

COMUNE DI CARRARA
 PROVINCIA DI MASSA CARRARA



P D S T 0 2 0 3

CODICE ELABORATO

PROGETTO DEFINITIVO

CAPOGRUPPO

DOTT. ING. GIUSEPPE CERVAROLO

SCUOLA SECONDARIA DI PRIMO GRADO
 "M. BUONARROTI"



MANDANTI

REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA SCUOLA PREVIA
 DEMOLIZIONE DEL FABBRICATO ESISTENTE.

CUP: F86F22000160001

ING. ANNA MARIA MIRACCO



ING. CARMELO FRANCESCO OLIVA



RELAZIONE DI CALCOLO DEI NODI - CORPO 1



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

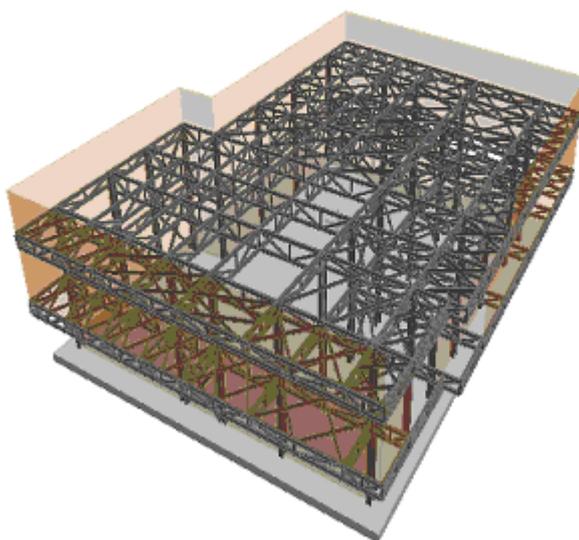
REV.	DATA	DESCRIZIONE REVISIONE	ESEGUITO	CONTROLLATO	APPROVATO
A	APRILE 2023	EMISSIONE PROGETTO DEEFINITIVO	ING. G. CERVAROLO	ING. G. CERVAROLO	ING. G. CERVAROLO
B					
C					

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..... : 60 cm
- Lunghezza..... : 302 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..... : -64181.5 daN
(compressione)
- Momento flettente x..... : 8811.4 daN m
- Momento flettente y..... : 3146.7 daN m
- Taglio lungo la direzione della base del profilato..... : -13890.9 daN
- Taglio lungo la direzione dell'altezza del profilato... : 12407.2 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..... : 27 mm
- Tensione normale massima di calcolo nel calcestruzzo : 81.2 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.

- Spessore della nervatura..... : 14 mm
- Direzione X. Altezza della nervatura..... : 100 mm
- Direzione X. Numero delle nervature..... : 1
- Direzione Y. Altezza della nervatura..... : 100 mm
- Direzione Y. Numero delle nervature..... : 1

Saldature di collegamento Piastra-Ritto.

- Spessore delle saldature..... : 8 mm
- Spessore utile delle saldature (sezione di gola).... : 5.66 mm
- Tensione di calcolo massima sulle saldature..... : 2363.9 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..... : 894.5 daN

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 : 27 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/cm²

- Costante di rifollamento : 1.0
- Azione di calcolo per rifollamento : 2328.1 daN
- Resistenza a rifollamento [Fb,Rd] : 11684.6 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..... : -75636.0 daN
(compressione)
Momento flettente x..... : -19994.0 daN m
Momento flettente y..... : -10431.0 daN m
Taglio lungo la direzione della base del profilato..... : -21061.0 daN
Taglio lungo la direzione dell'altezza del profilato... : -8415.0 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.....	:	880 mm
- Spessore della piastra.....	:	36 mm
- Tensione normale massima di calcolo nel calcestruzzo :	:	158.4 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.....	:	2903.0 daNm
Momento flettente per il tiro dei bulloni.....	:	330.2 daNm
Modulo di Resistenza della sezione.....	:	162.4 cm ³
Tens. Norm. relativa all'azione del cls.....	:	1787.0 daN/cm ²
Tens. Norm. relativa al tiro dei bulloni.....	:	203.3 daN/cm ²

* 2.b.2 Verifica delle Nervature X della piastra di base.

Momento flettente per la reazione del cls.....	:	5274.6 daNm
Momento flettente per il tiro dei bulloni.....	:	498.8 daNm
Modulo di Resistenza della sezione.....	:	156.5 cm ³
Tens. Norm. relativa all'azione del cls.....	:	3369.5 daN/cm ²
Tens. Norm. relativa al tiro dei bulloni.....	:	318.6 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.....	:	280.1 daN m
Modulo di Resistenza della sezione.....	:	9.5 cm ³
Tens. Norm. di calcolo.....	:	2946.9 daN/cm ²
Momento flettente per il tiro dei bulloni.....	:	249.4 daN m
Modulo di Resistenza della sezione.....	:	38.7 cm ³
Tens. Norm. di calcolo.....	:	645.1 daN/cm ²

- Schema a trave continua in direzione Y

Momento flettente per la reazione del cls.....	:	257.7 daN m
Modulo di Resistenza della sezione.....	:	9.5 cm ³
Tens. Norm. di calcolo.....	:	2711.4 daN/cm ²
Momento flettente per il tiro dei bulloni.....	:	110.1 daN m
Modulo di Resistenza della sezione.....	:	18.0 cm ³
Tens. Norm. di calcolo.....	:	610.3 daN/cm ²

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.....	:	2153.0 daN/cm ²
- Tensione normale di progetto sulle saldature.....	:	3381.0 daN/cm ²

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	45.5	46.0
- Foro 2	424.5	46.0
- Foro 3	45.5	615.0
- Foro 4	424.5	615.0
- Foro 5	45.5	330.5
- Foro 6	424.5	330.5
- Foro 7	45.5	836.0
- Foro 8	424.5	836.0

- Resistenza a trazione dei tirafondi Ft,Rd..... : 9043.2 daN
- Resistenza a punzonamento della piastra Bp,Rd..... : 49220.0 daN
- Trazione massima sui tirafondi..... : 2786.6 daN

Verifica con esito positivo.

- Tensione tangenziale di progetto dei tirafondi..... : 3840.0 daN/cm²
- Tensione tangenziale di calcolo dei tirafondi..... : 23.0 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..... : 54669.0 daN
- Taglio sul Controvento..... : 125.0 daN

Coordinate del fazzoletto rispetto al nodo.

	x (mm)	y (mm)
Vertice 1	536.69	66.00
Vertice 2	536.69	536.69
Vertice 3	195.00	536.69
Vertice 4	195.00	66.00

- Tensione tangenziale parallela
Saldatura Flangia/Trave-Fazzoletto..... : 808.1 daN/cm²

Il controvento viene collegato al fazzoletto tramite bullonatura.

- Numero dei bulloni..... : 8
- 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	411.02	377.08
Bullone 4	456.28	422.33
Bullone 5	286.57	320.51
Bullone 6	331.83	365.77
Bullone 7	377.08	411.02
Bullone 8	422.33	456.28

- Tens. tang. max sul Bullone..... : 1699.4 daN/cm²
- Tens. di Rifollamento sul Fazzoletto..... : 1857.0 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

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/cm²
- Tensione tangenziale di riferimento dei Tirafondi .. : 3840.0 daN/cm²
- Costante di rifollamento : 1.0
- Azione di calcolo per rifollamento : 2835.0 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

- 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..... : 10190.0 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..... : 1654.9 daN/cm²
- Tens. di Rifollamento sul Fazzoletto..... : 1516.4 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 c2.

- Angolazione del Controvento..... : 45.0 deg
- Sforzo Assiale sul Controvento..... : 6740.0 daN
- Taglio sul Controvento..... : 4.0 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..... : 1094.6 daN/cm²

- Tens. di Rifollamento sul Fazzoletto..... : 1003.0 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 c3.

- Angolazione del Controvento..... : 135.0 deg
 - Sforzo Assiale sul Controvento..... : 6740.0 daN
 - Taglio sul Controvento..... : 40.0 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..... : 1094.6 daN/cm²
 - Tens. di Rifollamento sul Fazzoletto..... : 1003.0 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 c4.

- Angolazione del Controvento..... : 225.0 deg
 - Sforzo Assiale sul Controvento..... : 10190.0 daN
 - Taglio sul Controvento..... : 95.0 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..... : 1655.0 daN/cm²
 - Tens. di Rifollamento sul Fazzoletto..... : 1516.4 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 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: 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
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..... : 309.0 deg
- Sforzo Assiale sul Controvento..... : 28739.0 daN
- Taglio sul Controvento..... : 58.0 daN

Coordinate del fazzoletto rispetto al nodo.

	x (mm)	y (mm)
Vertice 1	-345.00	-392.00
Vertice 2	345.00	-392.00
Vertice 3	345.00	392.00
Vertice 4	-345.00	392.00

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	143.49	-177.19
Bullone 2	178.73	-220.71
Bullone 3	213.97	-264.23
Bullone 4	249.21	-307.75

- Tens. tang. max sul Bullone..... : 2333.7 daN/cm²
- Tens. di Rifollamento sul Fazzoletto..... : 2231.3 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 c2.

- Angolazione del Controvento..... : 51.0 deg
- Sforzo Assiale sul Controvento..... : 29314.0 daN
- Taglio sul Controvento..... : 58.0 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	143.49	177.19
Bullone 2	178.73	220.71
Bullone 3	213.97	264.23
Bullone 4	249.21	307.75

- Tens. tang. max sul Bullone..... : 2380.3 daN/cm²
- Tens. di Rifollamento sul Fazzoletto..... : 2275.9 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..... : 129.0 deg
- Sforzo Assiale sul Controvento..... : 28649.0 daN
- Taglio sul Controvento..... : 58.0 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	-143.49	177.19
Bullone 2	-178.73	220.71
Bullone 3	-213.97	264.23
Bullone 4	-249.21	307.75

- Tens. tang. max sul Bullone..... : 2326.3 daN/cm²
- Tens. di Rifollamento sul Fazzoletto..... : 2224.3 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..... : 231.0 deg
- Sforzo Assiale sul Controvento..... : 29403.0 daN
- Taglio sul Controvento..... : 58.0 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	-143.49	-177.19
Bullone 2	-178.73	-220.71
Bullone 3	-213.97	-264.23
Bullone 4	-249.21	-307.75

- Tens. tang. max sul Bullone..... : 2387.6 daN/cm²
- Tens. di Rifollamento sul Fazzoletto..... : 2282.8 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..... : -14487.00 daN
- Taglio trave 1..... : -302.00 daN
- Momento flettente trave 1..... : -1105.00 daNm
- Sforzo normale globale su flangia 1..... : 24258.21 daN
- Taglio globale su flangia 1..... : -38870.43 daN
- Momento flettente globale su flangia 1..... : 6415.84 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..... : 715 mm
- Spessore..... : 21 mm
- Tensione normale max sulla flangia..... : 3190.10 daN/cm²
- Tensione di rifollamento max sulla flangia..... : 897.73 daN/cm²
- Tensione di rifollamento max sulla colonna..... : 992.23 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	30.00	6153.25
Bullone 2	70.00	30.00	6153.25
Bullone 3	28.00	116.50	6153.25
Bullone 4	70.00	116.50	6153.25
Bullone 5	28.00	308.00	5581.53
Bullone 6	28.00	221.50	5581.53
Bullone 7	28.00	169.00	2639.32
Bullone 8	28.00	687.00	2639.32
Bullone 9	207.00	30.00	6153.25
Bullone 10	165.00	30.00	6153.25

Bullone 11	207.00	116.50	6153.25
Bullone 12	165.00	116.50	6153.25
Bullone 13	207.00	308.00	5581.53
Bullone 14	207.00	221.50	5581.53
Bullone 15	207.00	169.00	2639.32
Bullone 16	207.00	687.00	2639.32

- Sollecitazione tangenziale massima sul bullone... : 1714.53 daN/cm²
- Sollecitazione normale massima sul bullone..... : -4595.74 daN/cm²

3. Saldatura Trave-Flangia 1.

- Saldatura a cordone d'angolo lungo tutto il perimetro del profilato con spessore reale..... : 9 mm
- Tensione ideale max..... : 104.29 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..... : 59890.0 daN
- Taglio sul Controvento..... : 169.0 daN

Coordinate del fazzoletto rispetto al nodo.

	x (mm)	y (mm)
Vertice 1	534.57	100.00
Vertice 2	534.57	534.57
Vertice 3	216.00	534.57
Vertice 4	216.00	100.00

- Tensione tangenziale parallela Saldatura Flangia/Trave-Fazzoletto..... : 738.5 daN/cm²

Il controvento viene collegato al fazzoletto tramite bullonatura.

- Numero dei bulloni..... : 8
- Coordinate dei fori dei bulloni rispetto al nodo.... :

	x (mm)	y (mm)
Bullone 1	336.56	306.86
Bullone 2	376.16	346.46
Bullone 3	415.76	386.06
Bullone 4	455.36	425.66
Bullone 5	306.86	336.56
Bullone 6	346.46	376.16

Bullone 7	386.06	415.76
Bullone 8	425.66	455.36

- Tens. tang. max sul Bullone..... : 2431.6 daN/cm²
- Tens. di Rifollamento sul Fazzoletto..... : 2324.9 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 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..... : -14487.00 daN
 - Taglio trave 1..... : -302.00 daN
 - Momento flettente trave 1..... : -1105.00 daNm
 - Sforzo normale globale su flangia 1..... : 24081.43 daN
 - Taglio globale su flangia 1..... : 38443.21 daN
 - Momento flettente globale su flangia 1..... : -8660.32 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..... : 715 mm
- Spessore..... : 21 mm
- Tensione normale max sulla flangia..... : 3199.50 daN/cm²
- Tensione di rifollamento max sulla flangia..... : 722.25 daN/cm²
- Tensione di rifollamento max sulla colonna..... : 798.27 daN/cm²

2. Bulloni sulla flangia 1.

- Numero dei bulloni..... : 20
- 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	407.00	4081.10
Bullone 2	70.00	407.00	4081.10
Bullone 3	28.00	493.50	4081.10
Bullone 4	70.00	493.50	4081.10
Bullone 5	28.00	685.00	6262.36
Bullone 6	70.00	685.00	6262.36
Bullone 7	28.00	598.50	6262.36
Bullone 8	70.00	598.50	6262.36
Bullone 9	28.00	546.00	2123.41
Bullone 10	28.00	28.00	2123.41
Bullone 11	207.00	407.00	4081.10
Bullone 12	165.00	407.00	4081.10
Bullone 13	207.00	493.50	4081.10
Bullone 14	165.00	493.50	4081.10
Bullone 15	207.00	685.00	6262.36
Bullone 16	165.00	685.00	6262.36
Bullone 17	207.00	598.50	6262.36
Bullone 18	165.00	598.50	6262.36
Bullone 19	207.00	546.00	2123.41
Bullone 20	207.00	28.00	2123.41

- Sollecitazione tangenziale massima sul bullone... : 1379.39 daN/cm²
- Sollecitazione normale massima sul bullone..... : -4609.29 daN/cm²

3. Saldatura Trave-Flangia 1.

- Saldatura a cordone d'angolo lungo tutto il perimetro del profilato con spessore reale..... : 10 mm
- Tensione ideale max..... : 145.35 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..... : 59890.0 daN
- Taglio sul Controvento..... : 169.0 daN

Coordinate del fazzoletto rispetto al nodo.

	x (mm)	y (mm)
Vertice 1	216.00	-100.00
Vertice 2	216.00	-534.57
Vertice 3	534.57	-534.57
Vertice 4	534.57	-100.00

- Tensione tangenziale parallela
Saldatura Flangia/Trave-Fazzoletto..... : 664.7 daN/cm²

Il controvento viene collegato al fazzoletto tramite bullonatura.

- Numero dei bulloni..... : 8
- Coordinate dei fori dei bulloni rispetto al nodo.... :

	x (mm)	y (mm)
Bullone 1	306.86	-336.56
Bullone 2	346.46	-376.16
Bullone 3	386.06	-415.76
Bullone 4	425.66	-455.36
Bullone 5	336.56	-306.86
Bullone 6	376.16	-346.46
Bullone 7	415.76	-386.06
Bullone 8	455.36	-425.66

- Tens. tang. max sul Bullone..... : 2431.6 daN/cm²
- Tens. di Rifollamento sul Fazzoletto..... : 2324.9 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 7: NODO CERNIERA COLONNA-TRAVE

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/cm ²
* Trave.....	:	UPN200 - S355
Tensione normale di progetto del profilato.....	:	3381.0 daN/cm ²
* Squadretta.....	:	S355
tensione normale di progetto.....	:	3381.0 daN/cm ²
* 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
* Sollecitazioni esterne:		
sforzo normale.....	:	-35496.0 daN
(trazione)		
Taglio.....	:	-401.0 daN
Momento flettente.....	:	0.0 daNm
Momento torcente (per lato) sui bulloni		
sulla colonna.....	:	-14.4 daNm
Momento torcente sui bulloni (squadretta)		
sulla Trave.....	:	-38.3 daNm

Risultati

- Squadrette.

La squadretta è composta da due lamiere in acciaio opportunamente sagomate (vedere file *.dxf associato) 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).....	:	62 mm
* lunghezza del lato relativo alla trave (escluso spessore).....	:	99 mm
* altezza.....	:	140 mm
* spessore.....	:	10 mm

- Bulloni relativi alla colonna.

Numero.....	:	3
Numero di file.....	:	3
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 (vedere file *.dxf associato) 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	33.70	28.00	183.95
Bullone 2	33.70	70.00	66.83
Bullone 3	33.70	112.00	183.95

* La tensione tangenziale massima..... : 119.5 daN/cm²
 è relativa ai bulloni numero 1,3

* Tensione normale massima..... : 3843.1 daN/cm²

- Bulloni relativi alla trave.

Numero..... : 6
 Numero di file..... : 3
 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 (vedere file *.dxf associato) 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	3041.81
Bullone 2	29.00	70.00	2958.95
Bullone 3	29.00	112.00	2876.08
Bullone 4	71.00	28.00	3040.90
Bullone 5	71.00	70.00	2958.01
Bullone 6	71.00	112.00	2875.12

* La tensione tangenziale massima..... : 1976.0 daN/cm²
 è relativa ai bulloni numero 1

* Tensione normale sui bulloni della
 Colonna..... : 3843.1 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
- Spessore aggiuntivo necessario della trave..... : 8 mm
- 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..... : 1944.8 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..... : 20 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..... :-47106.00 daN
 - Taglio lungo la direzione dell'anima della trave..... : -280.00 daN
 - Momento flettente relativo alla trave..... : 3143.00 daNm

Risultati del Calcolo

- 1. Dimensioni della flangia di collegamento.**
 Base..... : 140 mm
 altezza..... : 280 mm
 spessore..... : 20 mm
 Tensione normale max sulla flangia..... : 3113.51 daN/cm²
 Tensione di rifollamento max sulla flangia..... : 12.50 daN/cm²
 Tensione di rifollamento max sulla colonna..... : 22.73 daN/cm²
- 2. Bulloni.**
 - Numero dei bulloni..... : 8
 - Diametro dei fori praticati..... : 15.00 mm

I bulloni saranno posizionati secondo un sistema di riferimento carte-

siano 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	59.50	35.00
Bullone 2	28.00	112.00	8472.58
Bullone 3	28.00	251.00	7873.33
Bullone 4	28.00	164.50	7873.33
Bullone 5	112.00	59.50	35.00
Bullone 6	112.00	112.00	8472.58
Bullone 7	112.00	251.00	7873.33
Bullone 8	112.00	164.50	7873.33

- Sollecitazione tangenziale massima sul bullone..... : 22.74 daN/cm²
- Sollecitazione normale massima sul bullone..... : -5503.84 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.... : 271.52 daN/cm²
- Tensione ideale max lungo la saldatura dell'ala..... : 271.52 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: TRAVATURA h=100cm

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	324.46	280.0	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	-5714	0	-4054	0	0	0
2	-7006	0	22	0	0	0

Nome Combinazione SLV max						
Asta	N [daN]	Tx [daN]	Ty [daN]	Mx [daN]	My [daN]	Mt [daN]
1	-1025	0	-696	0	0	0
2	-1238	0	29	0	0	0

Risultati del Calcolo

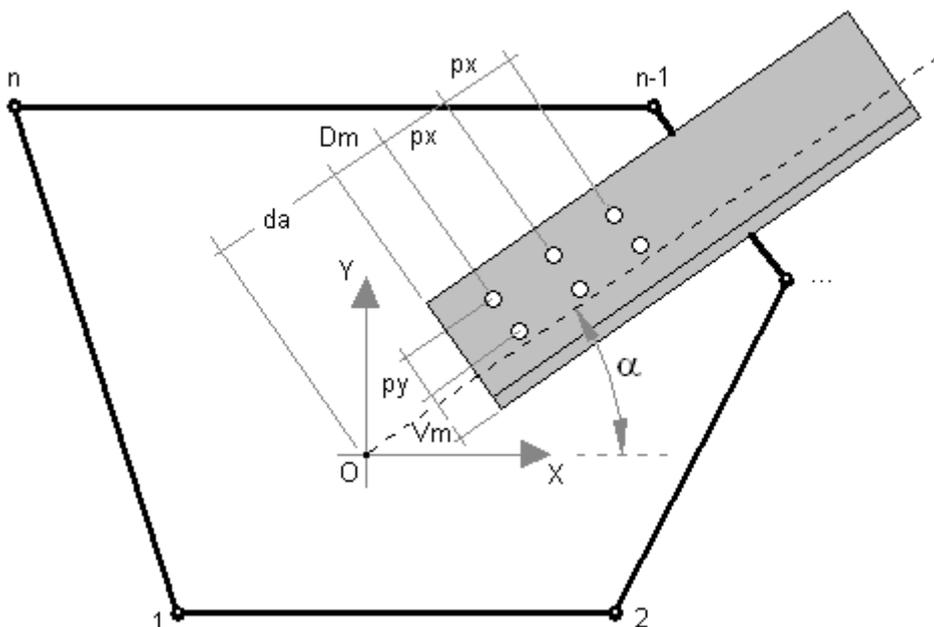
Asta 1

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

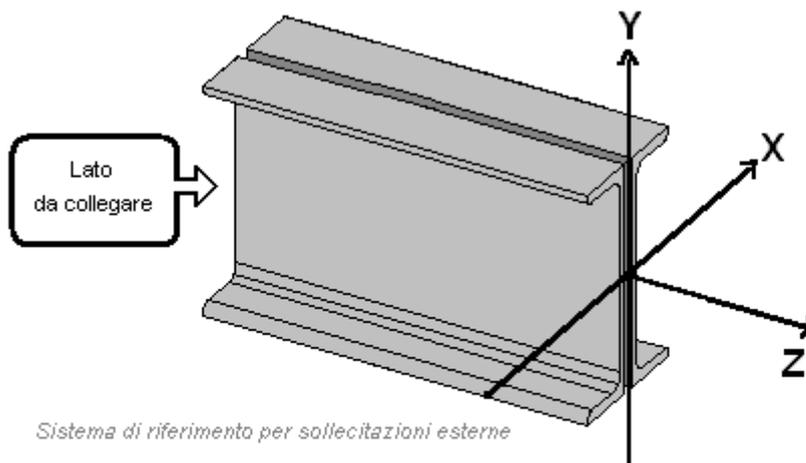
VERT ICI	X	Y
1	-260.41	-289.47
2	366.17	-289.47
3	366.17	100
4	-260.41	100

Numero totale dei bulloni..... = 4
 Dm..... [mm] = 209.84
 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] = -5714.17
 Tx.....[daN] = 0
 Ty.....[daN] = -4054.39
 Mx.....[daN m] = 0
 My.....[daN m] = 0
 Mt.....[daN m] = 0
 Condizione 2 ([c.c.2])
 N.....[daN] = -1024.5
 Tx.....[daN] = 0
 Ty.....[daN] = -696.08
 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	0.1	OK	2.53	0	1000	6.41	POS.
1	2	0.02	OK	14.32	0	1000	205.16	POS.
2	1	0.1	OK	2.53	0	1000	6.41	POS.
2	2	0.02	OK	14.32	0	1000	205.16	POS.
3	1	0.1	OK	2.53	0	1000	6.41	POS.
3	2	0.02	OK	14.32	0	1000	205.16	POS.
4	1	0.1	OK	2.53	0	1000	6.41	POS.
4	2	0.02	OK	14.32	0	1000	205.16	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 :

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

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

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

$$e_1 \dots \dots \dots [\text{mm}] = 209.84$$

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

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

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

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	17.52	11.88	POS.
1	2	3.1	67.2	POS.
2	1	17.52	11.88	POS.
2	2	3.1	67.2	POS.
3	1	17.52	11.88	POS.
3	2	3.1	67.2	POS.
4	1	17.52	11.88	POS.
4	2	3.1	67.2	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	17.52	4.19	POS.
1	2	3.1	23.72	POS.
2	1	17.52	4.19	POS.
2	2	3.1	23.72	POS.
3	1	17.52	4.19	POS.
3	2	3.1	23.72	POS.
4	1	17.52	4.19	POS.
4	2	3.1	23.72	POS.

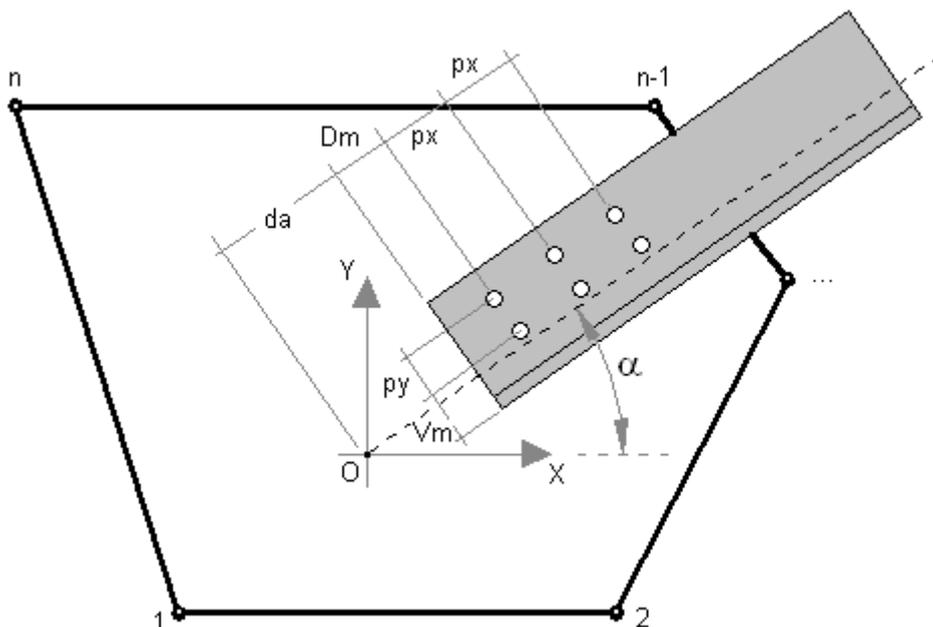
Asta 2

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

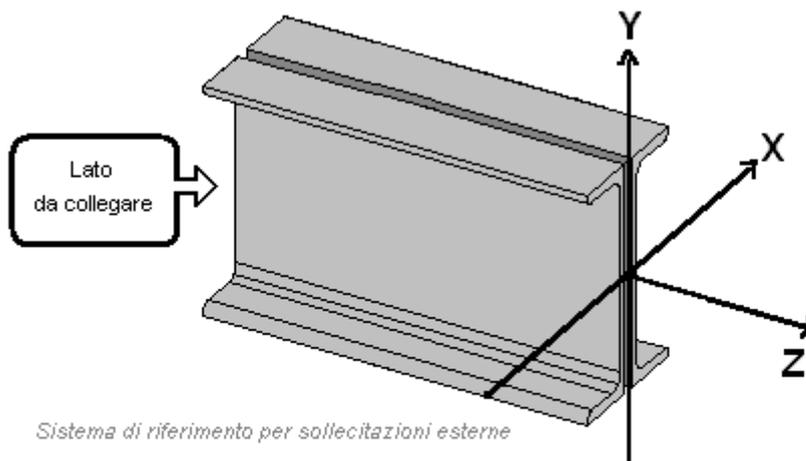
VERT ICI	X	Y
1	-260.41	-289.47
2	366.17	-289.47
3	366.17	100
4	-260.41	100

Numero totale dei bulloni..... = 3
 Dm..... [mm] = 24
 Vm..... [mm] = 70
 Fazzoletto esterno = singolo
 Righe di disposizione dei bulloni..... = 1
 Colonne di disposizione dei bulloni..... = 3
 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
 Passo colonna 2..... [mm] = 36

Condizioni di Carico

Condizione 1 ([c.c.1])
 N.....[daN] = -7006.38
 Tx.....[daN] = 0
 Ty.....[daN] = 22.39
 Mx.....[daN m] = 0
 My.....[daN m] = 0
 Mt.....[daN m] = 0
 Condizione 2 ([c.c.2])
 N.....[daN] = -1238.26
 Tx.....[daN] = 0
 Ty.....[daN] = 29.1
 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	11.68	OK	2.76	0	1000	2.76	POS.
1	2	2.06	OK	15.63	0	1000	15.63	POS.
2	1	11.68	OK	2.76	0	1000	2.76	POS.
2	2	2.06	OK	15.63	0	1000	15.63	POS.
3	1	11.68	OK	2.76	0	1000	2.76	POS.
3	2	2.06	OK	15.63	0	1000	15.63	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 :

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

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

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

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

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

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

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

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	23.35	2.93	POS.
1	2	4.13	16.6	POS.
2	1	23.35	2.93	POS.
2	2	4.13	16.6	POS.
3	1	23.35	2.93	POS.
3	2	4.13	16.6	POS.

