

## 3

## I collegamenti tra elementi strutturali

### 3.1 Collegamento bullonato con angolari o piatti

Il foglio di calcolo esegue la verifica completa di tutte le componenti di un nodo strutturale composto da travi collegate tra loro o a una colonna per mezzo di angolari o piatti bullonati.

Tali componenti sono i bulloni di collegamento, l'anima della trave collegata, gli angolari o i piatti di giunzione di seguito chiamati "elementi di giunto".

Vengono determinate le *resistenze* delle singole componenti del nodo considerando una distribuzione elastica lineare delle forze e la "categoria" del collegamento bullonato.

Con riferimento all'item 3.4.1 della norma EN 1993-1-8 riportato nella parte introduttiva di questo testo, si distinguono le seguenti categorie di collegamento:

- categoria "A" per giunzione resistente a taglio;
- categoria "B" per giunzione resistente ad attrito allo stato limite di servizio;
- categoria "C" per giunzione resistente ad attrito allo stato limite ultimo.

Il calcolo è eseguito in accordo con la norma EN 1993-1-8; i seguenti dati di input devono essere forniti:

- tipo di materiale per la trave e per gli elementi di giunto;
- tipologia di esecuzione del giunto (estremità della trave senza mortesature; estremità con mortesatura superiore; estremità con doppia mortesatura);

- tipo di unione (a taglio o ad attrito); diametro e classe dei bulloni;
- tipo di bullonatura (con una fila di bulloni; con bulloni in doppia fila allineati; con bulloni in doppia fila sfalsati);
- geometria del giunto (numero e passo dei bulloni sulla prima fila; distanza tra le file verticali per bulloni in doppia fila; distanze foro-bordo e distanza della prima fila di bulloni dall'asse dell'appoggio; numero delle sezioni resistenti dei bulloni);
- caratteristiche dell'elemento collegato e degli elementi di giunto (altezza della trave; spessore dell'anima; altezza e spessore elementi degli elementi di giunto);
- sollecitazioni di progetto all'estremità della trave;
- coefficienti di sicurezza dei materiali e dei bulloni;
- coefficiente di attrito per giunto resistente ad attrito.

Le limitazioni del calcolo sono le seguenti:

- massimo due file verticali di bulloni;
- calcolo eseguito considerando una *distribuzione elastica lineare delle forze* peraltro richiesta dalla norma per le giunzioni ad attrito.

L'utilizzo del foglio di calcolo prevede l'inserimento dei dati di input esclusivamente nelle caselle color grigio (editabili); l'input è agevolato da finestre di dialogo esplicative. Eventuali errori di input o incompatibilità dei dati vengono segnalate da colorazione in rosso della casella interessata o del dato inserito.

Anche le verifiche non soddisfatte vengono evidenziate in rosso e, in questo caso, i dati di input devono essere modificati.

In generale, perché il giunto sia verificato, la resistenza di progetto di ciascuna "componente" deve essere maggiore o uguale alla forza risultante massima sui bulloni estremi ovvero viene verificata:

- la resistenza a taglio e/o ad attrito dei bulloni (item 3.6.1 e 3.9.1 della EN 1993-1-8);
- la resistenza al rifollamento dell'anima della trave (item 3.6.1 della EN 1993-1-8);
- la resistenza al rifollamento degli elementi di giunto (item 3.6.1 della EN 1993-1-8).

Inoltre viene anche verificata la resistenza a rottura per taglio dell'anima della trave in accordo con le istruzioni dell'item 3.10.2 della EN 1993-1-8.

La seguente maschera commentata illustra i dati essenziali di progetto del giunto.

