

COMUNE DI CARRARA
 PROVINCIA DI MASSA CARRARA



P D S T 0 3 0 3

CODICE ELABORATO

PROGETTO DEFINITIVO

CAPOGRUPPO

DOTT. ING. GIUSEPPE CERVAROLO

SCUOLA SECONDARIA DI PRIMO GRADO
 "M. BUONARROTI"



REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA SCUOLA PREVIA
 DEMOLIZIONE DEL FABBRICATO ESISTENTE.

CUP: F86F22000160001

MANDANTI

RELAZIONE DI CALCOLO DEI NODI - CORPO 2

ING. ANNA MARIA MIRACCO



ING. CARMELO FRANCESCO OLIVA



COMMITTENTE

R.U.P.

FINANZIAMENTO

COMUNE DI CARRARA
 SETTORE OPERE PUBBLICHE/PATRIMONIO
 U.O. EDILIZIA PUBBLICA

GEOM. RICCARDO GASPAROTTI



**Finanziato
 dall'Unione europea**

PIAZZA 2 GIUGNO 1
 54033 CARRARA (MS)
 TEL. 0585 641287 – FAX 0585 777732

PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA
 (PNRR)
 MISSIONE 5 - COMPONENTE 2
 INVESTIMENTO /SUB-INVESTIMENTO 2.1
 M5C2 - INFRASTRUTTURE SOCIALI - FAMIGLIE,
 COMUNITÀ E TERZO SETTORE

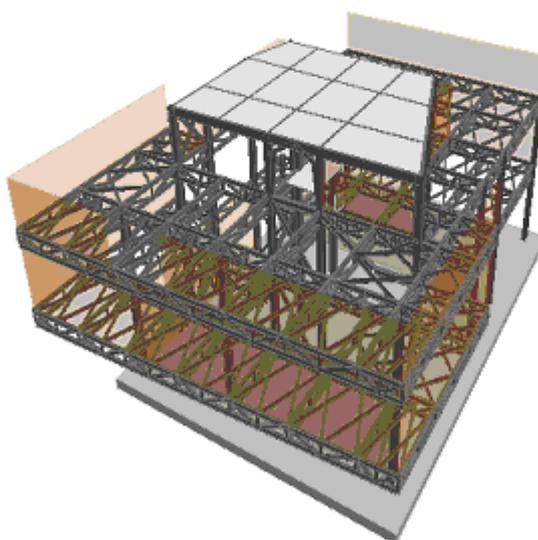
REV.	DATA	DESCRIZIONE REVISIONE	ESEGUITO	CONTROLLATO	APPROVATO
A	APRILE 2023	EMISSIONE PROGETTO DEEFINITIVO	ING. G. CERVAROLO	ING. G. CERVAROLO	ING. G. CERVAROLO
B					
C					

Comune : Carrara

PROVINCIA : Massa Carrara

Relazione di calcolo dei nodi

Progetto di nuova struttura ai sensi del D.M. 17/01/2018 "Norme Tecniche per le Costruzioni"



Oggetto: Scuola secondaria di Primo Grado "M.Buonarroti"
Realizzazione di una nuova scuola previa demolizione del fabbricato esistente
CUP F86F22000160001

Committente:	Progettista:	Progettista Strutturale:	Direttore dei Lavori:
Comune di Carrara	Ing. Giuseppe Cervarolo	Ing. Giuseppe Cervarolo	

1 Relazione di calcolo dei nodi

Nodo Tipo 1: COLLEGAMENTO COLONNA-FONDAZIONE.

Il collegamento viene realizzato saldando alla base del ritto una piastra in acciaio predisposta con 8 fori e collegando quest'ultima alla fondazione in cemento armato mediante appositi tirafondi.

Dati

- **Profilato**..... : **HEA400 - S355**
- Tensione normale di progetto : 3381.0 daN/cm²
- **Piastra di Base**..... : **S355**
- Tensione normale di progetto : 3381.0 daN/cm²

La fondazione messa a disposizione del dimensionamento del collegamento ha forma prismatica con :

- Larghezza..... : 47 cm
- Lunghezza..... : 57 cm
- Altezza..... : 90 cm

- Tensione normale di progetto del calcestruzzo..... : 158.7 daN/cm²
- Tensione normale di progetto della Piastra di base..... : 3381.0 daN/cm²
- Tensione normale di progetto dei tirafondi..... : 5760.0 daN/cm²
- Tensione tangenziale di progetto dei tirafondi..... : 3840.0 daN/cm²

- Sollecitazioni esterne.

- Sforzo normale..... : -78588.9 daN
(compressione)
- Momento flettente x..... : -9671.7 daN m
- Momento flettente y..... : -1357.6 daN m
- Taglio lungo la direzione della base del profilato..... : 6662.7 daN
- Taglio lungo la direzione dell'altezza del profilato... : -14138.7 daN

Risultati del Calcolo

La tensione massima agente sul calcestruzzo della fondazione e sui tirafondi viene calcolata assimilando la sezione di contatto ad una sezione in cemento armato soggetta a pressoflessione deviata ove le armature sono costituite dai tirafondi stessi.

I bulloni sollecitati a trazione devono essere in grado di resistere agli sforzi corrispondenti e devono, inoltre, avere lunghezza tale da trasferire per aderenza lo sforzo al conglomerato.

Dimensione della piastra di base.

La piastra ha la forma rettangolare con la base parallela alla base del profilato.

- Base della piastra..... : 458 mm
- Altezza della piastra..... : 532 mm
- Spessore della piastra..... : 26 mm
- Tensione normale massima di calcolo nel calcestruzzo : 76.7 daN/cm²
- Tensione normale di progetto nel calcestruzzo..... : 158.7 daN/cm²

Verifica con esito positivo.

Non sono necessarie apposite nervature di irrigidimento per la verifica dello spessore della piastra o della saldatura.

Nervature della piastra annegate nel calcestruzzo.

... non richieste

Saldature di collegamento Piastra-Ritto.

- Spessore delle saldature..... : 7 mm
- Spessore utile delle saldature (sezione di gola).... : 4.95 mm
- Tensione di calcolo massima sulle saldature..... : 2344.9 daN/cm²
- Tensione normale di progetto sulle saldature..... : 3381.0 daN/cm²

NB: Le saldature calcolate vanno intese ad arco con elettrodi rivestiti. Gli elettrodi impiegati dovranno essere del tipo omologato secondo le norme UNI 5132. Essendo il tipo di acciaio S355 e lo spessore della lamiera minore di 30 mm si adotteranno elettrodi di tipo E44 di classi di qualità 2,3 o 4

Tirafondi

- Numero dei tirafondi..... : 8
- Diametro dei tirafondi..... : 16 mm
- Diametro dei fori sulla piastra di base..... : 17.0 mm

Coordinate dei fori espresse relativamente al sistema di riferimento posto nell'angolo in basso a sinistra della piastra di base :

	x (mm)	y (mm)
- Foro 1	40.0	40.0
- Foro 2	418.0	40.0
- Foro 3	40.0	492.0
- Foro 4	418.0	492.0
- Foro 5	229.0	40.0
- Foro 6	40.0	266.0
- Foro 7	418.0	266.0
- Foro 8	229.0	492.0

- Resistenza a trazione dei tirafondi Ft,Rd..... : 9043.2 daN
- Resistenza a punzonamento della piastra Bp,Rd..... : 19688.0 daN
- Trazione massima sui tirafondi..... : 378.1 daN

Verifica con esito positivo.

- Tensione tangenziale di progetto dei tirafondi..... : 3840.0 daN/cm²
- Tensione tangenziale di calcolo dei tirafondi..... : 971.7 daN/cm²

Verifica con esito positivo.

Ancoraggio affidato a barre uncinato

Barra utilizzata per tirafondi : ad aderenza migliorata

- Lunghezza di ancoraggio effettiva : 350 mm
- Diametro dell'uncino..... : 80 mm
- Lunghezza dopo l'uncino..... : 48 mm

Verifica a Rifollamento.

- Spessore Piastra di base : 26 mm
- Larghezza foro per Tirafondo : 17.0 mm
- Tensione normale di riferimento della piastra : 3381.0 daN/cm²

- Tensione tangenziale di riferimento dei Tirafondi .. : 3840.0 daN/cm^q
- Costante di rifollamento : 1.0
- Azione di calcolo per rifollamento : 1953.7 daN
- Resistenza a rifollamento [Fb,Rd] : 11251.8 daN
- Verifica a Rifollamento effettuata con esito POSITIVO.

Nodo Tipo 2: COLLEGAMENTO COLONNA-FONDAZIONE CON CONTROVENTI.

Il collegamento viene realizzato saldando alla base del ritto una piastra in acciaio predisposta con 8 fori e collegando quest'ultima alla fondazione in cemento armato mediante appositi tirafondi.

La piastra viene dimensionata in modo da contenere appositi fazzoletti per il collegamento dei controventi.

Dati

- **Profilato.....** : **HEA400 - S355**
Tensione normale di progetto : 3381.0 daN/cm²
 - **Piastra di Base.....** : **S355**
Tensione normale di progetto : 3381.0 daN/cm²
- La fondazione messa a disposizione del dimensionamento del collegamento ha forma prismatica con :
- Larghezza..... : 60 cm
 - Lunghezza..... : 150 cm
 - Altezza..... : 90 cm
- Tensione normale di progetto del calcestruzzo..... : 158.7 daN/cm²
 - Tensione normale di progetto della Piastra di base..... : 3381.0 daN/cm²
 - Tensione normale di progetto dei tirafondi..... : 5760.0 daN/cm²
 - Tensione tangenziale di progetto dei tirafondi..... : 3840.0 daN/cm²
- **Sollecitazioni esterne.**
Sforzo normale..... : -59358.0 daN
(compressione)
Momento flettente x..... : -10473.0 daN m
Momento flettente y..... : -5892.0 daN m
Taglio lungo la direzione della base del profilato..... : -13724.0 daN
Taglio lungo la direzione dell'altezza del profilato... : -12256.0 daN
- **Controvento : UPN200 con sezione a profilato doppio.**
Tensione normale di progetto del profilato..... : 3381.0 daN/cm²
Tensione tangenziale di progetto del profilato..... : 1952.0 daN/cm²
 - **Fazzoletto.**
Tensione normale di progetto : 3380.95 daN/cm²
Tensione tangenziale di progetto..... : 1951.99 daN/cm²
Spessore..... : 8 mm

Risultati del Calcolo

La tensione massima agente sul calcestruzzo della fondazione e sui tirafondi viene calcolata assimilando la sezione di contatto ad una sezione in cemento armato soggetta a pressoflessione deviata ove le armature sono costituite dai tirafondi stessi.

I bulloni sollecitati a trazione devono essere in grado di resistere agli sforzi corrispondenti e devono, inoltre, avere lunghezza tale da trasferire per aderenza lo sforzo al conglomerato.

Dimensione della piastra di base.

La piastra ha la forma rettangolare con la base parallela alla base del profilato.

- Base della piastra.....	:	470 mm
- Altezza della piastra.....	:	730 mm
- Spessore della piastra.....	:	36 mm
- Tensione normale massima di calcolo nel calcestruzzo :	:	112.2 daN/cm ²
- Tensione normale di progetto nel calcestruzzo..... :	:	158.7 daN/cm ²

Verifica con esito positivo.

Sono presenti inoltre delle apposite nervature di irrigidimento alte 150 mm, per la verifica dello spessore della piastra o della saldatura.

Verifica della piastra di base.

* 2.b.1 Verifica delle Nervature Y della piastra di base.		
Momento flettente per la reazione del cls.....	:	1669.4 daNm
Momento flettente per il tiro dei bulloni.....	:	175.8 daNm
Modulo di Resistenza della sezione.....	:	158.9 cm ³
Tens. Norm. relativa all'azione del cls.....	:	1050.4 daN/cm ²
Tens. Norm. relativa al tiro dei bulloni.....	:	110.6 daN/cm ²
* 2.b.2 Verifica delle Nervature X della piastra di base.		
Momento flettente per la reazione del cls.....	:	1176.3 daNm
Momento flettente per il tiro dei bulloni.....	:	93.2 daNm
Modulo di Resistenza della sezione.....	:	156.5 cm ³
Tens. Norm. relativa all'azione del cls.....	:	751.6 daN/cm ²
Tens. Norm. relativa al tiro dei bulloni.....	:	59.5 daN/cm ²

Verifica dello spessore della piastra di base.

A favore di stabilità si adotteranno due schemi a trave continua con due o tre appoggi e con due sbalzi. Gli appoggi sono costituiti dalle nervature.

- Schema a trave continua in direzione X		
Momento flettente per la reazione del cls.....	:	317.2 daN m
Modulo di Resistenza della sezione.....	:	9.5 cm ³
Tens. Norm. di calcolo.....	:	3337.7 daN/cm ²
Momento flettente per il tiro dei bulloni.....	:	46.6 daN m
Modulo di Resistenza della sezione.....	:	16.2 cm ³
Tens. Norm. di calcolo.....	:	287.5 daN/cm ²
- Schema a trave continua in direzione Y		
Momento flettente per la reazione del cls.....	:	183.3 daN m
Modulo di Resistenza della sezione.....	:	9.5 cm ³
Tens. Norm. di calcolo.....	:	1928.8 daN/cm ²
Momento flettente per il tiro dei bulloni.....	:	58.6 daN m
Modulo di Resistenza della sezione.....	:	17.9 cm ³
Tens. Norm. di calcolo.....	:	326.9 daN/cm ²

Nervature della piastra annegate nel calcestruzzo.

... non richieste

Saldature di collegamento Piastra-Ritto.

- Spessore delle saldature.....	:	5 mm
- Spessore utile delle saldature (sezione di gola)....	:	3.54 mm

- Tensione di calcolo massima sulle saldature..... : 1817.4 daN/cm²
- Tensione normale di progetto sulle saldature..... : 3381.0 daN/cm²

NB: Le saldature calcolate vanno intese ad arco con elettrodi rivestiti. Gli elettrodi impiegati dovranno essere del tipo omologato secondo le norme UNI 5132. Essendo il tipo di acciaio S355 e lo spessore della lamiera minore di 30 mm si adotteranno elettrodi di tipo E44 di classi di qualità 2,3 o 4

Tirafondi

- Numero dei tirafondi..... : 8
- Diametro dei tirafondi..... : 16 mm
- Diametro dei fori sulla piastra di base..... : 17.0 mm

Coordinate dei fori espresse relativamente al sistema di riferimento posto nell'angolo in basso a sinistra della piastra di base :

	x (mm)	y (mm)
- Foro 1	46.0	46.0
- Foro 2	424.0	46.0
- Foro 3	46.0	498.0
- Foro 4	424.0	498.0
- Foro 5	46.0	272.0
- Foro 6	424.0	272.0
- Foro 7	46.0	686.0
- Foro 8	424.0	686.0

- Resistenza a trazione dei tirafondi Ft,Rd..... : 9043.2 daN
- Resistenza a punzonamento della piastra Bp,Rd..... : 49220.0 daN
- Trazione massima sui tirafondi..... : 1502.5 daN

Verifica con esito positivo.

- Tensione tangenziale di progetto dei tirafondi..... : 3840.0 daN/cm²
- Tensione tangenziale di calcolo dei tirafondi..... : 9.7 daN/cm²

Verifica con esito positivo.

Ancoraggio affidato a barre uncinato

Barra utilizzata per tirafondi : ad aderenza migliorata

- Lunghezza di ancoraggio effettiva : 350 mm
- Diametro dell'uncino..... : 80 mm
- Lunghezza dopo l'uncino..... : 48 mm

6. Controventi.

CONTROVENTO c2.

- Angolazione del Controvento..... : 45.0 deg
- Sforzo Assiale sul Controvento..... : 27651.0 daN
- Taglio sul Controvento..... : 84.0 daN

Coordinate del fazzoletto rispetto al nodo.

	x (mm)	y (mm)
Vertice 1	446.18	66.00
Vertice 2	446.18	446.18
Vertice 3	195.00	446.18

Vertice 4	195.00	66.00
-----------	--------	-------

- Tensione tangenziale parallela
Saldatura Flangia/Trave-Fazzoletto..... : 778.4 daN/cm²

Il controvento viene collegato al fazzoletto tramite bullonatura.

- Numero dei bulloni..... : 4
- Coordinate dei fori dei bulloni rispetto al nodo.... :

	x (mm)	y (mm)
Bullone 1	320.51	286.57
Bullone 2	365.77	331.83
Bullone 3	286.57	320.51
Bullone 4	331.83	365.77

- Tens. tang. max sul Bullone..... : 1719.1 daN/cm²
- Tens. di Rifollamento sul Fazzoletto..... : 1878.5 daN/cm²

NB: Le saldature calcolate vanno intese ad arco con elettrodi rivestiti. Gli elettrodi impiegati dovranno essere del tipo omologato secondo le norme UNI 5132. Essendo il tipo di acciaio S355 e lo spessore della lamiera minore di 30 mm si adotteranno elettrodi di tipo E44 di classi di qualità 2,3 o 4

Verifica a Rifollamento.

- Spessore Piastra di base : 36 mm
- Larghezza foro per Tirafondo : 17.0 mm
- Tensione normale di riferimento della piastra : 3381.0 daN/cm^q
- Tensione tangenziale di riferimento dei Tirafondi .. : 3840.0 daN/cm^q
- Costante di rifollamento : 1.0
- Azione di calcolo per rifollamento : 2300.0 daN
- Resistenza a rifollamento [Fb,Rd] : 15579.4 daN
- Verifica a Rifollamento effettuata con esito POSITIVO.

Nodo Tipo 3: COLLEGAMENTO CERNIERA PER INCROCIO CONTROVENTI MEDIANTE FAZZOLETTO

Il collegamento viene realizzato tramite un fazzoletto su cui verranno saldate o bullonate le aste relative ai controventi. Tale fazzoletto deve, per spessore e superficie, essere il più piccolo possibile per garantire l'effetto cerniera del collegamento stesso.

Dati

- Fazzoletto..... : S355**
 - Tensione normale di progetto : 3380.95 daN/cm²
 - Tensione tangenziale di progetto..... : 1951.99 daN/cm²
 - Spessore..... : 8 mm
- Controvento: L160x80x12S355 con sezione a profilato doppio.**
 - Tensione normale di progetto del profilato..... : 3380.95 daN/cm²
 - Tensione tangenziale di progetto del profilato... : 1951.99 daN/cm²
- Bulloni Controvento.**

- classe..... : 8.8
- Diametro utilizzato per i Bulloni..... : 14 mm
- Tensione normale di progetto dei Bulloni..... : 5760.00 daN/cm²
- Tensione tangenziale di progetto dei Bulloni..... : 3840.00 daN/cm²

Risultati del Calcolo

CONTROVENTO c1.

- Angolazione del Controvento..... : 315.0 deg
- Sforzo Assiale sul Controvento..... : 12184.0 daN
- Taglio sul Controvento..... : 53.0 daN

Coordinate del fazzoletto rispetto al nodo.

	x (mm)	y (mm)
Vertice 1	-265.00	-265.00
Vertice 2	265.00	-265.00
Vertice 3	265.00	265.00
Vertice 4	-265.00	265.00

Il controvento viene collegato al fazzoletto tramite bullonatura.

- Numero dei bulloni..... : 2
- Coordinate dei fori dei bulloni rispetto al nodo.... :

	x (mm)	y (mm)
Bullone 1	132.94	-132.94
Bullone 2	172.53	-172.53

- Tens. tang. max sul Bullone..... : 1978.7 daN/cm²
- Tens. di Rifollamento sul Fazzoletto..... : 1813.1 daN/cm²

NB: Le saldature calcolate vanno intese ad arco con elettrodi rivestiti. Gli elettrodi impiegati dovranno essere del tipo omologato secondo le norme UNI 5132. Essendo il tipo di acciaio S355 e lo spessore della lamiera minore di 30 mm si adotteranno elettrodi di tipo E44 di classi di qualità 2,3 o 4

CONTROVENTO c2.

- Angolazione del Controvento..... : 45.0 deg
- Sforzo Assiale sul Controvento..... : 1569.0 daN
- Taglio sul Controvento..... : 94.0 daN

Il controvento viene collegato al fazzoletto tramite bullonatura.

- Numero dei bulloni..... : 2
- Coordinate dei fori dei bulloni rispetto al nodo.... :

	x (mm)	y (mm)
Bullone 1	132.94	132.94
Bullone 2	172.53	172.53

- Tens. tang. max sul Bullone..... : 255.3 daN/cm²

- Tens. di Rifollamento sul Fazzoletto..... : 233.9 daN/cm²

NB: Le saldature calcolate vanno intese ad arco con elettrodi rivestiti. Gli elettrodi impiegati dovranno essere del tipo omologato secondo le norme UNI 5132. Essendo il tipo di acciaio S355 e lo spessore della lamiera minore di 30 mm si adotteranno elettrodi di tipo E44 di classi di qualità 2,3 o 4

CONTROVENTO c3.

- Angolazione del Controvento..... : 135.0 deg
 - Sforzo Assiale sul Controvento..... : 1569.0 daN
 - Taglio sul Controvento..... : 140.0 daN

Il controvento viene collegato al fazzoletto tramite bullonatura.

- Numero dei bulloni..... : 2
 - Coordinate dei fori dei bulloni rispetto al nodo.... :

	x (mm)	y (mm)
Bullone 1	-132.94	132.94
Bullone 2	-172.53	172.53

- Tens. tang. max sul Bullone..... : 255.8 daN/cm²
 - Tens. di Rifollamento sul Fazzoletto..... : 234.4 daN/cm²

NB: Le saldature calcolate vanno intese ad arco con elettrodi rivestiti. Gli elettrodi impiegati dovranno essere del tipo omologato secondo le norme UNI 5132. Essendo il tipo di acciaio S355 e lo spessore della lamiera minore di 30 mm si adotteranno elettrodi di tipo E44 di classi di qualità 2,3 o 4

CONTROVENTO c4.

- Angolazione del Controvento..... : 225.0 deg
 - Sforzo Assiale sul Controvento..... : 12184.0 daN
 - Taglio sul Controvento..... : 14.0 daN

Il controvento viene collegato al fazzoletto tramite bullonatura.

- Numero dei bulloni..... : 2
 - Coordinate dei fori dei bulloni rispetto al nodo.... :

	x (mm)	y (mm)
Bullone 1	-132.94	-132.94
Bullone 2	-172.53	-172.53

- Tens. tang. max sul Bullone..... : 1978.7 daN/cm²
 - Tens. di Rifollamento sul Fazzoletto..... : 1813.1 daN/cm²

NB: Le saldature calcolate vanno intese ad arco con elettrodi rivestiti. Gli elettrodi impiegati dovranno essere del tipo omologato secondo le norme UNI 5132. Essendo il tipo di acciaio S355 e lo spessore della lamiera minore di 30 mm si adotteranno elettrodi di tipo E44 di classi di qualità 2,3 o 4

Nodo tipo 4: COLLEGAMENTO CERNIERA PER INCROCIO CONTROVENTI MEDIANTE FAZZOLETTO

Il collegamento viene realizzato tramite un fazzoletto su cui verranno saldate o bullonate le aste relative ai controventi. Tale fazzoletto deve, per spessore e superficie, essere il più piccolo possibile per garantire l'effetto cerniera del collegamento stesso.

Dati

1. **Fazzoletto**..... : **S355**
 - Tensione normale di progetto : 3380.95 daN/cm²
 - Tensione tangenziale di progetto..... : 1951.99 daN/cm²
 - Spessore..... : 8 mm
2. **Controvento: L160x80x12S355 con sezione a profilato doppio.**
 - Tensione normale di progetto del profilato..... : 3380.95 daN/cm²
 - Tensione tangenziale di progetto del profilato... : 1951.99 daN/cm²
3. **Bulloni Controvento.**
 - classe..... : 8.8
 - Diametro utilizzato per i Bulloni..... : 14 mm
 - Tensione normale di progetto dei Bulloni..... : 5760.00 daN/cm²
 - Tensione tangenziale di progetto dei Bulloni..... : 3840.00 daN/cm²

Risultati del Calcolo

CONTROVENTO c1.

- Angolazione del Controvento..... : 315.0 deg
- Sforzo Assiale sul Controvento..... : 12184.0 daN
- Taglio sul Controvento..... : 53.0 daN

Coordinate del fazzoletto rispetto al nodo.

	x (mm)	y (mm)
Vertice 1	-265.00	-265.00
Vertice 2	265.00	-265.00
Vertice 3	265.00	265.00
Vertice 4	-265.00	265.00

Il controvento viene collegato al fazzoletto tramite bullonatura.

- Numero dei bulloni..... : 2
- Coordinate dei fori dei bulloni rispetto al nodo.... :

	x (mm)	y (mm)
Bullone 1	132.94	-132.94
Bullone 2	172.53	-172.53

- Tens. tang. max sul Bullone..... : 1978.7 daN/cm²
- Tens. di Rifollamento sul Fazzoletto..... : 1813.1 daN/cm²

NB: Le saldature calcolate vanno intese ad arco con elettrodi rivestiti. Gli elettrodi impiegati dovranno essere del tipo omologato se-

condo le norme UNI 5132. Essendo il tipo di acciaio S355 e lo spessore della lamiera minore di 30 mm si adotteranno elettrodi di tipo E44 di classi di qualità 2,3 o 4

CONTROVENTO c2.

- Angolazione del Controvento..... : 45.0 deg
- Sforzo Assiale sul Controvento..... : 1569.0 daN
- Taglio sul Controvento..... : 94.0 daN

Il controvento viene collegato al fazzoletto tramite bullonatura.

- Numero dei bulloni..... : 2
- Coordinate dei fori dei bulloni rispetto al nodo.... :

	x (mm)	y (mm)
Bullone 1	132.94	132.94
Bullone 2	172.53	172.53

- Tens. tang. max sul Bullone..... : 255.3 daN/cm²
- Tens. di Rifollamento sul Fazzoletto..... : 233.9 daN/cm²

NB: Le saldature calcolate vanno intese ad arco con elettrodi rivestiti. Gli elettrodi impiegati dovranno essere del tipo omologato secondo le norme UNI 5132. Essendo il tipo di acciaio S355 e lo spessore della lamiera minore di 30 mm si adotteranno elettrodi di tipo E44 di classi di qualità 2,3 o 4

CONTROVENTO c3.

- Angolazione del Controvento..... : 135.0 deg
- Sforzo Assiale sul Controvento..... : 1569.0 daN
- Taglio sul Controvento..... : 140.0 daN

Il controvento viene collegato al fazzoletto tramite bullonatura.

- Numero dei bulloni..... : 2
- Coordinate dei fori dei bulloni rispetto al nodo.... :

	x (mm)	y (mm)
Bullone 1	-132.94	132.94
Bullone 2	-172.53	172.53

- Tens. tang. max sul Bullone..... : 255.8 daN/cm²
- Tens. di Rifollamento sul Fazzoletto..... : 234.4 daN/cm²

NB: Le saldature calcolate vanno intese ad arco con elettrodi rivestiti. Gli elettrodi impiegati dovranno essere del tipo omologato secondo le norme UNI 5132. Essendo il tipo di acciaio S355 e lo spessore della lamiera minore di 30 mm si adotteranno elettrodi di tipo E44 di classi di qualità 2,3 o 4

CONTROVENTO c4.

- Angolazione del Controvento..... : 225.0 deg
- Sforzo Assiale sul Controvento..... : 12184.0 daN

- Taglio sul Controvento..... : 14.0 daN

Il controvento viene collegato al fazzoletto tramite bullonatura.

- Numero dei bulloni..... : 2

- Coordinate dei fori dei bulloni rispetto al nodo.... :

	x (mm)	y (mm)
Bullone 1	-132.94	-132.94
Bullone 2	-172.53	-172.53

- Tens. tang. max sul Bullone..... : 1978.7 daN/cm²

- Tens. di Rifollamento sul Fazzoletto..... : 1813.1 daN/cm²

NB: Le saldature calcolate vanno intese ad arco con elettrodi rivestiti. Gli elettrodi impiegati dovranno essere del tipo omologato secondo le norme UNI 5132. Essendo il tipo di acciaio S355 e lo spessore della lamiera minore di 30 mm si adotteranno elettrodi di tipo E44 di classi di qualità 2,3 o 4

Nodo tipo 5: COLLEGAMENTO ALA COLONNA-TRAVE (CON CONTROVENTI) MEDIANTE FLANGIA SALDATA ALLA TRAVE E BULLONATA AL PILASTRO

Il collegamento viene realizzato tramite una flangia saldata alla trave e bullonata alla colonna. L'efficienza statica e la rigidezza del nodo si manifestano nella sua capacità di trasferire al ritto le forze di trazione e di compressione provenienti dalla trave, oltre agli sforzi di taglio.

Il collegamento è caratterizzato dalla presenza di controventi e di opportuni fazzoletti. I controventi trasmettono al nodo azioni da taglio e da sforzo assiale, i quali in seguito alla eccentricità nodo-asse flangia si traducono in momenti flettenti aggiuntivi sulla flangia stessa.

