

CONNESSIONE

IT01234567891.BEBE.AA.AA

| TITOLO | DESCRIZIONE |
|---|-------------------------------------|
| PROGETTO/LAVORO NUMERO | — |
| PROGETTO/LAVORO NOME | — |
| NOME CLIENTE | — |
| SITO | — |
| DOCUMENTO NUMERO | — |
| RIFERIMENTO NUMERO | — |
| VERSIONE DI QUESTO DOCUMENTO | — |
| — | — |
| AUTORE | Paolo Rugarli |
| CREATO AUTOMATICAMENTE DA CSE© | Tuesday, November 07, 2023 16:32:24 |
| E in seguito modificato e aggiornato da | — |
| Verificato da | — |
| Approvato da | — |
| Risultato | 0.94 (membratura) |

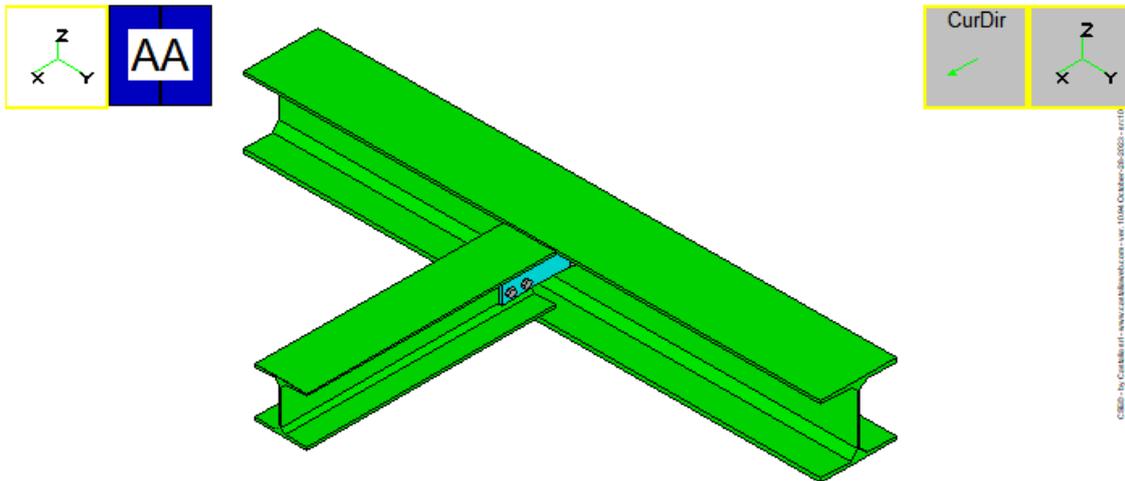


Figura 1: Il nodo AA

Capitolo 1

Impostazioni per le verifiche

1.1 Norma utilizzata

Il modello è stato verificato in accordo ai paragrafi applicabili ed implementati della seguente normativa internazionale: Eurocode 3 EN 1993-1-8.

1.2 Verifiche eseguite

Le seguenti scelte sono state impostate dall'utente prima che fossero eseguite le verifiche:

Tabella 1.1: Impostazione Verifiche

| IMPOSTAZIONE | VALORE |
|--|--------------|
| Verifica Resistenza Bulloni | Non eseguire |
| Verifica Resistenza Saldature | Non eseguire |
| Verifiche di rifollamento | Non eseguire |
| Verifiche di punzonamento | Non eseguire |
| Verifiche di block tear | Non eseguire |
| Verifiche delle sezioni nette delle membrature | Non eseguire |
| Verifiche delle sezioni nette dei tramite | Non eseguire |
| Verifiche delle sezioni standard dei tramite | Non eseguire |
| Verifiche utente | Esegui |
| Trascura le flessioni parassite nei gambi dei bulloni | NO |
| Crea e analizza il modello agli elementi finiti per i componenti che lo richiedono | NO |
| Usa gli estremi degli elementi FEM come punti di applicazione delle forze delle membrature | SÌ |

Le verifiche sono state effettivamente eseguite.

1.3 Unità di misura

In questo report sono utilizzate le seguenti unità di misura, in accordo alla scelta dell'utente:

| LUNGHEZZA | FORZA | MOMENTO | SFORZO |
|-----------|-------|---------|--------------------|
| mm | N | N mm | N/ mm ² |

Le unità di misura derivate sono ottenute componendo le unità elementari, ad eccezione dei momenti e degli sforzi. Per esempio, le unità di misura per l'area sono mm², mentre per i momenti di inerzia sono mm⁴. Ancora, la forza per unità di lunghezza è espressa come N/ mm.

Le unità elencate nella tabella sono quelle usate se non diversamente specificato.

1.4 Materiali

In questo modello sono stati usati per i componenti i seguenti materiali:

Tabella 1.2: Materiali

| Nome | E | G | f_y | f_u | γ_{M0} | γ_{M1} | γ_{M2} |
|-------------|--------------------|--------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| - | N/ mm ² | N/ mm ² | N/ mm ² | N/ mm ² | - | - | - |
| S275 | 210000.0 | 80769.2 | 275.0 | 430.0 | 1.050 | 1.050 | 1.250 |
| C40/50 | 35220.0 | 14675.0 | 40.0 | 40.0 | 1.050 | 1.050 | 1.250 |

La precedente tabella lista i dati principali dei materiali usati: per il significato dei simboli impiegati per favore si consulti la pagina coi Simboli.

Capitolo 2

Descrizione del modello

2.1 Viste generali

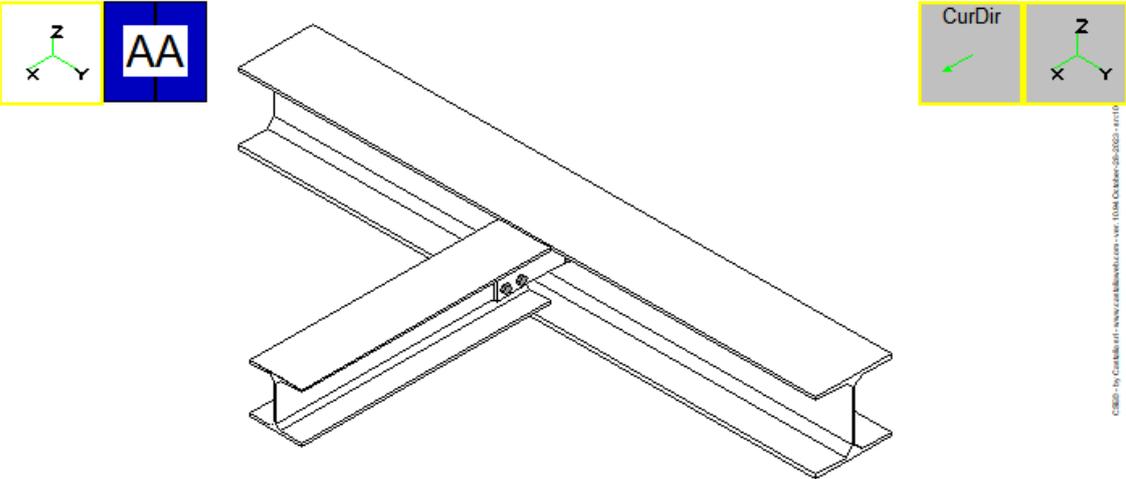


Figura 2.1: Vista isometrica del modello da (1,1,1)

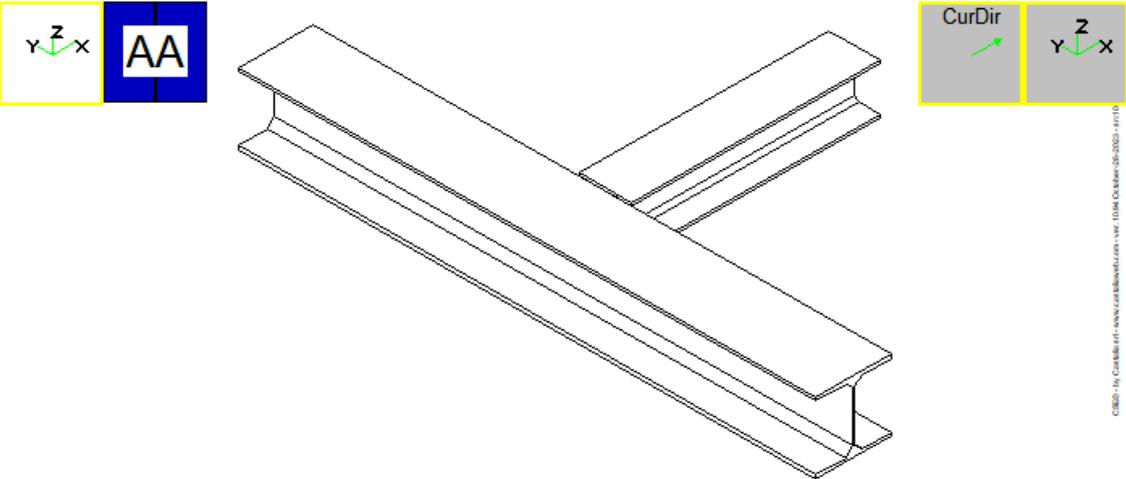


Figura 2.2: Vista isometrica del modello da (-1,-1,1)

2.2 Descrizione dei componenti

2.2.1 Generalità

Questo nodo **AA** è fatto da **2** membrane connesse tra loro. La connessione **NON** è un attacco, dove per "attacco" si intende che le membrane, connesse tra loro, sono esse stesse attaccate a qualcosa (che può essere un muro, una platea, o altro ancora).

Se c'è un vincolo, l'oggetto che svolge le funzioni di vincolo è chiamato "blocco vincolo" ed identificato dalla etichetta " --- ".

Il nodo ha anche **1** oggetti che agiscono come tramite, e **3** connettori, ovvero gruppi di cordoni di saldatura (saldature) o gruppi di bulloni (bullonature). Precisamente ci sono **1** bullonature e **2** saldature.

Nelle seguenti sezioni, saranno descritte le membrane, i tramite, i gruppi di cordoni e bulloni. Al fine di descrivere ogni componente (per "componente" si intende una membratura, un tramite o un connettore), devono essere specificati tre insiemi di informazioni:

1. Le dimensioni e posizione dei componenti, ovvero come sono definiti geometricamente i componenti.
2. Le impostazioni relative a come i connettori agiscono nella connessione (per esempio se un gruppo di bulloni sia solo a taglio, o se abbia una superficie di contrasto per portare il momento flettente).
3. Le verifiche che sono state richieste per il componente.

Relativamente a questo ultimo punto, si deve enfatizzare che dato che le modalità di crisi possibili sono più d'una, generalmente deve essere fatta più di una verifica. Inoltre, la stessa modalità di crisi può essere investigata in diversi modi, e quindi con verifiche diverse.

2.2.2 Membrature

La connessione ha **2** membrane. Se una membratura è etichettata come "master", ciò vuol dire che le altre membrane sono attaccate ad essa.

Se la connessione è un attacco, questo vuol dire che tutte le membrane sono attaccate a qualcosa che nel modello è rappresentato da un "blocco vincolo". Un blocco vincolo può essere un muro, una platea, o qualsiasi cosa sia necessario.

Questa connessione **NON** è un attacco.

Informazioni sulla membratura **m₁**.

La creazione automatica di un modello agli elementi finiti non è richiesta per questo componente. Le sezioni nette **NON** saranno verificate. Nelle verifiche semplificate di questo componente **NON** sarà tenuta in conto la torsione. Nelle verifiche semplificate e di sezione netta di questo componente sarà tenuta in conto flessione secondo l'asse debole. Nelle verifiche semplificate e di sezione netta di questo componente sarà tenuta in conto flessione secondo l'asse forte.

Informazioni sulla membratura **m₂**.

La creazione automatica di un modello agli elementi finiti non è richiesta per questo componente. Le sezioni nette **NON** saranno verificate. Nelle verifiche semplificate di questo componente **NON** sarà tenuta in conto la torsione. Nelle verifiche semplificate e di sezione netta di questo componente sarà tenuta in conto flessione secondo l'asse debole. Nelle verifiche semplificate e di sezione netta di questo componente sarà tenuta in conto flessione secondo l'asse forte.

La seguente tabella lista tutti i dati principali delle membrane, relativamente alla modellazione fem.

Tabella 2.1: Membrature

| Nome | Master o Slave | FEM | Sezione- Trasversale |
|----------------|----------------|-------|----------------------|
| m ₁ | master | Trave | HE 260 A |
| m ₂ | slave | Trave | HE 180 A |

Tabella 2.2: Membrature e BFEM

| Nome | IST. | NODO | ELEMENTO BFEM |
|----------------|------|------|---------------|
| m ₁ | 1 | 7 | 1 |
| m ₂ | 1 | 7 | 3 |

La seguente tabella lista i dati principali delle membrature relativamente al tipo di connessione. I tipi delle connessioni sono descritti in modo molto generale.

