} + F_{tj,Ed,M}$$

$$F_{vj,Rd} = \min (n_h F_{v,Ed} (1 - F_{tj,Ed} / (1.4 n_h F_{t,Rd,max})), n_h F_{v,Rd}, n_h F_{b,Rd})$$

$$V_{j,Rd} = n_h \sum 1^n F_{vj,Rd} \quad [\text{Tabella 3.4}]$$

$$V_{j,Rd} = 1762,88 \quad [\text{kN}] \quad \text{Resistenza del giunto al taglio } V_{j,Rd} \quad [\text{Tabella 3.4}]$$

$$V_{b1,Ed} / V_{j,Rd} \leq 1,0 \quad 0,05 < 1,00 \quad \text{verificato} \quad (0,05)$$

Resistenza delle saldature

$$A_w = 165,70 \quad [\text{cm}^2] \quad \text{Area di tutte le saldature} \quad [4.5.3.2(2)]$$

$$A_{wy} = 72,18 \quad [\text{cm}^2] \quad \text{Area delle saldature orizzontali} \quad [4.5.3.2(2)]$$

$$A_{wz} = 93,52 \quad [\text{cm}^2] \quad \text{Area delle saldature verticali} \quad [4.5.3.2(2)]$$

$$I_{wy} = 69261,51 \quad [\text{cm}^4] \quad \text{Momento di inerzia del sistema di saldature rispetto all'asse orizz.} \quad [4.5.3.2(5)]$$

$$s^{\wedge}_{\max} = t^{\wedge}_{\max} = 94,21 \quad [\text{MPa}] \quad \text{Sollecitazione normale nella saldatura} \quad [4.5.3.2(6)]$$

$$s^{\wedge} = t^{\wedge} = 82,89 \quad [\text{MPa}] \quad \text{Sollecitazione nella saldatura verticale} \quad [4.5.3.2(5)]$$

$$t_{II} = 9,62 \quad [\text{MPa}] \quad \text{Sollecitazione tangenziale} \quad [4.5.3.2(5)]$$

$$b_w = 0,85 \quad \text{Coefficiente di correlazione} \quad [4.5.3.2(7)]$$

$$\check{O}[s^{\wedge}_{\max} + 3 \cdot (t^{\wedge}_{\max})^2] \leq f_u / (b_w \cdot g_{M2}) \quad 188,42 < 404,71 \quad \text{verificato} \quad (0,47)$$

$$\check{O}[s^{\wedge} + 3 \cdot (t^{\wedge} + t_{II})^2] \leq f_u / (b_w \cdot g_{M2}) \quad 166,62 < 404,71 \quad \text{verificato} \quad (0,41)$$

$$s^{\wedge} \leq 0.9 \cdot f_u / g_{M2} \quad 94,21 < 309,60 \quad \text{verificato} \quad (0,30)$$

Rigidità del giunto

L'azione assiale nella trave sorpassa il 5% di resistenza $N_{pl,Rd}$. Conforme al punto 6.3.1.(4) la rigidità del giunto non può essere calcolata.

Il componente più debole:

ALA E ANIMA DELLA TRAVE IN COMPRESSIONE

Giunto conforme alla norma

Coefficiente

0,86

CASO 2

Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2018 Calcolo del giunto incastrato Trave - Trave EN 1993-1-8:2005/AC:2009	Coefficiente 0,86
--	-----------------------------

Generale

N. giunto: 5

Nome del giunto Trave - trave

Geometria

Lato sinistro

Trave

Profilato: IPE 550

$a = -180,0$ [Deg] Angolo d'inclinazione
 $h_{bl} = 550$ [mm] Altezza della sezione della trave
 $b_{fbl} = 210$ [mm] Larghezza della sezione della trave
 $t_{wbl} = 11$ [mm] Spessore dell'anima della sezione della trave
 $t_{fbl} = 17$ [mm] Spessore dell'ala della sezione della trave
 $r_{bl} = 24$ [mm] Raggio di raccordo della sezione della trave
 $A_{bl} = 134,00$ [cm²] Area della sezione della trave
 $I_{xbl} = 67120,00$ [cm⁴] Momento di inerzia della sezione della trave

Materiale: S 275

$f_{yb} = 275,00$ [MPa] Resistenza

Lato destro

Trave

Profilato: IPE 550

$a = 0,0$ [Deg] Angolo d'inclinazione
 $h_{br} = 550$ [mm] Altezza della sezione della trave
 $b_{fbr} = 210$ [mm] Larghezza della sezione della trave
 $t_{wbr} = 11$ [mm] Spessore dell'anima della sezione della trave
 $t_{fbr} = 17$ [mm] Spessore dell'ala della sezione della trave
 $r_{br} = 24$ [mm] Raggio di raccordo della sezione della trave
 $A_{br} = 134,00$ [cm²] Area della sezione della trave
 $I_{xbr} = 67120,00$ [cm⁴] Momento di inerzia della sezione della trave

Materiale: S 275

$f_{yb} = 275,00$ [MPa] Resistenza

Bulloni

Il piano di taglio attraversa la parte NON FILETTATA del bullone.

$d = 24$ [mm] Diametro del bullone
 Classe = 10.9 Classe del bullone
 $F_{tRd} = 254,16$ [kN] Resistenza del bullone alla trazione
 $n_h = 2$ Numero di colonne dei bulloni
 $n_v = 6$ Numero di file di bulloni
 $h_1 = 85$ [mm] Distanza del primo bullone dal bordo superiore della lamiera estrema

Distanza orizzontale $e_1 = 110$ [mm]

Distanza verticale $p_1 = 80;80;80;80$ [mm]

Lamiera

$h_{pr} = 570$ [mm] Altezza della lamiera
 $b_{pr} = 210$ [mm] Larghezza della lamiera
 $t_{pr} = 20$ [mm] Spessore della lamiera

Materiale: S 275

$f_{ypr} = 275,00$ [MPa] Resistenza

Saldature in angolo esterno

$a_w = 10$ [mm] Saldatura dell'anima

Saldature in angolo esterno

$a_w =$	10	[mm]	Saldatura dell'anima
$a_r =$	10	[mm]	Saldatura dell'ala

Coefficienti di materiale

$g_{M0} =$	1,00	Coefficiente di sicurezza parziale	[2.2]
$g_{M1} =$	1,00	Coefficiente di sicurezza parziale	[2.2]
$g_{M2} =$	1,25	Coefficiente di sicurezza parziale	[2.2]
$g_{M3} =$	1,25	Coefficiente di sicurezza parziale	[2.2]

Carichi

Stato limite ultimo (SLU)

Condizione Calcolo manuale.

$M_{b1,Ed} =$	240,00	[kN*m]	Momento flettente nella trave destra
$V_{b1,Ed} =$	90,00	[kN]	Azione di taglio nella trave destra
$N_{b1,Ed} =$	600,00	[kN]	Azione assiale nella trave destra

Risultati

Resistenze della trave

TRAZIONE

$A_b =$	134,00	[cm ²]	Area di sezione	EN1993-1-1:[6.2.3]
$N_{tb,Rd} = A_b f_{yb} / g_{M0}$				
$N_{tb,Rd} =$	3685,00	[kN]	Resistenza di calcolo della sezione alla trazione	EN1993-1-1:[6.2.3]

TAGLIO

$A_{vb} =$	71,93	[cm ²]	Area al taglio	EN1993-1-1:[6.2.6.(3)]
$V_{cb,Rd} = A_{vb} (f_{yb} / \sqrt{3}) / g_{M0}$				
$V_{cb,Rd} =$	1141,97	[kN]	Resistenza di calcolo della sezione al taglio	EN1993-1-1:[6.2.6.(2)]
$V_{b1,Ed} / V_{cb,Rd} \leq 1,0$		0,08 < 1,00	verificato	(0,08)

FLESSIONE - MOMENTO PLASTICO (SENZA RINFORZI)

$W_{plb} =$	2787,01	[cm ³]	Fattore plastico della sezione	EN1993-1-1:[6.2.5.(2)]
$M_{b,pl,Rd} = W_{plb} f_{yb} / g_{M0}$				
$M_{b,pl,Rd} =$	766,43	[kN*m]	Resistenza plastica della sezione alla flessione (senza rinforzi)	EN1993-1-1:[6.2.5.(2)]

FLESSIONE AL CONTATTO DELLA PIASTRA O DELL'ELEMENTO GIUNTO

$W_{pl} =$	2787,01	[cm ³]	Fattore plastico della sezione	EN1993-1-1:[6.2.5]
$M_{cb,Rd} = W_{pl} f_{yb} / g_{M0}$				
$M_{cb,Rd} =$	766,43	[kN*m]	Resistenza di calcolo della sezione alla flessione	EN1993-1-1:[6.2.5]

ALA ED ANIMA ALLA COMPRESSIONE

$M_{cb,Rd} =$	766,43	[kN*m]	Resistenza di calcolo della sezione alla flessione	EN1993-1-1:[6.2.5]
$h_f =$	533	[mm]	Distanza tra i centri di gravità delle ali	[6.2.6.7.(1)]
$F_{c,fb,Rd} = M_{cb,Rd} / h_f$				
$F_{c,fb,Rd} =$	1438,49	[kN]	Resistenza dell'ala compressa e dell'anima	[6.2.6.7.(1)]

Parametri geometrici del giunto

LUNGHEZZE EFFICACI E PARAMETRI - PIASTRA D'ESTREMITA

Nr	m	m_x	e	e_x	p	$l_{eff,cp}$	$l_{eff,nc}$	$l_{eff,1}$	$l_{eff,2}$	$l_{eff,cp,g}$	$l_{eff,nc,g}$	$l_{eff,1,g}$	$l_{eff,2,g}$
1	38	-	50	-	80	240	232	232	232	200	165	165	165
2	38	-	50	-	80	240	215	215	215	160	80	80	80
3	38	-	50	-	80	240	215	215	215	160	80	80	80
4	38	-	50	-	80	240	215	215	215	160	80	80	80
5	38	-	50	-	80	240	215	215	215	160	80	80	80
6	38	-	50	-	80	240	232	232	232	200	165	165	165

m – Distanza del bullone dall'anima

 m_x – Distanza del bullone dall'ala della trave

e – Distanza del bullone dal bordo esteriore

 e_x – Distanza del bullone dal bordo esteriore orizzontale

p – Distanza dei bulloni

 $l_{eff,cp}$ – Lunghezza efficace per un bullone nei meccanismi circolari $l_{eff,nc}$ – Lunghezza efficace per un bullone nei meccanismi non circolari $l_{eff,1}$ – Lunghezza efficace per un bullone per il modo 1 $l_{eff,2}$ – Lunghezza efficace per un bullone per il modo 2 $l_{eff,cp,g}$ – Lunghezza efficace per un gruppo di bulloni nei meccanismi circolari $l_{eff,nc,g}$ – Lunghezza efficace per un gruppo di bulloni nei meccanismi non circolari $l_{eff,1,g}$ – Lunghezza efficace per un gruppo di bulloni per il modo 1 $l_{eff,2,g}$ – Lunghezza efficace per un gruppo di bulloni per il modo 2

Resistenza del giunto alla trazione

$F_{t,Rd} =$	254,16	[kN]	Resistenza del bullone alla trazione	[Tabella 3.4]
$B_{p,Rd} =$	466,87	[kN]	Resistenza del bullone al passaggio della testa	[Tabella 3.4]
$F_{t,fc,Rd}$	– resistenza dell'ala della colonna alla flessione			
$F_{t,wc,Rd}$	– resistenza dell'anima della colonna alla trazione			
$F_{t,ep,Rd}$	– resistenza della lamiera alla flessione			
$F_{t,wb,Rd}$	– resistenza dell'anima alla trazione			
$F_{t,fc,Rd} = \text{Min} (F_{T,1,fc,Rd}, F_{T,2,fc,Rd}, F_{T,3,fc,Rd})$	[6.2.6.4] , [Tab.6.2]			
$F_{t,wc,Rd} = w \cdot b_{eff,t,wc} \cdot t_{wc} \cdot f_{yc} / g_{M0}$	[6.2.6.3.(1)]			
$F_{t,ep,Rd} = \text{Min} (F_{T,1,ep,Rd}, F_{T,2,ep,Rd}, F_{T,3,ep,Rd})$	[6.2.6.5] , [Tab.6.2]			
$F_{t,wb,Rd} = b_{eff,t,wb} \cdot t_{wb} \cdot f_{yb} / g_{M0}$	[6.2.6.8.(1)]			

RESISTENZA DELLA FILA DI BULLONI NUMERO 1

$F_{t1,Rd,comp}$ - Formula	$F_{t1,Rd,comp}$	Componente
$F_{t1,Rd} = \text{Min} (F_{t1,Rd,comp})$	431,24	Resistenza della fila di bulloni
$F_{t,ep,Rd(1)} = 431,24$	431,24	Piastra d'estremità - trazione
$F_{t,wb,Rd(1)} = 708,83$	708,83	Anima della trave - trazione
$B_{p,Rd} = 933,73$	933,73	Bulloni al passaggio della testa

RESISTENZA DELLA FILA DI BULLONI NUMERO 2

$F_{t2,Rd,comp}$ - Formula	$F_{t2,Rd,comp}$	Componente
$F_{t2,Rd} = \text{Min} (F_{t2,Rd,comp})$	274,54	Resistenza della fila di bulloni
$F_{t,ep,Rd(2)} = 420,24$	420,24	Piastra d'estremità - trazione
$F_{t,wb,Rd(2)} = 656,43$	656,43	Anima della trave - trazione
$B_{p,Rd} = 933,73$	933,73	Bulloni al passaggio della testa
$F_{t,ep,Rd(2+1)} - \sum_1^1 F_{tj,Rd} = 705,78 - 431,24$	274,54	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd(2+1)} - \sum_1^1 F_{tj,Rd} = 746,91 - 431,24$	315,67	Anima della trave - trazione - gruppo

RESISTENZA DELLA FILA DI BULLONI NUMERO 3

$F_{t3,Rd,comp}$ - Formula	$F_{t3,Rd,comp}$	Componente
$F_{t3,Rd} = \text{Min} (F_{t3,Rd,comp})$	186,96	Resistenza della fila di bulloni
$F_{t,ep,Rd(3)} = 420,24$	420,24	Piastra d'estremità - trazione
$F_{t,wb,Rd(3)} = 656,43$	656,43	Anima della trave - trazione
$B_{p,Rd} = 933,73$	933,73	Bulloni al passaggio della testa
$F_{t,ep,Rd(3+2)} - \sum_2^2 F_{tj,Rd} = 461,50 - 274,54$	186,96	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd(3+2)} - \sum_2^2 F_{tj,Rd} = 488,40 - 274,54$	213,86	Anima della trave - trazione - gruppo
$F_{t,ep,Rd(3+2+1)} - \sum_2^1 F_{tj,Rd} = 936,53 - 705,78$	230,75	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd(3+2+1)} - \sum_2^1 F_{tj,Rd} = 991,11 - 705,78$	285,33	Anima della trave - trazione - gruppo

RESISTENZA DELLA FILA DI BULLONI NUMERO 4

$F_{t4,Rd,comp}$ - Formula	$F_{t4,Rd,comp}$	Componente
$F_{t4,Rd} = \text{Min} (F_{t4,Rd,comp})$	230,75	Resistenza della fila di bulloni
$F_{t,ep,Rd(4)} = 420,24$	420,24	Piastra d'estremità - trazione
$F_{t,wb,Rd(4)} = 656,43$	656,43	Anima della trave - trazione
$B_{p,Rd} = 933,73$	933,73	Bulloni al passaggio della testa
$F_{t,ep,Rd(4+3)} - \sum_3^3 F_{tj,Rd} = 461,50 - 186,96$	274,54	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd(4+3)} - \sum_3^3 F_{tj,Rd} = 488,40 - 186,96$	301,44	Anima della trave - trazione - gruppo
$F_{t,ep,Rd(4+3+2)} - \sum_3^2 F_{tj,Rd} = 692,25 - 461,50$	230,75	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd(4+3+2)} - \sum_3^2 F_{tj,Rd} = 732,60 - 461,50$	271,10	Anima della trave - trazione - gruppo
$F_{t,ep,Rd(4+3+2+1)} - \sum_3^1 F_{tj,Rd} = 1167,28 - 892,74$	274,54	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd(4+3+2+1)} - \sum_3^1 F_{tj,Rd} = 1235,31 - 892,74$	342,57	Anima della trave - trazione - gruppo

RESISTENZA DELLA FILA DI BULLONI NUMERO 5

$F_{t5,Rd,comp}$ - Formula	$F_{t5,Rd,comp}$	Componente
$F_{t5,Rd} = \text{Min} (F_{t5,Rd,comp})$	230,75	Resistenza della fila di bulloni
$F_{t,ep,Rd(5)} = 420,24$	420,24	Piastra d'estremità - trazione
$F_{t,wb,Rd(5)} = 656,43$	656,43	Anima della trave - trazione
$B_{p,Rd} = 933,73$	933,73	Bulloni al passaggio della testa
$F_{t,ep,Rd(5+4)} - \sum_4^4 F_{tj,Rd} = 461,50 - 230,75$	230,75	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd(5+4)} - \sum_4^4 F_{tj,Rd} = 488,40 - 230,75$	257,65	Anima della trave - trazione - gruppo
$F_{t,ep,Rd(5+4+3)} - \sum_4^3 F_{tj,Rd} = 692,25 - 417,72$	274,54	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd(5+4+3)} - \sum_4^3 F_{tj,Rd} = 732,60 - 417,72$	314,88	Anima della trave - trazione - gruppo
$F_{t,ep,Rd(5+4+3+2)} - \sum_4^2 F_{tj,Rd} = 923,01 - 692,25$	230,75	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd(5+4+3+2)} - \sum_4^2 F_{tj,Rd} = 976,80 - 692,25$	284,55	Anima della trave - trazione - gruppo

F_{t5,Rd,comp} - Formula	F_{t5,Rd,comp}	Componente
$F_{t,ep,Rd}(5 + 4 + 3 + 2 + 1) - \sum 4^1 F_{tj,Rd} = 1398,03 - 1123,50$	274,54	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd}(5 + 4 + 3 + 2 + 1) - \sum 4^1 F_{tj,Rd} = 1479,51 - 1123,50$	356,02	Anima della trave - trazione - gruppo

RESISTENZA DELLA FILA DI BULLONI NUMERO 6

F_{t6,Rd,comp} - Formula	F_{t6,Rd,comp}	Componente
$F_{t6,Rd} = \text{Min} (F_{t6,Rd,comp})$	431,24	Resistenza della fila di bulloni
$F_{t,ep,Rd}(6) = 431,24$	431,24	Piastra d'estremità - trazione
$F_{t,wb,Rd}(6) = 708,83$	708,83	Anima della trave - trazione
$B_{p,Rd} = 933,73$	933,73	Bulloni al passaggio della testa
$F_{t,ep,Rd}(6 + 5) - \sum 5^5 F_{tj,Rd} = 705,78 - 230,75$	475,03	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd}(6 + 5) - \sum 5^5 F_{tj,Rd} = 746,91 - 230,75$	516,16	Anima della trave - trazione - gruppo
$F_{t,ep,Rd}(6 + 5 + 4) - \sum 5^4 F_{tj,Rd} = 936,53 - 461,50$	475,03	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd}(6 + 5 + 4) - \sum 5^4 F_{tj,Rd} = 991,11 - 461,50$	529,61	Anima della trave - trazione - gruppo
$F_{t,ep,Rd}(6 + 5 + 4 + 3) - \sum 5^3 F_{tj,Rd} = 1167,28 - 648,47$	518,82	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd}(6 + 5 + 4 + 3) - \sum 5^3 F_{tj,Rd} = 1235,31 - 648,47$	586,85	Anima della trave - trazione - gruppo
$F_{t,ep,Rd}(6 + 5 + 4 + 3 + 2) - \sum 5^2 F_{tj,Rd} = 1398,03 - 923,01$	475,03	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd}(6 + 5 + 4 + 3 + 2) - \sum 5^2 F_{tj,Rd} = 1479,51 - 923,01$	556,51	Anima della trave - trazione - gruppo
$F_{t,ep,Rd}(6 + 5 + 4 + 3 + 2 + 1) - \sum 5^1 F_{tj,Rd} = 1873,06 - 1354,25$	518,82	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd}(6 + 5 + 4 + 3 + 2 + 1) - \sum 5^1 F_{tj,Rd} = 1982,23 - 1354,25$	627,98	Anima della trave - trazione - gruppo

TABELLA RICAPITOLATIVA DELLE FORZE

Nr	h _j	F _{tj,Rd}	F _{t,fc,Rd}	F _{t,wc,Rd}	F _{t,ep,Rd}	F _{t,wb,Rd}	F _{t,Rd}	B _{p,Rd}
1	466	431,24	-	-	431,24	708,83	508,32	933,73
2	386	274,54	-	-	420,24	656,43	508,32	933,73
3	306	186,96	-	-	420,24	656,43	508,32	933,73
4	226	230,75	-	-	420,24	656,43	508,32	933,73
5	146	230,75	-	-	420,24	656,43	508,32	933,73
6	66	431,24	-	-	431,24	708,83	508,32	933,73

RESISTENZA DEL GIUNTO ALLA TRAZIONE N_{j,Rd}

$$N_{j,Rd} = \sum F_{tj,Rd}$$

$$N_{j,Rd} = 1785,49 \quad [\text{kN}] \quad \text{Resistenza del giunto alla trazione} \quad [6.2]$$

$$N_{b1,Ed} / N_{j,Rd} \leq 1,0 \quad 0,34 < 1,00 \quad \text{verificato} \quad (0,34)$$

Resistenza del giunto alla flessione

RESISTENZA DELLA FILA DI BULLONI NUMERO 1

F_{t1,Rd,comp} - Formula	F_{t1,Rd,comp}	Componente
$F_{t1,Rd} = \text{Min} (F_{t1,Rd,comp})$	431,24	Resistenza della fila di bulloni
$F_{t,ep,Rd}(1) = 431,24$	431,24	Piastra d'estremità - trazione
$F_{t,wb,Rd}(1) = 708,83$	708,83	Anima della trave - trazione
$B_{p,Rd} = 933,73$	933,73	Bulloni al passaggio della testa
$F_{c,fb,Rd} = 1438,49$	1438,49	Ala della trave - compressione

RESISTENZA DELLA FILA DI BULLONI NUMERO 2

F_{t2,Rd,comp} - Formula	F_{t2,Rd,comp}	Componente
$F_{t2,Rd} = \text{Min} (F_{t2,Rd,comp})$	274,54	Resistenza della fila di bulloni
$F_{t,ep,Rd}(2) = 420,24$	420,24	Piastra d'estremità - trazione
$F_{t,wb,Rd}(2) = 656,43$	656,43	Anima della trave - trazione
$B_{p,Rd} = 933,73$	933,73	Bulloni al passaggio della testa
$F_{c,fb,Rd} - \sum 1^1 F_{tj,Rd} = 1438,49 - 431,24$	1007,25	Ala della trave - compressione
$F_{t,ep,Rd}(2 + 1) - \sum 1^1 F_{tj,Rd} = 705,78 - 431,24$	274,54	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd}(2 + 1) - \sum 1^1 F_{tj,Rd} = 746,91 - 431,24$	315,67	Anima della trave - trazione - gruppo

RESISTENZA DELLA FILA DI BULLONI NUMERO 3

F_{t3,Rd,comp} - Formula	F_{t3,Rd,comp}	Componente
$F_{t3,Rd} = \text{Min} (F_{t3,Rd,comp})$	186,96	Resistenza della fila di bulloni
$F_{t,ep,Rd}(3) = 420,24$	420,24	Piastra d'estremità - trazione
$F_{t,wb,Rd}(3) = 656,43$	656,43	Anima della trave - trazione
$B_{p,Rd} = 933,73$	933,73	Bulloni al passaggio della testa
$F_{c,fb,Rd} - \sum 1^2 F_{tj,Rd} = 1438,49 - 705,78$	732,71	Ala della trave - compressione
$F_{t,ep,Rd}(3 + 2) - \sum 2^2 F_{tj,Rd} = 461,50 - 274,54$	186,96	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd}(3 + 2) - \sum 2^2 F_{tj,Rd} = 488,40 - 274,54$	213,86	Anima della trave - trazione - gruppo
$F_{t,ep,Rd}(3 + 2 + 1) - \sum 2^1 F_{tj,Rd} = 936,53 - 705,78$	230,75	Piastra d'estremità - trazione - gruppo

F _{t3,Rd,comp} - Formula		F _{t3,Rd,comp}	Componente					
F _{t,wb,Rd} (3 + 2 + 1) - ∑ ₂ ¹ F _{tj,Rd} = 991,11 - 705,78		285,33	Anima della trave - trazione - gruppo					
RESISTENZA DELLA FILA DI BULLONI NUMERO 4								
F _{t4,Rd,comp} - Formula		F _{t4,Rd,comp}	Componente					
F _{t4,Rd} = Min (F _{t4,Rd,comp})		230,75	Resistenza della fila di bulloni					
F _{t,ep,Rd} (4) = 420,24		420,24	Piastra d'estremità - trazione					
F _{t,wb,Rd} (4) = 656,43		656,43	Anima della trave - trazione					
B _{p,Rd} = 933,73		933,73	Bulloni al passaggio della testa					
F _{c,fb,Rd} - ∑ ₁ ³ F _{tj,Rd} = 1438,49 - 892,74		545,74	Ala della trave - compressione					
F _{t,ep,Rd} (4 + 3) - ∑ ₃ ³ F _{tj,Rd} = 461,50 - 186,96		274,54	Piastra d'estremità - trazione - gruppo					
F _{t,wb,Rd} (4 + 3) - ∑ ₃ ³ F _{tj,Rd} = 488,40 - 186,96		301,44	Anima della trave - trazione - gruppo					
F _{t,ep,Rd} (4 + 3 + 2) - ∑ ₂ ² F _{tj,Rd} = 692,25 - 461,50		230,75	Piastra d'estremità - trazione - gruppo					
F _{t,wb,Rd} (4 + 3 + 2) - ∑ ₂ ² F _{tj,Rd} = 732,60 - 461,50		271,10	Anima della trave - trazione - gruppo					
F _{t,ep,Rd} (4 + 3 + 2 + 1) - ∑ ₁ ¹ F _{tj,Rd} = 1167,28 - 892,74		274,54	Piastra d'estremità - trazione - gruppo					
F _{t,wb,Rd} (4 + 3 + 2 + 1) - ∑ ₁ ¹ F _{tj,Rd} = 1235,31 - 892,74		342,57	Anima della trave - trazione - gruppo					
RESISTENZA DELLA FILA DI BULLONI NUMERO 5								
F _{t5,Rd,comp} - Formula		F _{t5,Rd,comp}	Componente					
F _{t5,Rd} = Min (F _{t5,Rd,comp})		230,75	Resistenza della fila di bulloni					
F _{t,ep,Rd} (5) = 420,24		420,24	Piastra d'estremità - trazione					
F _{t,wb,Rd} (5) = 656,43		656,43	Anima della trave - trazione					
B _{p,Rd} = 933,73		933,73	Bulloni al passaggio della testa					
F _{c,fb,Rd} - ∑ ₁ ⁴ F _{tj,Rd} = 1438,49 - 1123,50		314,99	Ala della trave - compressione					
F _{t,ep,Rd} (5 + 4) - ∑ ₄ ⁴ F _{tj,Rd} = 461,50 - 230,75		230,75	Piastra d'estremità - trazione - gruppo					
F _{t,wb,Rd} (5 + 4) - ∑ ₄ ⁴ F _{tj,Rd} = 488,40 - 230,75		257,65	Anima della trave - trazione - gruppo					
F _{t,ep,Rd} (5 + 4 + 3) - ∑ ₃ ³ F _{tj,Rd} = 692,25 - 417,72		274,54	Piastra d'estremità - trazione - gruppo					
F _{t,wb,Rd} (5 + 4 + 3) - ∑ ₃ ³ F _{tj,Rd} = 732,60 - 417,72		314,88	Anima della trave - trazione - gruppo					
F _{t,ep,Rd} (5 + 4 + 3 + 2) - ∑ ₂ ² F _{tj,Rd} = 923,01 - 692,25		230,75	Piastra d'estremità - trazione - gruppo					
F _{t,wb,Rd} (5 + 4 + 3 + 2) - ∑ ₂ ² F _{tj,Rd} = 976,80 - 692,25		284,55	Anima della trave - trazione - gruppo					
F _{t,ep,Rd} (5 + 4 + 3 + 2 + 1) - ∑ ₁ ¹ F _{tj,Rd} = 1398,03 - 1123,50		274,54	Piastra d'estremità - trazione - gruppo					
F _{t,wb,Rd} (5 + 4 + 3 + 2 + 1) - ∑ ₁ ¹ F _{tj,Rd} = 1479,51 - 1123,50		356,02	Anima della trave - trazione - gruppo					
RESISTENZA DELLA FILA DI BULLONI NUMERO 6								
F _{t6,Rd,comp} - Formula		F _{t6,Rd,comp}	Componente					
F _{t6,Rd} = Min (F _{t6,Rd,comp})		84,24	Resistenza della fila di bulloni					
F _{t,ep,Rd} (6) = 431,24		431,24	Piastra d'estremità - trazione					
F _{t,wb,Rd} (6) = 708,83		708,83	Anima della trave - trazione					
B _{p,Rd} = 933,73		933,73	Bulloni al passaggio della testa					
F _{c,fb,Rd} - ∑ ₁ ⁵ F _{tj,Rd} = 1438,49 - 1354,25		84,24	Ala della trave - compressione					
F _{t,ep,Rd} (6 + 5) - ∑ ₅ ⁵ F _{tj,Rd} = 705,78 - 230,75		475,03	Piastra d'estremità - trazione - gruppo					
F _{t,wb,Rd} (6 + 5) - ∑ ₅ ⁵ F _{tj,Rd} = 746,91 - 230,75		516,16	Anima della trave - trazione - gruppo					
F _{t,ep,Rd} (6 + 5 + 4) - ∑ ₄ ⁴ F _{tj,Rd} = 936,53 - 461,50		475,03	Piastra d'estremità - trazione - gruppo					
F _{t,wb,Rd} (6 + 5 + 4) - ∑ ₄ ⁴ F _{tj,Rd} = 991,11 - 461,50		529,61	Anima della trave - trazione - gruppo					
F _{t,ep,Rd} (6 + 5 + 4 + 3) - ∑ ₃ ³ F _{tj,Rd} = 1167,28 - 648,47		518,82	Piastra d'estremità - trazione - gruppo					
F _{t,wb,Rd} (6 + 5 + 4 + 3) - ∑ ₃ ³ F _{tj,Rd} = 1235,31 - 648,47		586,85	Anima della trave - trazione - gruppo					
F _{t,ep,Rd} (6 + 5 + 4 + 3 + 2) - ∑ ₂ ² F _{tj,Rd} = 1398,03 - 923,01		475,03	Piastra d'estremità - trazione - gruppo					
F _{t,wb,Rd} (6 + 5 + 4 + 3 + 2) - ∑ ₂ ² F _{tj,Rd} = 1479,51 - 923,01		556,51	Anima della trave - trazione - gruppo					
F _{t,ep,Rd} (6 + 5 + 4 + 3 + 2 + 1) - ∑ ₁ ¹ F _{tj,Rd} = 1873,06 - 1354,25		518,82	Piastra d'estremità - trazione - gruppo					
F _{t,wb,Rd} (6 + 5 + 4 + 3 + 2 + 1) - ∑ ₁ ¹ F _{tj,Rd} = 1982,23 - 1354,25		627,98	Anima della trave - trazione - gruppo					
TABELLA RICAPITOLATIVA DELLE FORZE								
Nr	h _j	F _{tj,Rd}	F _{t,fc,Rd}	F _{t,wc,Rd}	F _{t,ep,Rd}	F _{t,wb,Rd}	F _{t,Rd}	B _{p,Rd}
1	466	431,24	-	-	431,24	708,83	508,32	933,73
2	386	274,54	-	-	420,24	656,43	508,32	933,73
3	306	186,96	-	-	420,24	656,43	508,32	933,73
4	226	230,75	-	-	420,24	656,43	508,32	933,73
5	146	230,75	-	-	420,24	656,43	508,32	933,73
6	66	84,24	-	-	431,24	708,83	508,32	933,73
RESISTENZA DEL GIUNTO ALLA FLESSIONE M _{j,Rd}								
M _{j,Rd} = ∑ h _j F _{tj,Rd}								
M _{j,Rd} =		456,12	[kN*m]	Resistenza del giunto alla flessione		[6.2]		

$M_{b1,Ed} / M_{j,Rd} \leq 1,0$		0,53 < 1,00	verificato	(0,53)		
Verifica dell'interazione M+N						
$M_{b1,Ed} / M_{j,Rd} + N_{b1,Ed} / N_{j,Rd} \leq 1$		[6.2.5.1.(3)]				
$M_{b1,Ed} / M_{j,Rd} + N_{b1,Ed} / N_{j,Rd}$		0,86 < 1,00	verificato	(0,86)		
Resistenza del giunto al taglio $V_{j,Rd}$						
$a_v =$	0,60	Coefficiente per il calcolo di $F_{v,Rd}$		[Tabella 3.4]		
$b_{Lf} =$	0,99	Coefficiente di riduzione per i giunti lunghi		[3.8]		
$F_{v,Rd} =$	215,34 [kN]	Resistenza di un bullone al taglio		[Tabella 3.4]		
$F_{t,Rd,max} =$	254,16 [kN]	Resistenza di un bullone alla trazione		[Tabella 3.4]		
$F_{b,Rd,int} =$	320,18 [kN]	Resistenza di un bullone intermedio alla pressione		[Tabella 3.4]		
$F_{b,Rd,ext} =$	412,80 [kN]	Resistenza di un bullone estremo alla pressione		[Tabella 3.4]		
Nr	$F_{tj,Rd,N}$	$F_{tj,Ed,N}$	$F_{tj,Rd,M}$	$F_{tj,Ed,M}$	$F_{tj,Ed}$	$F_{vj,Rd}$
1	431,24	144,92	431,24	226,91	371,83	205,65
2	274,54	92,26	274,54	144,46	236,71	287,42
3	186,96	62,83	186,96	98,38	161,21	333,12
4	230,75	77,54	230,75	121,42	198,96	310,27
5	230,75	77,54	230,75	121,42	198,96	310,27
6	431,24	144,92	84,24	44,33	189,24	316,15
$F_{tj,Rd,N}$	– Resistenza di una fila di bulloni alla trazione pura					
$F_{tj,Ed,N}$	– Forza in una fila di bulloni dovuta all'azione assiale					
$F_{tj,Rd,M}$	– Resistenza di una fila di bulloni alla flessione pura					
$F_{tj,Ed,M}$	– Forza in una fila di bulloni dovuta al momento					
$F_{tj,Ed}$	– Forza di trazione massima in una fila di bulloni					
$F_{vj,Rd}$	– Resistenza ridotta della fila di bulloni					
$F_{tj,Ed,N} = N_{j,Ed} F_{tj,Rd,N} / N_{j,Rd}$						
$F_{tj,Ed,M} = M_{j,Ed} F_{tj,Rd,M} / M_{j,Rd}$						
$F_{tj,Ed} = F_{tj,Ed,N} + F_{tj,Ed,M}$						
$F_{vj,Rd} = \text{Min} (n_h F_{v,Ed} (1 - F_{tj,Ed} / (1.4 n_h F_{t,Rd,max})), n_h F_{v,Rd}, n_h F_{b,Rd}))$						
$V_{j,Rd} = n_h \sum_{i=1}^n F_{vj,Rd}$	[Tabella 3.4]					
$V_{j,Rd} =$	1762,88 [kN]	Resistenza del giunto al taglio $V_{j,Rd}$		[Tabella 3.4]		
$V_{b1,Ed} / V_{j,Rd} \leq 1,0$		0,05 < 1,00	verificato	(0,05)		
Resistenza delle saldature						
$A_w =$	165,70 [cm²]	Area di tutte le saldature		[4.5.3.2(2)]		
$A_{wy} =$	72,18 [cm²]	Area delle saldature orizzontali		[4.5.3.2(2)]		
$A_{wz} =$	93,52 [cm²]	Area delle saldature verticali		[4.5.3.2(2)]		
$I_{wy} =$	69261,51 [cm⁴]	Momento di inerzia del sistema di saldature rispetto all'asse orizz.		[4.5.3.2(5)]		
$s^{\wedge}_{max}=t^{\wedge}_{max} =$	94,21 [MPa]	Sollecitazione normale nella saldatura		[4.5.3.2(6)]		
$s^{\wedge}=t^{\wedge} =$	82,89 [MPa]	Sollecitazione nella saldatura verticale		[4.5.3.2(5)]		
$t_{II} =$	9,62 [MPa]	Sollecitazione tangenziale		[4.5.3.2(5)]		
$b_w =$	0,85	Coefficiente di correlazione		[4.5.3.2(7)]		
$\check{O}[s^{\wedge}_{max}{}^2 + 3*(t^{\wedge}_{max}{}^2)] \leq f_u/(b_w*g_{M2})$		188,42 < 404,71	verificato	(0,47)		
$\check{O}[s^{\wedge}{}^2 + 3*(t^{\wedge}{}^2+t_{II}{}^2)] \leq f_u/(b_w*g_{M2})$		166,62 < 404,71	verificato	(0,41)		
$s^{\wedge} \leq 0.9*f_u/g_{M2}$		94,21 < 309,60	verificato	(0,30)		
Rigidezza del giunto						
L'azione assiale nella trave sorpassa il 5% di resistenza $N_{pl,Rd}$. Conforme al punto 6.3.1.(4) la rigidezza del giunto non può essere calcolata.						
Il componente più debole:						
ALA E ANIMA DELLA TRAVE IN COMPRESSIONE						
Giunto conforme alla norma			Coefficiente	0,86		

5.3.10. Verifica perno

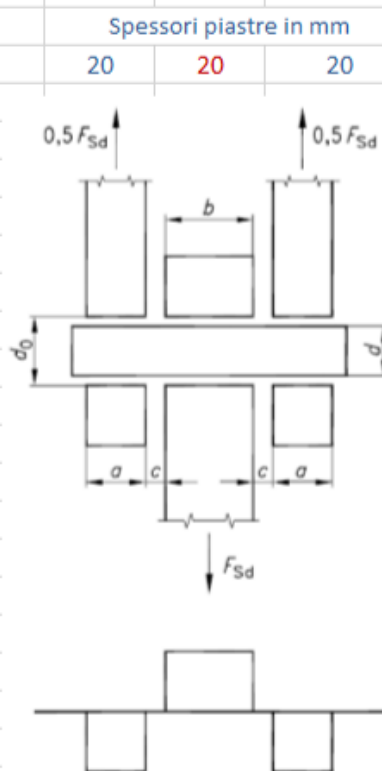
Il fissaggio degli stralli, dei tiranti passivi e dei montanti dei portali è stato realizzato con l'uso di un perno con le seguenti caratteristiche:

Perno	Ø95 mm
Materiale	Acciaio 38NiCrMo4

Di seguito si riporta la verifica del perno più sollecitato alla base del montante del portale caratterizzato dal maggior sforzo normale. $N_{sd} = 740 \text{ kN}$

La verifica a favore di sicurezza viene condotta considerando solo 2 piani di taglio anche se in realtà sono state utilizzate 3+2 piastre individuando 3 piani di taglio.