Dati

1. Colonna..... : HEA400 - S355
 - Tensione normale di progetto del profilato..... : 3380.95 daN/cm²

2. Trave..... : UPN200 - S355
 - Tensione normale di progetto del profilato..... : 3380.95 daN/cm²

3. Flangia..... : S355
 - Tensione normale di progetto della flangia di collegamento..... : 3380.95 daN/cm²

4. Azioni esterne.
 - Sforzo normale trave 1..... : 7163.00 daN
 - Taglio trave 1..... : 176.00 daN
 - Momento flettente trave 1..... : 1021.00 daNm
 - Sforzo normale globale su flangia 1..... : -21737.16 daN
 - Taglio globale su flangia 1..... : 28919.19 daN
 - Momento flettente globale su flangia 1..... : -4583.92 daNm

5. Controvento: UPN200S355 con sezione a profilato doppio.

- Tensione normale di progetto del profilato..... : 3380.95 daN/cm²
- Tensione tangenziale di progetto del profilato... : 1951.99 daN/cm²
- 6. Bulloni Flangia classe..... : 8.8**
 - Diametro utilizzato per i Bulloni..... : 14 mm
 - Tensione normale di progetto dei Bulloni..... : 5760.00 daN/cm²
 - Tensione tangenziale di progetto dei Bulloni..... : 3840.00 daN/cm²
- 7. Fazzoletto.**
 - Tensione normale di progetto : 3380.95 daN/cm²
 - Tensione tangenziale di progetto..... : 1951.99 daN/cm²
 - Spessore..... : 8 mm
- 8. Bulloni Controventi classe..... : 8.8**
 - Diametro utilizzato per i Bulloni..... : 14 mm
 - Tensione normale di progetto dei Bulloni..... : 5760.00 daN/cm²
 - Tensione tangenziale di progetto dei Bulloni..... : 3840.00 daN/cm²

Risultati del Calcolo

- 1. Dimensioni della flangia 1 di collegamento.**
 - Base..... : 150 mm
 - Altezza..... : 675 mm
 - Spessore..... : 19 mm
 - Tensione normale max sulla flangia..... : 3102.41 daN/cm²
 - Tensione di rifollamento max sulla flangia..... : 905.99 daN/cm²
 - Tensione di rifollamento max sulla colonna..... : 905.99 daN/cm²
- 2. Bulloni sulla flangia 1.**
 - Numero dei bulloni..... : 12
 - Diametro dei fori praticati..... : 15.00 mm

I bulloni saranno posizionati secondo un sistema di riferimento cartesiano con origine posto nell'angolo in basso a sinistra della flangia. L'asse X risulta parallelo alla base della flangia mentre l'asse y risulta parallelo all'altezza.

Con tali presupposti le coordinate dei centri dei fori saranno:

	x (mm)	y (mm)	Azione totale (daN)
Bullone 1	28.00	30.00	9835.20
Bullone 2	28.00	116.50	9835.20
Bullone 3	28.00	308.00	7022.25
Bullone 4	28.00	221.50	7022.25
Bullone 5	28.00	169.00	3014.81
Bullone 6	28.00	647.00	3014.81
Bullone 7	122.00	30.00	9835.20
Bullone 8	122.00	116.50	9835.20
Bullone 9	122.00	308.00	7022.25
Bullone 10	122.00	221.50	7022.25
Bullone 11	122.00	169.00	3014.81
Bullone 12	122.00	647.00	3014.81

- Sollecitazione tangenziale massima sul bullone... : 1565.52 daN/cm²
- Sollecitazione normale massima sul bullone..... : -5017.56 daN/cm²
- 3. Saldatura Trave-Flangia 1.**
 - Saldatura a cordone d'angolo lungo tutto il perimetro del profilato con spessore reale..... : 6 mm
 - Tensione ideale max..... : 83.00 daN/cm²

NB: Le saldature calcolate vanno intese ad arco con elettrodi rivestiti. Gli elettrodi impiegati dovranno essere del tipo omologato secondo le norme UNI 5132. Essendo il tipo di acciaio S355 e lo spessore della lamiera minore di 30 mm si adotteranno elettrodi di tipo E44 di classi di qualità 2,3 o 4

4. Nervature irrigidenti.

Tali irrigidimenti sono stati predisposti all'interno della colonna e in corrispondenza delle ali della trave; hanno spessore pari a quello delle ali della trave; sono in grado di ricevere da quest'ultima le forze di trazione e di compressione e di trasmetterle al ritto.

5. Controventi.

CONTROVENTO c2.

- Angolazione del Controvento..... : 45.0 deg
- Sforzo Assiale sul Controvento..... : 40760.0 daN
- Taglio sul Controvento..... : 161.0 daN

Coordinate del fazzoletto rispetto al nodo.

	x (mm)	y (mm)
Vertice 1	493.56	100.00
Vertice 2	493.56	493.56
Vertice 3	214.00	493.56
Vertice 4	214.00	100.00

- Tensione tangenziale parallela
Saldatura Flangia/Trave-Fazzoletto..... : 859.1 daN/cm²

Il controvento viene collegato al fazzoletto tramite bullonatura.

- Numero dei bulloni..... : 6
- Coordinate dei fori dei bulloni rispetto al nodo.... :

	x (mm)	y (mm)
Bullone 1	334.56	304.86
Bullone 2	374.16	344.46
Bullone 3	413.76	384.06
Bullone 4	304.86	334.56
Bullone 5	344.46	374.16
Bullone 6	384.06	413.76

- Tens. tang. max sul Bullone..... : 2206.5 daN/cm²
- Tens. di Rifollamento sul Fazzoletto..... : 2109.7 daN/cm²

NB: Le saldature calcolate vanno intese ad arco con elettrodi rivestiti. Gli elettrodi impiegati dovranno essere del tipo omologato secondo le norme UNI 5132. Essendo il tipo di acciaio S355 e lo spessore della lamiera minore di 30 mm si adotteranno elettrodi di tipo E44 di classi di qualità 2,3 o 4

Nodo Tipo 6: COLLEGAMENTO ALA COLONNA-TRAVE (CON CONTROVENTI) MEDIANTE FLANGIA SALDATA ALLA TRAVE E BULLONATA AL PILASTRO

Il collegamento viene realizzato tramite una flangia saldata alla trave e bullonata alla colonna. L'efficienza statica e la rigidezza del nodo si manifestano nella sua capacità di trasferire al ritto le forze di trazione e di compressione provenienti dalla trave, oltre agli sforzi di taglio.

Il collegamento è caratterizzato dalla presenza di controventi e di opportuni fazzoletti. I controventi trasmettono al nodo azioni da taglio e da sforzo assiale, i quali in seguito alla eccentricità nodo-asse flangia si traducono in momenti flettenti aggiuntivi sulla flangia stessa.

Dati

1. **Colonna**..... : **HEA400 - S355**
 - Tensione normale di progetto del profilato..... : 3380.95 daN/cm²
2. **Trave**..... : **UPN200 - S355**
 - Tensione normale di progetto del profilato..... : 3380.95 daN/cm²
3. **Flangia**..... : **S355**
 - Tensione normale di progetto della flangia di collegamento..... : 3380.95 daN/cm²
4. **Azioni esterne.**
 - Sforzo normale trave 1..... : 7163.00 daN
 - Taglio trave 1..... : 176.00 daN
 - Momento flettente trave 1..... : 1021.00 daNm
 - Sforzo normale globale su flangia 1..... : -21439.46 daN
 - Taglio globale su flangia 1..... : -28604.66 daN
 - Momento flettente globale su flangia 1..... : 6633.23 daNm
5. **Controvento: UPN200S355 con sezione a profilato doppio.**
 - Tensione normale di progetto del profilato..... : 3380.95 daN/cm²
 - Tensione tangenziale di progetto del profilato... : 1951.99 daN/cm²
6. **Bulloni Flangia classe**..... : **8.8**
 - Diametro utilizzato per i Bulloni..... : 14 mm
 - Tensione normale di progetto dei Bulloni..... : 5760.00 daN/cm²
 - Tensione tangenziale di progetto dei Bulloni..... : 3840.00 daN/cm²
7. **Fazzoletto.**
 - Tensione normale di progetto : 3380.95 daN/cm²
 - Tensione tangenziale di progetto..... : 1951.99 daN/cm²
 - Spessore..... : 8 mm
8. **Bulloni Controventi classe**..... : **8.8**
 - Diametro utilizzato per i Bulloni..... : 14 mm
 - Tensione normale di progetto dei Bulloni..... : 5760.00 daN/cm²
 - Tensione tangenziale di progetto dei Bulloni..... : 3840.00 daN/cm²

Risultati del Calcolo

1. **Dimensioni della flangia 1 di collegamento.**

- Base..... : 235 mm
- Altezza..... : 670 mm
- Spessore..... : 18 mm
- Tensione normale max sulla flangia..... : 3184.00 daN/cm²
- Tensione di rifollamento max sulla flangia..... : 709.44 daN/cm²
- Tensione di rifollamento max sulla colonna..... : 672.10 daN/cm²

2. Bulloni sulla flangia 1.

- Numero dei bulloni..... : 16
- Diametro dei fori praticati..... : 15.00 mm

I bulloni saranno posizionati secondo un sistema di riferimento cartesiano con origine posto nell'angolo in basso a sinistra della flangia. L'asse X risulta parallelo alla base della flangia mentre l'asse y risulta parallelo all'altezza.

Con tali presupposti le coordinate dei centri dei fori saranno:

	x (mm)	y (mm)	Azione totale (daN)
Bullone 1	28.00	364.00	6448.21
Bullone 2	28.00	450.50	6448.21
Bullone 3	28.00	642.00	6768.08
Bullone 4	70.00	642.00	6768.08
Bullone 5	28.00	555.50	6768.08
Bullone 6	70.00	555.50	6768.08
Bullone 7	28.00	503.00	2234.22
Bullone 8	28.00	28.00	2234.22
Bullone 9	207.00	364.00	6448.21
Bullone 10	207.00	450.50	6448.21
Bullone 11	207.00	642.00	6768.08
Bullone 12	165.00	642.00	6768.08
Bullone 13	207.00	555.50	6768.08
Bullone 14	165.00	555.50	6768.08
Bullone 15	207.00	503.00	2234.22
Bullone 16	207.00	28.00	2234.22

- Sollecitazione tangenziale massima sul bullone... : 1161.37 daN/cm²
- Sollecitazione normale massima sul bullone..... : -3370.00 daN/cm²

3. Saldatura Trave-Flangia 1.

- Saldatura a cordone d'angolo lungo tutto il perimetro del profilato con spessore reale..... : 8 mm
- Tensione ideale max..... : 229.47 daN/cm²

NB: Le saldature calcolate vanno intese ad arco con elettrodi rivestiti. Gli elettrodi impiegati dovranno essere del tipo omologato secondo le norme UNI 5132. Essendo il tipo di acciaio S355 e lo spessore della lamiera minore di 30 mm si adotteranno elettrodi di tipo E44 di classi di qualità 2,3 o 4

4. Nervature irrigidenti.

Tali irrigidimenti sono stati predisposti all'interno della colonna e in corrispondenza delle ali della trave; hanno spessore pari a quello delle ali della trave; sono in grado di ricevere da quest'ultima le forze di trazione e di compressione e di trasmetterle al ritto.

5. Controventi.

CONTROVENTO c1.

- Angolazione del Controvento..... : 315.0 deg
- Sforzo Assiale sul Controvento..... : 40576.0 daN
- Taglio sul Controvento..... : 126.0 daN

Coordinate del fazzoletto rispetto al nodo.

	x (mm)	y (mm)
Vertice 1	213.00	-100.00
Vertice 2	213.00	-492.15
Vertice 3	492.15	-492.15
Vertice 4	492.15	-100.00

- Tensione tangenziale parallela
Saldatura Flangia/Trave-Fazzoletto..... : 642.4 daN/cm²

Il controvento viene collegato al fazzoletto tramite bullonatura.

- Numero dei bulloni..... : 6
- Coordinate dei fori dei bulloni rispetto al nodo.... :

	x (mm)	y (mm)
Bullone 1	303.86	-333.56
Bullone 2	343.46	-373.16
Bullone 3	383.06	-412.76
Bullone 4	333.56	-303.86
Bullone 5	373.16	-343.46
Bullone 6	412.76	-383.06

- Tens. tang. max sul Bullone..... : 2196.6 daN/cm²
- Tens. di Rifollamento sul Fazzoletto..... : 2100.2 daN/cm²

NB: Le saldature calcolate vanno intese ad arco con elettrodi rivestiti. Gli elettrodi impiegati dovranno essere del tipo omologato secondo le norme UNI 5132. Essendo il tipo di acciaio S355 e lo spessore della lamiera minore di 30 mm si adotteranno elettrodi di tipo E44 di classi di qualità 2,3 o 4

Nodo Tipo 7: NODO CERNIERA COLONNA-TRAVERE

Si usa definire nodo cerniera l'unione in grado di trasferire lo sforzo di taglio dall'anima della trave alla colonna. La continuità strutturale tra la trave e la colonna viene conseguita collegando le anime con squadrette in angolari e bulloni. Il dimensionamento del nodo cerniera si traduce nella scelta delle squadrette e dei bulloni, compatibilmente con le caratteristiche geometriche delle travi da unire, e nella verifica di tutti gli elementi che concorrono staticamente alla definizione del collegamento.

Dati

- * Colonna..... : HEA400 - S355
Tensione normale di progetto del profilato..... : 3381.0 daN/cm²
- * Trave..... : UPN200 - S355
Tensione normale di progetto del profilato..... : 3381.0 daN/cm²

- * Squadretta..... : S355
 tensione normale di progetto..... : 3381.0 daN/cm²
- * Bulloni squadrette:
 classe..... : 8.8
 diametro..... : 12 mm
 tensione normale di progetto..... : 5760.0 daN/cm²
 tensione tangenziale di progetto..... : 3840.0 daN/cm²
- * Sollecitazioni esterne:
 sforzo normale..... : -57873.0 daN
 (trazione)
 Taglio..... : -803.0 daN
 Momento flettente..... : 0.0 daNm
 Momento torcente (per lato) sui bulloni
 sulla colonna..... : -35.3 daNm
 Momento torcente sui bulloni (squadretta)
 sulla Trave..... : -72.7 daNm

Risultati

- Squadrette.

La squadretta è composta da due lamiere in acciaio opportunamente sagomate e saldate ortogonalmente tra loro. In alternativa è possibile utilizzare profilati angolari. Le dimensioni delle squadrette sono:

- * lunghezza del lato relativo alla colonna
 (escluso spessore)..... : 92 mm
- * lunghezza del lato relativo alla trave
 (escluso spessore)..... : 87 mm
- * altezza..... : 156 mm
- * spessore..... : 10 mm

- Bulloni relativi alla colonna.

- Numero..... : 8
- Numero di file..... : 4
- diámetro dei fori praticati..... : 13.0 mm

I bulloni saranno posizionati secondo un sistema di riferimento cartesiano con origine posto nell'angolo di piegatura della squadretta in corrispondenza del lato inferiore.

L'asse X risulta parallelo all'asse della colonna.

Con tali presupposti le coordinate dei centri dei fori saranno:

	x (mm)	y (mm)	Azione Totale (daN)
Bullone 1	31.70	24.00	152.52
Bullone 2	31.70	60.00	99.72
Bullone 3	31.70	96.00	99.72
Bullone 4	31.70	132.00	152.52
Bullone 5	67.70	24.00	122.76
Bullone 6	67.70	60.00	41.87
Bullone 7	67.70	96.00	41.87
Bullone 8	67.70	132.00	122.76

- * La tensione tangenziale massima..... : 134.9 daN/cm²
 è relativa ai bulloni numero 1,4
- * Tensione normale massima..... : 3198.2 daN/cm²

- Bulloni relativi alla trave.

Numero..... : 8
 Numero di file..... : 4
 diametro dei fori praticati..... : 13.0

I bulloni saranno posizionati secondo un sistema di riferimento cartesiano con origine posto nell'angolo di piegatura della squadretta in corrispondenza del lato inferiore.

L'asse X risulta parallelo all'asse della trave.

Con tali presupposti le coordinate dei centri dei fori saranno:

	x (mm)	y (mm)	Azione Totale (daN)
Bullone 1	27.00	24.00	3744.36
Bullone 2	27.00	60.00	3660.28
Bullone 3	27.00	96.00	3576.20
Bullone 4	27.00	132.00	3492.12
Bullone 5	63.00	24.00	3743.24
Bullone 6	63.00	60.00	3659.13
Bullone 7	63.00	96.00	3575.02
Bullone 8	63.00	132.00	3490.91

* La tensione tangenziale massima..... : 3310.7 daN/cm²
 è relativa ai bulloni numero 1

* Tensione normale sui bulloni della
 Colonna..... : 3198.2 daN/cm²

Verifiche di rifollamento

- Sigma di rifollamento sulla colonna : 4161.2 daN/cm²
 - Sigma di rifollamento di progetto della
 colonna = 1.538 x 3381.0..... : 5201.5 daN/cm²
 - Spessore aggiuntivo necessario della trave..... : 10 mm
 - Sigma di rifollamento della trave..... : 4161.2 daN/cm²
 - Sigma di rifollamento di progetto della
 trave = 1.538 x 3381.0..... : 5201.5 daN/cm²
 - Sigma di rifollamento sulla squadretta della
 colonna..... : 4161.2 daN/cm²
 - Sigma di rifollamento di progetto della
 squadretta = 1.538 x 3381.0..... : 5201.5 daN/cm²
 - Sigma di rifollamento sulla squadretta della
 trave : 4161.2 daN/cm²
 - Sigma di rifollamento di progetto della
 squadretta = 1.538 x 3381.0..... : 5201.5 daN/cm²

VERIFICHE DI RESISTENZA

- Tensione Ideale sulla coppia di squadrette
 depurate dalla foratura..... : 2904.8 daN/cm²
 - Tensione di progetto della squadretta..... : 3381.0 daN/cm²

Nodo Tipo 8: COLLEGAMENTO ANIMA COLONNA-TRAVE MEDIANTE FLANGIA SALDATA ALLA TRAVE E BULLONATA AL PILASTRO

Il collegamento viene realizzato tramite una flangia saldata alla trave e bullonata alla colonna. L'efficienza statica e la rigidezza del nodo si manifestano nella sua capacità di trasferire al ritto le forze di trazione e di compressione provenienti dalla trave, oltre agli sforzi di taglio.

Dati

1. **Colonna**..... : **HEA400 - S355**
 - Tensione normale di progetto del profilato..... : 3380.95 daN/cm²
2. **Trave**..... : **UPN200 - S355**
 - Tensione normale di progetto del profilato..... : 3380.95 daN/cm²
3. **Flangia**..... : **S355**
 - Tensione normale di progetto della flangia di collegamento..... : 3380.95 daN/cm²
 - Spessore..... : 18 mm
4. **Bulloni classe**..... : **8.8**
 - Diametro utilizzato per i Bulloni..... : 14 mm
 - Tensione normale di progetto dei Bulloni..... : 5760.00 daN/cm²
 - Tensione tangenziale di progetto dei Bulloni..... : 3840.00 daN/cm²
5. **Sollecitazioni esterne.**
 - Sforzo normale..... : -59848.00 daN
 - Taglio lungo la direzione dell'anima della trave..... : 597.00 daN
 - Momento flettente relativo alla trave..... : -4061.00 daNm

Risultati del Calcolo

1. **Dimensioni della flangia di collegamento.**
 Base..... : 225 mm
 altezza..... : 280 mm
 spessore..... : 18 mm
 Tensione normale max sulla flangia..... : 3284.55 daN/cm²
 Tensione di rifollamento max sulla flangia..... : 16.92 daN/cm²
 Tensione di rifollamento max sulla colonna..... : 27.69 daN/cm²
2. **Bulloni.**
 - Numero dei bulloni..... : 14
 - Diametro dei fori praticati..... : 15.00 mm

I bulloni saranno posizionati secondo un sistema di riferimento cartesiano con origine posto nell'angolo in basso a sinistra della flangia. L'asse X risulta parallelo alla base della flangia mentre l'asse y risulta parallelo all'altezza.

Con tali presupposti le coordinate dei centri dei fori saranno:

	x (mm)	y (mm)	Azione totale (daN)
Bullone 1	28.00	30.00	5045.93
Bullone 2	70.00	30.00	5045.93
Bullone 3	28.00	116.50	5045.93
Bullone 4	70.00	116.50	5045.93

Bullone 5	28.00	169.00	5382.31
Bullone 6	70.00	169.00	5382.31
Bullone 7	28.00	221.50	42.64
Bullone 8	197.00	30.00	5045.93
Bullone 9	155.00	30.00	5045.93
Bullone 10	197.00	116.50	5045.93
Bullone 11	155.00	116.50	5045.93
Bullone 12	197.00	169.00	5382.31
Bullone 13	155.00	169.00	5382.31
Bullone 14	197.00	221.50	42.64

- Sollecitazione tangenziale massima sul bullone..... : 27.70 daN/cm²
- Sollecitazione normale massima sul bullone..... : -3496.31 daN/cm²

3. Saldatura Trave-Flangia.

- Saldatura a cordone d'angolo lungo tutto il perimetro del profilato con spessore reale..... : 5 mm
- Tensione ideale max lungo la saldatura dell'anima.... : 394.48 daN/cm²
- Tensione ideale max lungo la saldatura dell'ala..... : 394.48 daN/cm²

NB: Le saldature calcolate vanno intese ad arco con elettrodi rivestiti. Gli elettrodi impiegati dovranno essere del tipo omologato secondo le norme UNI 5132. Essendo il tipo di acciaio S355 e lo spessore della lamiera minore di 30 mm si adotteranno elettrodi di tipo E44 di classi di qualità 2,3 o 4

Nodo Tipo 9: COLLEGAMENTO CERNIERA PER INCROCIO CONTROVENTI MEDIANTE FAZZOLETTO

Il collegamento viene realizzato tramite un fazzoletto su cui verranno saldate o bullonate le aste relative ai controventi. Tale fazzoletto deve, per spessore e superficie, essere il più piccolo possibile per garantire l'effetto cerniera del collegamento stesso.

Dati

- 1. Fazzoletto..... : S355**
 - Tensione normale di progetto : 3380.95 daN/cm²
 - Tensione tangenziale di progetto..... : 1951.99 daN/cm²
 - Spessore..... : 8 mm
- 2. Controvento: L160x80x12S355 con sezione a profilato doppio.**
 - Tensione normale di progetto del profilato..... : 3380.95 daN/cm²
 - Tensione tangenziale di progetto del profilato... : 1951.99 daN/cm²
- 3. Bulloni Controvento.**
 - classe..... : 8.8
 - Diametro utilizzato per i Bulloni..... : 14 mm
 - Tensione normale di progetto dei Bulloni..... : 5760.00 daN/cm²
 - Tensione tangenziale di progetto dei Bulloni..... : 3840.00 daN/cm²

Risultati del Calcolo

CONTROVENTO c1.

- Angolazione del Controvento..... : 311.0 deg

- Sforzo Assiale sul Controvento..... : 24420.0 daN
- Taglio sul Controvento..... : 39.0 daN

Coordinate del fazzoletto rispetto al nodo.

	x (mm)	y (mm)
Vertice 1	-330.00	-357.00
Vertice 2	330.00	-357.00
Vertice 3	330.00	357.00
Vertice 4	-330.00	357.00

Il controvento viene collegato al fazzoletto tramite bullonatura.

- Numero dei bulloni..... : 4
- Coordinate dei fori dei bulloni rispetto al nodo.... :

	x (mm)	y (mm)
Bullone 1	123.34	-141.89
Bullone 2	160.08	-184.15
Bullone 3	196.82	-226.41
Bullone 4	233.56	-268.68

- Tens. tang. max sul Bullone..... : 1982.9 daN/cm²
- Tens. di Rifollamento sul Fazzoletto..... : 1817.0 daN/cm²

NB: Le saldature calcolate vanno intese ad arco con elettrodi rivestiti. Gli elettrodi impiegati dovranno essere del tipo omologato secondo le norme UNI 5132. Essendo il tipo di acciaio S355 e lo spessore della lamiera minore di 30 mm si adotteranno elettrodi di tipo E44 di classi di qualità 2,3 o 4

CONTROVENTO c2.

- Angolazione del Controvento..... : 49.0 deg
- Sforzo Assiale sul Controvento..... : 21315.0 daN
- Taglio sul Controvento..... : 39.0 daN

Il controvento viene collegato al fazzoletto tramite bullonatura.

- Numero dei bulloni..... : 3
- Coordinate dei fori dei bulloni rispetto al nodo.... :

	x (mm)	y (mm)
Bullone 1	123.34	141.89
Bullone 2	160.08	184.15
Bullone 3	196.82	226.41

- Tens. tang. max sul Bullone..... : 2307.8 daN/cm²
- Tens. di Rifollamento sul Fazzoletto..... : 2114.6 daN/cm²

NB: Le saldature calcolate vanno intese ad arco con elettrodi rivestiti. Gli elettrodi impiegati dovranno essere del tipo omologato secondo le norme UNI 5132. Essendo il tipo di acciaio S355 e lo spessore della lamiera minore di 30 mm si adotteranno elettrodi di tipo E44 di classi di qualità 2,3 o 4

CONTROVENTO c3.

- Angolazione del Controvento..... : 131.0 deg
- Sforzo Assiale sul Controvento..... : 24357.0 daN
- Taglio sul Controvento..... : 39.0 daN

Il controvento viene collegato al fazzoletto tramite bullonatura.

- Numero dei bulloni..... : 4
- Coordinate dei fori dei bulloni rispetto al nodo.... :

	x (mm)	y (mm)
Bullone 1	-123.34	141.89
Bullone 2	-160.08	184.15
Bullone 3	-196.82	226.41
Bullone 4	-233.56	268.68

- Tens. tang. max sul Bullone..... : 1977.8 daN/cm²
- Tens. di Rifollamento sul Fazzoletto..... : 1812.3 daN/cm²

NB: Le saldature calcolate vanno intese ad arco con elettrodi rivestiti. Gli elettrodi impiegati dovranno essere del tipo omologato secondo le norme UNI 5132. Essendo il tipo di acciaio S355 e lo spessore della lamiera minore di 30 mm si adotteranno elettrodi di tipo E44 di classi di qualità 2,3 o 4

CONTROVENTO c4.

- Angolazione del Controvento..... : 229.0 deg
- Sforzo Assiale sul Controvento..... : 21374.0 daN
- Taglio sul Controvento..... : 39.0 daN

Il controvento viene collegato al fazzoletto tramite bullonatura.

- Numero dei bulloni..... : 3
- Coordinate dei fori dei bulloni rispetto al nodo.... :

	x (mm)	y (mm)
Bullone 1	-123.34	-141.89
Bullone 2	-160.08	-184.15
Bullone 3	-196.82	-226.41

- Tens. tang. max sul Bullone..... : 2314.1 daN/cm²
- Tens. di Rifollamento sul Fazzoletto..... : 2120.4 daN/cm²

NB: Le saldature calcolate vanno intese ad arco con elettrodi rivestiti. Gli elettrodi impiegati dovranno essere del tipo omologato secondo le norme UNI 5132. Essendo il tipo di acciaio S355 e lo spessore della lamiera minore di 30 mm si adotteranno elettrodi di tipo E44 di classi di qualità 2,3 o 4

Nodo Tipo 10: COLLEGAMENTO ALA COLONNA-TRAVE MEDIANTE FLANGIA SALDATA ALLA TRAVE E BULLONATA AL PILASTRO

Il collegamento viene realizzato tramite una flangia saldata alla trave e bullonata alla colonna. L'efficienza statica e la rigidezza del nodo si manifestano nella sua capacità di trasferire al ritto le forze di trazione e di compressione provenienti dalla trave, oltre agli sforzi di taglio.

Dati

1. **Colonna**..... : **HEA400 - S355**
 - Tensione normale di progetto del profilato..... : 3380.95 daN/cm²
2. **Trave**..... : **HEB240 - S355**
 - Tensione normale di progetto del profilato..... : 3380.95 daN/cm²
3. **Flangia**..... : **S355**
 - Tensione normale di progetto della flangia di collegamento..... : 3380.95 daN/cm²
 - Spessore..... : 11 mm
4. **Bulloni classe**..... : **8.8**
 - Diametro utilizzato per i Bulloni..... : 14 mm
 - Tensione normale di progetto dei Bulloni..... : 5760.00 daN/cm²
 - Tensione tangenziale di progetto dei Bulloni..... : 3840.00 daN/cm²
5. **Sollecitazioni esterne**.
 - Sforzo normale..... : 22085.00 daN
 - Taglio lungo la direzione dell'anima della trave..... : 1017.10 daN
 - Momento flettente relativo alla trave..... : 2890.70 daNm

Risultati del Calcolo

1. **Dimensioni della flangia di collegamento**.
 Base..... : 240 mm
 altezza..... : 414 mm
 spessore..... : 11 mm
 Tensione normale max sulla flangia..... : 3151.42 daN/cm²
 Tensione di rifollamento max sulla flangia..... : 475.98 daN/cm²
 Tensione di rifollamento max sulla colonna..... : 275.57 daN/cm²
2. **Bulloni**.
 - Numero dei bulloni..... : 10
 - Diametro dei fori praticati..... : 15.00 mm

I bulloni saranno posizionati secondo un sistema di riferimento cartesiano con origine posto nell'angolo in basso a sinistra della flangia. L'asse X risulta parallelo alla base della flangia mentre l'asse y risulta parallelo all'altezza.

Con tali presupposti le coordinate dei centri dei fori saranno:

	x (mm)	y (mm)	Azione totale (daN)
Bullone 1	28.00	28.58	4660.17
Bullone 2	28.00	144.91	4660.17
Bullone 3	28.00	207.00	1996.82
Bullone 4	28.00	385.42	1355.45

Bullone 5	28.00	269.09	1355.45
Bullone 6	212.00	28.58	4660.17
Bullone 7	212.00	144.91	4660.17
Bullone 8	212.00	207.00	1996.82
Bullone 9	212.00	385.42	1355.45
Bullone 10	212.00	269.09	1355.45

- Sollecitazione tangenziale massima sul bullone..... : 476.18 daN/cm²
- Sollecitazione normale massima sul bullone..... : -2989.62 daN/cm²

3. Saldatura Trave-Flangia.

- Saldatura a cordone d'angolo lungo tutto il perimetro del profilato con spessore reale..... : 5 mm
- Tensione ideale max lungo la saldatura dell'anima.... : 286.38 daN/cm²
- Tensione ideale max lungo la saldatura dell'ala..... : 286.38 daN/cm²

NB: Le saldature calcolate vanno intese ad arco con elettrodi rivestiti. Gli elettrodi impiegati dovranno essere del tipo omologato secondo le norme UNI 5132. Essendo il tipo di acciaio S355 e lo spessore della lamiera minore di 30 mm si adotteranno elettrodi di tipo E44 di classi di qualità 2,3 o 4

Nodo Tipo 11: COLLEGAMENTO ANIMA COLONNA-TRAVE (CON CONTROVENTI) MEDIANTE FLANGIA SALDATA ALLA TRAVE E BULLONATA AL PILASTRO

Il collegamento viene realizzato tramite una flangia saldata alla trave e bullonata alla colonna. L'efficienza statica e la rigidezza del nodo si manifestano nella sua capacità di trasferire al ritto le forze di trazione e di compressione provenienti dalla trave, oltre agli sforzi di taglio.