Tabella 2.3: Connessioni Membrature

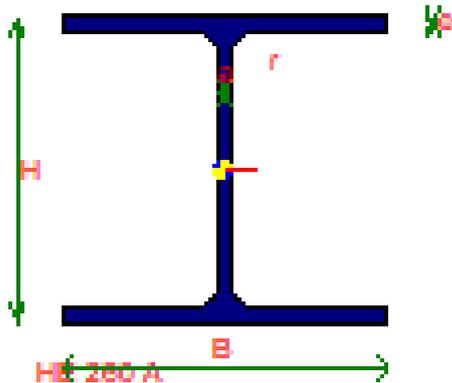
| Nome | Connessione | Giunto FEM | Tipo giunto |
|----------------|----------------------|-------------|--------------------------|
| m ₁ | Incastro | — | — |
| m ₂ | Cerniera flessionale | Beam - Beam | Normale omogeneo d'anima |

La seguente tabella lista le resistenze di progetto per le azioni semplici, membratura per membratura. Sono enumerati i limiti elastici e plastici (se è usato l'Eurocodice, sono elencati i valori delle resistenze di progetto – R_d : i valori elastici e plastici sono divisi per γ_{M0}).

Tabella 2.4: Membrature, limiti elastici e plastici

| Name | N_{pl} kN | $M_{2,el,Rd}$ kN m | $M_{3,el,Rd}$ kN m | $M_{2,pl,Rd}$ kN m | $M_{3,pl,Rd}$ kN m |
|----------------|----------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| m ₁ | 2273.9 | 219.1 | 73.9 | 240.9 | 112.7 |
| m ₂ | 1185.1 | 76.9 | 26.9 | 85.1 | 41.0 |

In quanto segue sono enumerati i dati principali di ogni sezione trasversale. Si faccia riferimento alla pagina dei Simboli per una lista dei simboli utilizzati.



HE 260 A

$$A = 8682.0 \text{ mm}^2$$

$$J_2 = 104549408.0 \text{ mm}^4$$

$$J_3 = 36675600.0 \text{ mm}^4$$

$$W_{el,2} = 836390.0 \text{ mm}^3$$

$$W_{el,3} = 282120.0 \text{ mm}^3$$

$$W_{pl,2} = 919770.0 \text{ mm}^3$$

$$W_{pl,3} = 430170.0 \text{ mm}^3$$

I or H rolled cross-section

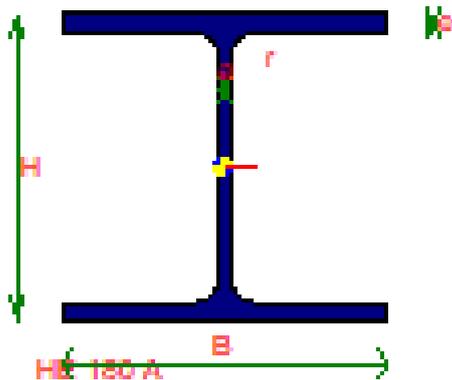
$$h = 250.0 \text{ mm}$$

$$b = 260.0 \text{ mm}$$

$$t_w = 7.5 \text{ mm}$$

$$t_f = 12.5 \text{ mm}$$

$$r = 24.0 \text{ mm}$$



HE 180 A

$$A = 4525.0 \text{ mm}^2$$

$$J_2 = 25102800.0 \text{ mm}^4$$

$$J_3 = 9246000.0 \text{ mm}^4$$

$$W_{el,2} = 293600.0 \text{ mm}^3$$

$$W_{el,3} = 102730.0 \text{ mm}^3$$

$$W_{pl,2} = 324850.0 \text{ mm}^3$$

$$W_{pl,3} = 156490.0 \text{ mm}^3$$

I or H rolled cross-section

$$h = 171.0 \text{ mm}$$

$$b = 180.0 \text{ mm}$$

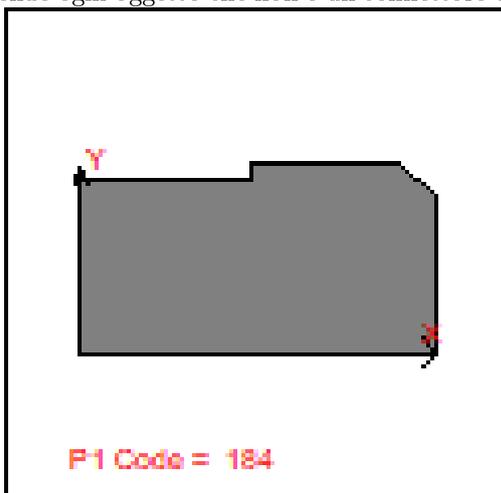
$$t_w = 6.0 \text{ mm}$$

$$t_f = 9.5 \text{ mm}$$

$$r = 15.0 \text{ mm}$$

2.2.3 Tramite

Nella sezione seguente è data una chiara descrizione dei tramite aggiunti a questo nodo **AA**. Per “tramite” si intende ogni oggetto che non è un connettore o una membratura, il quale agisca come trasferimento di forze.



P1

Origine parametrica m2-BB1|P1.

La creazione automatica di un modello agli elementi finiti non è richiesta per questo componente.

Le verifiche semplificate NON sono richieste per questo componente.

Nelle verifiche semplificate di questo componente NON sarà tenuta in conto la torsione.

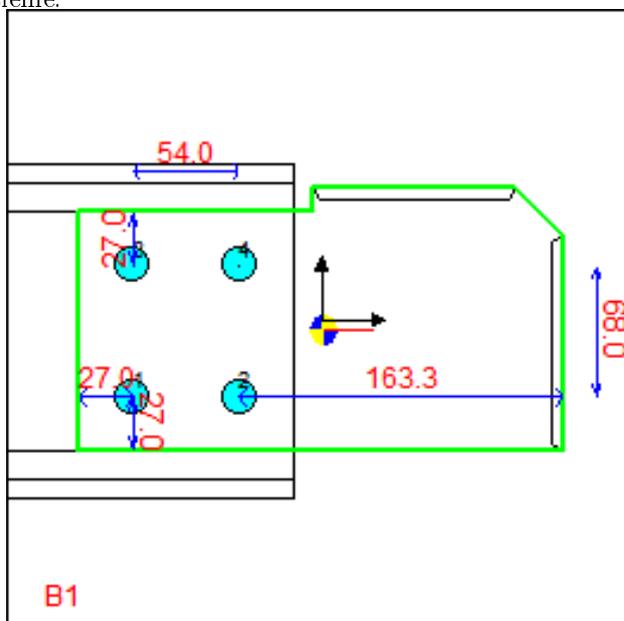
Nelle verifiche semplificate e di sezione netta di questo componente sarà tenuta in conto flessione secondo l'asse debole.

Nelle verifiche semplificate e di sezione netta di questo componente sarà tenuta in conto flessione secondo l'asse forte.

- t**= 10.0 mm
- b** 244.3 mm
- h** 134.0 mm
- b1**= 118.0 mm
- h1**= 122.0 mm
- cb**= 24.0 mm
- ch**= 24.0 mm

2.2.4 Bullonature

In quanto segue viene fornita una chiara descrizione di tutti i gruppi di bulloni aggiunti a questo nodo **AA**. Per "gruppo di bulloni" (o "bolt-layout", o "bullonatura") si intende un insieme di bulloni che agiscono assieme.



B1

Origine parametrica m2-BB1|B1.

Questa bullonatura è solo a taglio: si assume che possa portare solo taglio e torsione.

Questa bullonatura porta trazione, compressione e momenti flettenti solo attraverso forze nei gambi dei bulloni.

Questa bullonatura usa una legge lineare per calcolare le forze nei bulloni causate dalla flessione.

I bulloni saranno verificati anche a compressione. Essi reagiranno anche se si utilizza una superficie di contrasto.

La bullonatura non è ad attrito: il contatto tra i gambi dei bulloni e lo spessore dei piatti forati è utilizzato per portare taglio e torsione.

Il gambo dei bulloni verrà verificato a taglio utilizzando l'area filettata del gambo dei bulloni (Ares).

I fori sono normali (non di precisione).

Questo unitore connette i seguenti componenti:

P1 [t= 10.0 mm Dist_{min(*)}= 27.0 mm Dist_{minx}= 27.0 mm Dist_{miny}= 27.0 mm] *

m2 [t= 6.0 mm Dist_{min(*)}= 27.0 mm Dist_{minx}= 27.0 mm Dist_{miny}=100000000000.0 mm].

Tabella 2.5: Bulloni

| CLASSE | Diametro mm | Foro mm | Sezioni | Area mm ² | Ares mm ² | $F_{v,Rd}$ N | $F_{t,Rd}$ N | N_{ini} N |
|--------|----------------|------------|---------|-------------------------|-------------------------|-----------------|-----------------|----------------|
| 8.8 | 16.0 | 18.0 | 1 | 201.1 | 157.0 | 60288.0 | 90432.0 | 0.0 |

Tabella 2.6: Bullonatura, dati geometrici

| x_c mm | y_c mm | α deg | J_x mm ² | J_y mm ² | J_{xy} mm ² | β deg |
|-------------|-------------|-----------------|--------------------------|--------------------------|-----------------------------|----------------|
| 0.0 | 0.0 | 0.000 | 0.5 | 0.3 | 0.0 | -0.000 |

Tabella 2.7: Bullonatura, Dati Statici

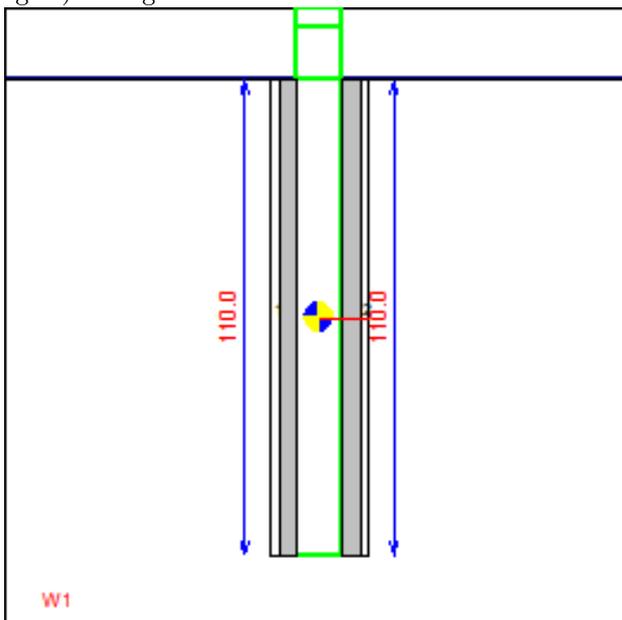
| A_{cT} mm ² | J_u mm ² | J_v mm ² | J_p mm ² | Indice di flessibilità | Fattore effetto leva |
|-----------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|------------------------|----------------------|
| 628.0 | 0.5 | 0.3 | 7540.0 | 1.000 | 1.000 |

Tabella 2.8: Singoli Bulloni

| B | x_i mm | y_i mm | A_{cT} mm ² | WT_{ui} mm | WT_{vi} mm | WT_i mm | W_{ui} mm | W_{vi} mm |
|-------------|-------------|-------------|-----------------------------|-----------------|-----------------|--------------|----------------|----------------|
| 1-SO(0.000) | -27.0 | -34.0 | 628.0 | 221.8 | -279.3 | 173.7 | -138.4 | 111.0 |
| 2-SO(0.000) | 27.0 | -34.0 | 628.0 | 221.8 | 279.3 | 173.7 | -138.4 | -111.0 |
| 3-SO(0.000) | -27.0 | 34.0 | 628.0 | -221.8 | -279.3 | 173.7 | 138.4 | 111.0 |
| 4-SO(0.000) | 27.0 | 34.0 | 628.0 | -221.8 | 279.3 | 173.7 | 138.4 | -111.0 |

2.2.5 Saldature

In quanto segue viene data una chiara descrizione di tutti i gruppi di cordoni aggiunti a questo nodo **AA**. Per "gruppo di cordoni" (o "weld-layout" o "saldatura") si intende un insieme di cordoni (a penetrazione o d'angolo) che agiscano assieme.



W1

Origine parametrica m2-BB1|W1.

Questo è un layout di saldature a cordoni d'angolo.
 Questo layout di saldature usa l'inerzia polare come costante torsionale.
 Questo layout di saldature è da officina.
 Questo layout di saldature considera il contatto e l'attrito.
 Questo unitore connette i seguenti componenti: **m1*P1**.

Tabella 2.9: Dati della Saldatura

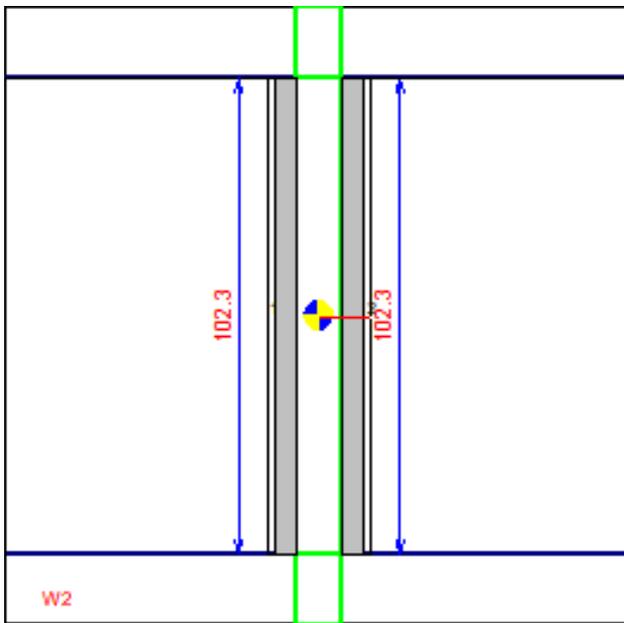
| x_c mm | y_c mm | β deg | A mm ² | J_t mm ⁴ | J_u mm ⁴ | J_v mm ⁴ | Indice di flessibilità |
|-------------|-------------|----------------|------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|------------------------|
| 0.0 | -0.0 | -0.00 | 933.4 | 988493.9 | 941159.1 | 47334.7 | 1.000 |

Tabella 2.10: Dati Geometrici dei Singoli Cordoni

| CORDONE | L mm | x_1 mm | y_1 mm | x_2 mm | y_2 mm | Inclinazione deg |
|---------|---------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------------------|
| 1 | 110.0 | -7.1 | 55.0 | -7.1 | -55.0 | -90.00 |
| 2 | 110.0 | 7.1 | -55.0 | 7.1 | 55.0 | 90.00 |

Tabella 2.11: Dati Statici dei Singoli Cordoni

| CORDONE | Angolo deg | Spessore mm | Sezione di gola mm | Tipo |
|---------|---------------|----------------|-----------------------|-------|
| 1 | 90.00 | 6.0 | 4.2 | tutto |
| 2 | 90.00 | 6.0 | 4.2 | tutto |



W2

Origine parametrica m2-BB1|W2.