DIAGONALI DI PARETE - O 193.7x4				
	D	95	mm	
	d _o	97	mm	
	A	7088	mm ²	
	f _{yk}	800	N/mm ²	
Dati	f _{yk}	640	N/mm ²	
8.8	γ _{yk}	1.25	-	
	W _{el}	84173	mm ³	
	f _y	355	N/mm ²	
Dati	a	20	mm	
Piastra	b	20	mm	
	c	2	mm	
Sollecitazioni Perno	F _{sd}	740000	N	
	M _{sd}	6290000	Nmm	
Taglio Resistente Perno	F _{v,Rd}	2721876	N	
Resistenza a fles. Perno	M _{el,Rd}	#####	Nmm	
Comb. Taglio - Flessione		0.11	≤ 1	OK
Rifollamento piastra perno	F _{b,Rd}	809400	N	OK
Resistenza di progetto per collegamenti a perno				
Criterio		Resistenza		
Taglio del perno		$F_{v,Rd} = 0,6 A l_{op} / \gamma_{Mp}$		
Flessione del perno		$M_{el,Rd} = 0,8 W_{el} f_{yk} / \gamma_{Mp}$		
Combinazione di taglio e flessione del perno		$\left[\frac{M_{sd}}{M_{el,Rd}} \right]^2 + \left[\frac{F_{v,sd}}{F_{v,Rd}} \right]^2 \leq 1$		
Rifollamento della piastra e del perno		$F_{b,Rd} = 1,5 l d f_y / \gamma_{Mp}$		



$$M_{sd} = \frac{F_{sd}}{8} (b + 4c + 2a)$$

6. VERIFICA DEGLI SPOSTAMENTI

In questo capitolo verifichiamo gli spostamenti massimi della struttura secondo le combinazioni SLE e SLD. Verifichiamo il seguente spostamento:

6.1. SPOSTAMENTI SLE

6.1.1. Spostamento verticale

Si verifica lo spostamento verticale in condizione di pieno carico simmetrico.

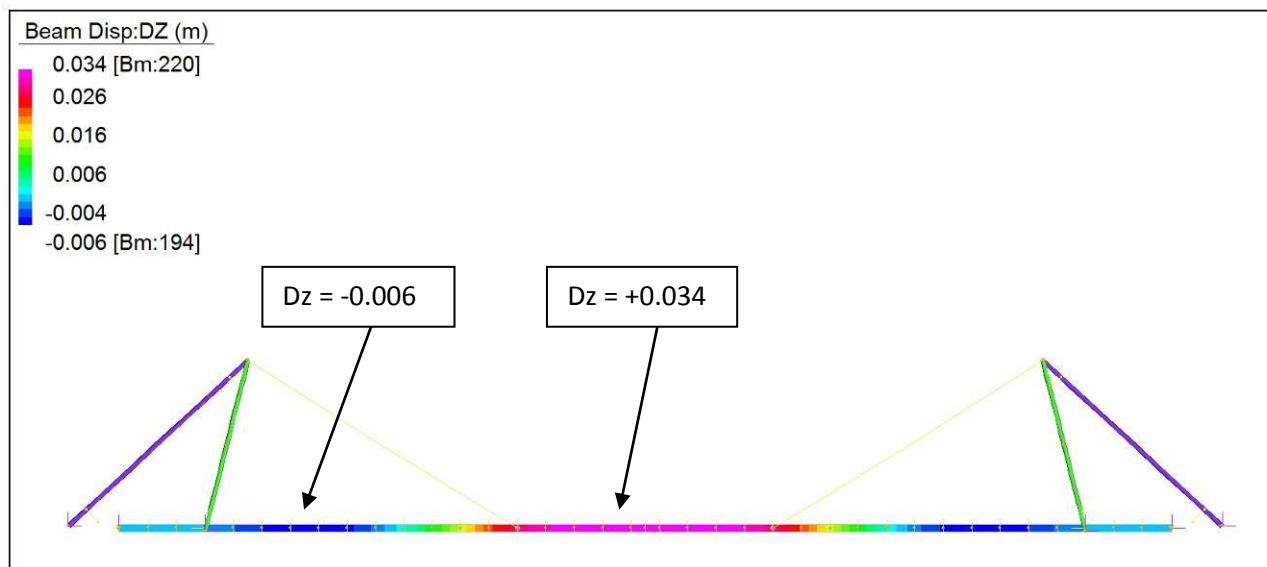
In mezzaria sia ha uno spostamento complessivo dato dalla somma della premonta dovuta al tensionamento dei cavi e della freccia verso il basso dovuta all'applicazione del carico folla.

Consideriamo a livello di confort uno spostamento ammissibile pari ad $1/300$ della luce tra due appoggi considerando anche gli stralli come punti (se pur cedevoli) di appoggio. I limiti dello spostamento pertanto risultano i seguenti:

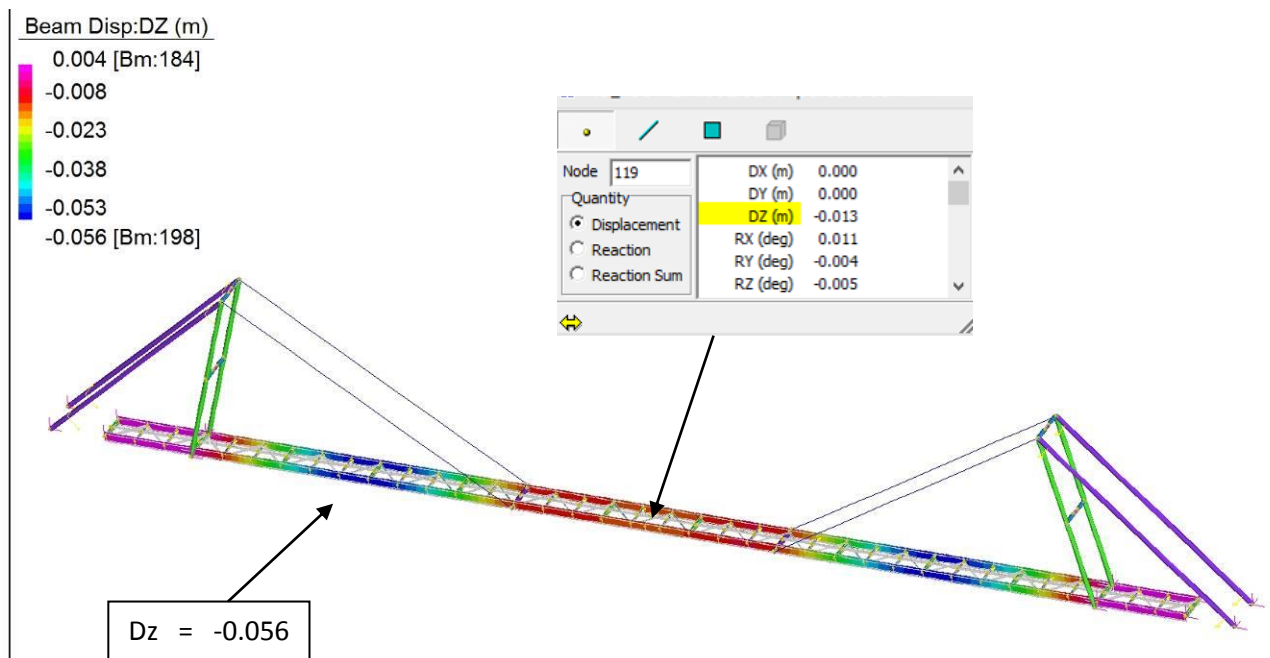
$$\mathbf{Dz\ max\ centrale} = L/300 = 18000/300 = \mathbf{60\ mm}$$

$$\mathbf{Dz\ max\ laterale} = L/300 = 22000/300 = \mathbf{73\ mm}$$

6.1.2. DZ tesatura cavi



6.1.3. DZ carico SLE FULL



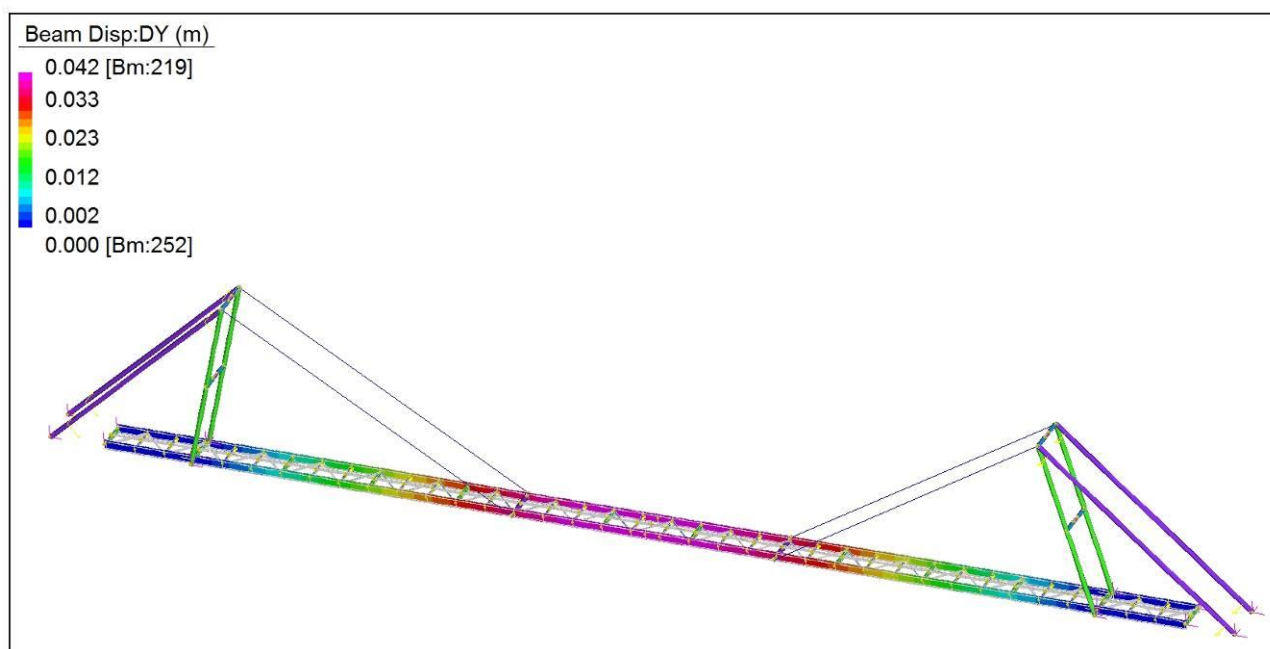
6.1.4. DZ totale percepito

In campata centrale	Dz tot centrale = +34 +13 = 47 mm	< 60mm	Verificato
In campata laterale	Dz tot = 56 – 6 = 50 mm	< 73mm	Verificato

6.1.5. Spostamenti Dy per effetto del vento

Per effetto del vento il ponte si sposta lateralmente e si considera, per garantire un livello di confort accettabile una deformazione massima ammissibile pari a 1/500 della luce intesa come intera campata tra le due sponde estreme. Il valore massimo ammissibile pertanto risulta:

$$Dy_{max} = L/500 = 62000/500 = 124 \text{ mm}$$

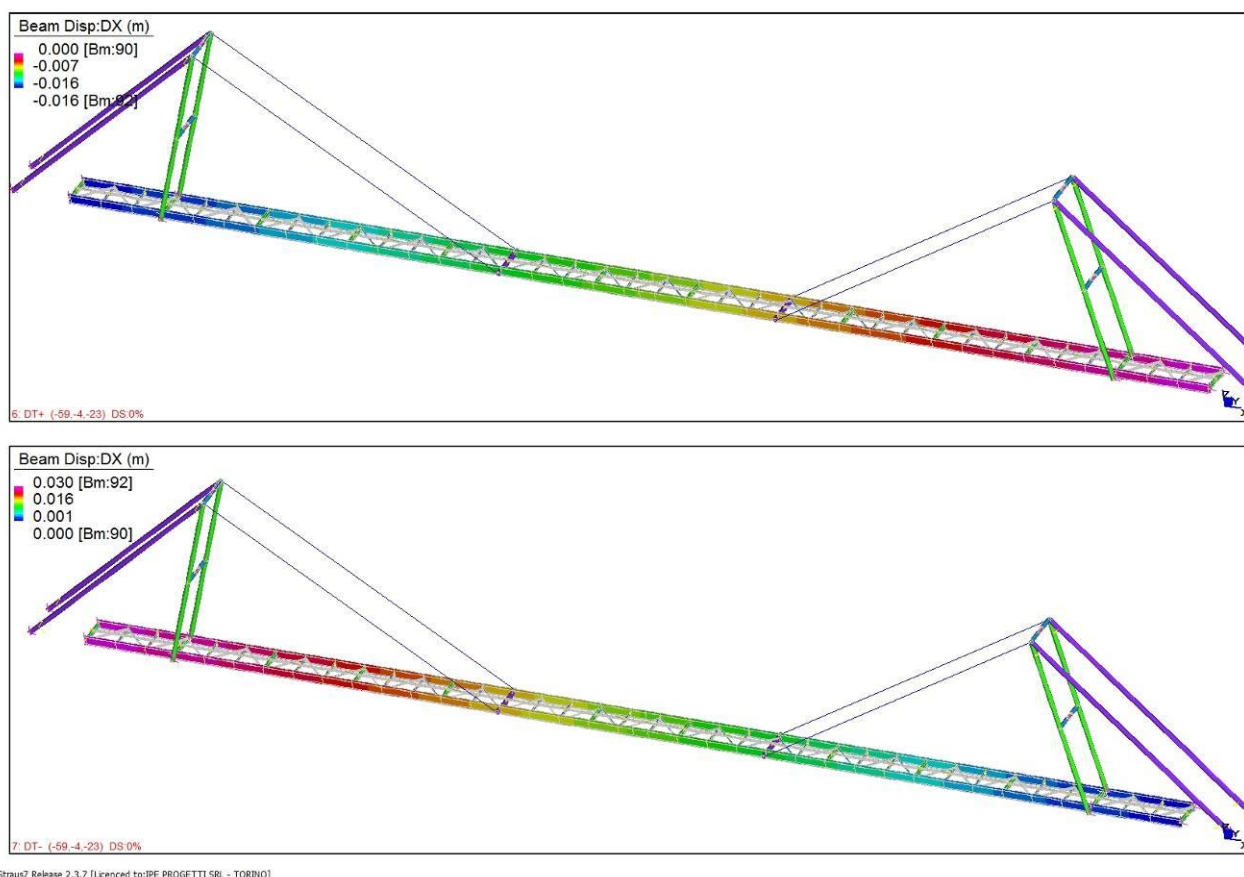


Dai calcoli risulta:

Dy max = 42 mm	< 124mm	Verificato
-----------------------	---------	-------------------

6.1.6. Spostamenti DX per effetto della temperatura

La variazione termica prevista a progetto determina delle dilatazioni lungo la direzione preferenziale del ponte di una certa importanza. Grazie alla specifica natura dei vincoli progettati, l'impalcato risulta libero di dilatare in funzione delle variazioni termiche. Si riporta di seguito il massimo delta di lunghezza legato a tali variazioni.



L'impalcato subisce una variazione di lunghezza pari a **+16mm / -30mm**

Si prevedono nei giunti di base asole longitudinali di ampiezza **+/- 50 mm**

Trasversalmente invece, ove previste si prevedono asole di +/- 4mm poiché la dilatazione in senso trasversale è nettamente meno significativa.

6.2. VERIFICA EFFETTI DINAMICI

Il ponte in progetto risulta essere caratterizzato da una struttura molto snella e sottile.

Esso quindi è pertanto potenzialmente soggetto a fenomeni dinamici legati al probabile pericolo di innescamento di fenomeni di risonanza causati da vibrazioni indotte dal traffico pedonale o dal fluttering legato al distacco dei vortici del vento. Tali fenomeni sono caratterizzati da una frequenza forzante estera causata dal passo dei pedoni o dal distacco alternato di vortici fluidi dell'aria durante le folate di vento, e, qualora tali frequenze corrispondessero con le frequenze proprie della struttura (modi propri vibrazionali) si possono innescare dei fenomeni di risonanza in grado di amplificare in modo esponenziale gli spostamenti della struttura causandone un disagio per gli utenti diminuendo drasticamente le condizioni di comfort per fino addirittura all'inutilizzabilità del manufatto.

Di seguito si riportano le verifiche e le considerazioni in merito a tali fenomeni.

6.2.1. Verifica frequenza di vibrazione per carico pedonale

In base a quanto reperito dalle diverse normative europee e ai dati in letteratura si individuano i seguenti range di frequenza potenzialmente rischiosi per l'insorgere del fenomeno della risonanza:

Range per modi verticali **2 <> 3 Hz**

Range per modi orizzontali **> 1.5 Hz**

Inoltre si tenga presente che un corridore che percorre il ponte con passo cadenzato è in grado di generare una frequenza verticale limite pari a **3.3 Hz**.

Dall'analisi modale si individuano i seguenti modi di vibrare significativi in termini di massa movimentata

MODE	PARTICIPATION				
Mode	Frequency (Hz)	Modal Mass (Engineering)	PF-X (%)	PF-Y (%)	PF-Z (%)
1	1.320E+00	3.007E+03	0.000	8.728	0.000
2	1.331E+00	2.954E+03	0.000	7.895	0.000
3	2.095E+00	1.270E+04	0.000	53.457	0.000
4	3.355E+00	9.767E+03	0.089	0.000	0.738
5	3.507E+00	9.817E+03	0.005	0.000	58.464
6	3.646E+00	5.569E+03	0.006	0.000	6.604
7	4.472E+00	6.862E+03	0.000	0.055	0.000
8	4.475E+00	7.119E+03	0.000	0.001	0.000
9	5.196E+00	1.716E+03	4.161	0.000	0.000
10	5.202E+00	1.716E+03	0.000	0.000	0.015
45	1.301E+01	4.090E+04	2.310	0.614	0.005
46	1.322E+01	1.799E+07	0.065	0.000	0.000
47	1.322E+01	2.593E+04	45.124	0.003	0.004
48	1.327E+01	5.544E+05	0.274	0.006	0.000
49	1.330E+01	2.321E+05	0.032	0.000	0.000

1° modo verticale significativo	3.51 Hz	> 3.3 Hz	Verificato
1° modo orizzontale trasversale significativo	2.10 Hz	> 1.5 Hz	Verificato
1° modo orizzontale longitudinale significativo	13.22 Hz	> 1.5 Hz	Verificato

6.2.2. Verifica fenomeno del fluttering

In funzione a quanto prescritto dalla Circolare esplicativa del 2019 si individua la velocità critica in funzione della frequenza propria di vibrazione della struttura in senso trasversale secondo la formula:

$$V_{cr} = n_i \times b / St$$

Con n_i = i-esimo modo di vibrare in direzione trasversale all'azione del vento

b = dimensione di riferimento della sezione trasversale dell'impalcato

St = Numero di Strouhal = 0.1 per le sezioni a spigoli vivi

Tale velocità critica rappresenta il limite minimo di velocità media oltre la quale è probabile l'insorgenza di vortici dannosi pertanto la verifica è soddisfatta se

$$V_{cr} < V_{ml} \text{ (velocità media corrispondente a } T_R = 10 \times T_{r,prog})$$

Altro parametro indice di probabilità di distacco dei vortici è il controllo del numero di Scruton definito dalla seguente formula:

$$Sc = 4\pi \times m \times \xi / (\rho \times b^2)$$

Con m = massa dell'impalcato per unità di lunghezza (25.000/74 = 338kg/m)

ξ = coefficiente di smorzamento strutturale (0.05)

ρ = densità dell'aria (convenzionalmente assunto 1.25 kg/mc)

Quanto più alto è il numero di Scruton tanto minore è la probabilità di insorgenza del fenomeno. Il limite numerico di sicurezza è il seguente:

$$Sc > 30$$

Nel nostro caso risulta quanto segue:

$$V_{ml} = 28.08 \text{ m/sec}$$

$$V_{cr} = 2.1 \text{ Hz} \times 0.6 \text{ m} / 0.1 = \mathbf{12.6 \text{ m/sec} < V_{ml}}$$

Verificato

$$Sc = 4\pi \times 338 \times 0.05 / (1.25 \times 0.6^2) = \mathbf{472} \gg 30$$

Verificato

7. INTERFACCE CON LE FONDAZIONI

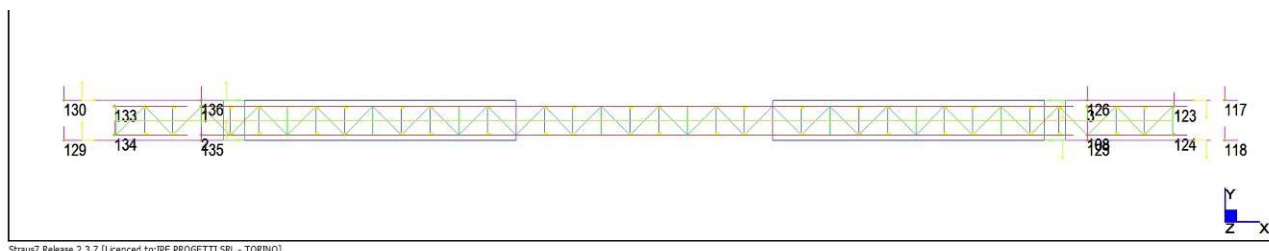
In questo paragrafo riportiamo la progettazione e la verifica dei giunti di base della struttura principale.

7.1. REAZIONI VINCOLARI NEL SISTEMA DI RIFERIMENTO GLOBALE

Nelle seguenti due tabelle vengono mostrati i valori massimi e minimi delle reazioni vincolari (R_x , R_y , R_z), registrate per tutti gli 8+8 punti di vincolo, nelle combinazioni SLU SLE e SLV oltre che nei singoli casi di carico. Tali reazioni sono riferite al sistema di riferimento globale.

Si specifica che i valori mostrati sono le reazioni vincolari applicate dalla fondazione alla struttura d'acciaio come risposta alle forze provenienti dalla struttura stessa. (Ad esempio un segno Z positivo significa che la struttura in acciaio applica una forza di compressione alla fondazione e un segno Z negativo significa che la struttura in acciaio applica una forza di trazione alla fondazione).

7.1.1. Pianta nodi



7.1.2. Reazioni vincolari per casi di carico

	FX (kN)	FY (kN)	FZ (kN)	MX (kNm)	MY (kNm)	MZ (kNm)
Node 1: 1: Peso Proprio	0	0	19	0	0	0
Node 1: 2: Permanenti	0	0	8	0	0	0
Node 1: 3: Vento Y	0	-194	-8	0	0	0
Node 1: 4: VAR DX	0	2	19	0	0	0
Node 1: 5: VAR SX	0	-2	69	0	0	0
Node 1: 6: DT+	0	-2	-5	0	0	0
Node 1: 7: DT-	0	3	-24	0	0	0
Node 2: 1: Peso Proprio	0	0	19	0	0	0
Node 2: 2: Permanenti	0	0	8	0	0	0
Node 2: 3: Vento Y	0	0	-11	0	0	0
Node 2: 4: VAR DX	0	0	69	0	0	0
Node 2: 5: VAR SX	0	0	19	0	0	0
Node 2: 6: DT+	0	0	-5	0	0	0
Node 2: 7: DT-	0	0	-24	0	0	0
Node 3: 1: Peso Proprio	0	0	19	0	0	0
Node 3: 2: Permanenti	0	0	8	0	0	0
Node 3: 3: Vento Y	0	0	-8	0	0	0
Node 3: 4: VAR DX	0	0	18	0	0	0
Node 3: 5: VAR SX	0	0	68	0	0	0
Node 3: 6: DT+	0	0	-10	0	0	0
Node 3: 7: DT-	0	0	-13	0	0	0
Node 108: 1: Peso Proprio	0	0	19	0	0	0
Node 108: 2: Permanenti	0	0	8	0	0	0
Node 108: 3: Vento Y	0	-140	-11	0	0	0
Node 108: 4: VAR DX	0	1	68	0	0	0
Node 108: 5: VAR SX	0	-1	18	0	0	0
Node 108: 6: DT+	0	6	-10	0	0	0
Node 108: 7: DT-	0	-10	-13	0	0	0
Node 117: 1: Peso Proprio	81	0	-67	0	0	0
Node 117: 2: Permanenti	47	0	-43	0	0	0

Node 117: 3: Vento Y	9	-3	-8	0	0	0
Node 117: 4: VAR DX	84	0	-77	0	0	0
Node 117: 5: VAR SX	165	0	-152	0	0	0
Node 117: 6: DT+	12	0	-11	0	0	0
Node 117: 7: DT-	0	0	0	0	0	0
Node 118: 1: Peso Proprio	81	0	-67	0	0	0
Node 118: 2: Permanenti	47	0	-43	0	0	0
Node 118: 3: Vento Y	5	-4	-5	0	0	0
Node 118: 4: VAR DX	165	0	-152	0	0	0
Node 118: 5: VAR SX	84	0	-77	0	0	0
Node 118: 6: DT+	12	0	-11	0	0	0
Node 118: 7: DT-	0	0	0	0	0	0
Node 123: 1: Peso Proprio	0	0	2	0	0	0
Node 123: 2: Permanenti	0	0	3	0	0	0
Node 123: 3: Vento Y	-232	41	6	0	0	0
Node 123: 4: VAR DX	5	-1	1	0	0	0
Node 123: 5: VAR SX	-5	1	-7	0	0	0
Node 123: 6: DT+	-20	-5	7	0	0	0
Node 123: 7: DT-	42	10	9	0	0	0
Node 124: 1: Peso Proprio	0	0	2	0	0	0
Node 124: 2: Permanenti	0	0	3	0	0	0
Node 124: 3: Vento Y	232	0	7	0	0	0
Node 124: 4: VAR DX	-6	0	-7	0	0	0
Node 124: 5: VAR SX	5	0	1	0	0	0
Node 124: 6: DT+	5	0	7	0	0	0
Node 124: 7: DT-	-4	0	9	0	0	0
Node 125: 1: Peso Proprio	-30	0	124	0	0	0
Node 125: 2: Permanenti	-16	0	63	0	0	0
Node 125: 3: Vento Y	10	-9	-43	0	0	0
Node 125: 4: VAR DX	-55	0	221	0	0	0
Node 125: 5: VAR SX	-28	0	112	0	0	0
Node 125: 6: DT+	-4	0	15	0	0	0
Node 125: 7: DT-	0	0	0	0	0	0
Node 126: 1: Peso Proprio	-30	0	124	0	0	0
Node 126: 2: Permanenti	-16	0	63	0	0	0
Node 126: 3: Vento Y	-15	-8	62	0	0	0
Node 126: 4: VAR DX	-28	0	112	0	0	0
Node 126: 5: VAR SX	-55	0	221	0	0	0
Node 126: 6: DT+	-4	0	15	0	0	0
Node 126: 7: DT-	0	0	0	0	0	0
Node 129: 1: Peso Proprio	-81	0	-66	0	0	0
Node 129: 2: Permanenti	-47	0	-43	0	0	0
Node 129: 3: Vento Y	-5	-4	-5	0	0	0
Node 129: 4: VAR DX	-164	0	-152	0	0	0
Node 129: 5: VAR SX	-83	0	-77	0	0	0
Node 129: 6: DT+	0	0	0	0	0	0
Node 129: 7: DT-	-28	0	-26	0	0	0
Node 130: 1: Peso Proprio	-81	0	-66	0	0	0
Node 130: 2: Permanenti	-47	0	-43	0	0	0
Node 130: 3: Vento Y	-10	-3	-9	0	0	0
Node 130: 4: VAR DX	-83	0	-77	0	0	0
Node 130: 5: VAR SX	-164	0	-152	0	0	0
Node 130: 6: DT+	0	0	0	0	0	0
Node 130: 7: DT-	-28	0	-26	0	0	0
Node 133: 1: Peso Proprio	0	0	2	0	0	0
Node 133: 2: Permanenti	0	0	3	0	0	0
Node 133: 3: Vento Y	0	0	6	0	0	0
Node 133: 4: VAR DX	0	0	1	0	0	0
Node 133: 5: VAR SX	0	0	-7	0	0	0
Node 133: 6: DT+	0	0	4	0	0	0
Node 133: 7: DT-	0	0	16	0	0	0
Node 134: 1: Peso Proprio	0	0	2	0	0	0
Node 134: 2: Permanenti	0	0	3	0	0	0
Node 134: 3: Vento Y	0	98	7	0	0	0

Node 134: 4: VAR DX	0	-2	-7	0	0	0
Node 134: 5: VAR SX	0	2	1	0	0	0
Node 134: 6: DT+	0	2	4	0	0	0
Node 134: 7: DT-	0	-3	16	0	0	0
Node 135: 1: Peso Proprio	30	0	124	0	0	0
Node 135: 2: Permanenti	16	0	62	0	0	0
Node 135: 3: Vento Y	-10	-9	-43	0	0	0
Node 135: 4: VAR DX	55	0	220	0	0	0
Node 135: 5: VAR SX	28	0	111	0	0	0
Node 135: 6: DT+	0	0	0	0	0	0
Node 135: 7: DT-	9	0	37	0	0	0
Node 136: 1: Peso Proprio	30	0	124	0	0	0
Node 136: 2: Permanenti	16	0	62	0	0	0
Node 136: 3: Vento Y	15	-8	62	0	0	0
Node 136: 4: VAR DX	28	0	111	0	0	0
Node 136: 5: VAR SX	55	0	220	0	0	0
Node 136: 6: DT+	0	0	0	0	0	0
Node 136: 7: DT-	9	0	37	0	0	0

7.1.3. Reazioni vincolari SLE

	FX (kN)	FY (kN)	FZ (kN)	MX (kNm)	MY (kNm)	MZ (kNm)
Node 1: 8: SLE full	0	0	144	0	0	0
Node 1: 9: SLEr T1+	0	-119	148	0	0	0
Node 1: 10: SLEr T1-	0	-116	134	0	0	0
Node 1: 11: SLEr T2+	0	-117	70	0	0	0
Node 1: 12: SLEr T2-	0	-113	56	0	0	0
Node 1: 13: SLEr T3+	0	-119	63	0	0	0
Node 1: 14: SLEr T3-	0	-116	49	0	0	0
Node 1: 15: SLEr T4+	0	-116	110	0	0	0
Node 1: 16: SLEr T4-	0	-113	96	0	0	0
Node 1: 17: SLEr T5+	0	-118	153	0	0	0
Node 1: 18: SLEr T5-	0	-115	139	0	0	0
Node 1: 19: SLEr V+	0	-196	43	0	0	0
Node 1: 20: SLEr V-	0	-193	29	0	0	0
Node 1: 21: SLEr DT+	0	-119	46	0	0	0
Node 1: 22: SLEr DT-	0	-114	22	0	0	0
Node 1: 23: SLEf V+	0	-40	42	0	0	0
Node 1: 24: SLEf V-	0	-37	30	0	0	0
Node 1: 25: SLEf DT+	0	-1	42	0	0	0
Node 1: 26: SLEf DT-	0	2	28	0	0	0
Node 1: 27: SLEqp	0	0	37	0	0	0
Node 2: 8: SLE full	0	0	144	0	0	0
Node 2: 9: SLEr T1+	0	0	150	0	0	0
Node 2: 10: SLEr T1-	0	0	135	0	0	0
Node 2: 11: SLEr T2+	0	0	121	0	0	0
Node 2: 12: SLEr T2-	0	0	106	0	0	0
Node 2: 13: SLEr T3+	0	0	64	0	0	0
Node 2: 14: SLEr T3-	0	0	48	0	0	0
Node 2: 15: SLEr T4+	0	0	82	0	0	0
Node 2: 16: SLEr T4-	0	0	66	0	0	0
Node 2: 17: SLEr T5+	0	0	155	0	0	0
Node 2: 18: SLEr T5-	0	0	140	0	0	0
Node 2: 19: SLEr V+	0	0	42	0	0	0
Node 2: 20: SLEr V-	0	0	27	0	0	0
Node 2: 21: SLEr DT+	0	0	46	0	0	0
Node 2: 22: SLEr DT-	0	0	21	0	0	0
Node 2: 23: SLEf V+	0	0	42	0	0	0
Node 2: 24: SLEf V-	0	0	29	0	0	0
Node 2: 25: SLEf DT+	0	0	42	0	0	0
Node 2: 26: SLEf DT-	0	0	28	0	0	0
Node 2: 27: SLEqp	0	0	37	0	0	0

Node 3: 8: SLE full	0	0	144	0	0	0
Node 3: 9: SLEr T1+	0	0	142	0	0	0
Node 3: 10: SLEr T1-	0	0	144	0	0	0
Node 3: 11: SLEr T2+	0	0	64	0	0	0
Node 3: 12: SLEr T2-	0	0	67	0	0	0
Node 3: 13: SLEr T3+	0	0	57	0	0	0
Node 3: 14: SLEr T3-	0	0	59	0	0	0
Node 3: 15: SLEr T4+	0	0	104	0	0	0
Node 3: 16: SLEr T4-	0	0	107	0	0	0
Node 3: 17: SLEr T5+	0	0	32	0	0	0
Node 3: 18: SLEr T5-	0	0	34	0	0	0
Node 3: 19: SLEr V+	0	0	37	0	0	0
Node 3: 20: SLEr V-	0	0	39	0	0	0
Node 3: 21: SLEr DT+	0	0	36	0	0	0
Node 3: 22: SLEr DT-	0	0	40	0	0	0
Node 3: 23: SLEf V+	0	0	36	0	0	0
Node 3: 24: SLEf V-	0	0	38	0	0	0
Node 3: 25: SLEf DT+	0	0	36	0	0	0
Node 3: 26: SLEf DT-	0	0	39	0	0	0
Node 3: 27: SLEqp	0	0	37	0	0	0
Node 108: 8: SLE full	0	0	144	0	0	0
Node 108: 9: SLEr T1+	0	-82	144	0	0	0
Node 108: 10: SLEr T1-	0	-91	146	0	0	0
Node 108: 11: SLEr T2+	0	-80	115	0	0	0
Node 108: 12: SLEr T2-	0	-90	117	0	0	0
Node 108: 13: SLEr T3+	0	-81	57	0	0	0
Node 108: 14: SLEr T3-	0	-91	59	0	0	0
Node 108: 15: SLEr T4+	0	-80	75	0	0	0
Node 108: 16: SLEr T4-	0	-90	78	0	0	0
Node 108: 17: SLEr T5+	0	-83	31	0	0	0
Node 108: 18: SLEr T5-	0	-93	34	0	0	0
Node 108: 19: SLEr V+	0	-137	36	0	0	0
Node 108: 20: SLEr V-	0	-147	38	0	0	0
Node 108: 21: SLEr DT+	0	-79	35	0	0	0
Node 108: 22: SLEr DT-	0	-95	40	0	0	0
Node 108: 23: SLEf V+	0	-25	36	0	0	0
Node 108: 24: SLEf V-	0	-33	38	0	0	0
Node 108: 25: SLEf DT+	0	3	36	0	0	0
Node 108: 26: SLEf DT-	0	-6	39	0	0	0
Node 108: 27: SLEqp	0	0	37	0	0	0
Node 117: 8: SLE full	354	0	-318	0	0	0
Node 117: 9: SLEr T1+	362	-3	-326	0	0	0
Node 117: 10: SLEr T1-	344	-3	-308	0	0	0
Node 117: 11: SLEr T2+	205	-2	-181	0	0	0
Node 117: 12: SLEr T2-	187	-2	-164	0	0	0
Node 117: 13: SLEr T3+	305	-3	-273	0	0	0
Node 117: 14: SLEr T3-	287	-3	-256	0	0	0
Node 117: 15: SLEr T4+	226	-2	-200	0	0	0
Node 117: 16: SLEr T4-	208	-2	-183	0	0	0
Node 117: 17: SLEr T5+	153	-2	-133	0	0	0
Node 117: 18: SLEr T5-	135	-2	-117	0	0	0
Node 117: 19: SLEr V+	129	-3	-111	0	0	0
Node 117: 20: SLEr V-	111	-3	-94	0	0	0
Node 117: 21: SLEr DT+	132	-2	-113	0	0	0
Node 117: 22: SLEr DT-	103	-2	-87	0	0	0
Node 117: 23: SLEf V+	126	-1	-108	0	0	0
Node 117: 24: SLEf V-	112	-1	-95	0	0	0
Node 117: 25: SLEf DT+	126	0	-108	0	0	0
Node 117: 26: SLEf DT-	109	0	-93	0	0	0
Node 117: 27: SLEqp	120	0	-103	0	0	0
Node 118: 8: SLE full	354	0	-318	0	0	0
Node 118: 9: SLEr T1+	358	-4	-322	0	0	0
Node 118: 10: SLEr T1-	340	-4	-305	0	0	0
Node 118: 11: SLEr T2+	282	-3	-252	0	0	0
Node 118: 12: SLEr T2-	264	-3	-235	0	0	0