Il collegamento è caratterizzato dalla presenza di controventi e di opportuni fazzoletti. I controventi trasmettono al nodo azioni da taglio e da sforzo assiale, i quali in seguito alla eccentricità nodo-asse flangia si traducono in momenti flettenti aggiuntivi sulla flangia stessa.

Dati

- 1. Colonna..... : HEA400 - S355**
 - Tensione normale di progetto del profilato..... : 3380.95 daN/cm²
- 2. Trave..... : HEB240 - S355**
 - Tensione normale di progetto del profilato..... : 3380.95 daN/cm²
- 3. Flangia..... : S355**
 - Tensione normale di progetto della flangia di collegamento..... : 3380.95 daN/cm²
- 4. Azioni esterne.**
 - Sforzo normale trave 1..... : 15650.30 daN
 - Taglio trave 1..... : 645.80 daN
 - Momento flettente trave 1..... : 861.80 daNm
 - Sforzo normale globale su flangia 1..... : 795.82 daN
 - Taglio globale su flangia 1..... : -7975.48 daN
 - Momento flettente globale su flangia 1..... : 909.22 daNm

5. Controvento: L160x80x12S355 con sezione a profilato doppio.

- Tensione normale di progetto del profilato..... : 3380.95 daN/cm²
- Tensione tangenziale di progetto del profilato... : 1951.99 daN/cm²

6. Bulloni Flangia classe..... : 8.8

- Diametro utilizzato per i Bulloni..... : 14 mm
- Tensione normale di progetto dei Bulloni..... : 5760.00 daN/cm²
- Tensione tangenziale di progetto dei Bulloni..... : 3840.00 daN/cm²

7. Fazzoletto.

- Tensione normale di progetto : 3380.95 daN/cm²
- Tensione tangenziale di progetto..... : 1951.99 daN/cm²
- Spessore..... : 8 mm

8. Bulloni Controventi classe..... : 8.8

- Diametro utilizzato per i Bulloni..... : 14 mm
- Tensione normale di progetto dei Bulloni..... : 5760.00 daN/cm²
- Tensione tangenziale di progetto dei Bulloni..... : 3840.00 daN/cm²

Risultati del Calcolo

1. Dimensioni della flangia 1 di collegamento.

- Base..... : 240 mm
- Altezza..... : 569 mm
- Spessore..... : 8 mm
- Tensione normale max sulla flangia..... : 1298.44 daN/cm²
- Tensione di rifollamento max sulla flangia..... : 604.24 daN/cm²
- Tensione di rifollamento max sulla colonna..... : 439.45 daN/cm²

2. Bulloni sulla flangia 1.

- Numero dei bulloni..... : 12
- Diametro dei fori praticati..... : 15.00 mm

I bulloni saranno posizionati secondo un sistema di riferimento cartesiano con origine posto nell'angolo in basso a sinistra della flangia. L'asse X risulta parallelo alla base della flangia mentre l'asse y risulta parallelo all'altezza.

Con tali presupposti le coordinate dei centri dei fori saranno:

	x (mm)	y (mm)	Azione totale (daN)
Bullone 1	28.00	203.00	1155.53
Bullone 2	28.00	318.00	1155.53
Bullone 3	28.00	541.00	1104.45
Bullone 4	28.00	426.00	1104.45
Bullone 5	28.00	372.00	676.75
Bullone 6	28.00	28.00	676.75
Bullone 7	212.00	203.00	1155.53
Bullone 8	212.00	318.00	1155.53
Bullone 9	212.00	541.00	1104.45
Bullone 10	212.00	426.00	1104.45
Bullone 11	212.00	372.00	676.75
Bullone 12	212.00	28.00	676.75

- Sollecitazione tangenziale massima sul bullone... : 439.62 daN/cm²
- Sollecitazione normale massima sul bullone..... : -651.52 daN/cm²

3. Saldatura Trave-Flangia 1.

- Saldatura a cordone d'angolo lungo tutto il perimetro del profilato con spessore reale..... : 5 mm

- Tensione ideale max..... : 149.91 daN/cm²

NB: Le saldature calcolate vanno intese ad arco con elettrodi rivestiti. Gli elettrodi impiegati dovranno essere del tipo omologato secondo le norme UNI 5132. Essendo il tipo di acciaio S355 e lo spessore della lamiera minore di 30 mm si adotteranno elettrodi di tipo E44 di classi di qualità 2,3 o 4

5. Controventi.

CONTROVENTO c1.

- Angolazione del Controvento..... : 330.0 deg
 - Sforzo Assiale sul Controvento..... : 18012.0 daN
 - Taglio sul Controvento..... : 39.0 daN

Coordinate del fazzoletto rispetto al nodo.

	x (mm)	y (mm)
Vertice 1	13.50	-120.00
Vertice 2	13.50	-361.00
Vertice 3	625.27	-361.00
Vertice 4	625.27	-120.00

- Tensione tangenziale parallela
 Saldatura Flangia/Trave-Fazzoletto..... : 647.3 daN/cm²

Il controvento viene collegato al fazzoletto tramite bullonatura.

- Numero dei bulloni..... : 3
 - Coordinate dei fori dei bulloni rispetto al nodo.... :

	x (mm)	y (mm)
Bullone 1	412.98	-238.43
Bullone 2	461.47	-266.43
Bullone 3	509.97	-294.43

- Tens. tang. max sul Bullone..... : 1950.1 daN/cm²
 - Tens. di Rifollamento sul Fazzoletto..... : 1786.9 daN/cm²

NB: Le saldature calcolate vanno intese ad arco con elettrodi rivestiti. Gli elettrodi impiegati dovranno essere del tipo omologato secondo le norme UNI 5132. Essendo il tipo di acciaio S355 e lo spessore della lamiera minore di 30 mm si adotteranno elettrodi di tipo E44 di classi di qualità 2,3 o 4

Nodo Tipo 12: NODO CERNIERA COLONNA-TRAVERE

Si usa definire nodo cerniera l'unione in grado di trasferire lo sforzo di taglio dall'anima della trave alla colonna. La continuità strutturale tra la trave e la colonna viene conseguita collegando le anime con squadrette in angolari e bulloni. Il dimensionamento del nodo cerniera si traduce nella scelta delle squadrette e dei bulloni, compatibilmente con le caratteristiche geometriche delle travi da unire, e nella verifica di tutti gli elementi che concorrono staticamente alla definizione del collegamento.

Dati

- * Colonna..... : HEA400 - S355
Tensione normale di progetto del profilato..... : 3381.0 daN/cm²
- * Trave..... : IPE300 - S355
Tensione normale di progetto del profilato..... : 3381.0 daN/cm²
- * Squadretta..... : S355
tensione normale di progetto..... : 3381.0 daN/cm²
- * Bulloni squadrette:
classe..... : 8.8
diametro..... : 14 mm
tensione normale di progetto..... : 5760.0 daN/cm²
tensione tangenziale di progetto..... : 3840.0 daN/cm²
- * Sollecitazioni esterne:
sforzo normale..... : -320.6 daN
(trazione)
Taglio..... : 2314.6 daN
Momento flettente..... : 0.0 daNm
Momento torcente (per lato) sui bulloni
sulla colonna..... : 117.0 daNm
Momento torcente sui bulloni (squadretta)
sulla Trave..... : 121.5 daNm

Risultati

- Squadrette.

La squadretta è composta da due lamiere in acciaio opportunamente sagomate e saldate ortogonalmente tra loro. In alternativa è possibile utilizzare profilati angolari. Le dimensioni delle squadrette sono:

- * lunghezza del lato relativo alla colonna
(escluso spessore)..... : 57 mm
- * lunghezza del lato relativo alla trave
(escluso spessore)..... : 57 mm
- * altezza..... : 224 mm
- * spessore..... : 6 mm

- Bulloni relativi alla colonna.

- Numero..... : 5
- Numero di file..... : 5
- diametro dei fori praticati..... : 15.0 mm

I bulloni saranno posizionati secondo un sistema di riferimento cartesiano con origine posto nell'angolo di piegatura della squadretta in corrispondenza del lato inferiore.

L'asse X risulta parallelo all'asse della colonna.

Con tali presupposti le coordinate dei centri dei fori saranno:

	x (mm)	y (mm)	Azione Totale (daN)
Bullone 1	29.00	28.00	724.38
Bullone 2	29.00	70.00	540.28
Bullone 3	29.00	112.00	462.92

Bullone 4	29.00	154.00	540.28
Bullone 5	29.00	196.00	724.38

* La tensione tangenziale massima..... : 470.6 daN/cm²
 è relativa ai bulloni numero 1,5

* Tensione normale massima..... : 20.8 daN/cm²

- Bulloni relativi alla trave.

Numero..... : 5
 Numero di file..... : 5
 diametro dei fori praticati..... : 15.0

I bulloni saranno posizionati secondo un sistema di riferimento cartesiano con origine posto nell'angolo di piegatura della squadretta in corrispondenza del lato inferiore.
 L'asse X risulta parallelo all'asse della trave.

Con tali presupposti le coordinate dei centri dei fori saranno:

	x (mm)	y (mm)	Azione Totale (daN)
Bullone 1	29.00	28.00	346.06
Bullone 2	29.00	70.00	257.40
Bullone 3	29.00	112.00	233.67
Bullone 4	29.00	154.00	291.21
Bullone 5	29.00	196.00	396.06

* La tensione tangenziale massima..... : 257.3 daN/cm²
 è relativa ai bulloni numero 5

* Tensione normale sui bulloni della
 Colonna..... : 20.8 daN/cm²

Verifiche di rifollamento

- Sigma di rifollamento sulla colonna : 4207.4 daN/cm²
- Sigma di rifollamento di progetto della
 colonna = 1.556 x 3381.0..... : 5259.3 daN/cm²
- Sigma di rifollamento della trave..... : 4207.4 daN/cm²
- Sigma di rifollamento di progetto della
 trave = 1.556 x 3381.0..... : 5259.3 daN/cm²
- Sigma di rifollamento sulla squadretta della
 colonna..... : 4207.4 daN/cm²
- Sigma di rifollamento di progetto della
 squadretta = 1.556 x 3381.0..... : 5259.3 daN/cm²
- Sigma di rifollamento sulla squadretta della
 trave : 4207.4 daN/cm²
- Sigma di rifollamento di progetto della
 squadretta = 1.556 x 3381.0..... : 5259.3 daN/cm²

VERIFICHE DI RESISTENZA

- Tensione Ideale sulla coppia di squadrette
 depurate dalla foratura..... : 187.1 daN/cm²
- Tensione di progetto della squadretta..... : 3381.0 daN/cm²

Nodo Tipo 13: NODO ANIMA COLONNA-TRAVE con squadretta d'anima e coprighiunti

La continuità strutturale tra gli elementi viene conseguita collegando l'anima della trave alla colonna tramite squadrette in angolari e le ali tramite coprighiunti.

Le squadrette saranno bullonate alla trave ed alla colonna.

I coprighiunti potranno essere composti da angolari o da piatti.

Nel caso di coprighiunti piatti, essi saranno bullonati alle ali della trave e saldati alla colonna; nel caso, invece, di coprighiunti angolari saranno bullonati sia sulla trave che sulla colonna.

Le azioni della trave saranno distribuite tra coprighiunti e squadrette in funzione del coprighiunto adottato.

Se il coprighiunto è piatto allora verrà affidato alle squadrette l'intero taglio ed ai coprighiunti l'intero sforzo assiale.

Se il coprighiunto è angolare allora Taglio e Sforzo normale verranno distribuiti tra squadrette e coprighiunti in modo proporzionale alle aree delle ali e dell'anima della sezione della trave.

Inoltre, il momento flettente verrà decomposto nella coppia di braccio pari all'altezza della trave.

Dati

- Colonna.....	:	HEA400
Acciaio.....	:	S355
- Trave.....	:	HEB500
Acciaio.....	:	S355
- Squadrette:		
Acciaio.....	:	S355
- Coprighiunti:		
Acciaio.....	:	S355
Tipo.....	:	Piatto
Modalità di inserimento.....	:	Singoli
- Bulloni squadrette:		
Classe.....	:	8.8
Diametro.....	:	14 mm
Tensione normale di progetto.....	:	5760.0 daN/cm ²
Tensione tangenziale di progetto.....	:	3840.0 daN/cm ²
- Bulloni coprighiunti:		
Classe.....	:	8.8
Diametro.....	:	14 mm
Tensione normale di progetto.....	:	5760.0 daN/cm ²
Tensione tangenziale di progetto.....	:	3840.0 daN/cm ²
- Sollecitazioni esterne:		
Sforzo normale.....[N]	:	-6561.4 daN
Taglio.....[T]	:	-3731.0 daN
Momento flettente.....[M]	:	3946.7 daNm
- Dati per la distribuzione delle Sollecitazioni esterne:		
Eccentricità del taglio.....	:	70.5 mm
Altezza della Trave utile.....[H]	:	371.0 mm
Area Totale della sezione trasversale della trave...[A]	:	238.7 cm ²
Area Anima della sezione trasversale della trave...[Aan]	:	154.7 cm ²

Area Ali della sezione trasversale della trave....[Aal] : 84.0 cm²
 Aliquota di pertinenza delle ali.....[a = Aal/A] : 1.0
 Aliquota di pertinenza dell'anima.....[a = Aan/A] : 0.0

- Distribuzione delle Sollecitazioni esterne:
 Momento torcente per eccentricità del Taglio
 sui bulloni della colonna..... : -269.6 daNm
 Momento torcente per eccentricità del Taglio
 sui bulloni della trave..... : -263.0 daNm
 Sforzo Normale sull'ala sup.....[a*N/2 - M/H] : -11642.4 daN
 Sforzo Normale sull'ala inf.....[a*N/2 + M/H] : 5081.0 daN
 Sforzo Normale sull'anima.....[b*N] : 0.0 daN
 Taglio sulle ali.....[a*T] : 0.0 daN
 Taglio sull'anima.....[b*T/2] : -3731.0 daN

Risultati

- Squadrette

Le squadrette sono composte da due lamiere in acciaio opportunamente sagomate e saldate ortogonalmente tra loro.
 In alternativa è possibile utilizzare profilati angolari.
 Le dimensioni delle squadrette sono:

- lunghezza del lato relativo alla colonna
 (escluso spessore del lato ortogonale)..... : 57 mm
 - lunghezza del lato relativo alla trave
 (escluso spessore del lato ortogonale)..... : 57 mm
 - altezza..... : 350 mm
 - spessore..... : 12 mm

Tali squadrette vengono sottoposte a verifica di resistenza in prossimità delle sezioni più sollecitate depurandole, tra l'altro, dalla presenza delle forature.

Per cui:

- Sforzo Normale..... : 0.0 daN
 - Taglio..... : -3731.0 daN
 - Area della sezione..... : 5520.0 cm²
 - Modulo di resistenza della sezione..... : 337.3 cm³
 - Tensione normale..... : 78.0 daN/cm²
 - Tensione tangenziale..... : 0.7 daN/cm²
 - Tensione Ideale..... : 78.0 daN/cm²
 - Tensione normale di progetto..... : 3381.0 daN/cm²

- Bulloni delle Squadrette relativi alla colonna

- Numero..... : 8
 - File di disposizione..... : 8
 - Diametro dei fori praticati..... : 15.0 mm

I bulloni saranno posizionati secondo un sistema di riferimento cartesiano con origine posto nell'angolo interno di piegatura della squadretta in corrispondenza del lato inferiore
 L'asse X risulta, dunque, parallelo all'asse della colonna.

Con tali presupposti le coordinate dei centri dei fori saranno:

	X [mm]	Y [mm]	Taglio sui bulloni [daN]
Bullone 1	29.00	28.00	709.63
Bullone 2	29.00	70.00	602.87
Bullone 3	29.00	112.00	519.66

Bullone 4	29.00	154.00	472.59
Bullone 5	29.00	196.00	472.59
Bullone 6	29.00	238.00	519.66
Bullone 7	29.00	280.00	602.87
Bullone 8	29.00	322.00	709.63

- Tensione normale massima riscontrata..... : 0.0 daN/cm²
- Tensione tangenziale massima riscontrata..... : 461.0 daN/cm²
- Tensione normale di progetto..... : 5760.0 daN/cm²
- Tensione tangenziale di progetto..... : 3840.0 daN/cm²

- Bulloni delle Squadrette relativi alla trave

- Numero..... : 8
- Numero di file..... : 8
- Diametro dei fori praticati..... : 15.0 mm

I bulloni saranno posizionati secondo un sistema di riferimento cartesiano con origine posto nell'angolo interno di piegatura della squadretta in corrispondenza del lato inferiore.

L'asse X risulta, dunque, parallelo all'asse della trave.

Con tali presupposti le coordinate dei centri dei fori saranno:

	X [mm]	Y [mm]	Taglio sui bulloni [daN]
Bullone 1	29.00	28.00	349.96
Bullone 2	29.00	70.00	298.53
Bullone 3	29.00	112.00	258.62
Bullone 4	29.00	154.00	236.15
Bullone 5	29.00	196.00	236.15
Bullone 6	29.00	238.00	258.62
Bullone 7	29.00	280.00	298.53
Bullone 8	29.00	322.00	349.96

- Tensione tangenziale massima riscontrata..... : 227.3 daN/cm²

- Coprigiunti

Tale tipo di coprigiunto verrà addossato all'ala della trave da collegare ed assorbirà completamente, tramite la bullonatura Trave-Coprigiunto, lo sforzo assiale trasmesso dall'ala. Lo sforzo verrà ricondotto sulla colonna tramite saldatura a completa penetrazione tra la colonna ed il coprigiunto.

I bulloni verranno verificati a taglio distribuendo equamente lo sforzo assiale tra i bulloni mentre il coprigiunto verrà verificato a sforzo normale nella sezione maggiormente sollecitata e depurata dalle forature per il passaggio dei bulloni.

L'ultima verifica interesserà la saldatura.

- Larghezza..... : 300 mm
- Lunghezza..... : 126 mm
- spessore..... : 15 mm
- Sforzo Normale trasmesso dall'ala della Trave..... : -11642.4 daN
- Area della sezione depurata dai fori..... : 40.5 cm²
- Tensione normale..... : -287.5 daN/cm²
- Tensione normale di progetto..... : 3381.0 daN/cm²
- Diametro dei fori praticati..... : 15.0 mm
- Numero dei bulloni sulla Trave..... : 4

- Bulloni dei Coprigiunti

I bulloni saranno posizionati secondo un sistema di riferimento cartesiano con origine posto nello spigolo di intersezione tra il coprigiunto e la colonna.

L'asse Y si sviluppa proprio dall'origine lungo lo spigolo di intersezione.

L'asse X si sviluppa dall'origine lungo uno dei margini del coprigiunto nella direzione della trave.

Con tali presupposti le coordinate dei centri dei fori saranno:

	X [mm]	Y [mm]	Azioni Assiali [daN]	Azioni Tangenziali [daN]
Bullone 1	42.00	57.88	-2910.59	0.00
Bullone 2	42.00	242.13	-2910.59	0.00
Bullone 3	84.00	57.88	-2910.59	0.00
Bullone 4	84.00	242.13	-2910.59	0.00

- Tensione tangenziale massima riscontrata..... : 1890.8 daN/cm²
- Tensione tangenziale di progetto..... : 3840.0 daN/cm²

- Saldatura Coprigiunto-Colonna

Tale saldatura viene realizzata a completa penetrazione (C.P.) e sarà sottoposta, per le ipotesi sopra fatte, esclusivamente a sforzo normale.

- Area della saldatura..... : 45.0 cm²
- Tensione normale..... : -258.7 daN/cm²
- Tensione di riferimento..... : 2873.8 daN/cm²

Verifiche di rifollamento

- Bulloni della squadretta

- Tensione di rifollamento sulla colonna..... : 4207.4 daN/cm²
- coefficiente di rifollamento..... : 1.556
- Tensione di rifollamento di progetto della colonna : 5259.3 daN/cm²
- Tensione di rifollamento sulla trave..... : 4207.4 daN/cm²
- coefficiente di rifollamento..... : 1.556
- Tensione di rifollamento di progetto della trave : 5259.3 daN/cm²
- Tensione di rifollamento sulla squadretta della colonna..... : 4207.4 daN/cm²
- Tensione di rifollamento sulla squadretta della trave..... : 4207.4 daN/cm²
- coefficiente di rifollamento squadretta colonna..... : 1.556
- coefficiente di rifollamento squadretta trave..... : 1.556
- Tensione di rifollamento di progetto della squadretta della colonna..... : 5259.3 daN/cm²
- Tensione di rifollamento di progetto della squadretta della trave..... : 5259.3 daN/cm²

- Bulloni del coprigiunto

- Tensione di rifollamento sulla trave..... : 0.0 daN/cm²
- coefficiente di rifollamento..... : 2.333

- Tensione di rifollamento di progetto della trave : 7888.9 daN/cm²
- Tensione di rifollamento sul coprighiunto della trave..... : 15.0 daN/cm²
- coefficiente di rifollamento..... : 2.333
- Tensione di rifollamento di progetto del coprighiunto : 7888.9 daN/cm²

Nodo Tipo 14: COLLEGAMENTO ALA COLONNA-TRAVE MEDIANTE FLANGIA SALDATA ALLA TRAVE E BULLONATA AL PILASTRO

Il collegamento viene realizzato tramite una flangia saldata alla trave e bullonata alla colonna. L'efficienza statica e la rigidezza del nodo si manifestano nella sua capacità di trasferire al ritto le forze di trazione e di compressione provenienti dalla trave, oltre agli sforzi di taglio.

Dati

- 1. Colonna..... : HEA400 - S355**
 - Tensione normale di progetto del profilato..... : 3380.95 daN/cm²
- 2. Trave..... : IPE400 - S355**
 - Tensione normale di progetto del profilato..... : 3380.95 daN/cm²
- 3. Flangia..... : S355**
 - Tensione normale di progetto della flangia di collegamento..... : 3380.95 daN/cm²
 - Spessore..... : 8 mm
- 4. Bulloni classe..... : 8.8**
 - Diametro utilizzato per i Bulloni..... : 14 mm
 - Tensione normale di progetto dei Bulloni..... : 5760.00 daN/cm²
 - Tensione tangenziale di progetto dei Bulloni..... : 3840.00 daN/cm²
- 5. Sollecitazioni esterne.**
 - Sforzo normale..... : -450.90 daN
 - Taglio lungo la direzione dell'anima della trave..... : 2231.70 daN
 - Momento flettente relativo alla trave..... : 0.00 daNm

Risultati del Calcolo

- 1. Dimensioni della flangia di collegamento.**
 - Base..... : 180 mm
 - altezza..... : 554 mm
 - spessore..... : 8 mm
 - Tensione normale max sulla flangia..... : 144.89 daN/cm²
 - Tensione di rifollamento max sulla flangia..... : 199.26 daN/cm²
 - Tensione di rifollamento max sulla colonna..... : 83.90 daN/cm²
- 2. Bulloni.**
 - Numero dei bulloni..... : 10
 - Diametro dei fori praticati..... : 15.00 mm

I bulloni saranno posizionati secondo un sistema di riferimento cartesiano con origine posto nell'angolo in basso a sinistra della flangia. L'asse X risulta parallelo alla base della flangia mentre l'asse y risulta parallelo all'altezza.

Con tali presupposti le coordinate dei centri dei fori saranno:

	x (mm)	y (mm)	Azione totale (daN)
Bullone 1	28.00	28.00	237.05
Bullone 2	28.00	139.50	237.05
Bullone 3	28.00	277.00	296.85
Bullone 4	28.00	526.00	237.05
Bullone 5	28.00	414.50	237.05
Bullone 6	152.00	28.00	237.05
Bullone 7	152.00	139.50	237.05
Bullone 8	152.00	277.00	296.85
Bullone 9	152.00	526.00	237.05
Bullone 10	152.00	414.50	237.05

- Sollecitazione tangenziale massima sul bullone..... : 144.97 daN/cm²
- Sollecitazione normale massima sul bullone..... : -127.16 daN/cm²

3. Saldatura Trave-Flangia.

- Saldatura a cordone d'angolo lungo tutto il perimetro del profilato con spessore reale..... : 5 mm
- Tensione ideale max lungo la saldatura dell'anima.... : 23.02 daN/cm²
- Tensione ideale max lungo la saldatura dell'ala..... : 23.02 daN/cm²

NB: Le saldature calcolate vanno intese ad arco con elettrodi rivestiti. Gli elettrodi impiegati dovranno essere del tipo omologato secondo le norme UNI 5132. Essendo il tipo di acciaio S355 e lo spessore della lamiera minore di 30 mm si adotteranno elettrodi di tipo E44 di classi di qualità 2,3 o 4

Nodo Tipo 15: TRAVATURA

Unione Nodo 1

Il collegamento viene realizzato per sovrapposizione delle aste convergenti sul nodo interessato ad un fazzoletto opportunamente dimensionato.

Dati

Normativa di riferimento : NTC - D.M. 17/01/2018

Numero aste convergenti sul nodo : 2

Il prospetto seguente sintetizza la geometria del nodo:

Asta Loc.	Asta Glo.	Angolo [deg]	dd [mm]	Acciaio	Collegamento	Continuità	Sezione
1	2	0.00	0.0	Acciaio1	Bullonatura	SI	T8-UPN200
2	1	341.58	540.0	Acciaio1	Bullonatura	NO	T10-UPN140

dove:

- Angolo : inclinazione asse asta con piano orizzontale;
- dd : distanza nodo – inizio asta;
- Continuità : indica se l’asta attraversa il nodo senza soluzione di continuità;
- Sezione : profilato associato all’asta.

Ognuna delle aste sarà interessata da stati sollecitazionali articolati nelle varie combinazioni di carico previste:

Nome Combinazione SLV min						
Asta	N [daN]	Tx [daN]	Ty [daN]	Mx [daN]	My [daN]	Mt [daN]
1	782	0	291	0	0	0
2	834	0	29	0	0	0

Nome Combinazione SLV max						
Asta	N [daN]	Tx [daN]	Ty [daN]	Mx [daN]	My [daN]	Mt [daN]
1	5445	0	1853	0	0	0
2	5751	0	37	0	0	0

Risultati del Calcolo

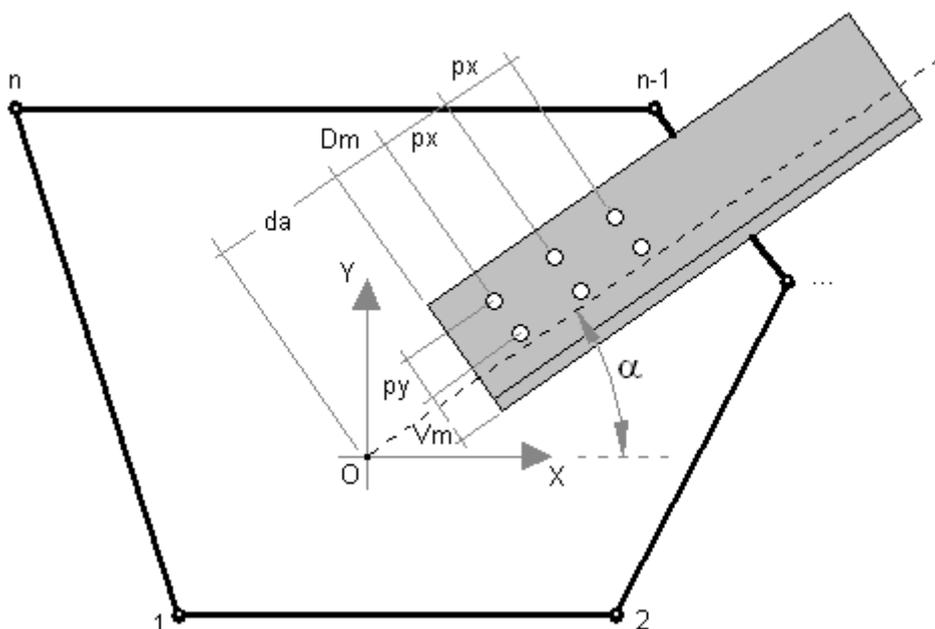
Asta 1

UNIONE BULLONATA

Il collegamento viene realizzato mediante la sovrapposizione e la bullonatura dell'asta ad un fazzoletto.

Verifica secondo..... **NTC-D.M.17/01/2018**
 Sezione trasversale asta.....= T8-UPN200
 Acciaio asta.....= Acciaio1
 Acciaio fazzoletto.....= S355
 Coeff.parz. di sicurezza bullonature..= 1.25
 Bulloni classe= 8.8

GEOMETRIA



L'asta viene posizionata attraverso un'angolo "α" ed una distanza "da" relativi ad una sistema di riferimento 0xy posizionato con origine in corrispondenza del nodo. Con il medesimo sistema di riferimento vengono espresse le coordinate dei vertici del fazzoletto

da.....[mm] = 0
 α[deg] = 0
 Spessore fazzoletto.....[mm] = 6
 Numero vertici fazzoletto..... = 4

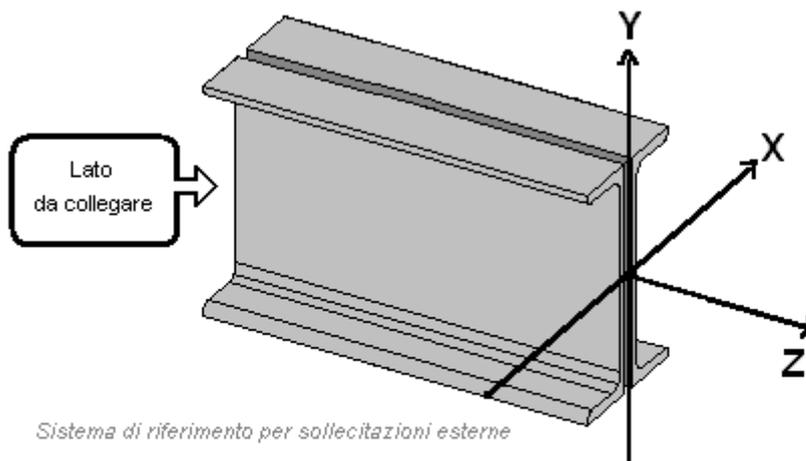
VERT ICI	X	Y
1	-521.79	-263.59
2	614.15	-263.59
3	614.15	100
4	-521.79	100

Numero totale dei bulloni..... = 4
 Dm..... [mm] = 300
 Vm..... [mm] = 75
 Fazzoletto esterno = singolo
 Righe di disposizione dei bulloni..... = 2
 Colonne di disposizione dei bulloni..... = 2
 Diametro bulloni..... [mm] = 12
 Tolleranza per il sistema vite-foro..... = Normale
 Diametro fori per il passaggio della vite.. [mm] = 13
 Passo riga 1..... [mm] = 50
 Passo colonna 1..... [mm] = 36

Condizioni di Carico

Condizione 1 ([c.c.1])
 N.....[daN] = 782.4
 Tx.....[daN] = 0
 Ty.....[daN] = 290.94
 Mx.....[daN m] = 0
 My.....[daN m] = 0
 Mt.....[daN m] = 0
 Condizione 2 ([c.c.2])
 N.....[daN] = 5444.58
 Tx.....[daN] = 0
 Ty.....[daN] = 1852.75
 Mx.....[daN m] = 0
 My.....[daN m] = 0
 Mt.....[daN m] = 0

La convenzione utilizzata per i verso delle azioni viene sintetizzata nella generica (e dunque non riferita al caso specifico) figura seguente.