Questo è un layout di saldature a cordoni d'angolo.
 Questo layout di saldature usa l'inerzia polare come costante torsionale.
 Questo layout di saldature è da officina.
 Questo layout di saldature considera il contatto e l'attrito.
 Questo unitore connette i seguenti componenti: **m1*P1**.

Tabella 2.12: Dati della Saldatura

| x_c mm | y_c mm | β deg | A mm ² | J_t mm ⁴ | J_u mm ⁴ | J_v mm ⁴ | Indice di flessibilità |
|-------------|-------------|----------------|------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|------------------------|
| -0.0 | -0.0 | -0.00 | 867.6 | 799918.3 | 755918.5 | 43999.8 | 1.000 |

Tabella 2.13: Dati Geometrici dei Singoli Cordoni

| CORDONE | L mm | x_1 mm | y_1 mm | x_2 mm | y_2 mm | Inclinazione deg |
|---------|---------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------------------|
| 1 | 102.3 | -7.1 | 51.1 | -7.1 | -51.1 | -90.00 |
| 2 | 102.3 | 7.1 | -51.1 | 7.1 | 51.1 | 90.00 |

Tabella 2.14: Dati Statici dei Singoli Cordoni

| CORDONE | Angolo deg | Spessore mm | Sezione di gola mm | Tipo |
|---------|---------------|----------------|-----------------------|-------|
| 1 | 90.00 | 6.0 | 4.2 | tutto |
| 2 | 90.00 | 6.0 | 4.2 | tutto |

2.2.6 Variabili pre-definite, variabili aggiuntive, e verifiche definite con formule chiuse

In quanto segue, se richiesto, sono enumerate le variabili predefinite e aggiuntive presenti nel nodo **AA**. In una tabella separata, se sono state definite, sono anche enumerate le verifiche aggiuntive con formule chiuse.

— skipped —

Capitolo 3

Casi di carico e combinazioni

In questo modello le azioni che agiscono all'estremità delle membrature state importate da un modello agli elementi finiti già esistente.

Il modello agli elementi finiti iniziale della struttura è stato creato all'interno di CSE usando i comandi di meshing interni ad esso. .

Ci sono **1** combinazioni definite in this connection, e **1** istanze. Ciò significa che sono state verificate in realtà **1×1** condizioni di carico. Le combinazioni sono state totalmente definite dall'Utente, specificando i valori delle azioni interne a tutti gli estremi delle membrature. .

3.1 Forze applicate

La tabella seguente riepiloga tutte le forze applicate agli estremi di ciascuna membratura. Le forze applicate sono valori di input per CSE; i collegamenti dovrebbero essere in grado di consentire il corretto flusso di forze e momenti da una membratura all'altra. Al fine di capire il significato dei numeri, bisogna considerare quanto segue.

1. Le forze sono indicate nel sistema di riferimento locale dell'elemento finito usato per la membratura. L'asse 1 è l'asse dell'elemento; l'asse 2 è uno dei due assi principali della sezione (solitamente quello perpendicolare all'anima); l'asse 3 è l'altro asse principale della sezione.
2. Le forze sono indicate per tutte le membrature, in tutte le combinazioni e in tutte le istanze del collegamento.

Tabella 3.1: Azioni Membrature per istanza e combinazione

| MEM | IST | COMBI | N | V ₂ | V ₃ | M _t | M ₂ | M ₃ |
|----------------|-----|-------|-----|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| id | n | n | kN | kN | kN | kN m | kN m | kN m |
| m ₁ | 1 | 1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| m ₂ | 1 | 1 | 0.0 | 0.0 | -30.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |

<>

Capitolo 4

Risultati delle verifiche: involuppi

Le immagini seguenti riportano i risultati delle verifiche sotto forma di coefficienti di utilizzo (o sfruttamento): si tratta di numeri adimensionali che generalmente sono definiti come rapporti tra un indice di collasso e un valore limite in accordo a tale modalità di collasso. Questo rapporto può essere un rapporto tra forze, tra sforzi, tra spostamenti o tra numeri puri, in base alla particolare modalità di collasso verificata e alla particolare formula usata. Quando il coefficiente di utilizzo è > 1 , la verifica non è soddisfatta. Al contrario, se il coefficiente è < 1 , la verifica è soddisfatta. In questa sezione sono mostrati gli involuppi dei risultati delle verifiche, vale a dire i massimi coefficienti di utilizzo dei vari componenti, al variare di tutte le istanze del collegamento, di tutte le combinazioni di verifica e di tutte le verifiche eseguite su ogni singolo componente.

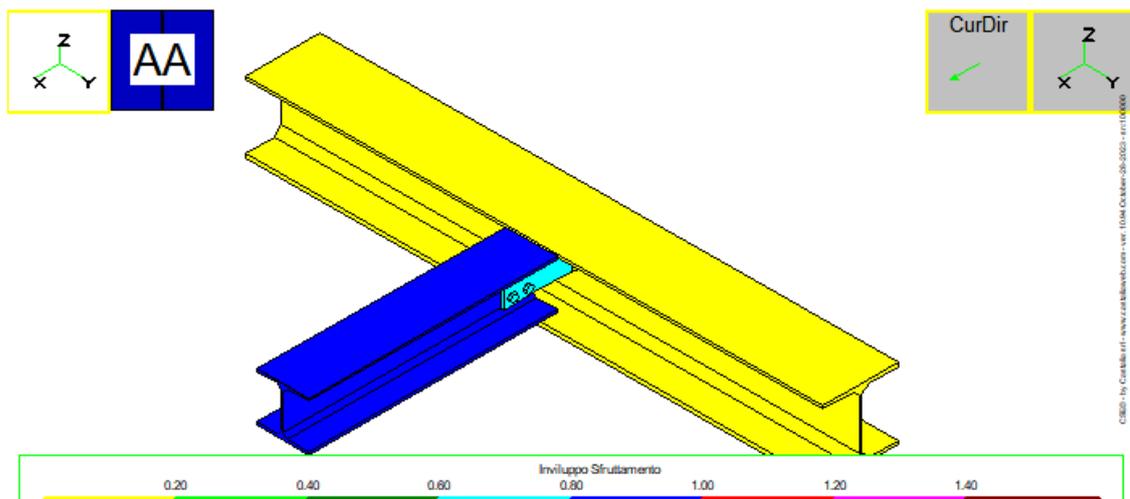


Figura 4.1: Vista isometrica del modello con massimi coefficienti di utilizzo mappati in falsi colori

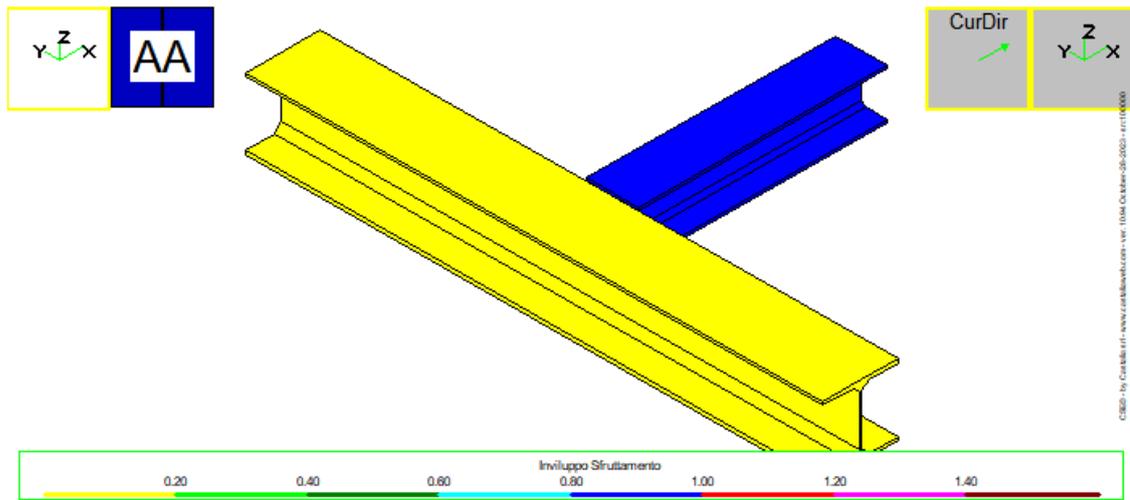


Figura 4.2: Vista isometrica del modello con massimi coefficienti di utilizzo mappati in falsi colori

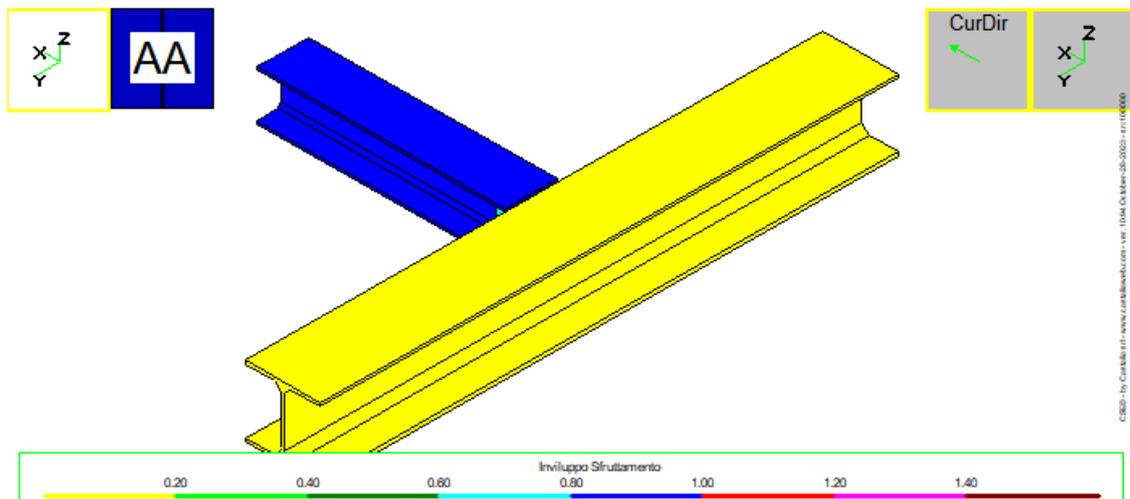


Figura 4.3: Vista isometrica del modello con massimi coefficienti di utilizzo mappati in falsi colori

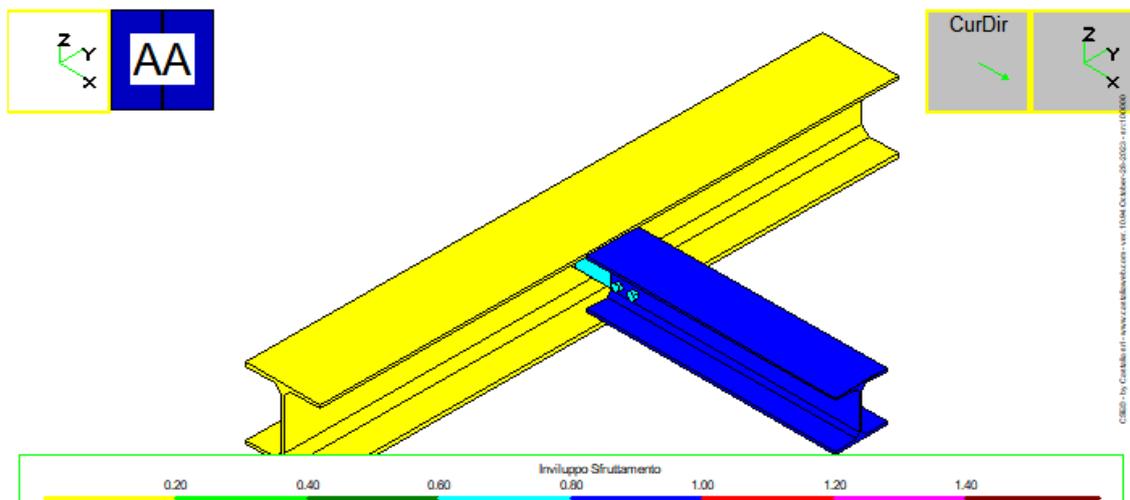


Figura 4.4:

Nelle tabelle seguenti sono stampati i massimi coefficienti di utilizzo per tutte le membrature, tutti i

tramite e tutti gli unitori del collegamento. Viene inoltre indicata la modalità di collasso che ha originato ciascun coefficiente di utilizzo.