**VERIFICA UNIONE BULLONATA ALL'APPOGGIO - STATI LIMITE - distrib. elastica lineare delle forze**

ELEMENTI DEL GIUNTO : in accordo con l'EC3 ; il DAN (Documento di Applicazione Nazionale) e il T.U. per le Costruzioni

- 1 = S 235 EN 10027
- 2 = S 275 EN 10027
- 3 = S 355 EN 10027
- 4 = S 420 EN 10027
- 5 = S 460 EN 10027

TRAVE : tipo : (1,2,3,4,5)		<b>2</b>	S 275 EN 10027-1	$f_y = 27,50$ kN/cm <sup>2</sup>	$f_u = 43,00$ kN/cm <sup>2</sup>
giunto tipo	estremità piana [1]		estremità mortesata [2]		doppia mortesatura [3]
	$a_1 =$ cm	<input type="text"/>	$a_1 =$ cm	<input type="text"/>	$a_1 =$ cm
	$a_3 =$ cm	<input type="text"/>	$a_3 =$ cm	<input type="text"/>	$a_3 =$ cm
PIATTI O L : (1,2,3,4,5)		<b>1</b>	S 235 EN 10027-1	$f_y = 23,50$ kN/cm <sup>2</sup>	$f_u = 36,00$ kN/cm <sup>2</sup>
BULLONI : (T / A)		<b>A</b>	RESIST. ATTRITO E TAGLIO	DIAM. BULL. - FORI (mm)	<b>16</b> <b>18</b>
in fila semplice	allineati in fila doppia		salsati in fila doppia		CLASSE BULLONI
	$d$	<input type="text"/>	$d$	<input type="text"/>	<b>CL.</b>
			RESIST. A ROTTURA		
			FORZA DI PRECARICO		
			RESIST. A TAGLIO		
			RESIST. A ROTTURA		
			FORZA DI PRECARICO		
			RESIST. A TAGLIO		
			RESIST. A ROTTURA		
			FORZA DI PRECARICO		

T = calcolo a taglio  
A = calcolo a taglio ed attrito

4.6 - 4.8 - 5.6 - 5.8 -  
6.8 - 8.8 - 10.9

Di seguito è rappresentata la parte del foglio di calcolo relativa all'input delle sollecitazioni di progetto e alla geometria del giunto.

**SOLLECITAZIONI DI PROGETTO :**

$V_{Ed,ult.} = 300$  kN       $V_{Ed.serv.} = 200$  kN

$M_{Ed} = 1440$  kNcm       $M_{Ed} = V_{Ed,max} \times e$

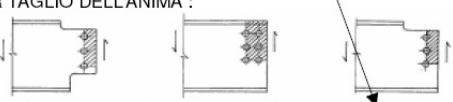
S = bulloni allineati per fila  
N = bulloni sfalsati per fila

$h \leq H - 2 \cdot a$

**CARATTERISTICHE DEL GIUNTO :**

Altezza della trave collegata (H)	cm	50
Numero file verticali bulloni (n')	$N^\circ \leq 2$	1
Numero bulloni su l fila verticale (n)	$N^\circ > 2$	5
Bulloni allineati per fila ?	(S,N)	S
Altezza totale giunto (h)	cm	40
Distanza l fila bull.- asse appoggio	cm	4,8
Passo verticale bulloni ( $p > 2,2 \cdot d_o$ )	cm	8
Passo orizzontale bulloni ( $r > 2,4 \cdot d_o$ )	cm	0
Distanza da bordo vert. ( $b > 1,2 \cdot d_o$ )	cm	4
Distanza da bordo oriz. ( $a > 1,2 \cdot d_o$ )	cm	4,00
Distanza bordo-piano di taglio ( $a_2$ )	cm	4,00
Distanza bulloni estremi (d)	cm	32,00
Eccentricità reazione (e)	cm	4,80
Spessore piatti di giunto (s)	cm	0,8
Spessore anima trave collegata (t)	cm	0,94
Coeff. di distrib. lineare delle forze : f =		0,800

Segue la visualizzazione delle verifiche effettuate dal programma automatico.