VERIFICA DI RESISTENZA DEI BULLONI

Categoria a taglio. Bulloni senza precarico.

BULLONE $\phi 12$ / cl.8.8

Fattore di Confidenza.....F.C. = 1

Area utile gambo.....[mm²] = 84

Resistenza a punzonamento(BpRd).....[KN] = 245.18

Valore di rottura a trazione(fub).....[N/mm²] = 800

Valore di snervamento(fy).....[N/mm²] = 640

Resistenza di progetto a sforzo normale(FtRd)..[KN] = 48.38

Resistenza unitaria di progetto a taglio (FvRd/SezRes)..[KN] = 32.26

Le Condizioni di verifica sono :

Verifica a taglio per Sezione Res. : Fs1 = FvRd/Fv.Ed \geq 1*F.C.

Verifica a trazione : Fs2 = min(FtRd, BpRd)/Ft.Ed \geq 1*F.C.

Verifica combinata a trazione+taglio : 1/Fs3 = Fv.Ed/FvRd+Ft,Ed/(1.4 FtRd) < 1/F.C.

dove Fv.Ed è la forza di progetto a taglio per ogni bullone e per ogni sezione resistente;
dove Ft.Ed è la forza di progetto a trazione per ogni bullone.

Bull	CC	Fv.Ed [KN]	Scorr.	Fs1	Ft.Ed [KN]	Fs2	Fs3	Esit o
1	1	0.01	OK	21.25	0	1000	451.69	POS.
1	2	0.09	OK	3.08	0	1000	9.52	POS.
2	1	0.01	OK	21.25	0	1000	451.69	POS.
2	2	0.09	OK	3.08	0	1000	9.52	POS.
3	1	0.01	OK	21.25	0	1000	451.69	POS.
3	2	0.09	OK	3.08	0	1000	9.52	POS.
4	1	0.01	OK	21.25	0	1000	451.69	POS.
4	2	0.09	OK	3.08	0	1000	9.52	POS.

VERIFICHE A RIFOLLAMENTO

La resistenza a rifollamento viene calcolata con la seguente formula:

$$F_{b.Rd} = (k \cdot \alpha \cdot f_u \cdot d \cdot t) / (\gamma_{mb})$$

dove :

α è un coefficiente posto pari al minore tra i seguenti valori:

$$\alpha_1 = e_1 / (3 \cdot d_o)$$

$$\alpha_2 = P_1 / (3 \cdot d_o) - 1/4$$

$$\alpha_3 = f_{ub} / f_u$$

$$\alpha_4 = 1$$

κ è un coefficiente posto pari al minore tra i seguenti valori:

$$\kappa_1 = 2.8 \cdot e_2 / d_o - 1.7$$

$$\kappa_2 = 1.4 \cdot p_2 / d_o - 1.7$$

$$\kappa_3 = 2.5$$

e_1 = distanza minima orizzontale dal bordo al centro del bullone

e_2 = distanza minima verticale dal bordo al centro del bullone

p_1 = passo orizzontale tra i bulloni

p_2 = passo verticale tra i bulloni

f_u = valore di rottura a trazione della lamiera da verificare

d = diametro del bullone

t = spessore della lamiera da verificare

f_{ub} = valore di rottura a trazione del bullone

Di conseguenza essendo :

$$\alpha \cdot \kappa \dots \dots \dots = 2.5$$

$$d \dots \dots \dots [\text{mm}] = 12$$

$$f_{ub} \dots \dots \dots [\text{mm}] = 800$$

$$e_1 \dots \dots \dots [\text{mm}] = 300$$

$$e_2 \dots \dots \dots [\text{mm}] = 75$$

$$p_1 \dots \dots \dots [\text{mm}] = 36$$

$$p_2 \dots \dots \dots [\text{mm}] = 36$$

Si ottiene :

$$F_{b.Rd} \dots \dots \dots [\text{KN}] = 24 \cdot t \cdot f_u$$

Affinchè la verifica a rifollamento sia soddisfatta deve risultare :

$$(F_{b.Rd} / F_{v.Sd}) \geq 1 \cdot \text{F.C.}$$

RIFOLLAMENTO ASTA :

$$t \dots \dots \dots [\text{mm}] = 0 \text{ (x2)}$$

$$f_u \dots \dots \dots [\text{N/mm}^2] = 510$$

$$F_{b.Rd} \dots \dots \dots [\text{KN}] = 0$$

$$\text{F.C.} \dots \dots \dots = 1$$

BULL ONE	CC	Fv.Sd[KN]	Fs	Esito
1	1	2.09	99.71	POS.
1	2	14.38	14.47	POS.
2	1	2.09	99.71	POS.
2	2	14.38	14.47	POS.
3	1	2.09	99.71	POS.
3	2	14.38	14.47	POS.
4	1	2.09	99.71	POS.
4	2	14.38	14.47	POS.

RIFOLLAMENTO FAZZOLETTO :

$t \dots \dots \dots [\text{mm}] = 6$
 $f_u \dots \dots \dots [\text{N/mm}^2] = 510$
 $F_{b.Rd} \dots \dots \dots [\text{KN}] = 73.44$
 $F.C. \dots \dots \dots = 1$

BULL ONE	CC	Fv.Sd[KN]	Fs	Esito
1	1	2.09	35.19	POS.
1	2	14.38	5.11	POS.
2	1	2.09	35.19	POS.
2	2	14.38	5.11	POS.
3	1	2.09	35.19	POS.
3	2	14.38	5.11	POS.
4	1	2.09	35.19	POS.
4	2	14.38	5.11	POS.

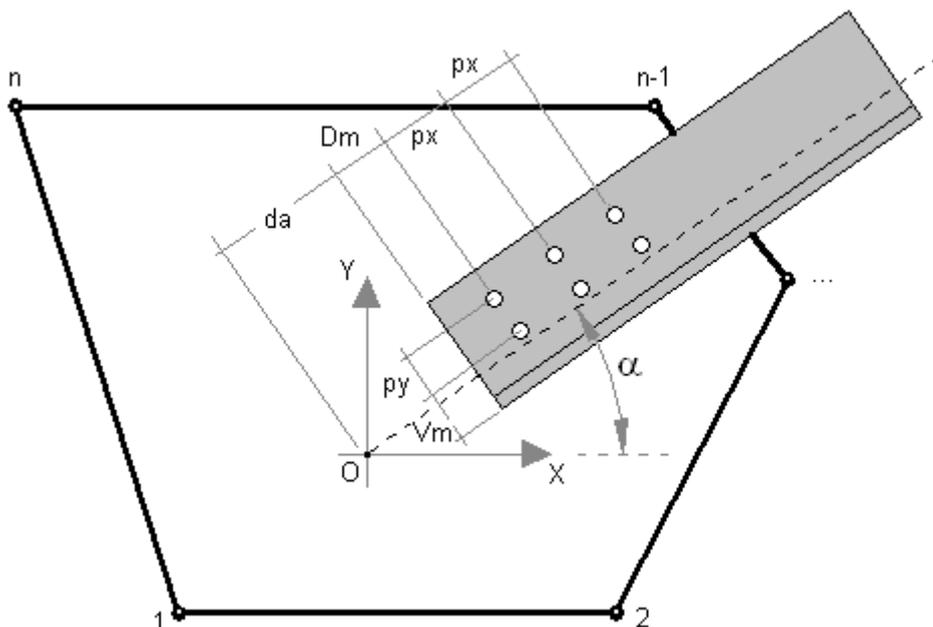
Asta 2

UNIONE BULLONATA

Il collegamento viene realizzato mediante la sovrapposizione e la bullonatura dell'asta ad un fazzoletto.

Verifica secondo..... **NTC-D.M.17/01/2018**
 Sezione trasversale asta.....= T10-UPN140
 Acciaio asta.....= Acciaio1
 Acciaio fazzoletto.....= S355
 Coeff.parz. di sicurezza bullonature..= 1.25
 Bulloni classe= 8.8

GEOMETRIA



L'asta viene posizionata attraverso un'angolo " α " ed una distanza "da" relativi ad una sistema di riferimento 0xy posizionato con origine in corrispondenza del nodo. Con il medesimo sistema di riferimento vengono espresse le coordinate dei vertici del fazzoletto

da.....[mm] = 0
 α[deg] = 0
 Spessore fazzoletto.....[mm] = 6
 Numero vertici fazzoletto..... = 4

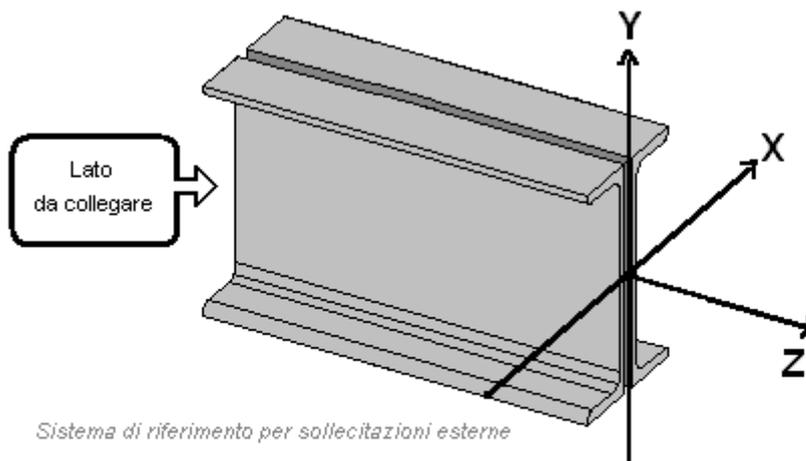
VERT ICI	X	Y
1	-521.79	-263.59
2	614.15	-263.59
3	614.15	100
4	-521.79	100

Numero totale dei bulloni..... = 2
 Dm..... [mm] = 24
 Vm..... [mm] = 70
 Fazzoletto esterno = singolo
 Righe di disposizione dei bulloni..... = 1
 Colonne di disposizione dei bulloni..... = 2
 Diametro bulloni..... [mm] = 12
 Tolleranza per il sistema vite-foro..... = Normale
 Diametro fori per il passaggio della vite.. [mm] = 13
 Passo colonna 1..... [mm] = 36

Condizioni di Carico

Condizione 1 ([c.c.1])
 N.....[daN] = 834.25
 Tx.....[daN] = 0
 Ty.....[daN] = 28.8
 Mx.....[daN m] = 0
 My.....[daN m] = 0
 Mt.....[daN m] = 0
 Condizione 2 ([c.c.2])
 N.....[daN] = 5751.07
 Tx.....[daN] = 0
 Ty.....[daN] = 37.45
 Mx.....[daN m] = 0
 My.....[daN m] = 0
 Mt.....[daN m] = 0

La convenzione utilizzata per i verso delle azioni viene sintetizzata nella generica (e dunque non riferita al caso specifico) figura seguente.



VERIFICA DI RESISTENZA DEI BULLONI

Categoria a taglio. Bulloni senza precarico.

BULLONE $\phi 12$ / cl.8.8

Fattore di Confidenza.....F.C. = 1

Area utile gambo.....[mm²] = 84

Resistenza a punzonamento(BpRd).....[KN] = 201.91

Valore di rottura a trazione(fub).....[N/mm²] = 800

Valore di snervamento(fy).....[N/mm²] = 640

Resistenza di progetto a sforzo normale(FtRd)..[KN] = 48.38

Resistenza unitaria di progetto a taglio (FvRd/SezRes)..[KN] = 32.26

Le Condizioni di verifica sono :

Verifica a taglio per Sezione Res. : Fs1 = FvRd/Fv.Ed \geq 1*F.C.

Verifica a trazione : Fs2 = min(FtRd, BpRd)/Ft.Ed \geq 1*F.C.

Verifica combinata a trazione+taglio : 1/Fs3 = Fv.Ed/FvRd+Ft,Ed/(1.4 FtRd) < 1/F.C.

dove Fv.Ed è la forza di progetto a taglio per ogni bullone e per ogni sezione resistente;
dove Ft.Ed è la forza di progetto a trazione a trazione per ogni bullone.

Bull	CC	Fv.Ed [KN]	Scorr.	Fs1	Ft.Ed [KN]	Fs2	Fs3	Esit o
1	1	2.09	OK	15.46	0	1000	15.46	POS.
1	2	14.38	OK	2.24	0	1000	2.24	POS.
2	1	2.09	OK	15.46	0	1000	15.46	POS.
2	2	14.38	OK	2.24	0	1000	2.24	POS.

VERIFICHE A RIFOLLAMENTO

Relazione di calcolo dei nodi -

La resistenza a rifollamento viene calcolata con la seguente formula:

$$F_{b.Rd} = (k \cdot \alpha \cdot f_u \cdot d \cdot t) / (\gamma_{mb})$$

dove :

α è un coefficiente posto pari al minore tra i seguenti valori:

$$\alpha_1 = e_1 / (3 \cdot d_o)$$

$$\alpha_2 = P_1 / (3 \cdot d_o) - 1/4$$

$$\alpha_3 = f_{ub} / f_u$$

$$\alpha_4 = 1$$

κ è un coefficiente posto pari al minore tra i seguenti valori:

$$\kappa_1 = 2.8 \cdot e_2 / d_o - 1.7$$

$$\kappa_2 = 1.4 \cdot p_2 / d_o - 1.7$$

$$\kappa_3 = 2.5$$

e_1 = distanza minima orizzontale dal bordo al centro del bullone

e_2 = distanza minima verticale dal bordo al centro del bullone

p_1 = passo orizzontale tra i bulloni

p_2 = passo verticale tra i bulloni

f_u = valore di rottura a trazione della lamiera da verificare

d = diametro del bullone

t = spessore della lamiera da verificare

f_{ub} = valore di rottura a trazione del bullone

Di conseguenza essendo :

$$\alpha \cdot \kappa \dots \dots \dots = 1$$

$$d \dots \dots \dots [\text{mm}] = 12$$

$$f_{ub} \dots \dots \dots [\text{mm}] = 800$$

$$e_1 \dots \dots \dots [\text{mm}] = 24$$

$$e_2 \dots \dots \dots [\text{mm}] = 70$$

$$p_1 \dots \dots \dots [\text{mm}] = 36$$

$$p_2 \dots \dots \dots [\text{mm}] = 36$$

Si ottiene :

$$F_{b.Rd} \dots \dots \dots [\text{KN}] = 9.6 \cdot t \cdot f_u$$

Affinchè la verifica a rifollamento sia soddisfatta deve risultare :

$$(F_{b.Rd} / F_{v.Sd}) \geq 1 \cdot \text{F.C.}$$

RIFOLLAMENTO ASTA :

$$t \dots \dots \dots [\text{mm}] = 0 \text{ (x2)}$$

$$f_u \dots \dots \dots [\text{N/mm}^2] = 510$$

$$F_{b.Rd} \dots \dots \dots [\text{KN}] = 0$$

$$\text{F.C.} \dots \dots \dots = 1$$

BULL ONE	CC	Fv.Sd[KN]	Fs	Esito
1	1	4.17	16.42	POS.
1	2	28.76	2.38	POS.
2	1	4.17	16.42	POS.
2	2	28.76	2.38	POS.

RIFOLLAMENTO FAZZOLETTO :

$$t \dots \dots \dots [\text{mm}] = 6$$

$$f_u \dots \dots \dots [\text{N/mm}^2] = 510$$

$$F_{b.Rd} \dots \dots \dots [\text{KN}] = 29.38$$

$$\text{F.C.} \dots \dots \dots = 1$$

BULL	CC	Fv.Sd[KN]	Fs	Esito
------	----	-----------	----	-------

ONE				
1	1	4.17	7.04	POS.
1	2	28.76	1.02	POS.
2	1	4.17	7.04	POS.
2	2	28.76	1.02	POS.

Unione Nodo 0

Il collegamento viene realizzato per sovrapposizione delle aste convergenti sul nodo interessato ad un fazzoletto opportunamente dimensionato.

Dati

Normativa di riferimento : NTC - D.M. 17/01/2018

Numero aste convergenti sul nodo : 4

Il prospetto seguente sintetizza la geometria del nodo:

Asta Loc.	Asta Glo.	Angolo [deg]	dd [mm]	Acciaio	Collegamento	Continuità	Sezione
1	6	180.00	0.0	Acciaio1	Bullonatura	SI	T8-UPN200
2	3	18.42	540.0	Acciaio1	Bullonatura	NO	T10-UPN140
3	7	90.00	110.0	Acciaio1	Bullonatura	NO	T9-UPN100
4	1	161.58	540.0	Acciaio1	Bullonatura	NO	T10-UPN140

dove:

Angolo : inclinazione asse asta con piano orizzontale;

dd : distanza nodo – inizio asta;

Continuità : indica se l'asta attraversa il nodo senza soluzione di continuità;

Sezione : profilato associato all'asta.

Ognuna delle aste sarà interessata da stati sollecitazionali articolati nelle varie combinazioni di carico previste:

Nome Combinazione SLV min						
Asta	N [daN]	Tx [daN]	Ty [daN]	Mx [daN]	My [daN]	Mt [daN]
1	3528	0	-2814	0	0	0
2	-2900	0	29	0	0	0
3	-2092	0	0	0	0	0
4	815	0	-37	0	0	0

Nome Combinazione SLV max						
Asta	N [daN]	Tx [daN]	Ty [daN]	Mx [daN]	My [daN]	Mt [daN]
1	4202	0	1511	0	0	0
2	1294	0	37	0	0	0
3	-645	0	0	0	0	0
4	5726	0	-29	0	0	0

Risultati del Calcolo

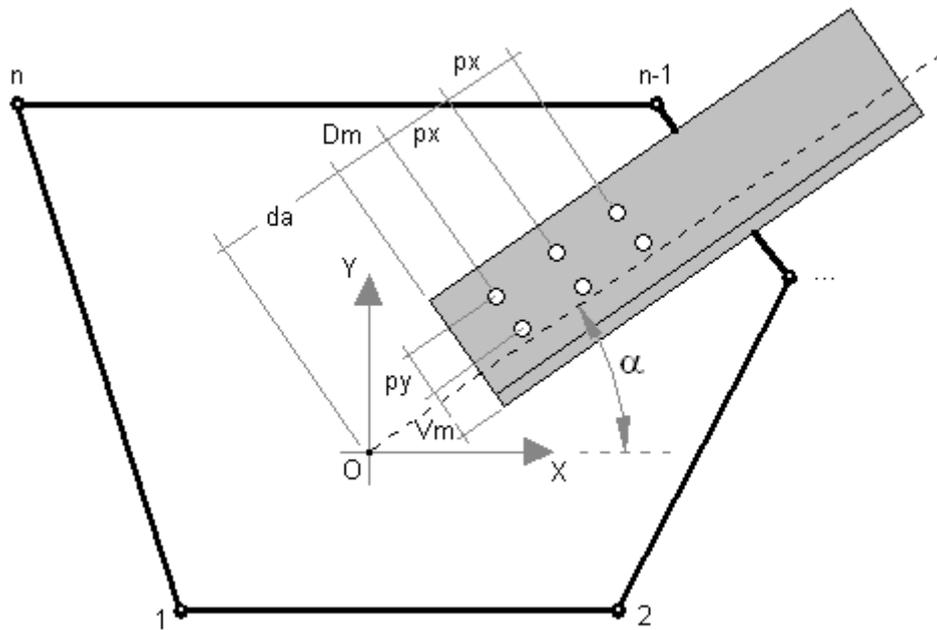
Asta 1

UNIONE BULLONATA

Il collegamento viene realizzato mediante la sovrapposizione e la bullonatura dell'asta ad un fazzoletto.

Verifica secondo..... **NTC-D.M.17/01/2018**
 Sezione trasversale asta.....= T8-UPN200
 Acciaio asta.....= Acciaio1
 Acciaio fazzoletto.....= S355
 Coeff.parz. di sicurezza bullonature..= 1.25
 Bulloni classe= 8.8

GEOMETRIA



L'asta viene posizionata attraverso un'angolo " α " ed una distanza " da " relativi ad una sistema di riferimento Oxy posizionato con origine in corrispondenza del nodo. Con il medesimo sistema di riferimento vengono espresse le coordinate dei vertici del fazzoletto

da[mm] = 0
 α[deg] = 0
 Spessore fazzoletto.....[mm] = 6
 Numero vertici fazzoletto..... = 4

VERT ICI	X	Y
1	614.14	263.61
2	-614.14	263.61
3	-614.14	-100
4	614.14	-100

Numero totale dei bulloni..... = 4
 Dm [mm] = 300
 Vm [mm] = 75
 Fazzoletto esterno = singolo

Righe di disposizione dei bulloni..... = 2
Colonne di disposizione dei bulloni..... = 2
Diametro bulloni..... [mm] = 12
Tolleranza per il sistema vite-foro..... = Normale
Diametro fori per il passaggio della vite.. [mm] = 13
Passo riga 1..... [mm] = 50
Passo colonna 1..... [mm] = 700

Condizioni di Carico

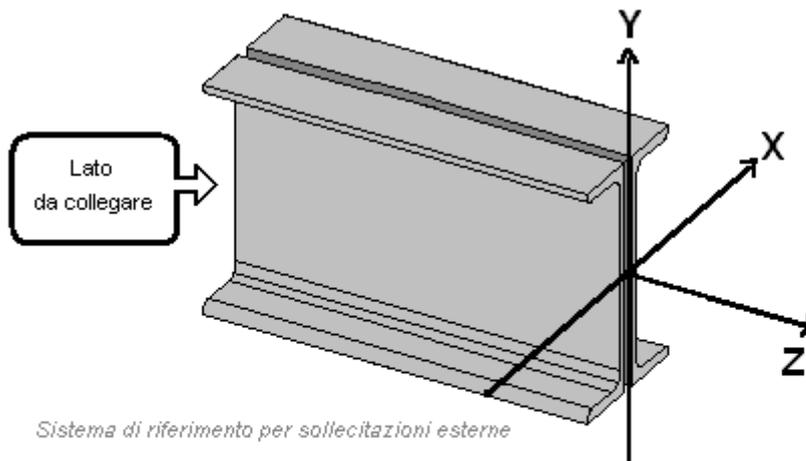
Condizione 1 ([c.c.1])

N.....[daN] = 3527.72
Tx.....[daN] = 0
Ty.....[daN] = -2813.65
Mx.....[daN m] = 0
My.....[daN m] = 0
Mt.....[daN m] = 0

Condizione 2 ([c.c.2])

N.....[daN] = 4202.42
Tx.....[daN] = 0
Ty.....[daN] = 1510.76
Mx.....[daN m] = 0
My.....[daN m] = 0
Mt.....[daN m] = 0

La convenzione utilizzata per i verso delle azioni viene sintetizzata nella generica (e dunque non riferita al caso specifico) figura seguente.



VERIFICA DI RESISTENZA DEI BULLONI

Categoria a taglio. Bulloni senza precarico.

Relazione di calcolo dei nodi -

BULLONE $\phi 12$ / cl.8.8

Fattore di Confidenza.....F.C. = 1
 Area utile gambo.....[mm²] = 84
 Resistenza a punzonamento(BpRd).....[KN] = 245.18
 Valore di rottura a trazione(fub).....[N/mm²] = 800
 Valore di snervamento(fy).....[N/mm²] = 640
 Resistenza di progetto a sforzo normale(FtRd)..[KN] = 48.38
 Resistenza unitaria di progetto a taglio (FvRd/SezRes)..[KN] = 32.26

Le Condizioni di verifica sono :

Verifica a taglio per Sezione Res. : Fs1 = FvRd/Fv.Ed >= 1*F.C.
 Verifica a trazione : Fs2 = min(FtRd, BpRd)/Ft.Ed >= 1*F.C.
 Verifica combinata a trazione+taglio : 1/Fs3 = Fv.Ed/FvRd+Ft,Ed/(1.4 FtRd) < 1/F.C.

dove Fv.Ed è la forza di progetto a taglio per ogni bullone e per ogni sezione resistente;
 dove Ft.Ed è la forza di progetto a trazione per ogni bullone.

Bull	CC	Fv.Ed [KN]	Scorr.	Fs1	Ft.Ed [KN]	Fs2	Fs3	Esit o
1	1	0.07	OK	3.93	0	1000	15.46	POS.
1	2	0.07	OK	3.97	0	1000	15.78	POS.
2	1	0.07	OK	3.93	0	1000	15.46	POS.
2	2	0.07	OK	3.97	0	1000	15.78	POS.
3	1	0.07	OK	3.93	0	1000	15.46	POS.
3	2	0.07	OK	3.97	0	1000	15.78	POS.
4	1	0.07	OK	3.93	0	1000	15.46	POS.
4	2	0.07	OK	3.97	0	1000	15.78	POS.

VERIFICHE A RIFOLLAMENTO

La resistenza a rifollamento viene calcolata con la seguente formula:

$$F_{b,Rd} = (k \cdot \alpha \cdot f_u \cdot d \cdot t) / (\gamma_{mb})$$

dove :

α è un coefficiente posto pari al minore tra i seguenti valori:

$$\alpha_1 = e_1 / (3 \cdot d_o)$$

$$\alpha_2 = p_1 / (3 \cdot d_o) - 1/4$$

$$\alpha_3 = f_{ub} / f_u$$

$$\alpha_4 = 1$$

κ è un coefficiente posto pari al minore tra i seguenti valori:

$$\kappa_1 = 2.8 \cdot e_2 / d_o - 1.7$$

$$\kappa_2 = 1.4 \cdot p_2 / d_o - 1.7$$

$$\kappa_3 = 2.5$$

e_1 = distanza minima orizzontale dal bordo al centro del bullone

e_2 = distanza minima verticale dal bordo al centro del bullone

p_1 = passo orizzontale tra i bulloni

p_2 = passo verticale tra i bulloni

f_u = valore di rottura a trazione della lamiera da verificare

d = diametro del bullone

t = spessore della lamiera da verificare

f_{ub} = valore di rottura a trazione del bullone

Di conseguenza essendo :

$$\alpha \cdot \kappa \dots \dots \dots = 2.5$$

$$d \dots \dots \dots [\text{mm}] = 12$$

$$f_{ub} \dots \dots \dots [\text{mm}] = 800$$

$$e_1 \dots \dots \dots [\text{mm}] = -300$$

$$e_2 \dots \dots \dots [\text{mm}] = 75$$

Relazione di calcolo dei nodi -

p1.....[mm] = 700
 p2.....[mm] = 700

Si ottiene :

$$F_{b.Rd}.....[KN] = 24 * t * f_u$$

Affinchè la verifica a rifollamento sia soddisfatta deve risultare :

$$(F_{b.Rd} / F_{v.Sd}) \geq 1 * F.C.$$

RIFOLLAMENTO ASTA :

t.....[mm] = 0 (x2)
 f_u.....[N/mm²] = 510
 F_{b.Rd}.....[KN] = 0
 F.C. = 1

BULL ONE	CC	Fv.Sd[KN]	Fs	Esito
1	1	11.28	18.45	POS.
1	2	11.16	18.64	POS.
2	1	11.28	18.45	POS.
2	2	11.16	18.64	POS.
3	1	11.28	18.45	POS.
3	2	11.16	18.64	POS.
4	1	11.28	18.45	POS.
4	2	11.16	18.64	POS.

RIFOLLAMENTO FAZZOLETTO :

t.....[mm] = 6
 f_u.....[N/mm²] = 510
 F_{b.Rd}.....[KN] = 73.44
 F.C. = 1

BULL ONE	CC	Fv.Sd[KN]	Fs	Esito
1	1	11.28	6.51	POS.
1	2	11.16	6.58	POS.
2	1	11.28	6.51	POS.
2	2	11.16	6.58	POS.
3	1	11.28	6.51	POS.
3	2	11.16	6.58	POS.
4	1	11.28	6.51	POS.
4	2	11.16	6.58	POS.

Asta 2

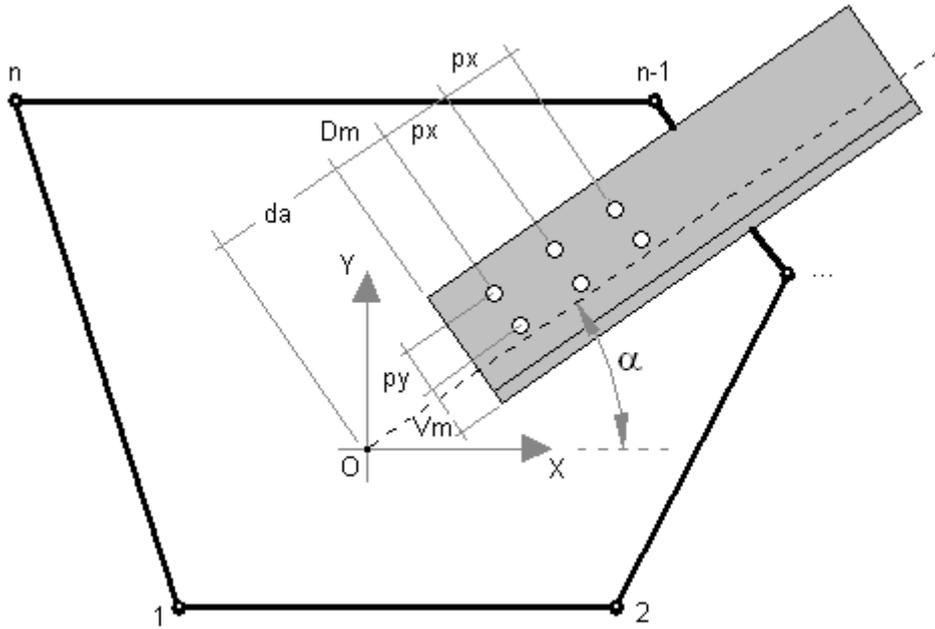
UNIONE BULLONATA

Il collegamento viene realizzato mediante la sovrapposizione e la bullonatura dell'asta ad un fazzoletto.