Tabella 4.1: Inviluppo sfruttamenti bullonature

| BL | BUL | SFR | IST | CB | CAUSA | — |
|-----------|------------|------------|------------|-----------|--------------|----------|
| id | n | val | n | n | - | - |
| B1 | 1 | 0.641 | 1 | 1 | UTENTE | |
| B1 | 2 | 0.641 | 1 | 1 | UTENTE | |
| B1 | 3 | 0.641 | 1 | 1 | UTENTE | |
| B1 | 4 | 0.641 | 1 | 1 | UTENTE | |

<>

Tabella 4.2: Inviluppo sfruttamenti saldature

| WL | SAL | SFR | IST | CB | CAUSA | — |
|-----------|------------|------------|------------|-----------|--------------|----------|
| id | n | val | n | n | - | - |
| W1 | 1 | 0.102 | 1 | 1 | UTENTE | |
| W1 | 2 | 0.102 | 1 | 1 | UTENTE | |
| W2 | 1 | 0.052 | 1 | 1 | UTENTE | |
| W2 | 2 | 0.052 | 1 | 1 | UTENTE | |

<>

Tabella 4.3: Inviluppo sfruttamenti membrature

| | MEM | SFR | IST | CB | CAUSA | — |
|----|------------|------------|------------|-----------|--------------|----------|
| | id | val | n | n | - | - |
| m1 | 0.099 | 1 | 1 | VERIFICA | UTENTE | |
| m2 | 0.937 | 1 | 1 | VERIFICA | UTENTE | |

<>

Tabella 4.4: Inviluppo sfruttamenti tramite

| | PEZZO | SFRUT | IST | COMBI | CAUSA | — |
|----|--------------|--------------|------------|--------------|--------------|----------|
| | id | val | n | n | - | - |
| P1 | 0.645 | 1 | 1 | VERIFICA | UTENTE | |

<>

4.1 Peggior risultato per componente

4.1.1 Tabella riassuntiva

Tabella 4.5: Inviluppo verifiche

| | COMP. | Check | UT | IS | NODO | CB | - |
|---------------------------------|--------------|---|-----------|-----------|-------------|-----------|----------|
| m ₁ ← m ₂ | | Verifica a ataglio dell'anima | 0.099 | 1 | 7 | 1 | ok |
| m ₂ ← m ₂ | | Verifica a rotazione del blocco spess/2 (SCI-P358 pag. 112) | 0.937 | 1 | 7 | 1 | ok |
| P1 (m2-BB1 P1) | | Verifica a rotazione del blocco spess/1 (SCI-P358 pag. 112) | 0.645 | 1 | 7 | 1 | ok |
| W1 (m2-BB1 W1) | | Resistenza del cordone d'angolo P4.5.3.3. | 0.102 | 1 | 7 | 1 | ok |
| W2 (m2-BB1 W2) | | Resistenza del cordone d'angolo P4.5.3.3. | 0.052 | 1 | 7 | 1 | ok |
| B1 (m2-BB1 B1) | | Resistenza a taglio bulloni (Table 3.4) | 0.641 | 1 | 7 | 1 | ok |

<>

4.1.2 Breve descrizione delle verifiche in forma chiusa

$$(m_1 \leftarrow m_2) 1.500e + 04 N = 0.5 \cdot T_{3,cal,m2} < h_{P1} \cdot t_{w,m1} \cdot \frac{f_{y,m1}}{(\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0})} = 1.520e + 05 N$$

$$(m_2 \leftarrow m_2) 5.820e + 06 N \text{ mm} = |M_{wg,Ed,t2,B1}| < \min(M_{w,Rd,Va2,B1} + M_{w,Rd,Ma2,B1}, M_{w,Rd,Vb2,B1} + M_{w,Rd,Mb2,B1}) = 6.208e + 06 N \text{ mm}$$

$$P1(m_2 - BB1|P1) \rightarrow 5.820e + 06 N \text{ mm} = |M_{wg,Ed,t1,B1}| < \min(M_{w,Rd,Va1,B1} + M_{w,Rd,Ma1,B1}, M_{w,Rd,Vb1,B1} + M_{w,Rd,Mb1,B1}) = 9.030e + 06 N \text{ mm}$$

$$W1(m_2 - BB1|W1) \rightarrow 2.374e + 01 N / \text{mm}^2 = \sigma_{Id,W1} < \frac{\min(f_{u,P1}, f_{u,m1})}{(\sqrt{3} \cdot \beta_{w,W1} \cdot \gamma_{M2})} = 2.337e + 02 N / \text{mm}^2$$

$$W2(m_2 - BB1|W2) \rightarrow 1.226e + 01 N / \text{mm}^2 = \sigma_{Id,W2} < \frac{\min(f_{u,P1}, f_{u,m1})}{(\sqrt{3} \cdot \beta_{w,W2} \cdot \gamma_{M2})} = 2.337e + 02 N / \text{mm}^2$$

$$B1(m_2 - BB1|B1) \rightarrow 3.863e + 04 N = V_{B1} < F_{v,Rd,B1} = 6.029e + 04 N$$

4.2 Involuppo delle verifiche in forma chiusa. Componente: m1

4.2.1 Verifica a ataglio dell'anima

$$SFR_{max} = 0.099$$

Istanza 1, nodo BFEM in CSE 7. Combi 1.

$$1.500e + 04 N = 0.5 \cdot T_{3,cal,m2} < h_{P1} \cdot t_{w,m1} \cdot \frac{f_{y,m1}}{(\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0})} = 1.520e + 05 N$$

Taglio applicato < Taglio limite

(*)

$$\gamma_{M0} = 1.05 \text{ (Fattore parziale gamma, M0)}$$

$$f_{y,m1} = 275 N / \text{mm}^2 \text{ (Tensione di snervamento)}$$

$$t_{w,m1} = 7.5 \text{ mm (Spessore anima)}$$

$$h_{P1} = 134 \text{ mm (parameter)}$$

$$\text{if}(UseEnv = 1) T_{3,cal,m2} = T_{3,abs,m2}$$

$$\text{else } T_{3,cal,m2} = |T_{3,m2}|$$

$$\text{Taglio m2.T3cal} = 30000 N$$

4.3 Involuppo delle verifiche in forma chiusa. Componente: m2

4.3.1 Rifollamento u dir, spessore 2 (Table 3.4)

$$SFR_{max} = 0.636$$

Istanza 1, nodo BFEM in CSE 7. Combi 1.

$$2.624e + 04 N = F_{u2,B1} < \rho_{u,Br,B1} \cdot F_{bu,Rdt2,B1} = 4.128e + 04 N$$

Massima forza applicata allo spessore, u dir, spess. 2 < Resistenza a rifollamento

(*)

$$\text{if}(IsSlotted_{B1} = 0) \rho_{u,Br,B1} = 1.$$

$$\text{else if}(\alpha_{sl,B1} = 0) \rho_{u,Br,B1} = 1.$$

$$\text{else if}(\alpha_{sl,B1} = 90) \rho_{u,Br,B1} = 0.6$$

$$\text{else } \rho_{u,Br,B1} = 0.6$$

Fattore di riduzione per fori asolati in u dir=1

$$F_{u2,B1} = \left| \frac{F_{ug,Ed,t2,B1}}{n_{B1}} \right| + \left| \frac{M_{wg,Ed,t2,B1}}{W_{Tu,B1}} \right| = 26244 N \text{ (Forza u in spessore 2)}$$

$$F_{bu,Rdt2,B1} = k_{1,u2,B1} \cdot \alpha_{bu2,B1} \cdot f_{u,m2} \cdot d_{B1} \cdot \frac{t_{t2,B1}}{\gamma_{M2}} = 41280 N \text{ (Resistenza a rifollamento u dir, spessore 2)}$$

4.3.2 Rifollamento v dir, spessore 2 (Table 3.4)

$$SFR_{max} = 0.343$$

Istanza 1, nodo BFEM in CSE 7. Combi 1.

$$2.834e + 04 N = F_{v2,B1} < \rho_{v,Br,B1} \cdot F_{bv,Rdt2,B1} = 8.256e + 04 N$$

Massima forza applicata allo spessore, v dir, spess. 2 < Resistenza a rifollamento

(*)

$$\text{if}(IsSlotted_{B1} = 0) \rho_{v,Br,B1} = 1.$$

$$\text{else if}(\alpha_{sl,B1} = 0) \rho_{v,Br,B1} = 0.6$$

$$\text{else if}(\alpha_{sl,B1} = 90) \rho_{v,Br,B1} = 1.0$$

$$\text{else } \rho_{v,Br,B1} = 0.6$$

Fattore di riduzione per fori asolati in v dir=1

$$F_{v2,B1} = \left| \frac{F_{vg,Ed,t2,B1}}{n_{B1}} \right| + \left| \frac{M_{wg,Ed,t2,B1}}{W_{Tv,B1}} \right| = 28340.8 N \text{ (Forza v in spessore 2)}$$

$$F_{bv,Rdt2,B1} = k_{1,v2,B1} \cdot \alpha_{bv2,B1} \cdot f_{u,m2} \cdot d_{B1} \cdot \frac{t_{t2,B1}}{\gamma_{M2}} = 82560 N \text{ (Resistenza a rifollamento v dir, spessore 2)}$$

4.3.3 Taglio a blocco verifica u dir, spess. 2 (P.3.10.2(3))

$$SFR_{max} = 0.000$$

Istanza 1, nodo BFEM in CSE 7. Combi 1.

$$0.000e + 00 \text{ N} = |F_{ug,Ed,t2,B1}| < \min(F_{up2,B1}, F_{um2,B1}) = 1.496e + 05 \text{ N}$$

Forza applicata su spessore, u dir, spess. 2 < Resistenza a taglio a blocco

(*)

$$F_{ug,Ed,t2,B1} = -N_{m2} = 0 \text{ N (Forza in direzione u sul gruppo (sez. t))}$$

$$F_{up2,B1} = \min(F_{upa2,B1}, F_{upc2,B1}, F_{upd2,B1}) = 149585 \text{ N (Taglio a blocco. Resistenza forza up/t2)}$$

$$F_{um2,B1} = \min(F_{uma2,B1}, F_{umc2,B1}, F_{umd2,B1}) = 1.52228e + 06 \text{ N (Taglio a blocco. Resistenza forza um/t2)}$$

4.3.4 Taglio a blocco verifica v dir, spess. 2 (P.3.10.2(3))

$$SFR_{max} = 0.000$$

Istanza 1, nodo BFEM in CSE 7. Combi 1.

$$3.000e + 04 \text{ N} = |F_{vg,Ed,t2,B1}| < \min(F_{vp2,B1}, F_{vm2,B1}) = 9.073e + 14 \text{ N}$$

Forza applicata su spessore, v dir, spess. 2 < Resistenza a taglio a blocco

(*)

$$F_{vg,Ed,t2,B1} = T_{3,m2} = -30000 \text{ N (Forza in direzione v sul gruppo (sez. t))}$$

$$F_{vp2,B1} = \min(F_{vpa2,B1}, F_{vpc2,B1}, F_{vpd2,B1}) = 9.07265e + 14 \text{ N (Taglio a blocco. Resistenza forza vp/t2)}$$

$$F_{vm2,B1} = \min(F_{vma2,B1}, F_{vmc2,B1}, F_{vmd2,B1}) = 9.07265e + 14 \text{ N (Taglio a blocco. Resistenza forza vm/t2)}$$

4.3.5 Verifica a rotazione del blocco spess/2 (SCI-P358 pag. 112)

$$SFR_{max} = 0.937$$

Istanza 1, nodo BFEM in CSE 7. Combi 1.

$$5.820e + 06 \text{ N mm} = |M_{wg,Ed,t2,B1}| < \min(M_{w,Rd,va2,B1} + M_{w,Rd,ma2,B1}, M_{w,Rd,vb2,B1} + M_{w,Rd,mb2,B1}) = 6.208e + 06 \text{ N mm}$$

Torsione applicata, spess. 2 < Resistenza a rotazione del blocco max(a, b)

(*)

$$M_{wg,Ed,t2,B1} = -39.5 \cdot \text{mm} \cdot N_{m2} + 194.0 \cdot \text{mm} \cdot T_{3,m2} = -5.82e + 06 \text{ N mm (Momento torcente Mw sul gruppo (sez. t))}$$

$$\text{if}(|h_{B1}| = 0) M_{w,Rd,va2,B1} = 1.e12$$

$$\text{else } M_{w,Rd,va2,B1} = (b_{B1} + \min(e_{up2,B1}, e_{um2,B1})) \cdot h_{B1} \cdot t_{t2,B1} \cdot \frac{f_{y,m2}}{(\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0})}$$

Torsione presa dal taglio, modo a/t2=4.99721e+06 N mm

$$\text{if}(n_{r,B1} = 1) M_{w,Rd,ma2,B1} = 1.e12$$

$$\text{else } M_{w,Rd,ma2,B1} = (1 - \rho_{a2,B1}) \cdot ((n_{r,B1} - 1) \cdot d_{r,B1})^2 \cdot f_{y,m2} \cdot \frac{t_{t2,B1}}{(6 \cdot \gamma_{M0})}$$