Node 118: 13: SLer T3+	303	-4	-271	0	0	0
Node 118: 14: SLer T3-	285	-4	-254	0	0	0
Node 118: 15: SLer T4+	261	-3	-232	0	0	0
Node 118: 16: SLer T4-	243	-3	-216	0	0	0
Node 118: 17: SLer T5+	150	-3	-130	0	0	0
Node 118: 18: SLer T5-	132	-3	-113	0	0	0
Node 118: 19: SLer V+	124	-5	-106	0	0	0
Node 118: 20: SLer V-	107	-5	-90	0	0	0
Node 118: 21: SLer DT+	129	-3	-110	0	0	0
Node 118: 22: SLer DT-	100	-3	-84	0	0	0
Node 118: 23: SLEf V+	125	-1	-107	0	0	0
Node 118: 24: SLEf V-	111	-1	-94	0	0	0
Node 118: 25: SLEf DT+	126	0	-108	0	0	0
Node 118: 26: SLEf DT-	109	0	-92	0	0	0
Node 118: 27: SLEqp	120	0	-103	0	0	0
Node 123: 8: SLE full	-1	0	-21	0	0	0
Node 123: 9: SLer T1+	-161	22	-21	0	0	0
Node 123: 10: SLer T1-	-107	31	-22	0	0	0
Node 123: 11: SLer T2+	-156	20	-7	0	0	0
Node 123: 12: SLer T2-	-103	30	-8	0	0	0
Node 123: 13: SLer T3+	-160	21	9	0	0	0
Node 123: 14: SLer T3-	-107	31	8	0	0	0
Node 123: 15: SLer T4+	-154	20	-21	0	0	0
Node 123: 16: SLer T4-	-100	29	-21	0	0	0
Node 123: 17: SLer T5+	-32	23	1	0	0	0
Node 123: 18: SLer T5-	21	32	0	0	0	0
Node 123: 19: SLer V+	-251	38	-2	0	0	0
Node 123: 20: SLer V-	-200	47	-2	0	0	0
Node 123: 21: SLer DT+	-170	19	-1	0	0	0
Node 123: 22: SLer DT-	-85	34	-2	0	0	0
Node 123: 23: SLEf V+	-62	5	-1	0	0	0
Node 123: 24: SLEf V-	-19	13	-2	0	0	0
Node 123: 25: SLEf DT+	-18	-3	-1	0	0	0
Node 123: 26: SLEf DT-	33	6	-2	0	0	0
Node 123: 27: SLEqp	0	0	-1	0	0	0
Node 124: 8: SLE full	-1	0	-21	0	0	0
Node 124: 9: SLer T1+	137	0	-20	0	0	0
Node 124: 10: SLer T1-	146	0	-21	0	0	0
Node 124: 11: SLer T2+	132	0	-14	0	0	0
Node 124: 12: SLer T2-	142	0	-15	0	0	0
Node 124: 13: SLer T3+	136	0	10	0	0	0
Node 124: 14: SLer T3-	145	0	9	0	0	0
Node 124: 15: SLer T4+	130	0	-1	0	0	0
Node 124: 16: SLer T4-	139	0	-2	0	0	0
Node 124: 17: SLer T5+	253	0	2	0	0	0
Node 124: 18: SLer T5-	262	0	1	0	0	0
Node 124: 19: SLer V+	230	0	-1	0	0	0
Node 124: 20: SLer V-	237	0	-2	0	0	0
Node 124: 21: SLer DT+	135	0	-1	0	0	0
Node 124: 22: SLer DT-	148	0	-2	0	0	0
Node 124: 23: SLEf V+	44	0	-1	0	0	0
Node 124: 24: SLEf V-	50	0	-2	0	0	0
Node 124: 25: SLEf DT+	-3	0	-1	0	0	0
Node 124: 26: SLEf DT-	4	0	-2	0	0	0
Node 124: 27: SLEqp	0	0	-1	0	0	0
Node 125: 8: SLE full	-122	0	488	0	0	0
Node 125: 9: SLer T1+	-115	-4	462	0	0	0
Node 125: 10: SLer T1-	-109	-4	438	0	0	0
Node 125: 11: SLer T2+	-90	-4	362	0	0	0
Node 125: 12: SLer T2-	-84	-4	338	0	0	0
Node 125: 13: SLer T3+	-97	-4	388	0	0	0
Node 125: 14: SLer T3-	-91	-4	365	0	0	0
Node 125: 15: SLer T4+	-83	-4	333	0	0	0
Node 125: 16: SLer T4-	-77	-4	309	0	0	0
Node 125: 17: SLer T5+	-46	-5	185	0	0	0

Node 125: 18: SLer T5-	-40	-5	161	0	0	0
Node 125: 19: SLer V+	-32	-8	130	0	0	0
Node 125: 20: SLer V-	-26	-8	107	0	0	0
Node 125: 21: SLer DT+	-39	-5	157	0	0	0
Node 125: 22: SLer DT-	-29	-5	120	0	0	0
Node 125: 23: SLEf V+	-42	-2	173	0	0	0
Node 125: 24: SLEf V-	-38	-2	154	0	0	0
Node 125: 25: SLEf DT+	-45	0	185	0	0	0
Node 125: 26: SLEf DT-	-40	0	162	0	0	0
Node 125: 27: SLEqp	-43	0	177	0	0	0
Node 126: 8: SLE full	-122	0	488	0	0	0
Node 126: 9: SLer T1+	-133	-3	532	0	0	0
Node 126: 10: SLer T1-	-126	-3	507	0	0	0
Node 126: 11: SLer T2+	-79	-4	321	0	0	0
Node 126: 12: SLer T2-	-73	-4	296	0	0	0
Node 126: 13: SLer T3+	-113	-3	455	0	0	0
Node 126: 14: SLer T3-	-107	-3	430	0	0	0
Node 126: 15: SLer T4+	-86	-4	349	0	0	0
Node 126: 16: SLer T4-	-80	-4	325	0	0	0
Node 126: 17: SLer T5+	-62	-4	252	0	0	0
Node 126: 18: SLer T5-	-56	-4	227	0	0	0
Node 126: 19: SLer V+	-59	-7	239	0	0	0
Node 126: 20: SLer V-	-53	-7	216	0	0	0
Node 126: 21: SLer DT+	-55	-4	223	0	0	0
Node 126: 22: SLer DT-	-45	-4	184	0	0	0
Node 126: 23: SLEf V+	-48	-1	194	0	0	0
Node 126: 24: SLEf V-	-43	-1	175	0	0	0
Node 126: 25: SLEf DT+	-45	0	185	0	0	0
Node 126: 26: SLEf DT-	-40	0	162	0	0	0
Node 126: 27: SLEqp	-43	0	177	0	0	0
Node 129: 8: SLE full	-352	0	-316	0	0	0
Node 129: 9: SLer T1+	-340	-4	-305	0	0	0
Node 129: 10: SLer T1-	-369	-4	-331	0	0	0
Node 129: 11: SLer T2+	-265	-3	-236	0	0	0
Node 129: 12: SLer T2-	-293	-4	-262	0	0	0
Node 129: 13: SLer T3+	-285	-4	-254	0	0	0
Node 129: 14: SLer T3-	-312	-4	-280	0	0	0
Node 129: 15: SLer T4+	-244	-3	-217	0	0	0
Node 129: 16: SLer T4-	-271	-3	-242	0	0	0
Node 129: 17: SLer T5+	-317	-4	-284	0	0	0
Node 129: 18: SLer T5-	-344	-4	-309	0	0	0
Node 129: 19: SLer V+	-108	-5	-92	0	0	0
Node 129: 20: SLer V-	-134	-5	-115	0	0	0
Node 129: 21: SLer DT+	-103	-3	-87	0	0	0
Node 129: 22: SLer DT-	-146	-3	-127	0	0	0
Node 129: 23: SLEf V+	-111	-1	-95	0	0	0
Node 129: 24: SLEf V-	-134	-1	-115	0	0	0
Node 129: 25: SLEf DT+	-110	0	-94	0	0	0
Node 129: 26: SLEf DT-	-137	0	-118	0	0	0
Node 129: 27: SLEqp	-120	0	-102	0	0	0
Node 130: 8: SLE full	-352	0	-316	0	0	0
Node 130: 9: SLer T1+	-344	-3	-308	0	0	0
Node 130: 10: SLer T1-	-374	-3	-336	0	0	0
Node 130: 11: SLer T2+	-187	-2	-164	0	0	0
Node 130: 12: SLer T2-	-216	-2	-191	0	0	0
Node 130: 13: SLer T3+	-286	-3	-256	0	0	0
Node 130: 14: SLer T3-	-316	-3	-283	0	0	0
Node 130: 15: SLer T4+	-208	-2	-184	0	0	0
Node 130: 16: SLer T4-	-237	-2	-211	0	0	0
Node 130: 17: SLer T5+	-319	-3	-286	0	0	0
Node 130: 18: SLer T5-	-349	-3	-313	0	0	0
Node 130: 19: SLer V+	-112	-3	-95	0	0	0
Node 130: 20: SLer V-	-141	-3	-121	0	0	0
Node 130: 21: SLer DT+	-105	-2	-89	0	0	0
Node 130: 22: SLer DT-	-151	-2	-131	0	0	0

Node 130: 23: SLEf V+	-112	-1	-95	0	0	0
Node 130: 24: SLEf V-	-135	-1	-116	0	0	0
Node 130: 25: SLEf DT+	-110	0	-93	0	0	0
Node 130: 26: SLEf DT-	-137	0	-118	0	0	0
Node 130: 27: SLEqp	-120	0	-102	0	0	0
Node 133: 8: SLE full	0	0	-21	0	0	0
Node 133: 9: SLEr T1+	0	0	-25	0	0	0
Node 133: 10: SLEr T1-	0	0	-15	0	0	0
Node 133: 11: SLEr T2+	0	0	-11	0	0	0
Node 133: 12: SLEr T2-	0	0	-2	0	0	0
Node 133: 13: SLEr T3+	0	0	5	0	0	0
Node 133: 14: SLEr T3-	0	0	14	0	0	0
Node 133: 15: SLEr T4+	0	0	-24	0	0	0
Node 133: 16: SLEr T4-	0	0	-15	0	0	0
Node 133: 17: SLEr T5+	0	0	-27	0	0	0
Node 133: 18: SLEr T5-	0	0	-18	0	0	0
Node 133: 19: SLEr V+	0	0	-5	0	0	0
Node 133: 20: SLEr V-	0	0	4	0	0	0
Node 133: 21: SLEr DT+	0	0	-7	0	0	0
Node 133: 22: SLEr DT-	0	0	8	0	0	0
Node 133: 23: SLEf V+	0	0	-4	0	0	0
Node 133: 24: SLEf V-	0	0	3	0	0	0
Node 133: 25: SLEf DT+	0	0	-5	0	0	0
Node 133: 26: SLEf DT-	0	0	4	0	0	0
Node 133: 27: SLEqp	0	0	-1	0	0	0
Node 134: 8: SLE full	0	0	-21	0	0	0
Node 134: 9: SLEr T1+	0	61	-24	0	0	0
Node 134: 10: SLEr T1-	0	58	-15	0	0	0
Node 134: 11: SLEr T2+	0	59	-18	0	0	0
Node 134: 12: SLEr T2-	0	56	-9	0	0	0
Node 134: 13: SLEr T3+	0	61	6	0	0	0
Node 134: 14: SLEr T3-	0	58	15	0	0	0
Node 134: 15: SLEr T4+	0	58	-5	0	0	0
Node 134: 16: SLEr T4-	0	55	4	0	0	0
Node 134: 17: SLEr T5+	0	60	-26	0	0	0
Node 134: 18: SLEr T5-	0	58	-17	0	0	0
Node 134: 19: SLEr V+	0	100	-4	0	0	0
Node 134: 20: SLEr V-	0	97	5	0	0	0
Node 134: 21: SLEr DT+	0	61	-7	0	0	0
Node 134: 22: SLEr DT-	0	56	9	0	0	0
Node 134: 23: SLEf V+	0	21	-4	0	0	0
Node 134: 24: SLEf V-	0	18	4	0	0	0
Node 134: 25: SLEf DT+	0	1	-5	0	0	0
Node 134: 26: SLEf DT-	0	-2	4	0	0	0
Node 134: 27: SLEqp	0	0	-1	0	0	0
Node 135: 8: SLE full	121	0	487	0	0	0
Node 135: 9: SLEr T1+	110	-4	439	0	0	0
Node 135: 10: SLEr T1-	119	-4	476	0	0	0
Node 135: 11: SLEr T2+	84	-4	339	0	0	0
Node 135: 12: SLEr T2-	93	-4	376	0	0	0
Node 135: 13: SLEr T3+	91	-4	365	0	0	0
Node 135: 14: SLEr T3-	100	-4	401	0	0	0
Node 135: 15: SLEr T4+	77	-4	311	0	0	0
Node 135: 16: SLEr T4-	86	-4	347	0	0	0
Node 135: 17: SLEr T5+	102	-4	408	0	0	0
Node 135: 18: SLEr T5-	111	-4	444	0	0	0
Node 135: 19: SLEr V+	27	-8	110	0	0	0
Node 135: 20: SLEr V-	35	-8	143	0	0	0
Node 135: 21: SLEr DT+	30	-5	123	0	0	0
Node 135: 22: SLEr DT-	44	-5	181	0	0	0
Node 135: 23: SLEf V+	38	-2	155	0	0	0
Node 135: 24: SLEf V-	45	-2	184	0	0	0
Node 135: 25: SLEf DT+	40	0	164	0	0	0
Node 135: 26: SLEf DT-	49	0	199	0	0	0
Node 135: 27: SLEqp	43	0	176	0	0	0

Node 136: 8: SLE full	121	0	487	0	0	0
Node 136: 9: SLEr T1+	126	-3	507	0	0	0
Node 136: 10: SLEr T1-	136	-3	547	0	0	0
Node 136: 11: SLEr T2+	73	-4	297	0	0	0
Node 136: 12: SLEr T2-	83	-4	336	0	0	0
Node 136: 13: SLEr T3+	107	-4	430	0	0	0
Node 136: 14: SLEr T3-	117	-3	469	0	0	0
Node 136: 15: SLEr T4+	81	-4	326	0	0	0
Node 136: 16: SLEr T4-	90	-4	364	0	0	0
Node 136: 17: SLEr T5+	118	-3	474	0	0	0
Node 136: 18: SLEr T5-	128	-3	513	0	0	0
Node 136: 19: SLEr V+	53	-7	217	0	0	0
Node 136: 20: SLEr V-	63	-7	255	0	0	0
Node 136: 21: SLEr DT+	46	-4	187	0	0	0
Node 136: 22: SLEr DT-	61	-4	249	0	0	0
Node 136: 23: SLEf V+	43	-1	177	0	0	0
Node 136: 24: SLEf V-	51	-1	207	0	0	0
Node 136: 25: SLEf DT+	40	0	164	0	0	0
Node 136: 26: SLEf DT-	49	0	199	0	0	0
Node 136: 27: SLEqp	43	0	176	0	0	0

7.1.4. Reazioni vincolari SLU

	FX (kN)	FY (kN)	FZ (kN)	MX (kNm)	MY (kNm)	MZ (kNm)
Node 1: 28: SLU 1/6	0	0	79	0	0	0
Node 1: 29: SLU2/3/4/5	0	0	178	0	0	0
Node 1: 30: SLU2/3	0	0	185	0	0	0
Node 1: 31: SLU 4/5	0	-178	51	0	0	0
Node 1: 32: slu FULL_DX	0	2	95	0	0	0
Node 1: 33: SLU 1/6 DX	0	-2	151	0	0	0
Node 1: 34: SLU2/3/4/5 DX	0	2	106	0	0	0
Node 1: 35: SLU2/3	0	-10	88	0	0	0
Node 1: 36: SLU 4/5	0	10	147	0	0	0
Node 1: 37: slu Max mez	0	-178	85	0	0	0
Node 1: 38: slu Max tors	0	-173	148	0	0	0
Node 1: 39: slu Half	0	0	207	0	0	0
Node 1: 40: SLU Tf+v	0	-179	198	0	0	0
Node 1: 41: SLU V+tf	0	-294	113	0	0	0
Node 1: 42: SLU V+tmez	0	-294	68	0	0	0
Node 1: 43: SLU V+ttor	0	-292	93	0	0	0
Node 1: 44: SLU DT+tf	0	-3	127	0	0	0
Node 1: 45: SLU DT-tf	0	5	91	0	0	0
Node 2: 28: SLU 1/6	0	0	78	0	0	0
Node 2: 29: SLU2/3/4/5	0	0	178	0	0	0
Node 2: 30: SLU2/3	0	0	185	0	0	0
Node 2: 31: SLU 4/5	0	0	50	0	0	0
Node 2: 32: slu FULL_DX	0	0	162	0	0	0
Node 2: 33: SLU 1/6 DX	0	0	106	0	0	0
Node 2: 34: SLU2/3/4/5 DX	0	0	151	0	0	0
Node 2: 35: SLU2/3	0	0	147	0	0	0
Node 2: 36: SLU 4/5	0	0	88	0	0	0
Node 2: 37: slu Max mez	0	0	85	0	0	0
Node 2: 38: slu Max tors	0	0	110	0	0	0
Node 2: 39: slu Half	0	0	207	0	0	0
Node 2: 40: SLU Tf+v	0	0	203	0	0	0
Node 2: 41: SLU V+tf	0	0	116	0	0	0
Node 2: 42: SLU V+tmez	0	0	68	0	0	0
Node 2: 43: SLU V+ttor	0	0	78	0	0	0
Node 2: 44: SLU DT+tf	0	0	127	0	0	0
Node 2: 45: SLU DT-tf	0	0	91	0	0	0
Node 3: 28: SLU 1/6	0	0	78	0	0	0
Node 3: 29: SLU2/3/4/5	0	0	178	0	0	0

Node 3: 30: SLU2/3	0	0	50	0	0	0
Node 3: 31: SLU 4/5	0	0	183	0	0	0
Node 3: 32: slu FULL_DX	0	0	94	0	0	0
Node 3: 33: SLU 1/6 DX	0	0	151	0	0	0
Node 3: 34: SLU2/3/4/5 DX	0	0	105	0	0	0
Node 3: 35: SLU2/3	0	0	147	0	0	0
Node 3: 36: SLU 4/5	0	0	88	0	0	0
Node 3: 37: slu Max mez	0	0	84	0	0	0
Node 3: 38: slu Max tors	0	0	147	0	0	0
Node 3: 39: slu Half	0	0	50	0	0	0
Node 3: 40: SLU Tf+v	0	0	198	0	0	0
Node 3: 41: SLU V+tf	0	0	113	0	0	0
Node 3: 42: SLU V+tmez	0	0	68	0	0	0
Node 3: 43: SLU V+ttor	0	0	93	0	0	0
Node 3: 44: SLU DT+tf	0	0	111	0	0	0
Node 3: 45: SLU DT-tf	0	0	118	0	0	0
Node 108: 28: SLU 1/6	0	0	78	0	0	0
Node 108: 29: SLU2/3/4/5	0	0	178	0	0	0
Node 108: 30: SLU2/3	0	-3	50	0	0	0
Node 108: 31: SLU 4/5	0	-125	188	0	0	0
Node 108: 32: slu FULL_DX	0	1	162	0	0	0
Node 108: 33: SLU 1/6 DX	0	-1	105	0	0	0
Node 108: 34: SLU2/3/4/5 DX	0	1	151	0	0	0
Node 108: 35: SLU2/3	0	6	88	0	0	0
Node 108: 36: SLU 4/5	0	-6	147	0	0	0
Node 108: 37: slu Max mez	0	-128	84	0	0	0
Node 108: 38: slu Max tors	0	-126	109	0	0	0
Node 108: 39: slu Half	0	-3	50	0	0	0
Node 108: 40: SLU Tf+v	0	-128	202	0	0	0
Node 108: 41: SLU V+tf	0	-212	116	0	0	0
Node 108: 42: SLU V+tmez	0	-212	68	0	0	0
Node 108: 43: SLU V+ttor	0	-211	78	0	0	0
Node 108: 44: SLU DT+tf	0	9	111	0	0	0
Node 108: 45: SLU DT-tf	0	-16	118	0	0	0
Node 117: 28: SLU 1/6	165	0	-141	0	0	0
Node 117: 29: SLU2/3/4/5	481	0	-432	0	0	0
Node 117: 30: SLU2/3	199	0	-172	0	0	0
Node 117: 31: SLU 4/5	452	-5	-406	0	0	0
Node 117: 32: slu FULL_DX	269	0	-236	0	0	0
Node 117: 33: SLU 1/6 DX	378	0	-337	0	0	0
Node 117: 34: SLU2/3/4/5 DX	268	0	-236	0	0	0
Node 117: 35: SLU2/3	370	0	-329	0	0	0
Node 117: 36: SLU 4/5	278	0	-245	0	0	0
Node 117: 37: slu Max mez	406	-5	-363	0	0	0
Node 117: 38: slu Max tors	300	-4	-265	0	0	0
Node 117: 39: slu Half	199	0	-173	0	0	0
Node 117: 40: SLU Tf+v	484	-5	-434	0	0	0
Node 117: 41: SLU V+tf	296	-6	-262	0	0	0
Node 117: 42: SLU V+tmez	264	-6	-232	0	0	0
Node 117: 43: SLU V+ttor	222	-6	-194	0	0	0
Node 117: 44: SLU DT+tf	308	0	-273	0	0	0
Node 117: 45: SLU DT-tf	262	0	-231	0	0	0
Node 118: 28: SLU 1/6	165	0	-141	0	0	0
Node 118: 29: SLU2/3/4/5	481	0	-432	0	0	0
Node 118: 30: SLU2/3	199	0	-172	0	0	0
Node 118: 31: SLU 4/5	446	-6	-400	0	0	0
Node 118: 32: slu FULL_DX	378	0	-337	0	0	0
Node 118: 33: SLU 1/6 DX	268	0	-236	0	0	0
Node 118: 34: SLU2/3/4/5 DX	378	0	-337	0	0	0
Node 118: 35: SLU2/3	278	0	-245	0	0	0
Node 118: 36: SLU 4/5	370	0	-329	0	0	0
Node 118: 37: slu Max mez	403	-6	-360	0	0	0
Node 118: 38: slu Max tors	346	-6	-308	0	0	0
Node 118: 39: slu Half	199	0	-173	0	0	0
Node 118: 40: SLU Tf+v	476	-7	-427	0	0	0

Node 118: 41: SLU V+tf	286	-9	-253	0	0	0
Node 118: 42: SLU V+tmez	257	-9	-226	0	0	0
Node 118: 43: SLU V+ttor	234	-8	-205	0	0	0
Node 118: 44: SLU DT+tf	308	0	-273	0	0	0
Node 118: 45: SLU DT-tf	262	0	-230	0	0	0
Node 123: 28: SLU 1/6	0	0	14	0	0	0
Node 123: 29: SLU2/3/4/5	-1	0	-49	0	0	0
Node 123: 30: SLU2/3	172	3	-1	0	0	0
Node 123: 31: SLU 4/5	-387	35	-54	0	0	0
Node 123: 32: slu FULL_DX	3	-1	-12	0	0	0
Node 123: 33: SLU 1/6 DX	-4	1	-32	0	0	0
Node 123: 34: SLU2/3/4/5 DX	2	-1	-3	0	0	0
Node 123: 35: SLU2/3	11	-2	-37	0	0	0
Node 123: 36: SLU 4/5	-12	2	-17	0	0	0
Node 123: 37: slu Max mez	-213	37	9	0	0	0
Node 123: 38: slu Max tors	-202	35	-31	0	0	0
Node 123: 39: slu Half	171	3	-1	0	0	0
Node 123: 40: SLU Tf+v	-214	38	-31	0	0	0
Node 123: 41: SLU V+tf	-352	62	-16	0	0	0
Node 123: 42: SLU V+tmez	-351	62	0	0	0	0
Node 123: 43: SLU V+ttor	-348	61	-16	0	0	0
Node 123: 44: SLU DT+tf	-48	-8	-14	0	0	0
Node 123: 45: SLU DT-tf	86	15	-17	0	0	0
Node 124: 28: SLU 1/6	-1	0	14	0	0	0
Node 124: 29: SLU2/3/4/5	-1	0	-49	0	0	0
Node 124: 30: SLU2/3	157	0	-2	0	0	0
Node 124: 31: SLU 4/5	51	0	-53	0	0	0
Node 124: 32: slu FULL_DX	-5	0	-23	0	0	0
Node 124: 33: SLU 1/6 DX	2	0	-3	0	0	0
Node 124: 34: SLU2/3/4/5 DX	-4	0	-32	0	0	0
Node 124: 35: SLU2/3	-13	0	-17	0	0	0
Node 124: 36: SLU 4/5	11	0	-37	0	0	0
Node 124: 37: slu Max mez	210	0	10	0	0	0
Node 124: 38: slu Max tors	201	0	-5	0	0	0
Node 124: 39: slu Half	156	0	-2	0	0	0
Node 124: 40: SLU Tf+v	212	0	-31	0	0	0
Node 124: 41: SLU V+tf	351	0	-15	0	0	0
Node 124: 42: SLU V+tmez	350	0	1	0	0	0
Node 124: 43: SLU V+ttor	347	0	-4	0	0	0
Node 124: 44: SLU DT+tf	-9	0	-14	0	0	0
Node 124: 45: SLU DT-tf	15	0	-17	0	0	0
Node 125: 28: SLU 1/6	-59	0	242	0	0	0
Node 125: 29: SLU2/3/4/5	-166	0	664	0	0	0
Node 125: 30: SLU2/3	-71	0	287	0	0	0
Node 125: 31: SLU 4/5	-142	-5	568	0	0	0
Node 125: 32: slu FULL_DX	-131	0	526	0	0	0
Node 125: 33: SLU 1/6 DX	-94	0	379	0	0	0
Node 125: 34: SLU2/3/4/5 DX	-131	0	527	0	0	0
Node 125: 35: SLU2/3	-97	0	392	0	0	0
Node 125: 36: SLU 4/5	-128	0	515	0	0	0
Node 125: 37: slu Max mez	-127	-5	511	0	0	0
Node 125: 38: slu Max tors	-108	-6	436	0	0	0
Node 125: 39: slu Half	-71	0	288	0	0	0
Node 125: 40: SLU Tf+v	-152	-5	608	0	0	0
Node 125: 41: SLU V+tf	-81	-11	325	0	0	0
Node 125: 42: SLU V+tmez	-71	-11	286	0	0	0
Node 125: 43: SLU V+ttor	-63	-12	256	0	0	0
Node 125: 44: SLU DT+tf	-107	0	433	0	0	0
Node 125: 45: SLU DT-tf	-92	0	372	0	0	0
Node 126: 28: SLU 1/6	-59	0	242	0	0	0
Node 126: 29: SLU2/3/4/5	-166	0	664	0	0	0
Node 126: 30: SLU2/3	-71	0	287	0	0	0
Node 126: 31: SLU 4/5	-168	-4	674	0	0	0
Node 126: 32: slu FULL_DX	-94	0	380	0	0	0
Node 126: 33: SLU 1/6 DX	-131	0	527	0	0	0

Node 126: 34: SLU2/3/4/5 DX	-94	0	379	0	0	0
Node 126: 35: SLU2/3	-128	0	515	0	0	0
Node 126: 36: SLU 4/5	-97	0	392	0	0	0
Node 126: 37: slu Max mez	-152	-4	612	0	0	0
Node 126: 38: slu Max tors	-116	-5	470	0	0	0
Node 126: 39: slu Half	-71	0	288	0	0	0
Node 126: 40: SLU Tf+v	-179	-3	716	0	0	0
Node 126: 41: SLU V+tf	-123	-8	496	0	0	0
Node 126: 42: SLU V+tmez	-112	-8	453	0	0	0
Node 126: 43: SLU V+ttor	-98	-9	397	0	0	0
Node 126: 44: SLU DT+tf	-107	0	433	0	0	0
Node 126: 45: SLU DT-tf	-92	0	372	0	0	0
Node 129: 28: SLU 1/6	-164	0	-140	0	0	0
Node 129: 29: SLU2/3/4/5	-480	0	-431	0	0	0
Node 129: 30: SLU2/3	-447	0	-401	0	0	0
Node 129: 31: SLU 4/5	-193	-5	-167	0	0	0
Node 129: 32: slu FULL_DX	-376	0	-336	0	0	0
Node 129: 33: SLU 1/6 DX	-267	0	-235	0	0	0
Node 129: 34: SLU2/3/4/5 DX	-377	0	-336	0	0	0
Node 129: 35: SLU2/3	-368	0	-328	0	0	0
Node 129: 36: SLU 4/5	-276	0	-244	0	0	0
Node 129: 37: slu Max mez	-401	-6	-358	0	0	0
Node 129: 38: slu Max tors	-345	-6	-307	0	0	0
Node 129: 39: slu Half	-446	0	-400	0	0	0
Node 129: 40: SLU Tf+v	-475	-7	-427	0	0	0
Node 129: 41: SLU V+tf	-286	-9	-252	0	0	0
Node 129: 42: SLU V+tmez	-257	-9	-225	0	0	0
Node 129: 43: SLU V+ttor	-234	-8	-205	0	0	0
Node 129: 44: SLU DT+tf	-265	0	-233	0	0	0
Node 129: 45: SLU DT-tf	-337	0	-300	0	0	0
Node 130: 28: SLU 1/6	-164	0	-140	0	0	0
Node 130: 29: SLU2/3/4/5	-480	0	-431	0	0	0
Node 130: 30: SLU2/3	-447	0	-401	0	0	0
Node 130: 31: SLU 4/5	-200	-3	-173	0	0	0
Node 130: 32: slu FULL_DX	-267	0	-235	0	0	0
Node 130: 33: SLU 1/6 DX	-377	0	-336	0	0	0
Node 130: 34: SLU2/3/4/5 DX	-267	0	-235	0	0	0
Node 130: 35: SLU2/3	-276	0	-244	0	0	0
Node 130: 36: SLU 4/5	-368	0	-328	0	0	0
Node 130: 37: slu Max mez	-404	-5	-361	0	0	0
Node 130: 38: slu Max tors	-299	-4	-264	0	0	0
Node 130: 39: slu Half	-446	0	-399	0	0	0
Node 130: 40: SLU Tf+v	-482	-5	-433	0	0	0
Node 130: 41: SLU V+tf	-295	-6	-261	0	0	0
Node 130: 42: SLU V+tmez	-263	-6	-231	0	0	0
Node 130: 43: SLU V+ttor	-221	-6	-193	0	0	0
Node 130: 44: SLU DT+tf	-265	0	-233	0	0	0
Node 130: 45: SLU DT-tf	-337	0	-300	0	0	0
Node 133: 28: SLU 1/6	0	0	14	0	0	0
Node 133: 29: SLU2/3/4/5	0	0	-50	0	0	0
Node 133: 30: SLU2/3	0	0	-53	0	0	0
Node 133: 31: SLU 4/5	0	0	-2	0	0	0
Node 133: 32: slu FULL_DX	0	0	-13	0	0	0
Node 133: 33: SLU 1/6 DX	0	0	-33	0	0	0
Node 133: 34: SLU2/3/4/5 DX	0	0	-4	0	0	0
Node 133: 35: SLU2/3	0	0	-17	0	0	0
Node 133: 36: SLU 4/5	0	0	-38	0	0	0
Node 133: 37: slu Max mez	0	0	9	0	0	0
Node 133: 38: slu Max tors	0	0	-31	0	0	0
Node 133: 39: slu Half	0	0	-34	0	0	0
Node 133: 40: SLU Tf+v	0	0	-32	0	0	0
Node 133: 41: SLU V+tf	0	0	-16	0	0	0
Node 133: 42: SLU V+tmez	0	0	0	0	0	0
Node 133: 43: SLU V+ttor	0	0	-16	0	0	0
Node 133: 44: SLU DT+tf	0	0	-24	0	0	0

Node 133: 45: SLU DT-tf	0	0	-1	0	0	0
Node 134: 28: SLU 1/6	0	0	14	0	0	0
Node 134: 29: SLU2/3/4/5	0	0	-50	0	0	0
Node 134: 30: SLU2/3	0	0	-53	0	0	0
Node 134: 31: SLU 4/5	0	91	-1	0	0	0
Node 134: 32: slu FULL_DX	0	-2	-23	0	0	0
Node 134: 33: SLU 1/6 DX	0	2	-4	0	0	0
Node 134: 34: SLU2/3/4/5 DX	0	-2	-33	0	0	0
Node 134: 35: SLU2/3	0	6	-38	0	0	0
Node 134: 36: SLU 4/5	0	-6	-17	0	0	0
Node 134: 37: slu Max mez	0	90	9	0	0	0
Node 134: 38: slu Max tors	0	86	-5	0	0	0
Node 134: 39: slu Half	0	0	-34	0	0	0
Node 134: 40: SLU Tf+v	0	91	-31	0	0	0
Node 134: 41: SLU V+tf	0	150	-15	0	0	0
Node 134: 42: SLU V+tmez	0	149	1	0	0	0
Node 134: 43: SLU V+ttor	0	148	-4	0	0	0
Node 134: 44: SLU DT+tf	0	3	-23	0	0	0
Node 134: 45: SLU DT-tf	0	-4	-1	0	0	0
Node 135: 28: SLU 1/6	59	0	241	0	0	0
Node 135: 29: SLU2/3/4/5	165	0	662	0	0	0
Node 135: 30: SLU2/3	154	0	619	0	0	0
Node 135: 31: SLU 4/5	57	-7	233	0	0	0
Node 135: 32: slu FULL_DX	131	0	525	0	0	0
Node 135: 33: SLU 1/6 DX	94	0	378	0	0	0
Node 135: 34: SLU2/3/4/5 DX	131	0	525	0	0	0
Node 135: 35: SLU2/3	128	0	514	0	0	0
Node 135: 36: SLU 4/5	97	0	391	0	0	0
Node 135: 37: slu Max mez	127	-5	508	0	0	0
Node 135: 38: slu Max tors	108	-6	435	0	0	0
Node 135: 39: slu Half	154	0	617	0	0	0
Node 135: 40: SLU Tf+v	152	-5	607	0	0	0
Node 135: 41: SLU V+tf	80	-11	324	0	0	0
Node 135: 42: SLU V+tmez	71	-11	285	0	0	0
Node 135: 43: SLU V+ttor	63	-12	256	0	0	0
Node 135: 44: SLU DT+tf	93	0	377	0	0	0
Node 135: 45: SLU DT-tf	117	0	471	0	0	0
Node 136: 28: SLU 1/6	59	0	241	0	0	0
Node 136: 29: SLU2/3/4/5	165	0	662	0	0	0
Node 136: 30: SLU2/3	154	0	619	0	0	0
Node 136: 31: SLU 4/5	83	-6	335	0	0	0
Node 136: 32: slu FULL_DX	94	0	378	0	0	0
Node 136: 33: SLU 1/6 DX	131	0	525	0	0	0
Node 136: 34: SLU2/3/4/5 DX	93	0	378	0	0	0
Node 136: 35: SLU2/3	97	0	391	0	0	0
Node 136: 36: SLU 4/5	128	0	514	0	0	0
Node 136: 37: slu Max mez	152	-4	609	0	0	0
Node 136: 38: slu Max tors	116	-5	469	0	0	0
Node 136: 39: slu Half	154	0	617	0	0	0
Node 136: 40: SLU Tf+v	178	-3	715	0	0	0
Node 136: 41: SLU V+tf	123	-8	495	0	0	0
Node 136: 42: SLU V+tmez	112	-8	452	0	0	0
Node 136: 43: SLU V+ttor	98	-9	396	0	0	0
Node 136: 44: SLU DT+tf	93	0	377	0	0	0
Node 136: 45: SLU DT-tf	117	0	471	0	0	0