RIFOLLAMENTO FAZZOLETTO :

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

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

Relazione di calcolo dei nodi -

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

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

BULLONE	CC	Fv.Sd[KN]	Fs	Esito
1	1	23.35	1.26	POS.
1	2	4.13	7.12	POS.
2	1	23.35	1.26	POS.
2	2	4.13	7.12	POS.
3	1	23.35	1.26	POS.
3	2	4.13	7.12	POS.

Unione Nodo 2

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	35.54	280.0	Acciaio1	Bullonatura	NO	T10-UPN140
3	7	90.00	110.0	Acciaio1	Bullonatura	NO	T9-UPN100
4	1	144.46	280.0	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	-8518	0	-3377	0	0	0
2	3424	0	22	0	0	0
3	-1229	0	0	0	0	0
4	-7048	0	-29	0	0	0

Nome Combinazione SLV max						
Asta	N [daN]	Tx [daN]	Ty [daN]	Mx [daN]	My [daN]	Mt [daN]

1	-10277	0	5549	0	0	0
2	11355	0	29	0	0	0
3	-271	0	0	0	0	0
4	-1270	0	-22	0	0	0

Risultati del Calcolo

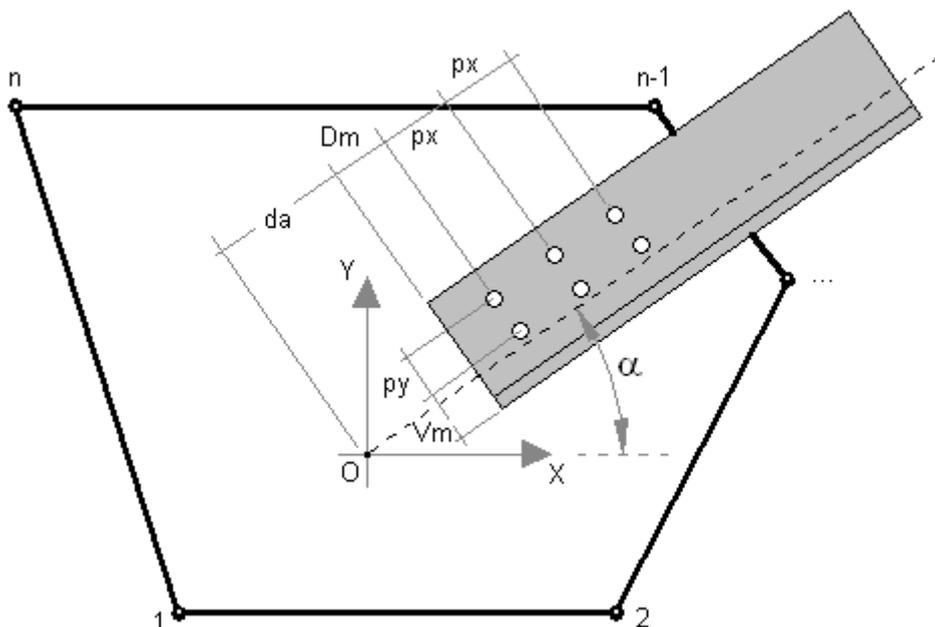
Asta 1

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	336.89	289.46

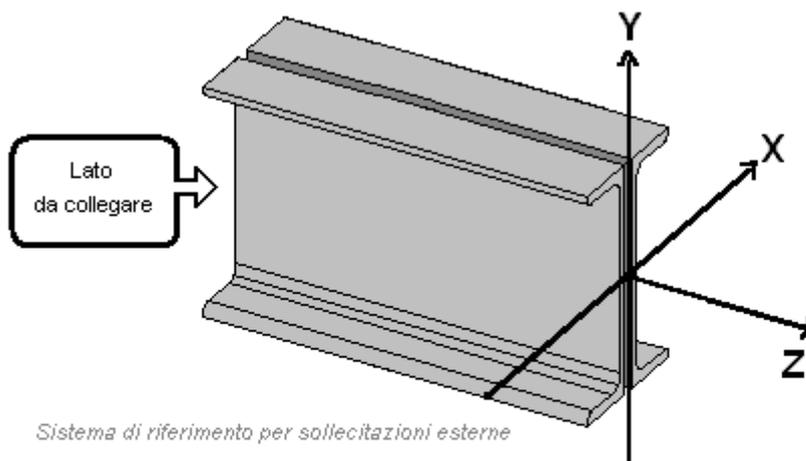
2	-366.18	289.46
3	-366.18	-100
4	336.89	-100

Numero totale dei bulloni..... = 4
 Dm..... [mm] = -244.53
 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] = 489.06

Condizioni di Carico

Condizione 1 ([c.c.1])
 N.....[daN] = -8517.6
 Tx.....[daN] = 0
 Ty.....[daN] = -3376.88
 Mx.....[daN m] = 0
 My.....[daN m] = 0
 Mt.....[daN m] = 0
 Condizione 2 ([c.c.2])
 N.....[daN] = -10277.1
 Tx.....[daN] = 0
 Ty.....[daN] = 5548.79
 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	0.14	OK	1.94	0	1000	3.75	POS.
1	2	0.17	OK	1.52	0	1000	2.31	POS.
2	1	0.14	OK	1.94	0	1000	3.75	POS.
2	2	0.17	OK	1.52	0	1000	2.31	POS.
3	1	0.14	OK	1.94	0	1000	3.75	POS.
3	2	0.17	OK	1.52	0	1000	2.31	POS.
4	1	0.14	OK	1.94	0	1000	3.75	POS.
4	2	0.17	OK	1.52	0	1000	2.31	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

Relazione di calcolo dei nodi -

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

Di conseguenza essendo :

$\alpha * k \dots \dots \dots = 2.5$
 $d \dots \dots \dots [\text{mm}] = 12$
 $f_{ub} \dots \dots \dots [\text{mm}] = 800$
 $e1 \dots \dots \dots [\text{mm}] = -244.53$
 $e2 \dots \dots \dots [\text{mm}] = 75$
 $p1 \dots \dots \dots [\text{mm}] = 489.06$
 $p2 \dots \dots \dots [\text{mm}] = 489.06$

Si ottiene :

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

Affinchè la verifica a rifollamento sia soddisfatta deve risultare :

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

RIFOLLAMENTO ASTA :

$t \dots \dots \dots [\text{mm}] = 0 \text{ (x2)}$
 $f_u \dots \dots \dots [\text{N/mm}^2] = 510$
 $F_{b.Rd} \dots \dots \dots [\text{KN}] = 0$
 $F.C. \dots \dots \dots = 1$

BULL ONE	CC	Fv.Sd[KN]	Fs	Esito
1	1	22.91	9.08	POS.
1	2	29.2	7.13	POS.
2	1	22.91	9.08	POS.
2	2	29.2	7.13	POS.
3	1	22.91	9.08	POS.
3	2	29.2	7.13	POS.
4	1	22.91	9.08	POS.
4	2	29.2	7.13	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	22.91	3.21	POS.
1	2	29.2	2.52	POS.
2	1	22.91	3.21	POS.
2	2	29.2	2.52	POS.
3	1	22.91	3.21	POS.
3	2	29.2	2.52	POS.
4	1	22.91	3.21	POS.
4	2	29.2	2.52	POS.

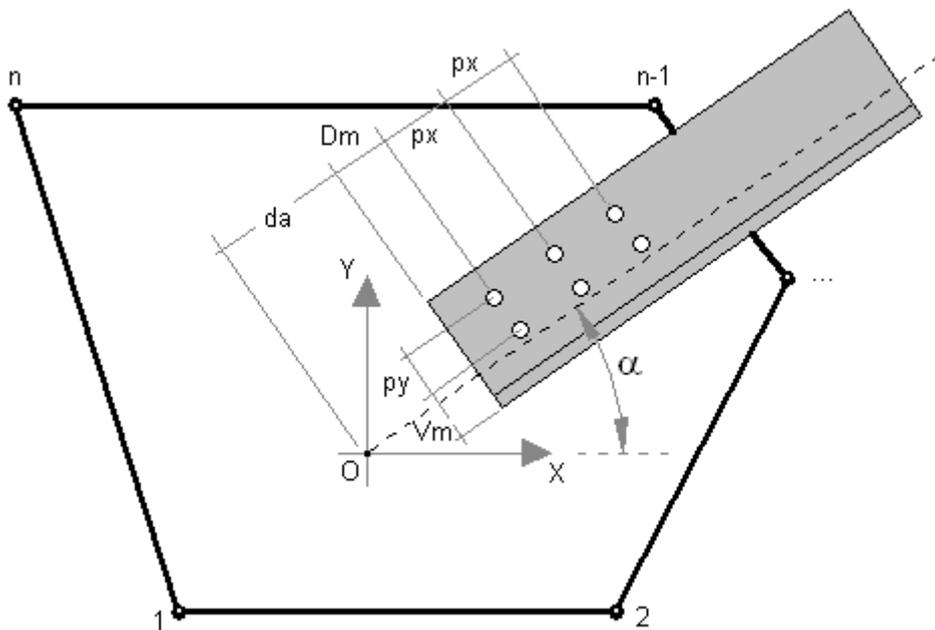
Asta 2

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	336.89	289.46
2	-366.18	289.46
3	-366.18	-100
4	336.89	-100

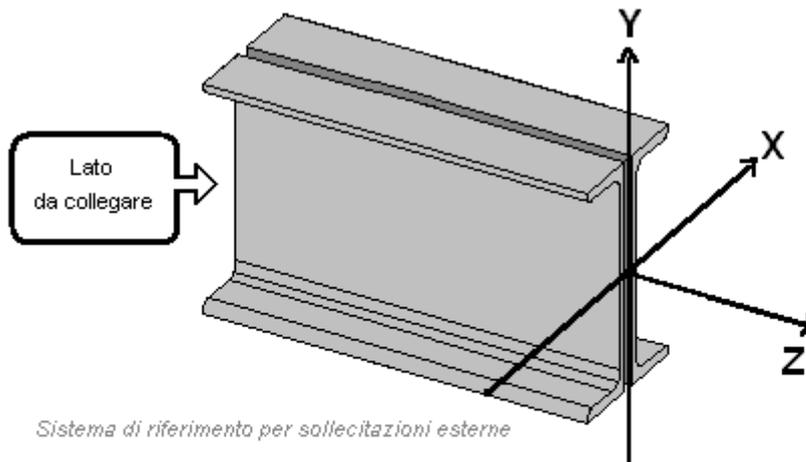
Numero totale dei bulloni..... = 4
 Dm..... [mm] = 24
 Vm..... [mm] = 52
 Fazzoletto esterno = singolo
 Righe di disposizione dei bulloni..... = 2
 Colonne di disposizione dei bulloni..... = 2
 Diametro bulloni..... [mm] = 12

Tolleranza per il sistema vite-foro..... = Normale
Diametro fori per il passaggio della vite.. [mm] = 13
Passo riga 1..... [mm] = 36
Passo colonna 1..... [mm] = 36

Condizioni di Carico

Condizione 1 ([c.c.1])
N.....[daN] = 3424.16
Tx.....[daN] = 0
Ty.....[daN] = 22.39
Mx.....[daN m] = 0
My.....[daN m] = 0
Mt.....[daN m] = 0
Condizione 2 ([c.c.2])
N.....[daN] = 11354.53
Tx.....[daN] = 0
Ty.....[daN] = 29.1
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

Relazione di calcolo dei nodi -

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 >= 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	4.28	OK	7.54	0	1000	7.54	POS.
1	2	14.19	OK	2.27	0	1000	2.27	POS.
2	1	4.28	OK	7.54	0	1000	7.54	POS.
2	2	14.19	OK	2.27	0	1000	2.27	POS.
3	1	4.28	OK	7.54	0	1000	7.54	POS.
3	2	14.19	OK	2.27	0	1000	2.27	POS.
4	1	4.28	OK	7.54	0	1000	7.54	POS.
4	2	14.19	OK	2.27	0	1000	2.27	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 :

$$\alpha \cdot \kappa \dots \dots \dots = 1.47$$

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

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

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

$$e_2 \dots \dots \dots [\text{mm}] = 52$$

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

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

Relazione di calcolo dei nodi -

Si ottiene :

$$F_{b.Rd} \dots \dots \dots [KN] = 14.07 * t * f_u$$

Affinchè la verifica a rifollamento sia soddisfatta deve risultare :

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

RIFOLLAMENTO ASTA :

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

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

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

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

BULL ONE	CC	Fv.Sd[KN]	Fs	Esito
1	1	8.56	11.73	POS.
1	2	28.39	3.54	POS.
2	1	8.56	11.73	POS.
2	2	28.39	3.54	POS.
3	1	8.56	11.73	POS.
3	2	28.39	3.54	POS.
4	1	8.56	11.73	POS.
4	2	28.39	3.54	POS.

RIFOLLAMENTO FAZZOLETTO :

$$t \dots \dots \dots [mm] = 6$$

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

$$F_{b.Rd} \dots \dots \dots [KN] = 43.04$$

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

BULL ONE	CC	Fv.Sd[KN]	Fs	Esito
1	1	8.56	5.03	POS.
1	2	28.39	1.52	POS.
2	1	8.56	5.03	POS.
2	2	28.39	1.52	POS.
3	1	8.56	5.03	POS.
3	2	28.39	1.52	POS.
4	1	8.56	5.03	POS.
4	2	28.39	1.52	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

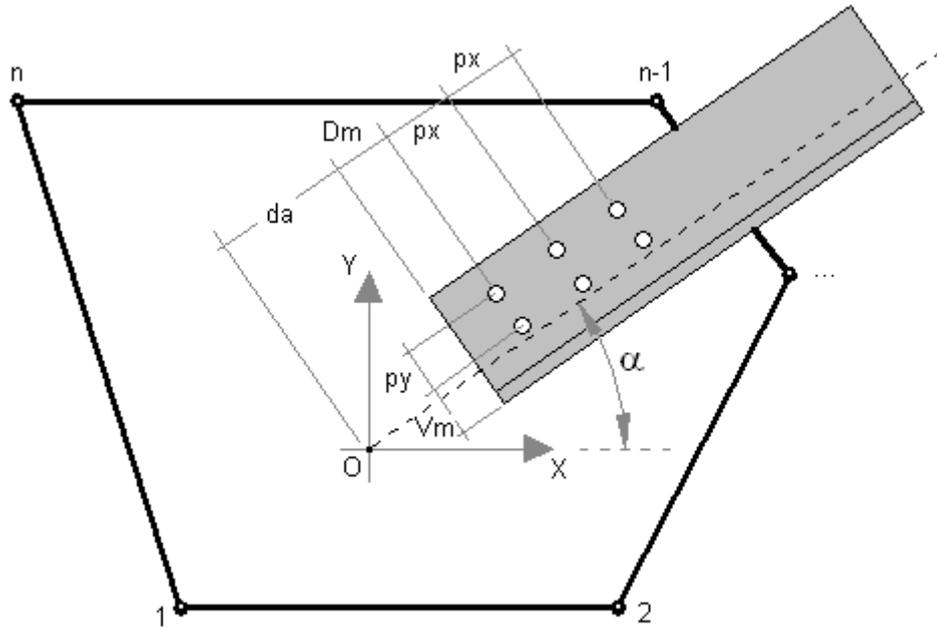
Acciaio asta.....= Acciaio1

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	336.89	289.46
2	-366.18	289.46
3	-366.18	-100
4	336.89	-100

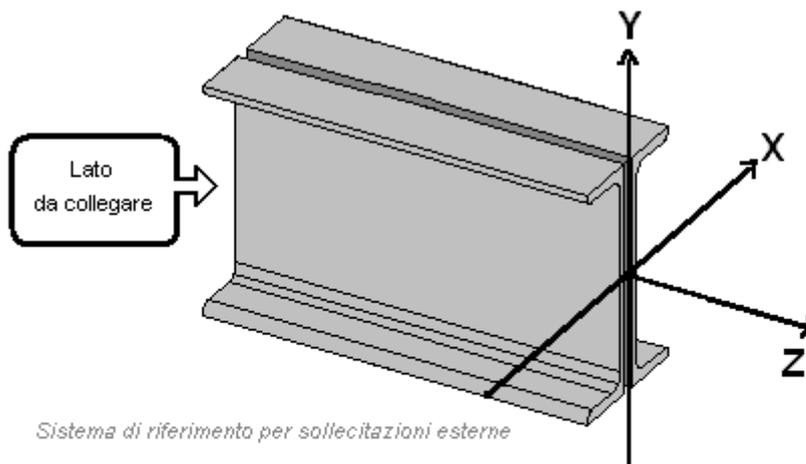
Numero totale dei bulloni..... = 2
 Dm..... [mm] = 24
 Vm..... [mm] = 50
 Fazzoletto esterno = singolo
 Righe di disposizione dei bulloni..... = 1
 Colonne di disposizione dei bulloni..... = 2
 Diametro bulloni..... [mm] = 12
 Tolleranza per il sistema vite-foro..... = Normale
 Diametro fori per il passaggio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

Condizioni di Carico

Condizione 1 ([c.c.1])
 N.....[daN] = -1228.69
 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] = -270.68
 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.

Relazione di calcolo dei nodi -

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	3.07	OK	10.5	0	1000	10.5	POS.
1	2	0.68	OK	47.67	0	1000	47.67	POS.
2	1	3.07	OK	10.5	0	1000	10.5	POS.
2	2	0.68	OK	47.67	0	1000	47.67	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 :

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

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	CC	Fv.Sd[KN]	Fs	Esito
ONE				

1	1	6.14	9.56	POS.
1	2	1.35	43.41	POS.
2	1	6.14	9.56	POS.
2	2	1.35	43.41	POS.

RIFOLLAMENTO FAZZOLETTO :

$t \dots \dots \dots [\text{mm}] = 6$
 $f_u \dots \dots \dots [\text{N/mm}^2] = 510$
 $F_{b.Rd} \dots \dots \dots [\text{KN}] = 29.38$
 $F.C. \dots \dots \dots = 1$

BULL ONE	CC	Fv.Sd[KN]	Fs	Esito
1	1	6.14	4.78	POS.
1	2	1.35	21.71	POS.
2	1	6.14	4.78	POS.
2	2	1.35	21.71	POS.

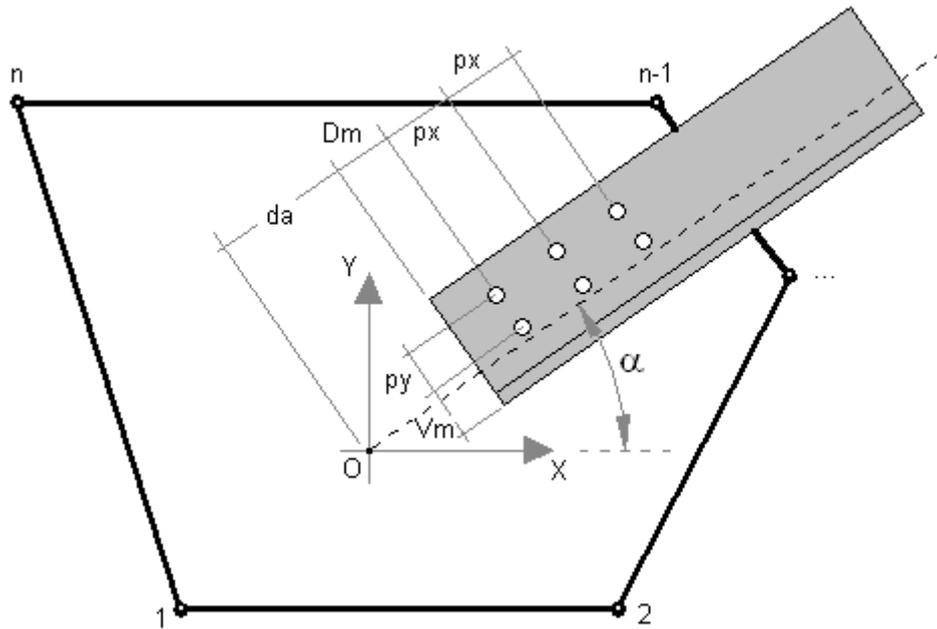
Asta 4

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



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	336.89	289.46
2	-366.18	289.46
3	-366.18	-100
4	336.89	-100

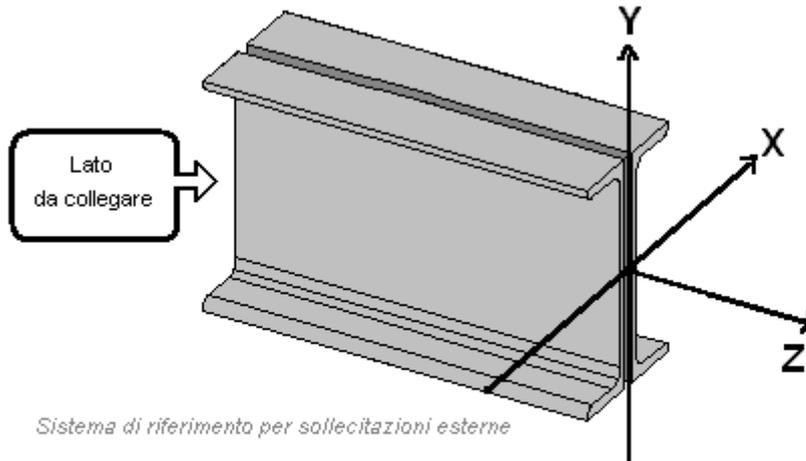
Numero totale dei bulloni..... = 3
 Dm..... [mm] = 24
 Vm..... [mm] = 70
 Fazzoletto esterno = singolo
 Righe di disposizione dei bulloni..... = 1
 Colonne di disposizione dei bulloni..... = 3
 Diametro bulloni..... [mm] = 12
 Tolleranza per il sistema vite-foro..... = Normale
 Diametro fori per il passaggio della vite.. [mm] = 13
 Passo colonna 1..... [mm] = 36
 Passo colonna 2..... [mm] = 36

Condizioni di Carico

Condizione 1 ([c.c.1])
 N.....[daN] = -7047.95
 Tx.....[daN] = 0
 Ty.....[daN] = -29.1
 Mx.....[daN m] = 0
 My.....[daN m] = 0
 Mt.....[daN m] = 0

Condizione 2 ([c.c.2])
 N.....[daN] = -1270.24
 Tx.....[daN] = 0
 Ty.....[daN] = -22.39
 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 $\geq 1 \cdot F.C.$
 Verifica a trazione : Fs2 = min(FtRd, BpRd)/Ft.Ed $\geq 1 \cdot F.C.$
 Verifica combinata a trazione+taglio : $1/Fs3 = Fv.Ed / (FvRd + Ft.Ed) \leq 1 / F.C.$

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	11.75	OK	2.75	0	1000	2.75	POS.
1	2	2.12	OK	15.23	0	1000	15.23	POS.
2	1	11.75	OK	2.75	0	1000	2.75	POS.
2	2	2.12	OK	15.23	0	1000	15.23	POS.
3	1	11.75	OK	2.75	0	1000	2.75	POS.
3	2	2.12	OK	15.23	0	1000	15.23	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 :

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

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

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

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

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

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

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

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	23.49	2.92	POS.
1	2	4.23	16.19	POS.

2	1	23.49	2.92	POS.
2	2	4.23	16.19	POS.
3	1	23.49	2.92	POS.
3	2	4.23	16.19	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	23.49	1.25	POS.
1	2	4.23	6.94	POS.
2	1	23.49	1.25	POS.
2	2	4.23	6.94	POS.
3	1	23.49	1.25	POS.
3	2	4.23	6.94	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	1201	0	0	0

2	-1201	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	250	0	0	0
2	-250	0	0	0	0	0

Risultati del Calcolo

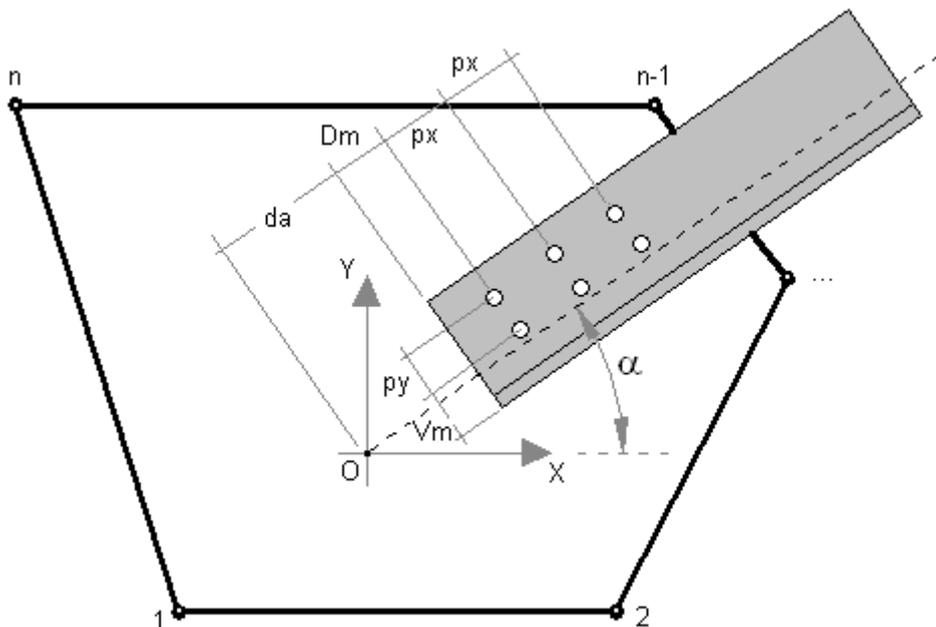
Asta 1

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

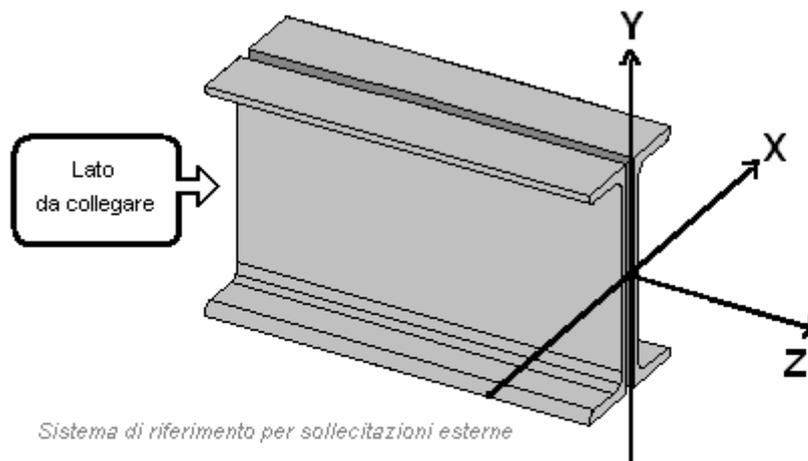
VERT ICI	X	Y
1	50	100
2	-50	100
3	-50	-194
4	50	-194

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] = 1201.23
 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] = 249.56
 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	0.02	OK	14.77	0	1000	218.12	POS.
1	2	0.00	OK	71.09	0	1000	1000	POS.
2	1	0.02	OK	14.77	0	1000	218.12	POS.
2	2	0.00	OK	71.09	0	1000	1000	POS.
3	1	0.02	OK	14.77	0	1000	218.12	POS.
3	2	0.00	OK	71.09	0	1000	1000	POS.
4	1	0.02	OK	14.77	0	1000	218.12	POS.
4	2	0.00	OK	71.09	0	1000	1000	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 :

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

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	3	69.29	POS.
1	2	0.62	333.52	POS.
2	1	3	69.29	POS.
2	2	0.62	333.52	POS.
3	1	3	69.29	POS.
3	2	0.62	333.52	POS.
4	1	3	69.29	POS.
4	2	0.62	333.52	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	3	24.45	POS.
1	2	0.62	117.71	POS.
2	1	3	24.45	POS.
2	2	0.62	117.71	POS.
3	1	3	24.45	POS.
3	2	0.62	117.71	POS.
4	1	3	24.45	POS.
4	2	0.62	117.71	POS.