Torsione presa dal momento, modo a/t2=1.21105e+06 N mm

$$\text{if}(|b_{B1}| = 0) M_{w,Rd,vb2,B1} = 1.e12$$

$$\text{else } M_{w,Rd,vb2,B1} = (h_{B1} + \min(e_{vp2,B1}, e_{vm2,B1})) \cdot b_{B1} \cdot t_{t2,B1} \cdot \frac{f_{y,m2}}{(\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0})}$$

Torsione presa dal taglio, modo b/t2=4.89923e+16 N mm

$$\text{if}(n_{c,B1} = 1) M_{w,Rd,mb2,B1} = 1.e12$$

$$\text{else } M_{w,Rd,mb2,B1} = (1 - \rho_{b2,B1}) \cdot ((n_{c,B1} - 1) \cdot d_{c,B1})^2 \cdot f_{y,m2} \cdot \frac{t_{t2,B1}}{(6 \cdot \gamma_{M0})}$$

Torsione presa dal momento, modo b/t2=763714 N mm

4.3.6 Verifica a taglio EC3 1.1 P6.2.6

$$SFR_{max} = 0.137$$

Istanza 1, nodo BFEM in CSE 7. Combi 1.

$$3.000e + 04 \text{ N} = |F_{vg,Ed,t2,B1}| < V_{lim,Gro,S1,B1,m2} = 2.188e + 05 \text{ N}$$

Taglio applicato sezione B1,S1 of m2 < Taglio limite

(*)

$$F_{vg,Ed,t2,B1} = T_{3,m2} = -30000 \text{ N (Forza in direzione v sul gruppo (sez. t))}$$

$$V_{lim,Gro,S1,B1,m2} = \min\left(\frac{f_{u,m2}}{\gamma_{M2}}, \frac{f_{y,m2}}{\gamma_{M0}}\right) \cdot \frac{A_{v,m2}}{\sqrt{3}} = 218802 \text{ N (Taglio limite sezione B1,S1 of m2)}$$

4.3.7 Azione assiale e flessione EC3 1.1 P6.2.10

$$SFR_{max} = 0.068$$

Istanza 1, nodo BFEM in CSE 7. Combi 1.

$$6.841e - 02 = \left(\frac{|F_{ug,Ed,t2,B1}|}{N_{lim,Gro,S1,B1,m2}} + \frac{(|M_{wg,Ed,t2,B1}| + |F_{ug,Ed,t2,B1} \cdot \frac{(e_{vp2,B1} - e_{vm2,B1})}{2}|)}{M_{lim,Gro,S1,B1,m2}} \right) < (1 - \rho_{Gro,S1,B1,m2}) =$$

$$1.000e + 00$$

Luogo limite sezione B1,S1 of m2 < Limite

(*)

$$e_{vp2,B1} = 1e + 12 \text{ mm (Min distanza direz. v positiva, spessore 2)}$$

$$e_{vm2,B1} = 1e + 12 \text{ mm (Min distanza direz. v negativa, spessore 2)}$$

$F_{ug,Ed,t2,B1} = -N_{m2} = 0$ N (Forza in direzione u sul gruppo (sez. t))
 $M_{wg,Ed,t2,B1} = -39.5 \cdot \text{mm} \cdot N_{m2} + 194.0 \cdot \text{mm} \cdot T_{3,m2} = -5.82e + 06$ N mm (Momento torcente Mw sul gruppo (sez. t))
 $N_{lim,Gro,S1,B1,m2} = \min(0.9 \cdot \frac{f_{u,m2}}{\gamma_{M2}}, \frac{f_{y,m2}}{\gamma_{M0}}) \cdot A_{m2} = 1.18512e + 06$ N (Azione assiale limite sezione B1,S1 of m2)
 $M_{lim,Gro,S1,B1,m2} = \min(\frac{f_{u,m2}}{\gamma_{M2}}, \frac{f_{y,m2}}{\gamma_{M0}}) \cdot W_{pl2,m2} = 8.50798e + 07$ N mm (Momento limite della sezione B1,S1 of m2)
 if $(|F_{vg,Ed,t2,B1}| < 0.5 \cdot V_{lim,Gro,S1,B1,m2}) \rho_{Gro,S1,B1,m2} = 0$
 else if $(|F_{vg,Ed,t2,B1}| < V_{lim,Gro,S1,B1,m2}) \rho_{Gro,S1,B1,m2} = (2 \cdot \frac{|F_{vg,Ed,t2,B1}|}{V_{lim,Gro,S1,B1,m2}} - 1)^2$
 else $\rho_{Gro,S1,B1,m2} = 0.999$
 Fattore di riduzione dello snervamento per la sezione B1,S1 of m2=0

4.3.8 Verifica a taglio EC3 1.1 P6.2.6

$SFR_{max} = 0.161$
 Istanza 1, nodo BFEM in CSE 7. Combi 1.
 $3.000e + 04$ N = $|F_{vg,Ed,t2,B1}| < V_{lim,Net,S1,B1,m2} = 1.861e + 05$ N
 Taglio applicato sezione B1,S1 of m2 < Taglio limite
 (*)
 $F_{vg,Ed,t2,B1} = T_{3,m2} = -30000$ N (Forza in direzione v sul gruppo (sez. t))
 $V_{lim,Net,S1,B1,m2} = \min(\frac{f_{u,m2}}{\gamma_{M2}}, \frac{f_{y,m2}}{\gamma_{M0}}) \cdot \frac{(A_{v,m2} - n_{r,B1} \cdot d_{h,B1} \cdot t_{t2,B1})}{\sqrt{3}} = 186140$ N (Taglio limite sezione B1,S1 of m2)

4.3.9 Azione assiale e flessione EC3 1.1 P6.2.10

$SFR_{max} = 0.068$
 Istanza 1, nodo BFEM in CSE 7. Combi 1.
 $6.841e - 02 = (\frac{|F_{ug,Ed,t2,B1}|}{N_{lim,Net,S1,B1,m2}} + \frac{(|M_{wg,Ed,t2,B1}| + |F_{ug,Ed,t2,B1} \cdot \frac{(e_{vp2,B1} - e_{vm2,B1})}{2}|)}{M_{lim,Net,S1,B1,m2}}) < (1 - \rho_{Net,S1,B1,m2}) =$
 $1.000e + 00$
 Luogo limite sezione B1,S1 of m2 < Limite
 (*)
 $e_{vp2,B1} = 1e + 12$ mm (Min distanza direz. v positiva, spessore 2)
 $e_{vm2,B1} = 1e + 12$ mm (Min distanza direz. v negativa, spessore 2)
 $F_{ug,Ed,t2,B1} = -N_{m2} = 0$ N (Forza in direzione u sul gruppo (sez. t))
 $M_{wg,Ed,t2,B1} = -39.5 \cdot \text{mm} \cdot N_{m2} + 194.0 \cdot \text{mm} \cdot T_{3,m2} = -5.82e + 06$ N mm (Momento torcente Mw sul gruppo (sez. t))
 $N_{lim,Net,S1,B1,m2} = \min(0.9 \cdot \frac{f_{u,m2}}{\gamma_{M2}}, \frac{f_{y,m2}}{\gamma_{M0}}) \cdot (A_{m2} - n_{r,B1} \cdot d_{h,B1} \cdot t_{t2,B1}) = 1.12855e + 06$ N (Azione assiale limite sezione B1,S1 of m2)
 $M_{lim,Net,S1,B1,m2} = \min(\frac{f_{u,m2}}{\gamma_{M2}}, \frac{f_{y,m2}}{\gamma_{M0}}) \cdot W_{pl2,m2} = 8.50798e + 07$ N mm (Momento limite della sezione B1,S1 of m2)
 if $(|F_{vg,Ed,t2,B1}| < 0.5 \cdot V_{lim,Net,S1,B1,m2}) \rho_{Net,S1,B1,m2} = 0$
 else if $(|F_{vg,Ed,t2,B1}| < V_{lim,Net,S1,B1,m2}) \rho_{Net,S1,B1,m2} = (2 \cdot \frac{|F_{vg,Ed,t2,B1}|}{V_{lim,Net,S1,B1,m2}} - 1)^2$
 else $\rho_{Net,S1,B1,m2} = 0.999$
 Fattore di riduzione dello snervamento per la sezione B1,S1 of m2=0

4.3.10 Il taglio su asse debole deve essere basso

$SFR_{max} = 0.000$
 Istanza 1, nodo BFEM in CSE 7. Combi 1.
 $0.000e + 00$ N = $T_{2,abs,m2} < 0.01 \cdot 2 \cdot b_{m2} \cdot t_{f,m2} \cdot \frac{f_{y,m2}}{\sqrt{3}} = 5.430e + 03$ N
 Taglio asse debole applicato < 1 percento della resistenza disponibile non fattorizzata
 (*)
 $f_{y,m2} = 275$ N/mm² (Tensione di snervamento)
 $T_{2,abs,m2} = 0$ N (Taglio T2 Max Abs)
 $b_{m2} = 180$ mm (Larghezza totale)
 $t_{f,m2} = 9.5$ mm (Spessore flangia)

4.4 Involuppo delle verifiche in forma chiusa. Componente: P1

4.4.1 Rifollamento u dir, spessore 1 (Table 3.4)

$SFR_{max} = 0.381$
 Istanza 1, nodo BFEM in CSE 7. Combi 1.
 $2.624e + 04$ N = $F_{u1,B1} < \rho_{u,Br,B1} \cdot F_{bu,Rdt1,B1} = 6.880e + 04$ N
 Massima forza applicata allo spessore, u dir, spess. 1 < Resistenza a rifollamento

(*)

if($IsSlotted_{B1} = 0$) $\rho_{u,Br,B1} = 1$.

else if($\alpha_{sl,B1} = 0$) $\rho_{u,Br,B1} = 1$.

else if($\alpha_{sl,B1} = 90$) $\rho_{u,Br,B1} = 0.6$

else $\rho_{u,Br,B1} = 0.6$

Fattore di riduzione per fori asolati in u dir=1

$$F_{u1,B1} = \left| \frac{F_{ug,Ed,t1,B1}}{n_{B1}} \right| + \left| \frac{M_{wg,Ed,t1,B1}}{W_{Tu,B1}} \right| = 26244 \text{ N (Forza u in spessore 1)}$$

$$F_{bu,Rdt1,B1} = k_{1,u1,B1} \cdot \alpha_{bu1,B1} \cdot f_{u,P1} \cdot d_{B1} \cdot \frac{t_{t1,B1}}{\gamma_{M2}} = 68800 \text{ N (Resistenza a rifollamento u dir, spessore 1)}$$

4.4.2 Rifollamento v dir, spessore 1 (Table 3.4)

$SFR_{max} = 0.412$

Istanza 1, nodo BFEM in CSE 7. Combi 1.

$$2.834e + 04 \text{ N} = F_{v1,B1} < \rho_{v,Br,B1} \cdot F_{bv,Rdt1,B1} = 6.880e + 04 \text{ N}$$

Massima forza applicata allo spessore, v dir, spess. 1 < Resistenza a rifollamento

(*)

if($IsSlotted_{B1} = 0$) $\rho_{v,Br,B1} = 1$.

else if($\alpha_{sl,B1} = 0$) $\rho_{v,Br,B1} = 0.6$

else if($\alpha_{sl,B1} = 90$) $\rho_{v,Br,B1} = 1.0$

else $\rho_{v,Br,B1} = 0.6$

Fattore di riduzione per fori asolati in v dir=1

$$F_{v1,B1} = \left| \frac{F_{vg,Ed,t1,B1}}{n_{B1}} \right| + \left| \frac{M_{wg,Ed,t1,B1}}{W_{Tv,B1}} \right| = 28340.8 \text{ N (Forza v in spessore 1)}$$

$$F_{bv,Rdt1,B1} = k_{1,v1,B1} \cdot \alpha_{bv1,B1} \cdot f_{u,P1} \cdot d_{B1} \cdot \frac{t_{t1,B1}}{\gamma_{M2}} = 68800 \text{ N (Resistenza a rifollamento v dir, spessore 1)}$$

4.4.3 Taglio a blocco verifica u dir, spess. 1 (P.3.10.2(3))

$SFR_{max} = 0.000$

Istanza 1, nodo BFEM in CSE 7. Combi 1.

$$0.000e + 00 \text{ N} = |F_{ug,Ed,t1,B1}| < \min(F_{up1,B1}, F_{um1,B1}) = 1.986e + 05 \text{ N}$$

Forza applicata su spessore, u dir, spess. 1 < Resistenza a taglio a blocco

(*)

$F_{ug,Ed,t1,B1} = N_{m2} = 0 \text{ N}$ (Forza in direzione u sul gruppo (sez. t))

$F_{up1,B1} = \min(F_{upa1,B1}, F_{upc1,B1}, F_{upd1,B1}) = 404639 \text{ N}$ (Taglio a blocco. Resistenza forza up/t1)

$F_{um1,B1} = \min(F_{uma1,B1}, F_{umc1,B1}, F_{umd1,B1}) = 198614 \text{ N}$ (Taglio a blocco. Resistenza forza um/t1)

4.4.4 Taglio a blocco verifica v dir, spess. 1 (P.3.10.2(3))

$SFR_{max} = 0.153$

Istanza 1, nodo BFEM in CSE 7. Combi 1.

$$3.000e + 04 \text{ N} = |F_{vg,Ed,t1,B1}| < \min(F_{vp1,B1}, F_{vm1,B1}) = 1.957e + 05 \text{ N}$$