7.1.5. Reazioni vincolari Casi sismici

	FX (kN)	FY (kN)	FZ (kN)	MX (kNm)	MY (kNm)	MZ (kNm)
Node 1: 46: SLV X+++	0	3	37	0	0	0
Node 1: 47: SLV X++-	0	-1	37	0	0	0
Node 1: 48: SLV X+-	0	3	37	0	0	0

Node 1: 49: SLV X+--	0	-1	37	0	0	0
Node 1: 50: SLV X++	0	1	38	0	0	0
Node 1: 51: SLV X--+	0	-3	38	0	0	0
Node 1: 52: SLV X+-	0	1	38	0	0	0
Node 1: 53: SLV X---	0	-3	38	0	0	0
Node 1: 54: SLV Y+++	0	7	37	0	0	0
Node 1: 55: SLV Y++	0	7	37	0	0	0
Node 1: 56: SLV Y++-	0	7	37	0	0	0
Node 1: 57: SLV Y+-	0	7	37	0	0	0
Node 1: 58: SLV Y++	0	-7	37	0	0	0
Node 1: 59: SLV Y--+	0	-8	38	0	0	0
Node 1: 60: SLV Y+-	0	-7	37	0	0	0
Node 1: 61: SLV Y---	0	-8	37	0	0	0
Node 1: 62: SLV Z+++	0	2	37	0	0	0
Node 1: 63: SLV Z++	0	2	38	0	0	0
Node 1: 64: SLV Z+-	0	-2	37	0	0	0
Node 1: 65: SLV Z--+	0	-3	38	0	0	0
Node 1: 66: SLV Z++-	0	2	37	0	0	0
Node 1: 67: SLV Z+-	0	2	37	0	0	0
Node 1: 68: SLV Z+-	0	-2	37	0	0	0
Node 1: 69: SLV Z---	0	-3	37	0	0	0
Node 2: 46: SLV X+++	0	0	37	0	0	0
Node 2: 47: SLV X++	0	0	37	0	0	0
Node 2: 48: SLV X++-	0	0	37	0	0	0
Node 2: 49: SLV X+--	0	0	37	0	0	0
Node 2: 50: SLV X++	0	0	38	0	0	0
Node 2: 51: SLV X--+	0	0	38	0	0	0
Node 2: 52: SLV X+-	0	0	38	0	0	0
Node 2: 53: SLV X---	0	0	37	0	0	0
Node 2: 54: SLV Y+++	0	0	37	0	0	0
Node 2: 55: SLV Y++	0	0	37	0	0	0
Node 2: 56: SLV Y++-	0	0	37	0	0	0
Node 2: 57: SLV Y+-	0	0	37	0	0	0
Node 2: 58: SLV Y++	0	0	37	0	0	0
Node 2: 59: SLV Y--+	0	0	37	0	0	0
Node 2: 60: SLV Y+-	0	0	37	0	0	0
Node 2: 61: SLV Y---	0	0	37	0	0	0
Node 2: 62: SLV Z+++	0	0	37	0	0	0
Node 2: 63: SLV Z++	0	0	37	0	0	0
Node 2: 64: SLV Z+-	0	0	37	0	0	0
Node 2: 65: SLV Z--+	0	0	37	0	0	0
Node 2: 66: SLV Z++-	0	0	37	0	0	0
Node 2: 67: SLV Z+-	0	0	37	0	0	0
Node 2: 68: SLV Z+-	0	0	37	0	0	0
Node 2: 69: SLV Z---	0	0	37	0	0	0
Node 3: 46: SLV X+++	0	0	37	0	0	0
Node 3: 47: SLV X++	0	0	37	0	0	0
Node 3: 48: SLV X++-	0	0	37	0	0	0
Node 3: 49: SLV X+--	0	0	37	0	0	0
Node 3: 50: SLV X++	0	0	37	0	0	0
Node 3: 51: SLV X--+	0	0	37	0	0	0
Node 3: 52: SLV X+-	0	0	37	0	0	0
Node 3: 53: SLV X---	0	0	37	0	0	0
Node 3: 54: SLV Y+++	0	0	37	0	0	0
Node 3: 55: SLV Y++	0	0	37	0	0	0
Node 3: 56: SLV Y++-	0	0	37	0	0	0
Node 3: 57: SLV Y+-	0	0	37	0	0	0
Node 3: 58: SLV Y++	0	0	37	0	0	0
Node 3: 59: SLV Y--+	0	0	37	0	0	0
Node 3: 60: SLV Y+-	0	0	37	0	0	0
Node 3: 61: SLV Y---	0	0	37	0	0	0
Node 3: 62: SLV Z+++	0	0	37	0	0	0
Node 3: 63: SLV Z++	0	0	37	0	0	0
Node 3: 64: SLV Z+-	0	0	37	0	0	0
Node 3: 65: SLV Z--+	0	0	37	0	0	0

Node 3: 66: SLV Z++-	0	0	37	0	0	0
Node 3: 67: SLV Z--	0	0	37	0	0	0
Node 3: 68: SLV Z+-	0	0	37	0	0	0
Node 3: 69: SLV Z---	0	0	37	0	0	0
Node 108: 46: SLV X+++	0	1	37	0	0	0
Node 108: 47: SLV X+++	0	-2	37	0	0	0
Node 108: 48: SLV X++-	0	1	37	0	0	0
Node 108: 49: SLV X+--	0	-2	37	0	0	0
Node 108: 50: SLV X-++	0	2	37	0	0	0
Node 108: 51: SLV X--+	0	-1	37	0	0	0
Node 108: 52: SLV X+-	0	2	37	0	0	0
Node 108: 53: SLV X---	0	-1	37	0	0	0
Node 108: 54: SLV Y+++	0	5	37	0	0	0
Node 108: 55: SLV Y++	0	5	37	0	0	0
Node 108: 56: SLV Y+-	0	5	37	0	0	0
Node 108: 57: SLV Y-+	0	5	37	0	0	0
Node 108: 58: SLV Y++	0	-5	37	0	0	0
Node 108: 59: SLV Y--	0	-5	37	0	0	0
Node 108: 60: SLV Y+-	0	-5	37	0	0	0
Node 108: 61: SLV Y---	0	-5	37	0	0	0
Node 108: 62: SLV Z+++	0	1	37	0	0	0
Node 108: 63: SLV Z++	0	2	37	0	0	0
Node 108: 64: SLV Z+-	0	-2	37	0	0	0
Node 108: 65: SLV Z--	0	-1	37	0	0	0
Node 108: 66: SLV Z++-	0	1	37	0	0	0
Node 108: 67: SLV Z+-	0	2	37	0	0	0
Node 108: 68: SLV Z--	0	-2	37	0	0	0
Node 108: 69: SLV Z---	0	-1	37	0	0	0
Node 117: 46: SLV X+++	120	0	-103	0	0	0
Node 117: 47: SLV X++	120	0	-103	0	0	0
Node 117: 48: SLV X++-	120	0	-102	0	0	0
Node 117: 49: SLV X+--	120	0	-103	0	0	0
Node 117: 50: SLV X-++	120	0	-103	0	0	0
Node 117: 51: SLV X--+	121	0	-103	0	0	0
Node 117: 52: SLV X+-	120	0	-103	0	0	0
Node 117: 53: SLV X---	120	0	-103	0	0	0
Node 117: 54: SLV Y+++	120	0	-103	0	0	0
Node 117: 55: SLV Y++	120	0	-103	0	0	0
Node 117: 56: SLV Y+-	120	0	-102	0	0	0
Node 117: 57: SLV Y-+	120	0	-102	0	0	0
Node 117: 58: SLV Y++	121	0	-103	0	0	0
Node 117: 59: SLV Y--	121	0	-103	0	0	0
Node 117: 60: SLV Y+-	120	0	-103	0	0	0
Node 117: 61: SLV Y---	120	0	-103	0	0	0
Node 117: 62: SLV Z+++	121	0	-103	0	0	0
Node 117: 63: SLV Z++	121	0	-103	0	0	0
Node 117: 64: SLV Z+-	121	0	-103	0	0	0
Node 117: 65: SLV Z--	121	0	-103	0	0	0
Node 117: 66: SLV Z++-	120	0	-102	0	0	0
Node 117: 67: SLV Z+-	120	0	-102	0	0	0
Node 117: 68: SLV Z--	120	0	-102	0	0	0
Node 117: 69: SLV Z---	120	0	-103	0	0	0
Node 118: 46: SLV X+++	120	0	-103	0	0	0
Node 118: 47: SLV X++	120	0	-103	0	0	0
Node 118: 48: SLV X++-	120	0	-103	0	0	0
Node 118: 49: SLV X+--	120	0	-102	0	0	0
Node 118: 50: SLV X-++	121	0	-103	0	0	0
Node 118: 51: SLV X--+	120	0	-103	0	0	0
Node 118: 52: SLV X+-	120	0	-103	0	0	0
Node 118: 53: SLV X---	120	0	-103	0	0	0
Node 118: 54: SLV Y+++	121	0	-103	0	0	0
Node 118: 55: SLV Y++	121	0	-103	0	0	0
Node 118: 56: SLV Y+-	120	0	-103	0	0	0
Node 118: 57: SLV Y-+	120	0	-103	0	0	0
Node 118: 58: SLV Y++	120	0	-103	0	0	0

Node 118: 59: SLV Y--+	120	0	-103	0	0	0
Node 118: 60: SLV Y+--	120	0	-102	0	0	0
Node 118: 61: SLV Y---	120	0	-102	0	0	0
Node 118: 62: SLV Z+++	121	0	-103	0	0	0
Node 118: 63: SLV Z-++	121	0	-103	0	0	0
Node 118: 64: SLV Z+++	121	0	-103	0	0	0
Node 118: 65: SLV Z--+	121	0	-103	0	0	0
Node 118: 66: SLV Z++-	120	0	-102	0	0	0
Node 118: 67: SLV Z+-	120	0	-102	0	0	0
Node 118: 68: SLV Z+--	120	0	-102	0	0	0
Node 118: 69: SLV Z---	120	0	-102	0	0	0
Node 123: 46: SLV X+++	0	0	-1	0	0	0
Node 123: 47: SLV X+++	-6	1	-1	0	0	0
Node 123: 48: SLV X++-	0	0	-1	0	0	0
Node 123: 49: SLV X+--	-6	1	-1	0	0	0
Node 123: 50: SLV X+-	5	-1	-1	0	0	0
Node 123: 51: SLV X--	-1	0	-1	0	0	0
Node 123: 52: SLV X+-	5	-1	-1	0	0	0
Node 123: 53: SLV X---	-1	0	-1	0	0	0
Node 123: 54: SLV Y+++	9	-2	-1	0	0	0
Node 123: 55: SLV Y+++	10	-2	-1	0	0	0
Node 123: 56: SLV Y++-	9	-2	-1	0	0	0
Node 123: 57: SLV Y+-	10	-2	-1	0	0	0
Node 123: 58: SLV Y++	-11	2	-1	0	0	0
Node 123: 59: SLV Y--+	-9	2	-1	0	0	0
Node 123: 60: SLV Y+--	-11	2	-1	0	0	0
Node 123: 61: SLV Y---	-9	2	-1	0	0	0
Node 123: 62: SLV Z+++	2	-1	-1	0	0	0
Node 123: 63: SLV Z++	3	-1	-1	0	0	0
Node 123: 64: SLV Z++	-4	1	-1	0	0	0
Node 123: 65: SLV Z--+	-2	1	-1	0	0	0
Node 123: 66: SLV Z++-	2	-1	-1	0	0	0
Node 123: 67: SLV Z+-	3	-1	-1	0	0	0
Node 123: 68: SLV Z+--	-4	1	-1	0	0	0
Node 123: 69: SLV Z---	-2	1	-1	0	0	0
Node 124: 46: SLV X+++	-4	0	-1	0	0	0
Node 124: 47: SLV X+++	2	0	-1	0	0	0
Node 124: 48: SLV X++-	-4	0	-1	0	0	0
Node 124: 49: SLV X+--	2	0	-1	0	0	0
Node 124: 50: SLV X+-	-3	0	-1	0	0	0
Node 124: 51: SLV X--	3	0	-1	0	0	0
Node 124: 52: SLV X+-	-3	0	-1	0	0	0
Node 124: 53: SLV X---	3	0	-1	0	0	0
Node 124: 54: SLV Y+++	-10	0	-1	0	0	0
Node 124: 55: SLV Y+++	-10	0	-1	0	0	0
Node 124: 56: SLV Y++-	-10	0	-1	0	0	0
Node 124: 57: SLV Y+-	-10	0	-1	0	0	0
Node 124: 58: SLV Y++	9	0	-1	0	0	0
Node 124: 59: SLV Y--+	9	0	-1	0	0	0
Node 124: 60: SLV Y+--	9	0	-1	0	0	0
Node 124: 61: SLV Y---	9	0	-1	0	0	0
Node 124: 62: SLV Z+++	-4	0	-1	0	0	0
Node 124: 63: SLV Z++	-3	0	-1	0	0	0
Node 124: 64: SLV Z++	2	0	-1	0	0	0
Node 124: 65: SLV Z--+	3	0	-1	0	0	0
Node 124: 66: SLV Z++-	-4	0	-1	0	0	0
Node 124: 67: SLV Z+-	-3	0	-1	0	0	0
Node 124: 68: SLV Z+--	2	0	-1	0	0	0
Node 124: 69: SLV Z---	3	0	-1	0	0	0
Node 125: 46: SLV X+++	-43	0	176	0	0	0
Node 125: 47: SLV X+++	-43	0	177	0	0	0
Node 125: 48: SLV X++-	-43	0	176	0	0	0
Node 125: 49: SLV X+--	-43	0	177	0	0	0
Node 125: 50: SLV X+-	-43	0	177	0	0	0
Node 125: 51: SLV X--	-43	0	178	0	0	0

Node 125: 52: SLV X+-	-43	0	176	0	0	0
Node 125: 53: SLV X--	-43	0	177	0	0	0
Node 125: 54: SLV Y+++	-43	0	175	0	0	0
Node 125: 55: SLV Y++	-43	0	175	0	0	0
Node 125: 56: SLV Y+-	-43	0	175	0	0	0
Node 125: 57: SLV Y+-	-43	0	175	0	0	0
Node 125: 58: SLV Y++	-44	0	178	0	0	0
Node 125: 59: SLV Y--	-44	0	179	0	0	0
Node 125: 60: SLV Y+-	-44	0	178	0	0	0
Node 125: 61: SLV Y--	-44	0	178	0	0	0
Node 125: 62: SLV Z+++	-43	0	177	0	0	0
Node 125: 63: SLV Z++	-43	0	177	0	0	0
Node 125: 64: SLV Z++	-44	0	178	0	0	0
Node 125: 65: SLV Z--	-44	0	178	0	0	0
Node 125: 66: SLV Z+-	-43	0	176	0	0	0
Node 125: 67: SLV Z+-	-43	0	176	0	0	0
Node 125: 68: SLV Z--	-43	0	177	0	0	0
Node 125: 69: SLV Z--	-43	0	177	0	0	0
Node 126: 46: SLV X+++	-44	0	177	0	0	0
Node 126: 47: SLV X++	-43	0	176	0	0	0
Node 126: 48: SLV X+-	-43	0	177	0	0	0
Node 126: 49: SLV X--	-43	0	176	0	0	0
Node 126: 50: SLV X++	-43	0	177	0	0	0
Node 126: 51: SLV X--	-43	0	176	0	0	0
Node 126: 52: SLV X+-	-43	0	177	0	0	0
Node 126: 53: SLV X--	-43	0	176	0	0	0
Node 126: 54: SLV Y+++	-44	0	178	0	0	0
Node 126: 55: SLV Y++	-44	0	178	0	0	0
Node 126: 56: SLV Y+-	-44	0	178	0	0	0
Node 126: 57: SLV Y+-	-44	0	178	0	0	0
Node 126: 58: SLV Y++	-43	0	175	0	0	0
Node 126: 59: SLV Y--	-43	0	175	0	0	0
Node 126: 60: SLV Y+-	-43	0	175	0	0	0
Node 126: 61: SLV Y--	-43	0	175	0	0	0
Node 126: 62: SLV Z+++	-44	0	178	0	0	0
Node 126: 63: SLV Z++	-44	0	178	0	0	0
Node 126: 64: SLV Z++	-43	0	177	0	0	0
Node 126: 65: SLV Z--	-43	0	177	0	0	0
Node 126: 66: SLV Z+-	-43	0	177	0	0	0
Node 126: 67: SLV Z+-	-43	0	177	0	0	0
Node 126: 68: SLV Z--	-43	0	176	0	0	0
Node 126: 69: SLV Z--	-43	0	176	0	0	0
Node 129: 46: SLV X+++	-120	0	-103	0	0	0
Node 129: 47: SLV X++	-120	0	-102	0	0	0
Node 129: 48: SLV X+-	-120	0	-102	0	0	0
Node 129: 49: SLV X--	-120	0	-102	0	0	0
Node 129: 50: SLV X++	-120	0	-102	0	0	0
Node 129: 51: SLV X--	-120	0	-102	0	0	0
Node 129: 52: SLV X+-	-120	0	-102	0	0	0
Node 129: 53: SLV X--	-119	0	-102	0	0	0
Node 129: 54: SLV Y+++	-120	0	-103	0	0	0
Node 129: 55: SLV Y++	-120	0	-103	0	0	0
Node 129: 56: SLV Y+-	-120	0	-102	0	0	0
Node 129: 57: SLV Y+-	-120	0	-102	0	0	0
Node 129: 58: SLV Y++	-120	0	-102	0	0	0
Node 129: 59: SLV Y--	-120	0	-102	0	0	0
Node 129: 60: SLV Y+-	-120	0	-102	0	0	0
Node 129: 61: SLV Y--	-119	0	-102	0	0	0
Node 129: 62: SLV Z+++	-120	0	-103	0	0	0
Node 129: 63: SLV Z++	-120	0	-103	0	0	0
Node 129: 64: SLV Z++	-120	0	-103	0	0	0
Node 129: 65: SLV Z--	-120	0	-102	0	0	0
Node 129: 66: SLV Z+-	-120	0	-102	0	0	0
Node 129: 67: SLV Z+-	-120	0	-102	0	0	0
Node 129: 68: SLV Z--	-119	0	-102	0	0	0

Node 129: 69: SLV Z---	-119	0	-102	0	0	0
Node 130: 46: SLV X+++	-120	0	-102	0	0	0
Node 130: 47: SLV X+++	-120	0	-102	0	0	0
Node 130: 48: SLV X++-	-120	0	-102	0	0	0
Node 130: 49: SLV X+--	-120	0	-102	0	0	0
Node 130: 50: SLV X+++	-120	0	-102	0	0	0
Node 130: 51: SLV X--+	-120	0	-102	0	0	0
Node 130: 52: SLV X+-	-120	0	-102	0	0	0
Node 130: 53: SLV X---	-120	0	-102	0	0	0
Node 130: 54: SLV Y+++	-120	0	-102	0	0	0
Node 130: 55: SLV Y+++	-120	0	-102	0	0	0
Node 130: 56: SLV Y++-	-119	0	-102	0	0	0
Node 130: 57: SLV Y+-	-119	0	-102	0	0	0
Node 130: 58: SLV Y+++	-120	0	-103	0	0	0
Node 130: 59: SLV Y--+	-120	0	-103	0	0	0
Node 130: 60: SLV Y+--	-120	0	-102	0	0	0
Node 130: 61: SLV Y---	-120	0	-102	0	0	0
Node 130: 62: SLV Z+++	-120	0	-102	0	0	0
Node 130: 63: SLV Z+++	-120	0	-102	0	0	0
Node 130: 64: SLV Z++-	-120	0	-103	0	0	0
Node 130: 65: SLV Z--+	-120	0	-103	0	0	0
Node 130: 66: SLV Z+-	-119	0	-102	0	0	0
Node 130: 67: SLV Z++-	-119	0	-102	0	0	0
Node 130: 68: SLV Z+--	-120	0	-102	0	0	0
Node 130: 69: SLV Z---	-120	0	-102	0	0	0
Node 133: 46: SLV X+++	0	0	-1	0	0	0
Node 133: 47: SLV X+++	0	0	-1	0	0	0
Node 133: 48: SLV X++-	0	0	-1	0	0	0
Node 133: 49: SLV X+--	0	0	-1	0	0	0
Node 133: 50: SLV X+++	0	0	-2	0	0	0
Node 133: 51: SLV X--+	0	0	-2	0	0	0
Node 133: 52: SLV X+-	0	0	-2	0	0	0
Node 133: 53: SLV X---	0	0	-2	0	0	0
Node 133: 54: SLV Y+++	0	0	-1	0	0	0
Node 133: 55: SLV Y+++	0	0	-1	0	0	0
Node 133: 56: SLV Y++-	0	0	-1	0	0	0
Node 133: 57: SLV Y+-	0	0	-1	0	0	0
Node 133: 58: SLV Y+++	0	0	-1	0	0	0
Node 133: 59: SLV Y--+	0	0	-2	0	0	0
Node 133: 60: SLV Y+--	0	0	-1	0	0	0
Node 133: 61: SLV Y---	0	0	-2	0	0	0
Node 133: 62: SLV Z+++	0	0	-1	0	0	0
Node 133: 63: SLV Z+++	0	0	-2	0	0	0
Node 133: 64: SLV Z++-	0	0	-1	0	0	0
Node 133: 65: SLV Z--+	0	0	-2	0	0	0
Node 133: 66: SLV Z+-	0	0	-1	0	0	0
Node 133: 67: SLV Z++-	0	0	-1	0	0	0
Node 133: 68: SLV Z+--	0	0	-1	0	0	0
Node 133: 69: SLV Z---	0	0	-1	0	0	0
Node 134: 46: SLV X+++	0	-2	-1	0	0	0
Node 134: 47: SLV X+++	0	1	-1	0	0	0
Node 134: 48: SLV X++-	0	-2	-1	0	0	0
Node 134: 49: SLV X+--	0	1	-1	0	0	0
Node 134: 50: SLV X+++	0	-1	-2	0	0	0
Node 134: 51: SLV X--+	0	2	-2	0	0	0
Node 134: 52: SLV X+-	0	-1	-2	0	0	0
Node 134: 53: SLV X---	0	2	-2	0	0	0
Node 134: 54: SLV Y+++	0	-5	-1	0	0	0
Node 134: 55: SLV Y+++	0	-4	-2	0	0	0
Node 134: 56: SLV Y++-	0	-5	-1	0	0	0
Node 134: 57: SLV Y+-	0	-4	-1	0	0	0
Node 134: 58: SLV Y+++	0	4	-1	0	0	0
Node 134: 59: SLV Y--+	0	5	-1	0	0	0
Node 134: 60: SLV Y+--	0	4	-1	0	0	0
Node 134: 61: SLV Y---	0	5	-1	0	0	0

Node 134: 62: SLV Z+++	0	-1	-1	0	0	0
Node 134: 63: SLV Z++	0	-1	-2	0	0	0
Node 134: 64: SLV Z++	0	1	-1	0	0	0
Node 134: 65: SLV Z--	0	1	-1	0	0	0
Node 134: 66: SLV Z++	0	-1	-1	0	0	0
Node 134: 67: SLV Z+-	0	-1	-1	0	0	0
Node 134: 68: SLV Z--	0	1	-1	0	0	0
Node 134: 69: SLV Z---	0	1	-1	0	0	0
Node 135: 46: SLV X+++	43	0	177	0	0	0
Node 135: 47: SLV X++	44	0	178	0	0	0
Node 135: 48: SLV X++	43	0	176	0	0	0
Node 135: 49: SLV X--	43	0	177	0	0	0
Node 135: 50: SLV X++	43	0	175	0	0	0
Node 135: 51: SLV X--	43	0	176	0	0	0
Node 135: 52: SLV X+-	43	0	175	0	0	0
Node 135: 53: SLV X---	43	0	176	0	0	0
Node 135: 54: SLV Y+++	43	0	175	0	0	0
Node 135: 55: SLV Y++	43	0	175	0	0	0
Node 135: 56: SLV Y++	43	0	175	0	0	0
Node 135: 57: SLV Y+-	43	0	174	0	0	0
Node 135: 58: SLV Y++	44	0	178	0	0	0
Node 135: 59: SLV Y--	44	0	178	0	0	0
Node 135: 60: SLV Y--	44	0	178	0	0	0
Node 135: 61: SLV Y---	44	0	178	0	0	0
Node 135: 62: SLV Z+++	43	0	176	0	0	0
Node 135: 63: SLV Z++	43	0	176	0	0	0
Node 135: 64: SLV Z++	43	0	177	0	0	0
Node 135: 65: SLV Z--	43	0	177	0	0	0
Node 135: 66: SLV Z++	43	0	176	0	0	0
Node 135: 67: SLV Z+-	43	0	175	0	0	0
Node 135: 68: SLV Z--	43	0	177	0	0	0
Node 135: 69: SLV Z---	43	0	176	0	0	0
Node 136: 46: SLV X+++	43	0	176	0	0	0
Node 136: 47: SLV X++	43	0	175	0	0	0
Node 136: 48: SLV X++	43	0	176	0	0	0
Node 136: 49: SLV X--	43	0	175	0	0	0
Node 136: 50: SLV X++	44	0	177	0	0	0
Node 136: 51: SLV X--	43	0	176	0	0	0
Node 136: 52: SLV X+-	43	0	177	0	0	0
Node 136: 53: SLV X---	43	0	176	0	0	0
Node 136: 54: SLV Y+++	44	0	178	0	0	0
Node 136: 55: SLV Y++	44	0	178	0	0	0
Node 136: 56: SLV Y++	44	0	178	0	0	0
Node 136: 57: SLV Y+-	44	0	178	0	0	0
Node 136: 58: SLV Y++	43	0	175	0	0	0
Node 136: 59: SLV Y--	43	0	175	0	0	0
Node 136: 60: SLV Y--	43	0	174	0	0	0
Node 136: 61: SLV Y---	43	0	175	0	0	0
Node 136: 62: SLV Z+++	43	0	177	0	0	0
Node 136: 63: SLV Z++	43	0	177	0	0	0
Node 136: 64: SLV Z++	43	0	176	0	0	0
Node 136: 65: SLV Z--	43	0	176	0	0	0
Node 136: 66: SLV Z++	43	0	176	0	0	0
Node 136: 67: SLV Z+-	43	0	176	0	0	0
Node 136: 68: SLV Z--	43	0	175	0	0	0
Node 136: 69: SLV Z---	43	0	176	0	0	0

7.2. VERIFICA DEI GIUNTI DI BASE

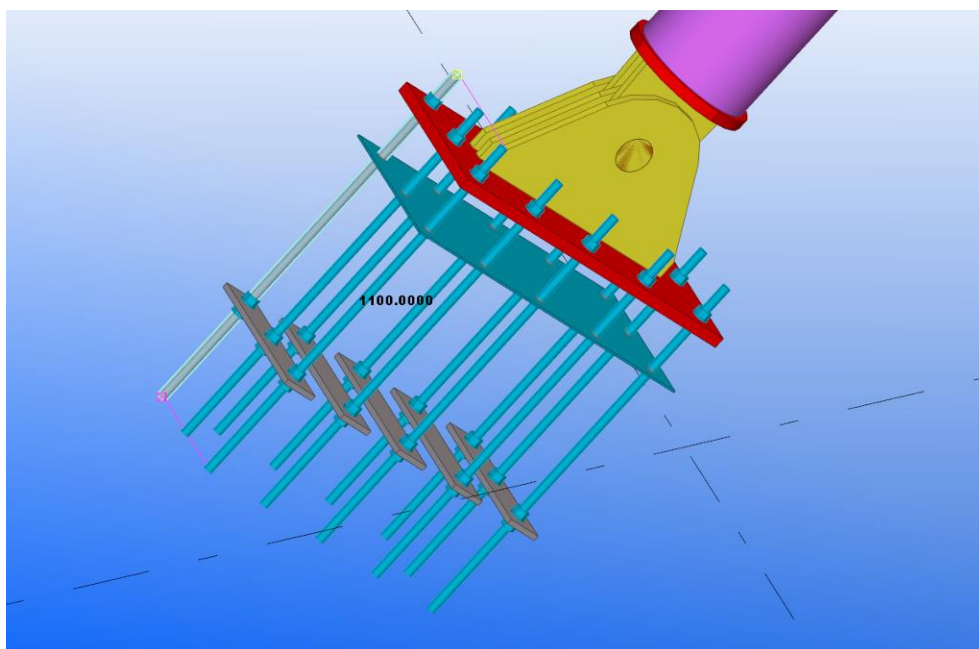
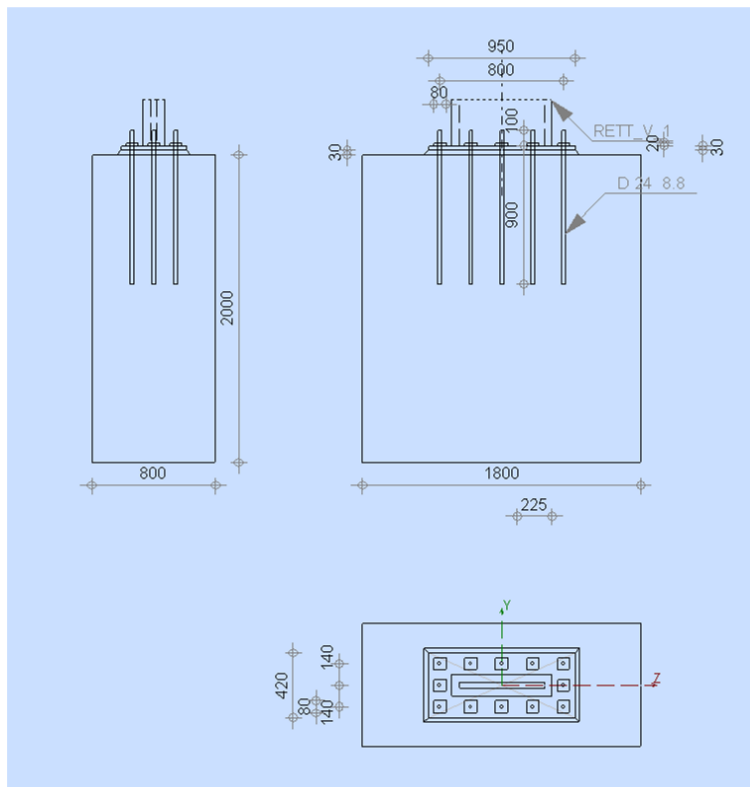
Nel seguito si riportano le verifiche delle 3 tipologie di giunzioni illustrate nei precedenti paragrafi considerando le massime sollecitazioni registrate per ognuno di essi.

7.2.1. Verifica attacco tirante posteriore

Il tirante posteriore è collegato con un perno ad una piastra con tirafondi annegati nelle costole in c.a. La piastra di base ha uno spessore di 30mm e ospita 3 piastre verticali che si alternano a 2 orecchie fissate al tubo tirante. I tirafondi sono 12 barre M24 8.8.

Il massimo tiro registrato nei calcoli risulta essere pari a:

$$N_{max} = 665 \text{ kN}$$



Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2018
Calcolo del giunto incastrato Trave - Trave
 EN 1993-1-8:2005/AC:2009

Coefficiente
0,86

Generale

N. giunto: 5
 Nome del giunto: Trave - trave

Geometria

Lato sinistro

Trave

Profilato: IPE 550

a = -180,0 [Deg] Angolo d'inclinazione
 h_{bl} = 550 [mm] Altezza della sezione della trave
 b_{tbl} = 210 [mm] Larghezza della sezione della trave
 t_{wbl} = 11 [mm] Spessore dell'anima della sezione della trave
 t_{tbl} = 17 [mm] Spessore dell'ala della sezione della trave
 r_{bl} = 24 [mm] Raggio di raccordo della sezione della trave
 A_{bl} = 134,00 [cm²] Area della sezione della trave
 I_{xbl} = 67120,00 [cm⁴] Momento di inerzia della sezione della trave

Materiale: S 275

f_{yb} = 275,00 [MPa] Resistenza

Lato destro

Trave

Profilato: IPE 550

a = 0,0 [Deg] Angolo d'inclinazione
 h_{br} = 550 [mm] Altezza della sezione della trave
 b_{tbr} = 210 [mm] Larghezza della sezione della trave
 t_{wbr} = 11 [mm] Spessore dell'anima della sezione della trave
 t_{tbr} = 17 [mm] Spessore dell'ala della sezione della trave
 r_{br} = 24 [mm] Raggio di raccordo della sezione della trave
 A_{br} = 134,00 [cm²] Area della sezione della trave
 I_{xbr} = 67120,00 [cm⁴] Momento di inerzia della sezione della trave

Materiale: S 275

f_{yb} = 275,00 [MPa] Resistenza

Bulloni

Il piano di taglio attraversa la parte NON FILETTATA del bullone.

d = 24 [mm] Diametro del bullone
 Classe = 10.9 Classe del bullone
 F_{tRd} = 254,16 [kN] Resistenza del bullone alla trazione
 n_h = 2 Numero di colonne dei bulloni
 n_v = 6 Numero di file di bulloni
 h₁ = 85 [mm] Distanza del primo bullone dal bordo superiore della lamiera estrema
 Distanza orizzontale e_i = 110 [mm]
 Distanza verticale p_i = 80;80;80;80;80 [mm]

Lamiera

h_{pr} = 570 [mm] Altezza della lamiera
 b_{pr} = 210 [mm] Larghezza della lamiera
 t_{pr} = 20 [mm] Spessore della lamiera

Materiale: S 275

f_{ypr} = 275,00 [MPa] Resistenza

Saldature in angolo esterno

a_w = 10 [mm] Saldatura dell'anima
 a_f = 10 [mm] Saldatura dell'ala

Coefficienti di materiale

g_{M0} = 1,00 Coefficiente di sicurezza parziale [2.2]
 g_{M1} = 1,00 Coefficiente di sicurezza parziale [2.2]
 g_{M2} = 1,25 Coefficiente di sicurezza parziale [2.2]
 g_{M3} = 1,25 Coefficiente di sicurezza parziale [2.2]

Carichi

Stato limite ultimo (SLU)

Condizione Calcolo manuale.