Verifica secondo..... **NTC-D.M.17/01/2018**
 Sezione trasversale asta.....= T10-UPN140

Acciaio asta.....= Acciai01
 Acciaio fazzoletto.....= S355
 Coeff.parz. di sicurezza bullonature..= 1.25
 Bulloni classe= 8.8

GEOMETRIA



L'asta viene posizionata attraverso un'angolo "α" ed una distanza "da" relativi ad una sistema di riferimento 0xy posizionato con origine in corrispondenza del nodo. Con il medesimo sistema di riferimento vengono espresse le coordinate dei vertici del fazzoletto

da.....[mm] = 0
 α.....[deg] = 0
 Spessore fazzoletto.....[mm] = 6
 Numero vertici fazzoletto..... = 4

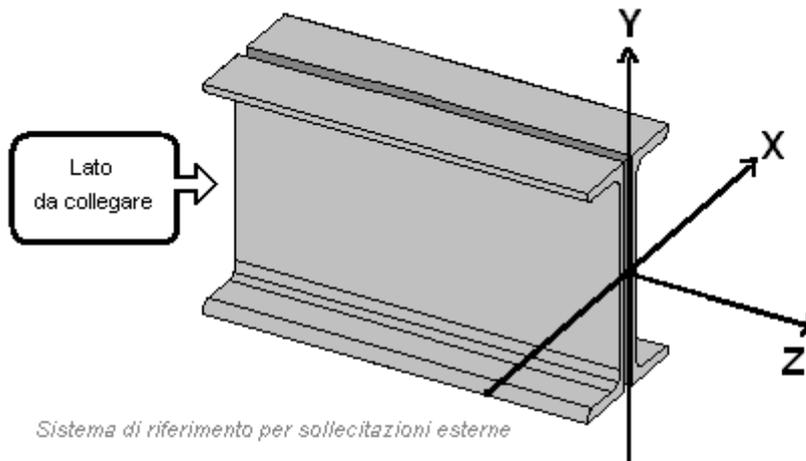
VERT ICI	X	Y
1	614.14	263.61
2	-614.14	263.61
3	-614.14	-100
4	614.14	-100

Numero totale dei bulloni..... = 2
 Dm..... [mm] = 24
 Vm..... [mm] = 70
 Fazzoletto esterno = singolo
 Righe di disposizione dei bulloni..... = 1
 Colonne di disposizione dei bulloni..... = 2
 Diametro bulloni..... [mm] = 12
 Tolleranza per il sistema vite-foro..... = Normale
 Diametro fori per il passaggio della vite.. [mm] = 13
 Passo colonna 1..... [mm] = 36

Condizioni di Carico

Condizione 1 ([c.c.1])
 N.....[daN] = -2900.33
 Tx.....[daN] = 0
 Ty.....[daN] = 28.8
 Mx.....[daN m] = 0
 My.....[daN m] = 0
 Mt.....[daN m] = 0
 Condizione 2 ([c.c.2])
 N.....[daN] = 1293.83
 Tx.....[daN] = 0
 Ty.....[daN] = 37.45
 Mx.....[daN m] = 0
 My.....[daN m] = 0
 Mt.....[daN m] = 0

La convenzione utilizzata per i verso delle azioni viene sintetizzata nella generica (e dunque non riferita al caso specifico) figura seguente.



VERIFICA DI RESISTENZA DEI BULLONI

Categoria a taglio. Bulloni senza precarico.
 BULLONE $\phi 12$ / cl.8.8
 Fattore di Confidenza.....F.C. = 1
 Area utile gambo.....[mm²] = 84
 Resistenza a punzonamento(BpRd).....[KN] = 201.91
 Valore di rottura a trazione(fub).....[N/mm²] = 800
 Valore di snervamento(fy).....[N/mm²] = 640
 Resistenza di progetto a sforzo normale(FtRd)..[KN] = 48.38
 Resistenza unitaria di progetto a taglio (FvRd/SezRes)..[KN] = 32.26

Le Condizioni di verifica sono :

Verifica a taglio per Sezione Res. : $F_{s1} = F_{vRd}/F_{v.Ed} \geq 1 \cdot F.C.$

Relazione di calcolo dei nodi -

Verifica a trazione : $F_{s2} = \min(F_{tRd}, B_{pRd})/F_{t.Ed} \geq 1 \cdot F.C.$
 Verifica combinata a trazione+taglio : $1/F_{s3} = F_{v.Ed}/F_{vRd} + F_{t.Ed}/(1.4 F_{tRd}) < 1/F.C.$

dove $F_{v.Ed}$ è la forza di progetto a taglio per ogni bullone e per ogni sezione resistente;
 dove $F_{t.Ed}$ è la forza di progetto a trazione per ogni bullone.

Bull.	CC	Fv.Ed [KN]	Scorr.	Fs1	Ft.Ed [KN]	Fs2	Fs3	Esito
1	1	7.25	OK	4.45	0	1000	4.45	POS.
1	2	3.24	OK	9.97	0	1000	9.97	POS.
2	1	7.25	OK	4.45	0	1000	4.45	POS.
2	2	3.24	OK	9.97	0	1000	9.97	POS.

VERIFICHE A RIFOLLAMENTO

La resistenza a rifollamento viene calcolata con la seguente formula:

$$F_{b.Rd} = (k \cdot \alpha \cdot f_u \cdot d \cdot t) / (\gamma_{mb})$$

dove :

α è un coefficiente posto pari al minore tra i seguenti valori:

$$\alpha_1 = e_1 / (3 \cdot d_o)$$

$$\alpha_2 = p_1 / (3 \cdot d_o) - 1/4$$

$$\alpha_3 = f_{ub} / f_u$$

$$\alpha_4 = 1$$

k è un coefficiente posto pari al minore tra i seguenti valori:

$$k_1 = 2.8 \cdot e_2 / d_o - 1.7$$

$$k_2 = 1.4 \cdot p_2 / d_o - 1.7$$

$$k_3 = 2.5$$

e_1 = distanza minima orizzontale dal bordo al centro del bullone

e_2 = distanza minima verticale dal bordo al centro del bullone

p_1 = passo orizzontale tra i bulloni

p_2 = passo verticale tra i bulloni

f_u = valore di rottura a trazione della lamiera da verificare

d = diametro del bullone

t = spessore della lamiera da verificare

f_{ub} = valore di rottura a trazione del bullone

Di conseguenza essendo :

$$\alpha \cdot k \dots \dots \dots = 1$$

$$d \dots \dots \dots [\text{mm}] = 12$$

$$f_{ub} \dots \dots \dots [\text{mm}] = 800$$

$$e_1 \dots \dots \dots [\text{mm}] = 24$$

$$e_2 \dots \dots \dots [\text{mm}] = 70$$

$$p_1 \dots \dots \dots [\text{mm}] = 36$$

$$p_2 \dots \dots \dots [\text{mm}] = 36$$

Si ottiene :

$$F_{b.Rd} \dots \dots \dots [\text{KN}] = 9.6 \cdot t \cdot f_u$$

Affinchè la verifica a rifollamento sia soddisfatta deve risultare :

$$(F_{b.Rd} / F_{v.Ed}) \geq 1 \cdot F.C.$$

RIFOLLAMENTO ASTA :

$$t \dots \dots \dots [\text{mm}] = 0 \text{ (x2)}$$

$$f_u \dots \dots \dots [\text{N/mm}^2] = 510$$

$$F_{b.Rd} \dots \dots \dots [\text{KN}] = 0$$

$$F.C. \dots \dots \dots = 1$$

BULL ONE	CC	Fv.Sd[KN]	Fs	Esito
1	1	14.5	4.73	POS.
1	2	6.47	10.59	POS.
2	1	14.5	4.73	POS.
2	2	6.47	10.59	POS.

RIFOLLAMENTO FAZZOLETTO :

t.....[mm] = 6
 f_u[N/mm²] = 510
 $F_{b.Rd}$[KN] = 29.38
 $F.C.$ = 1

BULL ONE	CC	Fv.Sd[KN]	Fs	Esito
1	1	14.5	2.03	POS.
1	2	6.47	4.54	POS.
2	1	14.5	2.03	POS.
2	2	6.47	4.54	POS.

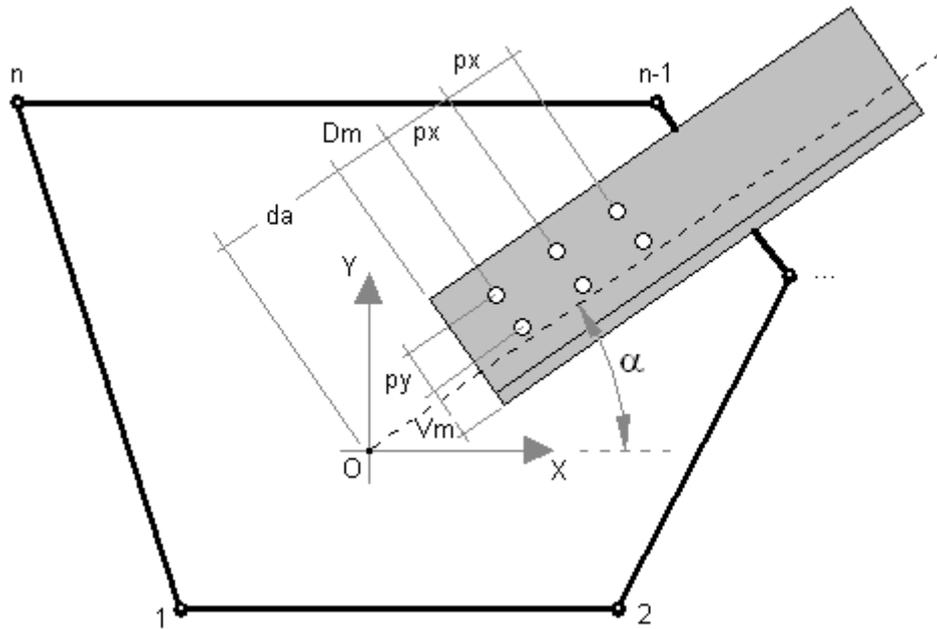
Asta 3

UNIONE BULLONATA

Il collegamento viene realizzato mediante la sovrapposizione e la bullonatura dell'asta ad un fazzoletto.

Verifica secondo..... **NTC-D.M.17/01/2018**
 Sezione trasversale asta.....= T9-UPN100
 Acciaio asta.....= Acciaio1
 Acciaio fazzoletto.....= S355
 Coeff.parz. di sicurezza bullonature..= 1.25
 Bulloni classe= 8.8

GEOMETRIA



L'asta viene posizionata attraverso un'angolo " α " ed una distanza "da" relativi ad una sistema di riferimento 0xy posizionato con origine in corrispondenza del nodo. Con il medesimo sistema di riferimento vengono espresse le coordinate dei vertici del fazzoletto

da.....[mm] = 0
 α[deg] = 0
 Spessore fazzoletto.....[mm] = 6
 Numero vertici fazzoletto..... = 4

VERT ICI	X	Y
1	614.14	263.61
2	-614.14	263.61
3	-614.14	-100
4	614.14	-100

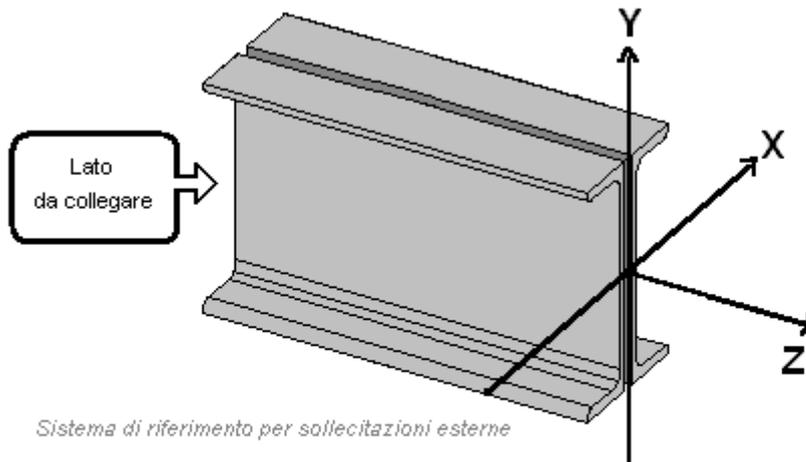
Numero totale dei bulloni..... = 2
 Dm..... [mm] = 24
 Vm..... [mm] = 50
 Fazzoletto esterno = singolo
 Righe di disposizione dei bulloni..... = 1
 Colonne di disposizione dei bulloni..... = 2
 Diametro bulloni..... [mm] = 12
 Tolleranza per il sistema vite-foro..... = Normale
 Diametro fori per il passaggio della vite.. [mm] = 13
 Passo colonna 1..... [mm] = 36

Condizioni di Carico

Condizione 1 ([c.c.1])
 N.....[daN] = -2091.81
 Tx.....[daN] = 0
 Ty.....[daN] = 0
 Mx.....[daN m] = 0
 My.....[daN m] = 0
 Mt.....[daN m] = 0
 Condizione 2 ([c.c.2])

N.....[daN] = -644.83
 Tx.....[daN] = 0
 Ty.....[daN] = 0
 Mx.....[daN m] = 0
 My.....[daN m] = 0
 Mt.....[daN m] = 0

La convenzione utilizzata per i verso delle azioni viene sintetizzata nella generica (e dunque non riferita al caso specifico) figura seguente.



VERIFICA DI RESISTENZA DEI BULLONI

Categoria a taglio. Bulloni senza precarico.

BULLONE $\phi 12$ / cl.8.8

Fattore di Confidenza.....F.C. = 1
 Area utile gambo.....[mm²] = 84
 Resistenza a punzonamento(BpRd).....[KN] = 173.07
 Valore di rottura a trazione(fub).....[N/mm²] = 800
 Valore di snervamento(fy).....[N/mm²] = 640
 Resistenza di progetto a sforzo normale(FtRd)..[KN] = 48.38
 Resistenza unitaria di progetto a taglio (FvRd/SezRes)..[KN] = 32.26

Le Condizioni di verifica sono :

Verifica a taglio per Sezione Res. : Fs1 = FvRd/Fv.Ed \geq 1*F.C.
 Verifica a trazione : Fs2 = min(FtRd, BpRd)/Ft.Ed \geq 1*F.C.
 Verifica combinata a trazione+taglio : 1/Fs3 = Fv.Ed/FvRd+Ft,Ed/(1.4 FtRd) < 1/F.C.

dove Fv.Ed è la forza di progetto a taglio per ogni bullone e per ogni sezione resistente;
 dove Ft.Ed è la forza di progetto a trazione per ogni bullone.

Bull	CC	Fv.Ed [KN]	Scorr.	Fs1	Ft.Ed [KN]	Fs2	Fs3	Esit o
.								

1	1	5.23	OK	6.17	0	1000	6.17	POS.
1	2	1.61	OK	20.01	0	1000	20.01	POS.
2	1	5.23	OK	6.17	0	1000	6.17	POS.
2	2	1.61	OK	20.01	0	1000	20.01	POS.

VERIFICHE A RIFOLLAMENTO

La resistenza a rifollamento viene calcolata con la seguente formula:

$$F_{b.Rd} = (k \cdot \alpha \cdot f_u \cdot d \cdot t) / (\gamma_{mb})$$

dove :

α è un coefficiente posto pari al minore tra i seguenti valori:

$$\alpha_1 = e_1 / (3 \cdot d_o)$$

$$\alpha_2 = P_1 / (3 \cdot d_o) - 1/4$$

$$\alpha_3 = f_{ub} / f_u$$

$$\alpha_4 = 1$$

κ è un coefficiente posto pari al minore tra i seguenti valori:

$$\kappa_1 = 2.8 \cdot e_2 / d_o - 1.7$$

$$\kappa_2 = 1.4 \cdot p_2 / d_o - 1.7$$

$$\kappa_3 = 2.5$$

e_1 = distanza minima orizzontale dal bordo al centro del bullone

e_2 = distanza minima verticale dal bordo al centro del bullone

p_1 = passo orizzontale tra i bulloni

p_2 = passo verticale tra i bulloni

f_u = valore di rottura a trazione della lamiera da verificare

d = diametro del bullone

t = spessore della lamiera da verificare

f_{ub} = valore di rottura a trazione del bullone

Di conseguenza essendo :

$$\alpha \cdot \kappa \dots \dots \dots = 1$$

$$d \dots \dots \dots [\text{mm}] = 12$$

$$f_{ub} \dots \dots \dots [\text{mm}] = 800$$

$$e_1 \dots \dots \dots [\text{mm}] = 24$$

$$e_2 \dots \dots \dots [\text{mm}] = 50$$

$$p_1 \dots \dots \dots [\text{mm}] = 36$$

$$p_2 \dots \dots \dots [\text{mm}] = 36$$

Si ottiene :

$$F_{b.Rd} \dots \dots \dots [\text{KN}] = 9.6 \cdot t \cdot f_u$$

Affinchè la verifica a rifollamento sia soddisfatta deve risultare :

$$(F_{b.Rd} / F_{v.Sd}) \geq 1 \cdot F.C.$$

RIFOLLAMENTO ASTA :

$$t \dots \dots \dots [\text{mm}] = 0 \text{ (x2)}$$

$$f_u \dots \dots \dots [\text{N/mm}^2] = 510$$

$$F_{b.Rd} \dots \dots \dots [\text{KN}] = 0$$

$$F.C. \dots \dots \dots = 1$$

BULL ONE	CC	Fv.Sd[KN]	Fs	Esito
1	1	10.46	5.62	POS.
1	2	3.22	18.22	POS.
2	1	10.46	5.62	POS.
2	2	3.22	18.22	POS.

RIFOLLAMENTO FAZZOLETTO :

t[mm] = 6
 f_u[N/mm²] = 510
 $F_{b.Rd}$[KN] = 29.38
 $F.C.$ = 1

BULL ONE	CC	Fv.Sd[KN]	Fs	Esito
1	1	10.46	2.81	POS.
1	2	3.22	9.11	POS.
2	1	10.46	2.81	POS.
2	2	3.22	9.11	POS.

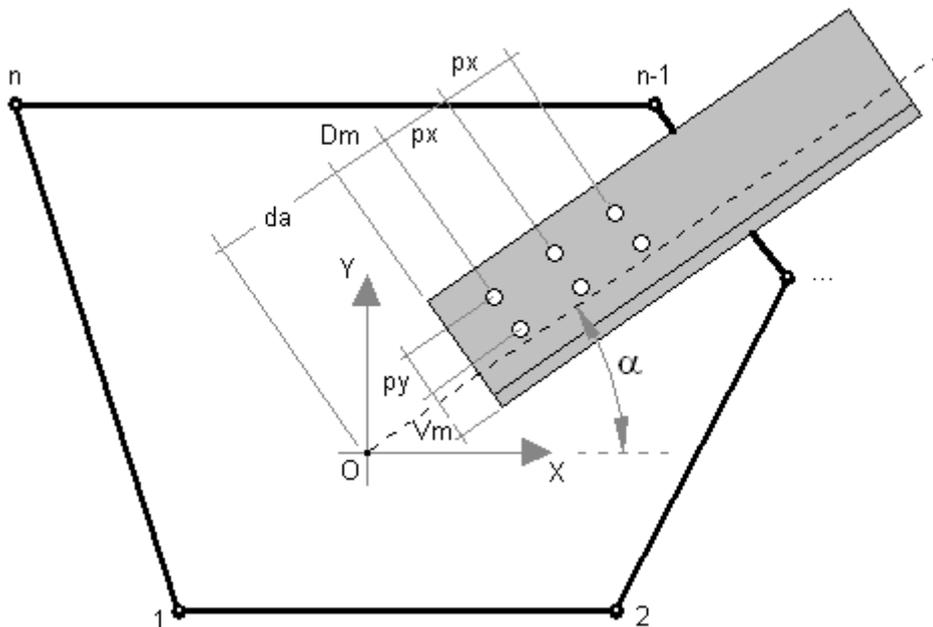
Asta 4

UNIONE BULLONATA

Il collegamento viene realizzato mediante la sovrapposizione e la bullonatura dell'asta ad un fazzoletto.

Verifica secondo..... **NTC-D.M.17/01/2018**
 Sezione trasversale asta.....= T10-UPN140
 Acciaio asta.....= Acciaio1
 Acciaio fazzoletto.....= S355
 Coeff.parz. di sicurezza bullonature..= 1.25
 Bulloni classe= 8.8

GEOMETRIA



Relazione di calcolo dei nodi -

L'asta viene posizionata attraverso un'angolo " α " ed una distanza "da" relativi ad una sistema di riferimento 0xy posizionato con origine in corrispondenza del nodo. Con il medesimo sistema di riferimento vengono espresse le coordinate dei vertici del fazzoletto

da.....[mm] = 0
 α[deg] = 0
Spessore fazzoletto.....[mm] = 6
Numero vertici fazzoletto..... = 4

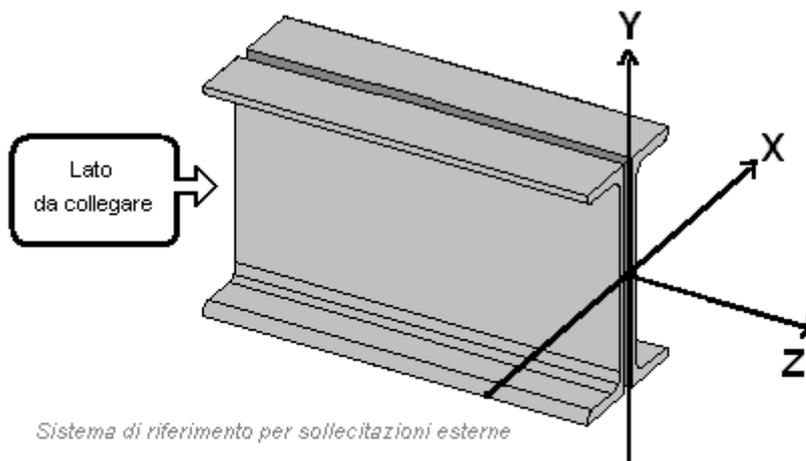
VERT ICI	X	Y
1	614.14	263.61
2	-614.14	263.61
3	-614.14	-100
4	614.14	-100

Numero totale dei bulloni..... = 2
Dm..... [mm] = 24
Vm..... [mm] = 70
Fazzoletto esterno = singolo
Righe di disposizione dei bulloni..... = 1
Colonne di disposizione dei bulloni..... = 2
Diametro bulloni..... [mm] = 12
Tolleranza per il sistema vite-foro..... = Normale
Diametro fori per il passaggio della vite.. [mm] = 13
Passo colonna 1..... [mm] = 36

Condizioni di Carico

Condizione 1 ([c.c.1])
N.....[daN] = 815.06
Tx.....[daN] = 0
Ty.....[daN] = -37.45
Mx.....[daN m] = 0
My.....[daN m] = 0
Mt.....[daN m] = 0
Condizione 2 ([c.c.2])
N.....[daN] = 5726.12
Tx.....[daN] = 0
Ty.....[daN] = -28.8
Mx.....[daN m] = 0
My.....[daN m] = 0
Mt.....[daN m] = 0

La convenzione utilizzata per i verso delle azioni viene sintetizzata nella generica (e dunque non riferita al caso specifico) figura seguente.



VERIFICA DI RESISTENZA DEI BULLONI

Categoria a taglio. Bulloni senza precarico.

BULLONE $\phi 12$ / cl.8.8

Fattore di Confidenza.....F.C. = 1

Area utile gambo.....[mm²] = 84

Resistenza a punzonamento(BpRd).....[KN] = 201.91

Valore di rottura a trazione(fub).....[N/mm²] = 800

Valore di snervamento(fy).....[N/mm²] = 640

Resistenza di progetto a sforzo normale(FtRd)..[KN] = 48.38

Resistenza unitaria di progetto a taglio (FvRd/SezRes)..[KN] = 32.26

Le Condizioni di verifica sono :

Verifica a taglio per Sezione Res. : Fs1 = FvRd/Fv.Ed \geq 1*F.C.

Verifica a trazione : Fs2 = min(FtRd, BpRd)/Ft.Ed \geq 1*F.C.

Verifica combinata a trazione+taglio : 1/Fs3 = Fv.Ed/FvRd+Ft,Ed/(1.4 FtRd) < 1/F.C.

dove Fv.Ed è la forza di progetto a taglio per ogni bullone e per ogni sezione resistente;
dove Ft.Ed è la forza di progetto a trazione per ogni bullone.

Bull	CC	Fv.Ed [KN]	Scorr.	Fs1	Ft.Ed [KN]	Fs2	Fs3	Esit o
1	1	2.04	OK	15.81	0	1000	15.81	POS.
1	2	14.32	OK	2.25	0	1000	2.25	POS.
2	1	2.04	OK	15.81	0	1000	15.81	POS.
2	2	14.32	OK	2.25	0	1000	2.25	POS.

VERIFICHE A RIFOLLAMENTO

Relazione di calcolo dei nodi -

La resistenza a rifollamento viene calcolata con la seguente formula:

$$F_{b.Rd} = (k \cdot \alpha \cdot f_u \cdot d \cdot t) / (\gamma_{mb})$$

dove :

α è un coefficiente posto pari al minore tra i seguenti valori:

$$\alpha_1 = e_1 / (3 \cdot d_o)$$

$$\alpha_2 = P_1 / (3 \cdot d_o) - 1/4$$

$$\alpha_3 = f_{ub} / f_u$$

$$\alpha_4 = 1$$

κ è un coefficiente posto pari al minore tra i seguenti valori:

$$\kappa_1 = 2.8 \cdot e_2 / d_o - 1.7$$

$$\kappa_2 = 1.4 \cdot p_2 / d_o - 1.7$$

$$\kappa_3 = 2.5$$

e_1 = distanza minima orizzontale dal bordo al centro del bullone

e_2 = distanza minima verticale dal bordo al centro del bullone

p_1 = passo orizzontale tra i bulloni

p_2 = passo verticale tra i bulloni

f_u = valore di rottura a trazione della lamiera da verificare

d = diametro del bullone

t = spessore della lamiera da verificare

f_{ub} = valore di rottura a trazione del bullone

Di conseguenza essendo :

$$\alpha \cdot \kappa \dots \dots \dots = 1$$

$$d \dots \dots \dots [\text{mm}] = 12$$

$$f_{ub} \dots \dots \dots [\text{mm}] = 800$$

$$e_1 \dots \dots \dots [\text{mm}] = 24$$

$$e_2 \dots \dots \dots [\text{mm}] = 70$$

$$p_1 \dots \dots \dots [\text{mm}] = 36$$

$$p_2 \dots \dots \dots [\text{mm}] = 36$$

Si ottiene :

$$F_{b.Rd} \dots \dots \dots [\text{KN}] = 9.6 \cdot t \cdot f_u$$

Affinchè la verifica a rifollamento sia soddisfatta deve risultare :

$$(F_{b.Rd} / F_{v.Sd}) \geq 1 \cdot \text{F.C.}$$

RIFOLLAMENTO ASTA :

$$t \dots \dots \dots [\text{mm}] = 0 \text{ (x2)}$$

$$f_u \dots \dots \dots [\text{N/mm}^2] = 510$$

$$F_{b.Rd} \dots \dots \dots [\text{KN}] = 0$$

$$\text{F.C.} \dots \dots \dots = 1$$

BULL ONE	CC	Fv.Sd[KN]	Fs	Esito
1	1	4.08	16.8	POS.
1	2	28.63	2.39	POS.
2	1	4.08	16.8	POS.
2	2	28.63	2.39	POS.

RIFOLLAMENTO FAZZOLETTO :

$$t \dots \dots \dots [\text{mm}] = 6$$

$$f_u \dots \dots \dots [\text{N/mm}^2] = 510$$

$$F_{b.Rd} \dots \dots \dots [\text{KN}] = 29.38$$

$$\text{F.C.} \dots \dots \dots = 1$$

BULL	CC	Fv.Sd[KN]	Fs	Esito
------	----	-----------	----	-------

ONE				
1	1	4.08	7.2	POS.
1	2	28.63	1.03	POS.
2	1	4.08	7.2	POS.
2	2	28.63	1.03	POS.

Unione Nodo 3

Il collegamento viene realizzato per sovrapposizione delle aste convergenti sul nodo interessato ad un fazzoletto opportunamente dimensionato.

Dati

Normativa di riferimento : NTC - D.M. 17/01/2018

Numero aste convergenti sul nodo : 2

Il prospetto seguente sintetizza la geometria del nodo:

Asta Loc.	Asta Glo.	Angolo [deg]	dd [mm]	Acciaio	Collegamento	Continuità	Sezione
1	2	180.00	0.0	Acciaio1	Bullonatura	SI	T8-UPN200
2	7	270.00	110.0	Acciaio1	Bullonatura	NO	T9-UPN100

dove:

Angolo : inclinazione asse asta con piano orizzontale;

dd : distanza nodo – inizio asta;

Continuità : indica se l'asta attraversa il nodo senza soluzione di continuità;

Sezione : profilato associato all'asta.