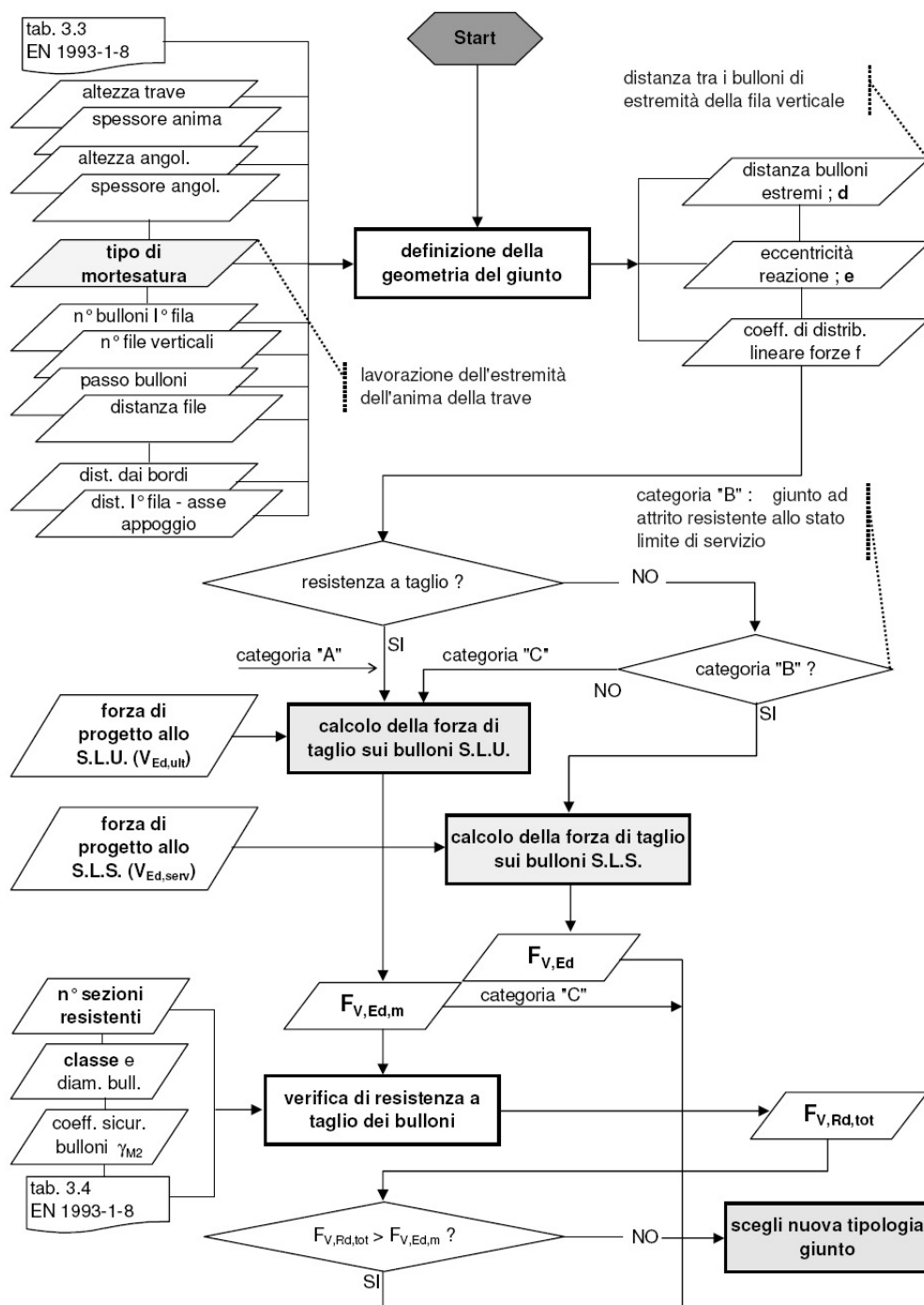
ENV 1993-1-1 : 1,10 EN 1993-1-1 : 1,00 D.M. 14/09/05 : 1,2075 NTC 2007 : 1,05		ENV 1993-1-1 : 1,25 EN 1993-1-1 : 1,25 D.M. 14/09/05 : 1,2535 NTC 2007 : 1,25	
FORZA RISULTANTE MASSIMA SUI BULLONI ESTREMI :			$F_{v.Ed.m} = \text{kN}$ <b>69,97</b>
3.6.1	RESISTENZA A TAGLIO DEI BULLONI : $F_{v.Ed.m} \leq F_{v.Rd.tot}$	Numero di sezioni resistenti - $N^\circ(1,2) =$ <b>2</b> coeff. di sicurezza $\gamma_{M2} =$ <b>1,2535</b>	$F_{v.Rd.tot} = \text{kN}$ <b>75,07</b>
3.6.1	RESISTENZA AL RIFOLLAMENTO DELL'ANIMA DELLA TRAVE : $F_{v.Ed.m} \leq F_{b.Rd}$ $F_{b.Rd} \geq F_{v.Rd.tot} (*)$	$\alpha = a/3.do$ <b>0,741</b> $\gamma_{M2} =$ <b>1,2535</b>	$F_{b.Rd} = \text{kN}$ <b>95,54</b>
3.6.1	RESISTENZA AL RIFOLLAMENTO DEI PIATTI DI GIUNTO : $F_{v.Ed.m} \leq F_{b.Rd}$ $F_{b.Rd} \geq F_{v.Rd.tot} (*)$	$\alpha = a/3.do$ <b>0,741</b> $\gamma_{M2} =$ <b>1,2535</b>	$F_{b.Rd} = \text{kN}$ <b>136,15</b>
3.10.2	RESISTENZA A ROTTURA PER TAGLIO DELL'ANIMA : $V_{Ed.ult.} \leq V_{eff.Rd}$ (item 3.10.2 EN 1993-1-8)		$A_{nt} = \text{cm}^2$ <b>2,91</b> $L_1 = \text{cm}$ <b>4,00</b> $L_v = \text{cm}$ <b>27,90</b> $A_{nv} = \text{cm}^2$ <b>26,23</b> $V_{eff.Rd} = \text{kN}$ <b>395</b>
$V_{eff.Rd} = 0,5 f_{ti} A_{nt} / \gamma_{M2} + (1 / \sqrt{3}) f_y A_{nv} / \gamma_{M0}$ $\gamma_{M0} =$ <b>1,2075</b>			