$M_{b1,Ed}$	=	240,00	[kN*m]	Momento flettente nella trave destra
$V_{b1,Ed}$	=	90,00	[kN]	Azione di taglio nella trave destra
$N_{b1,Ed}$	=	600,00	[kN]	Azione assiale nella trave destra

Risultati**Resistenze della trave****TRAZIONE**

A_b	=	134,00	[cm ²]	Area di sezione	EN1993-1-1:[6.2.3]
$N_{tb,Rd}$	=	$A_b f_{yb} / g_{M0}$			
$N_{tb,Rd}$	=	3685,00	[kN]	Resistenza di calcolo della sezione alla trazione	EN1993-1-1:[6.2.3]

TAGLIO

A_{vb}	=	71,93	[cm ²]	Area al taglio	EN1993-1-1:[6.2.6.(3)]
$V_{cb,Rd}$	=	$A_{vb} (f_{yb} / \sqrt{3}) / g_{M0}$			
$V_{cb,Rd}$	=	1141,97	[kN]	Resistenza di calcolo della sezione al taglio	EN1993-1-1:[6.2.6.(2)]
$V_{b1,Ed} / V_{cb,Rd}$	=	1,0		0,08 < 1,00	verificato (0,08)

FLESSIONE - MOMENTO PLASTICO (SENZA RINFORZI)

W_{plb}	=	2787,01	[cm ³]	Fattore plastico della sezione	EN1993-1-1:[6.2.5.(2)]
$M_{b,pl,Rd}$	=	$W_{plb} f_{yb} / g_{M0}$			
$M_{b,pl,Rd}$	=	766,43	[kN*m]	Resistenza plastica della sezione alla flessione (senza rinforzi)	EN1993-1-1:[6.2.5.(2)]

FLESSIONE AL CONTATTO DELLA PIASTRA O DELL'ELEMENTO GIUNTO

W_{pl}	=	2787,01	[cm ³]	Fattore plastico della sezione	EN1993-1-1:[6.2.5]
$M_{cb,Rd}$	=	$W_{pl} f_{yb} / g_{M0}$			
$M_{cb,Rd}$	=	766,43	[kN*m]	Resistenza di calcolo della sezione alla flessione	EN1993-1-1:[6.2.5]

ALA ED ANIMA ALLA COMPRESSIONE

$M_{cb,Rd}$	=	766,43	[kN*m]	Resistenza di calcolo della sezione alla flessione	EN1993-1-1:[6.2.5]
h_f	=	533	[mm]	Distanza tra i centri di gravità delle ali	[6.2.6.7.(1)]
$F_{c,fb,Rd}$	=	$M_{cb,Rd} / h_f$			
$F_{c,fb,Rd}$	=	1438,49	[kN]	Resistenza dell'ala compressa e dell'anima	[6.2.6.7.(1)]

Parametri geometrici del giunto**LUNGHEZZE EFFICACI E PARAMETRI - PIASTRA D'ESTREMITA**

Nr	m	m_x	e	e_x	p	$l_{eff,cp}$	$l_{eff,nc}$	$l_{eff,1}$	$l_{eff,2}$	$l_{eff,cp,g}$	$l_{eff,nc,g}$	$l_{eff,1,g}$	$l_{eff,2,g}$
1	38	-	50	-	80	240	232	232	232	200	165	165	165
2	38	-	50	-	80	240	215	215	215	160	80	80	80
3	38	-	50	-	80	240	215	215	215	160	80	80	80
4	38	-	50	-	80	240	215	215	215	160	80	80	80
5	38	-	50	-	80	240	215	215	215	160	80	80	80
6	38	-	50	-	80	240	232	232	232	200	165	165	165

m	– Distanza del bullone dall'anima
m_x	– Distanza del bullone dall'ala della trave
e	– Distanza del bullone dal bordo esteriore
e_x	– Distanza del bullone dal bordo esteriore orizzontale
p	– Distanza dei bulloni
$l_{eff,cp}$	– Lunghezza efficace per un bullone nei meccanismi circolari
$l_{eff,nc}$	– Lunghezza efficace per un bullone nei meccanismi non circolari
$l_{eff,1}$	– Lunghezza efficace per un bullone per il modo 1
$l_{eff,2}$	– Lunghezza efficace per un bullone per il modo 2
$l_{eff,cp,g}$	– Lunghezza efficace per un gruppo di bulloni nei meccanismi circolari
$l_{eff,nc,g}$	– Lunghezza efficace per un gruppo di bulloni nei meccanismi non circolari
$l_{eff,1,g}$	– Lunghezza efficace per un gruppo di bulloni per il modo 1
$l_{eff,2,g}$	– Lunghezza efficace per un gruppo di bulloni per il modo 2

Resistenza del giunto alla trazione

$F_{t,Rd}$	=	254,16	[kN]	Resistenza del bullone alla trazione	[Tabella 3.4]
$B_{p,Rd}$	=	466,87	[kN]	Resistenza del bullone al passaggio della testa	[Tabella 3.4]
$F_{t,fc,Rd}$	–	resistenza dell'ala della colonna alla flessione			
$F_{t,wc,Rd}$	–	resistenza dell'anima della colonna alla trazione			
$F_{t,ep,Rd}$	–	resistenza della lamiera alla flessione			
$F_{t,wb,Rd}$	–	resistenza dell'anima alla trazione			
$F_{t,fc,Rd}$	=	$\text{Min} (F_{T,1,fc,Rd}, F_{T,2,fc,Rd}, F_{T,3,fc,Rd})$			[6.2.6.4] , [Tab.6.2]
$F_{t,wc,Rd}$	=	$w b_{eff,t,wc} t_{wc} f_{yc} / g_{M0}$			[6.2.6.3.(1)]
$F_{t,ep,Rd}$	=	$\text{Min} (F_{T,1,ep,Rd}, F_{T,2,ep,Rd}, F_{T,3,ep,Rd})$			[6.2.6.5] , [Tab.6.2]
$F_{t,wb,Rd}$	=	$b_{eff,t,wb} t_{wb} f_{yb} / g_{M0}$			[6.2.6.8.(1)]

RESISTENZA DELLA FILA DI BULLONI NUMERO 1

F_{t1,Rd,comp} - Formula	F_{t1,Rd,comp}	Componente
$F_{t1,Rd} = \text{Min} (F_{t1,Rd,comp})$	431,24	Resistenza della fila di bulloni
$F_{t,ep,Rd(1)} = 431,24$	431,24	Piastra d'estremità - trazione
$F_{t,wb,Rd(1)} = 708,83$	708,83	Anima della trave - trazione
$B_{p,Rd} = 933,73$	933,73	Bulloni al passaggio della testa

RESISTENZA DELLA FILA DI BULLONI NUMERO 2

F_{t2,Rd,comp} - Formula	F_{t2,Rd,comp}	Componente
$F_{t2,Rd} = \text{Min} (F_{t2,Rd,comp})$	274,54	Resistenza della fila di bulloni
$F_{t,ep,Rd(2)} = 420,24$	420,24	Piastra d'estremità - trazione
$F_{t,wb,Rd(2)} = 656,43$	656,43	Anima della trave - trazione
$B_{p,Rd} = 933,73$	933,73	Bulloni al passaggio della testa
$F_{t,ep,Rd(2+1)} - \sum_1^1 F_{tj,Rd} = 705,78 - 431,24$	274,54	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd(2+1)} - \sum_1^1 F_{tj,Rd} = 746,91 - 431,24$	315,67	Anima della trave - trazione - gruppo

RESISTENZA DELLA FILA DI BULLONI NUMERO 3

F_{t3,Rd,comp} - Formula	F_{t3,Rd,comp}	Componente
$F_{t3,Rd} = \text{Min} (F_{t3,Rd,comp})$	186,96	Resistenza della fila di bulloni
$F_{t,ep,Rd(3)} = 420,24$	420,24	Piastra d'estremità - trazione
$F_{t,wb,Rd(3)} = 656,43$	656,43	Anima della trave - trazione
$B_{p,Rd} = 933,73$	933,73	Bulloni al passaggio della testa
$F_{t,ep,Rd(3+2)} - \sum_2^2 F_{tj,Rd} = 461,50 - 274,54$	186,96	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd(3+2)} - \sum_2^2 F_{tj,Rd} = 488,40 - 274,54$	213,86	Anima della trave - trazione - gruppo
$F_{t,ep,Rd(3+2+1)} - \sum_2^1 F_{tj,Rd} = 936,53 - 705,78$	230,75	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd(3+2+1)} - \sum_2^1 F_{tj,Rd} = 991,11 - 705,78$	285,33	Anima della trave - trazione - gruppo

RESISTENZA DELLA FILA DI BULLONI NUMERO 4

F_{t4,Rd,comp} - Formula	F_{t4,Rd,comp}	Componente
$F_{t4,Rd} = \text{Min} (F_{t4,Rd,comp})$	230,75	Resistenza della fila di bulloni
$F_{t,ep,Rd(4)} = 420,24$	420,24	Piastra d'estremità - trazione
$F_{t,wb,Rd(4)} = 656,43$	656,43	Anima della trave - trazione
$B_{p,Rd} = 933,73$	933,73	Bulloni al passaggio della testa
$F_{t,ep,Rd(4+3)} - \sum_3^3 F_{tj,Rd} = 461,50 - 186,96$	274,54	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd(4+3)} - \sum_3^3 F_{tj,Rd} = 488,40 - 186,96$	301,44	Anima della trave - trazione - gruppo
$F_{t,ep,Rd(4+3+2)} - \sum_3^2 F_{tj,Rd} = 692,25 - 461,50$	230,75	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd(4+3+2)} - \sum_3^2 F_{tj,Rd} = 732,60 - 461,50$	271,10	Anima della trave - trazione - gruppo
$F_{t,ep,Rd(4+3+2+1)} - \sum_3^1 F_{tj,Rd} = 1167,28 - 892,74$	274,54	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd(4+3+2+1)} - \sum_3^1 F_{tj,Rd} = 1235,31 - 892,74$	342,57	Anima della trave - trazione - gruppo

RESISTENZA DELLA FILA DI BULLONI NUMERO 5

F_{t5,Rd,comp} - Formula	F_{t5,Rd,comp}	Componente
$F_{t5,Rd} = \text{Min} (F_{t5,Rd,comp})$	230,75	Resistenza della fila di bulloni
$F_{t,ep,Rd(5)} = 420,24$	420,24	Piastra d'estremità - trazione
$F_{t,wb,Rd(5)} = 656,43$	656,43	Anima della trave - trazione
$B_{p,Rd} = 933,73$	933,73	Bulloni al passaggio della testa
$F_{t,ep,Rd(5+4)} - \sum_4^4 F_{tj,Rd} = 461,50 - 230,75$	230,75	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd(5+4)} - \sum_4^4 F_{tj,Rd} = 488,40 - 230,75$	257,65	Anima della trave - trazione - gruppo
$F_{t,ep,Rd(5+4+3)} - \sum_4^3 F_{tj,Rd} = 692,25 - 417,72$	274,54	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd(5+4+3)} - \sum_4^3 F_{tj,Rd} = 732,60 - 417,72$	314,88	Anima della trave - trazione - gruppo
$F_{t,ep,Rd(5+4+3+2)} - \sum_4^2 F_{tj,Rd} = 923,01 - 692,25$	230,75	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd(5+4+3+2)} - \sum_4^2 F_{tj,Rd} = 976,80 - 692,25$	284,55	Anima della trave - trazione - gruppo
$F_{t,ep,Rd(5+4+3+2+1)} - \sum_4^1 F_{tj,Rd} = 1398,03 - 1123,50$	274,54	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd(5+4+3+2+1)} - \sum_4^1 F_{tj,Rd} = 1479,51 - 1123,50$	356,02	Anima della trave - trazione - gruppo

RESISTENZA DELLA FILA DI BULLONI NUMERO 6

F_{t6,Rd,comp} - Formula	F_{t6,Rd,comp}	Componente
$F_{t6,Rd} = \text{Min} (F_{t6,Rd,comp})$	431,24	Resistenza della fila di bulloni
$F_{t,ep,Rd(6)} = 431,24$	431,24	Piastra d'estremità - trazione
$F_{t,wb,Rd(6)} = 708,83$	708,83	Anima della trave - trazione
$B_{p,Rd} = 933,73$	933,73	Bulloni al passaggio della testa
$F_{t,ep,Rd(6+5)} - \sum_5^5 F_{tj,Rd} = 705,78 - 230,75$	475,03	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd(6+5)} - \sum_5^5 F_{tj,Rd} = 746,91 - 230,75$	516,16	Anima della trave - trazione - gruppo
$F_{t,ep,Rd(6+5+4)} - \sum_5^4 F_{tj,Rd} = 936,53 - 461,50$	475,03	Piastra d'estremità - trazione - gruppo

F_{t6,Rd,comp} - Formula	F_{t6,Rd,comp}	Componente
$F_{t,wb,Rd}(6 + 5 + 4) - \sum^4 F_{tj,Rd} = 991,11 - 461,50$	529,61	Anima della trave - trazione - gruppo
$F_{t,ep,Rd}(6 + 5 + 4 + 3) - \sum^3 F_{tj,Rd} = 1167,28 - 648,47$	518,82	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd}(6 + 5 + 4 + 3) - \sum^3 F_{tj,Rd} = 1235,31 - 648,47$	586,85	Anima della trave - trazione - gruppo
$F_{t,ep,Rd}(6 + 5 + 4 + 3 + 2) - \sum^2 F_{tj,Rd} = 1398,03 - 923,01$	475,03	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd}(6 + 5 + 4 + 3 + 2) - \sum^2 F_{tj,Rd} = 1479,51 - 923,01$	556,51	Anima della trave - trazione - gruppo
$F_{t,ep,Rd}(6 + 5 + 4 + 3 + 2 + 1) - \sum^1 F_{tj,Rd} = 1873,06 - 1354,25$	518,82	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd}(6 + 5 + 4 + 3 + 2 + 1) - \sum^1 F_{tj,Rd} = 1982,23 - 1354,25$	627,98	Anima della trave - trazione - gruppo

TABELLA RICAPITOLATIVA DELLE FORZE

Nr	h _j	F _{tj,Rd}	F _{t,fc,Rd}	F _{t,wc,Rd}	F _{t,ep,Rd}	F _{t,wb,Rd}	F _{t,Rd}	B _{p,Rd}
1	466	431,24	-	-	431,24	708,83	508,32	933,73
2	386	274,54	-	-	420,24	656,43	508,32	933,73
3	306	186,96	-	-	420,24	656,43	508,32	933,73
4	226	230,75	-	-	420,24	656,43	508,32	933,73
5	146	230,75	-	-	420,24	656,43	508,32	933,73
6	66	431,24	-	-	431,24	708,83	508,32	933,73

RESISTENZA DEL GIUNTO ALLA TRAZIONE N_{j,Rd}

$$N_{j,Rd} = \sum F_{tj,Rd}$$

$$N_{j,Rd} = 1785,49 \quad [\text{kN}] \quad \text{Resistenza del giunto alla trazione} \quad [6.2]$$

$$N_{b1,Ed} / N_{j,Rd} \leq 1,0 \quad 0,34 < 1,00 \quad \text{verificato} \quad (0,34)$$

Resistenza del giunto alla flessione

RESISTENZA DELLA FILA DI BULLONI NUMERO 1

F_{t1,Rd,comp} - Formula	F_{t1,Rd,comp}	Componente
$F_{t1,Rd} = \text{Min} (F_{t1,Rd,comp})$	431,24	Resistenza della fila di bulloni
$F_{t,ep,Rd(1)} = 431,24$	431,24	Piastra d'estremità - trazione
$F_{t,wb,Rd(1)} = 708,83$	708,83	Anima della trave - trazione
$B_{p,Rd} = 933,73$	933,73	Bulloni al passaggio della testa
$F_{c,fb,Rd} = 1438,49$	1438,49	Ala della trave - compressione

RESISTENZA DELLA FILA DI BULLONI NUMERO 2

F_{t2,Rd,comp} - Formula	F_{t2,Rd,comp}	Componente
$F_{t2,Rd} = \text{Min} (F_{t2,Rd,comp})$	274,54	Resistenza della fila di bulloni
$F_{t,ep,Rd(2)} = 420,24$	420,24	Piastra d'estremità - trazione
$F_{t,wb,Rd(2)} = 656,43$	656,43	Anima della trave - trazione
$B_{p,Rd} = 933,73$	933,73	Bulloni al passaggio della testa
$F_{c,fb,Rd} - \sum^1 F_{tj,Rd} = 1438,49 - 431,24$	1007,25	Ala della trave - compressione
$F_{t,ep,Rd(2+1)} - \sum^1 F_{tj,Rd} = 705,78 - 431,24$	274,54	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd(2+1)} - \sum^1 F_{tj,Rd} = 746,91 - 431,24$	315,67	Anima della trave - trazione - gruppo

RESISTENZA DELLA FILA DI BULLONI NUMERO 3

F_{t3,Rd,comp} - Formula	F_{t3,Rd,comp}	Componente
$F_{t3,Rd} = \text{Min} (F_{t3,Rd,comp})$	186,96	Resistenza della fila di bulloni
$F_{t,ep,Rd(3)} = 420,24$	420,24	Piastra d'estremità - trazione
$F_{t,wb,Rd(3)} = 656,43$	656,43	Anima della trave - trazione
$B_{p,Rd} = 933,73$	933,73	Bulloni al passaggio della testa
$F_{c,fb,Rd} - \sum^2 F_{tj,Rd} = 1438,49 - 705,78$	732,71	Ala della trave - compressione
$F_{t,ep,Rd(3+2)} - \sum^2 F_{tj,Rd} = 461,50 - 274,54$	186,96	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd(3+2)} - \sum^2 F_{tj,Rd} = 488,40 - 274,54$	213,86	Anima della trave - trazione - gruppo
$F_{t,ep,Rd(3+2+1)} - \sum^2 F_{tj,Rd} = 936,53 - 705,78$	230,75	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd(3+2+1)} - \sum^2 F_{tj,Rd} = 991,11 - 705,78$	285,33	Anima della trave - trazione - gruppo

RESISTENZA DELLA FILA DI BULLONI NUMERO 4

F_{t4,Rd,comp} - Formula	F_{t4,Rd,comp}	Componente
$F_{t4,Rd} = \text{Min} (F_{t4,Rd,comp})$	230,75	Resistenza della fila di bulloni
$F_{t,ep,Rd(4)} = 420,24$	420,24	Piastra d'estremità - trazione
$F_{t,wb,Rd(4)} = 656,43$	656,43	Anima della trave - trazione
$B_{p,Rd} = 933,73$	933,73	Bulloni al passaggio della testa
$F_{c,fb,Rd} - \sum^3 F_{tj,Rd} = 1438,49 - 892,74$	545,74	Ala della trave - compressione
$F_{t,ep,Rd(4+3)} - \sum^3 F_{tj,Rd} = 461,50 - 186,96$	274,54	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd(4+3)} - \sum^3 F_{tj,Rd} = 488,40 - 186,96$	301,44	Anima della trave - trazione - gruppo
$F_{t,ep,Rd(4+3+2)} - \sum^3 F_{tj,Rd} = 692,25 - 461,50$	230,75	Piastra d'estremità - trazione - gruppo

F_{t4,Rd,comp} - Formula	F_{t4,Rd,comp}	Componente
$F_{t,wb,Rd}(4+3+2) - \sum 3^2 F_{tj,Rd} = 732,60 - 461,50$	271,10	Anima della trave - trazione - gruppo
$F_{t,ep,Rd}(4+3+2+1) - \sum 3^1 F_{tj,Rd} = 1167,28 - 892,74$	274,54	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd}(4+3+2+1) - \sum 3^1 F_{tj,Rd} = 1235,31 - 892,74$	342,57	Anima della trave - trazione - gruppo

RESISTENZA DELLA FILA DI BULLONI NUMERO 5

F_{t5,Rd,comp} - Formula	F_{t5,Rd,comp}	Componente
$F_{t5,Rd} = \text{Min} (F_{t5,Rd,comp})$	230,75	Resistenza della fila di bulloni
$F_{t,ep,Rd(5)} = 420,24$	420,24	Piastra d'estremità - trazione
$F_{t,wb,Rd(5)} = 656,43$	656,43	Anima della trave - trazione
$B_{p,Rd} = 933,73$	933,73	Bulloni al passaggio della testa
$F_{c,fb,Rd} - \sum 1^4 F_{tj,Rd} = 1438,49 - 1123,50$	314,99	Ala della trave - compressione
$F_{t,ep,Rd(5+4)} - \sum 4^4 F_{tj,Rd} = 461,50 - 230,75$	230,75	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd(5+4)} - \sum 4^4 F_{tj,Rd} = 488,40 - 230,75$	257,65	Anima della trave - trazione - gruppo
$F_{t,ep,Rd(5+4+3)} - \sum 4^3 F_{tj,Rd} = 692,25 - 417,72$	274,54	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd(5+4+3)} - \sum 4^3 F_{tj,Rd} = 732,60 - 417,72$	314,88	Anima della trave - trazione - gruppo
$F_{t,ep,Rd(5+4+3+2)} - \sum 4^2 F_{tj,Rd} = 923,01 - 692,25$	230,75	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd(5+4+3+2)} - \sum 4^2 F_{tj,Rd} = 976,80 - 692,25$	284,55	Anima della trave - trazione - gruppo
$F_{t,ep,Rd(5+4+3+2+1)} - \sum 4^1 F_{tj,Rd} = 1398,03 - 1123,50$	274,54	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd(5+4+3+2+1)} - \sum 4^1 F_{tj,Rd} = 1479,51 - 1123,50$	356,02	Anima della trave - trazione - gruppo

RESISTENZA DELLA FILA DI BULLONI NUMERO 6

F_{t6,Rd,comp} - Formula	F_{t6,Rd,comp}	Componente
$F_{t6,Rd} = \text{Min} (F_{t6,Rd,comp})$	84,24	Resistenza della fila di bulloni
$F_{t,ep,Rd(6)} = 431,24$	431,24	Piastra d'estremità - trazione
$F_{t,wb,Rd(6)} = 708,83$	708,83	Anima della trave - trazione
$B_{p,Rd} = 933,73$	933,73	Bulloni al passaggio della testa
$F_{c,fb,Rd} - \sum 1^5 F_{tj,Rd} = 1438,49 - 1354,25$	84,24	Ala della trave - compressione
$F_{t,ep,Rd(6+5)} - \sum 5^5 F_{tj,Rd} = 705,78 - 230,75$	475,03	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd(6+5)} - \sum 5^5 F_{tj,Rd} = 746,91 - 230,75$	516,16	Anima della trave - trazione - gruppo
$F_{t,ep,Rd(6+5+4)} - \sum 5^4 F_{tj,Rd} = 936,53 - 461,50$	475,03	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd(6+5+4)} - \sum 5^4 F_{tj,Rd} = 991,11 - 461,50$	529,61	Anima della trave - trazione - gruppo
$F_{t,ep,Rd(6+5+4+3)} - \sum 5^3 F_{tj,Rd} = 1167,28 - 648,47$	518,82	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd(6+5+4+3)} - \sum 5^3 F_{tj,Rd} = 1235,31 - 648,47$	586,85	Anima della trave - trazione - gruppo
$F_{t,ep,Rd(6+5+4+3+2)} - \sum 5^2 F_{tj,Rd} = 1398,03 - 923,01$	475,03	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd(6+5+4+3+2)} - \sum 5^2 F_{tj,Rd} = 1479,51 - 923,01$	556,51	Anima della trave - trazione - gruppo
$F_{t,ep,Rd(6+5+4+3+2+1)} - \sum 5^1 F_{tj,Rd} = 1873,06 - 1354,25$	518,82	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd(6+5+4+3+2+1)} - \sum 5^1 F_{tj,Rd} = 1982,23 - 1354,25$	627,98	Anima della trave - trazione - gruppo

TABELLA RICAPITOLATIVA DELLE FORZE

Nr	h _j	F _{tj,Rd}	F _{t,fc,Rd}	F _{t,wc,Rd}	F _{t,ep,Rd}	F _{t,wb,Rd}	F _{t,Rd}	B _{p,Rd}
1	466	431,24	-	-	431,24	708,83	508,32	933,73
2	386	274,54	-	-	420,24	656,43	508,32	933,73
3	306	186,96	-	-	420,24	656,43	508,32	933,73
4	226	230,75	-	-	420,24	656,43	508,32	933,73
5	146	230,75	-	-	420,24	656,43	508,32	933,73
6	66	84,24	-	-	431,24	708,83	508,32	933,73

RESISTENZA DEL GIUNTO ALLA FLESSIONE M_{j,Rd}

$$M_{j,Rd} = \sum h_j F_{tj,Rd}$$

$$M_{j,Rd} = 456,12 \quad [\text{kN} \cdot \text{m}] \quad \text{Resistenza del giunto alla flessione} \quad [6.2]$$

$$M_{b1,Ed} / M_{j,Rd} \leq 1,0 \quad 0,53 < 1,00 \quad \text{verificato} \quad (0,53)$$

Verifica dell'interazione M+N

$$M_{b1,Ed} / M_{j,Rd} + N_{b1,Ed} / N_{j,Rd} \leq 1 \quad [6.2.5.1.(3)]$$

$$M_{b1,Ed} / M_{j,Rd} + N_{b1,Ed} / N_{j,Rd} \quad 0,86 < 1,00 \quad \text{verificato} \quad (0,86)$$

Resistenza del giunto al taglio V_{j,Rd}

$$a_v = 0,60 \quad \text{Coefficiente per il calcolo di } F_{v,Rd} \quad [\text{Tabella 3.4}]$$

$$b_{Lf} = 0,99 \quad \text{Coefficiente di riduzione per i giunti lunghi} \quad [3.8]$$

$$F_{v,Rd} = 215,34 \quad [\text{kN}] \quad \text{Resistenza di un bullone al taglio} \quad [\text{Tabella 3.4}]$$

$$F_{t,Rd,max} = 254,16 \quad [\text{kN}] \quad \text{Resistenza di un bullone alla trazione} \quad [\text{Tabella 3.4}]$$

$$F_{b,Rd,int} = 320,18 \quad [\text{kN}] \quad \text{Resistenza di un bullone intermedio alla pressione} \quad [\text{Tabella 3.4}]$$

$$F_{b,Rd,ext} = 412,80 \quad [\text{kN}] \quad \text{Resistenza di un bullone estremo alla pressione} \quad [\text{Tabella 3.4}]$$

Nr	F _{tj,Rd,N}	F _{tj,Ed,N}	F _{tj,Rd,M}	F _{tj,Ed,M}	F _{tj,Ed}	F _{vj,Rd}
----	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	--------------------	--------------------

Nr	$F_{tj,Rd,N}$	$F_{tj,Ed,N}$	$F_{tj,Rd,M}$	$F_{tj,Ed,M}$	$F_{tj,Ed}$	$F_{vj,Rd}$
1	431,24	144,92	431,24	226,91	371,83	205,65
2	274,54	92,26	274,54	144,46	236,71	287,42
3	186,96	62,83	186,96	98,38	161,21	333,12
4	230,75	77,54	230,75	121,42	198,96	310,27
5	230,75	77,54	230,75	121,42	198,96	310,27
6	431,24	144,92	84,24	44,33	189,24	316,15

$F_{tj,Rd,N}$ – Resistenza di una fila di bulloni alla trazione pura
 $F_{tj,Ed,N}$ – Forza in una fila di bulloni dovuta all'azione assiale
 $F_{tj,Rd,M}$ – Resistenza di una fila di bulloni alla flessione pura
 $F_{tj,Ed,M}$ – Forza in una fila di bulloni dovuta al momento
 $F_{tj,Ed}$ – Forza di trazione massima in una fila di bulloni
 $F_{vj,Rd}$ – Resistenza ridotta della fila di bulloni

$$F_{tj,Ed,N} = N_{j,Ed} F_{tj,Rd,N} / N_{j,Rd}$$

$$F_{tj,Ed,M} = M_{j,Ed} F_{tj,Rd,M} / M_{j,Rd}$$

$$F_{tj,Ed} = F_{tj,Ed,N} + F_{tj,Ed,M}$$

$$F_{vj,Rd} = \min (n_h F_{v,Ed} (1 - F_{tj,Ed} / (1.4 n_h F_{t,Rd,max}), n_h F_{v,Rd}, n_h F_{b,Rd}))$$

$$V_{j,Rd} = n_h \sum_{i=1}^n F_{vj,Rd}$$

[Tabella 3.4]

$$V_{j,Rd} = 1762,88 \quad [\text{kN}]$$

Resistenza del giunto al taglio $V_{j,Rd}$

[Tabella 3.4]

$$V_{b1,Ed} / V_{j,Rd} \leq 1,0$$

$$0,05 < 1,00$$

verificato (0,05)

Resistenza delle saldature

$A_w = 165,70$	$[\text{cm}^2]$	Area di tutte le saldature	[4.5.3.2(2)]
$A_{wy} = 72,18$	$[\text{cm}^2]$	Area delle saldature orizzontali	[4.5.3.2(2)]
$A_{wz} = 93,52$	$[\text{cm}^2]$	Area delle saldature verticali	[4.5.3.2(2)]
$I_{wy} = 69261,51$	$[\text{cm}^4]$	Momento di inerzia del sistema di saldature rispetto all'asse orizz.	[4.5.3.2(5)]
$S^{\wedge}_{\max} = t^{\wedge}_{\max} = 94,21$	$[\text{MPa}]$	Sollecitazione normale nella saldatura	[4.5.3.2(6)]
$S^{\wedge} = t^{\wedge} = 82,89$	$[\text{MPa}]$	Sollecitazione nella saldatura verticale	[4.5.3.2(5)]
$t_{II} = 9,62$	$[\text{MPa}]$	Sollecitazione tangenziale	[4.5.3.2(5)]
$b_w = 0,85$		Coefficiente di correlazione	[4.5.3.2(7)]

$$\ddot{O}[S^{\wedge}_{\max}{}^2 + 3*(t^{\wedge}_{\max}{}^2)] \leq f_u / (b_w * g_{M2}) \quad 188,42 < 404,71 \quad \text{verificato} \quad (0,47)$$

$$\ddot{O}[S^{\wedge}{}^2 + 3*(t^{\wedge}{}^2 + t_{II}{}^2)] \leq f_u / (b_w * g_{M2}) \quad 166,62 < 404,71 \quad \text{verificato} \quad (0,41)$$

$$S^{\wedge} \leq 0.9 * f_u / g_{M2} \quad 94,21 < 309,60 \quad \text{verificato} \quad (0,30)$$

Rigidezza del giunto

L'azione assiale nella trave sorpassa il 5% di resistenza $N_{pl,Rd}$. Conforme al punto 6.3.1.(4) la rigidezza del giunto non può essere calcolata.

Il componente più debole:

ALA E ANIMA DELLA TRAVE IN COMPRESSIONE

Giunto conforme alla norma

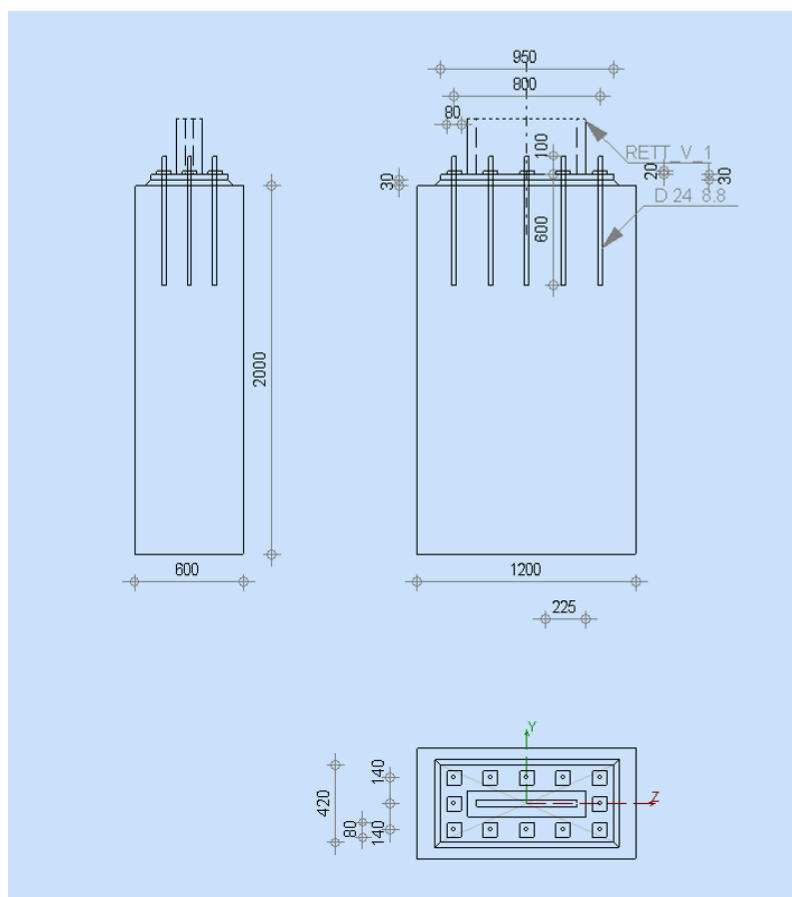
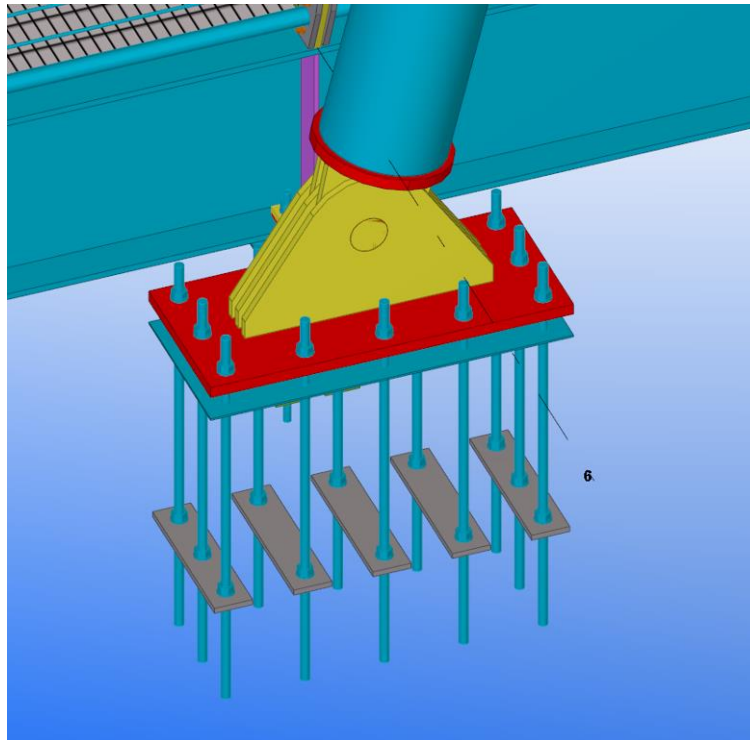
Coefficiente

0,86

7.2.2. Verifica piastra base portale

La giunzione di base dei montanti dei portali è identica alla giunzione dei tiranti posteriori.

Si registra una sollecitazione massima tagliante pari a 180 kN mentre lo sforzo normale, sempre di compressione oscilla tra -176 kN e -740 kN.



CASO 1

Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2018
Calcolo del giunto incastrato Trave - Trave
 EN 1993-1-8:2005/AC:2009

Coefficiente
0,86

Generale

N. giunto: 5
 Nome del giunto: Trave - trave

Geometria

Lato sinistro

Trave

Profilato: IPE 550

a = -180,0 [Deg] Angolo d'inclinazione
 h_{bl} = 550 [mm] Altezza della sezione della trave
 b_{tbl} = 210 [mm] Larghezza della sezione della trave
 t_{wbl} = 11 [mm] Spessore dell'anima della sezione della trave
 t_{tbl} = 17 [mm] Spessore dell'ala della sezione della trave
 r_{bl} = 24 [mm] Raggio di raccordo della sezione della trave
 A_{bl} = 134,00 [cm²] Area della sezione della trave
 I_{xbl} = 67120,00 [cm⁴] Momento di inerzia della sezione della trave

Materiale: S 275

f_{yb} = 275,00 [MPa] Resistenza

Lato destro

Trave

Profilato: IPE 550

a = 0,0 [Deg] Angolo d'inclinazione
 h_{br} = 550 [mm] Altezza della sezione della trave
 b_{tbr} = 210 [mm] Larghezza della sezione della trave
 t_{wbr} = 11 [mm] Spessore dell'anima della sezione della trave
 t_{tbr} = 17 [mm] Spessore dell'ala della sezione della trave
 r_{br} = 24 [mm] Raggio di raccordo della sezione della trave
 A_{br} = 134,00 [cm²] Area della sezione della trave
 I_{xbr} = 67120,00 [cm⁴] Momento di inerzia della sezione della trave

Materiale: S 275

f_{yb} = 275,00 [MPa] Resistenza

Bulloni

Il piano di taglio attraversa la parte NON FILETTATA del bullone.

d = 24 [mm] Diametro del bullone
 Classe = 10.9 Classe del bullone
 F_{tRd} = 254,16 [kN] Resistenza del bullone alla trazione
 n_h = 2 Numero di colonne dei bulloni
 n_v = 6 Numero di file di bulloni
 h₁ = 85 [mm] Distanza del primo bullone dal bordo superiore della lamiera estrema
 Distanza orizzontale e_i = 110 [mm]
 Distanza verticale p_i = 80;80;80;80;80 [mm]

Lamiera

h_{pr} = 570 [mm] Altezza della lamiera
 b_{pr} = 210 [mm] Larghezza della lamiera
 t_{pr} = 20 [mm] Spessore della lamiera

Materiale: S 275

f_{ypr} = 275,00 [MPa] Resistenza

Saldature in angolo esterno

a_w = 10 [mm] Saldatura dell'anima
 a_f = 10 [mm] Saldatura dell'ala

Coefficienti di materiale

g_{M0} = 1,00 Coefficiente di sicurezza parziale [2.2]
 g_{M1} = 1,00 Coefficiente di sicurezza parziale [2.2]
 g_{M2} = 1,25 Coefficiente di sicurezza parziale [2.2]
 g_{M3} = 1,25 Coefficiente di sicurezza parziale [2.2]

Carichi

Stato limite ultimo (SLU)

Condizione Calcolo manuale.