Ognuna delle aste sarà interessata da stati sollecitazionali articolati nelle varie combinazioni di carico previste:

Nome Combinazione SLV min						
Asta	N [daN]	Tx [daN]	Ty [daN]	Mx [daN]	My [daN]	Mt [daN]
1	0	0	2075	0	0	0
2	-2075	0	0	0	0	0

Nome Combinazione SLV max						
Asta	N [daN]	Tx [daN]	Ty [daN]	Mx [daN]	My [daN]	Mt [daN]
1	0	0	632	0	0	0
2	-632	0	0	0	0	0

Risultati del Calcolo

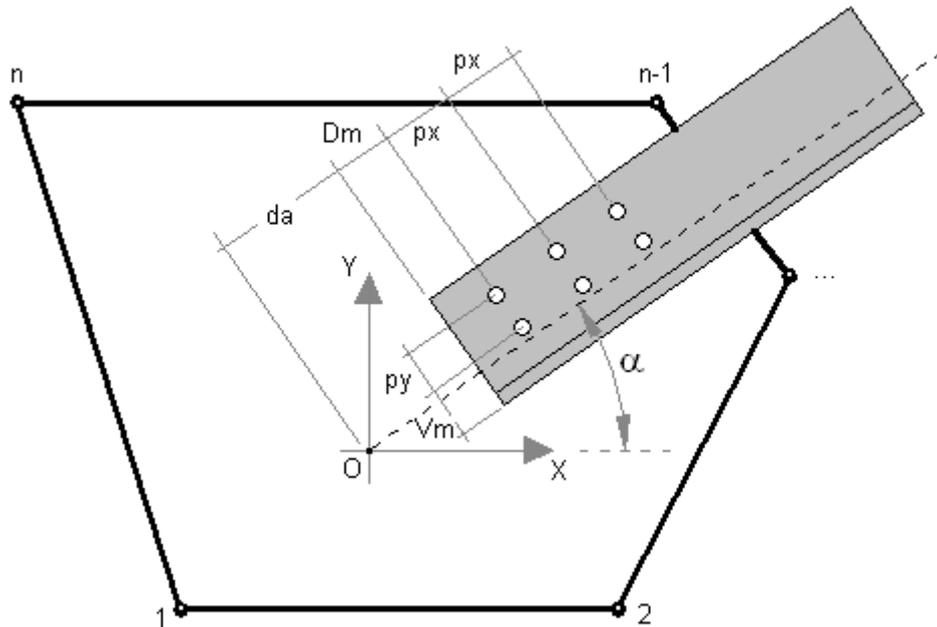
Asta 1

UNIONE BULLONATA

Il collegamento viene realizzato mediante la sovrapposizione e la bullonatura dell'asta ad un fazzoletto.

Verifica secondo..... **NTC-D.M.17/01/2018**
 Sezione trasversale asta.....= T8-UPN200
 Acciaio asta.....= Acciaio1
 Acciaio fazzoletto.....= S355
 Coeff.parz. di sicurezza bullonature..= 1.25
 Bulloni classe= 8.8

GEOMETRIA



L'asta viene posizionata attraverso un'angolo " α " ed una distanza " da " relativi ad una sistema di riferimento Oxy posizionato con origine in corrispondenza del nodo. Con il medesimo sistema di riferimento vengono espresse le coordinate dei vertici del fazzoletto

da[mm] = 0
 α[deg] = 0
 Spessore fazzoletto.....[mm] = 6
 Numero vertici fazzoletto..... = 4

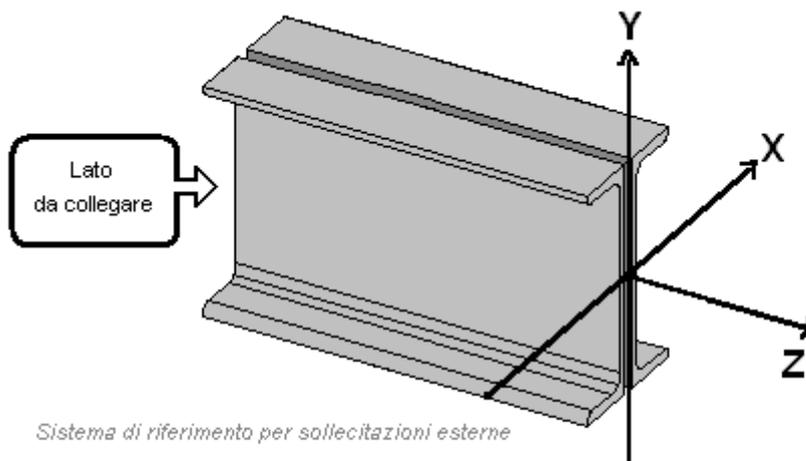
VERT ICI	X	Y
1	50	100
2	-50	100
3	-50	-194
4	50	-194

Numero totale dei bulloni..... = 4
 Dm [mm] = -26
 Vm [mm] = 75
 Fazzoletto esterno = singolo
 Righe di disposizione dei bulloni..... = 2
 Colonne di disposizione dei bulloni..... = 2
 Diametro bulloni..... [mm] = 12
 Tolleranza per il sistema vite-foro..... = Normale
 Diametro fori per il passaggio della vite.. [mm] = 13
 Passo riga 1..... [mm] = 50
 Passo colonna 1..... [mm] = 52

Condizioni di Carico

Condizione 1 ([c.c.1])
N.....[daN] = 0
Tx.....[daN] = 0
Ty.....[daN] = 2075.33
Mx.....[daN m] = 0
My.....[daN m] = 0
Mt.....[daN m] = 0
Condizione 2 ([c.c.2])
N.....[daN] = 0
Tx.....[daN] = 0
Ty.....[daN] = 632.15
Mx.....[daN m] = 0
My.....[daN m] = 0
Mt.....[daN m] = 0

La convenzione utilizzata per il verso delle azioni viene sintetizzata nella generica (e dunque non riferita al caso specifico) figura seguente.



VERIFICA DI RESISTENZA DEI BULLONI

Categoria a taglio. Bulloni senza precarico.
BULLONE $\phi 12$ / cl.8.8
Fattore di Confidenza.....F.C. = 1
Area utile gambo.....[mm²] = 84
Resistenza a punzonamento(BpRd).....[KN] = 245.18
Valore di rottura a trazione(fub).....[N/mm²] = 800
Valore di snervamento(fy).....[N/mm²] = 640
Resistenza di progetto a sforzo normale(FtRd)..[KN] = 48.38

Relazione di calcolo dei nodi -

Resistenza unitaria di progetto a taglio (FvRd/SezRes)..[KN] = 32.26

Le Condizioni di verifica sono :

Verifica a taglio per Sezione Res. : $F_{s1} = F_{vRd}/F_{v.Ed} \geq 1 \cdot F.C.$
 Verifica a trazione : $F_{s2} = \min(F_{tRd}, B_{pRd})/F_{t.Ed} \geq 1 \cdot F.C.$
 Verifica combinata a trazione+taglio : $1/F_{s3} = F_{v.Ed}/F_{vRd} + F_{t.Ed}/(1.4 F_{tRd}) < 1/F.C.$

dove $F_{v.Ed}$ è la forza di progetto a taglio per ogni bullone e per ogni sezione resistente;
 dove $F_{t.Ed}$ è la forza di progetto a trazione per ogni bullone.

Bull	CC	Fv.Ed [KN]	Scorr.	Fs1	Ft.Ed [KN]	Fs2	Fs3	Esit o
1	1	0.03	OK	8.55	0	1000	73.08	POS.
1	2	0.01	OK	28.06	0	1000	787.59	POS.
2	1	0.03	OK	8.55	0	1000	73.08	POS.
2	2	0.01	OK	28.06	0	1000	787.59	POS.
3	1	0.03	OK	8.55	0	1000	73.08	POS.
3	2	0.01	OK	28.06	0	1000	787.59	POS.
4	1	0.03	OK	8.55	0	1000	73.08	POS.
4	2	0.01	OK	28.06	0	1000	787.59	POS.

VERIFICHE A RIFOLLAMENTO

La resistenza a rifollamento viene calcolata con la seguente formula:

$$F_{b.Rd} = (k \cdot \alpha \cdot f_u \cdot d \cdot t) / (\gamma_{mb})$$

dove :

α è un coefficiente posto pari al minore tra i seguenti valori:

$$\alpha_1 = e_1 / (3 \cdot d_o)$$

$$\alpha_2 = p_1 / (3 \cdot d_o) - 1/4$$

$$\alpha_3 = f_{ub} / f_u$$

$$\alpha_4 = 1$$

κ è un coefficiente posto pari al minore tra i seguenti valori:

$$\kappa_1 = 2.8 \cdot e_2 / d_o - 1.7$$

$$\kappa_2 = 1.4 \cdot p_2 / d_o - 1.7$$

$$\kappa_3 = 2.5$$

e_1 = distanza minima orizzontale dal bordo al centro del bullone

e_2 = distanza minima verticale dal bordo al centro del bullone

p_1 = passo orizzontale tra i bulloni

p_2 = passo verticale tra i bulloni

f_u = valore di rottura a trazione della lamiera da verificare

d = diametro del bullone

t = spessore della lamiera da verificare

f_{ub} = valore di rottura a trazione del bullone

Di conseguenza essendo :

$$\alpha \cdot \kappa \dots \dots \dots = 2.5$$

$$d \dots \dots \dots [\text{mm}] = 12$$

$$f_{ub} \dots \dots \dots [\text{mm}] = 800$$

$$e_1 \dots \dots \dots [\text{mm}] = -26$$

$$e_2 \dots \dots \dots [\text{mm}] = 75$$

$$p_1 \dots \dots \dots [\text{mm}] = 52$$

$$p_2 \dots \dots \dots [\text{mm}] = 52$$

Si ottiene :

$$F_{b.Rd} \dots \dots \dots [\text{KN}] = 24 \cdot t \cdot f_u$$

Affinchè la verifica a rifollamento sia soddisfatta deve risultare :

Relazione di calcolo dei nodi -

$$(F_{b.Rd} / F_{v.Sd}) \geq 1 * F.C.$$

RIFOLLAMENTO ASTA :

t.....[mm] = 0 (x2)
 f_u[N/mm²] = 510
 $F_{b.Rd}$[KN] = 0
 F.C. = 1

BULL ONE	CC	Fv.Sd[KN]	Fs	Esito
1	1	5.19	40.11	POS.
1	2	1.58	131.66	POS.
2	1	5.19	40.11	POS.
2	2	1.58	131.66	POS.
3	1	5.19	40.11	POS.
3	2	1.58	131.66	POS.
4	1	5.19	40.11	POS.
4	2	1.58	131.66	POS.

RIFOLLAMENTO FAZZOLETTO :

t.....[mm] = 6
 f_u[N/mm²] = 510
 $F_{b.Rd}$[KN] = 73.44
 F.C. = 1

BULL ONE	CC	Fv.Sd[KN]	Fs	Esito
1	1	5.19	14.15	POS.
1	2	1.58	46.47	POS.
2	1	5.19	14.15	POS.
2	2	1.58	46.47	POS.
3	1	5.19	14.15	POS.
3	2	1.58	46.47	POS.
4	1	5.19	14.15	POS.
4	2	1.58	46.47	POS.

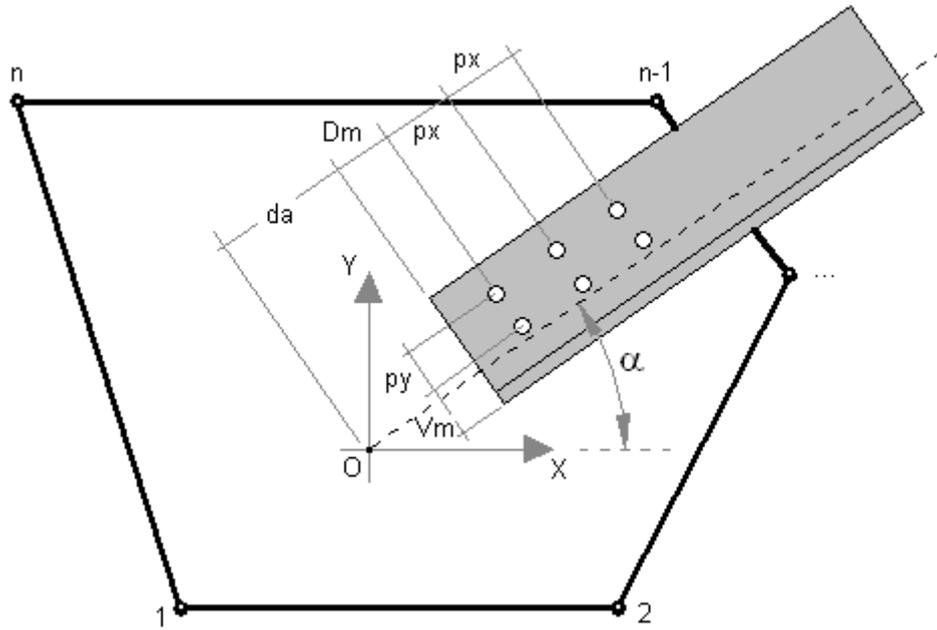
Asta 2

UNIONE BULLONATA

Il collegamento viene realizzato mediante la sovrapposizione e la bullonatura dell'asta ad un fazzoletto.

Verifica secondo..... **NTC-D.M.17/01/2018**
 Sezione trasversale asta.....= T9-UPN100
 Acciaio asta.....= Acciaio1
 Acciaio fazzoletto.....= S355
 Coeff.parz. di sicurezza bullonature..= 1.25
 Bulloni classe= 8.8

GEOMETRIA



L'asta viene posizionata attraverso un'angolo " α " ed una distanza "da" relativi ad una sistema di riferimento 0xy posizionato con origine in corrispondenza del nodo. Con il medesimo sistema di riferimento vengono espresse le coordinate dei vertici del fazzoletto

da.....[mm] = 0
 α[deg] = 0
 Spessore fazzoletto.....[mm] = 6
 Numero vertici fazzoletto..... = 4

VERT ICI	X	Y
1	50	100
2	-50	100
3	-50	-194
4	50	-194

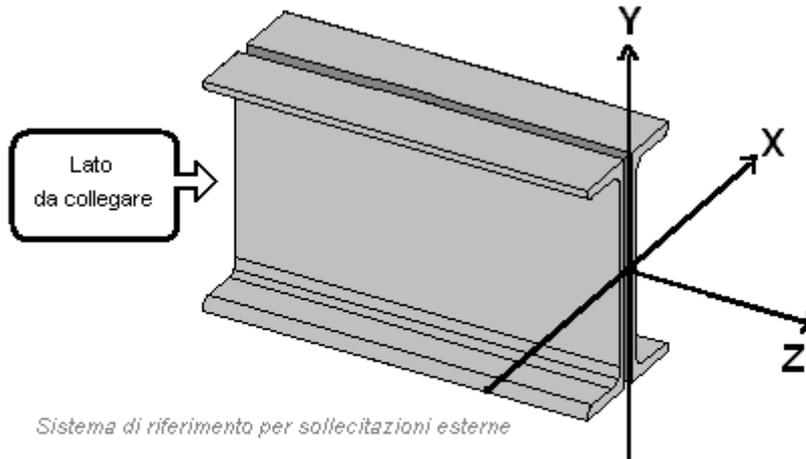
Numero totale dei bulloni..... = 2
 Dm..... [mm] = 24
 Vm..... [mm] = 50
 Fazzoletto esterno = singolo
 Righe di disposizione dei bulloni..... = 1
 Colonne di disposizione dei bulloni..... = 2
 Diametro bulloni..... [mm] = 12
 Tolleranza per il sistema vite-foro..... = Normale
 Diametro fori per il passaggio della vite.. [mm] = 13
 Passo colonna 1..... [mm] = 36

Condizioni di Carico

Condizione 1 ([c.c.1])
 N.....[daN] = -2075.33
 Tx.....[daN] = 0
 Ty.....[daN] = 0
 Mx.....[daN m] = 0
 My.....[daN m] = 0
 Mt.....[daN m] = 0

Condizione 2 ([c.c.2])
 N.....[daN] = -632.15
 Tx.....[daN] = 0
 Ty.....[daN] = 0
 Mx.....[daN m] = 0
 My.....[daN m] = 0
 Mt.....[daN m] = 0

La convenzione utilizzata per il verso delle azioni viene sintetizzata nella generica (e dunque non riferita al caso specifico) figura seguente.



VERIFICA DI RESISTENZA DEI BULLONI

Categoria a taglio. Bulloni senza precarico.

BULLONE $\phi 12$ / cl.8.8
 Fattore di Confidenza.....F.C. = 1
 Area utile gambo.....[mm²] = 84
 Resistenza a punzonamento(BpRd).....[KN] = 173.07
 Valore di rottura a trazione(fub).....[N/mm²] = 800
 Valore di snervamento(fy).....[N/mm²] = 640
 Resistenza di progetto a sforzo normale(FtRd)..[KN] = 48.38
 Resistenza unitaria di progetto a taglio (FvRd/SezRes)..[KN] = 32.26

Le Condizioni di verifica sono :

Verifica a taglio per Sezione Res. : Fs1 = FvRd/Fv.Ed $\geq 1 \cdot F.C.$
 Verifica a trazione : Fs2 = min(FtRd, BpRd)/Ft.Ed $\geq 1 \cdot F.C.$
 Verifica combinata a trazione+taglio : $1/Fs3 = Fv.Ed/FvRd + Ft.Ed/(1.4 FtRd) < 1/F.C.$

dove Fv.Ed è la forza di progetto a taglio per ogni bullone e per ogni sezione resistente;
 dove Ft.Ed è la forza di progetto a trazione per ogni bullone.

Bull	CC	Fv.Ed	Scorr.	Fs1	Ft.Ed	Fs2	Fs3	Esit
------	----	-------	--------	-----	-------	-----	-----	------

.		[KN]			[KN]			o
1	1	5.19	OK	6.22	0	1000	6.22	POS.
1	2	1.58	OK	20.41	0	1000	20.41	POS.
2	1	5.19	OK	6.22	0	1000	6.22	POS.
2	2	1.58	OK	20.41	0	1000	20.41	POS.

VERIFICHE A RIFOLLAMENTO

La resistenza a rifollamento viene calcolata con la seguente formula:

$$F_{b.Rd} = (k \cdot \alpha \cdot f_u \cdot d \cdot t) / (\gamma_{mb})$$

dove :

α è un coefficiente posto pari al minore tra i seguenti valori:

$$\alpha_1 = e_1 / (3 \cdot d_o)$$

$$\alpha_2 = p_1 / (3 \cdot d_o) - 1/4$$

$$\alpha_3 = f_{ub} / f_u$$

$$\alpha_4 = 1$$

k è un coefficiente posto pari al minore tra i seguenti valori:

$$k_1 = 2.8 \cdot e_2 / d_o - 1.7$$

$$k_2 = 1.4 \cdot p_2 / d_o - 1.7$$

$$k_3 = 2.5$$

e_1 = distanza minima orizzontale dal bordo al centro del bullone

e_2 = distanza minima verticale dal bordo al centro del bullone

p_1 = passo orizzontale tra i bulloni

p_2 = passo verticale tra i bulloni

f_u = valore di rottura a trazione della lamiera da verificare

d = diametro del bullone

t = spessore della lamiera da verificare

f_{ub} = valore di rottura a trazione del bullone

Di conseguenza essendo :

$$\alpha \cdot k \dots \dots \dots = 1$$

$$d \dots \dots \dots [\text{mm}] = 12$$

$$f_{ub} \dots \dots \dots [\text{mm}] = 800$$

$$e_1 \dots \dots \dots [\text{mm}] = 24$$

$$e_2 \dots \dots \dots [\text{mm}] = 50$$

$$p_1 \dots \dots \dots [\text{mm}] = 36$$

$$p_2 \dots \dots \dots [\text{mm}] = 36$$

Si ottiene :

$$F_{b.Rd} \dots \dots \dots [\text{KN}] = 9.6 \cdot t \cdot f_u$$

Affinchè la verifica a rifollamento sia soddisfatta deve risultare :

$$(F_{b.Rd} / F_{v.Sd}) \geq 1 \cdot \text{F.C.}$$

RIFOLLAMENTO ASTA :

$$t \dots \dots \dots [\text{mm}] = 0 \text{ (x2)}$$

$$f_u \dots \dots \dots [\text{N/mm}^2] = 510$$

$$F_{b.Rd} \dots \dots \dots [\text{KN}] = 0$$

$$\text{F.C.} \dots \dots \dots = 1$$

BULL ONE	CC	Fv.Sd[KN]	Fs	Esito
1	1	10.38	5.66	POS.
1	2	3.16	18.59	POS.
2	1	10.38	5.66	POS.
2	2	3.16	18.59	POS.

RIFOLLAMENTO FAZZOLETTO :

t[mm] = 6
 f_u[N/mm²] = 510
 $F_{b.Rd}$[KN] = 29.38
 $F.C.$ = 1

BULL ONE	CC	Fv.Sd[KN]	Fs	Esito
1	1	10.38	2.83	POS.
1	2	3.16	9.29	POS.
2	1	10.38	2.83	POS.
2	2	3.16	9.29	POS.

Unione Nodo 4

Il collegamento viene realizzato per sovrapposizione delle aste convergenti sul nodo interessato ad un fazzoletto opportunamente dimensionato.

Dati

Normativa di riferimento : NTC - D.M. 17/01/2018
 Numero aste convergenti sul nodo : 2

Il prospetto seguente sintetizza la geometria del nodo:

Asta Loc.	Asta Glo.	Angolo [deg]	dd [mm]	Acciaio	Collegamento	Continuità	Sezione
1	2	0.00	0.0	Acciaio1	Bullonatura	SI	T8-UPN200
2	1	341.58	540.0	Acciaio1	Bullonatura	NO	T10-UPN140

dove:

- Angolo : inclinazione asse asta con piano orizzontale;
- dd : distanza nodo – inizio asta;
- Continuità : indica se l’asta attraversa il nodo senza soluzione di continuità;
- Sezione : profilato associato all’asta.

Ognuna delle aste sarà interessata da stati sollecitazionali articolati nelle varie combinazioni di carico previste:

Nome Combinazione SLV min						
Asta	N [daN]	Tx [daN]	Ty [daN]	Mx [daN]	My [daN]	Mt [daN]
1	782	0	291	0	0	0
2	834	0	29	0	0	0

Nome Combinazione SLV max						
Asta	N [daN]	Tx [daN]	Ty [daN]	Mx [daN]	My [daN]	Mt [daN]
1	5445	0	1853	0	0	0
2	5751	0	37	0	0	0

Risultati del Calcolo

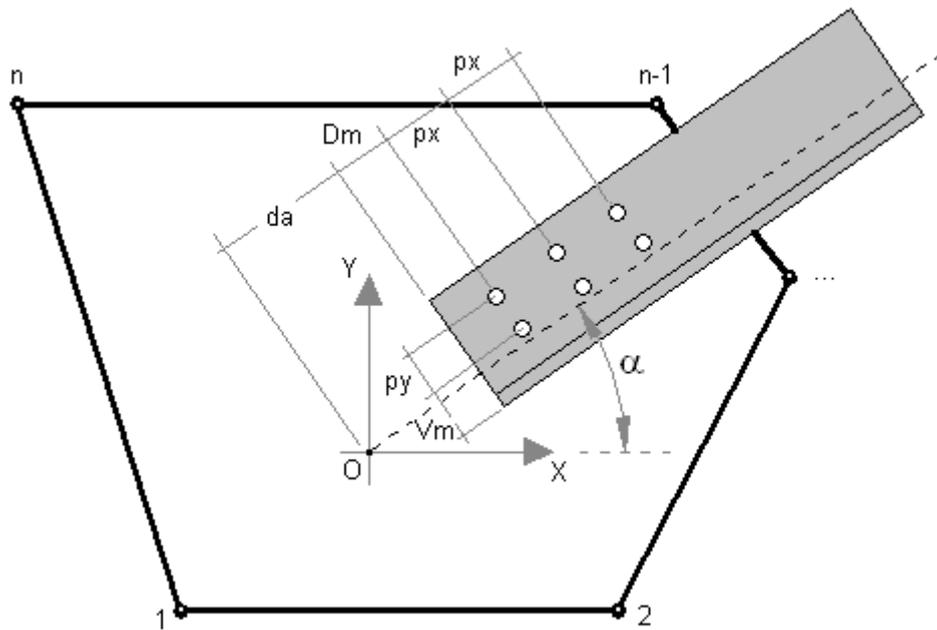
Asta 1

UNIONE BULLONATA

Il collegamento viene realizzato mediante la sovrapposizione e la bullonatura dell'asta ad un fazzoletto.

Verifica secondo..... **NTC-D.M.17/01/2018**
 Sezione trasversale asta.....= T8-UPN200
 Acciaio asta.....= Acciaio1
 Acciaio fazzoletto.....= S355
 Coeff.parz. di sicurezza bullonature..= 1.25
 Bulloni classe= 8.8

GEOMETRIA



L'asta viene posizionata attraverso un'angolo " α " ed una distanza "da" relativi ad una sistema di riferimento 0xy posizionato con origine in corrispondenza del nodo. Con il medesimo sistema di riferimento vengono espresse le coordinate dei vertici del fazzoletto

da.....[mm] = 0
 α[deg] = 0
 Spessore fazzoletto.....[mm] = 6
 Numero vertici fazzoletto..... = 4

VERT ICI	X	Y
1	-521.79	-263.59
2	614.15	-263.59
3	614.15	100
4	-521.79	100

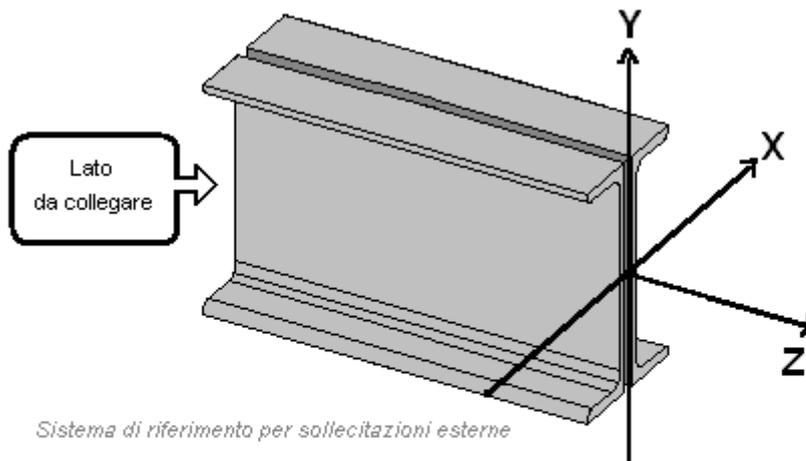
Numero totale dei bulloni..... = 4
 Dm..... [mm] = 300
 Vm..... [mm] = 75
 Fazzoletto esterno = singolo

Righe di disposizione dei bulloni..... = 2
Colonne di disposizione dei bulloni..... = 2
Diametro bulloni..... [mm] = 12
Tolleranza per il sistema vite-foro..... = Normale
Diametro fori per il passaggio della vite.. [mm] = 13
Passo riga 1..... [mm] = 50
Passo colonna 1..... [mm] = 36

Condizioni di Carico

Condizione 1 ([c.c.1])
N.....[daN] = 782.4
Tx.....[daN] = 0
Ty.....[daN] = 290.94
Mx.....[daN m] = 0
My.....[daN m] = 0
Mt.....[daN m] = 0
Condizione 2 ([c.c.2])
N.....[daN] = 5444.58
Tx.....[daN] = 0
Ty.....[daN] = 1852.75
Mx.....[daN m] = 0
My.....[daN m] = 0
Mt.....[daN m] = 0

La convenzione utilizzata per i verso delle azioni viene sintetizzata nella generica (e dunque non riferita al caso specifico) figura seguente.



VERIFICA DI RESISTENZA DEI BULLONI

Categoria a taglio. Bulloni senza precarico.

Relazione di calcolo dei nodi -

BULLONE $\phi 12$ / cl.8.8

Fattore di Confidenza.....F.C. = 1
 Area utile gambo.....[mm²] = 84
 Resistenza a punzonamento(BpRd).....[KN] = 245.18
 Valore di rottura a trazione(fub).....[N/mm²] = 800
 Valore di snervamento(fy).....[N/mm²] = 640
 Resistenza di progetto a sforzo normale(FtRd)..[KN] = 48.38
 Resistenza unitaria di progetto a taglio (FvRd/SezRes)..[KN] = 32.26

Le Condizioni di verifica sono :

Verifica a taglio per Sezione Res. : Fs1 = FvRd/Fv.Ed >= 1*F.C.
 Verifica a trazione : Fs2 = min(FtRd, BpRd)/Ft.Ed >= 1*F.C.
 Verifica combinata a trazione+taglio : 1/Fs3 = Fv.Ed/FvRd+Ft,Ed/(1.4 FtRd) < 1/F.C.

dove Fv.Ed è la forza di progetto a taglio per ogni bullone e per ogni sezione resistente;
 dove Ft.Ed è la forza di progetto a trazione per ogni bullone.

Bull	CC	Fv.Ed [KN]	Scorr.	Fs1	Ft.Ed [KN]	Fs2	Fs3	Esit o
1	1	0.01	OK	21.25	0	1000	451.69	POS.
1	2	0.09	OK	3.08	0	1000	9.52	POS.
2	1	0.01	OK	21.25	0	1000	451.69	POS.
2	2	0.09	OK	3.08	0	1000	9.52	POS.
3	1	0.01	OK	21.25	0	1000	451.69	POS.
3	2	0.09	OK	3.08	0	1000	9.52	POS.
4	1	0.01	OK	21.25	0	1000	451.69	POS.
4	2	0.09	OK	3.08	0	1000	9.52	POS.