Forza applicata su spessore, v dir, spess. 1 < Resistenza a taglio a blocco

(*)

$F_{vg,Ed,t1,B1} = -T_{3,m2} = 30000 \text{ N}$ (Forza in direzione v sul gruppo (sez. t))

$F_{vp1,B1} = \min(F_{vpa1,B1}, F_{vpc1,B1}, F_{vpd1,B1}) = 195703 \text{ N}$ (Taglio a blocco. Resistenza forza vp/t1)

$F_{vm1,B1} = \min(F_{vma1,B1}, F_{vmc1,B1}, F_{vmd1,B1}) = 195703 \text{ N}$ (Taglio a blocco. Resistenza forza vm/t1)

4.4.5 Verifica a rotazione del blocco spess/1 (SCI-P358 pag. 112)

$SFR_{max} = 0.645$

Istanza 1, nodo BFEM in CSE 7. Combi 1.

$$5.820e + 06 \text{ N mm} = |M_{wg,Ed,t1,B1}| < \min(M_{w,Rd,va1,B1} + M_{w,Rd,ma1,B1}, M_{w,Rd,vb1,B1} + M_{w,Rd,mb1,B1}) = 9.030e + 06 \text{ N mm}$$

Torsione applicata, spess. 1 < Resistenza a rotazione del blocco max(a, b)

(*)

$M_{wg,Ed,t1,B1} = 39.5 \cdot \text{mm} \cdot N_{m2} - 194.0 \cdot \text{mm} \cdot T_{3,m2} = 5.82e + 06 \text{ N mm}$ (Momento torcente Mw sul gruppo (sez. t))

if($|h_{B1}| = 0$) $M_{w,Rd,va1,B1} = 1.e12$

$$\text{else } M_{w,Rd,va1,B1} = (b_{B1} + \min(e_{up1,B1}, e_{um1,B1})) \cdot h_{B1} \cdot t_{t1,B1} \cdot \frac{f_{y,P1}}{(\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0})}$$

Torsione presa dal taglio, modo a/t1=8.32869e+06 N mm

if($n_{r,B1} = 1$) $M_{w,Rd,ma1,B1} = 1.e12$

$$\text{else } M_{w,Rd,ma1,B1} = (1 - \rho_{a1,B1}) \cdot ((n_{r,B1} - 1) \cdot d_{r,B1})^2 \cdot f_{y,P1} \cdot \frac{t_{t1,B1}}{(6 \cdot \gamma_{M0})}$$

Torsione presa dal momento, modo a/t1=2.01841e+06 N mm

if($|b_{B1}| = 0$) $M_{w,Rd,vb1,B1} = 1.e12$

$$\text{else } M_{w,Rd,vb1,B1} = (h_{B1} + \min(e_{vp1,B1}, e_{vm1,B1})) \cdot b_{B1} \cdot t_{t1,B1} \cdot \frac{f_{y,P1}}{(\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0})}$$

Torsione presa dal taglio, modo b/t1=7.75711e+06 N mm

if($n_{c,B1} = 1$) $M_{w,Rd,Mb1,B1} = 1.e12$

else $M_{w,Rd,Mb1,B1} = (1 - \rho_{b1,B1}) \cdot ((n_{c,B1} - 1) \cdot d_{c,B1})^2 \cdot f_{y,P1} \cdot \frac{t_{t1,B1}}{(6 \cdot \gamma_{M0})}$

Torsione presa dal momento, modo b/t1=1.27286e+06 N mm

4.4.6 Verifica a taglio EC3 1.1 P6.2.6

$SFR_{max} = 0.163$

Istanza 1, nodo BFEM in CSE 7. Combi 1.

$3.000e + 04 \text{ N} = |F_{vg,Ed,t1,B1}| < V_{lim,Gro,S2,B1,P1} = 1.845e + 05 \text{ N}$

Taglio applicato sezione S2 of P1 < Taglio limite

(*)

$F_{vg,Ed,t1,B1} = -T_{3,m2} = 30000 \text{ N}$ (Forza in direzione v sul gruppo (sez. t))

$V_{lim,Gro,S2,B1,P1} = \min\left(\frac{f_{u,P1}}{\gamma_{M2}}, \frac{f_{y,P1}}{\gamma_{M0}}\right) \cdot (h_{B1} + e_{vp1,B1} + e_{vm1,B1}) \cdot \frac{t_{t1,B1}}{\sqrt{3}} = 184477 \text{ N}$ (Taglio limite sezione B1,S2 of P1)

4.4.7 Azione assiale e flessione EC3 1.1 P6.2.10

$SFR_{max} = 0.597$

Istanza 1, nodo BFEM in CSE 7. Combi 1.

$5.972e - 01 = \left(\frac{|F_{ug,Ed,t1,B1}|}{N_{lim,Gro,S2,B1,P1}} + \frac{(|M_{wg,Ed,t1,B1}| + |F_{ug,Ed,t1,B1} \cdot \frac{(e_{vp1,B1} - e_{vm1,B1})}{2}|)}{M_{lim,Gro,S2,B1,P1}}\right) < (1 - \rho_{Gro,S2,B1,P1}) = 1.000e + 00$

Luogo limite sezione S2 of P1 < Limite

(*)

$e_{vp1,B1} = 27 \text{ mm}$ (Min distanza direz. v positiva, spessore 1)

$e_{vm1,B1} = 27 \text{ mm}$ (Min distanza direz. v negativa, spessore 1)

$F_{ug,Ed,t1,B1} = N_{m2} = 0 \text{ N}$ (Forza in direzione u sul gruppo (sez. t))

$M_{wg,Ed,t1,B1} = 39.5 \cdot \text{mm} \cdot N_{m2} - 194.0 \cdot \text{mm} \cdot T_{3,m2} = 5.82e + 06 \text{ N mm}$ (Momento torcente Mw sul gruppo (sez. t))

$N_{lim,Gro,S2,B1,P1} = \min\left(0.9 \cdot \frac{f_{u,P1}}{\gamma_{M2}}, \frac{f_{y,P1}}{\gamma_{M0}}\right) \cdot (h_{B1} + e_{vp1,B1} + e_{vm1,B1}) \cdot t_{t1,B1} = 319524 \text{ N}$ (Azione assiale limite sezione B1,S2 of P1)

$M_{lim,Gro,S2,B1,P1} = \min\left(\frac{f_{u,P1}}{\gamma_{M2}}, \frac{f_{y,P1}}{\gamma_{M0}}\right) \cdot (h_{B1} + e_{vp1,B1} + e_{vm1,B1})^2 \cdot \frac{t_{t1,B1}}{4} = 9.74548e + 06 \text{ N mm}$ (Momento limite della sezione B1,S2 of P1)

if($|F_{vg,Ed,t1,B1}| < 0.5 \cdot V_{lim,Gro,S2,B1,P1}$) $\rho_{Gro,S2,B1,P1} = 0$

else if($|F_{vg,Ed,t1,B1}| < V_{lim,Gro,S2,B1,P1}$) $\rho_{Gro,S2,B1,P1} = \left(2 \cdot \frac{|F_{vg,Ed,t1,B1}|}{V_{lim,Gro,S2,B1,P1}} - 1\right)^2$

else $\rho_{Gro,S2,B1,P1} = 0.999$

Fattore di riduzione dello snervamento per la sezione B1,S2 of P1=0

4.4.8 Verifica a taglio EC3 1.1 P6.2.6

$SFR_{max} = 0.231$

Istanza 1, nodo BFEM in CSE 7. Combi 1.

$3.000e + 04 \text{ N} = |F_{vg,Ed,t1,B1}| < V_{lim,Net,S2,B1,P1} = 1.300e + 05 \text{ N}$

Taglio applicato sezione S2 of P1 < Taglio limite

(*)

$F_{vg,Ed,t1,B1} = -T_{3,m2} = 30000 \text{ N}$ (Forza in direzione v sul gruppo (sez. t))

$V_{lim,Net,S2,B1,P1} = \min\left(\frac{f_{u,P1}}{\gamma_{M2}}, \frac{f_{y,P1}}{\gamma_{M0}}\right) \cdot (h_{B1} + e_{vp1,B1} + e_{vm1,B1} - n_{r,B1} \cdot d_{h,B1}) \cdot \frac{t_{t1,B1}}{\sqrt{3}} = 130041 \text{ N}$ (Taglio limite sezione B1,S2 of P1)

4.4.9 Azione assiale e flessione EC3 1.1 P6.2.10

$SFR_{max} = 0.597$

Istanza 1, nodo BFEM in CSE 7. Combi 1.

$5.972e - 01 = \left(\frac{|F_{ug,Ed,t1,B1}|}{N_{lim,Net,S2,B1,P1}} + \frac{(|M_{wg,Ed,t1,B1}| + |F_{ug,Ed,t1,B1} \cdot \frac{(e_{vp1,B1} - e_{vm1,B1})}{2}|)}{M_{lim,Net,S2,B1,P1}}\right) < (1 - \rho_{Net,S2,B1,P1}) = 1.000e + 00$

Luogo limite sezione S2 of P1 < Limite

(*)

$e_{vp1,B1} = 27 \text{ mm}$ (Min distanza direz. v positiva, spessore 1)

$e_{vm1,B1} = 27 \text{ mm}$ (Min distanza direz. v negativa, spessore 1)

$F_{ug,Ed,t1,B1} = N_{m2} = 0 \text{ N}$ (Forza in direzione u sul gruppo (sez. t))

$M_{wg,Ed,t1,B1} = 39.5 \cdot \text{mm} \cdot N_{m2} - 194.0 \cdot \text{mm} \cdot T_{3,m2} = 5.82e + 06 \text{ N mm}$ (Momento torcente Mw sul gruppo (sez. t))

$N_{lim,Net,S2,B1,P1} = \min\left(0.9 \cdot \frac{f_{u,P1}}{\gamma_{M2}}, \frac{f_{y,P1}}{\gamma_{M0}}\right) \cdot (h_{B1} + e_{vp1,B1} + e_{vm1,B1} - n_{r,B1} \cdot d_{h,B1}) \cdot t_{t1,B1} = 225238 \text{ N}$ (Azione assiale

limite sezione B1,S2 of P1)

$$M_{lim,Net,S2,B1,P1} = \min\left(\frac{f_{u,P1}}{\gamma_{M2}}, \frac{f_{y,P1}}{\gamma_{M0}}\right) \cdot (h_{B1} + e_{vp1,B1} + e_{vm1,B1})^2 \cdot \frac{t_{t1,B1}}{4} = 9.74548e + 06 \text{ N mm (Momento limite della sezione B1,S2 of P1)}$$

$$\text{if}(|F_{vg,Ed,t1,B1}| < 0.5 \cdot V_{lim,Net,S2,B1,P1}) \rho_{Net,S2,B1,P1} = 0$$

$$\text{else if}(|F_{vg,Ed,t1,B1}| < V_{lim,Net,S2,B1,P1}) \rho_{Net,S2,B1,P1} = \left(2 \cdot \frac{|F_{vg,Ed,t1,B1}|}{V_{lim,Net,S2,B1,P1}} - 1\right)^2$$

$$\text{else } \rho_{Net,S2,B1,P1} = 0.999$$

Fattore di riduzione dello snervamento per la sezione B1,S2 of P1=0

4.4.10 Verifica instabilita, P1 EC3 1.1. P

$$SFR_{max} = 0.000$$

Istanza 1, nodo BFEM in CSE 7. Combi 1.

$$0.000e + 00 = N_{comcal,m2} < \text{chic}(\lambda_{s,P1}) \cdot (t_{P1} \cdot h_{P1}) \cdot \frac{f_{y,P1}}{\gamma_{M1}} = 3.510e + 05$$

Compressione applicata < Compressione limite

(*)

$$\gamma_{M1} = 1.05 \text{ (Fattore parziale gamma, M1)}$$

$$f_{y,P1} = 275 \text{ N/mm}^2 \text{ (Tensione di snervamento)}$$

$$h_{P1} = 134 \text{ mm (parameter)}$$

$$t_{P1} = 10 \text{ mm (Spessore)}$$

$$\text{if}(Use_{Env} = 1) N_{comcal,m2} = N_{com,m2}$$

$$\text{else } N_{comcal,m2} = |\min(N_{m2}, 0.)|$$

Azione assiale di compressione m2.Ncomcal=0 N

$$\lambda_{s,P1} = \sqrt{12} \cdot \left(\frac{(gap_{m2,de} + e_{u2,B1,de} + 0.5 \cdot b_{B1})}{h_{P1}}\right) \cdot \left(\frac{\sqrt{\frac{f_{y,P1}}{E_{EC3}}}}{\pi}\right) = 0.0190578 \text{ (Snellezza)}$$

4.4.11 Verifica svergolamento, P1

$$SFR_{max} = 0.462$$

Istanza 1, nodo BFEM in CSE 7. Combi 1.

$$3.492e + 06 \text{ N mm} = (0.6 \cdot M_{wg,Ed,t1,B1}) < \text{chid}(\lambda_{LT,P1}) \cdot (t_{P1} \cdot \frac{(h_{P1}^2)}{6}) \cdot \frac{f_{y,P1}}{\gamma_{M1}} = 7.563e + 06 \text{ N mm}$$