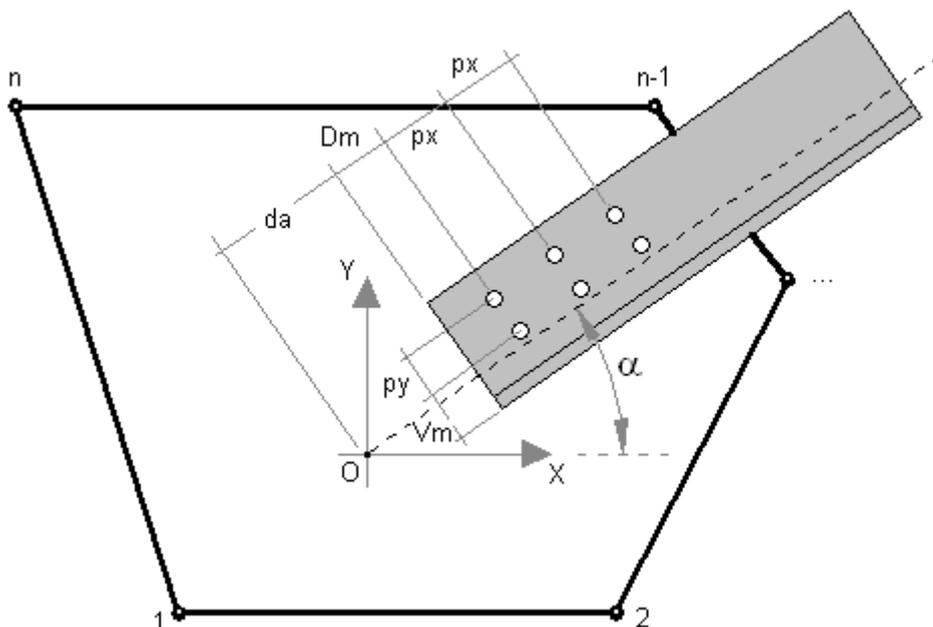
Asta 2

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

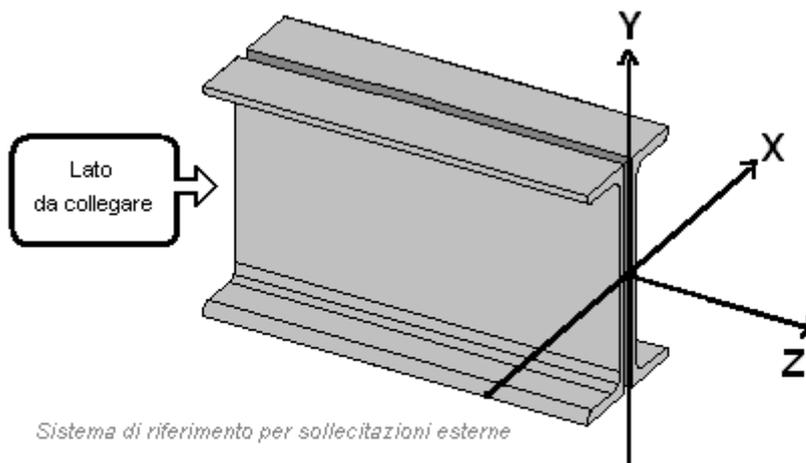
VERT ICI	X	Y
1	50	100
2	-50	100
3	-50	-194
4	50	-194

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] = -1201.23
 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] = -249.56
 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	3	OK	10.74	0	1000	10.74	POS.
1	2	0.62	OK	51.7	0	1000	51.7	POS.
2	1	3	OK	10.74	0	1000	10.74	POS.
2	2	0.62	OK	51.7	0	1000	51.7	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 :

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

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	6.01	9.78	POS.
1	2	1.25	47.09	POS.
2	1	6.01	9.78	POS.
2	2	1.25	47.09	POS.

RIFOLLAMENTO FAZZOLETTO :

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

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

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

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

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

ONE				
1	1	6.01	4.89	POS.
1	2	1.25	23.54	POS.
2	1	6.01	4.89	POS.
2	2	1.25	23.54	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	324.46	280.0	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	-5714	0	-4054	0	0	0
2	-7006	0	22	0	0	0

Nome Combinazione SLV max						
Asta	N [daN]	Tx [daN]	Ty [daN]	Mx [daN]	My [daN]	Mt [daN]
1	-1025	0	-696	0	0	0
2	-1238	0	29	0	0	0

Risultati del Calcolo

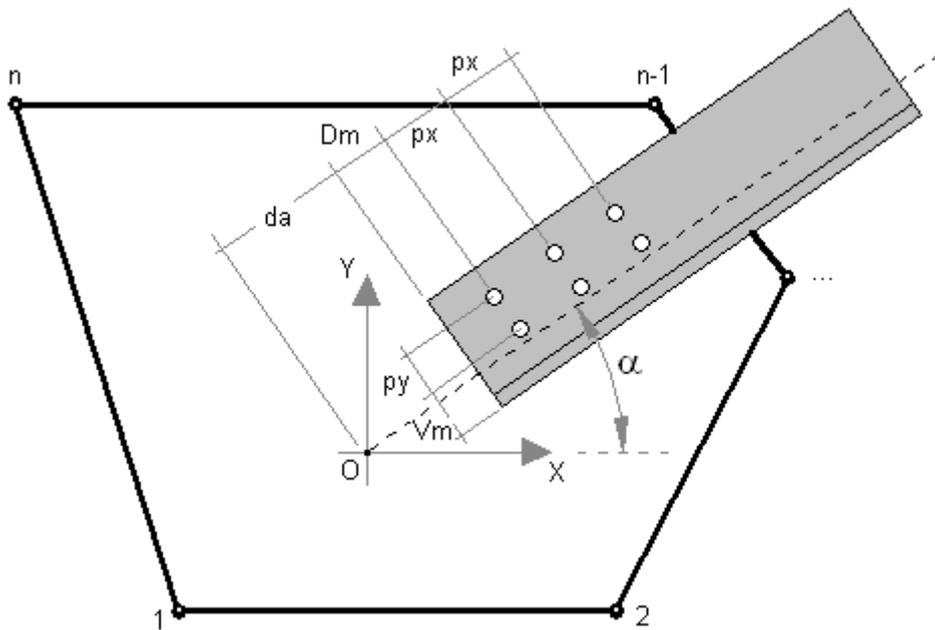
Asta 1

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 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	-260.41	-289.47
2	366.17	-289.47
3	366.17	100
4	-260.41	100

Numero totale dei bulloni..... = 4
 Dm..... [mm] = 209.84
 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

Relazione di calcolo dei nodi -

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] = -5714.17

Tx.....[daN] = 0

Ty.....[daN] = -4054.39

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

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

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

Condizione 2 ([c.c.2])

N.....[daN] = -1024.5

Tx.....[daN] = 0

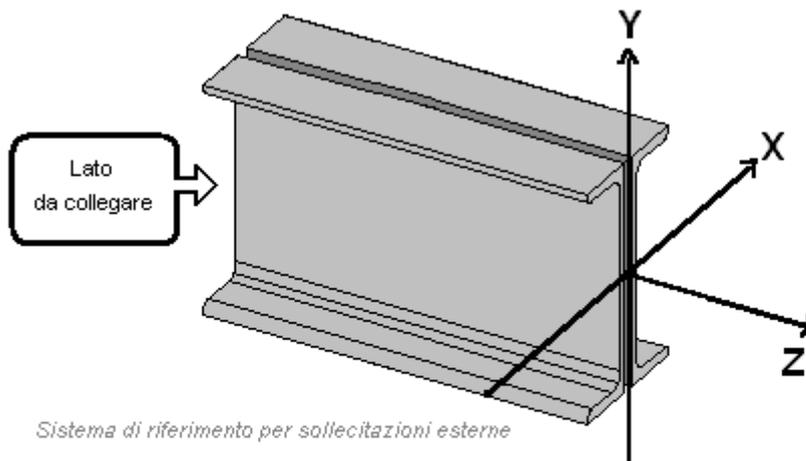
Ty.....[daN] = -696.08

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

Relazione di calcolo dei nodi -

Valore di rottura a trazione(f_{ub}).....[N/mm²] = 800
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. : $F_{s1} = F_{vRd}/F_{v.Ed} \geq 1 \cdot F.C.$
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	Esito
1	1	0.1	OK	2.53	0	1000	6.41	POS.
1	2	0.02	OK	14.32	0	1000	205.16	POS.
2	1	0.1	OK	2.53	0	1000	6.41	POS.
2	2	0.02	OK	14.32	0	1000	205.16	POS.
3	1	0.1	OK	2.53	0	1000	6.41	POS.
3	2	0.02	OK	14.32	0	1000	205.16	POS.
4	1	0.1	OK	2.53	0	1000	6.41	POS.
4	2	0.02	OK	14.32	0	1000	205.16	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 :

$$\alpha \cdot k \dots \dots \dots = 2.5$$

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

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

$$e_1 \dots \dots \dots [\text{mm}] = 209.84$$

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

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

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

Si ottiene :

Relazione di calcolo dei nodi -

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

Affinchè la verifica a rifollamento sia soddisfatta deve risultare :
 $(F_{b.Rd} / F_{v.Sd}) \geq 1 * F.C.$

RIFOLLAMENTO ASTA :

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

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

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

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

BULL ONE	CC	Fv.Sd[KN]	Fs	Esito
1	1	17.52	11.88	POS.
1	2	3.1	67.2	POS.
2	1	17.52	11.88	POS.
2	2	3.1	67.2	POS.
3	1	17.52	11.88	POS.
3	2	3.1	67.2	POS.
4	1	17.52	11.88	POS.
4	2	3.1	67.2	POS.

RIFOLLAMENTO FAZZOLETTO :

$$t \dots \dots \dots [mm] = 6$$

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

$$F_{b.Rd} \dots \dots \dots [KN] = 73.44$$

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

BULL ONE	CC	Fv.Sd[KN]	Fs	Esito
1	1	17.52	4.19	POS.
1	2	3.1	23.72	POS.
2	1	17.52	4.19	POS.
2	2	3.1	23.72	POS.
3	1	17.52	4.19	POS.
3	2	3.1	23.72	POS.
4	1	17.52	4.19	POS.
4	2	3.1	23.72	POS.

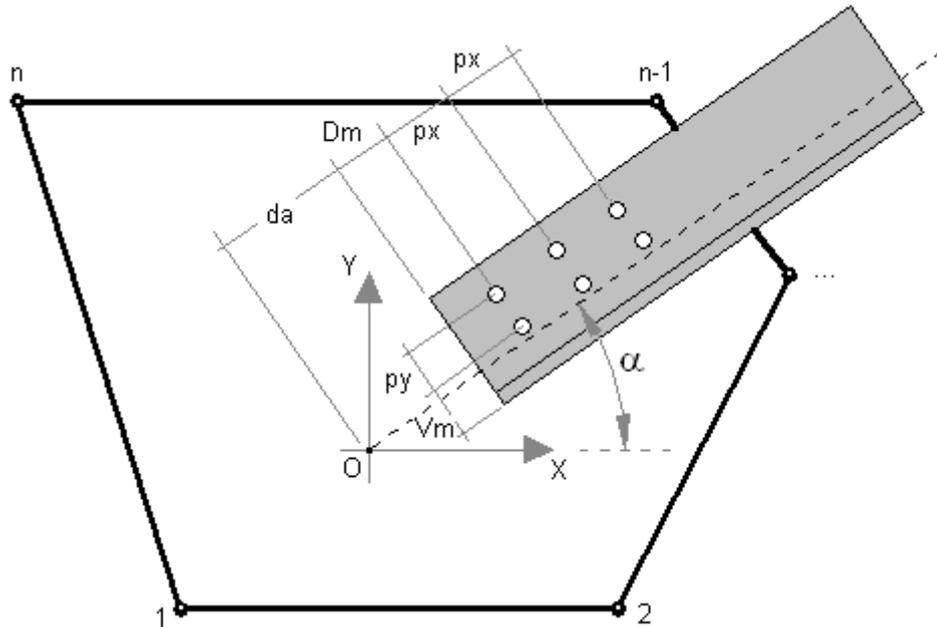
Asta 2

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 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	-260.41	-289.47
2	366.17	-289.47
3	366.17	100
4	-260.41	100

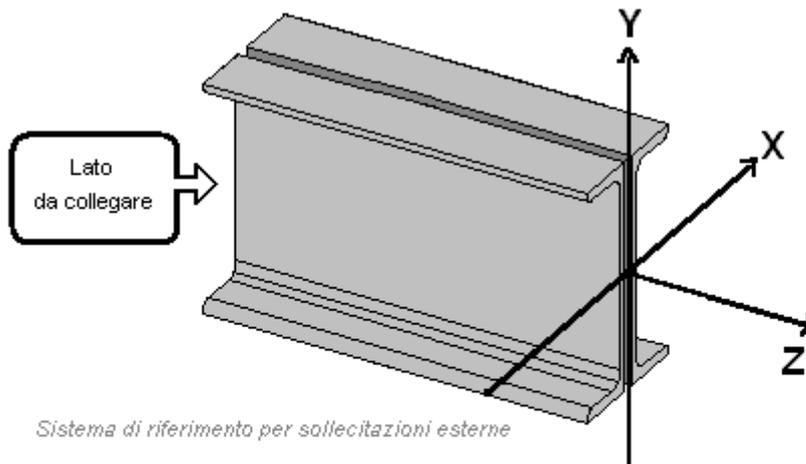
Numero totale dei bulloni..... = 3
 Dm..... [mm] = 24
 Vm..... [mm] = 70
 Fazzoletto esterno = singolo
 Righe di disposizione dei bulloni..... = 1
 Colonne di disposizione dei bulloni..... = 3
 Diametro bulloni..... [mm] = 12
 Tolleranza per il sistema vite-foro..... = Normale
 Diametro fori per il passaggio della vite.. [mm] = 13
 Passo colonna 1..... [mm] = 36
 Passo colonna 2..... [mm] = 36

Condizioni di Carico

Condizione 1 ([c.c.1])
 N.....[daN] = -7006.38
 Tx.....[daN] = 0

Ty.....[daN] = 22.39
 Mx.....[daN m] = 0
 My.....[daN m] = 0
 Mt.....[daN m] = 0
 Condizione 2 ([c.c.2])
 N.....[daN] = -1238.26
 Tx.....[daN] = 0
 Ty.....[daN] = 29.1
 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.

Relazione di calcolo dei nodi -

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	11.68	OK	2.76	0	1000	2.76	POS.
1	2	2.06	OK	15.63	0	1000	15.63	POS.
2	1	11.68	OK	2.76	0	1000	2.76	POS.
2	2	2.06	OK	15.63	0	1000	15.63	POS.
3	1	11.68	OK	2.76	0	1000	2.76	POS.
3	2	2.06	OK	15.63	0	1000	15.63	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 :

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

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

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

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

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

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

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

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 :

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

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	23.35	2.93	POS.
1	2	4.13	16.6	POS.
2	1	23.35	2.93	POS.
2	2	4.13	16.6	POS.
3	1	23.35	2.93	POS.
3	2	4.13	16.6	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	23.35	1.26	POS.
1	2	4.13	7.12	POS.
2	1	23.35	1.26	POS.
2	2	4.13	7.12	POS.
3	1	23.35	1.26	POS.
3	2	4.13	7.12	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	8	180.00	0.0	Acciaio1	Bullonatura	SI	T8-UPN200
2	5	90.00	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	-332	0	0	0
2	-332	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	182	0	0	0
2	182	0	0	0	0	0

Risultati del Calcolo

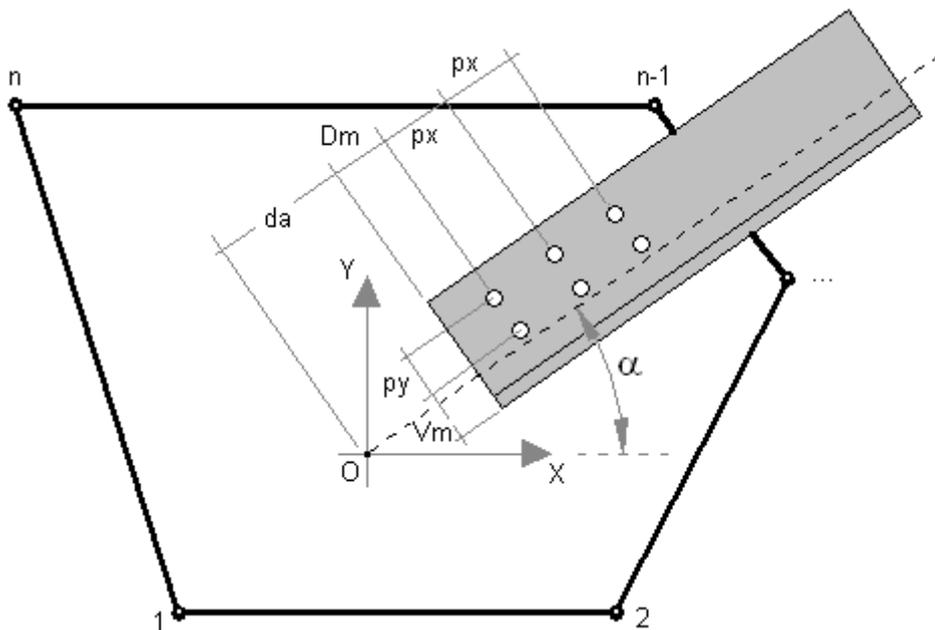
Asta 1

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	X	Y
------	---	---

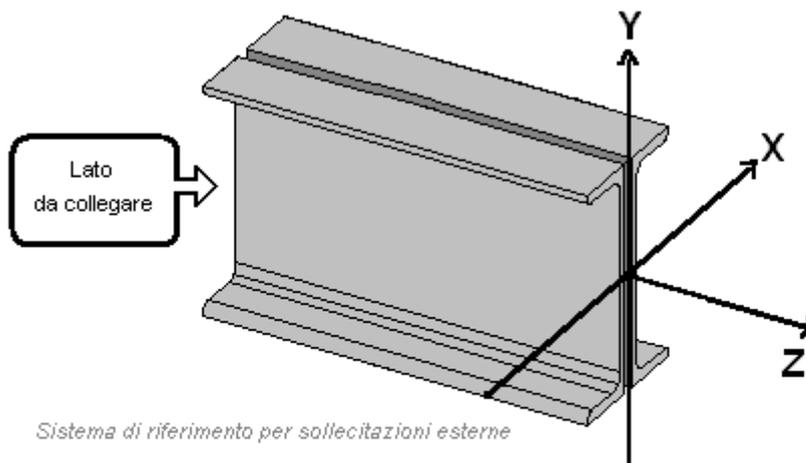
ICI		
1	50	194
2	-50	194
3	-50	-100
4	50	-100

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] = -331.52
 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] = 182.41
 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	0.00	OK	53.51	0	1000	1000	POS.
1	2	0.00	OK	97.26	0	1000	1000	POS.
2	1	0.00	OK	53.51	0	1000	1000	POS.
2	2	0.00	OK	97.26	0	1000	1000	POS.
3	1	0.00	OK	53.51	0	1000	1000	POS.
3	2	0.00	OK	97.26	0	1000	1000	POS.
4	1	0.00	OK	53.51	0	1000	1000	POS.
4	2	0.00	OK	97.26	0	1000	1000	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 :

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

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	0.83	251.06	POS.
1	2	0.46	456.3	POS.
2	1	0.83	251.06	POS.
2	2	0.46	456.3	POS.
3	1	0.83	251.06	POS.
3	2	0.46	456.3	POS.
4	1	0.83	251.06	POS.
4	2	0.46	456.3	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	0.83	88.61	POS.
1	2	0.46	161.05	POS.
2	1	0.83	88.61	POS.
2	2	0.46	161.05	POS.
3	1	0.83	88.61	POS.
3	2	0.46	161.05	POS.
4	1	0.83	88.61	POS.
4	2	0.46	161.05	POS.

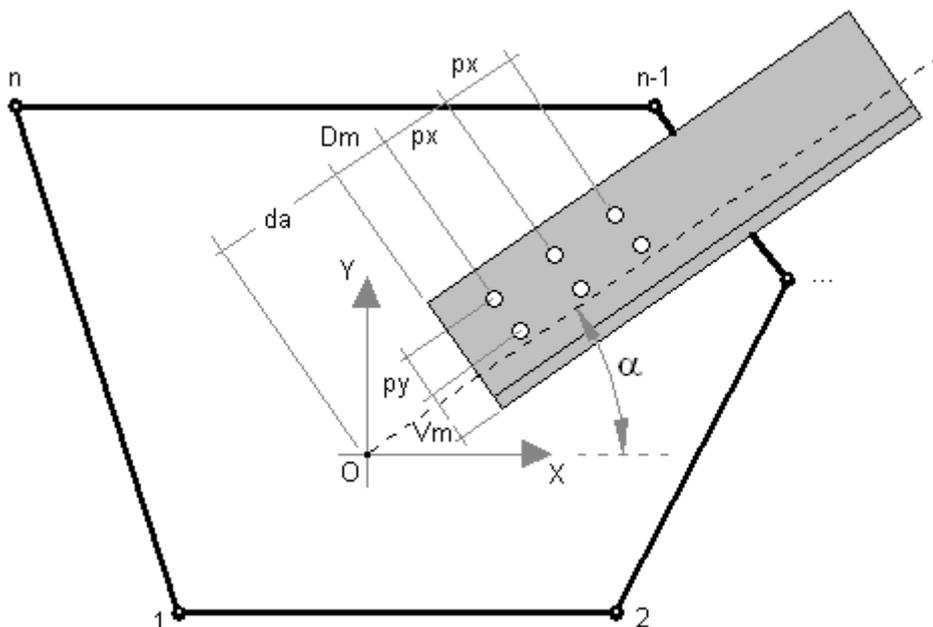
Asta 2

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

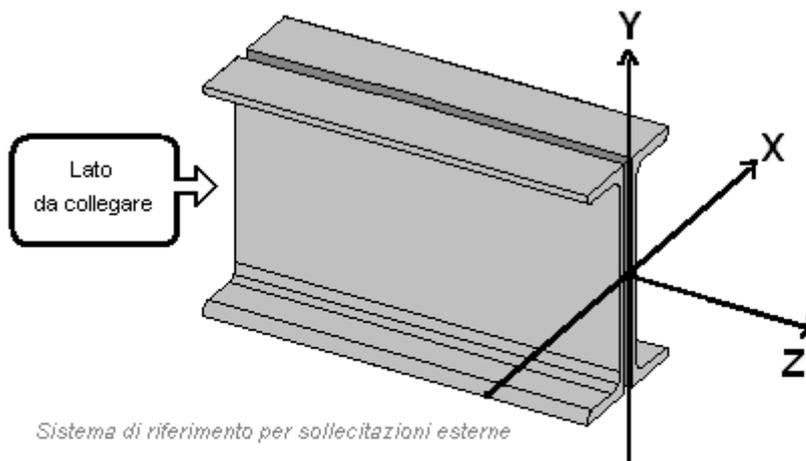
VERT ICI	X	Y
1	50	194
2	-50	194
3	-50	-100
4	50	-100

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] = -331.52
 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] = 182.41
 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	0.83	OK	38.92	0	1000	38.92	POS.
1	2	0.46	OK	70.73	0	1000	70.73	POS.
2	1	0.83	OK	38.92	0	1000	38.92	POS.
2	2	0.46	OK	70.73	0	1000	70.73	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	1.66	35.44	POS.
1	2	0.91	64.42	POS.
2	1	1.66	35.44	POS.
2	2	0.91	64.42	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	1.66	17.72	POS.
1	2	0.91	32.21	POS.
2	1	1.66	17.72	POS.
2	2	0.91	32.21	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	8	180.00	0.0	Acciaio1	Bullonatura	SI	T8-UPN200
2	5	90.00	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	-332	0	0	0
2	-332	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	182	0	0	0
2	182	0	0	0	0	0

Risultati del Calcolo

Asta 1

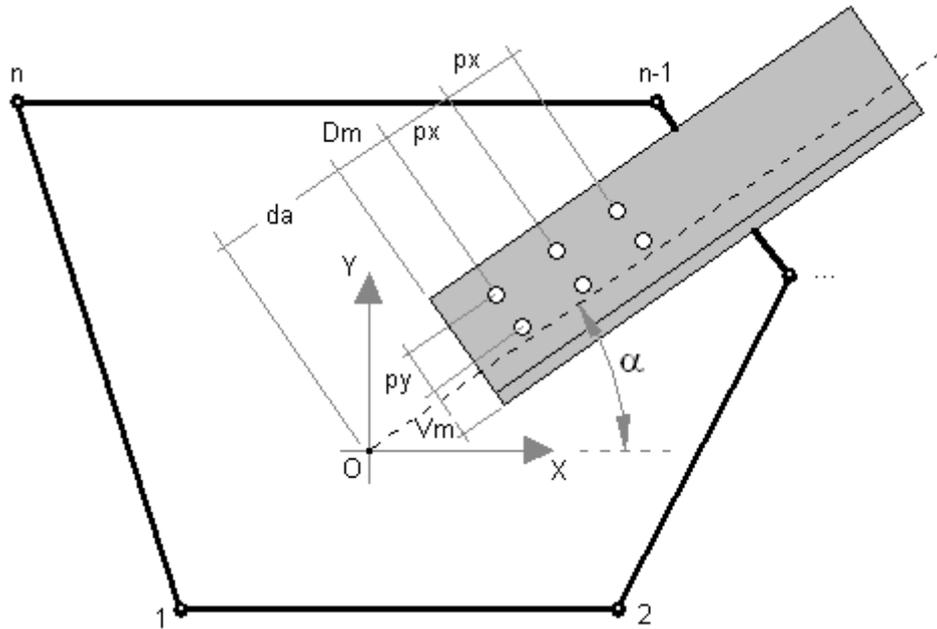
UNIONE BULLONATA

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

Relazione di calcolo dei nodi -

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

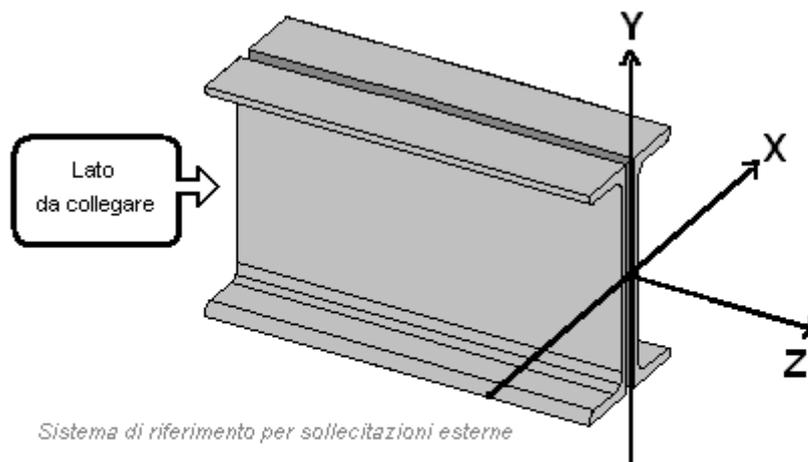
VERT ICI	X	Y
1	50	194
2	-50	194
3	-50	-100
4	50	-100

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] = -331.52
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] = 182.41
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 :

Relazione di calcolo dei nodi -

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	0.00	OK	53.51	0	1000	1000	POS.
1	2	0.00	OK	97.26	0	1000	1000	POS.
2	1	0.00	OK	53.51	0	1000	1000	POS.
2	2	0.00	OK	97.26	0	1000	1000	POS.
3	1	0.00	OK	53.51	0	1000	1000	POS.
3	2	0.00	OK	97.26	0	1000	1000	POS.
4	1	0.00	OK	53.51	0	1000	1000	POS.
4	2	0.00	OK	97.26	0	1000	1000	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 :

$$\alpha * k \dots \dots \dots = 2.5$$

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

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

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

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

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

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

Si ottiene :

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

Affinchè la verifica a rifollamento sia soddisfatta deve risultare :

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

Relazione di calcolo dei nodi -

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	0.83	251.06	POS.
1	2	0.46	456.3	POS.
2	1	0.83	251.06	POS.
2	2	0.46	456.3	POS.
3	1	0.83	251.06	POS.
3	2	0.46	456.3	POS.
4	1	0.83	251.06	POS.
4	2	0.46	456.3	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	0.83	88.61	POS.
1	2	0.46	161.05	POS.
2	1	0.83	88.61	POS.
2	2	0.46	161.05	POS.
3	1	0.83	88.61	POS.
3	2	0.46	161.05	POS.
4	1	0.83	88.61	POS.
4	2	0.46	161.05	POS.