VERIFICHE A RIFOLLAMENTO

La resistenza a rifollamento viene calcolata con la seguente formula:

$$F_{b.Rd} = (k \cdot \alpha \cdot f_u \cdot d \cdot t) / (\gamma_{mb})$$

dove :

α è un coefficiente posto pari al minore tra i seguenti valori:

$$\alpha_1 = e_1 / (3 \cdot d_o)$$

$$\alpha_2 = p_1 / (3 \cdot d_o) - 1/4$$

$$\alpha_3 = f_{ub} / f_u$$

$$\alpha_4 = 1$$

κ è un coefficiente posto pari al minore tra i seguenti valori:

$$\kappa_1 = 2.8 \cdot e_2 / d_o - 1.7$$

$$\kappa_2 = 1.4 \cdot p_2 / d_o - 1.7$$

$$\kappa_3 = 2.5$$

e_1 = distanza minima orizzontale dal bordo al centro del bullone

e_2 = distanza minima verticale dal bordo al centro del bullone

p_1 = passo orizzontale tra i bulloni

p_2 = passo verticale tra i bulloni

f_u = valore di rottura a trazione della lamiera da verificare

d = diametro del bullone

t = spessore della lamiera da verificare

f_{ub} = valore di rottura a trazione del bullone

Di conseguenza essendo :

$$\alpha \cdot \kappa \dots \dots \dots = 2.5$$

$$d \dots \dots \dots [\text{mm}] = 12$$

$$f_{ub} \dots \dots \dots [\text{mm}] = 800$$

$$e_1 \dots \dots \dots [\text{mm}] = 300$$

$$e_2 \dots \dots \dots [\text{mm}] = 75$$

Relazione di calcolo dei nodi -

p1.....[mm] = 36
 p2.....[mm] = 36

Si ottiene :

$$F_{b.Rd}.....[KN] = 24 * t * f_u$$

Affinchè la verifica a rifollamento sia soddisfatta deve risultare :

$$(F_{b.Rd} / F_{v.Sd}) \geq 1 * F.C.$$

RIFOLLAMENTO ASTA :

t.....[mm] = 0 (x2)
 f_u.....[N/mm²] = 510
 F_{b.Rd}.....[KN] = 0
 F.C. = 1

BULL ONE	CC	Fv.Sd[KN]	Fs	Esito
1	1	2.09	99.71	POS.
1	2	14.38	14.47	POS.
2	1	2.09	99.71	POS.
2	2	14.38	14.47	POS.
3	1	2.09	99.71	POS.
3	2	14.38	14.47	POS.
4	1	2.09	99.71	POS.
4	2	14.38	14.47	POS.

RIFOLLAMENTO FAZZOLETTO :

t.....[mm] = 6
 f_u.....[N/mm²] = 510
 F_{b.Rd}.....[KN] = 73.44
 F.C. = 1

BULL ONE	CC	Fv.Sd[KN]	Fs	Esito
1	1	2.09	35.19	POS.
1	2	14.38	5.11	POS.
2	1	2.09	35.19	POS.
2	2	14.38	5.11	POS.
3	1	2.09	35.19	POS.
3	2	14.38	5.11	POS.
4	1	2.09	35.19	POS.
4	2	14.38	5.11	POS.

Asta 2

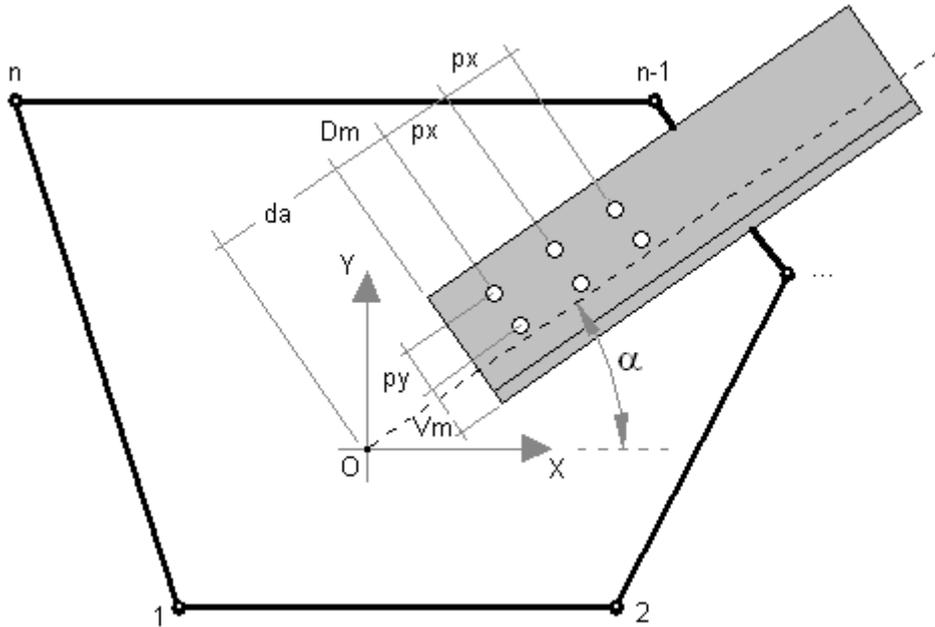
UNIONE BULLONATA

Il collegamento viene realizzato mediante la sovrapposizione e la bullonatura dell'asta ad un fazzoletto.

Verifica secondo..... **NTC-D.M.17/01/2018**
 Sezione trasversale asta.....= T10-UPN140

Acciaio asta.....= Acciaio1
 Acciaio fazzoletto.....= S355
 Coeff.parz. di sicurezza bullonature..= 1.25
 Bulloni classe= 8.8

GEOMETRIA



L'asta viene posizionata attraverso un'angolo "α" ed una distanza "da" relativi ad una sistema di riferimento 0xy posizionato con origine in corrispondenza del nodo. Con il medesimo sistema di riferimento vengono espresse le coordinate dei vertici del fazzoletto

da.....[mm] = 0
 α.....[deg] = 0
 Spessore fazzoletto.....[mm] = 6
 Numero vertici fazzoletto..... = 4

VERT ICI	X	Y
1	-521.79	-263.59
2	614.15	-263.59
3	614.15	100
4	-521.79	100

Numero totale dei bulloni..... = 2
 Dm..... [mm] = 24
 Vm..... [mm] = 70
 Fazzoletto esterno = singolo
 Righe di disposizione dei bulloni..... = 1
 Colonne di disposizione dei bulloni..... = 2
 Diametro bulloni..... [mm] = 12
 Tolleranza per il sistema vite-foro..... = Normale
 Diametro fori per il passaggio della vite.. [mm] = 13
 Passo colonna 1..... [mm] = 36

Condizioni di Carico

Condizione 1 ([c.c.1])

N.....[daN] = 834.25

Tx.....[daN] = 0

Ty.....[daN] = 28.8

Mx.....[daN m] = 0

My.....[daN m] = 0

Mt.....[daN m] = 0

Condizione 2 ([c.c.2])

N.....[daN] = 5751.07

Tx.....[daN] = 0

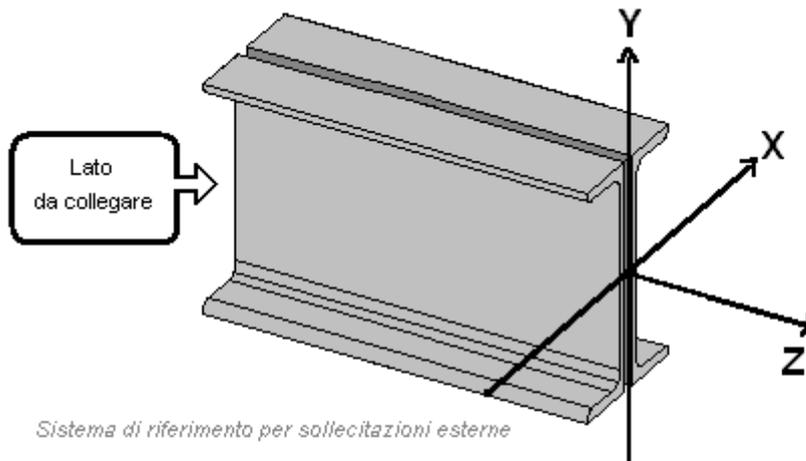
Ty.....[daN] = 37.45

Mx.....[daN m] = 0

My.....[daN m] = 0

Mt.....[daN m] = 0

La convenzione utilizzata per i verso delle azioni viene sintetizzata nella generica (e dunque non riferita al caso specifico) figura seguente.



VERIFICA DI RESISTENZA DEI BULLONI

Categoria a taglio. Bulloni senza precarico.

BULLONE $\phi 12$ / cl.8.8

Fattore di Confidenza.....F.C. = 1

Area utile gambo.....[mm²] = 84

Resistenza a punzonamento(BpRd).....[KN] = 201.91

Valore di rottura a trazione(fub).....[N/mm²] = 800

Valore di snervamento(fy).....[N/mm²] = 640

Resistenza di progetto a sforzo normale(FtRd)..[KN] = 48.38

Resistenza unitaria di progetto a taglio (FvRd/SezRes)..[KN] = 32.26

Le Condizioni di verifica sono :

Verifica a taglio per Sezione Res. : $F_{s1} = F_{vRd}/F_{v.Ed} \geq 1 \cdot F.C.$

Relazione di calcolo dei nodi -

Verifica a trazione : $F_{s2} = \min(F_{tRd}, B_{pRd}) / F_{t.Ed} \geq 1 * F.C.$
 Verifica combinata a trazione+taglio : $1 / F_{s3} = F_{v.Ed} / F_{vRd} + F_{t.Ed} / (1.4 F_{tRd}) < 1 / F.C.$

dove $F_{v.Ed}$ è la forza di progetto a taglio per ogni bullone e per ogni sezione resistente;
 dove $F_{t.Ed}$ è la forza di progetto a trazione per ogni bullone.

Bull.	CC	Fv.Ed [KN]	Scorr.	Fs1	Ft.Ed [KN]	Fs2	Fs3	Esito
1	1	2.09	OK	15.46	0	1000	15.46	POS.
1	2	14.38	OK	2.24	0	1000	2.24	POS.
2	1	2.09	OK	15.46	0	1000	15.46	POS.
2	2	14.38	OK	2.24	0	1000	2.24	POS.

VERIFICHE A RIFOLLAMENTO

La resistenza a rifollamento viene calcolata con la seguente formula:

$$F_{b.Rd} = (k * \alpha * f_u * d * t) / (\gamma_{mb})$$

dove :

α è un coefficiente posto pari al minore tra i seguenti valori:

$$\alpha_1 = e_1 / (3 * d_o)$$

$$\alpha_2 = p_1 / (3 * d_o) - 1/4$$

$$\alpha_3 = f_{ub} / f_u$$

$$\alpha_4 = 1$$

k è un coefficiente posto pari al minore tra i seguenti valori:

$$k_1 = 2.8 * e_2 / d_o - 1.7$$

$$k_2 = 1.4 * p_2 / d_o - 1.7$$

$$k_3 = 2.5$$

e_1 = distanza minima orizzontale dal bordo al centro del bullone

e_2 = distanza minima verticale dal bordo al centro del bullone

p_1 = passo orizzontale tra i bulloni

p_2 = passo verticale tra i bulloni

f_u = valore di rottura a trazione della lamiera da verificare

d = diametro del bullone

t = spessore della lamiera da verificare

f_{ub} = valore di rottura a trazione del bullone

Di conseguenza essendo :

$$\alpha * k \dots \dots \dots = 1$$

$$d \dots \dots \dots [\text{mm}] = 12$$

$$f_{ub} \dots \dots \dots [\text{mm}] = 800$$

$$e_1 \dots \dots \dots [\text{mm}] = 24$$

$$e_2 \dots \dots \dots [\text{mm}] = 70$$

$$p_1 \dots \dots \dots [\text{mm}] = 36$$

$$p_2 \dots \dots \dots [\text{mm}] = 36$$

Si ottiene :

$$F_{b.Rd} \dots \dots \dots [\text{KN}] = 9.6 * t * f_u$$

Affinchè la verifica a rifollamento sia soddisfatta deve risultare :

$$(F_{b.Rd} / F_{v.Ed}) \geq 1 * F.C.$$

RIFOLLAMENTO ASTA :

$$t \dots \dots \dots [\text{mm}] = 0 \text{ (x2)}$$

$$f_u \dots \dots \dots [\text{N/mm}^2] = 510$$

$$F_{b.Rd} \dots \dots \dots [\text{KN}] = 0$$

$$F.C. \dots \dots \dots = 1$$

BULL ONE	CC	Fv.Sd[KN]	Fs	Esito
1	1	4.17	16.42	POS.
1	2	28.76	2.38	POS.
2	1	4.17	16.42	POS.
2	2	28.76	2.38	POS.

RIFOLLAMENTO FAZZOLETTO :

t[mm] = 6
 f_u[N/mm²] = 510
 $F_{b.Rd}$[KN] = 29.38
 $F.C.$ = 1

BULL ONE	CC	Fv.Sd[KN]	Fs	Esito
1	1	4.17	7.04	POS.
1	2	28.76	1.02	POS.
2	1	4.17	7.04	POS.
2	2	28.76	1.02	POS.

Unione Nodo 5

Il collegamento viene realizzato per sovrapposizione delle aste convergenti sul nodo interessato ad un fazzoletto opportunamente dimensionato.

Dati

Normativa di riferimento : NTC - D.M. 17/01/2018
 Numero aste convergenti sul nodo : 2

Il prospetto seguente sintetizza la geometria del nodo:

Asta Loc.	Asta Glo.	Angolo [deg]	dd [mm]	Acciaio	Collegamento	Continuità	Sezione
1	5	90.00	0.0	Acciaio1	Bullonatura	NO	T9-UPN100
2	8	180.00	60.0	Acciaio1	Bullonatura	NO	T8-UPN200

dove:

Angolo : inclinazione asse asta con piano orizzontale;
 dd : distanza nodo – inizio asta;
 Continuità : indica se l'asta attraversa il nodo senza soluzione di continuità;
 Sezione : profilato associato all'asta.

Ognuna delle aste sarà interessata da stati sollecitazionali articolati nelle varie combinazioni di carico previste:

Nome Combinazione SLV min						
Asta	N [daN]	Tx [daN]	Ty [daN]	Mx [daN]	My [daN]	Mt [daN]
1	-130	0	-74	0	0	0
2	-342	0	-189	-48	0	0

Nome Combinazione SLV max						
Asta	N [daN]	Tx [daN]	Ty [daN]	Mx [daN]	My [daN]	Mt [daN]
1	89	0	0	0	0	0
2	239	0	-69	7	0	0

Risultati del Calcolo

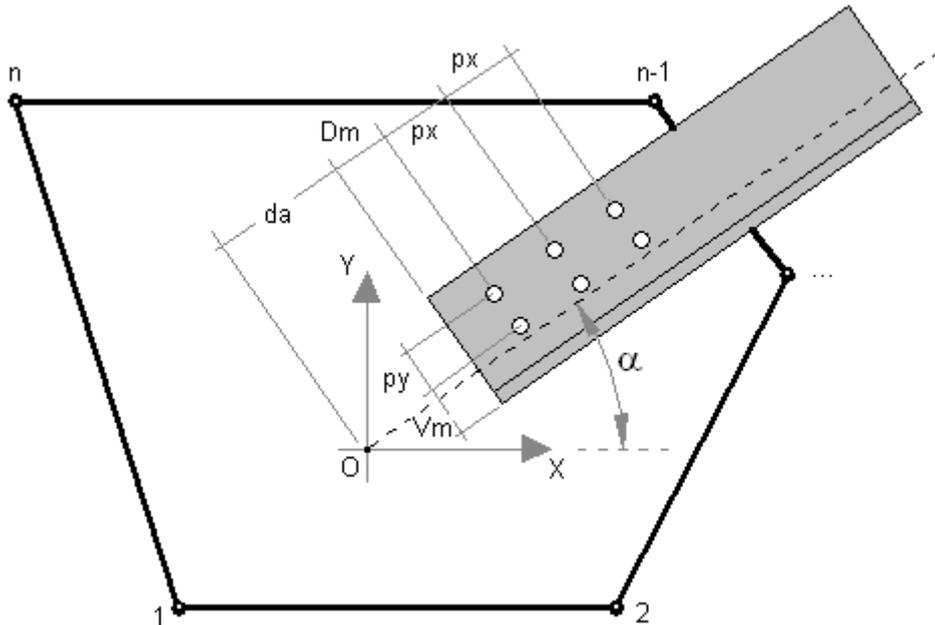
Asta 1

UNIONE BULLONATA

Il collegamento viene realizzato mediante la sovrapposizione e la bullonatura dell'asta ad un fazzoletto.

Verifica secondo..... **NTC-D.M.17/01/2018**
 Sezione trasversale asta.....= T9-UPN100
 Acciaio asta.....= Acciaio1
 Acciaio fazzoletto.....= S355
 Coeff.parz. di sicurezza bullonature..= 1.25
 Bulloni classe= 8.8

GEOMETRIA



L'asta viene posizionata attraverso un'angolo " α " ed una distanza "da" relativi ad una sistema di riferimento Oxy posizionato con origine in corrispondenza del nodo. Con il medesimo sistema di riferimento vengono espresse le coordinate dei vertici del fazzoletto

da.....[mm] = 0
 α[deg] = 0
 Spessore fazzoletto.....[mm] = 6
 Numero vertici fazzoletto..... = 6

VERT	X	Y
ICI		

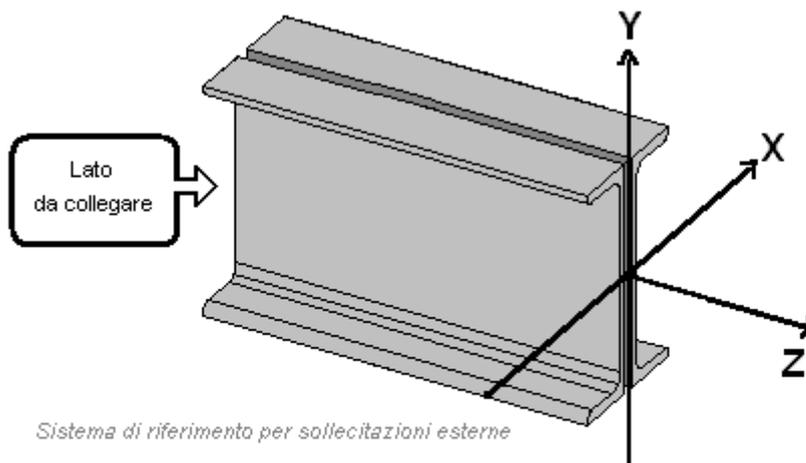
1	50	0
2	50	84
3	-60	100
4	-144	100
5	-144	-100
6	50	-100

Numero totale dei bulloni..... = 2
 Dm..... [mm] = 24
 Vm..... [mm] = 50
 Fazzoletto esterno = singolo
 Righe di disposizione dei bulloni..... = 1
 Colonne di disposizione dei bulloni..... = 2
 Diametro bulloni..... [mm] = 12
 Tolleranza per il sistema vite-foro..... = Normale
 Diametro fori per il passaggio della vite.. [mm] = 13
 Passo colonna 1..... [mm] = 36

Condizioni di Carico

Condizione 1 ([c.c.1])
 N.....[daN] = -129.95
 Tx.....[daN] = 0
 Ty.....[daN] = -74.25
 Mx.....[daN m] = 0
 My.....[daN m] = 0
 Mt.....[daN m] = 0
 Condizione 2 ([c.c.2])
 N.....[daN] = 89.46
 Tx.....[daN] = 0
 Ty.....[daN] = 0
 Mx.....[daN m] = 0
 My.....[daN m] = 0
 Mt.....[daN m] = 0

La convenzione utilizzata per i verso delle azioni viene sintetizzata nella generica (e dunque non riferita al caso specifico) figura seguente.



VERIFICA DI RESISTENZA DEI BULLONI

Categoria a taglio. Bulloni senza precarico.

BULLONE $\phi 12$ / cl.8.8

Fattore di Confidenza.....F.C. = 1

Area utile gambo.....[mm²] = 84

Resistenza a punzonamento(BpRd).....[KN] = 173.07

Valore di rottura a trazione(fub).....[N/mm²] = 800

Valore di snervamento(fy).....[N/mm²] = 640

Resistenza di progetto a sforzo normale(FtRd)..[KN] = 48.38

Resistenza unitaria di progetto a taglio (FvRd/SezRes)..[KN] = 32.26

Le Condizioni di verifica sono :

Verifica a taglio per Sezione Res. : Fs1 = FvRd/Fv.Ed \geq 1*F.C.

Verifica a trazione : Fs2 = min(FtRd, BpRd)/Ft.Ed \geq 1*F.C.

Verifica combinata a trazione+taglio : 1/Fs3 = Fv.Ed/FvRd+Ft,Ed/(1.4 FtRd) < 1/F.C.

dove Fv.Ed è la forza di progetto a taglio per ogni bullone e per ogni sezione resistente;
dove Ft.Ed è la forza di progetto a trazione per ogni bullone.

Bull	CC	Fv.Ed [KN]	Scorr.	Fs1	Ft.Ed [KN]	Fs2	Fs3	Esit o
1	1	0.37	OK	86.21	0	1000	86.21	POS.
1	2	0.22	OK	144.23	0	1000	144.23	POS.
2	1	0.37	OK	86.21	0	1000	86.21	POS.
2	2	0.22	OK	144.23	0	1000	144.23	POS.

VERIFICHE A RIFOLLAMENTO

Relazione di calcolo dei nodi -

La resistenza a rifollamento viene calcolata con la seguente formula:

$$F_{b.Rd} = (k \cdot \alpha \cdot f_u \cdot d \cdot t) / (\gamma_{mb})$$

dove :

α è un coefficiente posto pari al minore tra i seguenti valori:

$$\alpha_1 = e_1 / (3 \cdot d_o)$$

$$\alpha_2 = P_1 / (3 \cdot d_o) - 1/4$$

$$\alpha_3 = f_{ub} / f_u$$

$$\alpha_4 = 1$$

κ è un coefficiente posto pari al minore tra i seguenti valori:

$$\kappa_1 = 2.8 \cdot e_2 / d_o - 1.7$$

$$\kappa_2 = 1.4 \cdot p_2 / d_o - 1.7$$

$$\kappa_3 = 2.5$$

e_1 = distanza minima orizzontale dal bordo al centro del bullone

e_2 = distanza minima verticale dal bordo al centro del bullone

p_1 = passo orizzontale tra i bulloni

p_2 = passo verticale tra i bulloni

f_u = valore di rottura a trazione della lamiera da verificare

d = diametro del bullone

t = spessore della lamiera da verificare

f_{ub} = valore di rottura a trazione del bullone

Di conseguenza essendo :

$$\alpha \cdot \kappa \dots \dots \dots = 1$$

$$d \dots \dots \dots [\text{mm}] = 12$$

$$f_{ub} \dots \dots \dots [\text{mm}] = 800$$

$$e_1 \dots \dots \dots [\text{mm}] = 24$$

$$e_2 \dots \dots \dots [\text{mm}] = 50$$

$$p_1 \dots \dots \dots [\text{mm}] = 36$$

$$p_2 \dots \dots \dots [\text{mm}] = 36$$

Si ottiene :

$$F_{b.Rd} \dots \dots \dots [\text{KN}] = 9.6 \cdot t \cdot f_u$$

Affinchè la verifica a rifollamento sia soddisfatta deve risultare :

$$(F_{b.Rd} / F_{v.Sd}) \geq 1 \cdot \text{F.C.}$$

RIFOLLAMENTO ASTA :

$$t \dots \dots \dots [\text{mm}] = 0 \text{ (x2)}$$

$$f_u \dots \dots \dots [\text{N/mm}^2] = 510$$

$$F_{b.Rd} \dots \dots \dots [\text{KN}] = 0$$

$$\text{F.C.} \dots \dots \dots = 1$$

BULL ONE	CC	Fv.Sd[KN]	Fs	Esito
1	1	0.75	78.51	POS.
1	2	0.45	131.35	POS.
2	1	0.75	78.51	POS.
2	2	0.45	131.35	POS.

RIFOLLAMENTO FAZZOLETTO :

$$t \dots \dots \dots [\text{mm}] = 6$$

$$f_u \dots \dots \dots [\text{N/mm}^2] = 510$$

$$F_{b.Rd} \dots \dots \dots [\text{KN}] = 29.38$$

$$\text{F.C.} \dots \dots \dots = 1$$

BULL	CC	Fv.Sd[KN]	Fs	Esito
------	----	-----------	----	-------

ONE				
1	1	0.75	39.26	POS.
1	2	0.45	65.67	POS.
2	1	0.75	39.26	POS.
2	2	0.45	65.67	POS.

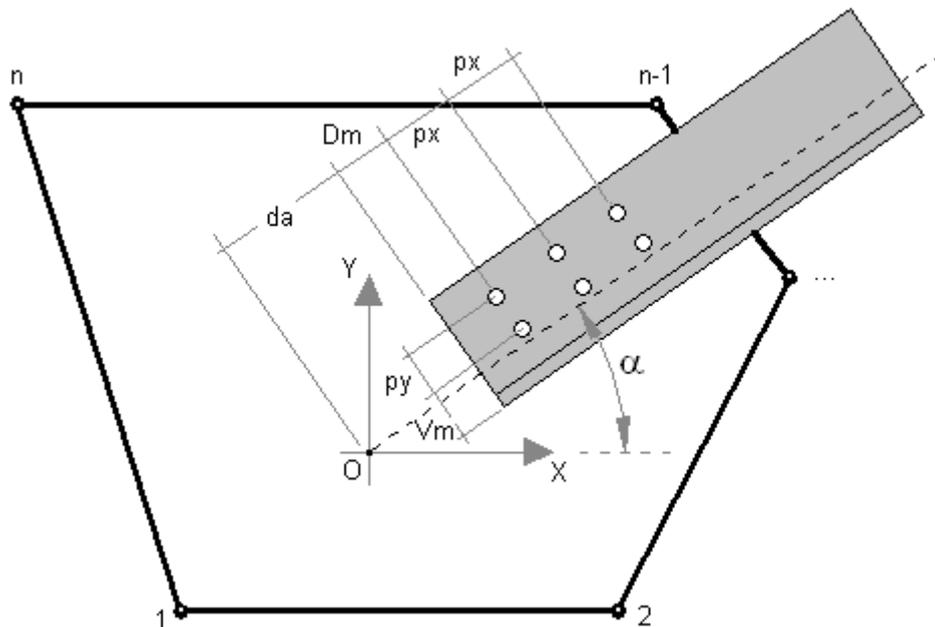
Asta 2

UNIONE BULLONATA

Il collegamento viene realizzato mediante la sovrapposizione e la bullonatura dell'asta ad un fazzoletto.

Verifica secondo..... **NTC-D.M.17/01/2018**
 Sezione trasversale asta.....= T8-UPN200
 Acciaio asta.....= Acciaio1
 Acciaio fazzoletto.....= S355
 Coeff.parz. di sicurezza bullonature..= 1.25
 Bulloni classe= 8.8

GEOMETRIA



L'asta viene posizionata attraverso un'angolo " α " ed una distanza "da" relativi ad una sistema di riferimento Oxy posizionato con origine in corrispondenza del nodo. Con il medesimo sistema di riferimento vengono espresse le coordinate dei vertici del fazzoletto

da.....[mm] = 0
 α[deg] = 0
 Spessore fazzoletto.....[mm] = 6
 Numero vertici fazzoletto..... = 6

VERT ICI	X	Y

1	50	0
2	50	84
3	-60	100
4	-144	100
5	-144	-100
6	50	-100

Numero totale dei bulloni..... = 2
 Dm..... [mm] = 24
 Vm..... [mm] = 100
 Fazzoletto esterno = singolo
 Righe di disposizione dei bulloni..... = 1
 Colonne di disposizione dei bulloni..... = 2
 Diametro bulloni..... [mm] = 12
 Tolleranza per il sistema vite-foro..... = Normale
 Diametro fori per il passaggio della vite.. [mm] = 13
 Passo colonna 1..... [mm] = 36

Condizioni di Carico

Condizione 1 ([c.c.1])

N.....[daN] = -341.64

Tx.....[daN] = 0

Ty.....[daN] = -189.25

Mx.....[daN m] = -48

My.....[daN m] = 0

Mt.....[daN m] = 0

Condizione 2 ([c.c.2])

N.....[daN] = 239.38

Tx.....[daN] = 0

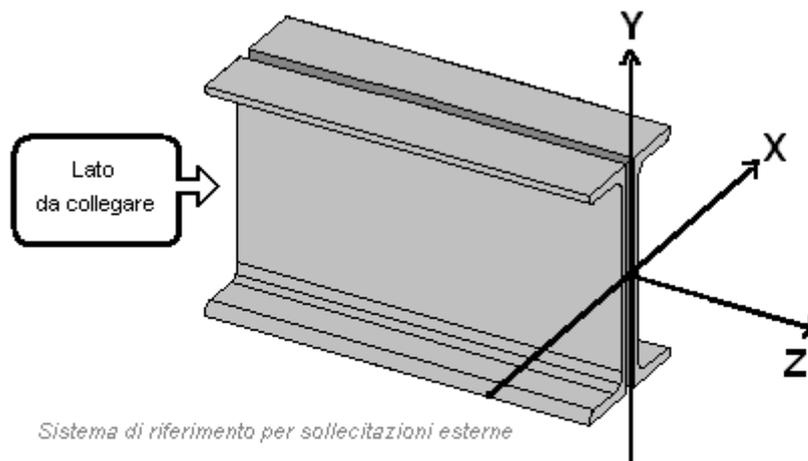
Ty.....[daN] = -68.53

Mx.....[daN m] = 7.5

My.....[daN m] = 0

Mt.....[daN m] = 0

La convenzione utilizzata per i verso delle azioni viene sintetizzata nella generica (e dunque non riferita al caso specifico) figura seguente.



VERIFICA DI RESISTENZA DEI BULLONI

Categoria a taglio. Bulloni senza precarico.

BULLONE $\phi 12$ / cl.8.8

Fattore di Confidenza.....F.C. = 1

Area utile gambo.....[mm²] = 84

Resistenza a punzonamento(BpRd).....[KN] = 245.18

Valore di rottura a trazione(fub).....[N/mm²] = 800

Valore di snervamento(fy).....[N/mm²] = 640

Resistenza di progetto a sforzo normale(FtRd)..[KN] = 48.38

Resistenza unitaria di progetto a taglio (FvRd/SezRes)..[KN] = 32.26

Le Condizioni di verifica sono :

Verifica a taglio per Sezione Res. : Fs1 = FvRd/Fv.Ed \geq 1*F.C.

Verifica a trazione : Fs2 = min(FtRd, BpRd)/Ft.Ed \geq 1*F.C.