Momento applicato < Momento limite

(*)

$$\gamma_{M1} = 1.05 \text{ (Fattore parziale gamma, M1)}$$

$$f_{y,P1} = 275 \text{ N/mm}^2 \text{ (Tensione di snervamento)}$$

$$h_{P1} = 134 \text{ mm (parameter)}$$

$$t_{P1} = 10 \text{ mm (Spessore)}$$

$$M_{wg,Ed,t1,B1} = 39.5 \cdot \text{mm} \cdot N_{m2} - 194.0 \cdot \text{mm} \cdot T_{3,m2} = 5.82e + 06 \text{ N mm (Momento torcente Mw sul gruppo (sez. t))}$$

$$\lambda_{LT,P1} = \left(\frac{2.8}{86.4}\right) \cdot \sqrt{(gap_{m2,de} + e_{u2,B1,de} + 0.5 \cdot b_{B1}) \cdot \frac{h_{P1}}{(1.5 \cdot t_{P1}^2)}} = 0.245042 \text{ (Snellezza SCI 358 p. 108)}$$

4.4.12 Verifica taglio EC3 1.1 P6.2.6

$$SFR_{max} = 0.000$$

Istanza 1, nodo BFEM in CSE 7. Combi 1.

$$0.000e + 00 \text{ N} = |T_{2,cal,m2}| < V_{lim,Gro,S1,P1} = 2.026e + 05 \text{ N}$$

Taglio applicato sezione S1 di P1 < Taglio limite

(*)

$$\text{if}(Use_{Env} = 1) T_{2,cal,m2} = T_{2,abs,m2}$$

$$\text{else } T_{2,cal,m2} = |T_{2,m2}|$$

$$\text{Taglio m2.T2cal}=0 \text{ N}$$

$$V_{lim,Gro,S1,P1} = \min\left(\frac{f_{u,P1}}{\gamma_{M2}}, \frac{f_{y,P1}}{\gamma_{M0}}\right) \cdot h_{P1} \cdot \frac{t_{P1}}{\sqrt{3}} = 202622 \text{ N (Taglio limite sezione S1 di P1)}$$

4.4.13 Taglio e flessione comb. EC3 1.1 P6.2.10

$$SFR_{max} = 0.000$$

Istanza 1, nodo BFEM in CSE 7. Combi 1.

$$0.000e + 00 = \frac{|T_{2,cal,m2} \cdot |el_{1,m2}||}{M_{lim,Gro,S1,P1}} < (1 - \rho_{Gro,S1,P1}) = 1.000e + 00$$

Luogo limite sezione S1 di P1 < Limite

(*)

$$el_{1,m2} = 0 \text{ mm (Elongazione (+) / accorciamento (-))}$$

$$\text{if}(Use_{Env} = 1) T_{2,cal,m2} = T_{2,abs,m2}$$

$$\text{else } T_{2,cal,m2} = |T_{2,m2}|$$

$$\text{Taglio m2.T2cal}=0 \text{ N}$$

$M_{lim,Gro,S1,P1} = \min\left(\frac{f_{u,P1}}{\gamma_{M2}}, \frac{f_{y,P1}}{\gamma_{M0}}\right) \cdot h_{P1} \cdot \frac{t_{P1}^2}{4} = 877381 \text{ N mm}$ (Momento limite sezione S1 di P1)
 if ($|T_{2,cal,m2}| < 0.5 \cdot V_{lim,Gro,S1,P1}$) $\rho_{Gro,S1,P1} = 0$
 else if ($|T_{2,cal,m2}| < V_{lim,Gro,S1,P1}$) $\rho_{Gro,S1,P1} = \left(2 \cdot \frac{|T_{2,cal,m2}|}{V_{lim,Gro,S1,P1}} - 1\right)^2$
 else $\rho_{Gro,S1,P1} = 0.999$
 Fattore di riduzione snervamento sezione S1 di P1=0

4.5 Inviluppo delle verifiche in forma chiusa. Componente: B1

4.5.1 Verifica minimo numero bulloni

$SFR_{max} = 0.000$
 Istanza 1, nodo BFEM in CSE 7. Combi 1.
 $4.000e + 00 = n_{r,B1} \cdot n_{c,B1} \geq 2 = 2.000e + 00$
 Numero bulloni \geq Minimo numero bulloni
 (*)
 $n_{r,B1} = 2$ (Numero di righe)
 $n_{c,B1} = 2$ (Numero di colonne)

4.5.2 Verifica distanza righe min

$SFR_{max} = 0.000$
 Istanza 1, nodo BFEM in CSE 7. Combi 1.
 $6.800e + 01 \text{ mm} = d_{r,B1} \geq 2.2 \cdot d_{h,B1} = 3.960e + 01 \text{ mm}$
 Distanza righe \geq Minima distanza righe
 (*)
 $d_{r,B1} = 68 \text{ mm}$ (Distanza tra le righe)
 $d_{h,B1} = 18 \text{ mm}$ (Diametro del foro)

4.5.3 Verifica spaziatura max dr/t1

$SFR_{max} = 0.000$
 Istanza 1, nodo BFEM in CSE 7. Combi 1.
 $6.800e + 01 \text{ mm} = d_{r,B1} \leq \min(14 \cdot t_{t1,B1}, 200 \cdot \text{mm}) = 1.400e + 02 \text{ mm}$
 Distanza righe \leq Max distanza righe
 (*)
 $\text{mm} = 1 \text{ mm}$ (Millimetro)
 $d_{r,B1} = 68 \text{ mm}$ (Distanza tra le righe)
 $t_{t1,B1} = 10 \text{ mm}$ (Spessore 1)

4.5.4 Verifica distanza colonne min

$SFR_{max} = 0.000$
 Istanza 1, nodo BFEM in CSE 7. Combi 1.
 $5.400e + 01 \text{ mm} = d_{c,B1} \geq 2.4 \cdot d_{h,B1} = 4.320e + 01 \text{ mm}$
 Distanza colonne \geq Minima distanza colonne
 (*)
 $d_{c,B1} = 54 \text{ mm}$ (Distanza tra le colonne)
 $d_{h,B1} = 18 \text{ mm}$ (Diametro del foro)

4.5.5 Verifica spaziatura max dc/t1

$SFR_{max} = 0.000$
 Istanza 1, nodo BFEM in CSE 7. Combi 1.
 $5.400e + 01 \text{ mm} = d_{c,B1} \leq \min(14 \cdot t_{t1,B1}, 200 \cdot \text{mm}) = 1.400e + 02 \text{ mm}$
 Distanza colonne \leq Max distanza colonne
 (*)
 $\text{mm} = 1 \text{ mm}$ (Millimetro)
 $d_{c,B1} = 54 \text{ mm}$ (Distanza tra le colonne)
 $t_{t1,B1} = 10 \text{ mm}$ (Spessore 1)

4.5.6 Verifica distanza bordo

$SFR_{max} = 0.000$
 Istanza 1, nodo BFEM in CSE 7. Combi 1.
 $2.700e + 01 \text{ mm} = \min(e_{up1,B1}, e_{um1,B1}, e_{vp1,B1}, e_{vm1,B1}) \geq 1.2 \cdot d_{h,B1} = 2.160e + 01 \text{ mm}$

Min distanza bordoe>=Min possibile distanza bordo

(*)

$d_{h,B1} = 18$ mm (Diametro del foro)

$e_{up1,B1} = 163.25$ mm (Min distanza direz. u positiva, spessore 1)

$e_{um1,B1} = 27$ mm (Min distanza direz. u negativa, spessore 1)

$e_{vp1,B1} = 27$ mm (Min distanza direz. v positiva, spessore 1)

$e_{vm1,B1} = 27$ mm (Min distanza direz. v negativa, spessore 1)

4.5.7 Verifica minimo numero bulloni

$SFR_{max} = 0.000$

Istanza 1, nodo BFEM in CSE 7. Combi 1.

$4.000e + 00 = n_{r,B1} \cdot n_{c,B1} \geq 2 = 2.000e + 00$

Numero bulloni>=Minimo numero bulloni

(*)

$n_{r,B1} = 2$ (Numero di righe)

$n_{c,B1} = 2$ (Numero di colonne)

4.5.8 Verifica distanza righe min

$SFR_{max} = 0.000$

Istanza 1, nodo BFEM in CSE 7. Combi 1.

$6.800e + 01$ mm = $d_{r,B1} \geq 2.2 \cdot d_{h,B1} = 3.960e + 01$ mm

Distanza righe>=Minima distanza righe

(*)

$d_{r,B1} = 68$ mm (Distanza tra le righe)

$d_{h,B1} = 18$ mm (Diametro del foro)

4.5.9 Verifica spaziatura max dr/t2

$SFR_{max} = 0.000$

Istanza 1, nodo BFEM in CSE 7. Combi 1.

$6.800e + 01$ mm = $d_{r,B1} \leq \min(14 \cdot t_{t2,B1}, 200 \cdot \text{mm}) = 8.400e + 01$ mm

Distanza righe<=Max distanza righe

(*)

mm = 1 mm (Millimetro)

$d_{r,B1} = 68$ mm (Distanza tra le righe)

$t_{t2,B1} = 6$ mm (Spessore 2)

4.5.10 Verifica distanza colonne min

$SFR_{max} = 0.000$

Istanza 1, nodo BFEM in CSE 7. Combi 1.

$5.400e + 01$ mm = $d_{c,B1} \geq 2.4 \cdot d_{h,B1} = 4.320e + 01$ mm

Distanza colonne>=Minima distanza colonne

(*)

$d_{c,B1} = 54$ mm (Distanza tra le colonne)

$d_{h,B1} = 18$ mm (Diametro del foro)

4.5.11 Verifica spaziatura max dc/t2

$SFR_{max} = 0.000$

Istanza 1, nodo BFEM in CSE 7. Combi 1.

$5.400e + 01$ mm = $d_{c,B1} \leq \min(14 \cdot t_{t2,B1}, 200 \cdot \text{mm}) = 8.400e + 01$ mm

Distanza colonne<=Max distanza colonne

(*)

mm = 1 mm (Millimetro)

$d_{c,B1} = 54$ mm (Distanza tra le colonne)

$t_{t2,B1} = 6$ mm (Spessore 2)

4.5.12 Verifica distanza bordo

$SFR_{max} = 0.000$

Istanza 1, nodo BFEM in CSE 7. Combi 1.

$2.700e + 01$ mm = $\min(e_{up2,B1}, e_{um2,B1}, e_{vp2,B1}, e_{vm2,B1}) \geq 1.2 \cdot d_{h,B1} = 2.160e + 01$ mm

Min distanza bordoe>=Min possibile distanza bordo

(*)

$d_{h,B1} = 18$ mm (Diametro del foro)

$e_{up2,B1} = 27$ mm (Min distanza direz. u positiva, spessore 2)
 $e_{um2,B1} = 779$ mm (Min distanza direz. u negativa, spessore 2)
 $e_{vp2,B1} = 1e + 12$ mm (Min distanza direz. v positiva, spessore 2)
 $e_{vm2,B1} = 1e + 12$ mm (Min distanza direz. v negativa, spessore 2)

4.5.13 Resistenza a taglio bulloni (Table 3.4)

$SFR_{max} = 0.641$
 Istanza 1, nodo BFEM in CSE 7. Combi 1.
 $3.863e + 04$ N = $V_{B1} < F_{v,Rd,B1} = 6.029e + 04$ N
 Massima forza applicata per bullone < Resistenza di un bullone
 (*)
 $V_{B1} = \sqrt{V_{v,B1}^2 + V_{u,B1}^2} = 38625.8$ N (Taglio risultante per bullone)
 $if(Uset_{T,B1} = 1) F_{v,Rd,B1} = \beta_{Lf,B1} \cdot bolt_{Alphav} \cdot A_{res,B1} \cdot \frac{f_{ub,B1}}{\gamma_{M2}}$
 else $F_{v,Rd,B1} = \beta_{Lf,B1} \cdot bolt_{Alphav} \cdot A_{B1} \cdot \frac{f_{ub,B1}}{\gamma_{M2}}$
 Resistenza a taglio per bullone e piano di taglio = 60288 N

4.6 Inviluppo delle verifiche in forma chiusa. Componente: W1

4.6.1 Verifica min sezione di gola

$SFR_{max} = 0.000$
 Istanza 1, nodo BFEM in CSE 7. Combi 1.
 $4.243e + 00$ mm = $a_{min,W1} \geq 3 \cdot$ mm = $3.000e + 00$ mm
 Sezione di gola >= Minima sezione di gola
 (*)
 mm = 1 mm (Millimetro)
 $a_{min,W1} = 4.24264$ mm (Min gola)

4.6.2 Minima lunghezza cordone

$SFR_{max} = 0.000$
 Istanza 1, nodo BFEM in CSE 7. Combi 1.
 $1.100e + 02$ mm = $l_{min,W1} \geq \min(6 \cdot a_{min,W1}, 30 \cdot$ mm) = $2.546e + 01$ mm
 Lunghezza cordone >= Minima lunghezza cordone
 (*)
 mm = 1 mm (Millimetro)
 $a_{min,W1} = 4.24264$ mm (Min gola)
 $l_{min,W1} = 110$ mm (Min lunghezza)

4.6.3 Resistenza del cordone d'angolo P4.5.3.3.

$SFR_{max} = 0.102$
 Istanza 1, nodo BFEM in CSE 7. Combi 1.
 $2.374e + 01$ N/ mm² = $\sigma_{Id,W1} < \frac{\min(f_{u,P1}, f_{u,m1})}{(\sqrt{3} \cdot \beta_w, W1 \cdot \gamma_{M2})} = 2.337e + 02$ N/ mm²
 Sforzo efficace ideale < Sforzo ultimo
 (*)
 $\gamma_{M2} = 1.25$ (Fattore parziale gamma, M2)
 $f_{u,m1} = 430$ N/ mm² (Tensione di rottura)
 $f_{u,P1} = 430$ N/ mm² (Tensione di rottura)
 $if(\min(f_{y,P1}, f_{y,m1}) = 235 \cdot$ MPa) $\beta_w, W1 = 0.8$
 $else if(\min(f_{y,P1}, f_{y,m1}) = 275 \cdot$ MPa) $\beta_w, W1 = 0.85$
 $else if(\min(f_{y,P1}, f_{y,m1}) = 355 \cdot$ MPa) $\beta_w, W1 = 0.9$
 $else if(\min(f_{y,P1}, f_{y,m1}) = 420 \cdot$ MPa) $\beta_w, W1 = 1$
 $else \beta_w, W1 = 0.8$
 $beta_w = 0.85$
 $\sigma_{Id,W1} = \sqrt{\sigma_{W1}^2 + \tau_{W1}^2} = 23.7432$ N/ mm² (Sforzo combinato)

4.7 Inviluppo delle verifiche in forma chiusa. Componente: W2

4.7.1 Verifica min sezione di gola

$SFR_{max} = 0.000$
 Istanza 1, nodo BFEM in CSE 7. Combi 1.