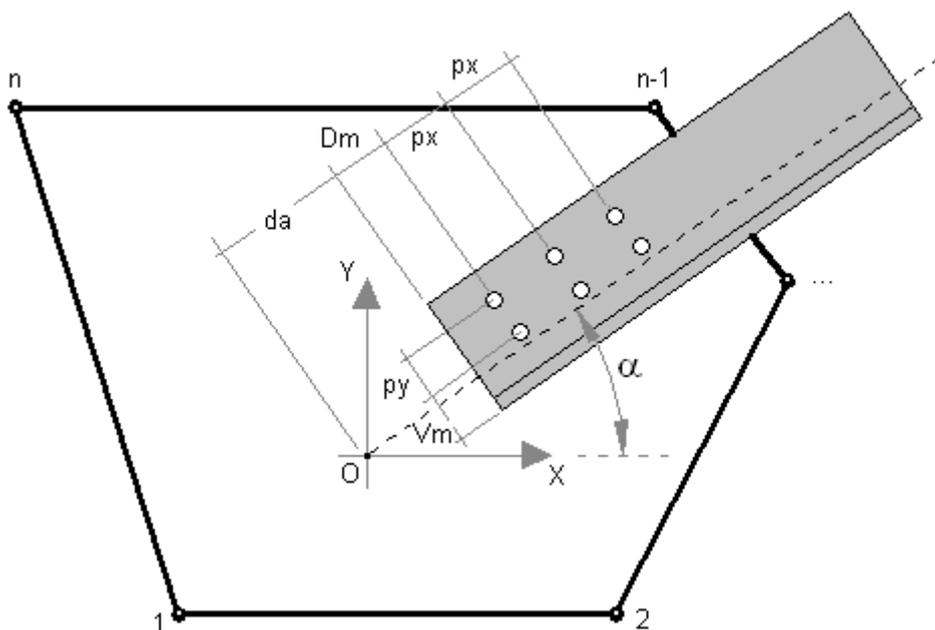
Asta 2

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	194
2	-50	194
3	-50	-100
4	50	-100

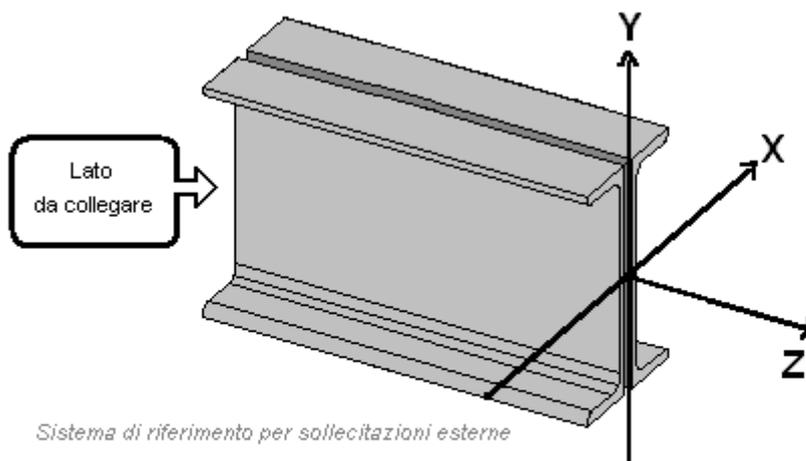
Numero totale dei bulloni..... = 2
 Dm..... [mm] = 24
 Vm..... [mm] = 50
 Fazzoletto esterno = singolo
 Righe di disposizione dei bulloni..... = 1
 Colonne di disposizione dei bulloni..... = 2
 Diametro bulloni..... [mm] = 12
 Tolleranza per il sistema vite-foro..... = Normale
 Diametro fori per il passaggio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

Condizioni di Carico

Condizione 1 ([c.c.1])
 N.....[daN] = -331.52
 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] = 182.41
 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	0.83	OK	38.92	0	1000	38.92	POS.
1	2	0.46	OK	70.73	0	1000	70.73	POS.
2	1	0.83	OK	38.92	0	1000	38.92	POS.
2	2	0.46	OK	70.73	0	1000	70.73	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	1.66	35.44	POS.
1	2	0.91	64.42	POS.
2	1	1.66	35.44	POS.
2	2	0.91	64.42	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	1.66	17.72	POS.
1	2	0.91	32.21	POS.
2	1	1.66	17.72	POS.
2	2	0.91	32.21	POS.

Nodo Tipo 10: TRAVATURA h=60cm

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	336.81	430.0	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	5374	0	2327	0	0	0
2	5856	0	22	0	0	0

Nome Combinazione SLV max						
Asta	N [daN]	Tx [daN]	Ty [daN]	Mx [daN]	My [daN]	Mt [daN]
1	12401	0	5344	0	0	0
2	13504	0	29	0	0	0

Risultati del Calcolo

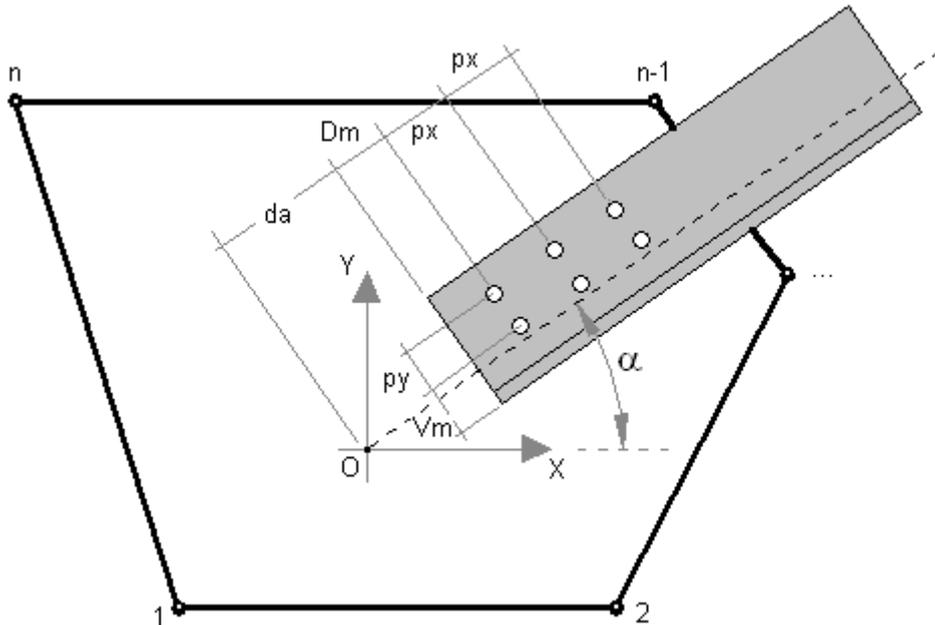
Asta 1

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	X	Y
ICI		

1	-411.19	-266.75
2	500.04	-266.75
3	500.04	100
4	-411.19	100

Numero totale dei bulloni..... = 4
 Dm..... [mm] = 377.26
 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] = 36

Condizioni di Carico

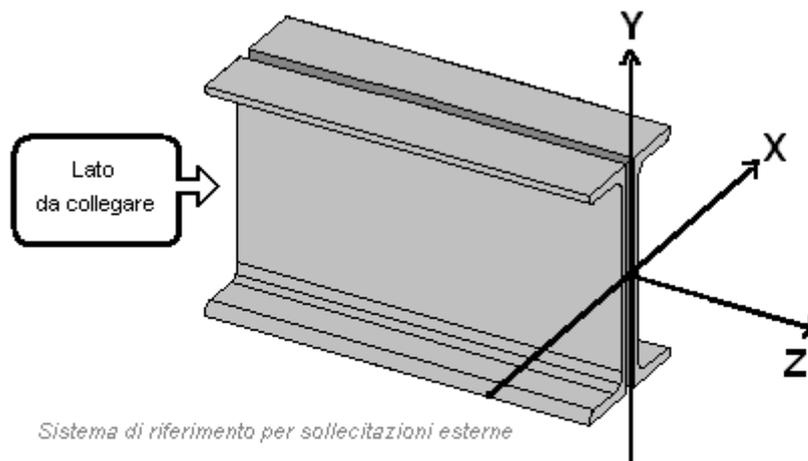
Condizione 1 ([c.c.1])

N.....[daN] = 5374.25
 Tx.....[daN] = 0
 Ty.....[daN] = 2326.66
 Mx.....[daN m] = 0
 My.....[daN m] = 0
 Mt.....[daN m] = 0

Condizione 2 ([c.c.2])

N.....[daN] = 12401.28
 Tx.....[daN] = 0
 Ty.....[daN] = 5344.31
 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	OK	0	0	0	0	NEG.
1	2	0	OK	0	0	0	0	NEG.
2	1	0	OK	0	0	0	0	NEG.
2	2	0	OK	0	0	0	0	NEG.
3	1	0	OK	0	0	0	0	NEG.
3	2	0	OK	0	0	0	0	NEG.
4	1	0	OK	0	0	0	0	NEG.
4	2	0	OK	0	0	0	0	NEG.

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 :

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

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

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

$$e_1 \dots \dots \dots [\text{mm}] = 377.26$$

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

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

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

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	0	0	NEG.
1	2	0	0	NEG.
2	1	0	0	NEG.
2	2	0	0	NEG.
3	1	0	0	NEG.
3	2	0	0	NEG.
4	1	0	0	NEG.
4	2	0	0	NEG.

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	0	0	NEG.
1	2	0	0	NEG.
2	1	0	0	NEG.
2	2	0	0	NEG.
3	1	0	0	NEG.
3	2	0	0	NEG.
4	1	0	0	NEG.
4	2	0	0	NEG.

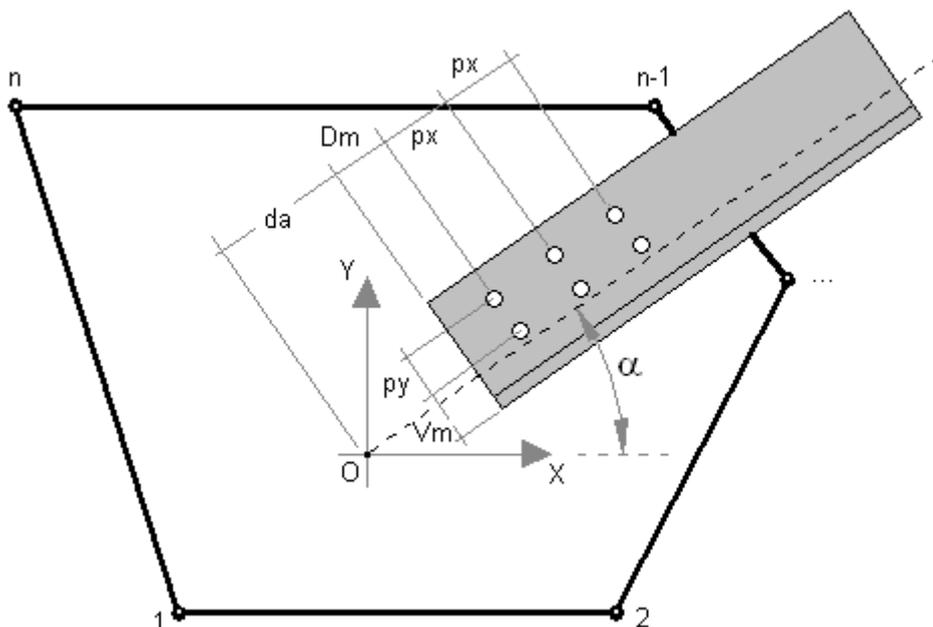
Asta 2

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

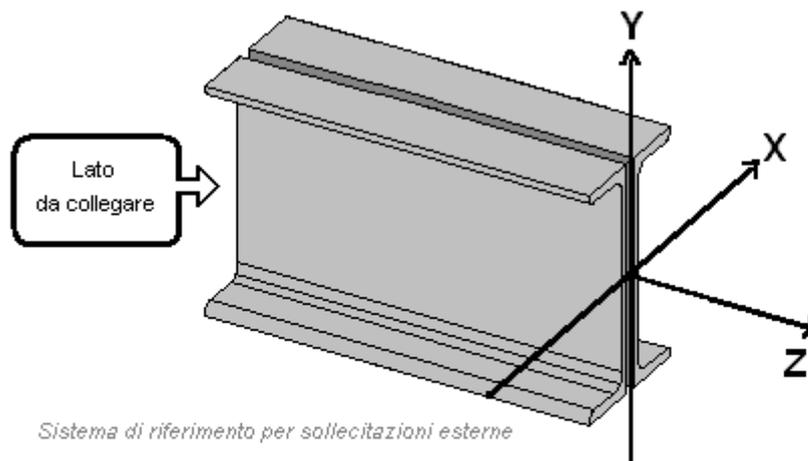
VERT ICI	X	Y
1	-411.19	-266.75
2	500.04	-266.75
3	500.04	100
4	-411.19	100

Numero totale dei bulloni..... = 4
 Dm..... [mm] = 24
 Vm..... [mm] = 52
 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] = 36
 Passo colonna 1..... [mm] = 36

Condizioni di Carico

Condizione 1 ([c.c.1])
 N.....[daN] = 5856.23
 Tx.....[daN] = 0
 Ty.....[daN] = 22.39
 Mx.....[daN m] = 0
 My.....[daN m] = 0
 Mt.....[daN m] = 0
 Condizione 2 ([c.c.2])
 N.....[daN] = 13503.8
 Tx.....[daN] = 0
 Ty.....[daN] = 29.11
 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	7.32	OK	4.41	0	1000	4.41	POS.
1	2	16.88	OK	1.91	0	1000	1.91	POS.
2	1	7.32	OK	4.41	0	1000	4.41	POS.
2	2	16.88	OK	1.91	0	1000	1.91	POS.
3	1	7.32	OK	4.41	0	1000	4.41	POS.
3	2	16.88	OK	1.91	0	1000	1.91	POS.
4	1	7.32	OK	4.41	0	1000	4.41	POS.
4	2	16.88	OK	1.91	0	1000	1.91	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 :

$$\alpha \cdot \kappa \dots \dots \dots = 1.47$$

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

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

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

$$e_2 \dots \dots \dots [\text{mm}] = 52$$

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

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

Si ottiene :

$$F_{b.Rd} \dots \dots \dots [\text{KN}] = 14.07 \cdot t \cdot f_u$$

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	14.64	6.86	POS.
1	2	33.76	2.97	POS.
2	1	14.64	6.86	POS.
2	2	33.76	2.97	POS.
3	1	14.64	6.86	POS.
3	2	33.76	2.97	POS.
4	1	14.64	6.86	POS.
4	2	33.76	2.97	POS.

Relazione di calcolo dei nodi -

RIFOLLAMENTO FAZZOLETTO :

t[mm] = 6
 f_u[N/mm²] = 510
 $F_{b.Rd}$[KN] = 43.04
 $F.C.$ = 1

BULLONE	CC	Fv.Sd[KN]	Fs	Esito
1	1	14.64	2.94	POS.
1	2	33.76	1.27	POS.
2	1	14.64	2.94	POS.
2	2	33.76	1.27	POS.
3	1	14.64	2.94	POS.
3	2	33.76	1.27	POS.
4	1	14.64	2.94	POS.
4	2	33.76	1.27	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	23.19	430.0	Acciaio1	Bullonatura	NO	T10-UPN140
3	7	90.00	110.0	Acciaio1	Bullonatura	NO	T9-UPN100
4	1	156.81	430.0	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	18454	0	-5338	0	0	0
2	-14236	0	22	0	0	0
3	-1983	0	0	0	0	0
4	5837	0	-29	0	0	0

Nome Combinazione SLV max						
Asta	N [daN]	Tx [daN]	Ty [daN]	Mx [daN]	My [daN]	Mt [daN]
1	18506	0	2146	0	0	0
2	-6657	0	29	0	0	0
3	-493	0	0	0	0	0
4	13479	0	-22	0	0	0

Risultati del Calcolo

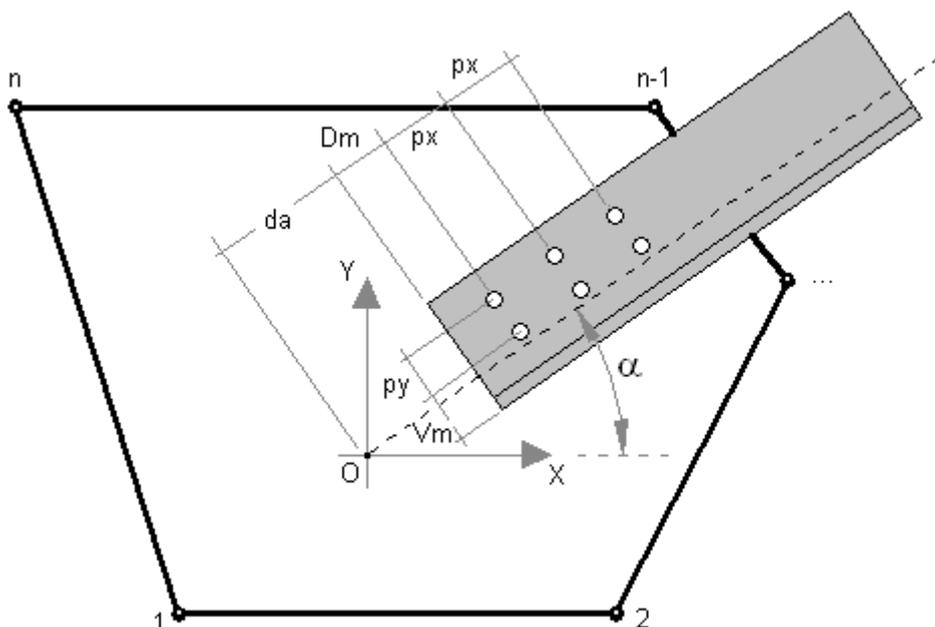
Asta 1

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

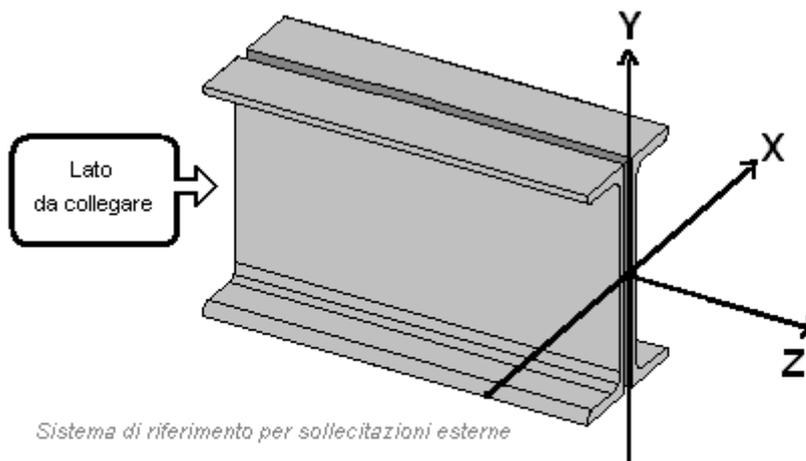
VERT ICI	X	Y
1	500.03	266.76
2	-500.03	266.76
3	-500.03	-100
4	500.03	-100

Numero totale dei bulloni..... = 6
 Dm..... [mm] = -398.82
 Vm..... [mm] = 75
 Fazzoletto esterno = singolo
 Righe di disposizione dei bulloni..... = 2
 Colonne di disposizione dei bulloni..... = 3
 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] = 398.82
 Passo colonna 2..... [mm] = 398.82

Condizioni di Carico

Condizione 1 ([c.c.1])
 N.....[daN] = 18453.55
 Tx.....[daN] = 0
 Ty.....[daN] = -5337.57
 Mx.....[daN m] = 0
 My.....[daN m] = 0
 Mt.....[daN m] = 0
 Condizione 2 ([c.c.2])
 N.....[daN] = 18505.87
 Tx.....[daN] = 0
 Ty.....[daN] = 2146.18
 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	OK	0	0	0	0	NEG.
1	2	0	OK	0	0	0	0	NEG.
2	1	0	OK	0	0	0	0	NEG.
2	2	0	OK	0	0	0	0	NEG.
3	1	0	OK	0	0	0	0	NEG.
3	2	0	OK	0	0	0	0	NEG.
4	1	0	OK	0	0	0	0	NEG.
4	2	0	OK	0	0	0	0	NEG.
5	1	0	OK	0	0	0	0	NEG.

Relazione di calcolo dei nodi -

5	2	0	OK	0	0	0	0	NEG.
6	1	0	OK	0	0	0	0	NEG.
6	2	0	OK	0	0	0	0	NEG.

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 :

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

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

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

$$e_1 \dots \dots \dots [\text{mm}] = -398.82$$

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

$$p_1 \dots \dots \dots [\text{mm}] = 398.82$$

$$p_2 \dots \dots \dots [\text{mm}] = 398.82$$

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	0	0	NEG.
1	2	0	0	NEG.
2	1	0	0	NEG.
2	2	0	0	NEG.
3	1	0	0	NEG.
3	2	0	0	NEG.

4	1	0	0	NEG.
4	2	0	0	NEG.
5	1	0	0	NEG.
5	2	0	0	NEG.
6	1	0	0	NEG.
6	2	0	0	NEG.

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	0	0	NEG.
1	2	0	0	NEG.
2	1	0	0	NEG.
2	2	0	0	NEG.
3	1	0	0	NEG.
3	2	0	0	NEG.
4	1	0	0	NEG.
4	2	0	0	NEG.
5	1	0	0	NEG.
5	2	0	0	NEG.
6	1	0	0	NEG.
6	2	0	0	NEG.

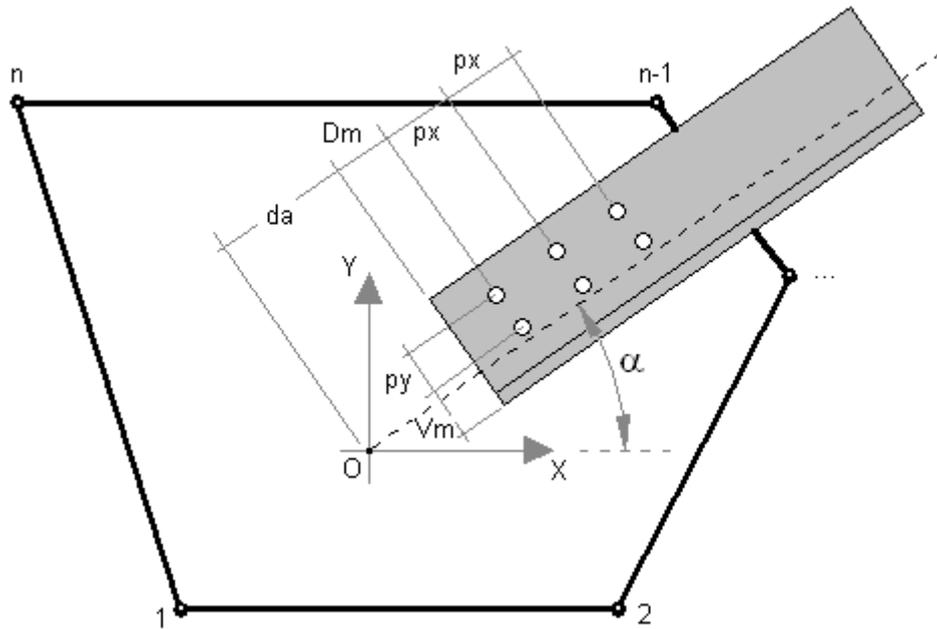
Asta 2

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 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	500.03	266.76
2	-500.03	266.76
3	-500.03	-100
4	500.03	-100

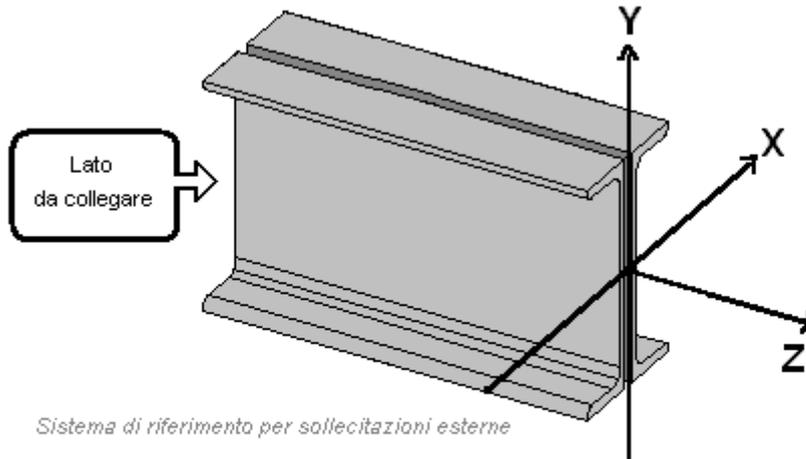
Numero totale dei bulloni..... = 4
 Dm..... [mm] = 24
 Vm..... [mm] = 52
 Fazzoletto esterno = singolo
 Righe di disposizione dei bulloni..... = 2
 Colonne di disposizione dei bulloni..... = 2
 Diametro bulloni..... [mm] = 12
 Tolleranza per il sistema vite-foro..... = Normale
 Diametro fori per il passaggio della vite.. [mm] = 13
 Passo riga 1..... [mm] = 36
 Passo colonna 1..... [mm] = 36

Condizioni di Carico

Condizione 1 ([c.c.1])
 N.....[daN] = -14235.97
 Tx.....[daN] = 0
 Ty.....[daN] = 22.39
 Mx.....[daN m] = 0
 My.....[daN m] = 0
 Mt.....[daN m] = 0

Condizione 2 ([c.c.2])
 N.....[daN] = -6656.83
 Tx.....[daN] = 0
 Ty.....[daN] = 29.11
 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 $\geq 1 \cdot F.C.$
 Verifica a trazione : Fs2 = min(FtRd, BpRd)/Ft.Ed $\geq 1 \cdot F.C.$
 Verifica combinata a trazione+taglio : $1/Fs3 = Fv.Ed / (FvRd + Ft.Ed) < 1 / F.C.$

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	17.79	OK	1.81	0	1000	1.81	POS.
1	2	8.32	OK	3.88	0	1000	3.88	POS.
2	1	17.79	OK	1.81	0	1000	1.81	POS.
2	2	8.32	OK	3.88	0	1000	3.88	POS.
3	1	17.79	OK	1.81	0	1000	1.81	POS.
3	2	8.32	OK	3.88	0	1000	3.88	POS.
4	1	17.79	OK	1.81	0	1000	1.81	POS.
4	2	8.32	OK	3.88	0	1000	3.88	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 :

$$\alpha \cdot \kappa \dots \dots \dots = 1.47$$

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

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

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

$$e_2 \dots \dots \dots [\text{mm}] = 52$$

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

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

Si ottiene :

$$F_{b.Rd} \dots \dots \dots [\text{KN}] = 14.07 \cdot t \cdot f_u$$

Affinchè la verifica a rifollamento sia soddisfatta deve risultare :

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

RIFOLLAMENTO ASTA :

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

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

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

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

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

1	1	35.59	2.82	POS.
1	2	16.64	6.03	POS.
2	1	35.59	2.82	POS.
2	2	16.64	6.03	POS.
3	1	35.59	2.82	POS.
3	2	16.64	6.03	POS.
4	1	35.59	2.82	POS.
4	2	16.64	6.03	POS.

RIFOLLAMENTO FAZZOLETTO :

t.....[mm] = 6
 f_u[N/mm²] = 510
 $F_{b,Rd}$[KN] = 43.04
 $F.C.$ = 1

BULL ONE	CC	Fv.Sd[KN]	Fs	Esito
1	1	35.59	1.21	POS.
1	2	16.64	2.59	POS.
2	1	35.59	1.21	POS.
2	2	16.64	2.59	POS.
3	1	35.59	1.21	POS.
3	2	16.64	2.59	POS.
4	1	35.59	1.21	POS.
4	2	16.64	2.59	POS.