Verifica combinata a trazione+taglio : 1/Fs3 = Fv.Ed/FvRd+Ft,Ed/(1.4 FtRd) < 1/F.C.

dove Fv.Ed è la forza di progetto a taglio per ogni bullone e per ogni sezione resistente;
dove Ft.Ed è la forza di progetto a trazione per ogni bullone.

Bull	CC	Fv.Ed [KN]	Scorr.	Fs1	Ft.Ed [KN]	Fs2	Fs3	Esit o
1	1	7.19	OK	4.49	0	1000	4.49	POS.
1	2	1.06	OK	30.54	0	1000	30.54	POS.
2	1	6.25	OK	5.16	0	1000	5.16	POS.
2	2	1.35	OK	23.85	0	1000	23.85	POS.

VERIFICHE A RIFOLLAMENTO

Relazione di calcolo dei nodi -

La resistenza a rifollamento viene calcolata con la seguente formula:

$$F_{b.Rd} = (k \cdot \alpha \cdot f_u \cdot d \cdot t) / (\gamma_{mb})$$

dove :

α è un coefficiente posto pari al minore tra i seguenti valori:

$$\alpha_1 = e_1 / (3 \cdot d_o)$$

$$\alpha_2 = P_1 / (3 \cdot d_o) - 1/4$$

$$\alpha_3 = f_{ub} / f_u$$

$$\alpha_4 = 1$$

κ è un coefficiente posto pari al minore tra i seguenti valori:

$$\kappa_1 = 2.8 \cdot e_2 / d_o - 1.7$$

$$\kappa_2 = 1.4 \cdot p_2 / d_o - 1.7$$

$$\kappa_3 = 2.5$$

e_1 = distanza minima orizzontale dal bordo al centro del bullone

e_2 = distanza minima verticale dal bordo al centro del bullone

p_1 = passo orizzontale tra i bulloni

p_2 = passo verticale tra i bulloni

f_u = valore di rottura a trazione della lamiera da verificare

d = diametro del bullone

t = spessore della lamiera da verificare

f_{ub} = valore di rottura a trazione del bullone

Di conseguenza essendo :

$$\alpha \cdot \kappa \dots \dots \dots = 1$$

$$d \dots \dots \dots [\text{mm}] = 12$$

$$f_{ub} \dots \dots \dots [\text{mm}] = 800$$

$$e_1 \dots \dots \dots [\text{mm}] = 24$$

$$e_2 \dots \dots \dots [\text{mm}] = 100$$

$$p_1 \dots \dots \dots [\text{mm}] = 36$$

$$p_2 \dots \dots \dots [\text{mm}] = 36$$

Si ottiene :

$$F_{b.Rd} \dots \dots \dots [\text{KN}] = 9.6 \cdot t \cdot f_u$$

Affinchè la verifica a rifollamento sia soddisfatta deve risultare :

$$(F_{b.Rd} / F_{v.Sd}) \geq 1 \cdot \text{F.C.}$$

RIFOLLAMENTO ASTA :

$$t \dots \dots \dots [\text{mm}] = 0 \text{ (x2)}$$

$$f_u \dots \dots \dots [\text{N/mm}^2] = 510$$

$$F_{b.Rd} \dots \dots \dots [\text{KN}] = 0$$

$$\text{F.C.} \dots \dots \dots = 1$$

BULL ONE	CC	Fv.Sd[KN]	Fs	Esito
1	1	14.38	5.79	POS.
1	2	2.11	39.41	POS.
2	1	12.5	6.66	POS.
2	2	2.7	30.77	POS.

RIFOLLAMENTO FAZZOLETTO :

$$t \dots \dots \dots [\text{mm}] = 6$$

$$f_u \dots \dots \dots [\text{N/mm}^2] = 510$$

$$F_{b.Rd} \dots \dots \dots [\text{KN}] = 29.38$$

$$\text{F.C.} \dots \dots \dots = 1$$

BULL	CC	Fv.Sd[KN]	Fs	Esito
------	----	-----------	----	-------

ONE				
1	1	14.38	2.04	POS.
1	2	2.11	13.91	POS.
2	1	12.5	2.35	POS.
2	2	2.7	10.86	POS.

Unione Nodo 6

Il collegamento viene realizzato per sovrapposizione delle aste convergenti sul nodo interessato ad un fazzoletto opportunamente dimensionato.

Dati

Normativa di riferimento : NTC - D.M. 17/01/2018
 Numero aste convergenti sul nodo : 2

Il prospetto seguente sintetizza la geometria del nodo:

Asta Loc.	Asta Glo.	Angolo [deg]	dd [mm]	Acciaio	Collegamento	Continuità	Sezione
1	5	90.00	0.0	Acciaio1	Bullonatura	NO	T9-UPN100
2	8	180.00	60.0	Acciaio1	Bullonatura	NO	T8-UPN200

dove:

Angolo : inclinazione asse asta con piano orizzontale;
 dd : distanza nodo – inizio asta;
 Continuità : indica se l'asta attraversa il nodo senza soluzione di continuità;
 Sezione : profilato associato all'asta.

Ognuna delle aste sarà interessata da stati sollecitazionali articolati nelle varie combinazioni di carico previste:

Nome Combinazione SLV min						
Asta	N [daN]	Tx [daN]	Ty [daN]	Mx [daN]	My [daN]	Mt [daN]
1	-130	0	-74	0	0	0
2	-342	0	-189	-48	0	0

Nome Combinazione SLV max						
Asta	N [daN]	Tx [daN]	Ty [daN]	Mx [daN]	My [daN]	Mt [daN]
1	89	0	0	0	0	0
2	239	0	-69	7	0	0

Risultati del Calcolo

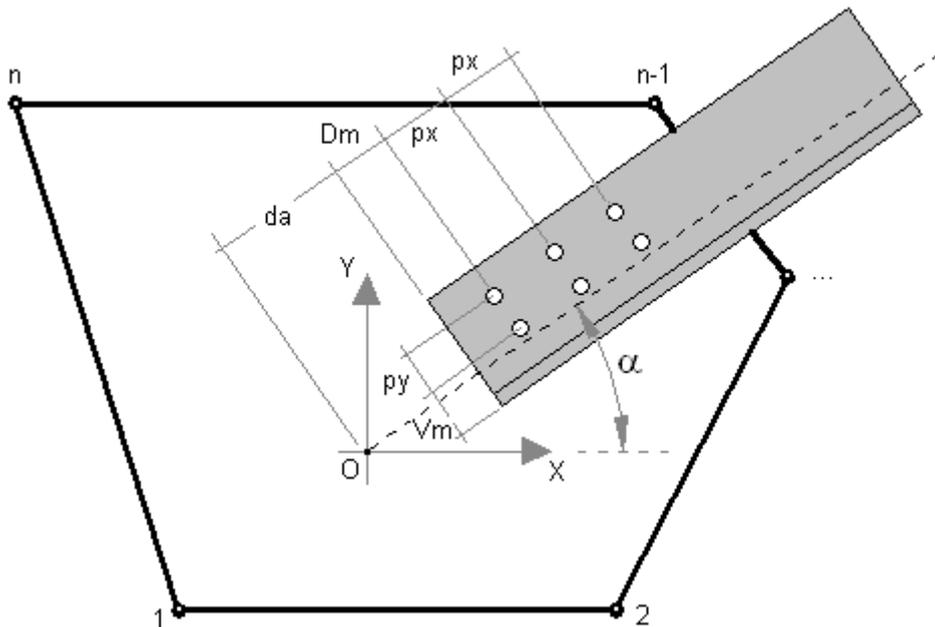
Asta 1

UNIONE BULLONATA

Il collegamento viene realizzato mediante la sovrapposizione e la bullonatura dell'asta ad un fazzoletto.

Verifica secondo..... **NTC-D.M.17/01/2018**
 Sezione trasversale asta.....= T9-UPN100
 Acciaio asta.....= Acciaio1
 Acciaio fazzoletto.....= S355
 Coeff.parz. di sicurezza bullonature..= 1.25
 Bulloni classe= 8.8

GEOMETRIA



L'asta viene posizionata attraverso un'angolo " α " ed una distanza " da " relativi ad una sistema di riferimento Oxy posizionato con origine in corrispondenza del nodo. Con il medesimo sistema di riferimento vengono espresse le coordinate dei vertici del fazzoletto

da[mm] = 0
 α[deg] = 0
 Spessore fazzoletto.....[mm] = 6
 Numero vertici fazzoletto..... = 6

VERT ICI	X	Y
1	50	0
2	50	84
3	-60	100
4	-144	100
5	-144	-100
6	50	-100

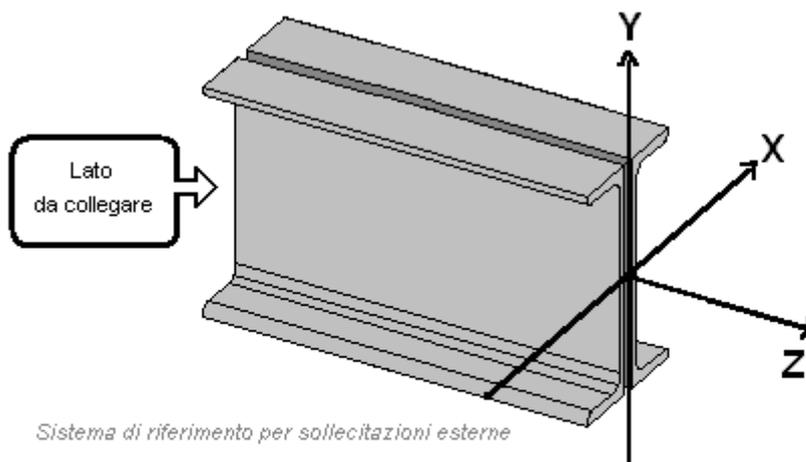
Numero totale dei bulloni..... = 2
 Dm [mm] = 24
 Vm [mm] = 50
 Fazzoletto esterno = singolo
 Righe di disposizione dei bulloni..... = 1
 Colonne di disposizione dei bulloni..... = 2
 Diametro bulloni..... [mm] = 12
 Tolleranza per il sistema vite-foro..... = Normale

Diametro fori per il passaggio della vite.. [mm] = 13
Passo colonna 1..... [mm] = 36

Condizioni di Carico

Condizione 1 ([c.c.1])
N.....[daN] = -129.95
Tx.....[daN] = 0
Ty.....[daN] = -74.25
Mx.....[daN m] = 0
My.....[daN m] = 0
Mt.....[daN m] = 0
Condizione 2 ([c.c.2])
N.....[daN] = 89.46
Tx.....[daN] = 0
Ty.....[daN] = 0
Mx.....[daN m] = 0
My.....[daN m] = 0
Mt.....[daN m] = 0

La convenzione utilizzata per i verso delle azioni viene sintetizzata nella generica (e dunque non riferita al caso specifico) figura seguente.



VERIFICA DI RESISTENZA DEI BULLONI

Categoria a taglio. Bulloni senza precarico.
BULLONE $\phi 12$ / c1.8.8
Fattore di Confidenza.....F.C. = 1
Area utile gambo.....[mm²] = 84
Resistenza a punzonamento(BpRd).....[KN] = 173.07
Valore di rottura a trazione(fub).....[N/mm²] = 800

Relazione di calcolo dei nodi -

Valore di snervamento(f_y).....[N/mm²] = 640
Resistenza di progetto a sforzo normale(F_{tRd})..[KN] = 48.38
Resistenza unitaria di progetto a taglio ($F_{vRd}/SezRes$)..[KN] = 32.26

Le Condizioni di verifica sono :

Verifica a taglio per Sezione Res. : $F_{s1} = F_{vRd}/F_{v.Ed} \geq 1 * F.C.$
Verifica a trazione : $F_{s2} = \min(F_{tRd}, B_{pRd})/F_{t.Ed} \geq 1 * F.C.$
Verifica combinata a trazione+taglio : $1/F_{s3} = F_{v.Ed}/F_{vRd} + F_{t.Ed}/(1.4 * F_{tRd}) < 1/F.C.$

dove $F_{v.Ed}$ è la forza di progetto a taglio per ogni bullone e per ogni sezione resistente;
dove $F_{t.Ed}$ è la forza di progetto a trazione per ogni bullone.

Bull	CC	Fv.Ed [KN]	Scorr.	Fs1	Ft.Ed [KN]	Fs2	Fs3	Esito
1	1	0.37	OK	86.21	0	1000	86.21	POS.
1	2	0.22	OK	144.23	0	1000	144.23	POS.
2	1	0.37	OK	86.21	0	1000	86.21	POS.
2	2	0.22	OK	144.23	0	1000	144.23	POS.

VERIFICHE A RIFOLLAMENTO

La resistenza a rifollamento viene calcolata con la seguente formula:

$$F_{b.Rd} = (k * \alpha * f_u * d * t) / (\gamma_{mb})$$

dove :

α è un coefficiente posto pari al minore tra i seguenti valori:

$$\alpha_1 = e_1 / (3 * d_o)$$

$$\alpha_2 = p_1 / (3 * d_o) - 1/4$$

$$\alpha_3 = f_{ub} / f_u$$

$$\alpha_4 = 1$$

κ è un coefficiente posto pari al minore tra i seguenti valori:

$$\kappa_1 = 2.8 * e_2 / d_o - 1.7$$

$$\kappa_2 = 1.4 * p_2 / d_o - 1.7$$

$$\kappa_3 = 2.5$$

e_1 = distanza minima orizzontale dal bordo al centro del bullone

e_2 = distanza minima verticale dal bordo al centro del bullone

p_1 = passo orizzontale tra i bulloni

p_2 = passo verticale tra i bulloni

f_u = valore di rottura a trazione della lamiera da verificare

d = diametro del bullone

t = spessore della lamiera da verificare

f_{ub} = valore di rottura a trazione del bullone

Di conseguenza essendo :

$$\alpha * \kappa \dots \dots \dots = 1$$

$$d \dots \dots \dots [\text{mm}] = 12$$

$$f_{ub} \dots \dots \dots [\text{mm}] = 800$$

$$e_1 \dots \dots \dots [\text{mm}] = 24$$

$$e_2 \dots \dots \dots [\text{mm}] = 50$$

$$p_1 \dots \dots \dots [\text{mm}] = 36$$

$$p_2 \dots \dots \dots [\text{mm}] = 36$$

Si ottiene :

$$F_{b.Rd} \dots \dots \dots [\text{KN}] = 9.6 * t * f_u$$

Affinchè la verifica a rifollamento sia soddisfatta deve risultare :

$$(F_{b.Rd} / F_{v.Ed}) \geq 1 * F.C.$$

RIFOLLAMENTO ASTA :

t.....[mm] = 0 (x2)
 f_u[N/mm²] = 510
 $F_{b.Rd}$[KN] = 0
 $F.C.$ = 1

BULL ONE	CC	Fv.Sd[KN]	Fs	Esito
1	1	0.75	78.51	POS.
1	2	0.45	131.35	POS.
2	1	0.75	78.51	POS.
2	2	0.45	131.35	POS.

RIFOLLAMENTO FAZZOLETTO :

t.....[mm] = 6
 f_u[N/mm²] = 510
 $F_{b.Rd}$[KN] = 29.38
 $F.C.$ = 1

BULL ONE	CC	Fv.Sd[KN]	Fs	Esito
1	1	0.75	39.26	POS.
1	2	0.45	65.67	POS.
2	1	0.75	39.26	POS.
2	2	0.45	65.67	POS.

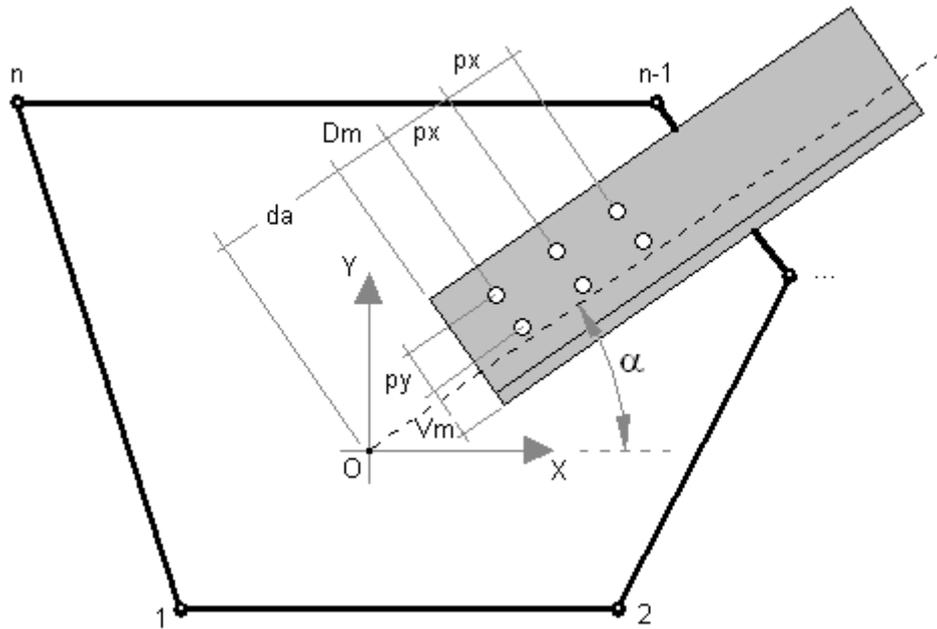
Asta 2

UNIONE BULLONATA

Il collegamento viene realizzato mediante la sovrapposizione e la bullonatura dell'asta ad un fazzoletto.

Verifica secondo..... **NTC-D.M.17/01/2018**
 Sezione trasversale asta.....= T8-UPN200
 Acciaio asta.....= Acciaio1
 Acciaio fazzoletto.....= S355
 Coeff.parz. di sicurezza bullonature..= 1.25
 Bulloni classe= 8.8

GEOMETRIA



L'asta viene posizionata attraverso un'angolo " α " ed una distanza "da" relativi ad una sistema di riferimento Oxy posizionato con origine in corrispondenza del nodo. Con il medesimo sistema di riferimento vengono espresse le coordinate dei vertici del fazzoletto

da.....[mm] = 0
 α[deg] = 0
 Spessore fazzoletto.....[mm] = 6
 Numero vertici fazzoletto..... = 6

VERT ICI	X	Y
1	50	0
2	50	84
3	-60	100
4	-144	100
5	-144	-100
6	50	-100

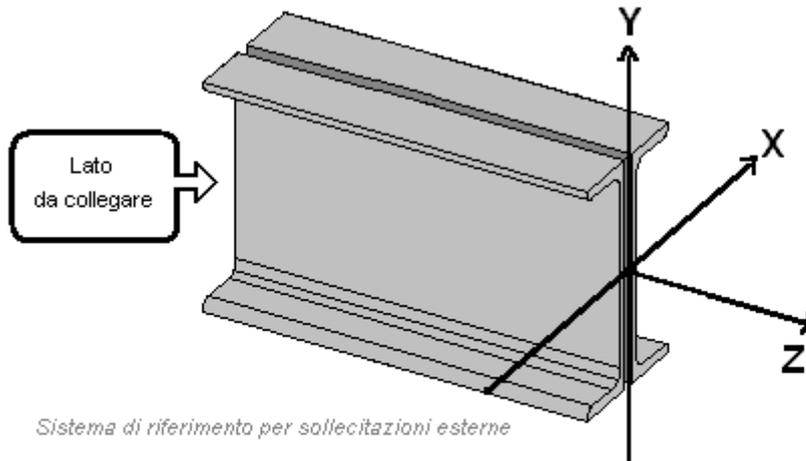
Numero totale dei bulloni..... = 2
 Dm..... [mm] = 24
 Vm..... [mm] = 100
 Fazzoletto esterno = singolo
 Righe di disposizione dei bulloni..... = 1
 Colonne di disposizione dei bulloni..... = 2
 Diametro bulloni..... [mm] = 12
 Tolleranza per il sistema vite-foro..... = Normale
 Diametro fori per il passaggio della vite.. [mm] = 13
 Passo colonna 1..... [mm] = 36

Condizioni di Carico

Condizione 1 ([c.c.1])
 N.....[daN] = -341.64
 Tx.....[daN] = 0
 Ty.....[daN] = -189.25
 Mx.....[daN m] = -48
 My.....[daN m] = 0

Mt.....[daN m] = 0
 Condizione 2 ([c.c.2])
 N.....[daN] = 239.38
 Tx.....[daN] = 0
 Ty.....[daN] = -68.53
 Mx.....[daN m] = 7.5
 My.....[daN m] = 0
 Mt.....[daN m] = 0

La convenzione utilizzata per i verso delle azioni viene sintetizzata nella generica (e dunque non riferita al caso specifico) figura seguente.



VERIFICA DI RESISTENZA DEI BULLONI

Categoria a taglio. Bulloni senza precarico.

BULLONE $\phi 12$ / cl.8.8

Fattore di Confidenza.....F.C. = 1

Area utile gambo.....[mm²] = 84

Resistenza a punzonamento(BpRd).....[KN] = 245.18

Valore di rottura a trazione(fub).....[N/mm²] = 800

Valore di snervamento(fy).....[N/mm²] = 640

Resistenza di progetto a sforzo normale(FtRd)..[KN] = 48.38

Resistenza unitaria di progetto a taglio (FvRd/SezRes)..[KN] = 32.26

Le Condizioni di verifica sono :

Verifica a taglio per Sezione Res. : Fs1 = FvRd/Fv.Ed \geq 1*F.C.

Verifica a trazione : Fs2 = min(FtRd, BpRd)/Ft.Ed \geq 1*F.C.

Verifica combinata a trazione+taglio : 1/Fs3 = Fv.Ed/FvRd+Ft,Ed/(1.4 FtRd) < 1/F.C.

dove Fv.Ed è la forza di progetto a taglio per ogni bullone e per ogni sezione resistente;
 dove Ft.Ed è la forza di progetto a trazione per ogni bullone.

Bull	CC	Fv.Ed [KN]	Scorr.	Fs1	Ft.Ed [KN]	Fs2	Fs3	Esito
1	1	7.19	OK	4.49	0	1000	4.49	POS.
1	2	1.06	OK	30.54	0	1000	30.54	POS.
2	1	6.25	OK	5.16	0	1000	5.16	POS.
2	2	1.35	OK	23.85	0	1000	23.85	POS.

VERIFICHE A RIFOLLAMENTO

La resistenza a rifollamento viene calcolata con la seguente formula:

$$F_{b.Rd} = (k \cdot \alpha \cdot f_u \cdot d \cdot t) / (\gamma_{mb})$$

dove :

α è un coefficiente posto pari al minore tra i seguenti valori:

$$\alpha_1 = e_1 / (3 \cdot d_o)$$

$$\alpha_2 = P_1 / (3 \cdot d_o) - 1/4$$

$$\alpha_3 = f_{ub} / f_u$$

$$\alpha_4 = 1$$

κ è un coefficiente posto pari al minore tra i seguenti valori:

$$\kappa_1 = 2.8 \cdot e_2 / d_o - 1.7$$

$$\kappa_2 = 1.4 \cdot p_2 / d_o - 1.7$$

$$\kappa_3 = 2.5$$

e_1 = distanza minima orizzontale dal bordo al centro del bullone

e_2 = distanza minima verticale dal bordo al centro del bullone

p_1 = passo orizzontale tra i bulloni

p_2 = passo verticale tra i bulloni

f_u = valore di rottura a trazione della lamiera da verificare

d = diametro del bullone

t = spessore della lamiera da verificare

f_{ub} = valore di rottura a trazione del bullone

Di conseguenza essendo :

$$\alpha \cdot \kappa \dots \dots \dots = 1$$

$$d \dots \dots \dots [\text{mm}] = 12$$

$$f_{ub} \dots \dots \dots [\text{mm}] = 800$$

$$e_1 \dots \dots \dots [\text{mm}] = 24$$

$$e_2 \dots \dots \dots [\text{mm}] = 100$$

$$p_1 \dots \dots \dots [\text{mm}] = 36$$

$$p_2 \dots \dots \dots [\text{mm}] = 36$$

Si ottiene :

$$F_{b.Rd} \dots \dots \dots [\text{KN}] = 9.6 \cdot t \cdot f_u$$

Affinchè la verifica a rifollamento sia soddisfatta deve risultare :

$$(F_{b.Rd} / F_{v.Sd}) \geq 1 \cdot \text{F.C.}$$

RIFOLLAMENTO ASTA :

$$t \dots \dots \dots [\text{mm}] = 0 \text{ (x2)}$$

$$f_u \dots \dots \dots [\text{N/mm}^2] = 510$$

$$F_{b.Rd} \dots \dots \dots [\text{KN}] = 0$$

$$\text{F.C.} \dots \dots \dots = 1$$

BULL ONE	CC	Fv.Sd[KN]	Fs	Esito
1	1	14.38	5.79	POS.
1	2	2.11	39.41	POS.
2	1	12.5	6.66	POS.

2	2	2.7	30.77	POS.
---	---	-----	-------	------

RIFOLLAMENTO FAZZOLETTO :

t.....[mm] = 6
 f_u[N/mm²] = 510
 $F_{b.Rd}$[KN] = 29.38
 $F.C.$ = 1

BULL ONE	CC	Fv.Sd[KN]	Fs	Esito
1	1	14.38	2.04	POS.
1	2	2.11	13.91	POS.
2	1	12.5	2.35	POS.
2	2	2.7	10.86	POS.

Nodo Tipo 16: NODO CERNIERA TRAVE PRINCIPALE-TRAVE SECONDARIA

Si usa definire nodo cerniera l'unione in grado di trasferire lo sforzo di taglio dall'anima della trave secondaria all'anima della trave principale. La continuità strutturale delle due travi viene conseguita collegando le anime con squadrette in angolari e bulloni. Il dimensionamento del nodo cerniera si traduce nella scelta delle squadrette e dei bulloni, compatibilmente con le caratteristiche geometriche delle travi da unire, e nella verifica di tutti gli elementi che concorrono staticamente alla definizione del collegamento.

Dati

- * Trave principale..... : IPE400 - S355
 Tensione normale di progetto del profilato..... : 3381.0 daN/cm²
- * Trave secondaria..... : IPE300 - S355
 Tensione normale di progetto del profilato..... : 3381.0 daN/cm²
- * Squadretta..... : S355
 Tensione normale di progetto della squadretta..... : 3381.0 daN/cm²
- * Bulloni coprigiunto:
 - classe..... : 8.8
 - diametro..... : 14 mm
 - tensione normale di progetto..... : 5760.0 daN/cm²
 - tensione tangenziale di progetto..... : 3840.0 daN/cm²
- * Sollecitazioni esterne:
 - sforzo normale..... : 340.0 daN
 (compressione)
 - Taglio..... : 190.0 daN
 - Momento flettente..... : 0.0 daNm
 - Momento torcente (per lato) sui bulloni
 della Trave Principale..... : 7.8 daNm

Momento torcente sui bulloni (squadretta)
della Trave Secondaria..... : 15.8 daNm

Risultati

- Squadrette.

La squadretta è composta da due lamiere in acciaio opportunamente sagomate e saldate ortogonalmente tra loro. In alternativa è possibile utilizzare profilati angolari. Le dimensioni delle squadrette sono:

* lunghezza del lato relativo alla trave principale
(escluso spessore)..... : 57 mm
* lunghezza del lato relativo alla trave secondaria
(escluso spessore)..... : 57 mm
* altezza..... : 224 mm
* spessore..... : 10 mm

- Bulloni relativi alla trave principale.

Numero..... : 5
Numero di file..... : 5
diametro dei fori praticati..... : 15.0 mm

I bulloni saranno posizionati secondo un sistema di riferimento cartesiano con origine posto nell'angolo di piegatura della squadretta in corrispondenza del lato inferiore.

L'asse X risulta parallelo all'asse della trave principale.

Con tali presupposti le coordinate dei centri dei fori saranno:

	x (mm)	y (mm)	Azione Totale (daN)
Bullone 1	29.00	28.00	41.90
Bullone 2	29.00	70.00	26.64
Bullone 3	29.00	112.00	19.00
Bullone 4	29.00	154.00	26.64
Bullone 5	29.00	196.00	41.90

* La tensione tangenziale massima..... : 27.2 daN/cm²
è relativa ai bulloni numero 1,5

* Tensione normale massima..... : 22.1 daN/cm²

- Bulloni relativi alla trave secondaria.

Numero..... : 5
Numero di file..... : 5
diametro dei fori praticati..... : 15.0 mm

I bulloni saranno posizionati secondo un sistema di riferimento cartesiano con origine posto nell'angolo di piegatura della squadretta in corrispondenza del lato inferiore.

L'asse X risulta parallelo all'asse della trave secondaria.

Con tali presupposti le coordinate dei centri dei fori saranno:

	x (mm)	y (mm)	Azione Totale (daN)
Bullone 1	29.00	28.00	74.16
Bullone 2	29.00	70.00	56.15
Bullone 3	29.00	112.00	38.95
Bullone 4	29.00	154.00	24.31
Bullone 5	29.00	196.00	19.35

* La tensione tangenziale massima..... : 48.2 daN/cm²
è relativa ai bulloni numero 1

Verifiche di rifollamento Squadretta

- Sigma di rifollamento della trave principale..... : 4207.4 daN/cm²
- Tensione di rifollamento di progetto della
trave principale = 1.556 x 3381.0..... : 5259.3 daN/cm²
- Sigma di rifollamento della trave secondaria..... : 4207.4 daN/cm²
- Tensione di rifollamento di progetto della
trave secondaria = 1.556 x 3381.0..... : 5259.3 daN/cm²
- Sigma di rifollamento sulla squadretta della
Trave principale..... : 4207.4 daN/cm²
- Tensione di rifollamento di progetto della
squadretta = 1.556 x 3381.0..... : 5259.3 daN/cm²
- Sigma di rifollamento sulla squadretta della
trave secondaria..... : 4207.4 daN/cm²
- Tensione di rifollamento di progetto della
squadretta = 1.556 x 3381.0..... : 5259.3 daN/cm²

VERIFICHE DI RESISTENZA

- Tensione Ideale sulla coppia di squadrette
depurate dalla foratura..... : 24.6 daN/cm²
- Tensione di progetto della squadretta..... : 3381.0 daN/cm²