$M_{b1,Ed} = 240,00$ [kN*m] Momento flettente nella trave destra
 $V_{b1,Ed} = 90,00$ [kN] Azione di taglio nella trave destra
 $N_{b1,Ed} = 600,00$ [kN] Azione assiale nella trave destra

Risultati

Resistenze della trave

TRAZIONE

$A_b = 134,00$ [cm²] Area di sezione EN1993-1-1:[6.2.3]
 $N_{tb,Rd} = A_b f_{yb} / g_{M0}$
 $N_{tb,Rd} = 3685,00$ [kN] Resistenza di calcolo della sezione alla trazione EN1993-1-1:[6.2.3]

TAGLIO

$A_{vb} = 71,93$ [cm²] Area al taglio EN1993-1-1:[6.2.6.(3)]
 $V_{cb,Rd} = A_{vb} (f_{yb} / \sqrt{3}) / g_{M0}$
 $V_{cb,Rd} = 1141,97$ [kN] Resistenza di calcolo della sezione al taglio EN1993-1-1:[6.2.6.(2)]
 $V_{b1,Ed} / V_{cb,Rd} \leq 1,0$ 0,08 < 1,0 **verificato** (0,08)

FLESSIONE - MOMENTO PLASTICO (SENZA RINFORZI)

$W_{plb} = 2787,01$ [cm³] Fattore plastico della sezione EN1993-1-1:[6.2.5.(2)]
 $M_{b,pl,Rd} = W_{plb} f_{yb} / g_{M0}$
 $M_{b,pl,Rd} = 766,43$ [kN*m] Resistenza plastica della sezione alla flessione (senza rinforzi) EN1993-1-1:[6.2.5.(2)]

FLESSIONE AL CONTATTO DELLA PIASTRA O DELL'ELEMENTO GIUNTO

$W_{pl} = 2787,01$ [cm³] Fattore plastico della sezione EN1993-1-1:[6.2.5]
 $M_{cb,Rd} = W_{pl} f_{yb} / g_{M0}$
 $M_{cb,Rd} = 766,43$ [kN*m] Resistenza di calcolo della sezione alla flessione EN1993-1-1:[6.2.5]

ALA ED ANIMA ALLA COMPRESSIONE

$M_{cb,Rd} = 766,43$ [kN*m] Resistenza di calcolo della sezione alla flessione EN1993-1-1:[6.2.5]
 $h_f = 533$ [mm] Distanza tra i centri di gravità delle ali [6.2.6.7.(1)]
 $F_{c,fb,Rd} = M_{cb,Rd} / h_f$
 $F_{c,fb,Rd} = 1438,49$ [kN] Resistenza dell'ala compressa e dell'anima [6.2.6.7.(1)]

Parametri geometrici del giunto

LUNGHEZZE EFFICACI E PARAMETRI - PIASTRA D'ESTREMITA

Nr	m	m _x	e	e _x	p	l _{eff,cp}	l _{eff,nc}	l _{eff,1}	l _{eff,2}	l _{eff,cp,g}	l _{eff,nc,g}	l _{eff,1,g}	l _{eff,2,g}
1	38	-	50	-	80	240	232	232	232	200	165	165	165
2	38	-	50	-	80	240	215	215	215	160	80	80	80
3	38	-	50	-	80	240	215	215	215	160	80	80	80
4	38	-	50	-	80	240	215	215	215	160	80	80	80
5	38	-	50	-	80	240	215	215	215	160	80	80	80
6	38	-	50	-	80	240	232	232	232	200	165	165	165

m – Distanza del bullone dall'anima
 m_x – Distanza del bullone dall'ala della trave
 e – Distanza del bullone dal bordo esteriore
 e_x – Distanza del bullone dal bordo esteriore orizzontale
 p – Distanza dei bulloni
 l_{eff,cp} – Lunghezza efficace per un bullone nei meccanismi circolari
 l_{eff,nc} – Lunghezza efficace per un bullone nei meccanismi non circolari
 l_{eff,1} – Lunghezza efficace per un bullone per il modo 1
 l_{eff,2} – Lunghezza efficace per un bullone per il modo 2
 l_{eff,cp,g} – Lunghezza efficace per un gruppo di bulloni nei meccanismi circolari
 l_{eff,nc,g} – Lunghezza efficace per un gruppo di bulloni nei meccanismi non circolari
 l_{eff,1,g} – Lunghezza efficace per un gruppo di bulloni per il modo 1
 l_{eff,2,g} – Lunghezza efficace per un gruppo di bulloni per il modo 2

Resistenza del giunto alla trazione

$F_{t,Rd} = 254,16$ [kN] Resistenza del bullone alla trazione [Tabella 3.4]
 $B_{p,Rd} = 466,87$ [kN] Resistenza del bullone al passaggio della testa [Tabella 3.4]
 $F_{t,fc,Rd}$ – resistenza dell'ala della colonna alla flessione
 $F_{t,wc,Rd}$ – resistenza dell'anima della colonna alla trazione
 $F_{t,ep,Rd}$ – resistenza della lamiera alla flessione
 $F_{t,wb,Rd}$ – resistenza dell'anima alla trazione
 $F_{t,fc,Rd} = \min (F_{T,1,fc,Rd}, F_{T,2,fc,Rd}, F_{T,3,fc,Rd})$ [6.2.6.4], [Tab.6.2]
 $F_{t,wc,Rd} = w b_{eff,t,wc} t_{wc} f_{yc} / g_{M0}$ [6.2.6.3.(1)]
 $F_{t,ep,Rd} = \min (F_{T,1,ep,Rd}, F_{T,2,ep,Rd}, F_{T,3,ep,Rd})$ [6.2.6.5], [Tab.6.2]
 $F_{t,wb,Rd} = b_{eff,t,wb} t_{wb} f_{yb} / g_{M0}$ [6.2.6.8.(1)]

RESISTENZA DELLA FILA DI BULLONI NUMERO 1

F_{t1,Rd,comp} - Formula	F_{t1,Rd,comp}	Componente
$F_{t1,Rd} = \text{Min} (F_{t1,Rd,comp})$	431,24	Resistenza della fila di bulloni
$F_{t,ep,Rd(1)} = 431,24$	431,24	Piastra d'estremità - trazione
$F_{t,wb,Rd(1)} = 708,83$	708,83	Anima della trave - trazione
$B_{p,Rd} = 933,73$	933,73	Bulloni al passaggio della testa

RESISTENZA DELLA FILA DI BULLONI NUMERO 2

F_{t2,Rd,comp} - Formula	F_{t2,Rd,comp}	Componente
$F_{t2,Rd} = \text{Min} (F_{t2,Rd,comp})$	274,54	Resistenza della fila di bulloni
$F_{t,ep,Rd(2)} = 420,24$	420,24	Piastra d'estremità - trazione
$F_{t,wb,Rd(2)} = 656,43$	656,43	Anima della trave - trazione
$B_{p,Rd} = 933,73$	933,73	Bulloni al passaggio della testa
$F_{t,ep,Rd(2+1)} - \sum_1^1 F_{tj,Rd} = 705,78 - 431,24$	274,54	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd(2+1)} - \sum_1^1 F_{tj,Rd} = 746,91 - 431,24$	315,67	Anima della trave - trazione - gruppo

RESISTENZA DELLA FILA DI BULLONI NUMERO 3

F_{t3,Rd,comp} - Formula	F_{t3,Rd,comp}	Componente
$F_{t3,Rd} = \text{Min} (F_{t3,Rd,comp})$	186,96	Resistenza della fila di bulloni
$F_{t,ep,Rd(3)} = 420,24$	420,24	Piastra d'estremità - trazione
$F_{t,wb,Rd(3)} = 656,43$	656,43	Anima della trave - trazione
$B_{p,Rd} = 933,73$	933,73	Bulloni al passaggio della testa
$F_{t,ep,Rd(3+2)} - \sum_2^2 F_{tj,Rd} = 461,50 - 274,54$	186,96	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd(3+2)} - \sum_2^2 F_{tj,Rd} = 488,40 - 274,54$	213,86	Anima della trave - trazione - gruppo
$F_{t,ep,Rd(3+2+1)} - \sum_2^1 F_{tj,Rd} = 936,53 - 705,78$	230,75	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd(3+2+1)} - \sum_2^1 F_{tj,Rd} = 991,11 - 705,78$	285,33	Anima della trave - trazione - gruppo

RESISTENZA DELLA FILA DI BULLONI NUMERO 4

F_{t4,Rd,comp} - Formula	F_{t4,Rd,comp}	Componente
$F_{t4,Rd} = \text{Min} (F_{t4,Rd,comp})$	230,75	Resistenza della fila di bulloni
$F_{t,ep,Rd(4)} = 420,24$	420,24	Piastra d'estremità - trazione
$F_{t,wb,Rd(4)} = 656,43$	656,43	Anima della trave - trazione
$B_{p,Rd} = 933,73$	933,73	Bulloni al passaggio della testa
$F_{t,ep,Rd(4+3)} - \sum_3^3 F_{tj,Rd} = 461,50 - 186,96$	274,54	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd(4+3)} - \sum_3^3 F_{tj,Rd} = 488,40 - 186,96$	301,44	Anima della trave - trazione - gruppo
$F_{t,ep,Rd(4+3+2)} - \sum_3^2 F_{tj,Rd} = 692,25 - 461,50$	230,75	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd(4+3+2)} - \sum_3^2 F_{tj,Rd} = 732,60 - 461,50$	271,10	Anima della trave - trazione - gruppo
$F_{t,ep,Rd(4+3+2+1)} - \sum_3^1 F_{tj,Rd} = 1167,28 - 892,74$	274,54	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd(4+3+2+1)} - \sum_3^1 F_{tj,Rd} = 1235,31 - 892,74$	342,57	Anima della trave - trazione - gruppo

RESISTENZA DELLA FILA DI BULLONI NUMERO 5

F_{t5,Rd,comp} - Formula	F_{t5,Rd,comp}	Componente
$F_{t5,Rd} = \text{Min} (F_{t5,Rd,comp})$	230,75	Resistenza della fila di bulloni
$F_{t,ep,Rd(5)} = 420,24$	420,24	Piastra d'estremità - trazione
$F_{t,wb,Rd(5)} = 656,43$	656,43	Anima della trave - trazione
$B_{p,Rd} = 933,73$	933,73	Bulloni al passaggio della testa
$F_{t,ep,Rd(5+4)} - \sum_4^4 F_{tj,Rd} = 461,50 - 230,75$	230,75	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd(5+4)} - \sum_4^4 F_{tj,Rd} = 488,40 - 230,75$	257,65	Anima della trave - trazione - gruppo
$F_{t,ep,Rd(5+4+3)} - \sum_4^3 F_{tj,Rd} = 692,25 - 417,72$	274,54	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd(5+4+3)} - \sum_4^3 F_{tj,Rd} = 732,60 - 417,72$	314,88	Anima della trave - trazione - gruppo
$F_{t,ep,Rd(5+4+3+2)} - \sum_4^2 F_{tj,Rd} = 923,01 - 692,25$	230,75	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd(5+4+3+2)} - \sum_4^2 F_{tj,Rd} = 976,80 - 692,25$	284,55	Anima della trave - trazione - gruppo
$F_{t,ep,Rd(5+4+3+2+1)} - \sum_4^1 F_{tj,Rd} = 1398,03 - 1123,50$	274,54	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd(5+4+3+2+1)} - \sum_4^1 F_{tj,Rd} = 1479,51 - 1123,50$	356,02	Anima della trave - trazione - gruppo

RESISTENZA DELLA FILA DI BULLONI NUMERO 6

F_{t6,Rd,comp} - Formula	F_{t6,Rd,comp}	Componente
$F_{t6,Rd} = \text{Min} (F_{t6,Rd,comp})$	431,24	Resistenza della fila di bulloni
$F_{t,ep,Rd(6)} = 431,24$	431,24	Piastra d'estremità - trazione
$F_{t,wb,Rd(6)} = 708,83$	708,83	Anima della trave - trazione
$B_{p,Rd} = 933,73$	933,73	Bulloni al passaggio della testa
$F_{t,ep,Rd(6+5)} - \sum_5^5 F_{tj,Rd} = 705,78 - 230,75$	475,03	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd(6+5)} - \sum_5^5 F_{tj,Rd} = 746,91 - 230,75$	516,16	Anima della trave - trazione - gruppo
$F_{t,ep,Rd(6+5+4)} - \sum_5^4 F_{tj,Rd} = 936,53 - 461,50$	475,03	Piastra d'estremità - trazione - gruppo

F_{t6,Rd,comp} - Formula	F_{t6,Rd,comp}	Componente
$F_{t,wb,Rd}(6 + 5 + 4) - \sum 5^4 F_{tj,Rd} = 991,11 - 461,50$	529,61	Anima della trave - trazione - gruppo
$F_{t,ep,Rd}(6 + 5 + 4 + 3) - \sum 5^3 F_{tj,Rd} = 1167,28 - 648,47$	518,82	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd}(6 + 5 + 4 + 3) - \sum 5^3 F_{tj,Rd} = 1235,31 - 648,47$	586,85	Anima della trave - trazione - gruppo
$F_{t,ep,Rd}(6 + 5 + 4 + 3 + 2) - \sum 5^2 F_{tj,Rd} = 1398,03 - 923,01$	475,03	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd}(6 + 5 + 4 + 3 + 2) - \sum 5^2 F_{tj,Rd} = 1479,51 - 923,01$	556,51	Anima della trave - trazione - gruppo
$F_{t,ep,Rd}(6 + 5 + 4 + 3 + 2 + 1) - \sum 5^1 F_{tj,Rd} = 1873,06 - 1354,25$	518,82	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd}(6 + 5 + 4 + 3 + 2 + 1) - \sum 5^1 F_{tj,Rd} = 1982,23 - 1354,25$	627,98	Anima della trave - trazione - gruppo

TABELLA RICAPITOLATIVA DELLE FORZE

Nr	h _j	F _{tj,Rd}	F _{t,fc,Rd}	F _{t,wc,Rd}	F _{t,ep,Rd}	F _{t,wb,Rd}	F _{t,Rd}	B _{p,Rd}
1	466	431,24	-	-	431,24	708,83	508,32	933,73
2	386	274,54	-	-	420,24	656,43	508,32	933,73
3	306	186,96	-	-	420,24	656,43	508,32	933,73
4	226	230,75	-	-	420,24	656,43	508,32	933,73
5	146	230,75	-	-	420,24	656,43	508,32	933,73
6	66	431,24	-	-	431,24	708,83	508,32	933,73

RESISTENZA DEL GIUNTO ALLA TRAZIONE N_{j,Rd}

$$N_{j,Rd} = \sum F_{tj,Rd}$$

$$N_{j,Rd} = 1785,49 \quad [\text{kN}] \quad \text{Resistenza del giunto alla trazione} \quad [6.2]$$

$$N_{b1,Ed} / N_{j,Rd} \leq 1,0 \quad 0,34 < 1,00 \quad \text{verificato} \quad (0,34)$$

Resistenza del giunto alla flessione

RESISTENZA DELLA FILA DI BULLONI NUMERO 1

F_{t1,Rd,comp} - Formula	F_{t1,Rd,comp}	Componente
$F_{t1,Rd} = \text{Min} (F_{t1,Rd,comp})$	431,24	Resistenza della fila di bulloni
$F_{t,ep,Rd(1)} = 431,24$	431,24	Piastra d'estremità - trazione
$F_{t,wb,Rd(1)} = 708,83$	708,83	Anima della trave - trazione
$B_{p,Rd} = 933,73$	933,73	Bulloni al passaggio della testa
$F_{c,fb,Rd} = 1438,49$	1438,49	Ala della trave - compressione

RESISTENZA DELLA FILA DI BULLONI NUMERO 2

F_{t2,Rd,comp} - Formula	F_{t2,Rd,comp}	Componente
$F_{t2,Rd} = \text{Min} (F_{t2,Rd,comp})$	274,54	Resistenza della fila di bulloni
$F_{t,ep,Rd(2)} = 420,24$	420,24	Piastra d'estremità - trazione
$F_{t,wb,Rd(2)} = 656,43$	656,43	Anima della trave - trazione
$B_{p,Rd} = 933,73$	933,73	Bulloni al passaggio della testa
$F_{c,fb,Rd} - \sum 1^1 F_{tj,Rd} = 1438,49 - 431,24$	1007,25	Ala della trave - compressione
$F_{t,ep,Rd(2+1)} - \sum 1^1 F_{tj,Rd} = 705,78 - 431,24$	274,54	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd(2+1)} - \sum 1^1 F_{tj,Rd} = 746,91 - 431,24$	315,67	Anima della trave - trazione - gruppo

RESISTENZA DELLA FILA DI BULLONI NUMERO 3

F_{t3,Rd,comp} - Formula	F_{t3,Rd,comp}	Componente
$F_{t3,Rd} = \text{Min} (F_{t3,Rd,comp})$	186,96	Resistenza della fila di bulloni
$F_{t,ep,Rd(3)} = 420,24$	420,24	Piastra d'estremità - trazione
$F_{t,wb,Rd(3)} = 656,43$	656,43	Anima della trave - trazione
$B_{p,Rd} = 933,73$	933,73	Bulloni al passaggio della testa
$F_{c,fb,Rd} - \sum 1^2 F_{tj,Rd} = 1438,49 - 705,78$	732,71	Ala della trave - compressione
$F_{t,ep,Rd(3+2)} - \sum 2^2 F_{tj,Rd} = 461,50 - 274,54$	186,96	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd(3+2)} - \sum 2^2 F_{tj,Rd} = 488,40 - 274,54$	213,86	Anima della trave - trazione - gruppo
$F_{t,ep,Rd(3+2+1)} - \sum 2^1 F_{tj,Rd} = 936,53 - 705,78$	230,75	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd(3+2+1)} - \sum 2^1 F_{tj,Rd} = 991,11 - 705,78$	285,33	Anima della trave - trazione - gruppo

RESISTENZA DELLA FILA DI BULLONI NUMERO 4

F_{t4,Rd,comp} - Formula	F_{t4,Rd,comp}	Componente
$F_{t4,Rd} = \text{Min} (F_{t4,Rd,comp})$	230,75	Resistenza della fila di bulloni
$F_{t,ep,Rd(4)} = 420,24$	420,24	Piastra d'estremità - trazione
$F_{t,wb,Rd(4)} = 656,43$	656,43	Anima della trave - trazione
$B_{p,Rd} = 933,73$	933,73	Bulloni al passaggio della testa
$F_{c,fb,Rd} - \sum 1^3 F_{tj,Rd} = 1438,49 - 892,74$	545,74	Ala della trave - compressione
$F_{t,ep,Rd(4+3)} - \sum 3^3 F_{tj,Rd} = 461,50 - 186,96$	274,54	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd(4+3)} - \sum 3^3 F_{tj,Rd} = 488,40 - 186,96$	301,44	Anima della trave - trazione - gruppo
$F_{t,ep,Rd(4+3+2)} - \sum 3^2 F_{tj,Rd} = 692,25 - 461,50$	230,75	Piastra d'estremità - trazione - gruppo

F_{t4,Rd,comp} - Formula	F_{t4,Rd,comp}	Componente
$F_{t,wb,Rd}(4+3+2) - \sum^3 F_{tj,Rd} = 732,60 - 461,50$	271,10	Anima della trave - trazione - gruppo
$F_{t,ep,Rd}(4+3+2+1) - \sum^3 F_{tj,Rd} = 1167,28 - 892,74$	274,54	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd}(4+3+2+1) - \sum^3 F_{tj,Rd} = 1235,31 - 892,74$	342,57	Anima della trave - trazione - gruppo

RESISTENZA DELLA FILA DI BULLONI NUMERO 5

F_{t5,Rd,comp} - Formula	F_{t5,Rd,comp}	Componente
$F_{t5,Rd} = \text{Min}(F_{t5,Rd,comp})$	230,75	Resistenza della fila di bulloni
$F_{t,ep,Rd(5)} = 420,24$	420,24	Piastra d'estremità - trazione
$F_{t,wb,Rd(5)} = 656,43$	656,43	Anima della trave - trazione
$B_{p,Rd} = 933,73$	933,73	Bulloni al passaggio della testa
$F_{c,fb,Rd} - \sum^4 F_{tj,Rd} = 1438,49 - 1123,50$	314,99	Ala della trave - compressione
$F_{t,ep,Rd(5+4)} - \sum^4 F_{tj,Rd} = 461,50 - 230,75$	230,75	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd(5+4)} - \sum^4 F_{tj,Rd} = 488,40 - 230,75$	257,65	Anima della trave - trazione - gruppo
$F_{t,ep,Rd(5+4+3)} - \sum^3 F_{tj,Rd} = 692,25 - 417,72$	274,54	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd(5+4+3)} - \sum^3 F_{tj,Rd} = 732,60 - 417,72$	314,88	Anima della trave - trazione - gruppo
$F_{t,ep,Rd(5+4+3+2)} - \sum^2 F_{tj,Rd} = 923,01 - 692,25$	230,75	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd(5+4+3+2)} - \sum^2 F_{tj,Rd} = 976,80 - 692,25$	284,55	Anima della trave - trazione - gruppo
$F_{t,ep,Rd(5+4+3+2+1)} - \sum^1 F_{tj,Rd} = 1398,03 - 1123,50$	274,54	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd(5+4+3+2+1)} - \sum^1 F_{tj,Rd} = 1479,51 - 1123,50$	356,02	Anima della trave - trazione - gruppo

RESISTENZA DELLA FILA DI BULLONI NUMERO 6

F_{t6,Rd,comp} - Formula	F_{t6,Rd,comp}	Componente
$F_{t6,Rd} = \text{Min}(F_{t6,Rd,comp})$	84,24	Resistenza della fila di bulloni
$F_{t,ep,Rd(6)} = 431,24$	431,24	Piastra d'estremità - trazione
$F_{t,wb,Rd(6)} = 708,83$	708,83	Anima della trave - trazione
$B_{p,Rd} = 933,73$	933,73	Bulloni al passaggio della testa
$F_{c,fb,Rd} - \sum^5 F_{tj,Rd} = 1438,49 - 1354,25$	84,24	Ala della trave - compressione
$F_{t,ep,Rd(6+5)} - \sum^5 F_{tj,Rd} = 705,78 - 230,75$	475,03	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd(6+5)} - \sum^5 F_{tj,Rd} = 746,91 - 230,75$	516,16	Anima della trave - trazione - gruppo
$F_{t,ep,Rd(6+5+4)} - \sum^4 F_{tj,Rd} = 936,53 - 461,50$	475,03	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd(6+5+4)} - \sum^4 F_{tj,Rd} = 991,11 - 461,50$	529,61	Anima della trave - trazione - gruppo
$F_{t,ep,Rd(6+5+4+3)} - \sum^3 F_{tj,Rd} = 1167,28 - 648,47$	518,82	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd(6+5+4+3)} - \sum^3 F_{tj,Rd} = 1235,31 - 648,47$	586,85	Anima della trave - trazione - gruppo
$F_{t,ep,Rd(6+5+4+3+2)} - \sum^2 F_{tj,Rd} = 1398,03 - 923,01$	475,03	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd(6+5+4+3+2)} - \sum^2 F_{tj,Rd} = 1479,51 - 923,01$	556,51	Anima della trave - trazione - gruppo
$F_{t,ep,Rd(6+5+4+3+2+1)} - \sum^1 F_{tj,Rd} = 1873,06 - 1354,25$	518,82	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd(6+5+4+3+2+1)} - \sum^1 F_{tj,Rd} = 1982,23 - 1354,25$	627,98	Anima della trave - trazione - gruppo

TABELLA RICAPITOLATIVA DELLE FORZE

Nr	h _j	F _{tj,Rd}	F _{t,fc,Rd}	F _{t,wc,Rd}	F _{t,ep,Rd}	F _{t,wb,Rd}	F _{t,Rd}	B _{p,Rd}
1	466	431,24	-	-	431,24	708,83	508,32	933,73
2	386	274,54	-	-	420,24	656,43	508,32	933,73
3	306	186,96	-	-	420,24	656,43	508,32	933,73
4	226	230,75	-	-	420,24	656,43	508,32	933,73
5	146	230,75	-	-	420,24	656,43	508,32	933,73
6	66	84,24	-	-	431,24	708,83	508,32	933,73

RESISTENZA DEL GIUNTO ALLA FLESSIONE M_{j,Rd}

$$M_{j,Rd} = \sum h_j F_{tj,Rd}$$

$$M_{j,Rd} = 456,12 \quad [\text{kN} \cdot \text{m}] \quad \text{Resistenza del giunto alla flessione} \quad [6.2]$$

$$M_{b1,Ed} / M_{j,Rd} \leq 1,0 \quad 0,53 < 1,00 \quad \text{verificato} \quad (0,53)$$

Verifica dell'interazione M+N

$$M_{b1,Ed} / M_{j,Rd} + N_{b1,Ed} / N_{j,Rd} \leq 1 \quad [6.2.5.1.(3)]$$

$$M_{b1,Ed} / M_{j,Rd} + N_{b1,Ed} / N_{j,Rd} \quad 0,86 < 1,00 \quad \text{verificato} \quad (0,86)$$

Resistenza del giunto al taglio V_{j,Rd}

$$a_v = 0,60 \quad \text{Coefficiente per il calcolo di } F_{v,Rd} \quad [\text{Tabella 3.4}]$$

$$b_{Lf} = 0,99 \quad \text{Coefficiente di riduzione per i giunti lunghi} \quad [3.8]$$

$$F_{v,Rd} = 215,34 \quad [\text{kN}] \quad \text{Resistenza di un bullone al taglio} \quad [\text{Tabella 3.4}]$$

$$F_{t,Rd,max} = 254,16 \quad [\text{kN}] \quad \text{Resistenza di un bullone alla trazione} \quad [\text{Tabella 3.4}]$$

$$F_{b,Rd,int} = 320,18 \quad [\text{kN}] \quad \text{Resistenza di un bullone intermedio alla pressione} \quad [\text{Tabella 3.4}]$$

$$F_{b,Rd,ext} = 412,80 \quad [\text{kN}] \quad \text{Resistenza di un bullone estremo alla pressione} \quad [\text{Tabella 3.4}]$$

Nr	F _{tj,Rd,N}	F _{tj,Ed,N}	F _{tj,Rd,M}	F _{tj,Ed,M}	F _{tj,Ed}	F _{vj,Rd}
----	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	--------------------	--------------------

Nr	$F_{tj,Rd,N}$	$F_{tj,Ed,N}$	$F_{tj,Rd,M}$	$F_{tj,Ed,M}$	$F_{tj,Ed}$	$F_{vj,Rd}$
1	431,24	144,92	431,24	226,91	371,83	205,65
2	274,54	92,26	274,54	144,46	236,71	287,42
3	186,96	62,83	186,96	98,38	161,21	333,12
4	230,75	77,54	230,75	121,42	198,96	310,27
5	230,75	77,54	230,75	121,42	198,96	310,27
6	431,24	144,92	84,24	44,33	189,24	316,15

$F_{tj,Rd,N}$ – Resistenza di una fila di bulloni alla trazione pura
 $F_{tj,Ed,N}$ – Forza in una fila di bulloni dovuta all'azione assiale
 $F_{tj,Rd,M}$ – Resistenza di una fila di bulloni alla flessione pura
 $F_{tj,Ed,M}$ – Forza in una fila di bulloni dovuta al momento
 $F_{tj,Ed}$ – Forza di trazione massima in una fila di bulloni
 $F_{vj,Rd}$ – Resistenza ridotta della fila di bulloni

$$F_{tj,Ed,N} = N_{j,Ed} F_{tj,Rd,N} / N_{j,Rd}$$

$$F_{tj,Ed,M} = M_{j,Ed} F_{tj,Rd,M} / M_{j,Rd}$$

$$F_{tj,Ed} = F_{tj,Ed,N} + F_{tj,Ed,M}$$

$$F_{vj,Rd} = \min (n_h F_{v,Ed} (1 - F_{tj,Ed} / (1.4 n_h F_{t,Rd,max}), n_h F_{v,Rd}, n_h F_{b,Rd}))$$

$$V_{j,Rd} = n_h \sum_{i=1}^n F_{vj,Rd}$$

[Tabella 3.4]

$$V_{j,Rd} = 1762,88 \quad [\text{kN}]$$

Resistenza del giunto al taglio $V_{j,Rd}$

[Tabella 3.4]

$$V_{b1,Ed} / V_{j,Rd} \leq 1,0$$

$$0,05 < 1,00$$

verificato (0,05)

Resistenza delle saldature

$A_w = 165,70$	$[\text{cm}^2]$	Area di tutte le saldature	[4.5.3.2(2)]
$A_{wy} = 72,18$	$[\text{cm}^2]$	Area delle saldature orizzontali	[4.5.3.2(2)]
$A_{wz} = 93,52$	$[\text{cm}^2]$	Area delle saldature verticali	[4.5.3.2(2)]
$I_{wy} = 69261,51$	$[\text{cm}^4]$	Momento di inerzia del sistema di saldature rispetto all'asse orizz.	[4.5.3.2(5)]
$S^{\wedge}_{\max} = t^{\wedge}_{\max} = 94,21$	$[\text{MPa}]$	Sollecitazione normale nella saldatura	[4.5.3.2(6)]
$S^{\wedge} = t^{\wedge} = 82,89$	$[\text{MPa}]$	Sollecitazione nella saldatura verticale	[4.5.3.2(5)]
$t_{II} = 9,62$	$[\text{MPa}]$	Sollecitazione tangenziale	[4.5.3.2(5)]
$b_w = 0,85$		Coefficiente di correlazione	[4.5.3.2(7)]

$$\ddot{O}[S^{\wedge}_{\max}{}^2 + 3*(t^{\wedge}_{\max}{}^2)] \leq f_u / (b_w * g_{M2}) \quad 188,42 < 404,71 \quad \text{verificato} \quad (0,47)$$

$$\ddot{O}[S^{\wedge}{}^2 + 3*(t^{\wedge}{}^2 + t_{II}{}^2)] \leq f_u / (b_w * g_{M2}) \quad 166,62 < 404,71 \quad \text{verificato} \quad (0,41)$$

$$S^{\wedge} \leq 0.9 * f_u / g_{M2} \quad 94,21 < 309,60 \quad \text{verificato} \quad (0,30)$$

Rigidezza del giunto

L'azione assiale nella trave sorpassa il 5% di resistenza $N_{pl,Rd}$. Conforme al punto 6.3.1.(4) la rigidezza del giunto non può essere calcolata.

Il componente più debole:

ALA E ANIMA DELLA TRAVE IN COMPRESSIONE

Giunto conforme alla norma

Coefficiente

0,86

CASO 2

Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2018
Calcolo del giunto incastrato Trave - Trave
 EN 1993-1-8:2005/AC:2009

Coefficiente
0,86

Generale

N. giunto: 5
 Nome del giunto: Trave - trave
 Geometria

Lato sinistro

Trave

Profilato: IPE 550

a = -180,0 [Deg] Angolo d'inclinazione
 h_{bl} = 550 [mm] Altezza della sezione della trave
 b_{fb} = 210 [mm] Larghezza della sezione della trave
 t_{wbl} = 11 [mm] Spessore dell'anima della sezione della trave
 t_{fb} = 17 [mm] Spessore dell'ala della sezione della trave
 r_{bl} = 24 [mm] Raggio di raccordo della sezione della trave
 A_{bl} = 134,00 [cm²] Area della sezione della trave
 I_{xbl} = 67120,00 [cm⁴] Momento di inerzia della sezione della trave

Materiale: S 275

f_{yb} = 275,00 [MPa] Resistenza

Lato destro

Trave

Profilato: IPE 550

a = 0,0 [Deg] Angolo d'inclinazione
 h_{br} = 550 [mm] Altezza della sezione della trave
 b_{fbr} = 210 [mm] Larghezza della sezione della trave
 t_{wbr} = 11 [mm] Spessore dell'anima della sezione della trave
 t_{fbr} = 17 [mm] Spessore dell'ala della sezione della trave
 r_{br} = 24 [mm] Raggio di raccordo della sezione della trave
 A_{br} = 134,00 [cm²] Area della sezione della trave
 I_{xbr} = 67120,00 [cm⁴] Momento di inerzia della sezione della trave

Materiale: S 275

f_{yb} = 275,00 [MPa] Resistenza

Bulloni

Il piano di taglio attraversa la parte NON FILETTATA del bullone.

d = 24 [mm] Diametro del bullone
 Classe = 10.9 Classe del bullone
 F_{tRd} = 254,16 [kN] Resistenza del bullone alla trazione
 n_h = 2 Numero di colonne dei bulloni
 n_v = 6 Numero di file di bulloni
 h₁ = 85 [mm] Distanza del primo bullone dal bordo superiore della lamiera estrema
 Distanza orizzontale e_i = 110 [mm]
 Distanza verticale p_i = 80;80;80;80;80 [mm]

Lamiera

h_{pr} = 570 [mm] Altezza della lamiera
 b_{pr} = 210 [mm] Larghezza della lamiera
 t_{pr} = 20 [mm] Spessore della lamiera

Materiale: S 275

f_{ypr} = 275,00 [MPa] Resistenza

Saldature in angolo esterno

a_w = 10 [mm] Saldatura dell'anima
 a_f = 10 [mm] Saldatura dell'ala

Coefficienti di materiale

g_{M0} = 1,00 Coefficiente di sicurezza parziale [2.2]
 g_{M1} = 1,00 Coefficiente di sicurezza parziale [2.2]
 g_{M2} = 1,25 Coefficiente di sicurezza parziale [2.2]
 g_{M3} = 1,25 Coefficiente di sicurezza parziale [2.2]

Carichi

Stato limite ultimo (SLU)

Condizione Calcolo manuale.