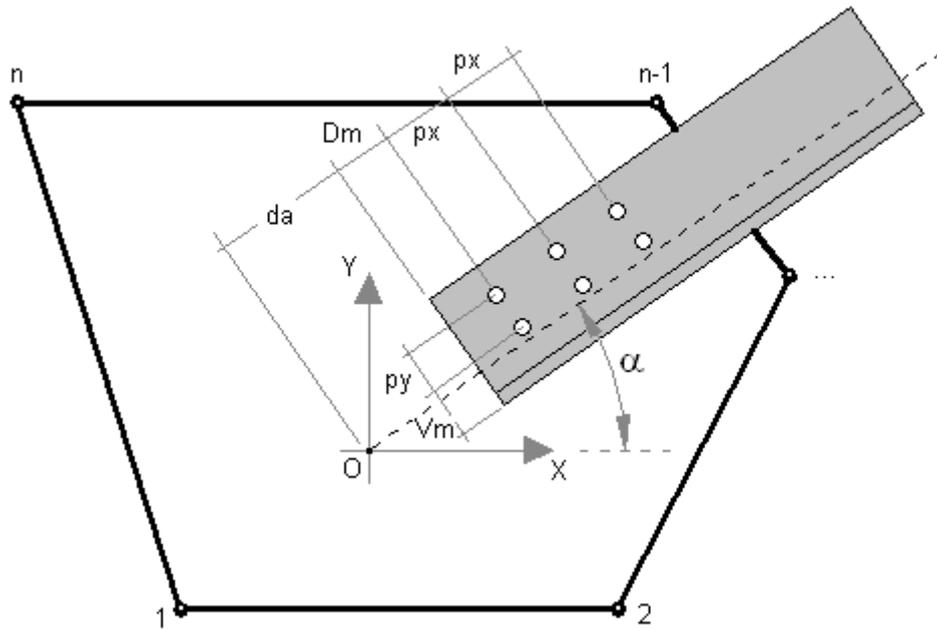
Asta 3

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	500.03	266.76
2	-500.03	266.76
3	-500.03	-100
4	500.03	-100

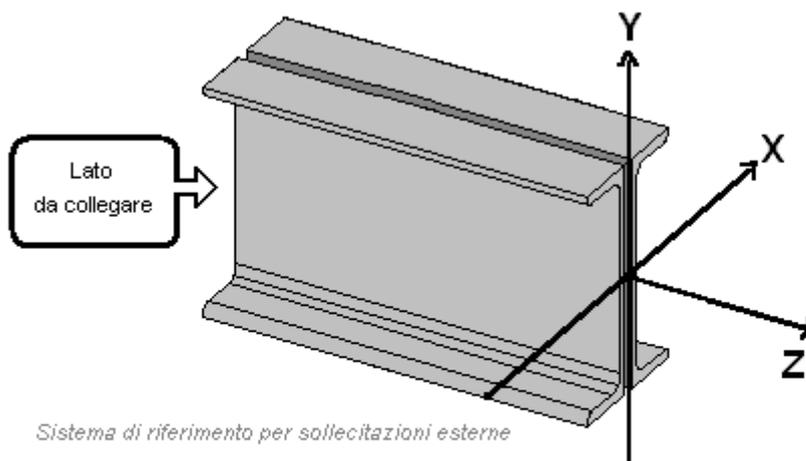
Numero totale dei bulloni..... = 2
 Dm..... [mm] = 24
 Vm..... [mm] = 50
 Fazzoletto esterno = singolo
 Righe di disposizione dei bulloni..... = 1
 Colonne di disposizione dei bulloni..... = 2
 Diametro bulloni..... [mm] = 12
 Tolleranza per il sistema vite-foro..... = Normale
 Diametro fori per il passaggio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

Condizioni di Carico

Condizione 1 ([c.c.1])
 N.....[daN] = -1982.6
 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] = -493.09
 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 $\geq 1 \cdot F.C.$
 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 [KN]	Scorr.	Fs1	Ft.Ed [KN]	Fs2	Fs3	Esit o
.								

Relazione di calcolo dei nodi -

1	1	4.96	OK	6.51	0	1000	6.51	POS.
1	2	1.23	OK	26.17	0	1000	26.17	POS.
2	1	4.96	OK	6.51	0	1000	6.51	POS.
2	2	1.23	OK	26.17	0	1000	26.17	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	9.91	5.93	POS.
1	2	2.47	23.83	POS.
2	1	9.91	5.93	POS.
2	2	2.47	23.83	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	9.91	2.96	POS.
1	2	2.47	11.92	POS.
2	1	9.91	2.96	POS.
2	2	2.47	11.92	POS.

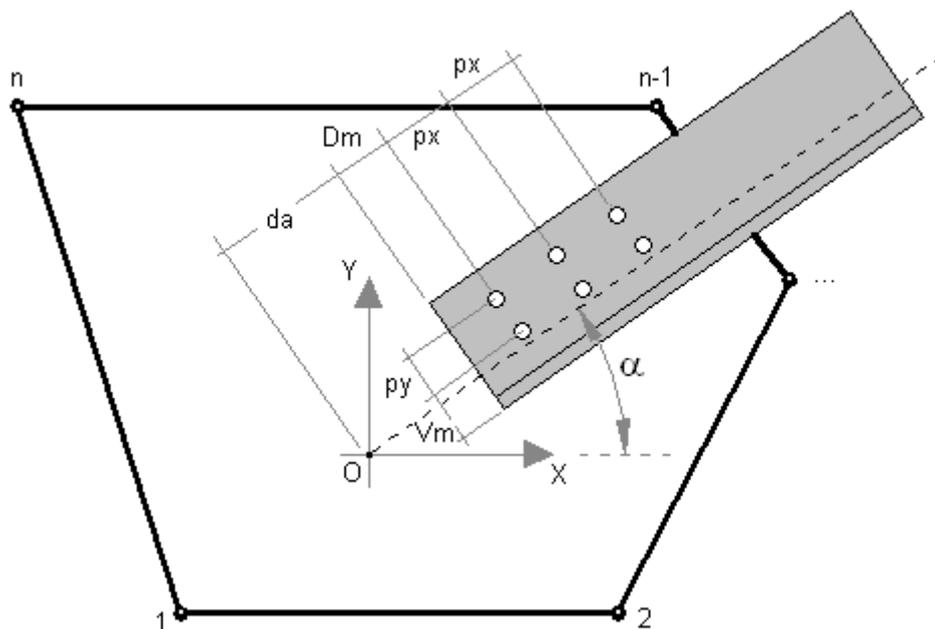
Asta 4

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

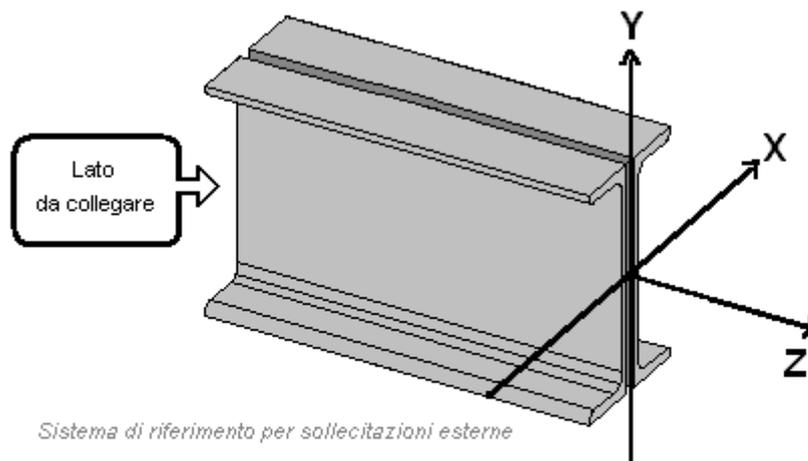
VERT ICI	X	Y
1	500.03	266.76
2	-500.03	266.76
3	-500.03	-100
4	500.03	-100

Numero totale dei bulloni..... = 4
Dm..... [mm] = 24
Vm..... [mm] = 52
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] = 36
Passo colonna 1..... [mm] = 36

Condizioni di Carico

Condizione 1 ([c.c.1])
N.....[daN] = 5837.04
Tx.....[daN] = 0
Ty.....[daN] = -29.11
Mx.....[daN m] = 0
My.....[daN m] = 0
Mt.....[daN m] = 0
Condizione 2 ([c.c.2])
N.....[daN] = 13478.85
Tx.....[daN] = 0
Ty.....[daN] = -22.39
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	7.3	OK	4.42	0	1000	4.42	POS.
1	2	16.85	OK	1.91	0	1000	1.91	POS.
2	1	7.3	OK	4.42	0	1000	4.42	POS.
2	2	16.85	OK	1.91	0	1000	1.91	POS.
3	1	7.3	OK	4.42	0	1000	4.42	POS.
3	2	16.85	OK	1.91	0	1000	1.91	POS.
4	1	7.3	OK	4.42	0	1000	4.42	POS.
4	2	16.85	OK	1.91	0	1000	1.91	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 :

$$\alpha \cdot \kappa \dots \dots \dots = 1.47$$

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

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

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

$$e_2 \dots \dots \dots [\text{mm}] = 52$$

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

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

Si ottiene :

$$F_{b.Rd} \dots \dots \dots [\text{KN}] = 14.07 \cdot t \cdot f_u$$

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	14.59	6.88	POS.
1	2	33.7	2.98	POS.
2	1	14.59	6.88	POS.
2	2	33.7	2.98	POS.
3	1	14.59	6.88	POS.
3	2	33.7	2.98	POS.
4	1	14.59	6.88	POS.
4	2	33.7	2.98	POS.

Relazione di calcolo dei nodi -

RIFOLLAMENTO FAZZOLETTO :

t[mm] = 6
 f_u[N/mm²] = 510
 $F_{b.Rd}$[KN] = 43.04
 $F.C.$ = 1

BULLONE	CC	Fv.Sd[KN]	Fs	Esito
1	1	14.59	2.95	POS.
1	2	33.7	1.28	POS.
2	1	14.59	2.95	POS.
2	2	33.7	1.28	POS.
3	1	14.59	2.95	POS.
3	2	33.7	1.28	POS.
4	1	14.59	2.95	POS.
4	2	33.7	1.28	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	1966	0	0	0
2	-1966	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	480	0	0	0
2	-480	0	0	0	0	0

Risultati del Calcolo

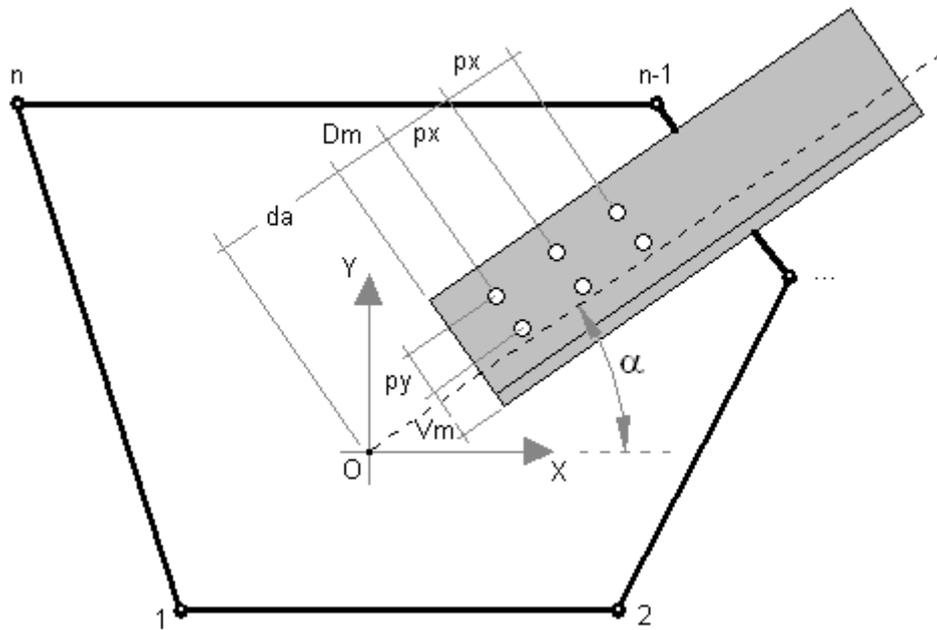
Asta 1

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

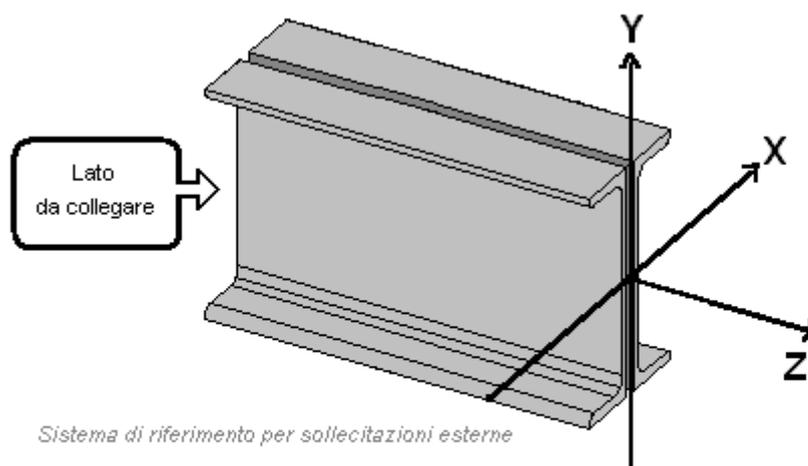
VERT ICI	X	Y
1	50	100
2	-50	100
3	-50	-194
4	50	-194

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] = 1966.13
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] = 480.42
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 >= 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	0.03	OK	9.02	0	1000	81.42	POS.
1	2	0.01	OK	36.93	0	1000	1000	POS.
2	1	0.03	OK	9.02	0	1000	81.42	POS.
2	2	0.01	OK	36.93	0	1000	1000	POS.
3	1	0.03	OK	9.02	0	1000	81.42	POS.
3	2	0.01	OK	36.93	0	1000	1000	POS.
4	1	0.03	OK	9.02	0	1000	81.42	POS.
4	2	0.01	OK	36.93	0	1000	1000	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 :

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

Relazione di calcolo dei nodi -

$d \dots \dots \dots [\text{mm}] = 12$
 $f_{ub} \dots \dots \dots [\text{mm}] = 800$
 $e1 \dots \dots \dots [\text{mm}] = -26$
 $e2 \dots \dots \dots [\text{mm}] = 75$
 $p1 \dots \dots \dots [\text{mm}] = 52$
 $p2 \dots \dots \dots [\text{mm}] = 52$

Si ottiene :

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

Affinchè la verifica a rifollamento sia soddisfatta deve risultare :
 $(F_{b.Rd} / F_{v.Sd}) \geq 1 * F.C.$

RIFOLLAMENTO ASTA :

$t \dots \dots \dots [\text{mm}] = 0 (x2)$
 $f_u \dots \dots \dots [\text{N/mm}^2] = 510$
 $F_{b.Rd} \dots \dots \dots [\text{KN}] = 0$
 $F.C. \dots \dots \dots = 1$

BULL ONE	CC	Fv.Sd[KN]	Fs	Esito
1	1	4.92	42.33	POS.
1	2	1.2	173.25	POS.
2	1	4.92	42.33	POS.
2	2	1.2	173.25	POS.
3	1	4.92	42.33	POS.
3	2	1.2	173.25	POS.
4	1	4.92	42.33	POS.
4	2	1.2	173.25	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	4.92	14.94	POS.
1	2	1.2	61.15	POS.
2	1	4.92	14.94	POS.
2	2	1.2	61.15	POS.
3	1	4.92	14.94	POS.
3	2	1.2	61.15	POS.
4	1	4.92	14.94	POS.
4	2	1.2	61.15	POS.

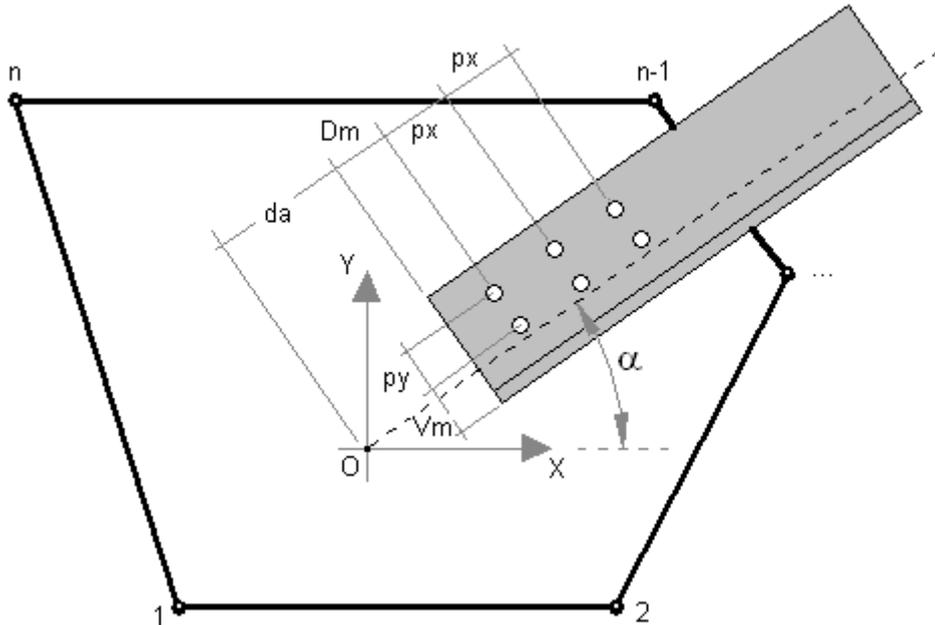
Asta 2

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 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..... = 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] = -1966.13

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] = -480.42

Tx.....[daN] = 0

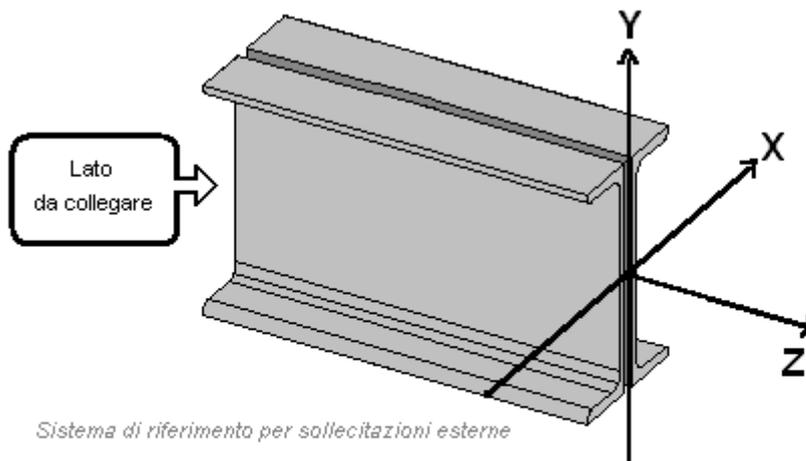
Ty.....[daN] = 0

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

Relazione di calcolo dei nodi -

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	4.92	OK	6.56	0	1000	6.56	POS.
1	2	1.2	OK	26.86	0	1000	26.86	POS.
2	1	4.92	OK	6.56	0	1000	6.56	POS.
2	2	1.2	OK	26.86	0	1000	26.86	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 :

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

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

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

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

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

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

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

Si ottiene :

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

Affinchè la verifica a rifollamento sia soddisfatta deve risultare :

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

RIFOLLAMENTO ASTA :

Relazione di calcolo dei nodi -

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	9.83	5.98	POS.
1	2	2.4	24.46	POS.
2	1	9.83	5.98	POS.
2	2	2.4	24.46	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	9.83	2.99	POS.
1	2	2.4	12.23	POS.
2	1	9.83	2.99	POS.
2	2	2.4	12.23	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	336.81	430.0	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	5374	0	2327	0	0	0
2	5856	0	22	0	0	0

Nome Combinazione SLV max						
Asta	N [daN]	Tx [daN]	Ty [daN]	Mx [daN]	My [daN]	Mt [daN]
1	12401	0	5344	0	0	0
2	13504	0	29	0	0	0

Risultati del Calcolo

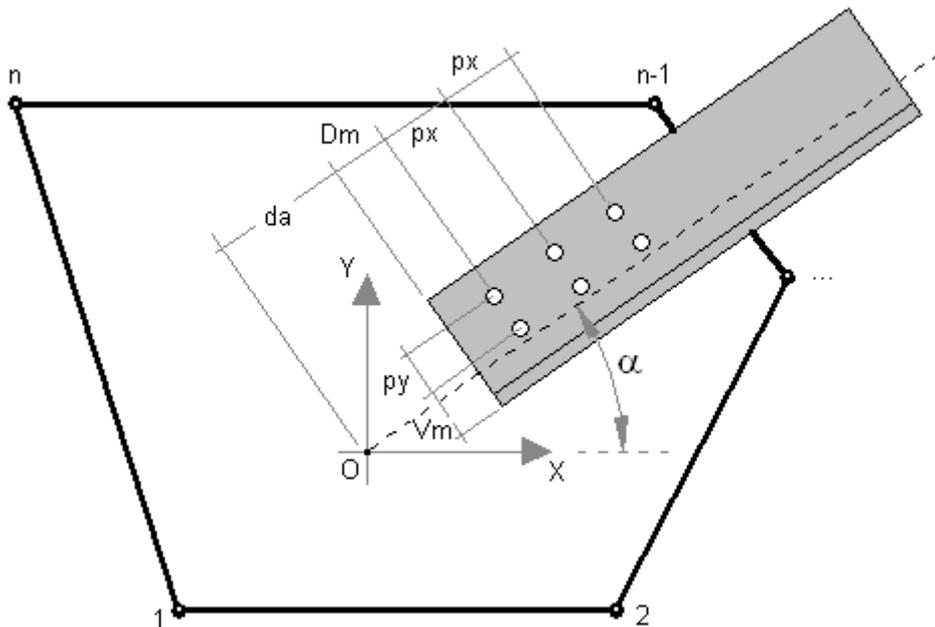
Asta 1

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

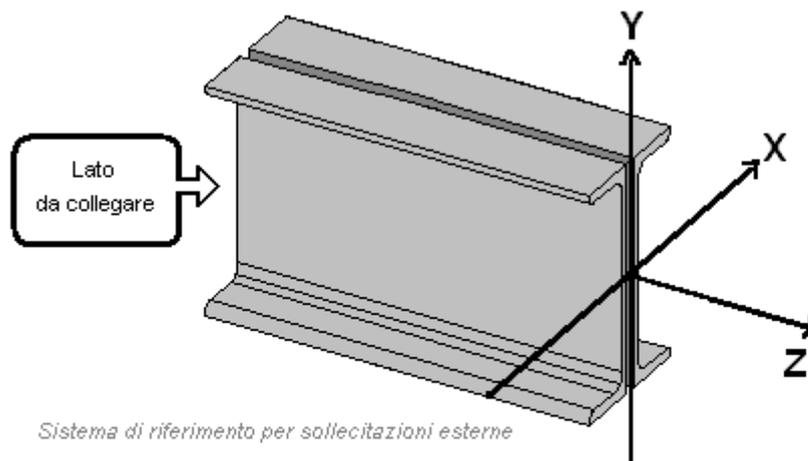
VERT ICI	X	Y
1	-411.19	-266.75
2	500.04	-266.75
3	500.04	100
4	-411.19	100

Numero totale dei bulloni..... = 4
 Dm..... [mm] = 377.26
 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] = 36

Condizioni di Carico

Condizione 1 ([c.c.1])
 N.....[daN] = 5374.25
 Tx.....[daN] = 0
 Ty.....[daN] = 2326.66
 Mx.....[daN m] = 0
 My.....[daN m] = 0
 Mt.....[daN m] = 0
 Condizione 2 ([c.c.2])
 N.....[daN] = 12401.28
 Tx.....[daN] = 0
 Ty.....[daN] = 5344.31
 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	OK	0	0	0	0	NEG.
1	2	0	OK	0	0	0	0	NEG.
2	1	0	OK	0	0	0	0	NEG.
2	2	0	OK	0	0	0	0	NEG.
3	1	0	OK	0	0	0	0	NEG.
3	2	0	OK	0	0	0	0	NEG.
4	1	0	OK	0	0	0	0	NEG.
4	2	0	OK	0	0	0	0	NEG.

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 :

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

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

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

$$e_1 \dots \dots \dots [\text{mm}] = 377.26$$

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

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

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

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	0	0	NEG.
1	2	0	0	NEG.
2	1	0	0	NEG.
2	2	0	0	NEG.
3	1	0	0	NEG.
3	2	0	0	NEG.
4	1	0	0	NEG.
4	2	0	0	NEG.

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	0	0	NEG.
1	2	0	0	NEG.
2	1	0	0	NEG.
2	2	0	0	NEG.
3	1	0	0	NEG.
3	2	0	0	NEG.
4	1	0	0	NEG.
4	2	0	0	NEG.

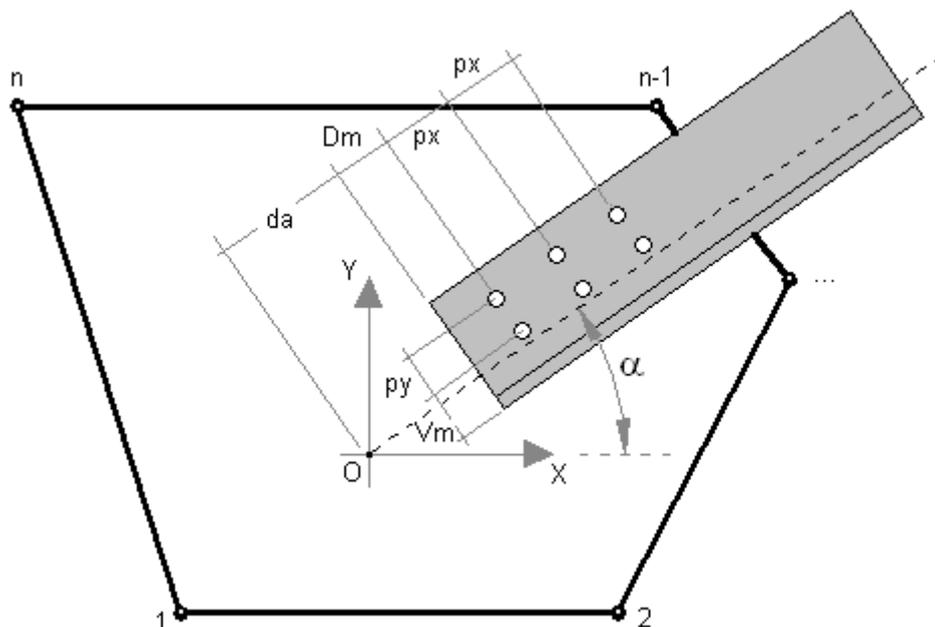
Asta 2

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

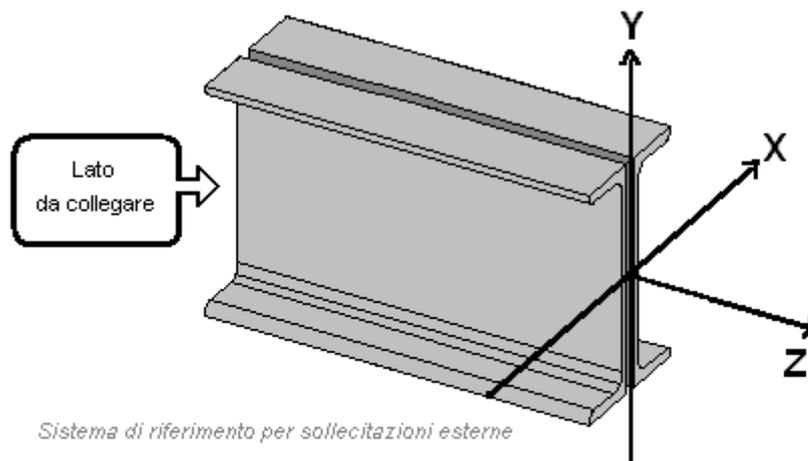
VERT ICI	X	Y
1	-411.19	-266.75
2	500.04	-266.75
3	500.04	100
4	-411.19	100

Numero totale dei bulloni..... = 4
 Dm..... [mm] = 24
 Vm..... [mm] = 52
 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] = 36
 Passo colonna 1..... [mm] = 36

Condizioni di Carico

Condizione 1 ([c.c.1])
 N.....[daN] = 5856.23
 Tx.....[daN] = 0
 Ty.....[daN] = 22.39
 Mx.....[daN m] = 0
 My.....[daN m] = 0
 Mt.....[daN m] = 0
 Condizione 2 ([c.c.2])
 N.....[daN] = 13503.8
 Tx.....[daN] = 0
 Ty.....[daN] = 29.11
 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	7.32	OK	4.41	0	1000	4.41	POS.
1	2	16.88	OK	1.91	0	1000	1.91	POS.
2	1	7.32	OK	4.41	0	1000	4.41	POS.
2	2	16.88	OK	1.91	0	1000	1.91	POS.
3	1	7.32	OK	4.41	0	1000	4.41	POS.
3	2	16.88	OK	1.91	0	1000	1.91	POS.
4	1	7.32	OK	4.41	0	1000	4.41	POS.
4	2	16.88	OK	1.91	0	1000	1.91	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 :

$$\alpha \cdot \kappa \dots \dots \dots = 1.47$$

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

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

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

$$e_2 \dots \dots \dots [\text{mm}] = 52$$

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

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

Si ottiene :

$$F_{b.Rd} \dots \dots \dots [\text{KN}] = 14.07 \cdot t \cdot f_u$$

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	14.64	6.86	POS.
1	2	33.76	2.97	POS.
2	1	14.64	6.86	POS.
2	2	33.76	2.97	POS.
3	1	14.64	6.86	POS.
3	2	33.76	2.97	POS.
4	1	14.64	6.86	POS.
4	2	33.76	2.97	POS.