$4.243e + 00 \text{ mm} = a_{min,W2} \geq 3 \cdot \text{mm} = 3.000e + 00 \text{ mm}$
 Sezione di gola \geq Minima sezione di gola
 (*)
 mm = 1 mm (Millimetro)
 $a_{min,W2} = 4.24264 \text{ mm}$ (Min gola)

4.7.2 Minima lunghezza cordone

$SFR_{max} = 0.000$
 Istanza 1, nodo BFEM in CSE 7. Combi 1.
 $1.023e + 02 \text{ mm} = l_{min,W2} \geq \min(6 \cdot a_{min,W2}, 30 \cdot \text{mm}) = 2.546e + 01 \text{ mm}$
 Lunghezza cordone \geq Minima lunghezza cordone
 (*)
 mm = 1 mm (Millimetro)
 $a_{min,W2} = 4.24264 \text{ mm}$ (Min gola)
 $l_{min,W2} = 102.25 \text{ mm}$ (Min lunghezza)

4.7.3 Resistenza del cordone d'angolo P4.5.3.3.

$SFR_{max} = 0.052$
 Istanza 1, nodo BFEM in CSE 7. Combi 1.
 $1.226e + 01 \text{ N/mm}^2 = \sigma_{Id,W2} < \frac{\min(f_{u,P1}, f_{u,m1})}{(\sqrt{3} \cdot \beta_{w,W2} \cdot \gamma_{M2})} = 2.337e + 02 \text{ N/mm}^2$
 Sforzo efficace ideale < Sforzo ultimo
 (*)
 $\gamma_{M2} = 1.25$ (Fattore parziale gamma, M2)
 $f_{u,m1} = 430 \text{ N/mm}^2$ (Tensione di rottura)
 $f_{u,P1} = 430 \text{ N/mm}^2$ (Tensione di rottura)
 if ($\min(f_{y,P1}, f_{y,m1}) = 235 \cdot \text{MPa}$) $\beta_{w,W2} = 0.8$
 else if ($\min(f_{y,P1}, f_{y,m1}) = 275 \cdot \text{MPa}$) $\beta_{w,W2} = 0.85$
 else if ($\min(f_{y,P1}, f_{y,m1}) = 355 \cdot \text{MPa}$) $\beta_{w,W2} = 0.9$
 else if ($\min(f_{y,P1}, f_{y,m1}) = 420 \cdot \text{MPa}$) $\beta_{w,W2} = 1$
 else $\beta_{w,W2} = 0.8$
 beta,w=0.85
 $\sigma_{Id,W2} = \sqrt{\sigma_{W2}^2 + \tau_{W2}^2} = 12.2591 \text{ N/mm}^2$ (Sforzo combinato)

Capitolo 5

Simboli

Tabella 5.1: Elenco dei simboli principali

| Simbolo | Significato |
|---------------|---|
| a | Distanza dal lato libero negli ancoraggi. Sezione di gola di cordone. |
| A | Area lorda. |
| A_{comp} | Area da usare nei calcoli: taglio nel gambo dei bulloni. |
| A_{gp} | Area lorda di un perno. |
| A_{res} | Area filettata di un gambo di bullone. |
| A_{cT} | Area di calcolo totale A_{comp} dei bulloni di un gruppo. |
| $Area$ | Area |
| B | Bullone |
| BL | Bullonatura (gruppo di bulloni) |
| BLT | Bullone singolo |
| β | Angolo tra gli assi principali (u, v) e gli assi di riferimento (x, y) |
| β_w | Fattore di correlazione per la forza per unità di lunghezza limite in un cordone. |
| CB | Numero di combinazione (Id combinazione Staad) |
| e | Coefficiente di utilizzazione complessivo. |
| E | Modulo di elasticità di Young |
| e_N | Coefficiente di utilizzazione dovuto alla sola azione assiale. |
| e_V | Coefficiente di utilizzazione dovuto al solo taglio. |
| ϕ | Coefficiente di foro nelle bullonature ad attrito. Diametro del bullone. |
| f_{bd} | Tensione di aderenza di progetto del calcestruzzo. |
| f_{cd} | Sforzo di compressione di progetto del calcestruzzo. |
| F_d | Forza di progetto. |
| F_L | Forza limite. |
| $F_{p,C}$ | Massima forza di pre-tiro di progetto nei bulloni. |
| f_u | Sforzo ultimo. |
| f_{up} | Sforzo ultimo di un perno. |
| $f_{vw,d}$ | Sforzo di progetto di una saldatura. |
| $F_{w,Ed}$ | Forza per unità di lunghezza applicata a un cordone di saldatura. |
| $F_{w,Rd}$ | Forza per unità di lunghezza di progetto di un cordone di saldatura. |
| f_y | Tensione di snervamento. |
| f_{yp} | Tensione di snervamento di un perno. |
| G | Modulo di elasticità tangenziale. |
| γ_{M0} | Fattore di sicurezza parziale. |
| γ_{M1} | Fattore di sicurezza parziale. |
| γ_{M2} | Fattore di sicurezza parziale. |
| γ_m | Fattore di sicurezza parziale del materiale (SNiP) |
| γ_c | Fattore di sicurezza in condizioni operative (SNiP) |
| γ_u | Fattore di sicurezza sullo sforzo ultimo del materiale (SNiP) |
| γ_{wz} | Fattore di sicurezza per saldature (SNiP) |
| γ_h | Fattore di sicurezza per bullonature ad attrito (SNiP) |
| IN | Istanza del jnode (numero di occorrenza) |
| INST | Istanza del jnode (numero di occorrenza) |
| J_2 | Momento di inerzia rispetto all'asse principale 2. |
| J_3 | Momento di inerzia rispetto all'asse principale 3. |
| J_p | Momento di inerzia polare. |
| J_u | Momento di inerzia rispetto all'asse u. |
| J_v | Momento di inerzia rispetto all'asse v. |
| L | Lunghezza del cordone. |
| l_2 | Lunghezza rettilinea di un tirafondo dopo l'uncino. |
| l_n | Lunghezza rettilinea di un tirafondo. |
| μ | Coefficiente di attrito. |
| M_2 | Momento rispetto all'asse principale 2. |

Continua nella pagina successiva

| Simbolo | Significato |
|---------------|---|
| $M_{2,el,Rd}$ | Momento elastico di progetto (fattorizzato), rispetto all'asse 2. |
| $M_{2,pl,Rd}$ | Momento plastico di progetto (fattorizzato), rispetto all'asse 2. |
| M_3 | Momento rispetto all'asse principale 3. |
| $M_{3,el,Rd}$ | Momento elastico di progetto (fattorizzato), rispetto all'asse 3. |
| $M_{3,pl,Rd}$ | Momento plastico di progetto (fattorizzato), rispetto all'asse 3. |
| M_B | Momento flettente M agente in un singolo bullone. |
| MEM | Id membratura (da ml a mn) |
| M_t | Momento torcente. |
| M_{tT} | Momento torcente totale agente in una bullonatura o una saldatura. |
| M_u | Momento flettente rispetto all'asse principale u. |
| M_{uT} | Momento flettente totale M_u agente in una bullonatura o una saldatura. |
| M_v | Momento flettente rispetto all'asse principale v. |
| M_{vT} | Momento flettente totale M_v agente in una bullonatura o una saldatura. |
| N | Azione assiale (positiva se di trazione). |
| N_B | Azione assiale in un singolo bullone. |
| N_{ini} | Azione assiale iniziale. |
| N_{lim} | Azione assiale limite. |
| n_{per} | Sforzo normale perpendicolare all'asse del cordone. |
| r | Raggio della rondella. Raggio del perno. |
| t_{par} | Sforzo tangenziale parallelo all'asse di un cordone. |
| t_{per} | Sforzo tangenziale perpendicolare all'asse di un cordone. |
| u | Asse principale. |
| u_i | Coordinata u di un generico punto o centro di bullone, i. |
| UT | Utilizzazione |
| UTIL | Utilizzazione |
| v | Asse principale. |
| V_2 | Taglio diretto come l'asse principale 2. |
| V_3 | Taglio diretto come l'asse principale 3. |
| V_B | Taglio V agente in un singolo bullone. |
| v_i | Coordinata v di un punto generico o del centro di un bullone, i. |
| V_{lim} | Taglio limite. |
| V_u | Taglio diretto nella direzione u. |
| $V_{u,i}$ | Taglio agente nel bullone "i", diretto in direzione u. |
| V_{uB} | Taglio V_u agente in un bullone singolo. |
| V_{uT} | Taglio totale V_u agente in una bullonatura o in una saldatura. |
| V_v | Taglio diretto nella direzione v. |
| $V_{v,i}$ | Taglio agente nel bullone "i", diretto in direzione v. |
| V_{vB} | Taglio V_v agente in un bullone singolo. |
| V_{vT} | Taglio totale V_v agente in una bullonatura o in una saldatura. |
| W | Modulo di resistenza. |
| W_{comp} | Modulo di resistenza da usare nel calcolo: gambo del bullone. |
| $W_{el,2}$ | Modulo di resistenza elastico a flessione, rispetto all'asse principale 2. |
| $W_{el,3}$ | Modulo di resistenza elastico a flessione, rispetto all'asse principale 3. |
| W_{gp} | Modulo di resistenza lordo a flessione di un perno. |
| WL | Layout di saldature (gruppo di saldature) |
| WLD | Cordone di saldatura singolo |
| $W_{pl,2}$ | Modulo plastico di resistenza a flessione, rispetto all'asse principale 2. |
| $W_{pl,3}$ | Modulo plastico di resistenza a flessione, rispetto all'asse principale 3. |
| W_{res} | Modulo a flessione della parte filettata del gambo di un bullone. |
| SEC | Numero di sezione di verifica del gambo di un bullone |
| W_{ui} | Quando si divide un momento flettente M_{uT} per questo numero, si ottiene la azione assiale N che agisce nel gambo di un bullone generico "i". |
| W_{vi} | Quando si divide un momento flettente M_{vT} per questo numero, si ottiene la azione assiale N che agisce nel gambo di un bullone generico "i". |
| W_T | Quando si divide un momento torcente per questo numero, si ottiene il taglio V agente nel gambo di un generico bullone "i". |
| W_{Tui} | Quando si divide un momento torcente per questo numero, si ottiene il taglio V_{ui} agente nel gambo di un bullone generico "i". |
| W_{Tvi} | Quando si divide un momento torcente per questo numero, si ottiene il taglio V_{vi} agente nel gambo di un bullone generico "i". |
| x | Asse di riferimento. |
| y | Asse di riferimento. |

Capitolo 6

Ulteriori riferimenti

Una informazione molto più estesa relativamente alla logica del programma può essere ottenuta leggendo il manuale online che può essere trovato al seguente link:

<http://castaliaweb.com/ita/P/CSE/guide/index.html?introduzione.htm>

In particolare possono essere di interesse le seguenti sotto-sezioni:

“Cosa si intende per...”:

http://castaliaweb.com/ita/P/CSE/guide/index.html?whatis_activefacesangle.htm

“Come comprendere che verifiche esegue CSE”

http://castaliaweb.com/ita/P/CSE/guide/index.html?performed_checks.htm

“Come comprendere cosa esattamente fa CSE”:

http://castaliaweb.com/ita/P/CSE/guide/index.html?what_cse_does.htm

“Come comprendere le ipotesi di base di CSE”:

http://castaliaweb.com/ita/P/CSE/guide/index.html?comprehend_hypotheses.htm

Lezioni multimediali inerenti agli specifici problemi del lavorare con CSE possono essere scaricate al seguente indirizzo:

<http://castaliaweb.com/ita/P/CSE/lessons.asp>

Libro *Steel Connection Analysis*, by Paolo Rugarli, John Wiley & Sons, 2018:

<https://www.wiley.com/en-us/Steel+Connection+Analysis-p-9781119303466>