$M_{b1,Ed}$	=	240,00	[kN*m]	Momento flettente nella trave destra
$V_{b1,Ed}$	=	90,00	[kN]	Azione di taglio nella trave destra
$N_{b1,Ed}$	=	600,00	[kN]	Azione assiale nella trave destra

Risultati**Resistenze della trave****TRAZIONE**

A_b	=	134,00	[cm ²]	Area di sezione	EN1993-1-1:[6.2.3]
$N_{tb,Rd}$	=	$A_b f_{yb} / g_{M0}$			
$N_{tb,Rd}$	=	3685,00	[kN]	Resistenza di calcolo della sezione alla trazione	EN1993-1-1:[6.2.3]

TAGLIO

A_{vb}	=	71,93	[cm ²]	Area al taglio	EN1993-1-1:[6.2.6.(3)]
$V_{cb,Rd}$	=	$A_{vb} (f_{yb} / \sqrt{3}) / g_{M0}$			
$V_{cb,Rd}$	=	1141,97	[kN]	Resistenza di calcolo della sezione al taglio	EN1993-1-1:[6.2.6.(2)]
$V_{b1,Ed} / V_{cb,Rd}$	=	1,0		0,08 < 1,00	verificato (0,08)

FLESSIONE - MOMENTO PLASTICO (SENZA RINFORZI)

W_{plb}	=	2787,01	[cm ³]	Fattore plastico della sezione	EN1993-1-1:[6.2.5.(2)]
$M_{b,pl,Rd}$	=	$W_{plb} f_{yb} / g_{M0}$			
$M_{b,pl,Rd}$	=	766,43	[kN*m]	Resistenza plastica della sezione alla flessione (senza rinforzi)	EN1993-1-1:[6.2.5.(2)]

FLESSIONE AL CONTATTO DELLA PIASTRA O DELL'ELEMENTO GIUNTO

W_{pl}	=	2787,01	[cm ³]	Fattore plastico della sezione	EN1993-1-1:[6.2.5]
$M_{cb,Rd}$	=	$W_{pl} f_{yb} / g_{M0}$			
$M_{cb,Rd}$	=	766,43	[kN*m]	Resistenza di calcolo della sezione alla flessione	EN1993-1-1:[6.2.5]

ALA ED ANIMA ALLA COMPRESSIONE

$M_{cb,Rd}$	=	766,43	[kN*m]	Resistenza di calcolo della sezione alla flessione	EN1993-1-1:[6.2.5]
h_f	=	533	[mm]	Distanza tra i centri di gravità delle ali	[6.2.6.7.(1)]
$F_{c,fb,Rd}$	=	$M_{cb,Rd} / h_f$			
$F_{c,fb,Rd}$	=	1438,49	[kN]	Resistenza dell'ala compressa e dell'anima	[6.2.6.7.(1)]

Parametri geometrici del giunto**LUNGHEZZE EFFICACI E PARAMETRI - PIASTRA D'ESTREMITA**

Nr	m	m_x	e	e_x	p	$l_{eff,cp}$	$l_{eff,nc}$	$l_{eff,1}$	$l_{eff,2}$	$l_{eff,cp,g}$	$l_{eff,nc,g}$	$l_{eff,1,g}$	$l_{eff,2,g}$
1	38	-	50	-	80	240	232	232	232	200	165	165	165
2	38	-	50	-	80	240	215	215	215	160	80	80	80
3	38	-	50	-	80	240	215	215	215	160	80	80	80
4	38	-	50	-	80	240	215	215	215	160	80	80	80
5	38	-	50	-	80	240	215	215	215	160	80	80	80
6	38	-	50	-	80	240	232	232	232	200	165	165	165

m	– Distanza del bullone dall'anima
m_x	– Distanza del bullone dall'ala della trave
e	– Distanza del bullone dal bordo esteriore
e_x	– Distanza del bullone dal bordo esteriore orizzontale
p	– Distanza dei bulloni
$l_{eff,cp}$	– Lunghezza efficace per un bullone nei meccanismi circolari
$l_{eff,nc}$	– Lunghezza efficace per un bullone nei meccanismi non circolari
$l_{eff,1}$	– Lunghezza efficace per un bullone per il modo 1
$l_{eff,2}$	– Lunghezza efficace per un bullone per il modo 2
$l_{eff,cp,g}$	– Lunghezza efficace per un gruppo di bulloni nei meccanismi circolari
$l_{eff,nc,g}$	– Lunghezza efficace per un gruppo di bulloni nei meccanismi non circolari
$l_{eff,1,g}$	– Lunghezza efficace per un gruppo di bulloni per il modo 1
$l_{eff,2,g}$	– Lunghezza efficace per un gruppo di bulloni per il modo 2

Resistenza del giunto alla trazione

$F_{t,Rd}$	=	254,16	[kN]	Resistenza del bullone alla trazione	[Tabella 3.4]
$B_{p,Rd}$	=	466,87	[kN]	Resistenza del bullone al passaggio della testa	[Tabella 3.4]
$F_{t,fc,Rd}$	–	resistenza dell'ala della colonna alla flessione			
$F_{t,wc,Rd}$	–	resistenza dell'anima della colonna alla trazione			
$F_{t,ep,Rd}$	–	resistenza della lamiera alla flessione			
$F_{t,wb,Rd}$	–	resistenza dell'anima alla trazione			
$F_{t,fc,Rd}$	=	$\text{Min} (F_{T,1,fc,Rd}, F_{T,2,fc,Rd}, F_{T,3,fc,Rd})$			[6.2.6.4] , [Tab.6.2]
$F_{t,wc,Rd}$	=	$w b_{eff,t,wc} t_{wc} f_{yc} / g_{M0}$			[6.2.6.3.(1)]
$F_{t,ep,Rd}$	=	$\text{Min} (F_{T,1,ep,Rd}, F_{T,2,ep,Rd}, F_{T,3,ep,Rd})$			[6.2.6.5] , [Tab.6.2]
$F_{t,wb,Rd}$	=	$b_{eff,t,wb} t_{wb} f_{yb} / g_{M0}$			[6.2.6.8.(1)]

RESISTENZA DELLA FILA DI BULLONI NUMERO 1

F_{t1,Rd,comp} - Formula	F_{t1,Rd,comp}	Componente
$F_{t1,Rd} = \text{Min} (F_{t1,Rd,comp})$	431,24	Resistenza della fila di bulloni
$F_{t,ep,Rd(1)} = 431,24$	431,24	Piastra d'estremità - trazione
$F_{t,wb,Rd(1)} = 708,83$	708,83	Anima della trave - trazione
$B_{p,Rd} = 933,73$	933,73	Bulloni al passaggio della testa

RESISTENZA DELLA FILA DI BULLONI NUMERO 2

F_{t2,Rd,comp} - Formula	F_{t2,Rd,comp}	Componente
$F_{t2,Rd} = \text{Min} (F_{t2,Rd,comp})$	274,54	Resistenza della fila di bulloni
$F_{t,ep,Rd(2)} = 420,24$	420,24	Piastra d'estremità - trazione
$F_{t,wb,Rd(2)} = 656,43$	656,43	Anima della trave - trazione
$B_{p,Rd} = 933,73$	933,73	Bulloni al passaggio della testa
$F_{t,ep,Rd(2+1)} - \sum_1^1 F_{tj,Rd} = 705,78 - 431,24$	274,54	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd(2+1)} - \sum_1^1 F_{tj,Rd} = 746,91 - 431,24$	315,67	Anima della trave - trazione - gruppo

RESISTENZA DELLA FILA DI BULLONI NUMERO 3

F_{t3,Rd,comp} - Formula	F_{t3,Rd,comp}	Componente
$F_{t3,Rd} = \text{Min} (F_{t3,Rd,comp})$	186,96	Resistenza della fila di bulloni
$F_{t,ep,Rd(3)} = 420,24$	420,24	Piastra d'estremità - trazione
$F_{t,wb,Rd(3)} = 656,43$	656,43	Anima della trave - trazione
$B_{p,Rd} = 933,73$	933,73	Bulloni al passaggio della testa
$F_{t,ep,Rd(3+2)} - \sum_2^2 F_{tj,Rd} = 461,50 - 274,54$	186,96	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd(3+2)} - \sum_2^2 F_{tj,Rd} = 488,40 - 274,54$	213,86	Anima della trave - trazione - gruppo
$F_{t,ep,Rd(3+2+1)} - \sum_2^1 F_{tj,Rd} = 936,53 - 705,78$	230,75	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd(3+2+1)} - \sum_2^1 F_{tj,Rd} = 991,11 - 705,78$	285,33	Anima della trave - trazione - gruppo

RESISTENZA DELLA FILA DI BULLONI NUMERO 4

F_{t4,Rd,comp} - Formula	F_{t4,Rd,comp}	Componente
$F_{t4,Rd} = \text{Min} (F_{t4,Rd,comp})$	230,75	Resistenza della fila di bulloni
$F_{t,ep,Rd(4)} = 420,24$	420,24	Piastra d'estremità - trazione
$F_{t,wb,Rd(4)} = 656,43$	656,43	Anima della trave - trazione
$B_{p,Rd} = 933,73$	933,73	Bulloni al passaggio della testa
$F_{t,ep,Rd(4+3)} - \sum_3^3 F_{tj,Rd} = 461,50 - 186,96$	274,54	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd(4+3)} - \sum_3^3 F_{tj,Rd} = 488,40 - 186,96$	301,44	Anima della trave - trazione - gruppo
$F_{t,ep,Rd(4+3+2)} - \sum_3^2 F_{tj,Rd} = 692,25 - 461,50$	230,75	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd(4+3+2)} - \sum_3^2 F_{tj,Rd} = 732,60 - 461,50$	271,10	Anima della trave - trazione - gruppo
$F_{t,ep,Rd(4+3+2+1)} - \sum_3^1 F_{tj,Rd} = 1167,28 - 892,74$	274,54	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd(4+3+2+1)} - \sum_3^1 F_{tj,Rd} = 1235,31 - 892,74$	342,57	Anima della trave - trazione - gruppo

RESISTENZA DELLA FILA DI BULLONI NUMERO 5

F_{t5,Rd,comp} - Formula	F_{t5,Rd,comp}	Componente
$F_{t5,Rd} = \text{Min} (F_{t5,Rd,comp})$	230,75	Resistenza della fila di bulloni
$F_{t,ep,Rd(5)} = 420,24$	420,24	Piastra d'estremità - trazione
$F_{t,wb,Rd(5)} = 656,43$	656,43	Anima della trave - trazione
$B_{p,Rd} = 933,73$	933,73	Bulloni al passaggio della testa
$F_{t,ep,Rd(5+4)} - \sum_4^4 F_{tj,Rd} = 461,50 - 230,75$	230,75	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd(5+4)} - \sum_4^4 F_{tj,Rd} = 488,40 - 230,75$	257,65	Anima della trave - trazione - gruppo
$F_{t,ep,Rd(5+4+3)} - \sum_4^3 F_{tj,Rd} = 692,25 - 417,72$	274,54	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd(5+4+3)} - \sum_4^3 F_{tj,Rd} = 732,60 - 417,72$	314,88	Anima della trave - trazione - gruppo
$F_{t,ep,Rd(5+4+3+2)} - \sum_4^2 F_{tj,Rd} = 923,01 - 692,25$	230,75	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd(5+4+3+2)} - \sum_4^2 F_{tj,Rd} = 976,80 - 692,25$	284,55	Anima della trave - trazione - gruppo
$F_{t,ep,Rd(5+4+3+2+1)} - \sum_4^1 F_{tj,Rd} = 1398,03 - 1123,50$	274,54	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd(5+4+3+2+1)} - \sum_4^1 F_{tj,Rd} = 1479,51 - 1123,50$	356,02	Anima della trave - trazione - gruppo

RESISTENZA DELLA FILA DI BULLONI NUMERO 6

F_{t6,Rd,comp} - Formula	F_{t6,Rd,comp}	Componente
$F_{t6,Rd} = \text{Min} (F_{t6,Rd,comp})$	431,24	Resistenza della fila di bulloni
$F_{t,ep,Rd(6)} = 431,24$	431,24	Piastra d'estremità - trazione
$F_{t,wb,Rd(6)} = 708,83$	708,83	Anima della trave - trazione
$B_{p,Rd} = 933,73$	933,73	Bulloni al passaggio della testa
$F_{t,ep,Rd(6+5)} - \sum_5^5 F_{tj,Rd} = 705,78 - 230,75$	475,03	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd(6+5)} - \sum_5^5 F_{tj,Rd} = 746,91 - 230,75$	516,16	Anima della trave - trazione - gruppo
$F_{t,ep,Rd(6+5+4)} - \sum_5^4 F_{tj,Rd} = 936,53 - 461,50$	475,03	Piastra d'estremità - trazione - gruppo

F_{t6,Rd,comp} - Formula	F_{t6,Rd,comp}	Componente
$F_{t,wb,Rd}(6 + 5 + 4) - \sum 5^4 F_{tj,Rd} = 991,11 - 461,50$	529,61	Anima della trave - trazione - gruppo
$F_{t,ep,Rd}(6 + 5 + 4 + 3) - \sum 5^3 F_{tj,Rd} = 1167,28 - 648,47$	518,82	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd}(6 + 5 + 4 + 3) - \sum 5^3 F_{tj,Rd} = 1235,31 - 648,47$	586,85	Anima della trave - trazione - gruppo
$F_{t,ep,Rd}(6 + 5 + 4 + 3 + 2) - \sum 5^2 F_{tj,Rd} = 1398,03 - 923,01$	475,03	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd}(6 + 5 + 4 + 3 + 2) - \sum 5^2 F_{tj,Rd} = 1479,51 - 923,01$	556,51	Anima della trave - trazione - gruppo
$F_{t,ep,Rd}(6 + 5 + 4 + 3 + 2 + 1) - \sum 5^1 F_{tj,Rd} = 1873,06 - 1354,25$	518,82	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd}(6 + 5 + 4 + 3 + 2 + 1) - \sum 5^1 F_{tj,Rd} = 1982,23 - 1354,25$	627,98	Anima della trave - trazione - gruppo

TABELLA RICAPITOLATIVA DELLE FORZE

Nr	h _j	F _{tj,Rd}	F _{t,fc,Rd}	F _{t,wc,Rd}	F _{t,ep,Rd}	F _{t,wb,Rd}	F _{t,Rd}	B _{p,Rd}
1	466	431,24	-	-	431,24	708,83	508,32	933,73
2	386	274,54	-	-	420,24	656,43	508,32	933,73
3	306	186,96	-	-	420,24	656,43	508,32	933,73
4	226	230,75	-	-	420,24	656,43	508,32	933,73
5	146	230,75	-	-	420,24	656,43	508,32	933,73
6	66	431,24	-	-	431,24	708,83	508,32	933,73

RESISTENZA DEL GIUNTO ALLA TRAZIONE N_{j,Rd}

$$N_{j,Rd} = \sum F_{tj,Rd}$$

$$N_{j,Rd} = 1785,49 \quad [\text{kN}] \quad \text{Resistenza del giunto alla trazione} \quad [6.2]$$

$$N_{b1,Ed} / N_{j,Rd} \leq 1,0 \quad 0,34 < 1,00 \quad \text{verificato} \quad (0,34)$$

Resistenza del giunto alla flessione

RESISTENZA DELLA FILA DI BULLONI NUMERO 1

F_{t1,Rd,comp} - Formula	F_{t1,Rd,comp}	Componente
$F_{t1,Rd} = \text{Min} (F_{t1,Rd,comp})$	431,24	Resistenza della fila di bulloni
$F_{t,ep,Rd(1)} = 431,24$	431,24	Piastra d'estremità - trazione
$F_{t,wb,Rd(1)} = 708,83$	708,83	Anima della trave - trazione
$B_{p,Rd} = 933,73$	933,73	Bulloni al passaggio della testa
$F_{c,fb,Rd} = 1438,49$	1438,49	Ala della trave - compressione

RESISTENZA DELLA FILA DI BULLONI NUMERO 2

F_{t2,Rd,comp} - Formula	F_{t2,Rd,comp}	Componente
$F_{t2,Rd} = \text{Min} (F_{t2,Rd,comp})$	274,54	Resistenza della fila di bulloni
$F_{t,ep,Rd(2)} = 420,24$	420,24	Piastra d'estremità - trazione
$F_{t,wb,Rd(2)} = 656,43$	656,43	Anima della trave - trazione
$B_{p,Rd} = 933,73$	933,73	Bulloni al passaggio della testa
$F_{c,fb,Rd} - \sum 1^1 F_{tj,Rd} = 1438,49 - 431,24$	1007,25	Ala della trave - compressione
$F_{t,ep,Rd(2+1)} - \sum 1^1 F_{tj,Rd} = 705,78 - 431,24$	274,54	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd(2+1)} - \sum 1^1 F_{tj,Rd} = 746,91 - 431,24$	315,67	Anima della trave - trazione - gruppo

RESISTENZA DELLA FILA DI BULLONI NUMERO 3

F_{t3,Rd,comp} - Formula	F_{t3,Rd,comp}	Componente
$F_{t3,Rd} = \text{Min} (F_{t3,Rd,comp})$	186,96	Resistenza della fila di bulloni
$F_{t,ep,Rd(3)} = 420,24$	420,24	Piastra d'estremità - trazione
$F_{t,wb,Rd(3)} = 656,43$	656,43	Anima della trave - trazione
$B_{p,Rd} = 933,73$	933,73	Bulloni al passaggio della testa
$F_{c,fb,Rd} - \sum 1^2 F_{tj,Rd} = 1438,49 - 705,78$	732,71	Ala della trave - compressione
$F_{t,ep,Rd(3+2)} - \sum 2^2 F_{tj,Rd} = 461,50 - 274,54$	186,96	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd(3+2)} - \sum 2^2 F_{tj,Rd} = 488,40 - 274,54$	213,86	Anima della trave - trazione - gruppo
$F_{t,ep,Rd(3+2+1)} - \sum 2^1 F_{tj,Rd} = 936,53 - 705,78$	230,75	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd(3+2+1)} - \sum 2^1 F_{tj,Rd} = 991,11 - 705,78$	285,33	Anima della trave - trazione - gruppo

RESISTENZA DELLA FILA DI BULLONI NUMERO 4

F_{t4,Rd,comp} - Formula	F_{t4,Rd,comp}	Componente
$F_{t4,Rd} = \text{Min} (F_{t4,Rd,comp})$	230,75	Resistenza della fila di bulloni
$F_{t,ep,Rd(4)} = 420,24$	420,24	Piastra d'estremità - trazione
$F_{t,wb,Rd(4)} = 656,43$	656,43	Anima della trave - trazione
$B_{p,Rd} = 933,73$	933,73	Bulloni al passaggio della testa
$F_{c,fb,Rd} - \sum 1^3 F_{tj,Rd} = 1438,49 - 892,74$	545,74	Ala della trave - compressione
$F_{t,ep,Rd(4+3)} - \sum 3^3 F_{tj,Rd} = 461,50 - 186,96$	274,54	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd(4+3)} - \sum 3^3 F_{tj,Rd} = 488,40 - 186,96$	301,44	Anima della trave - trazione - gruppo
$F_{t,ep,Rd(4+3+2)} - \sum 3^2 F_{tj,Rd} = 692,25 - 461,50$	230,75	Piastra d'estremità - trazione - gruppo

F_{t4,Rd,comp} - Formula	F_{t4,Rd,comp}	Componente
$F_{t,wb,Rd}(4+3+2) - \sum 3^2 F_{tj,Rd} = 732,60 - 461,50$	271,10	Anima della trave - trazione - gruppo
$F_{t,ep,Rd}(4+3+2+1) - \sum 3^1 F_{tj,Rd} = 1167,28 - 892,74$	274,54	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd}(4+3+2+1) - \sum 3^1 F_{tj,Rd} = 1235,31 - 892,74$	342,57	Anima della trave - trazione - gruppo

RESISTENZA DELLA FILA DI BULLONI NUMERO 5

F_{t5,Rd,comp} - Formula	F_{t5,Rd,comp}	Componente
$F_{t5,Rd} = \text{Min} (F_{t5,Rd,comp})$	230,75	Resistenza della fila di bulloni
$F_{t,ep,Rd}(5) = 420,24$	420,24	Piastra d'estremità - trazione
$F_{t,wb,Rd}(5) = 656,43$	656,43	Anima della trave - trazione
$B_{p,Rd} = 933,73$	933,73	Bulloni al passaggio della testa
$F_{c,fb,Rd} - \sum 1^4 F_{tj,Rd} = 1438,49 - 1123,50$	314,99	Ala della trave - compressione
$F_{t,ep,Rd}(5+4) - \sum 4^4 F_{tj,Rd} = 461,50 - 230,75$	230,75	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd}(5+4) - \sum 4^4 F_{tj,Rd} = 488,40 - 230,75$	257,65	Anima della trave - trazione - gruppo
$F_{t,ep,Rd}(5+4+3) - \sum 4^3 F_{tj,Rd} = 692,25 - 417,72$	274,54	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd}(5+4+3) - \sum 4^3 F_{tj,Rd} = 732,60 - 417,72$	314,88	Anima della trave - trazione - gruppo
$F_{t,ep,Rd}(5+4+3+2) - \sum 4^2 F_{tj,Rd} = 923,01 - 692,25$	230,75	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd}(5+4+3+2) - \sum 4^2 F_{tj,Rd} = 976,80 - 692,25$	284,55	Anima della trave - trazione - gruppo
$F_{t,ep,Rd}(5+4+3+2+1) - \sum 4^1 F_{tj,Rd} = 1398,03 - 1123,50$	274,54	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd}(5+4+3+2+1) - \sum 4^1 F_{tj,Rd} = 1479,51 - 1123,50$	356,02	Anima della trave - trazione - gruppo

RESISTENZA DELLA FILA DI BULLONI NUMERO 6

F_{t6,Rd,comp} - Formula	F_{t6,Rd,comp}	Componente
$F_{t6,Rd} = \text{Min} (F_{t6,Rd,comp})$	84,24	Resistenza della fila di bulloni
$F_{t,ep,Rd}(6) = 431,24$	431,24	Piastra d'estremità - trazione
$F_{t,wb,Rd}(6) = 708,83$	708,83	Anima della trave - trazione
$B_{p,Rd} = 933,73$	933,73	Bulloni al passaggio della testa
$F_{c,fb,Rd} - \sum 1^5 F_{tj,Rd} = 1438,49 - 1354,25$	84,24	Ala della trave - compressione
$F_{t,ep,Rd}(6+5) - \sum 5^5 F_{tj,Rd} = 705,78 - 230,75$	475,03	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd}(6+5) - \sum 5^5 F_{tj,Rd} = 746,91 - 230,75$	516,16	Anima della trave - trazione - gruppo
$F_{t,ep,Rd}(6+5+4) - \sum 5^4 F_{tj,Rd} = 936,53 - 461,50$	475,03	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd}(6+5+4) - \sum 5^4 F_{tj,Rd} = 991,11 - 461,50$	529,61	Anima della trave - trazione - gruppo
$F_{t,ep,Rd}(6+5+4+3) - \sum 5^3 F_{tj,Rd} = 1167,28 - 648,47$	518,82	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd}(6+5+4+3) - \sum 5^3 F_{tj,Rd} = 1235,31 - 648,47$	586,85	Anima della trave - trazione - gruppo
$F_{t,ep,Rd}(6+5+4+3+2) - \sum 5^2 F_{tj,Rd} = 1398,03 - 923,01$	475,03	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd}(6+5+4+3+2) - \sum 5^2 F_{tj,Rd} = 1479,51 - 923,01$	556,51	Anima della trave - trazione - gruppo
$F_{t,ep,Rd}(6+5+4+3+2+1) - \sum 5^1 F_{tj,Rd} = 1873,06 - 1354,25$	518,82	Piastra d'estremità - trazione - gruppo
$F_{t,wb,Rd}(6+5+4+3+2+1) - \sum 5^1 F_{tj,Rd} = 1982,23 - 1354,25$	627,98	Anima della trave - trazione - gruppo

TABELLA RICAPITOLATIVA DELLE FORZE

Nr	h _j	F _{tj,Rd}	F _{t,fc,Rd}	F _{t,wc,Rd}	F _{t,ep,Rd}	F _{t,wb,Rd}	F _{t,Rd}	B _{p,Rd}
1	466	431,24	-	-	431,24	708,83	508,32	933,73
2	386	274,54	-	-	420,24	656,43	508,32	933,73
3	306	186,96	-	-	420,24	656,43	508,32	933,73
4	226	230,75	-	-	420,24	656,43	508,32	933,73
5	146	230,75	-	-	420,24	656,43	508,32	933,73
6	66	84,24	-	-	431,24	708,83	508,32	933,73

RESISTENZA DEL GIUNTO ALLA FLESSIONE M_{j,Rd}

$$M_{j,Rd} = \sum h_j F_{tj,Rd}$$

$$M_{j,Rd} = 456,12 \quad [\text{kN} \cdot \text{m}] \quad \text{Resistenza del giunto alla flessione} \quad [6.2]$$

$$M_{b1,Ed} / M_{j,Rd} \leq 1,0 \quad 0,53 < 1,00 \quad \text{verificato} \quad (0,53)$$

Verifica dell'interazione M+N

$$M_{b1,Ed} / M_{j,Rd} + N_{b1,Ed} / N_{j,Rd} \leq 1 \quad [6.2.5.1.(3)]$$

$$M_{b1,Ed} / M_{j,Rd} + N_{b1,Ed} / N_{j,Rd} \quad 0,86 < 1,00 \quad \text{verificato} \quad (0,86)$$

Resistenza del giunto al taglio V_{j,Rd}

$$a_v = 0,60 \quad \text{Coefficiente per il calcolo di } F_{v,Rd} \quad [\text{Tabella 3.4}]$$

$$b_{Lf} = 0,99 \quad \text{Coefficiente di riduzione per i giunti lunghi} \quad [3.8]$$

$$F_{v,Rd} = 215,34 \quad [\text{kN}] \quad \text{Resistenza di un bullone al taglio} \quad [\text{Tabella 3.4}]$$

$$F_{t,Rd,max} = 254,16 \quad [\text{kN}] \quad \text{Resistenza di un bullone alla trazione} \quad [\text{Tabella 3.4}]$$

$$F_{b,Rd,int} = 320,18 \quad [\text{kN}] \quad \text{Resistenza di un bullone intermedio alla pressione} \quad [\text{Tabella 3.4}]$$

$$F_{b,Rd,ext} = 412,80 \quad [\text{kN}] \quad \text{Resistenza di un bullone estremo alla pressione} \quad [\text{Tabella 3.4}]$$

Nr	F _{tj,Rd,N}	F _{tj,Ed,N}	F _{tj,Rd,M}	F _{tj,Ed,M}	F _{tj,Ed}	F _{vj,Rd}
----	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	--------------------	--------------------

Nr	$F_{tj,Rd,N}$	$F_{tj,Ed,N}$	$F_{tj,Rd,M}$	$F_{tj,Ed,M}$	$F_{tj,Ed}$	$F_{vj,Rd}$
1	431,24	144,92	431,24	226,91	371,83	205,65
2	274,54	92,26	274,54	144,46	236,71	287,42
3	186,96	62,83	186,96	98,38	161,21	333,12
4	230,75	77,54	230,75	121,42	198,96	310,27
5	230,75	77,54	230,75	121,42	198,96	310,27
6	431,24	144,92	84,24	44,33	189,24	316,15

$F_{tj,Rd,N}$ – Resistenza di una fila di bulloni alla trazione pura
 $F_{tj,Ed,N}$ – Forza in una fila di bulloni dovuta all'azione assiale
 $F_{tj,Rd,M}$ – Resistenza di una fila di bulloni alla flessione pura
 $F_{tj,Ed,M}$ – Forza in una fila di bulloni dovuta al momento
 $F_{tj,Ed}$ – Forza di trazione massima in una fila di bulloni
 $F_{vj,Rd}$ – Resistenza ridotta della fila di bulloni

$$F_{tj,Ed,N} = N_{j,Ed} F_{tj,Rd,N} / N_{j,Rd}$$

$$F_{tj,Ed,M} = M_{j,Ed} F_{tj,Rd,M} / M_{j,Rd}$$

$$F_{tj,Ed} = F_{tj,Ed,N} + F_{tj,Ed,M}$$

$$F_{vj,Rd} = \min (n_h F_{v,Ed} (1 - F_{tj,Ed} / (1.4 n_h F_{t,Rd,max}), n_h F_{v,Rd}, n_h F_{b,Rd}))$$

$$V_{j,Rd} = n_h \sum_{i=1}^n F_{vj,Rd}$$

[Tabella 3.4]

$$V_{j,Rd} = 1762,88 \quad [\text{kN}]$$

Resistenza del giunto al taglio $V_{j,Rd}$

[Tabella 3.4]

$$V_{b1,Ed} / V_{j,Rd} \leq 1,0$$

$$0,05 < 1,00$$

verificato (0,05)

Resistenza delle saldature

$A_w = 165,70$	$[\text{cm}^2]$	Area di tutte le saldature	[4.5.3.2(2)]
$A_{wy} = 72,18$	$[\text{cm}^2]$	Area delle saldature orizzontali	[4.5.3.2(2)]
$A_{wz} = 93,52$	$[\text{cm}^2]$	Area delle saldature verticali	[4.5.3.2(2)]
$I_{wy} = 69261,51$	$[\text{cm}^4]$	Momento di inerzia del sistema di saldature rispetto all'asse orizz.	[4.5.3.2(5)]
$S^{\wedge}_{\max} = t^{\wedge}_{\max} = 94,21$	$[\text{MPa}]$	Sollecitazione normale nella saldatura	[4.5.3.2(6)]
$S^{\wedge} = t^{\wedge} = 82,89$	$[\text{MPa}]$	Sollecitazione nella saldatura verticale	[4.5.3.2(5)]
$t_{II} = 9,62$	$[\text{MPa}]$	Sollecitazione tangenziale	[4.5.3.2(5)]
$b_w = 0,85$		Coefficiente di correlazione	[4.5.3.2(7)]

$$\ddot{O}[S^{\wedge}_{\max}{}^2 + 3*(t^{\wedge}_{\max}{}^2)] \leq f_u / (b_w * g_{M2}) \quad 188,42 < 404,71 \quad \text{verificato} \quad (0,47)$$

$$\ddot{O}[S^{\wedge}{}^2 + 3*(t^{\wedge}{}^2 + t_{II}{}^2)] \leq f_u / (b_w * g_{M2}) \quad 166,62 < 404,71 \quad \text{verificato} \quad (0,41)$$

$$S^{\wedge} \leq 0.9 * f_u / g_{M2} \quad 94,21 < 309,60 \quad \text{verificato} \quad (0,30)$$

Rigidezza del giunto

L'azione assiale nella trave sorpassa il 5% di resistenza $N_{pl,Rd}$. Conforme al punto 6.3.1.(4) la rigidezza del giunto non può essere calcolata.

Il componente più debole:

ALA E ANIMA DELLA TRAVE IN COMPRESSIONE

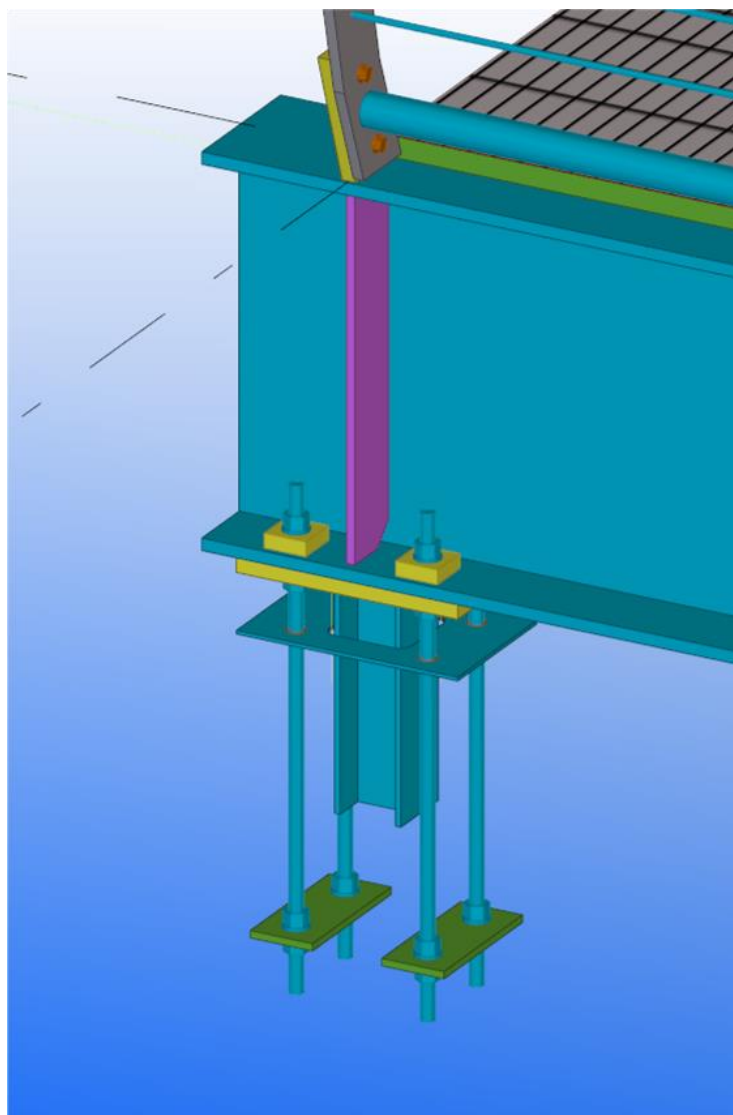
Giunto conforme alla norma

Coefficiente

0,86

7.2.3. Verifica appoggi impalcato vincolati a traslazioni orizzontali lato cls

Gli appoggi scorrevoli unidirezionali e l'appoggio fisso in testata, sono dotati di 4 barre M20 8.8 annegate nel getto e una chiave di tagli HEA100 che si innesta nel calcestruzzo di 250mm.



Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2018

Calcolo del plinto incernierato

Eurocode 3: EN 1993-1-8:2005/AC:2009 + CEB Design Guide: Design of fastenings in concrete

Coefficiente
0,80

Generale

N. giunto: 13
Nome del giunto: Plinto incernierato

Geometria

Colonna

Profilato: HEA 220

$L_c =$	5,00	[m]	Lunghezza della colonna
$a =$	0,0	[Deg]	Angolo d'inclinazione
$h_c =$	210	[mm]	Altezza della sezione della colonna
$b_{fc} =$	220	[mm]	Larghezza della sezione della colonna
$t_{wc} =$	7	[mm]	Spessore dell'anima della sezione della colonna
$t_{fc} =$	11	[mm]	Spessore dell'ala della sezione della colonna

$L_c =$	5,00	[m]	Lunghezza della colonna
$r_c =$	18	[mm]	Raggio di raccordo della sezione della colonna
$A_c =$	64,30	[cm ²]	Area della sezione della colonna
$I_{yc} =$	5410,00	[cm ⁴]	Momento di inerzia della sezione della colonna

Materiale: S 275

$f_{yc} =$	275,00	[MPa]	Resistenza
$f_{uc} =$	430,00	[MPa]	Limite di resistenza del materiale

Plinto della colonna

$l_{pd} =$	300	[mm]	Lunghezza
$b_{pd} =$	230	[mm]	Larghezza
$t_{pd} =$	17	[mm]	Spessore

Materiale: S 275

$f_{ypd} =$	275,00	[MPa]	Resistenza
$f_{upd} =$	430,00	[MPa]	Limite di resistenza del materiale

Ancoraggio

Il piano di taglio attraversa la parte NON FILETTATA del bullone.

Classe =	8.8		Classe di ancoraggi
$f_{yb} =$	640,00	[MPa]	Limite di plasticità del materiale del bullone
$f_{ub} =$	800,00	[MPa]	Resistenza del materiale del bullone alla trazione
$d =$	20	[mm]	Diametro del bullone
$A_s =$	2,45	[cm ²]	Area della sezione efficace del bullone
$A_v =$	3,14	[cm ²]	Area della sezione del bullone
$n_v =$	2		Numero di colonne dei bulloni
$n_H =$	2		Numero di file di bulloni
$e_H =$	190	[mm]	Distanza orizzontale
$e_v =$	150	[mm]	Distanza verticale

Dimensioni di ancoraggi

$L_1 =$	100	[mm]
$L_2 =$	500	[mm]

Rondella

$l_{wd} =$	80	[mm]	Lunghezza
$b_{wd} =$	60	[mm]	Larghezza
$t_{wd} =$	20	[mm]	Spessore

Cuneo

Profilato: HEA 100

$l_w =$	250	[mm]	Lunghezza
---------	-----	------	-----------

Materiale: S 275

$f_{yw} =$	275,00	[MPa]	Resistenza
------------	--------	-------	------------

Coefficienti di materiale

$g_{M0} =$	1,00	Coefficiente di sicurezza parziale
$g_{M2} =$	1,25	Coefficiente di sicurezza parziale
$g_c =$	1,50	Coefficiente di sicurezza parziale

Plinto di fondazione

$L =$	600	[mm]	Lunghezza del plinto
$B =$	900	[mm]	Larghezza del plinto
$H =$	2000	[mm]	Altezza del plinto

Calcestruzzo

Classe C28/35

$f_{ck} =$	35,00	[MPa]	Resistenza caratteristica alla compressione
------------	-------	-------	---

Getto di sigillatura

$t_g =$	30	[mm]	Spessore del getto di sigillatura
$f_{ck,g} =$	12,00	[MPa]	Resistenza caratteristica alla compressione
$C_{f,d} =$	0,30		Coeff. di attrito tra la piastra di base e il calcestruzzo

Saldature

$a_p =$	10	[mm]	Piastra principale del plinto della colonna
$a_w =$	4	[mm]	Cuneo

Carichi

Condizione Calcolo manuale.