Relazione di calcolo dei nodi -

RIFOLLAMENTO FAZZOLETTO :

t[mm] = 6
 f_u[N/mm²] = 510
 $F_{b.Rd}$[KN] = 43.04
 $F.C.$ = 1

BULLONE	CC	Fv.Sd[KN]	Fs	Esito
1	1	14.64	2.94	POS.
1	2	33.76	1.27	POS.
2	1	14.64	2.94	POS.
2	2	33.76	1.27	POS.
3	1	14.64	2.94	POS.
3	2	33.76	1.27	POS.
4	1	14.64	2.94	POS.
4	2	33.76	1.27	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	8	180.00	0.0	Acciaio1	Bullonatura	SI	T8-UPN200
2	5	90.00	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	225	0	0	0
2	225	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	642	0	0	0

2	642	0	0	0	0	0
---	-----	---	---	---	---	---

Risultati del Calcolo

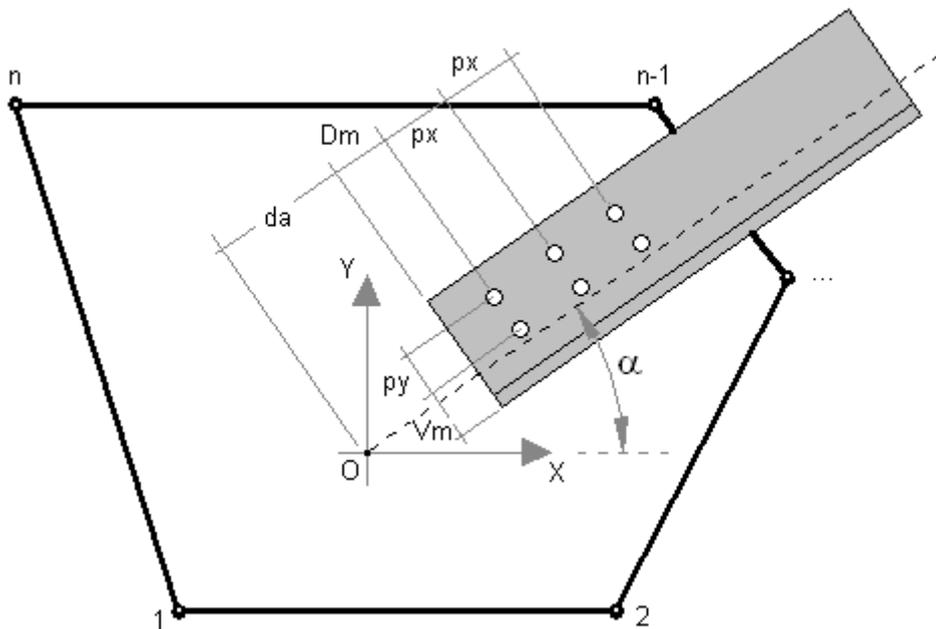
Asta 1

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	194
2	-50	194
3	-50	-100
4	50	-100

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

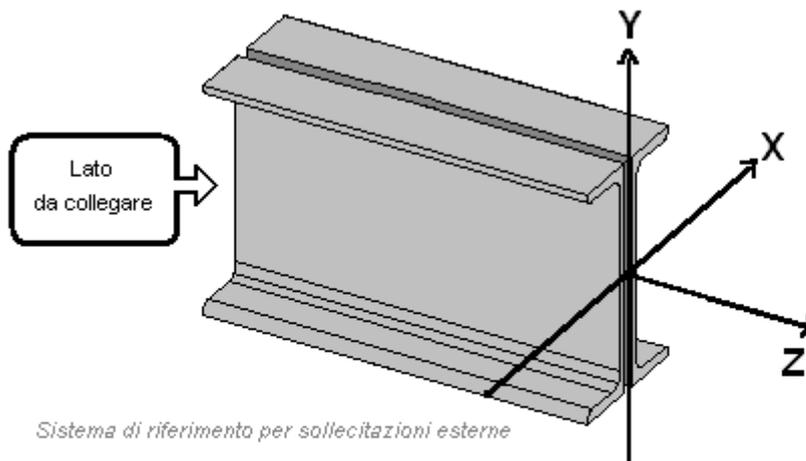
Condizione 1 ([c.c.1])

N.....[daN] = 0
Tx.....[daN] = 0
Ty.....[daN] = 224.92
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] = 641.56
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 >= 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	Esito
1	1	0.00	OK	78.87	0	1000	1000	POS.
1	2	0.01	OK	27.65	0	1000	764.67	POS.
2	1	0.00	OK	78.87	0	1000	1000	POS.
2	2	0.01	OK	27.65	0	1000	764.67	POS.
3	1	0.00	OK	78.87	0	1000	1000	POS.
3	2	0.01	OK	27.65	0	1000	764.67	POS.
4	1	0.00	OK	78.87	0	1000	1000	POS.
4	2	0.01	OK	27.65	0	1000	764.67	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 :

Relazione di calcolo dei nodi -

$\alpha * k$ = 2.5
 d[mm] = 12
 f_{ub}[mm] = 800
 $e1$[mm] = -26
 $e2$[mm] = 75
 $p1$[mm] = 52
 $p2$[mm] = 52

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	0.56	370.04	POS.
1	2	1.6	129.73	POS.
2	1	0.56	370.04	POS.
2	2	1.6	129.73	POS.
3	1	0.56	370.04	POS.
3	2	1.6	129.73	POS.
4	1	0.56	370.04	POS.
4	2	1.6	129.73	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	0.56	130.6	POS.
1	2	1.6	45.79	POS.
2	1	0.56	130.6	POS.
2	2	1.6	45.79	POS.
3	1	0.56	130.6	POS.
3	2	1.6	45.79	POS.
4	1	0.56	130.6	POS.
4	2	1.6	45.79	POS.

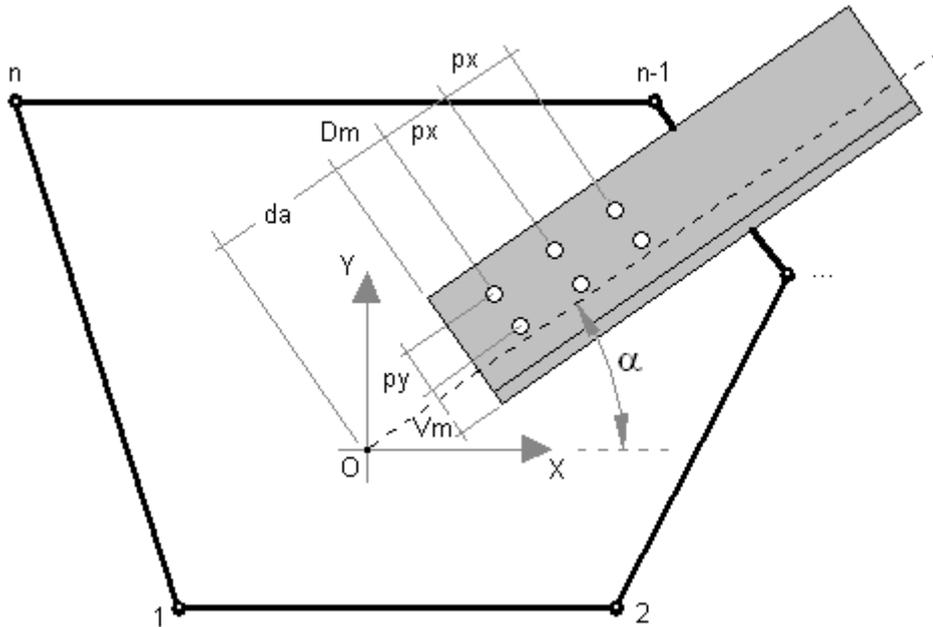
Asta 2

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 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	194
2	-50	194
3	-50	-100
4	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] = 224.92

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] = 641.56

Tx.....[daN] = 0

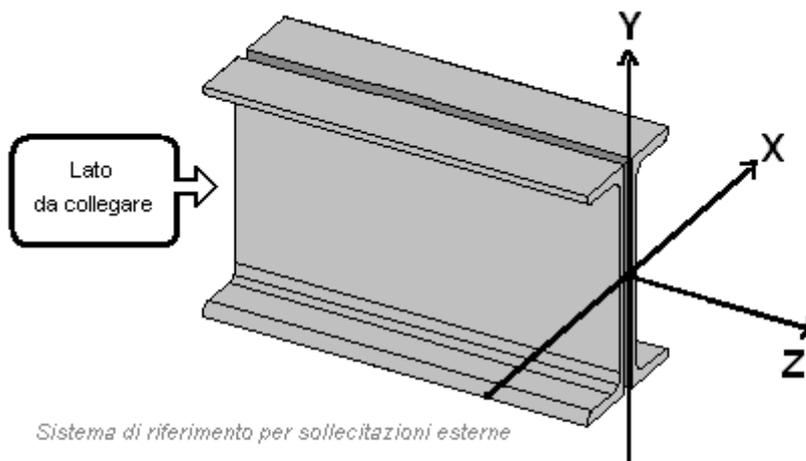
Ty.....[daN] = 0

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

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. : $F_{s1} = F_{vRd}/F_{v.Ed} \geq 1 * F.C.$
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 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	0.56	OK	57.36	0	1000	57.36	POS.
1	2	1.6	OK	20.11	0	1000	20.11	POS.
2	1	0.56	OK	57.36	0	1000	57.36	POS.
2	2	1.6	OK	20.11	0	1000	20.11	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 :

$$\alpha * \kappa \dots \dots \dots = 1$$

$$d \dots \dots \dots [mm] = 12$$

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

$$e_1 \dots \dots \dots [mm] = 24$$

$$e_2 \dots \dots \dots [mm] = 50$$

$$p_1 \dots \dots \dots [mm] = 36$$

$$p_2 \dots \dots \dots [mm] = 36$$

Si ottiene :

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

Affinchè la verifica a rifollamento sia soddisfatta deve risultare :

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

RIFOLLAMENTO ASTA :

Relazione di calcolo dei nodi -

$t \dots \dots \dots [\text{mm}] = 0 \text{ (x2)}$
 $f_u \dots \dots \dots [\text{N/mm}^2] = 510$
 $F_{b,Rd} \dots \dots \dots [\text{KN}] = 0$
 $F.C. \dots \dots \dots = 1$

BULL ONE	CC	Fv.Sd[KN]	Fs	Esito
1	1	1.12	52.24	POS.
1	2	3.21	18.32	POS.
2	1	1.12	52.24	POS.
2	2	3.21	18.32	POS.

RIFOLLAMENTO FAZZOLETTO :

$t \dots \dots \dots [\text{mm}] = 6$
 $f_u \dots \dots \dots [\text{N/mm}^2] = 510$
 $F_{b,Rd} \dots \dots \dots [\text{KN}] = 29.38$
 $F.C. \dots \dots \dots = 1$

BULL ONE	CC	Fv.Sd[KN]	Fs	Esito
1	1	1.12	26.12	POS.
1	2	3.21	9.16	POS.
2	1	1.12	26.12	POS.
2	2	3.21	9.16	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	Continuit à	Sezione
1	8	180.00	0.0	Acciaio1	Bullonatura	SI	T8-UPN2 00
2	5	90.00	110.0	Acciaio1	Bullonatura	NO	T9-UPN1 00

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	225	0	0	0
2	225	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	642	0	0	0
2	642	0	0	0	0	0

Risultati del Calcolo

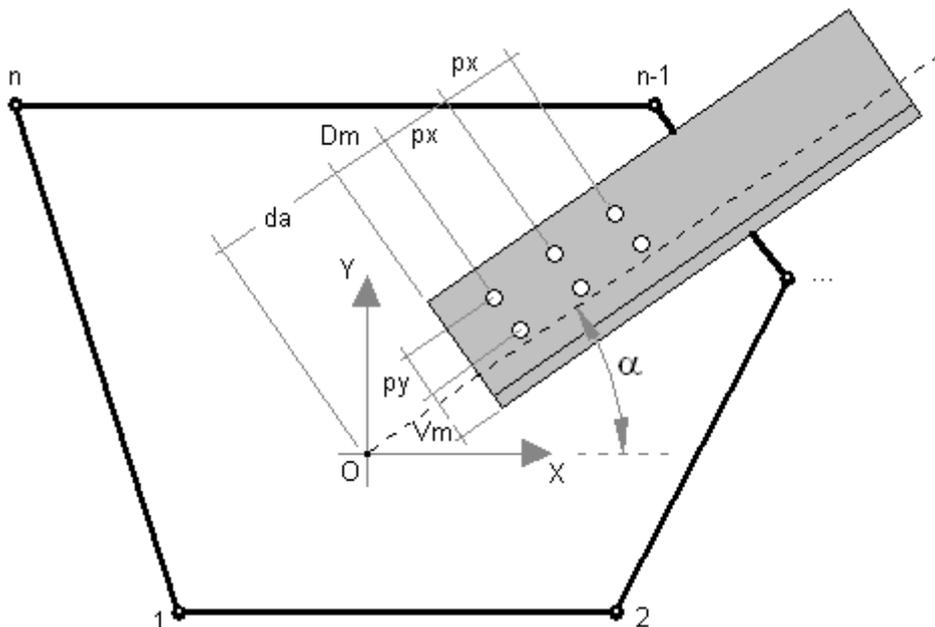
Asta 1

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

Relazione di calcolo dei nodi -

Spessore fazzoletto.....[mm] = 6
Numero vertici fazzoletto..... = 4

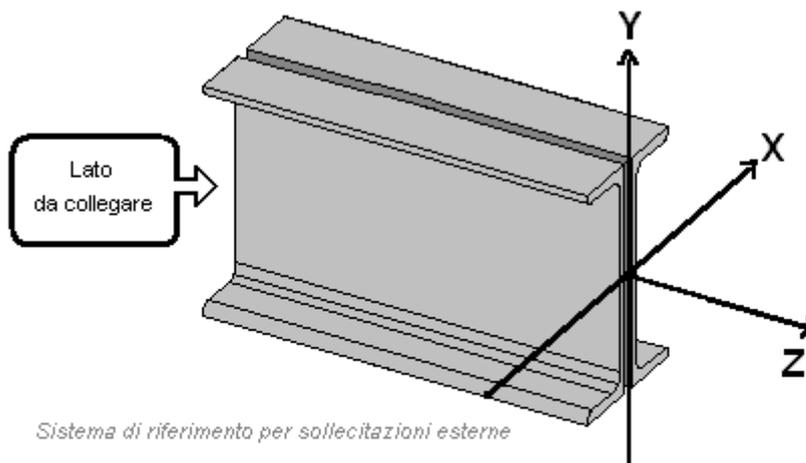
VERT ICI	X	Y
1	50	194
2	-50	194
3	-50	-100
4	50	-100

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] = 224.92
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] = 641.56
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	0.00	OK	78.87	0	1000	1000	POS.
1	2	0.01	OK	27.65	0	1000	764.67	POS.
2	1	0.00	OK	78.87	0	1000	1000	POS.
2	2	0.01	OK	27.65	0	1000	764.67	POS.
3	1	0.00	OK	78.87	0	1000	1000	POS.
3	2	0.01	OK	27.65	0	1000	764.67	POS.
4	1	0.00	OK	78.87	0	1000	1000	POS.
4	2	0.01	OK	27.65	0	1000	764.67	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 :

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

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	0.56	370.04	POS.
1	2	1.6	129.73	POS.
2	1	0.56	370.04	POS.
2	2	1.6	129.73	POS.
3	1	0.56	370.04	POS.
3	2	1.6	129.73	POS.
4	1	0.56	370.04	POS.
4	2	1.6	129.73	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	0.56	130.6	POS.
1	2	1.6	45.79	POS.
2	1	0.56	130.6	POS.
2	2	1.6	45.79	POS.
3	1	0.56	130.6	POS.
3	2	1.6	45.79	POS.
4	1	0.56	130.6	POS.
4	2	1.6	45.79	POS.

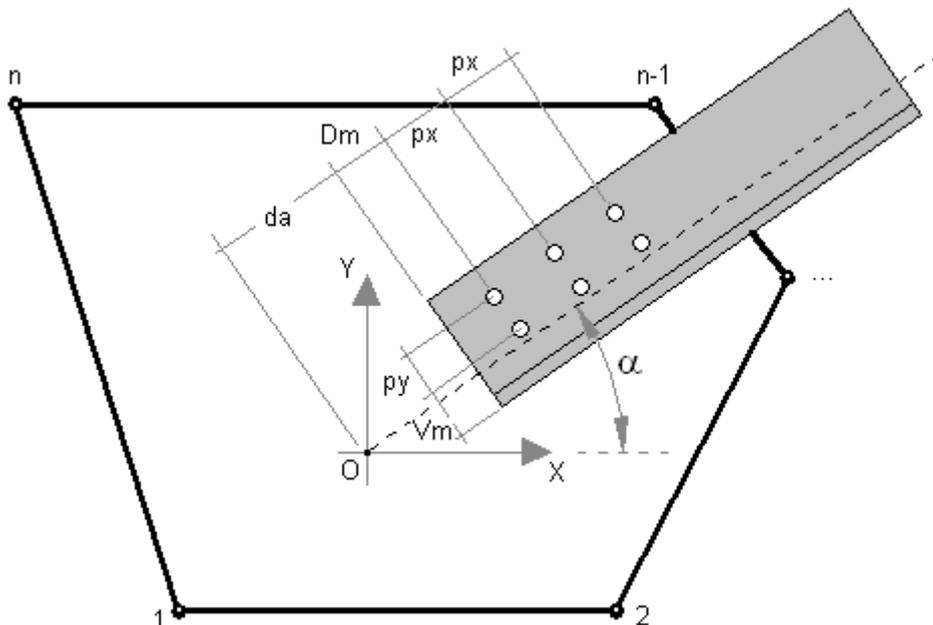
Asta 2

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

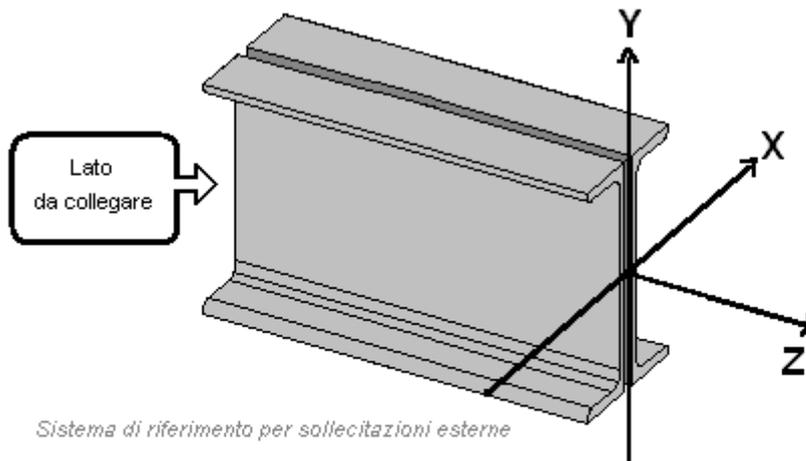
VERT ICI	X	Y
1	50	194
2	-50	194
3	-50	-100
4	50	-100

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] = 224.92
 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] = 641.56
 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	0.56	OK	57.36	0	1000	57.36	POS.
1	2	1.6	OK	20.11	0	1000	20.11	POS.
2	1	0.56	OK	57.36	0	1000	57.36	POS.
2	2	1.6	OK	20.11	0	1000	20.11	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	1.12	52.24	POS.
1	2	3.21	18.32	POS.
2	1	1.12	52.24	POS.
2	2	3.21	18.32	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	1.12	26.12	POS.
1	2	3.21	9.16	POS.
2	1	1.12	26.12	POS.
2	2	3.21	9.16	POS.

Nodo Tipo 11: TRAVATURA h=60-100cm

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	345.23	680.0	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	6114	0	1649	0	0	0
2	6332	0	36	0	0	0

Nome Combinazione SLV max						
Asta	N [daN]	Tx [daN]	Ty [daN]	Mx [daN]	My [daN]	Mt [daN]
1	22330	0	5936	0	0	0
2	23106	0	47	0	0	0

Risultati del Calcolo

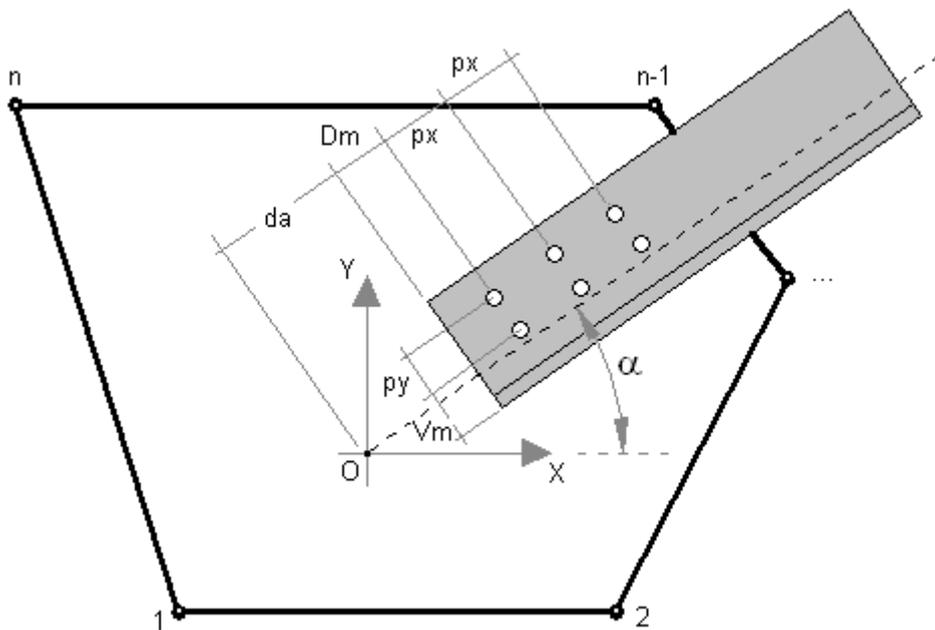
Asta 1

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	-653.86	-271.64
2	791.41	-271.64
3	791.41	100
4	-653.86	100

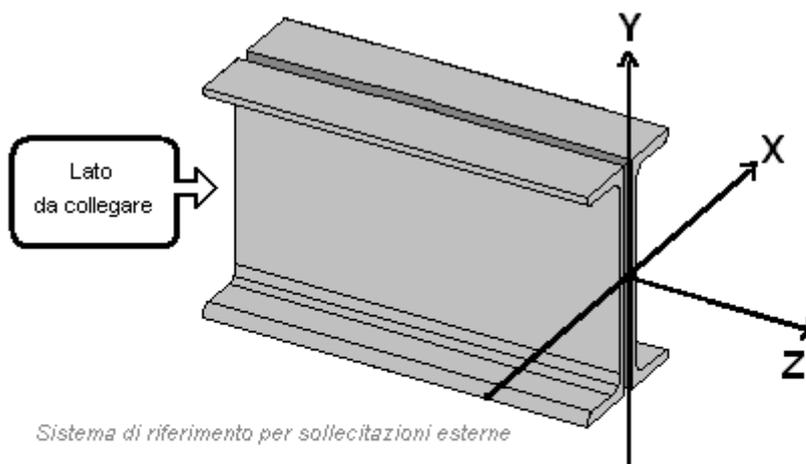
Numero totale dei bulloni..... = 6
 Dm..... [mm] = 200
 Vm..... [mm] = 75
 Fazzoletto esterno = singolo
 Righe di disposizione dei bulloni..... = 2
 Colonne di disposizione dei bulloni..... = 3
 Diametro bulloni..... [mm] = 12

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
Passo colonna 2..... [mm] = 36

Condizioni di Carico

Condizione 1 ([c.c.1])
N.....[daN] = 6113.6
Tx.....[daN] = 0
Ty.....[daN] = 1649.49
Mx.....[daN m] = 0
My.....[daN m] = 0
Mt.....[daN m] = 0
Condizione 2 ([c.c.2])
N.....[daN] = 22330.01
Tx.....[daN] = 0
Ty.....[daN] = 5936.26
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

Relazione di calcolo dei nodi -

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	Esito
1	1	0.06	OK	4.2	0	1000	17.66	POS.
1	2	0.23	OK	1.15	0	1000	1.33	POS.
2	1	0.06	OK	4.2	0	1000	17.66	POS.
2	2	0.23	OK	1.15	0	1000	1.33	POS.
3	1	0.06	OK	4.2	0	1000	17.66	POS.
3	2	0.23	OK	1.15	0	1000	1.33	POS.
4	1	0.06	OK	4.2	0	1000	17.66	POS.
4	2	0.23	OK	1.15	0	1000	1.33	POS.
5	1	0.06	OK	4.2	0	1000	17.66	POS.
5	2	0.23	OK	1.15	0	1000	1.33	POS.
6	1	0.06	OK	4.2	0	1000	17.66	POS.
6	2	0.23	OK	1.15	0	1000	1.33	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 :

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

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

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

Relazione di calcolo dei nodi -

e1.....[mm] = 200
 e2.....[mm] = 75
 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	F _{v.Sd} [KN]	F _s	Esito
1	1	10.55	19.72	POS.
1	2	38.51	5.4	POS.
2	1	10.55	19.72	POS.
2	2	38.51	5.4	POS.
3	1	10.55	19.72	POS.
3	2	38.51	5.4	POS.
4	1	10.55	19.72	POS.
4	2	38.51	5.4	POS.
5	1	10.55	19.72	POS.
5	2	38.51	5.4	POS.
6	1	10.55	19.72	POS.
6	2	38.51	5.4	POS.

RIFOLLAMENTO FAZZOLETTO :

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

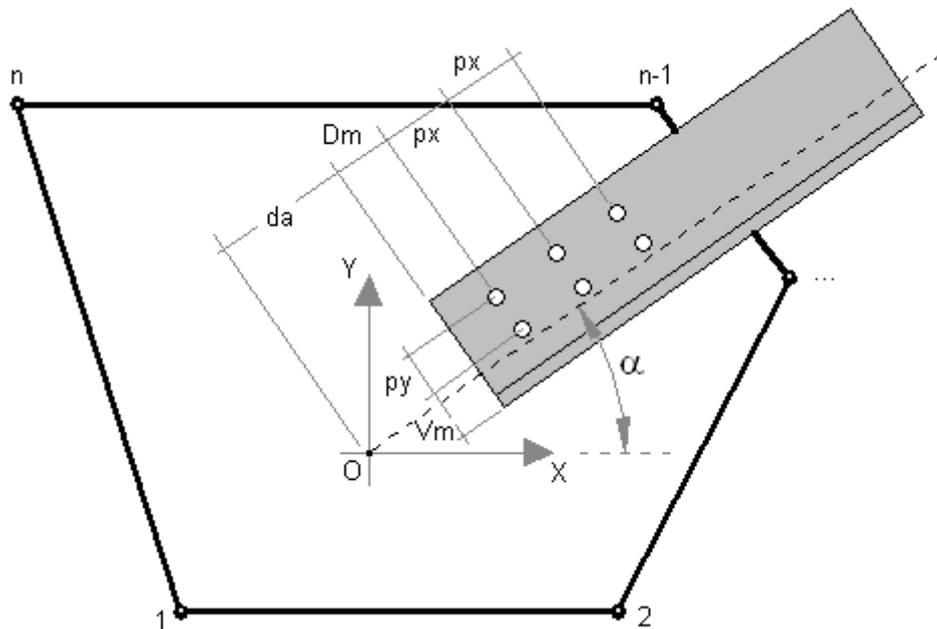
BULL ONE	CC	F _{v.Sd} [KN]	F _s	Esito
1	1	10.55	6.96	POS.
1	2	38.51	1.91	POS.
2	1	10.55	6.96	POS.
2	2	38.51	1.91	POS.
3	1	10.55	6.96	POS.
3	2	38.51	1.91	POS.
4	1	10.55	6.96	POS.
4	2	38.51	1.91	POS.
5	1	10.55	6.96	POS.
5	2	38.51	1.91	POS.
6	1	10.55	6.96	POS.
6	2	38.51	1.91	POS.

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	-653.86	-271.64
2	791.41	-271.64
3	791.41	100
4	-653.86	100

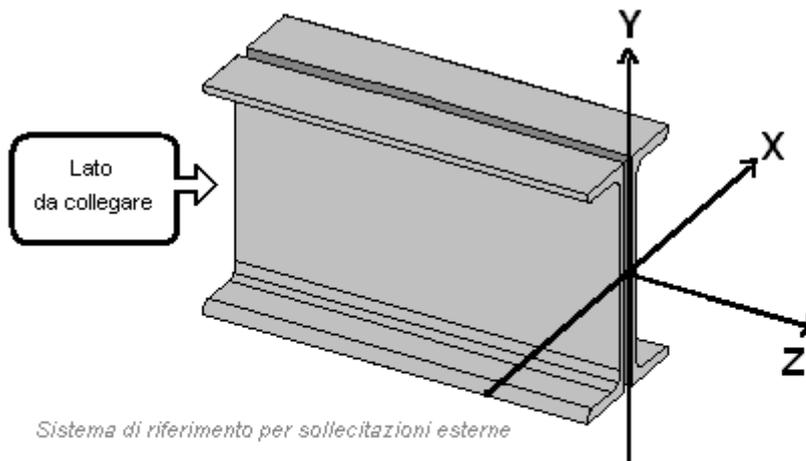
Numero totale dei bulloni..... = 6
 Dm..... [mm] = 24
 Vm..... [mm] = 52
 Fazzoletto esterno = singolo
 Righe di disposizione dei bulloni..... = 2

Colonne di disposizione dei bulloni..... = 3
Diametro bulloni..... [mm] = 12
Tolleranza per il sistema vite-foro..... = Normale
Diametro fori per il passaggio della vite.. [mm] = 13
Passo riga 1..... [mm] = 36
Passo colonna 1..... [mm] = 36
Passo colonna 2..... [mm] = 36

Condizioni di Carico

Condizione 1 ([c.c.1])
N.....[daN] = 6332.11
Tx.....[daN] = 0
Ty.....[daN] = 36.39
Mx.....[daN m] = 0
My.....[daN m] = 0
Mt.....[daN m] = 0
Condizione 2 ([c.c.2])
N.....[daN] = 23105.55
Tx.....[daN] = 0
Ty.....[daN] = 47.31
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] = 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 >= 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	Esito
1	1	5.28	OK	6.11	0	1000	6.11	POS.
1	2	19.25	OK	1.68	0	1000	1.68	POS.
2	1	5.28	OK	6.11	0	1000	6.11	POS.
2	2	19.25	OK	1.68	0	1000	1.68	POS.
3	1	5.28	OK	6.11	0	1000	6.11	POS.
3	2	19.25	OK	1.68	0	1000	1.68	POS.
4	1	5.28	OK	6.11	0	1000	6.11	POS.
4	2	19.25	OK	1.68	0	1000	1.68	POS.
5	1	5.28	OK	6.11	0	1000	6.11	POS.
5	2	19.25	OK	1.68	0	1000	1.68	POS.
6	1	5.28	OK	6.11	0	1000	6.11	POS.
6	2	19.25	OK	1.68	0	1000	1.68	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 :

$$\alpha \cdot \kappa \dots \dots \dots = 1.47$$

Relazione di calcolo dei nodi -

d[mm] = 12
 f_{ub}[mm] = 800
 $e1$[mm] = 24
 $e2$[mm] = 52
 $p1$[mm] = 36
 $p2$[mm] = 36

Si ottiene :

$F_{b.Rd}$[KN] = $14.07 * t * f_u$

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	10.55	9.52	POS.
1	2	38.51	2.61	POS.
2	1	10.55	9.52	POS.
2	2	38.51	2.61	POS.
3	1	10.55	9.52	POS.
3	2	38.51	2.61	POS.
4	1	10.55	9.52	POS.
4	2	38.51	2.61	POS.
5	1	10.55	9.52	POS.
5	2	38.51	2.61	POS.
6	1	10.55	9.52	POS.
6	2	38.51	2.61	POS.

RIFOLLAMENTO FAZZOLETTO :

t[mm] = 6
 f_u[N/mm²] = 510
 $F_{b.Rd}$[KN] = 43.04
 $F.C.$ = 1

BULL ONE	CC	Fv.Sd[KN]	Fs	Esito
1	1	10.55	4.08	POS.
1	2	38.51	1.12	POS.
2	1	10.55	4.08	POS.
2	2	38.51	1.12	POS.
3	1	10.55	4.08	POS.
3	2	38.51	1.12	POS.
4	1	10.55	4.08	POS.
4	2	38.51	1.12	POS.
5	1	10.55	4.08	POS.
5	2	38.51	1.12	POS.
6	1	10.55	4.08	POS.
6	2	38.51	1.12	POS.

Unione Nodo 2

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 : 5

Il prospetto seguente sintetizza la geometria del nodo:

Asta Loc.	Asta Glo.	Angolo [deg]	dd [mm]	Acciaio	Collegamento	Continuità	Sezione
1	1	165.23	680.0	Acciaio1	Bullonatura	NO	T10-UPN140
2	3	14.77	400.0	Acciaio1	Bullonatura	NO	T10-UPN140
3	5	180.00	0.0	Acciaio1	Bullonatura	SI	T8-UPN200
4	6	90.00	110.0	Acciaio1	Bullonatura	NO	T9-UPN100
5	7	350.03	0.0	Acciaio1	Bullonatura	SI	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	6313	0	-47	0	0	0
2	-7261	0	36	0	0	0
3	-18354	0	354	342	0	0
4	-3941	0	0	0	0	0
5	1915	0	-327	256	0	0

Nome Combinazione SLV max						
Asta	N [daN]	Tx [daN]	Ty [daN]	Mx [daN]	My [daN]	Mt [daN]
1	23081	0	-36	0	0	0
2	305	0	47	0	0	0
3	-3671	0	1402	1130	0	0
4	-1362	0	0	0	0	0
5	11387	0	-60	764	0	0

Risultati del Calcolo

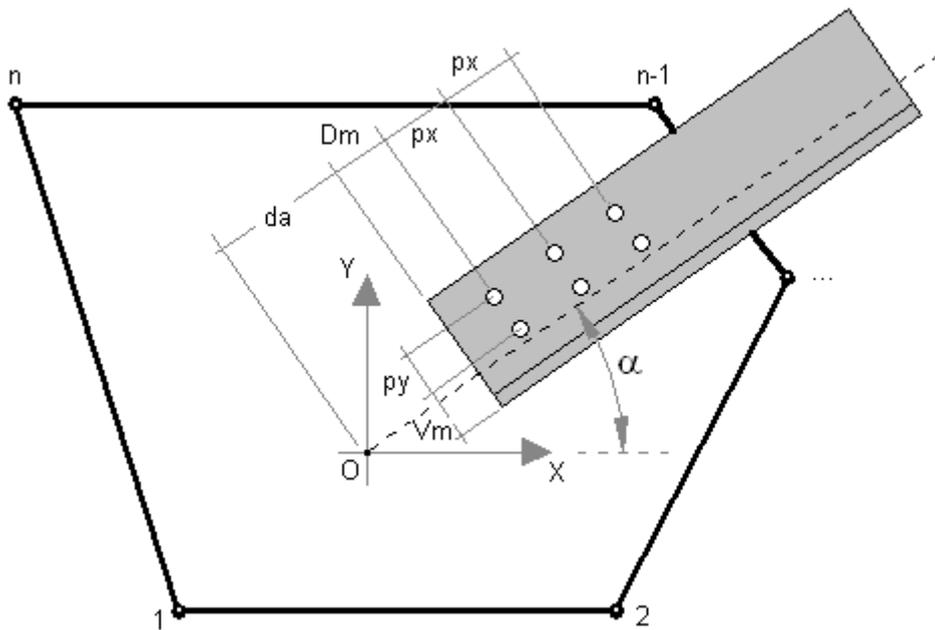
Asta 1

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.....= 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 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	520.66	271.65
2	-791.41	271.65
3	-791.41	-127.19
4	520.66	-127.19

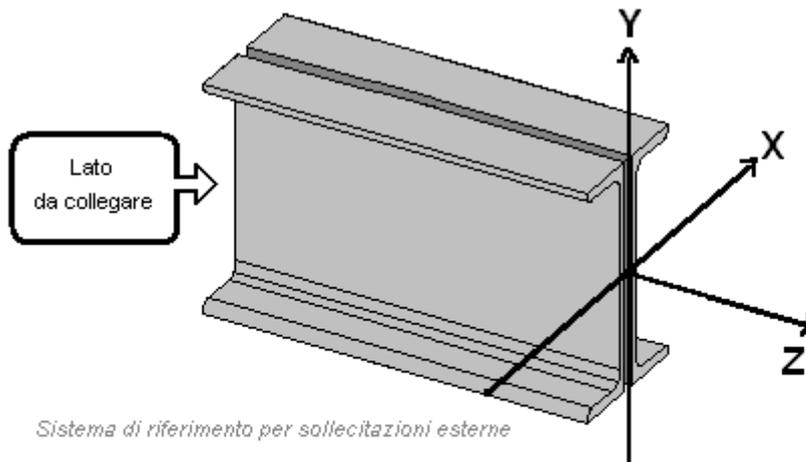
Numero totale dei bulloni..... = 6
 Dm [mm] = 24
 Vm [mm] = 52
 Fazzoletto esterno = singolo
 Righe di disposizione dei bulloni..... = 2
 Colonne di disposizione dei bulloni..... = 3
 Diametro bulloni..... [mm] = 12
 Tolleranza per il sistema vite-foro..... = Normale

Diametro fori per il passaggio della vite.. [mm] = 13
Passo riga 1..... [mm] = 36
Passo colonna 1..... [mm] = 36
Passo colonna 2..... [mm] = 36

Condizioni di Carico

Condizione 1 ([c.c.1])
N.....[daN] = 6312.92
Tx.....[daN] = 0
Ty.....[daN] = -47.31
Mx.....[daN m] = 0
My.....[daN m] = 0
Mt.....[daN m] = 0
Condizione 2 ([c.c.2])
N.....[daN] = 23080.6
Tx.....[daN] = 0
Ty.....[daN] = -36.39
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

Relazione di calcolo dei nodi -

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 >= 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	Esito
1	1	5.26	OK	6.13	0	1000	6.13	POS.
1	2	19.23	OK	1.68	0	1000	1.68	POS.
2	1	5.26	OK	6.13	0	1000	6.13	POS.
2	2	19.23	OK	1.68	0	1000	1.68	POS.
3	1	5.26	OK	6.13	0	1000	6.13	POS.
3	2	19.23	OK	1.68	0	1000	1.68	POS.
4	1	5.26	OK	6.13	0	1000	6.13	POS.
4	2	19.23	OK	1.68	0	1000	1.68	POS.
5	1	5.26	OK	6.13	0	1000	6.13	POS.
5	2	19.23	OK	1.68	0	1000	1.68	POS.
6	1	5.26	OK	6.13	0	1000	6.13	POS.
6	2	19.23	OK	1.68	0	1000	1.68	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 :

$$\alpha \cdot \kappa \dots \dots \dots = 1.47$$

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

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

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

Relazione di calcolo dei nodi -

e2.....[mm] = 52
 p1.....[mm] = 36
 p2.....[mm] = 36

Si ottiene :

$$F_{b.Rd}.....[KN] = 14.07 * t * f_u$$

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	10.52	9.55	POS.
1	2	38.47	2.61	POS.
2	1	10.52	9.55	POS.
2	2	38.47	2.61	POS.
3	1	10.52	9.55	POS.
3	2	38.47	2.61	POS.
4	1	10.52	9.55	POS.
4	2	38.47	2.61	POS.
5	1	10.52	9.55	POS.
5	2	38.47	2.61	POS.
6	1	10.52	9.55	POS.
6	2	38.47	2.61	POS.

RIFOLLAMENTO FAZZOLETTO :

t.....[mm] = 6
 f_u.....[N/mm²] = 510
 F_{b.Rd}.....[KN] = 43.04
 F.C. = 1

BULL ONE	CC	Fv.Sd[KN]	Fs	Esito
1	1	10.52	4.09	POS.
1	2	38.47	1.12	POS.
2	1	10.52	4.09	POS.
2	2	38.47	1.12	POS.
3	1	10.52	4.09	POS.
3	2	38.47	1.12	POS.
4	1	10.52	4.09	POS.
4	2	38.47	1.12	POS.
5	1	10.52	4.09	POS.
5	2	38.47	1.12	POS.
6	1	10.52	4.09	POS.
6	2	38.47	1.12	POS.

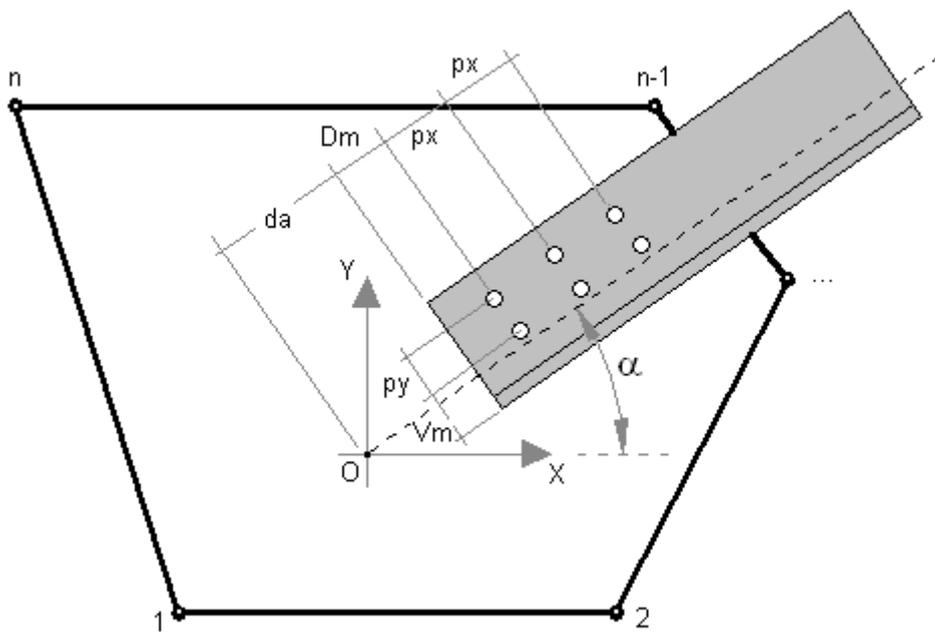
Asta 2

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 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	520.66	271.65
2	-791.41	271.65
3	-791.41	-127.19
4	520.66	-127.19

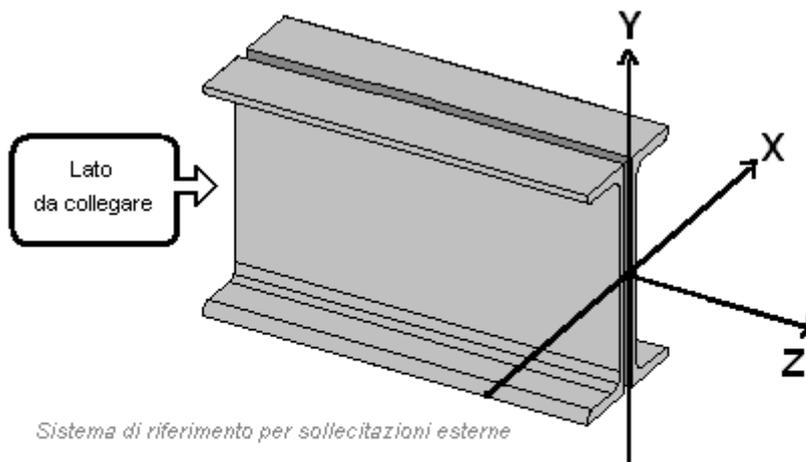
Numero totale dei bulloni..... = 3
 Dm [mm] = 24
 Vm [mm] = 70
 Fazzoletto esterno = singolo
 Righe di disposizione dei bulloni..... = 1
 Colonne di disposizione dei bulloni..... = 3

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
Passo colonna 2..... [mm] = 36

Condizioni di Carico

Condizione 1 ([c.c.1])
N.....[daN] = -7260.98
Tx.....[daN] = 0
Ty.....[daN] = 36.39
Mx.....[daN m] = 0
My.....[daN m] = 0
Mt.....[daN m] = 0
Condizione 2 ([c.c.2])
N.....[daN] = 305.4
Tx.....[daN] = 0
Ty.....[daN] = 47.31
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

Relazione di calcolo dei nodi -

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 >= 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	12.1	OK	2.67	0	1000	2.67	POS.
1	2	0.52	OK	62.62	0	1000	62.62	POS.
2	1	12.1	OK	2.67	0	1000	2.67	POS.
2	2	0.52	OK	62.62	0	1000	62.62	POS.
3	1	12.1	OK	2.67	0	1000	2.67	POS.
3	2	0.52	OK	62.62	0	1000	62.62	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 :

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

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

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

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

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

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

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

Si ottiene :

Relazione di calcolo dei nodi -

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

Affinchè la verifica a rifollamento sia soddisfatta deve risultare :
($F_{b.Rd} / F_{v.Sd}$) $\geq 1 * F.C.$

RIFOLLAMENTO ASTA :

$$t \dots \dots \dots [mm] = 0 \text{ (x2)}$$
$$f_u \dots \dots \dots [N/mm^2] = 510$$
$$F_{b.Rd} \dots \dots \dots [KN] = 0$$
$$F.C. \dots \dots \dots = 1$$

BULL ONE	CC	Fv.Sd[KN]	Fs	Esito
1	1	24.2	2.83	POS.
1	2	1.03	66.54	POS.
2	1	24.2	2.83	POS.
2	2	1.03	66.54	POS.
3	1	24.2	2.83	POS.
3	2	1.03	66.54	POS.

RIFOLLAMENTO FAZZOLETTO :

$$t \dots \dots \dots [mm] = 6$$
$$f_u \dots \dots \dots [N/mm^2] = 510$$
$$F_{b.Rd} \dots \dots \dots [KN] = 29.38$$
$$F.C. \dots \dots \dots = 1$$

BULL ONE	CC	Fv.Sd[KN]	Fs	Esito
1	1	24.2	1.21	POS.
1	2	1.03	28.52	POS.
2	1	24.2	1.21	POS.
2	2	1.03	28.52	POS.
3	1	24.2	1.21	POS.
3	2	1.03	28.52	POS.

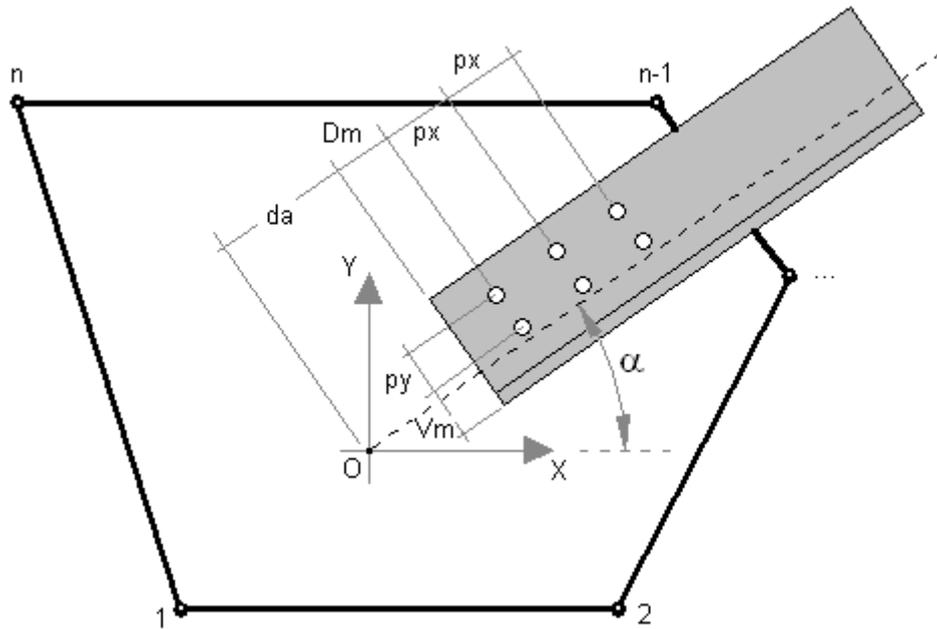
Asta 3

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.....= 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	520.66	271.65
2	-791.41	271.65
3	-791.41	-127.19
4	520.66	-127.19

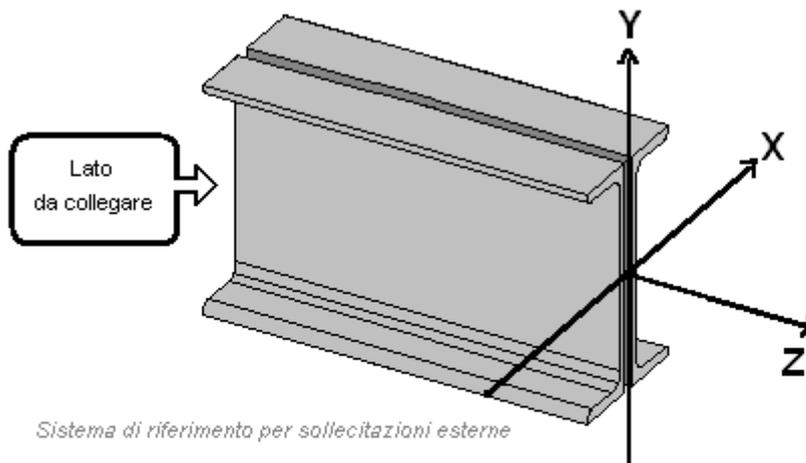
Numero totale dei bulloni..... = 8
 Dm..... [mm] = 24
 Vm..... [mm] = 75
 Fazzoletto esterno = singolo
 Righe di disposizione dei bulloni..... = 2
 Colonne di disposizione dei bulloni..... = 4
 Diametro bulloni..... [mm] = 12
 Tolleranza per il sistema vite-foro..... = Normale
 Diametro fori per il passaggio della vite.. [mm] = 13
 Passo riga 1..... [mm] = 50
 Passo colonna 1..... [mm] = 36
 Passo colonna 2..... [mm] = 36
 Passo colonna 3..... [mm] = 36

Condizioni di Carico

Condizione 1 ([c.c.1])
 N.....[daN] = -18353.93
 Tx.....[daN] = 0
 Ty.....[daN] = 354.39
 Mx.....[daN m] = 341.92

My.....[daN m] = 0
 Mt.....[daN m] = 0
 Condizione 2 ([c.c.2])
 N.....[daN] = -3670.83
 Tx.....[daN] = 0
 Ty.....[daN] = 1402.1
 Mx.....[daN m] = 1130.09
 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	14.85	OK	2.17	0	1000	2.17	POS.
1	2	20.55	OK	1.57	0	1000	1.57	POS.
2	1	10.55	OK	3.06	0	1000	3.06	POS.
2	2	18.71	OK	1.72	0	1000	1.72	POS.
3	1	13.99	OK	2.31	0	1000	2.31	POS.
3	2	12.08	OK	2.67	0	1000	2.67	POS.
4	1	9.3	OK	3.47	0	1000	3.47	POS.
4	2	8.59	OK	3.75	0	1000	3.75	POS.
5	1	13.93	OK	2.32	0	1000	2.32	POS.
5	2	11.23	OK	2.87	0	1000	2.87	POS.
6	1	9.21	OK	3.5	0	1000	3.5	POS.
6	2	7.34	OK	4.39	0	1000	4.39	POS.
7	1	14.7	OK	2.19	0	1000	2.19	POS.
7	2	19.05	OK	1.69	0	1000	1.69	POS.
8	1	10.34	OK	3.12	0	1000	3.12	POS.
8	2	17.05	OK	1.89	0	1000	1.89	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 :

$$\alpha \cdot k \dots \dots \dots = 1.68$$

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

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

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

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

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

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

Si ottiene :

$$F_{b.Rd} \dots \dots \dots [\text{KN}] = 16.15 \cdot t \cdot f_u$$

Affinchè la verifica a rifollamento sia soddisfatta deve risultare :

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

Relazione di calcolo dei nodi -

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	29.71	4.71	POS.
1	2	41.1	3.41	POS.
2	1	21.11	6.63	POS.
2	2	37.43	3.74	POS.
3	1	27.97	5.01	POS.
3	2	24.16	5.8	POS.
4	1	18.59	7.53	POS.
4	2	17.18	8.15	POS.
5	1	27.86	5.03	POS.
5	2	22.46	6.24	POS.
6	1	18.43	7.6	POS.
6	2	14.69	9.53	POS.
7	1	29.4	4.76	POS.
7	2	38.1	3.68	POS.
8	1	20.67	6.77	POS.
8	2	34.1	4.11	POS.

RIFOLLAMENTO FAZZOLETTO :

t[mm] = 6

f_u[N/mm²] = 510

$F_{b.Rd}$[KN] = 49.43

F.C. = 1

BULL ONE	CC	Fv.Sd[KN]	Fs	Esito
1	1	29.71	1.66	POS.
1	2	41.1	1.2	POS.
2	1	21.11	2.34	POS.
2	2	37.43	1.32	POS.
3	1	27.97	1.77	POS.
3	2	24.16	2.05	POS.
4	1	18.59	2.66	POS.
4	2	17.18	2.88	POS.
5	1	27.86	1.77	POS.
5	2	22.46	2.2	POS.
6	1	18.43	2.68	POS.
6	2	14.69	3.36	POS.
7	1	29.4	1.68	POS.
7	2	38.1	1.3	POS.
8	1	20.67	2.39	POS.
8	2	34.1	1.45	POS.

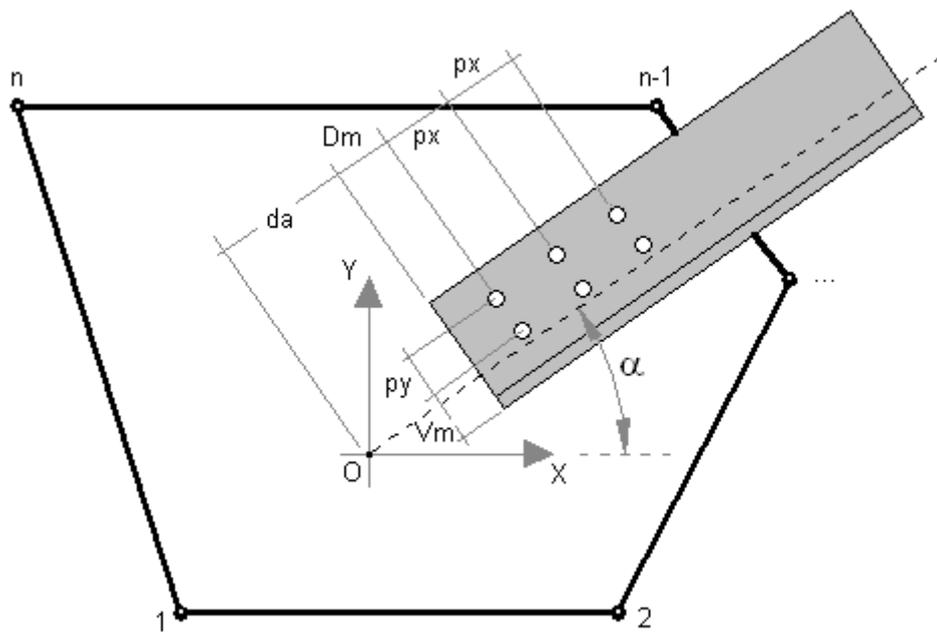
Asta 4

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.....= 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	520.66	271.65
2	-791.41	271.65
3	-791.41	-127.19
4	520.66	-127.19

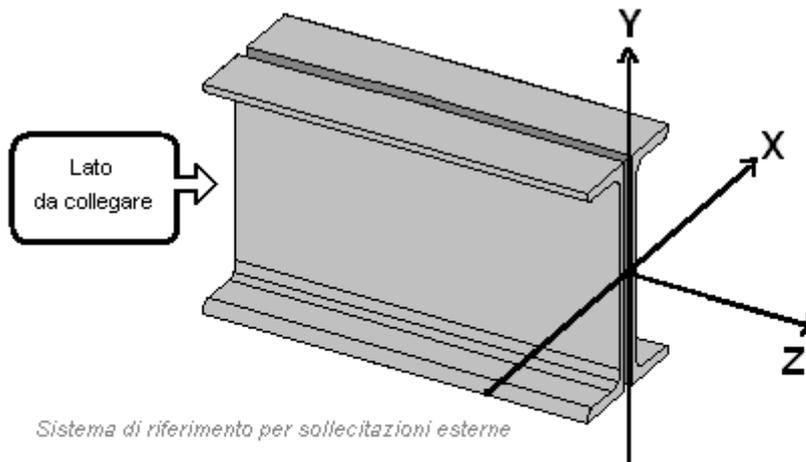
Numero totale dei bulloni..... = 2
 Dm..... [mm] = 24
 Vm..... [mm] = 50
 Fazzoletto esterno = singolo
 Righe di disposizione dei bulloni..... = 1
 Colonne di disposizione dei bulloni..... = 2

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] = -3941.18
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] = -1361.53
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

Relazione di calcolo dei nodi -

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 >= 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	9.85	OK	3.27	0	1000	3.27	POS.
1	2	3.4	OK	9.48	0	1000	9.48	POS.
2	1	9.85	OK	3.27	0	1000	3.27	POS.
2	2	3.4	OK	9.48	0	1000	9.48	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 :

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	19.71	2.98	POS.
1	2	6.81	8.63	POS.
2	1	19.71	2.98	POS.
2	2	6.81	8.63	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	19.71	1.49	POS.
1	2	6.81	4.32	POS.
2	1	19.71	1.49	POS.
2	2	6.81	4.32	POS.