$N_{j,Ed} =$	60,00	[kN]	Azione assiale
$V_{j,Ed,y} =$	330,00	[kN]	Azione tagliante
$V_{j,Ed,z} =$	386,00	[kN]	Azione tagliante

Risultati

Zona in trazione

ROTTURA DEL BULLONE D'ANCORAGGIO

$A_b =$	2,45	[cm ²]	Area efficace del bullone	[Tabella 3.4]
$f_{ub} =$	800,00	[MPa]	Resistenza del materiale del bullone alla trazione	[Tabella 3.4]
$\beta =$	0,85		Coefficiente di riduzione della resistenza del bullone	[3.6.1.(3)]
$F_{t,Rd,s1} = \beta \cdot 0.9 \cdot f_{ub} \cdot A_b / g_{M2}$				
$F_{t,Rd,s1} =$	119,95	[kN]	Resistenza del bullone alla rottura	[Tabella 3.4]
$g_{Ms} =$	1,20		Coefficiente di sicurezza parziale	CEB [3.2.3.2]
$f_{yb} =$	640,00	[MPa]	Limite di plasticità del materiale del bullone	CEB [9.2.2]
$F_{t,Rd,s2} = f_{yb} \cdot A_b / g_{Ms}$				
$F_{t,Rd,s2} =$	130,67	[kN]	Resistenza del bullone alla rottura	CEB [9.2.2]
$F_{t,Rd,s} = \min(F_{t,Rd,s1}, F_{t,Rd,s2})$				
$F_{t,Rd,s} =$	119,95	[kN]	Resistenza del bullone alla rottura	

STRAPPO DEL BULLONE DI ANCORAGGIO DAL CALCESTRUZZO

$f_{ck} =$	35,00	[MPa]	Resistenza caratteristica del calcestruzzo alla compressione EN 1992-1:[3.1.2]	
$f_{ctd} = 0.7 \cdot 0.3 \cdot f_{ck}^{2/3} / g_c$				
$f_{ctd} =$	1,50	[MPa]	Resistenza di calcolo alla trazione	EN 1992-1:[8.4.2.(2)]
$h_1 =$	1,00		Coeff. dipendente dalle condizioni del getto di calcestruzzo e dell'aderenza EN 1992-1:[8.4.2.(2)]	
$h_2 =$	1,00		Coeff. dipendente dal diametro barra	EN 1992-1:[8.4.2.(2)]
$f_{bd} = 2.25 \cdot h_1 \cdot h_2 \cdot f_{ctd}$				
$f_{bd} =$	3,37	[MPa]	Aderenza di calcolo ammissibile	EN 1992-1:[8.4.2.(2)]
$h_{ef} =$	500	[mm]	Lunghezza efficace del bullone di ancoraggio	EN 1992-1:[8.4.2.(2)]
$F_{t,Rd,p} = p \cdot d \cdot h_{ef} \cdot f_{bd}$				
$F_{t,Rd,p} =$	105,89	[kN]	Resistenza di calc. per il sollevamento	EN 1992-1:[8.4.2.(2)]

STRAPPO DEL CONO DEL CALCESTRUZZO

$h_{ef} =$	250	[mm]	Lunghezza efficace del bullone di ancoraggio	CEB [9.2.4]
$N_{Rk,c}^0 = 7.5 [N^{0.5}/mm^{0.5}] \cdot f_{ck} \cdot h_{ef}^{1.5}$				
$N_{Rk,c}^0 =$	175,39	[kN]	Resistenza caratteristica del bullone d'ancoraggio	CEB [9.2.4]
$s_{cr,N} =$	750	[mm]	Larghezza critica del cono del calcestruzzo	CEB [9.2.4]
$c_{cr,N} =$	375	[mm]	Distanza critica dal bordo della fondazione	CEB [9.2.4]
$A_{c,N0} =$	8460,00	[cm ²]	Area massima del cono	CEB [9.2.4]
$A_{c,N} =$	5400,00	[cm ²]	Area reale del cono	CEB [9.2.4]
$\gamma_{A,N} = A_{c,N} / A_{c,N0}$				
$\gamma_{A,N} =$	0,64		Coeff. dipendente dall'interasse dell'ancoraggio e dalla distanza dal bordo CEB [9.2.4]	
$c =$	205	[mm]	Distanza minima dell'ancoraggio dal bordo	CEB [9.2.4]
$\gamma_{s,N} = 0.7 + 0.3 \cdot c / c_{cr,N} \leq 1.0$				
$\gamma_{s,N} =$	0,86		Coeff. dipendente dalla distanza dell'ancoraggio dal bordo della fondazione CEB [9.2.4]	
$\gamma_{ec,N} =$	1,00		Coeff. dipendente dalla ripartizione delle forze di trazione negli ancoraggi CEB [9.2.4]	
$\gamma_{re,N} = 0.5 + h_{ef}[mm] / 200 \leq 1.0$				
$\gamma_{re,N} =$	1,00		Coeff. dipendente dalla densità dell'armatura della fondazione CEB [9.2.4]	
$\gamma_{ucr,N} =$	1,00		Coeff. dipendente dal grado di fessurazione del calcestruzzo CEB [9.2.4]	
$g_{Mc} =$	2,16		Coefficiente di sicurezza parziale	CEB [3.2.3.1]
$F_{t,Rd,c} = N_{Rk,c}^0 \cdot \gamma_{A,N} \cdot \gamma_{s,N} \cdot \gamma_{ec,N} \cdot \gamma_{re,N} \cdot \gamma_{ucr,N} / g_{Mc}$				
$F_{t,Rd,c} =$	44,78	[kN]	Resistenza di calcolo dell'ancoraggio allo strappo del cono del calcestruzzo EN 1992-1:[8.4.2.(2)]	

SPACCO DEL CALCESTRUZZO

$h_{ef} =$	500	[mm]	Lunghezza efficace del bullone di ancoraggio	CEB [9.2.5]
$N_{Rk,c}^0 = 7.5 [N^{0.5}/mm^{0.5}] \cdot f_{ck} \cdot h_{ef}^{1.5}$				
$N_{Rk,c}^0 =$	496,08	[kN]	Resistenza di calc. per il sollevamento	CEB [9.2.5]
$s_{cr,N} =$	1000	[mm]	Larghezza critica del cono del calcestruzzo	CEB [9.2.5]
$c_{cr,N} =$	500	[mm]	Distanza critica dal bordo della fondazione	CEB [9.2.5]
$A_{c,N0} =$	13685,00	[cm ²]	Area massima del cono	CEB [9.2.5]
$A_{c,N} =$	5400,00	[cm ²]	Area reale del cono	CEB [9.2.5]
$\gamma_{A,N} = A_{c,N} / A_{c,N0}$				
$\gamma_{A,N} =$	0,39		Coeff. dipendente dall'interasse dell'ancoraggio e dalla distanza dal bordo CEB [9.2.5]	
$c =$	205	[mm]	Distanza minima dell'ancoraggio dal bordo	CEB [9.2.5]
$\gamma_{s,N} = 0.7 + 0.3 \cdot c / c_{cr,N} \leq 1.0$				
$\gamma_{s,N} =$	0,82		Coeff. dipendente dalla distanza dell'ancoraggio dal bordo della fondazione CEB [9.2.5]	
$\gamma_{ec,N} =$	1,00		Coeff. dipendente dalla ripartizione delle forze di trazione negli ancoraggi CEB [9.2.5]	
$\gamma_{re,N} = 0.5 + h_{ef}[mm] / 200 \leq 1.0$				
$\gamma_{re,N} =$	1,00		Coeff. dipendente dalla densità dell'armatura della fondazione CEB [9.2.5]	
$\gamma_{ucr,N} =$	1,00		Coeff. dipendente dal grado di fessurazione del calcestruzzo CEB [9.2.5]	
$\gamma_{h,N} = (h / (2 \cdot h_{ef}))^{2/3} \leq 1.2$				

$y_{h,N} =$	1,20	Coeff. dipendente dall'altezza della fondazione	CEB [9.2.5]
$g_{M,sp} =$	2,16	Coefficiente di sicurezza parziale	CEB [3.2.3.1]
$F_{t,Rd,sp} = N_{Rk,c} \cdot 0 \cdot y_{A,N} \cdot y_{S,N} \cdot y_{Ec,N} \cdot y_{Fe,N} \cdot y_{ucr,N} \cdot y_{h,N} / g_{M,sp}$			
$F_{t,Rd,sp} =$	89,50 [kN]	Resistenza di calcolo dell'ancoraggio allo spacco del calcestruzzo	CEB [9.2.5]
RESISTENZA DELL'ANCORAGGIO ALLA TRAZIONE			
$F_{t,Rd} = \min(F_{t,Rd,s}, F_{t,Rd,p}, F_{t,Rd,c}, F_{t,Rd,sp})$			
$F_{t,Rd} =$	44,78 [kN]	Resistenza dell'ancoraggio alla trazione	
FLESSIONE DELLA PIASTRA DI BASE			
$l_{eff,1} =$	284 [mm]	Lunghezza efficace per un bullone per il modo 1	[6.2.6.5]
$l_{eff,2} =$	284 [mm]	Lunghezza efficace per un bullone per il modo 2	[6.2.6.5]
$m =$	60 [mm]	Distanza del bullone dal bordo di irrigidimento	[6.2.6.5]
$M_{pl,1,Rd} =$	5,65 [kN*m]	Resistenza plastica della piastra per il modo 1	[6.2.4]
$M_{pl,2,Rd} =$	5,65 [kN*m]	Resistenza plastica della piastra per il modo 2	[6.2.4]
$F_{T,1,Rd} =$	375,67 [kN]	Resistenza della piastra per il modo 1	[6.2.4]
$F_{T,2,Rd} =$	148,60 [kN]	Resistenza della piastra per il modo 2	[6.2.4]
$F_{T,3,Rd} =$	89,56 [kN]	Resistenza della piastra per il modo 3	[6.2.4]
$F_{t,pl,Rd} = \min(F_{T,1,Rd}, F_{T,2,Rd}, F_{T,3,Rd})$			
$F_{t,pl,Rd} =$	89,56 [kN]	Resistenza della piastra in trazione	[6.2.4]
RESISTENZA DELL'ANIMA DELLA COLONNA ALLA TRAZIONE			
$t_{wc} =$	7 [mm]	Spessore efficace dell'anima della colonna	[6.2.6.3.(8)]
$b_{eff,t,wc} =$	284 [mm]	Larghezza efficace dell'anima in trazione	[6.2.6.3.(2)]
$A_{vc} =$	20,63 [cm ²]	Area al taglio	EN1993-1-1:[6.2.6.(3)]
$w =$	0,67	Coefficiente di riduzione per l'interazione con il taglio	[6.2.6.3.(4)]
$F_{t,wc,Rd} = w \cdot b_{eff,t,wc} \cdot t_{wc} \cdot f_{yc} / g_{M0}$			
$F_{t,wc,Rd} =$	368,27 [kN]	Resistenza dell'anima della colonna	[6.2.6.3.(1)]
RESISTENZA DEL PLINTO NELLA ZONA IN TRAZIONE			
$N_{j,Rd} =$	179,12 [kN]	Resistenza del plinto alla trazione assiale	[6.2.8.3]
Controllo della resistenza del giunto			
$N_{j,Ed} / N_{j,Rd} \leq 1,0$ (6.24)		0,33 < 1,00	verificato (0,33)
Taglio			
PRESSIONE DEL BULLONE D'ANCORAGGIO SULLA PIASTRA DI BASE			
Taglio della forza $V_{j,Ed,y}$			
$a_{d,y} =$	0,61	Coeff. di posizione dei bulloni: nella direzione del taglio	[Tabella 3.4]
$a_{b,y} =$	0,61	Coeff. per il calcolo della resistenza $F_{1,vb,Rd}$	[Tabella 3.4]
$k_{1,y} =$	2,50	Coeff. di posizione dei bulloni: perpendicolari alla direzione del taglio	[Tabella 3.4]
$F_{1,vb,Rd,y} = k_{1,y} \cdot a_{b,y} \cdot f_{up} \cdot d \cdot t_p / g_{M2}$			
$F_{1,vb,Rd,y} =$	177,21 [kN]	Resistenza del bullone d'ancoraggio alla pressione sulla piastra di base	[6.2.2.(7)]
Taglio della forza $V_{j,Ed,z}$			
$a_{d,z} =$	0,83	Coeff. di posizione dei bulloni: nella direzione del taglio	[Tabella 3.4]
$a_{b,z} =$	0,83	Coeff. per il calcolo della resistenza $F_{1,vb,Rd}$	[Tabella 3.4]
$k_{1,z} =$	2,50	Coeff. di posizione dei bulloni: perpendicolari alla direzione del taglio	[Tabella 3.4]
$F_{1,vb,Rd,z} = k_{1,z} \cdot a_{b,z} \cdot f_{up} \cdot d \cdot t_p / g_{M2}$			
$F_{1,vb,Rd,z} =$	243,67 [kN]	Resistenza del bullone d'ancoraggio alla pressione sulla piastra di base	[6.2.2.(7)]
TAGLIO DEL BULLONE D'ANCORAGGIO			
$a_b =$	0,25	Coeff. per il calcolo della resistenza $F_{2,vb,Rd}$	[6.2.2.(7)]
$A_{vb} =$	3,14 [cm ²]	Area della sezione del bullone	[6.2.2.(7)]
$f_{ub} =$	800,00 [MPa]	Resistenza del materiale del bullone alla trazione	[6.2.2.(7)]
$g_{M2} =$	1,25	Coefficiente di sicurezza parziale	[6.2.2.(7)]
$F_{2,vb,Rd} = a_b \cdot f_{ub} \cdot A_{vb} / g_{M2}$			
$F_{2,vb,Rd} =$	49,86 [kN]	Resistenza del bullone al taglio - senza effetto della leva	[6.2.2.(7)]
$a_M =$	2,00	Coeff. dipendente dal fissaggio di un ancoraggio alla fondazione	CEB [9.3.2.2]
$M_{Rk,s} =$	0,67 [kN*m]	Resistenza caratteristica dell'ancoraggio alla flessione	CEB [9.3.2.2]
$l_{sm} =$	49 [mm]	Lunghezza del braccio di leva	CEB [9.3.2.2]
$g_{Ms} =$	1,20	Coefficiente di sicurezza parziale	CEB [3.2.3.2]
$F_{v,Rd,sm} = a_M \cdot M_{Rk,s} / (l_{sm} \cdot g_{Ms})$			
$F_{v,Rd,sm} =$	22,94 [kN]	Resistenza del bullone al taglio - con effetto della leva	CEB [9.3.1]
DISTRUZIONE DEL CONO DEL CALCESTRUZZO			
$N_{Rk,c} =$	96,73 [kN]	Resistenza di calc. per il sollevamento	CEB [9.2.4]
$k_3 =$	2,00	Coeff. dipendente dalla lunghezza dell'ancoraggio	CEB [9.3.3]
$g_{Mc} =$	2,16	Coefficiente di sicurezza parziale	CEB [3.2.3.1]
$F_{v,Rd,cp} = k_3 \cdot N_{Rk,c} / g_{Mc}$			
$F_{v,Rd,cp} =$	89,56 [kN]	Resistenza del calcestruzzo alla distruzione	CEB [9.3.1]

DISTRUZIONE DEL BORDO DEL CALCESTRUZZO**Taglio della forza $V_{j,Ed,y}$**

$V_{Rk,c,y} = 694,61$ [kN]	Resistenza caratteristica del bullone d'ancoraggio	CEB [9.3.4.(a)]
$\gamma_{A,V,y} = 0,36$	Coeff. dipendente dall'interasse dell'ancoraggio e dalla distanza dal bordo	CEB [9.3.4]
$\gamma_{h,V,y} = 1,00$	Coeff. dipendente dallo spessore della fondazione	CEB [9.3.4.(c)]
$\gamma_{s,V,y} = 0,81$	Coeff. di influenza dei bordi paralleli all'azione tagliante	CEB [9.3.4.(d)]
$\gamma_{ec,V,y} = 1,00$	Coeff. di irregolarità della ripartizione dell'azione tagliante sui singoli ancoraggi di un gruppo	CEB [9.3.4.(e)]
$\gamma_{a,V,y} = 1,00$	Coeff. dipendente dall'angolo dell'azione tagliante	CEB [9.3.4.(f)]
$\gamma_{ucr,V,y} = 1,00$	Coeff. dipendente dal tipo di armatura dei bordi utilizzata	CEB [9.3.4.(g)]
$g_{Mc} = 2,16$	Coefficiente di sicurezza parziale	CEB [3.2.3.1]
$F_{v,Rd,c,y} = V_{Rk,c,y} \cdot \gamma_{A,V,y} \cdot \gamma_{h,V,y} \cdot \gamma_{s,V,y} \cdot \gamma_{ec,V,y} \cdot \gamma_{a,V,y} \cdot \gamma_{ucr,V,y} / g_{Mc}$		
$F_{v,Rd,c,y} = 94,85$ [kN]	Resistenza del calcestruzzo alla distruzione del bordo	CEB [9.3.1]

Taglio della forza $V_{j,Ed,z}$

$V_{Rk,c,z} = 280,75$ [kN]	Resistenza caratteristica del bullone d'ancoraggio	CEB [9.3.4.(a)]
$\gamma_{A,V,z} = 1,00$	Coeff. dipendente dall'interasse dell'ancoraggio e dalla distanza dal bordo	CEB [9.3.4]
$\gamma_{h,V,z} = 1,00$	Coeff. dipendente dallo spessore della fondazione	CEB [9.3.4.(c)]
$\gamma_{s,V,z} = 1,00$	Coeff. di influenza dei bordi paralleli all'azione tagliante	CEB [9.3.4.(d)]
$\gamma_{ec,V,z} = 1,00$	Coeff. di irregolarità della ripartizione dell'azione tagliante sui singoli ancoraggi di un gruppo	CEB [9.3.4.(e)]
$\gamma_{a,V,z} = 1,00$	Coeff. dipendente dall'angolo dell'azione tagliante	CEB [9.3.4.(f)]
$\gamma_{ucr,V,z} = 1,00$	Coeff. dipendente dal tipo di armatura dei bordi utilizzata	CEB [9.3.4.(g)]
$g_{Mc} = 2,16$	Coefficiente di sicurezza parziale	CEB [3.2.3.1]
$F_{v,Rd,c,z} = V_{Rk,c,z} \cdot \gamma_{A,V,z} \cdot \gamma_{h,V,z} \cdot \gamma_{s,V,z} \cdot \gamma_{ec,V,z} \cdot \gamma_{a,V,z} \cdot \gamma_{ucr,V,z} / g_{Mc}$		
$F_{v,Rd,c,z} = 129,98$ [kN]	Resistenza del calcestruzzo alla distruzione del bordo	CEB [9.3.1]

SLITTAMENTO DEL PLINTO

$C_{f,d} = 0,30$	Coeff. di attrito tra la piastra di base e il calcestruzzo	[6.2.2.(6)]
$N_{c,Ed} = 0,00$ [kN]	Azione di compressione	[6.2.2.(6)]
$F_{f,Rd} = C_{f,d} \cdot N_{c,Ed}$		
$F_{f,Rd} = 0,00$ [kN]	Resistenza allo slittamento	[6.2.2.(6)]

CONTATTO DELLA CAVETTA CON CALCESTRUZZO

$F_{v,Rd,wg,y} = 1.4 \cdot l_w \cdot b_{wg} \cdot f_{ck} / g_c$		
$F_{v,Rd,wg,y} = 784,00$ [kN]	Resistenza al contatto della cavetta con calcestruzzo	
$F_{v,Rd,wg,z} = 1.4 \cdot l_w \cdot b_{wz} \cdot f_{ck} / g_c$		
$F_{v,Rd,wg,z} = 816,67$ [kN]	Resistenza al contatto della cavetta con calcestruzzo	

CONTROLLO DEL TAGLIO

$V_{j,Rd,y} = n_b \cdot \min(F_{1,vb,Rd,y}, F_{2,vb,Rd}, F_{v,Rd,sm}, F_{v,Rd,cp}, F_{v,Rd,c,y}) + F_{v,Rd,wg,y} + F_{f,Rd}$		
$V_{j,Rd,y} = 875,74$ [kN]	Resistenza del giunto al taglio $V_{j,Rd}$	CEB [9.3.1]
$V_{j,Ed,y} / V_{j,Rd,y} \leq 1,0$	0,38 < 1,00	verificato (0,38)
$V_{j,Rd,z} = n_b \cdot \min(F_{1,vb,Rd,z}, F_{2,vb,Rd}, F_{v,Rd,sm}, F_{v,Rd,cp}, F_{v,Rd,c,z}) + F_{v,Rd,wg,z} + F_{f,Rd}$		
$V_{j,Rd,z} = 908,41$ [kN]	Resistenza del giunto al taglio $V_{j,Rd}$	CEB [9.3.1]
$V_{j,Ed,z} / V_{j,Rd,z} \leq 1,0$	0,42 < 1,00	verificato (0,42)
$V_{j,Ed,y} / V_{j,Rd,y} + V_{j,Ed,z} / V_{j,Rd,z} \leq 1,0$	0,80 < 1,00	verificato (0,80)

Saldature tra la colonna e la piastra della base

$s^{\wedge} = 3,42$ [MPa]	Sollecitazione normale nella saldatura	[4.5.3.(7)]
$t^{\wedge} = 3,42$ [MPa]	Sollecitazione tangenziale perpendicolare	[4.5.3.(7)]
$t_{yII} = 38,11$ [MPa]	Sollecitazione tangenziale parallela a $V_{j,Ed,y}$	[4.5.3.(7)]
$t_{zII} = 102,66$ [MPa]	Sollecitazione tangenziale parallela a $V_{j,Ed,z}$	[4.5.3.(7)]
$b_w = 0,85$	Coefficiente dovuto alla resistenza	[4.5.3.(7)]
$s^{\wedge} / (0.9 \cdot f_u / g_{M2}) \leq 1.0$ (4.1)	0,01 < 1,00	verificato (0,01)
$\sqrt{s^{\wedge 2} + 3.0 \cdot (t_{yII}^2 + t^{\wedge 2})} / (f_u / (b_w \cdot g_{M2})) \leq 1.0$ (4.1)	0,16 < 1,00	verificato (0,16)
$\sqrt{s^{\wedge 2} + 3.0 \cdot (t_{zII}^2 + t^{\wedge 2})} / (f_u / (b_w \cdot g_{M2})) \leq 1.0$ (4.1)	0,44 < 1,00	verificato (0,44)

Il componente più debole:

BULLONE DI ANCORAGGIO AL TAGLIO - CON EFFETTO DELLA LEVA

Note

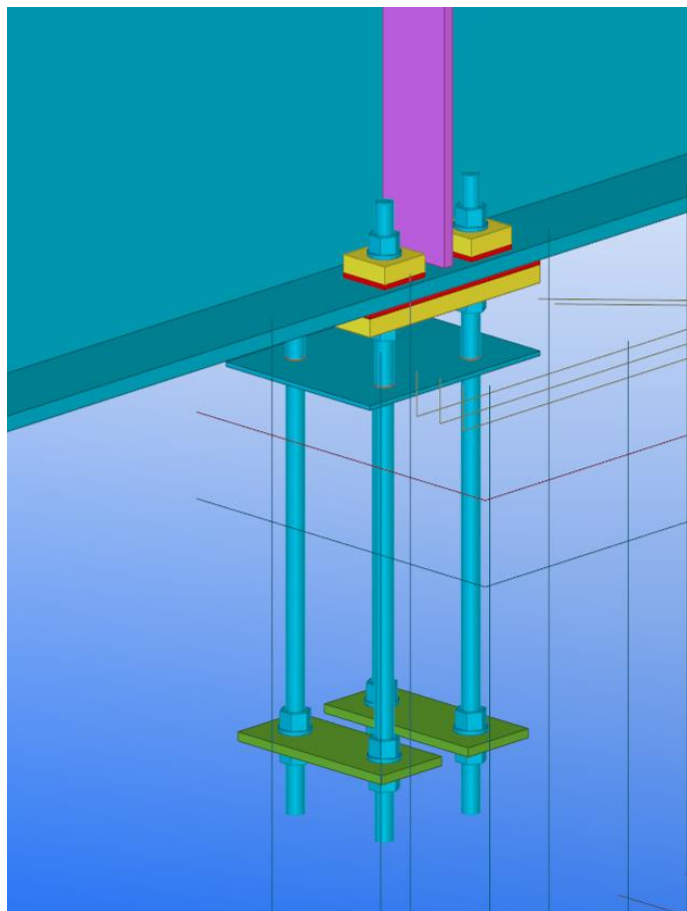
Distanza del bullone di ancoraggio dal rialzo della colonna troppo piccola.

Giunto conforme alla norma Coefficiente 0,80

7.2.4. Verifica appoggi impalcato svincolati a traslazioni orizzontali lato cls

Il nodo in questione sopporta solo azioni verticali. Le forze di compressione si scaricano direttamente sul calcestruzzo attraverso uno stato di emaco mentre quelle di trazione vengono contenute da 4 barre M20 8.8 annegate nel getto.

La massima forza di sollevamento registrata nei calcoli è pari a 60 kN.



Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2018

Calcolo del plinto incernierato

Eurocode 3: EN 1993-1-8:2005/AC:2009 + CEB Design Guide: Design of fastenings in concrete

Coefficiente
0,33

Generale

N. giunto: 10
Nome del giunto: Plinto incernierato

Geometria

Colonna

Profilato: HEA 220

$L_c =$	5,00	[m]	Lunghezza della colonna
$a =$	0,0	[Deg]	Angolo d'inclinazione
$h_c =$	210	[mm]	Altezza della sezione della colonna
$b_{fc} =$	220	[mm]	Larghezza della sezione della colonna
$t_{wc} =$	7	[mm]	Spessore dell'anima della sezione della colonna
$t_{fc} =$	11	[mm]	Spessore dell'ala della sezione della colonna
$r_c =$	18	[mm]	Raggio di raccordo della sezione della colonna
$A_c =$	64,30	[cm ²]	Area della sezione della colonna
$I_{yc} =$	5410,00	[cm ⁴]	Momento di inerzia della sezione della colonna

Materiale: S 275

$f_{yc} =$	275,00	[MPa]	Resistenza
$f_{uc} =$	430,00	[MPa]	Limite di resistenza del materiale

Plinto della colonna

$l_{pd} =$	300	[mm]	Lunghezza
$b_{pd} =$	230	[mm]	Larghezza
$t_{pd} =$	17	[mm]	Spessore
Materiale: S 275			
$f_{ypd} =$	275,00	[MPa]	Resistenza
$f_{upd} =$	430,00	[MPa]	Limite di resistenza del materiale

Ancoraggio

Il piano di taglio attraversa la parte NON FILETTATA del bullone.

Classe =	8.8		Classe di ancoraggi
$f_{yb} =$	640,00	[MPa]	Limite di plasticità del materiale del bullone
$f_{ub} =$	800,00	[MPa]	Resistenza del materiale del bullone alla trazione
$d =$	20	[mm]	Diametro del bullone
$A_s =$	2,45	[cm ²]	Area della sezione efficace del bullone
$A_v =$	3,14	[cm ²]	Area della sezione del bullone
$n_v =$	2		Numero di colonne dei bulloni
$n_H =$	2		Numero di file di bulloni
$e_H =$	190	[mm]	Distanza orizzontale
$e_v =$	150	[mm]	Distanza verticale

Dimensioni di ancoraggi

$L_1 =$	100	[mm]
$L_2 =$	500	[mm]

Rondella

$l_{wd} =$	80	[mm]	Lunghezza
$b_{wd} =$	60	[mm]	Larghezza
$t_{wd} =$	20	[mm]	Spessore

Coefficienti di materiale

$g_{M0} =$	1,00	Coefficiente di sicurezza parziale
$g_{M2} =$	1,25	Coefficiente di sicurezza parziale
$g_C =$	1,50	Coefficiente di sicurezza parziale

Plinto di fondazione

$L =$	600	[mm]	Lunghezza del plinto
$B =$	900	[mm]	Larghezza del plinto
$H =$	2000	[mm]	Altezza del plinto

Calcestruzzo

Classe	C28/35	
$f_{ck} =$	35,00	[MPa] Resistenza caratteristica alla compressione

Getto di sigillatura

$t_g =$	30	[mm]	Spessore del getto di sigillatura
$f_{ck,g} =$	12,00	[MPa]	Resistenza caratteristica alla compressione
$C_{f,d} =$	0,30		Coeff. di attrito tra la piastra di base e il calcestruzzo

Saldature

$a_p =$	10	[mm]	Piastra principale del plinto della colonna
---------	----	------	---

Carichi

Condizione		Calcolo manuale.
------------	--	------------------

$N_{j,Ed} =$	60,00	[kN]	Azione assiale
--------------	-------	------	----------------

Risultati**Zona in trazione****ROTTURA DEL BULLONE D'ANCORAGGIO**

$A_b =$	2,45	[cm ²]	Area efficace del bullone	[Tabella 3.4]
$f_{ub} =$	800,00	[MPa]	Resistenza del materiale del bullone alla trazione	[Tabella 3.4]
$\beta =$	0,85		Coefficiente di riduzione della resistenza del bullone	[3.6.1.(3)]
$F_{t,Rd,s1} = \beta \cdot 0,9 \cdot f_{ub} \cdot A_b / g_{M2}$				
$F_{t,Rd,s1} =$	119,95	[kN]	Resistenza del bullone alla rottura	[Tabella 3.4]
$g_{Ms} =$	1,20		Coefficiente di sicurezza parziale	CEB [3.2.3.2]
$f_{yb} =$	640,00	[MPa]	Limite di plasticità del materiale del bullone	CEB [9.2.2]
$F_{t,Rd,s2} = f_{yb} \cdot A_b / g_{Ms}$				
$F_{t,Rd,s2} =$	130,67	[kN]	Resistenza del bullone alla rottura	CEB [9.2.2]
$F_{t,Rd,s} = \min(F_{t,Rd,s1}, F_{t,Rd,s2})$				
$F_{t,Rd,s} =$	119,95	[kN]	Resistenza del bullone alla rottura	

STRAPPO DEL BULLONE DI ANCORAGGIO DAL CALCESTRUZZO

$f_{ck} =$	35,00	[MPa]	Resistenza caratteristica del calcestruzzo alla compressione EN 1992-1-[3.1.2]
------------	-------	-------	--

$f_{ctd} = 0.7 \cdot 0.3 \cdot f_{ck}^{2/3} / g_c$			
$f_{ctd} = 1,50$	[MPa]	Resistenza di calcolo alla trazione	EN 1992-1:[8.4.2.(2)]
$h_1 = 1,00$		Coeff. dipendente dalle condizioni del getto di calcestruzzo e dell'aderenza	EN 1992-1:[8.4.2.(2)]
$h_2 = 1,00$		Coeff. dipendente dal diametro barra	EN 1992-1:[8.4.2.(2)]
$f_{bd} = 2.25 \cdot h_1 \cdot h_2 \cdot f_{ctd}$			
$f_{bd} = 3,37$	[MPa]	Aderenza di calcolo ammissibile	EN 1992-1:[8.4.2.(2)]
$h_{ef} = 500$	[mm]	Lunghezza efficace del bullone di ancoraggio	EN 1992-1:[8.4.2.(2)]
$F_{t,Rd,p} = p \cdot d \cdot h_{ef} \cdot f_{bd}$			
$F_{t,Rd,p} = 105,89$	[kN]	Resistenza di calc. per il sollevamento	EN 1992-1:[8.4.2.(2)]

STRAPPO DEL CONO DEL CALCESTRUZZO

$h_{ef} = 250$	[mm]	Lunghezza efficace del bullone di ancoraggio	CEB [9.2.4]
$N_{Rk,c}^0 = 7.5 [N^{0.5}/mm^{0.5}] \cdot f_{ck} \cdot h_{ef}^{1.5}$			
$N_{Rk,c}^0 = 175,39$	[kN]	Resistenza caratteristica del bullone d'ancoraggio	CEB [9.2.4]
$s_{cr,N} = 750$	[mm]	Larghezza critica del cono del calcestruzzo	CEB [9.2.4]
$c_{cr,N} = 375$	[mm]	Distanza critica dal bordo della fondazione	CEB [9.2.4]
$A_{c,N0} = 8460,00$	[cm ²]	Area massima del cono	CEB [9.2.4]
$A_{c,N} = 5400,00$	[cm ²]	Area reale del cono	CEB [9.2.4]
$y_{A,N} = A_{c,N} / A_{c,N0}$			
$y_{A,N} = 0,64$		Coeff. dipendente dall'interasse dell'ancoraggio e dalla distanza dal bordo	CEB [9.2.4]
$c = 205$	[mm]	Distanza minima dell'ancoraggio dal bordo	CEB [9.2.4]
$y_{s,N} = 0.7 + 0.3 \cdot c / c_{cr,N} \leq 1.0$			
$y_{s,N} = 0,86$		Coeff. dipendente dalla distanza dell'ancoraggio dal bordo della fondazione	CEB [9.2.4]
$y_{ec,N} = 1,00$		Coeff. dipendente dalla ripartizione delle forze di trazione negli ancoraggi	CEB [9.2.4]
$y_{re,N} = 0.5 + h_{ef}[mm] / 200 \leq 1.0$			
$y_{re,N} = 1,00$		Coeff. dipendente dalla densità dell'armatura della fondazione	CEB [9.2.4]
$y_{ucr,N} = 1,00$		Coeff. dipendente dal grado di fessurazione del calcestruzzo	CEB [9.2.4]
$g_{Mc} = 2,16$		Coefficiente di sicurezza parziale	CEB [3.2.3.1]
$F_{t,Rd,c} = N_{Rk,c}^0 \cdot y_{A,N} \cdot y_{s,N} \cdot y_{ec,N} \cdot y_{re,N} \cdot y_{ucr,N} / g_{Mc}$			
$F_{t,Rd,c} = 44,78$	[kN]	Resistenza di calcolo dell'ancoraggio allo strappo del cono del calcestruzzo	EN 1992-1:[8.4.2.(2)]

SPACCO DEL CALCESTRUZZO

$h_{ef} = 500$	[mm]	Lunghezza efficace del bullone di ancoraggio	CEB [9.2.5]
$N_{Rk,c}^0 = 7.5 [N^{0.5}/mm^{0.5}] \cdot f_{ck} \cdot h_{ef}^{1.5}$			
$N_{Rk,c}^0 = 496,08$	[kN]	Resistenza di calc. per il sollevamento	CEB [9.2.5]
$s_{cr,N} = 1000$	[mm]	Larghezza critica del cono del calcestruzzo	CEB [9.2.5]
$c_{cr,N} = 500$	[mm]	Distanza critica dal bordo della fondazione	CEB [9.2.5]
$A_{c,N0} = 13685,00$	[cm ²]	Area massima del cono	CEB [9.2.5]
$A_{c,N} = 5400,00$	[cm ²]	Area reale del cono	CEB [9.2.5]
$y_{A,N} = A_{c,N} / A_{c,N0}$			
$y_{A,N} = 0,39$		Coeff. dipendente dall'interasse dell'ancoraggio e dalla distanza dal bordo	CEB [9.2.5]
$c = 205$	[mm]	Distanza minima dell'ancoraggio dal bordo	CEB [9.2.5]
$y_{s,N} = 0.7 + 0.3 \cdot c / c_{cr,N} \leq 1.0$			
$y_{s,N} = 0,82$		Coeff. dipendente dalla distanza dell'ancoraggio dal bordo della fondazione	CEB [9.2.5]
$y_{ec,N} = 1,00$		Coeff. dipendente dalla ripartizione delle forze di trazione negli ancoraggi	CEB [9.2.5]
$y_{re,N} = 0.5 + h_{ef}[mm] / 200 \leq 1.0$			
$y_{re,N} = 1,00$		Coeff. dipendente dalla densità dell'armatura della fondazione	CEB [9.2.5]
$y_{ucr,N} = 1,00$		Coeff. dipendente dal grado di fessurazione del calcestruzzo	CEB [9.2.5]
$y_{h,N} = (h / (2 \cdot h_{ef}))^{2/3} \leq 1.2$			
$y_{h,N} = 1,20$		Coeff. dipendente dall'altezza della fondazione	CEB [9.2.5]
$g_{M,sp} = 2,16$		Coefficiente di sicurezza parziale	CEB [3.2.3.1]
$F_{t,Rd,sp} = N_{Rk,c}^0 \cdot y_{A,N} \cdot y_{s,N} \cdot y_{ec,N} \cdot y_{re,N} \cdot y_{ucr,N} \cdot y_{h,N} / g_{M,sp}$			
$F_{t,Rd,sp} = 89,50$	[kN]	Resistenza di calcolo dell'ancoraggio allo spacco del calcestruzzo	CEB [9.2.5]

RESISTENZA DELL'ANCORAGGIO ALLA TRAZIONE

$F_{t,Rd} = \min(F_{t,Rd,s}, F_{t,Rd,p}, F_{t,Rd,c}, F_{t,Rd,sp})$		
$F_{t,Rd} = 44,78$	[kN]	Resistenza dell'ancoraggio alla trazione

FLESSIONE DELLA PIASTRA DI BASE

$l_{eff,1} = 284$	[mm]	Lunghezza efficace per un bullone per il modo 1	[6.2.6.5]
$l_{eff,2} = 284$	[mm]	Lunghezza efficace per un bullone per il modo 2	[6.2.6.5]
$m = 60$	[mm]	Distanza del bullone dal bordo di irrigidimento	[6.2.6.5]
$M_{pl,1,Rd} = 5,65$	[kN*m]	Resistenza plastica della piastra per il modo 1	[6.2.4]
$M_{pl,2,Rd} = 5,65$	[kN*m]	Resistenza plastica della piastra per il modo 2	[6.2.4]
$F_{T,1,Rd} = 375,67$	[kN]	Resistenza della piastra per il modo 1	[6.2.4]
$F_{T,2,Rd} = 148,60$	[kN]	Resistenza della piastra per il modo 2	[6.2.4]
$F_{T,3,Rd} = 89,56$	[kN]	Resistenza della piastra per il modo 3	[6.2.4]

$$F_{t,pl,Rd} = \min(F_{T,1,Rd}, F_{T,2,Rd}, F_{T,3,Rd})$$

$$F_{t,pl,Rd} = 89,56 \quad [kN] \quad \text{Resistenza della piastra in trazione} \quad [6.2.4]$$

RESISTENZA DELL'ANIMA DELLA COLONNA ALLA TRAZIONE

$$t_{wc} = 7 \quad [mm] \quad \text{Spessore efficace dell'anima della colonna} \quad [6.2.6.3.(8)]$$

$$b_{eff,t,wc} = 284 \quad [mm] \quad \text{Larghezza efficace dell'anima in trazione} \quad [6.2.6.3.(2)]$$

$$A_{vc} = 20,63 \quad [cm^2] \quad \text{Area al taglio} \quad EN1993-1-1:[6.2.6.(3)]$$

$$w = 0,67 \quad \text{Coefficiente di riduzione per l'interazione con il taglio} \quad [6.2.6.3.(4)]$$

$$F_{t,wc,Rd} = w b_{eff,t,wc} t_{wc} f_{yc} / g_{M0}$$

$$F_{t,wc,Rd} = 368,27 \quad [kN] \quad \text{Resistenza dell'anima della colonna} \quad [6.2.6.3.(1)]$$

RESISTENZA DEL PLINTO NELLA ZONA IN TRAZIONE

$$N_{j,Rd} = 179,12 \quad [kN] \quad \text{Resistenza del plinto alla trazione assiale} \quad [6.2.8.3]$$

Controllo della resistenza del giunto

$$N_{j,Ed} / N_{j,Rd} \leq 1,0 \quad (6.24) \quad 0,33 < 1,00 \quad \text{verificato} \quad (0,33)$$

Saldature tra la colonna e la piastra della base

$$s^{\perp} = 3,42 \quad [MPa] \quad \text{Sollecitazione normale nella saldatura} \quad [4.5.3.(7)]$$

$$t^{\perp} = 3,42 \quad [MPa] \quad \text{Sollecitazione tangenziale perpendicolare} \quad [4.5.3.(7)]$$

$$t_{yII} = 0,00 \quad [MPa] \quad \text{Sollecitazione tangenziale parallela a } V_{j,Ed,y} \quad [4.5.3.(7)]$$

$$t_{zII} = 0,00 \quad [MPa] \quad \text{Sollecitazione tangenziale parallela a } V_{j,Ed,z} \quad [4.5.3.(7)]$$

$$b_W = 0,85 \quad \text{Coefficiente dovuto alla resistenza} \quad [4.5.3.(7)]$$

$$s^{\perp} / (0,9 \cdot f_u / g_{M2}) \leq 1,0 \quad (4.1) \quad 0,01 < 1,00 \quad \text{verificato} \quad (0,01)$$

$$\ddot{O}(s^{\perp^2} + 3,0 (t_{yII}^2 + t^{\perp^2}) / (f_u / (b_W \cdot g_{M2}))) \leq 1,0 \quad (4.1) \quad 0,02 < 1,00 \quad \text{verificato} \quad (0,02)$$

$$\ddot{O}(s^{\perp^2} + 3,0 (t_{zII}^2 + t^{\perp^2}) / (f_u / (b_W \cdot g_{M2}))) \leq 1,0 \quad (4.1) \quad 0,02 < 1,00 \quad \text{verificato} \quad (0,02)$$

Il componente più debole:

FONDAZIONE ALLO STRAPPO DEL CONO DEL CALCESTRUZZO

Note

Distanza del bullone di ancoraggio dal rialzo della colonna troppo piccola.

Giunto conforme alla norma Coefficiente 0,33