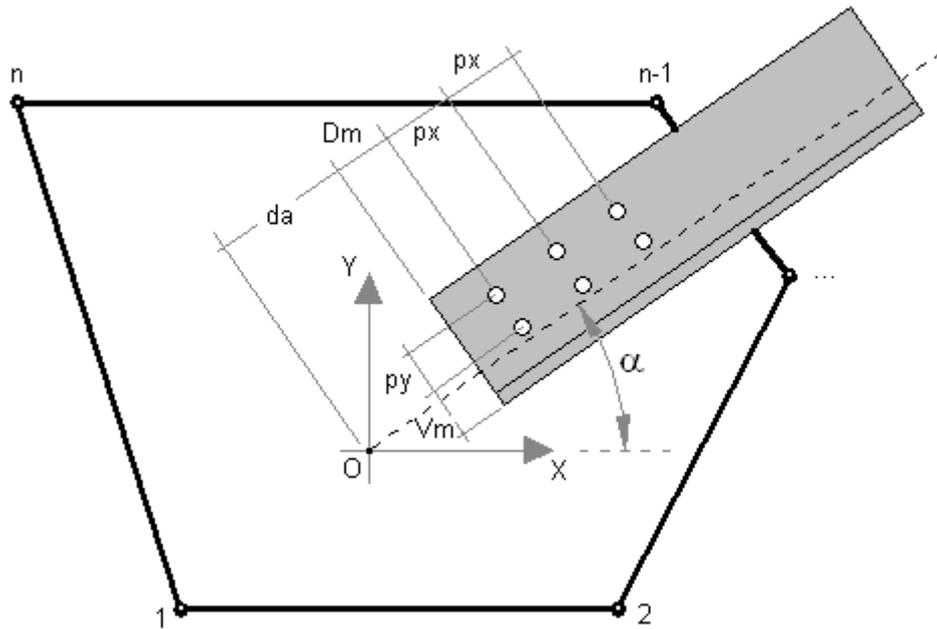
Asta 5

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	520.66	271.65
2	-791.41	271.65
3	-791.41	-127.19
4	520.66	-127.19

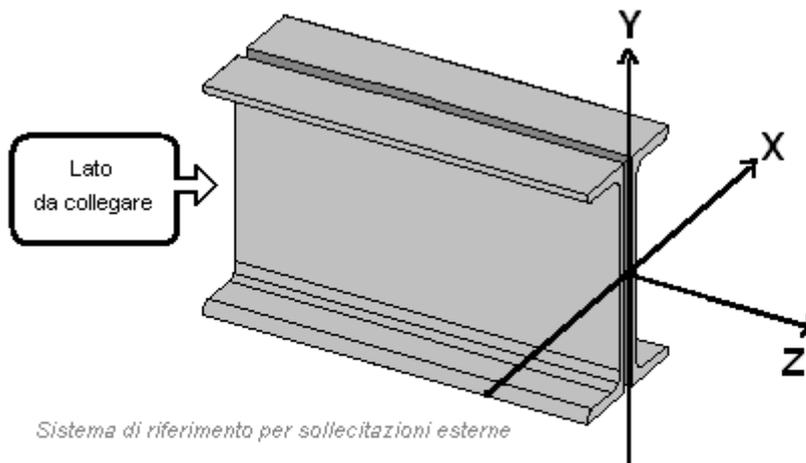
Numero totale dei bulloni..... = 8
 Dm..... [mm] = 24
 Vm..... [mm] = 75
 Fazzoletto esterno = singolo
 Righe di disposizione dei bulloni..... = 2
 Colonne di disposizione dei bulloni..... = 4
 Diametro bulloni..... [mm] = 12
 Tolleranza per il sistema vite-foro..... = Normale
 Diametro fori per il passaggio della vite.. [mm] = 13
 Passo riga 1..... [mm] = 50
 Passo colonna 1..... [mm] = 36
 Passo colonna 2..... [mm] = 36
 Passo colonna 3..... [mm] = 36

Condizioni di Carico

Condizione 1 ([c.c.1])
 N.....[daN] = 1915.07
 Tx.....[daN] = 0
 Ty.....[daN] = -327.03
 Mx.....[daN m] = 256

My.....[daN m] = 0
 Mt.....[daN m] = 0
 Condizione 2 ([c.c.2])
 N.....[daN] = 11387.05
 Tx.....[daN] = 0
 Ty.....[daN] = -59.67
 Mx.....[daN m] = 764.06
 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	3.69	OK	8.74	0	1000	8.74	POS.
1	2	11.59	OK	2.78	0	1000	2.78	POS.
2	1	4.71	OK	6.85	0	1000	6.85	POS.
2	2	16.9	OK	1.91	0	1000	1.91	POS.
3	1	1.23	OK	26.29	0	1000	26.29	POS.
3	2	4.2	OK	7.69	0	1000	7.69	POS.
4	1	3.17	OK	10.18	0	1000	10.18	POS.
4	2	13	OK	2.48	0	1000	2.48	POS.
5	1	1.6	OK	20.18	0	1000	20.18	POS.
5	2	4.26	OK	7.56	0	1000	7.56	POS.
6	1	3.33	OK	9.69	0	1000	9.69	POS.
6	2	13.02	OK	2.48	0	1000	2.48	POS.
7	1	4.09	OK	7.88	0	1000	7.88	POS.
7	2	11.66	OK	2.77	0	1000	2.77	POS.
8	1	5.03	OK	6.41	0	1000	6.41	POS.
8	2	16.95	OK	1.9	0	1000	1.9	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 :

$$\alpha \cdot k \dots \dots \dots = 1.68$$

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

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

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

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

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

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

Si ottiene :

$$F_{b.Rd} \dots \dots \dots [\text{KN}] = 16.15 \cdot t \cdot f_u$$

Affinchè la verifica a rifollamento sia soddisfatta deve risultare :

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

Relazione di calcolo dei nodi -

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	7.38	18.97	POS.
1	2	23.18	6.04	POS.
2	1	9.41	14.88	POS.
2	2	33.81	4.14	POS.
3	1	2.45	57.08	POS.
3	2	8.39	16.69	POS.
4	1	6.34	22.11	POS.
4	2	26	5.39	POS.
5	1	3.2	43.82	POS.
5	2	8.53	16.42	POS.
6	1	6.66	21.03	POS.
6	2	26.04	5.38	POS.
7	1	8.19	17.1	POS.
7	2	23.33	6	POS.
8	1	10.06	13.92	POS.
8	2	33.91	4.13	POS.

RIFOLLAMENTO FAZZOLETTO :

t[mm] = 6

f_u[N/mm²] = 510

$F_{b.Rd}$[KN] = 49.43

$F.C.$ = 1

BULL ONE	CC	Fv.Sd[KN]	Fs	Esito
1	1	7.38	6.7	POS.
1	2	23.18	2.13	POS.
2	1	9.41	5.25	POS.
2	2	33.81	1.46	POS.
3	1	2.45	20.15	POS.
3	2	8.39	5.89	POS.
4	1	6.34	7.8	POS.
4	2	26	1.9	POS.
5	1	3.2	15.47	POS.
5	2	8.53	5.8	POS.
6	1	6.66	7.42	POS.
6	2	26.04	1.9	POS.
7	1	8.19	6.04	POS.
7	2	23.33	2.12	POS.
8	1	10.06	4.91	POS.
8	2	33.91	1.46	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	6	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	3925	0	0	0
2	-3925	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	1349	0	0	0
2	-1349	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

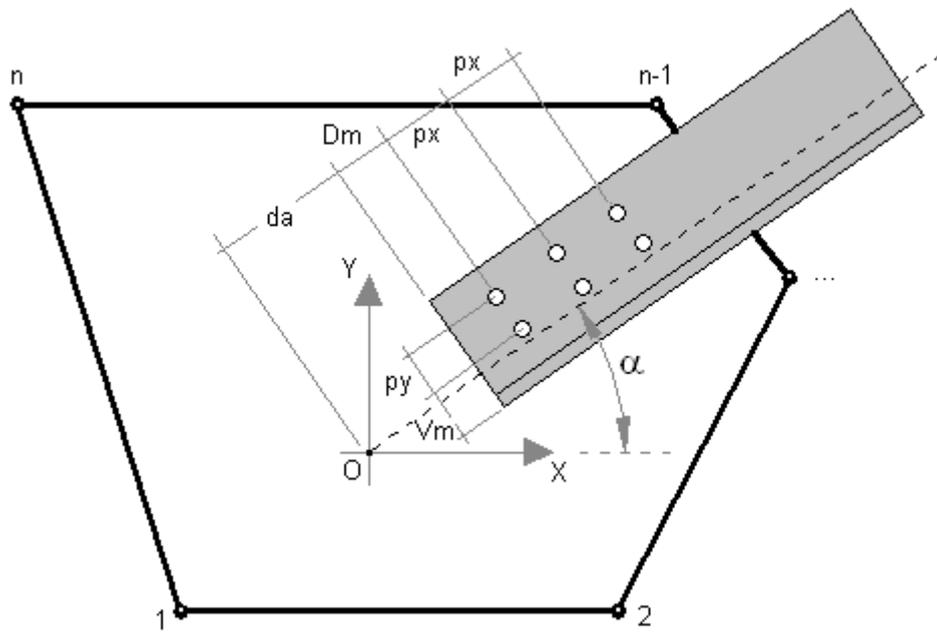
Acciaio asta.....= Acciaio1

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 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

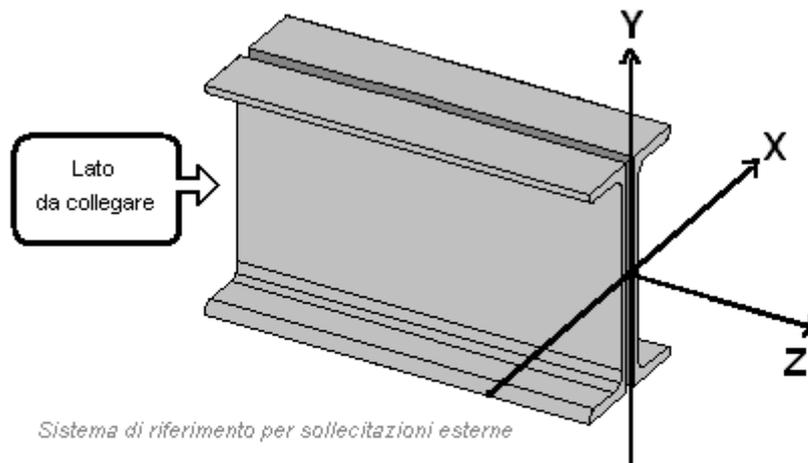
Numero totale dei bulloni..... = 4
 Dm..... [mm] = 26
 Vm..... [mm] = 75
 Fazzoletto esterno = singolo
 Righe di disposizione dei bulloni..... = 2
 Colonne di disposizione dei bulloni..... = 2
 Diametro bulloni..... [mm] = 12
 Tolleranza per il sistema vite-foro..... = Normale
 Diametro fori per il passaggio 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] = 3924.71
 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] = 1348.86
 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	0.06	OK	4.52	0	1000	20.43	POS.
1	2	0.02	OK	13.15	0	1000	172.99	POS.
2	1	0.06	OK	4.52	0	1000	20.43	POS.
2	2	0.02	OK	13.15	0	1000	172.99	POS.
3	1	0.06	OK	4.52	0	1000	20.43	POS.
3	2	0.02	OK	13.15	0	1000	172.99	POS.
4	1	0.06	OK	4.52	0	1000	20.43	POS.
4	2	0.02	OK	13.15	0	1000	172.99	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 :

$$\alpha \cdot k \dots \dots \dots = 2.5$$

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

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

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

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

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

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

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 :

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

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	9.81	21.21	POS.
1	2	3.37	61.71	POS.
2	1	9.81	21.21	POS.
2	2	3.37	61.71	POS.
3	1	9.81	21.21	POS.
3	2	3.37	61.71	POS.
4	1	9.81	21.21	POS.
4	2	3.37	61.71	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	9.81	7.48	POS.
1	2	3.37	21.78	POS.
2	1	9.81	7.48	POS.
2	2	3.37	21.78	POS.
3	1	9.81	7.48	POS.
3	2	3.37	21.78	POS.
4	1	9.81	7.48	POS.
4	2	3.37	21.78	POS.

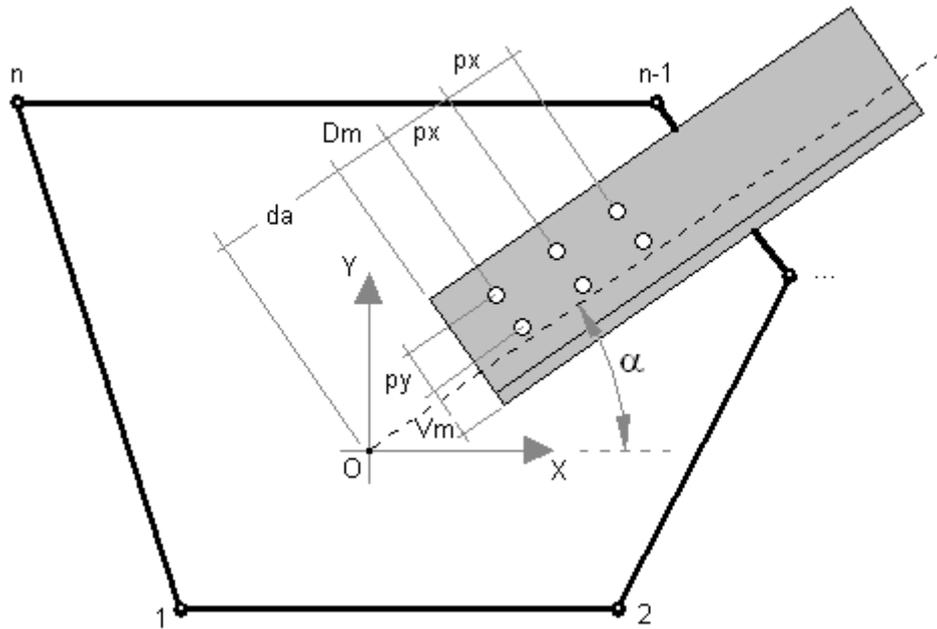
Asta 2

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 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

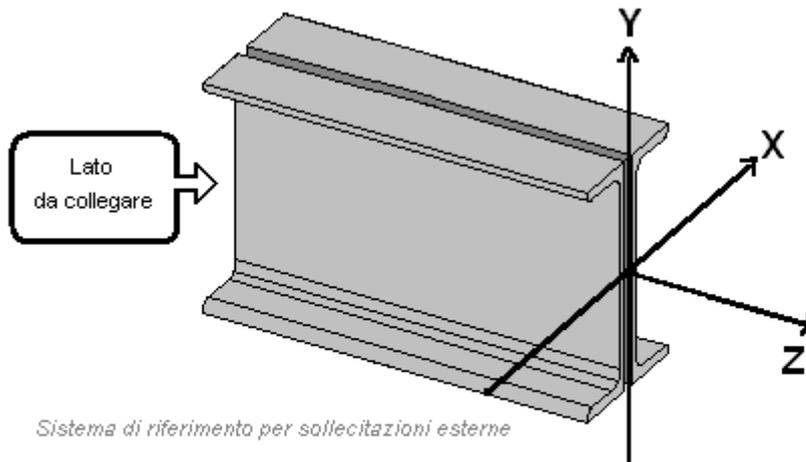
Numero totale dei bulloni..... = 2
 Dm [mm] = 24
 Vm [mm] = 50
 Fazzoletto esterno = singolo
 Righe di disposizione dei bulloni..... = 1
 Colonne di disposizione dei bulloni..... = 2
 Diametro bulloni..... [mm] = 12
 Tolleranza per il sistema vite-foro..... = Normale
 Diametro fori per il passaggio della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

Condizioni di Carico

Condizione 1 ([c.c.1])
 N[daN] = -3924.71
 T_x[daN] = 0
 T_y[daN] = 0
 M_x[daN m] = 0
 M_y[daN m] = 0
 M_t[daN m] = 0
 Condizione 2 ([c.c.2])

N.....[daN] = -1348.86
 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 >= 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	9.81	OK	3.29	0	1000	3.29	POS.
1	2	3.37	OK	9.57	0	1000	9.57	POS.
2	1	9.81	OK	3.29	0	1000	3.29	POS.
2	2	3.37	OK	9.57	0	1000	9.57	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	19.62	2.99	POS.
1	2	6.74	8.71	POS.
2	1	19.62	2.99	POS.
2	2	6.74	8.71	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	19.62	1.5	POS.
1	2	6.74	4.36	POS.
2	1	19.62	1.5	POS.
2	2	6.74	4.36	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	4	180.00	0.0	Acciaio1	Bullonatura	SI	T8-UPN200
2	3	194.77	680.0	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	-7015	0	1800	0	0	0
2	-7242	0	-47	0	0	0

Nome Combinazione SLV max						
Asta	N [daN]	Tx [daN]	Ty [daN]	Mx [daN]	My [daN]	Mt [daN]
1	305	0	-118	0	0	0
2	325	0	-36	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

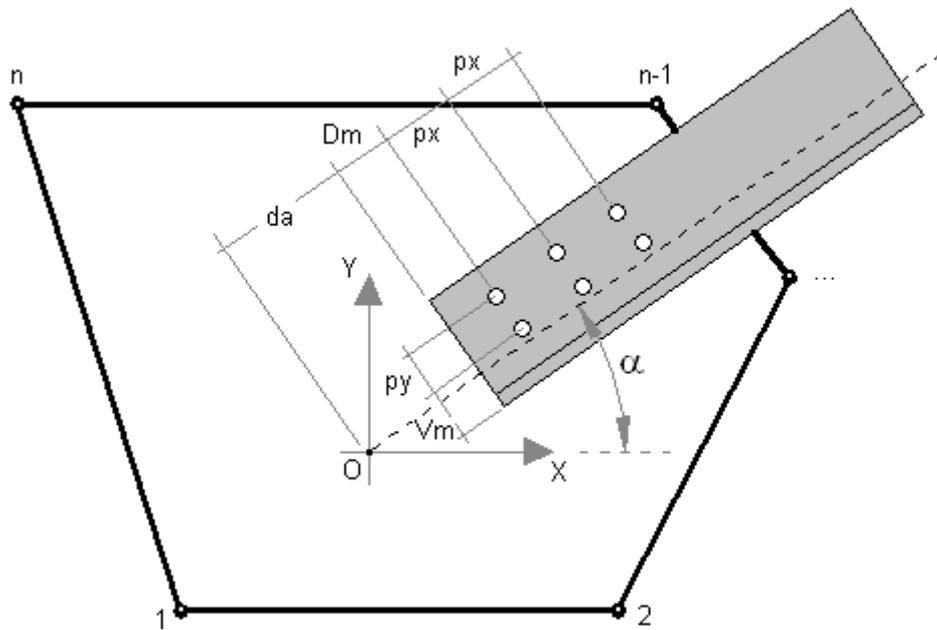
Acciaio asta.....= Acciaio1

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	653.86	100
2	-783.68	100
3	-783.68	-269.6
4	653.86	-269.6

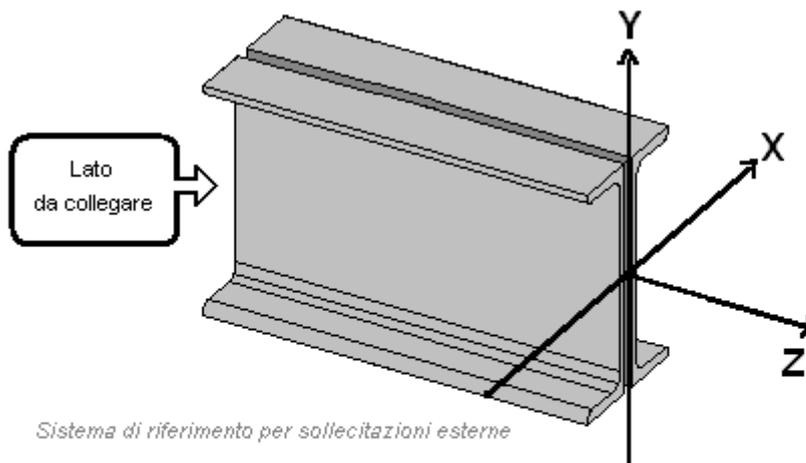
Numero totale dei bulloni..... = 4
 Dm [mm] = 400
 Vm [mm] = 76

Fazzoletto esterno = singolo
Righe di disposizione dei bulloni..... = 2
Colonne di disposizione dei bulloni..... = 2
Diametro bulloni..... [mm] = 14
Tolleranza per il sistema vite-foro..... = Normale
Diametro fori per il passaggio della vite.. [mm] = 15
Passo riga 1..... [mm] = 48
Passo colonna 1..... [mm] = 42

Condizioni di Carico

Condizione 1 ([c.c.1])
N.....[daN] = -7014.56
Tx.....[daN] = 0
Ty.....[daN] = 1800.47
Mx.....[daN m] = 0
My.....[daN m] = 0
Mt.....[daN m] = 0
Condizione 2 ([c.c.2])
N.....[daN] = 304.59
Tx.....[daN] = 0
Ty.....[daN] = -117.94
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.



Relazione di calcolo dei nodi -

Categoria a taglio. Bulloni senza precarico.

BULLONE $\phi 14$ / cl.8.8

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

Area utile gambo.....[mm²] = 115

Resistenza a punzonamento(BpRd).....[KN] = 268.35

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

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

Resistenza di progetto a sforzo normale(FtRd)..[KN] = 66.24

Resistenza unitaria di progetto a taglio (FvRd/SezRes)..[KN] = 44.16

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	0.08	OK	3.35	0	1000	11.25	POS.
1	2	0.00	OK	74.36	0	1000	1000	POS.
2	1	0.08	OK	3.35	0	1000	11.25	POS.
2	2	0.00	OK	74.36	0	1000	1000	POS.
3	1	0.08	OK	3.35	0	1000	11.25	POS.
3	2	0.00	OK	74.36	0	1000	1000	POS.
4	1	0.08	OK	3.35	0	1000	11.25	POS.
4	2	0.00	OK	74.36	0	1000	1000	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 :

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

$$d \dots \dots \dots [\text{mm}] = 14$$

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

$$e_1 \dots \dots \dots [\text{mm}] = 400$$

Relazione di calcolo dei nodi -

e2.....[mm] = 76
 p1.....[mm] = 42
 p2.....[mm] = 42

Si ottiene :

$$F_{b.Rd}.....[KN] = 28 * t * f_u$$

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	18.1	13.41	POS.
1	2	0.82	297.3	POS.
2	1	18.1	13.41	POS.
2	2	0.82	297.3	POS.
3	1	18.1	13.41	POS.
3	2	0.82	297.3	POS.
4	1	18.1	13.41	POS.
4	2	0.82	297.3	POS.

RIFOLLAMENTO FAZZOLETTO :

t.....[mm] = 6
 f_u.....[N/mm²] = 510
 F_{b.Rd}.....[KN] = 85.68
 F.C. = 1

BULL ONE	CC	Fv.Sd[KN]	Fs	Esito
1	1	18.1	4.73	POS.
1	2	0.82	104.93	POS.
2	1	18.1	4.73	POS.
2	2	0.82	104.93	POS.
3	1	18.1	4.73	POS.
3	2	0.82	104.93	POS.
4	1	18.1	4.73	POS.
4	2	0.82	104.93	POS.

Asta 2

UNIONE BULLONATA

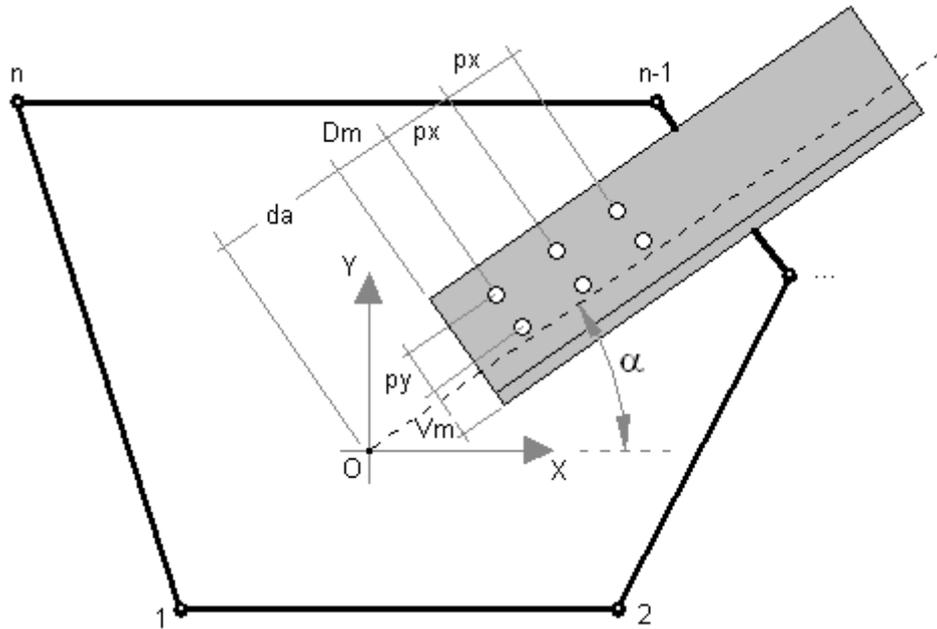
Il collegamento viene realizzato mediante la sovrapposizione e la bullonatura dell'asta ad un fazzoletto.

Verifica secondo..... NTC-D.M.17/01/2018

Relazione di calcolo dei nodi -

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

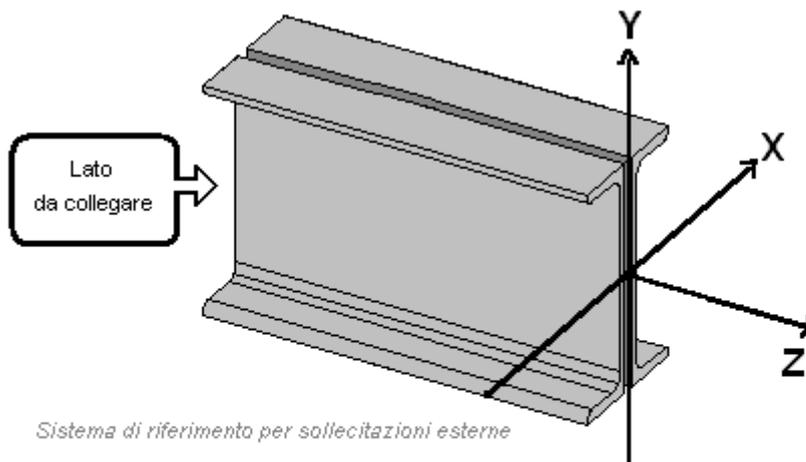
VERT ICI	X	Y
1	653.86	100
2	-783.68	100
3	-783.68	-269.6
4	653.86	-269.6

Numero totale dei bulloni..... = 2
 Dm..... [mm] = 32
 Vm..... [mm] = 70
 Fazzoletto esterno = singolo
 Righe di disposizione dei bulloni..... = 1
 Colonne di disposizione dei bulloni..... = 2
 Diametro bulloni..... [mm] = 16
 Tolleranza per il sistema vite-foro..... = Normale
 Diametro fori per il passaggio della vite.. [mm] = 17
 Passo colonna 1..... [mm] = 48

Condizioni di Carico

Condizione 1 ([c.c.1])
N.....[daN] = -7241.79
Tx.....[daN] = 0
Ty.....[daN] = -47.31
Mx.....[daN m] = 0
My.....[daN m] = 0
Mt.....[daN m] = 0
Condizione 2 ([c.c.2])
N.....[daN] = 324.59
Tx.....[daN] = 0
Ty.....[daN] = -36.39
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 $\phi 16$ / cl.8.8
Fattore di Confidenza.....F.C. = 1
Area utile gambo.....[mm²] = 157
Resistenza a punzonamento(BpRd).....[KN] = 249.62
Valore di rottura a trazione(fub).....[N/mm²] = 800
Valore di snervamento(fy).....[N/mm²] = 640
Resistenza di progetto a sforzo normale(FtRd)..[KN] = 90.43
Resistenza unitaria di progetto a taglio (FvRd/SezRes)..[KN] = 60.29

Le Condizioni di verifica sono :

Relazione di calcolo dei nodi -

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	Esito
1	1	18.1	OK	3.33	0	1000	3.33	POS.
1	2	0.82	OK	73.83	0	1000	73.83	POS.
2	1	18.1	OK	3.33	0	1000	3.33	POS.
2	2	0.82	OK	73.83	0	1000	73.83	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 :

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

$$d \dots \dots \dots [\text{mm}] = 16$$

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

$$e_1 \dots \dots \dots [\text{mm}] = 32$$

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

$$p_1 \dots \dots \dots [\text{mm}] = 48$$

$$p_2 \dots \dots \dots [\text{mm}] = 48$$

Si ottiene :

$$F_{b.Rd} \dots \dots \dots [\text{KN}] = 12.8 \cdot t \cdot f_u$$

Affinchè la verifica a rifollamento sia soddisfatta deve risultare :

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

RIFOLLAMENTO ASTA :

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

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

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

Relazione di calcolo dei nodi -

F.C. = 1

BULL ONE	CC	Fv.Sd[KN]	Fs	Esito
1	1	36.21	2.52	POS.
1	2	1.63	55.96	POS.
2	1	36.21	2.52	POS.
2	2	1.63	55.96	POS.

RIFOLLAMENTO FAZZOLETTO :

t.....[mm] = 6

f_u[N/mm²] = 510

$F_{b.Rd}$[KN] = 39.17

F.C. = 1

BULL ONE	CC	Fv.Sd[KN]	Fs	Esito
1	1	36.21	1.08	POS.
1	2	1.63	23.98	POS.
2	1	36.21	1.08	POS.
2	2	1.63	23.98	POS.