NOTA (*) condizione richiesta per distribuzione elastica lineare delle forze (item 3.12 EN 1993-1-8)			
S = verifica allo stato limite ultimo (cat. C) N = verifica allo stato limite di servizio (cat. B)		per lo stato limite ultimo e per sollecitazione a fatica ENV 1993-1-1 : 1,25 EN 1993-1-1 : 1,25 D.M. 14/09/05 : 1,2535 NTC 2007 : 1,25	per altre situazioni di progetto 1,1 per S.L.S. 1,1 1,2535 per S.L.S. 1,1
VERIFICA GIUNTO AD ATTRITO ALLO STATO LIMITE ULTIMO ?		<b>S</b>	$\mu = \text{coeff.attr.}$ <b>0,5</b>
3.9.1	RESISTENZA AD ATTRITO (S.L.U.) DELL'UNIONE - cat. C : (*) $F_{v.Ed} =$ <b>69,97</b> kN < $F_{s.Rd}$	$\gamma_{M3} =$ <b>1,2535</b>	$F_{s.Rd} = \text{kN}$ <b>43,79</b>
<b>0,5</b> : sabbiatura meccanica SA 2-1/2 a metallo bianco ; superfici metallizzate a spruzzo con alluminio sp > 50 µm o con vernice a base di zinco certificata per questo coeff. di attrito. <b>0,4</b> : sabbiatura o spazzolatura meccanica , assenza di ruggine ; verniciatura con silicato di zinco alcalino 50-80 µm. <b>0,3</b> : spazzolatura o fiammatura ; assenza di ruggine , grasso e vernici ; superfici zincate a caldo per immersione (80-100 µm) o verniciate con silicato di zinco etilico (30-60 µm) <b>0,2</b> : superfici non trattate o zincate a caldo per immersione (80-100 µm) e verniciate con silicato di zinco alcalino (60-80 µm)			

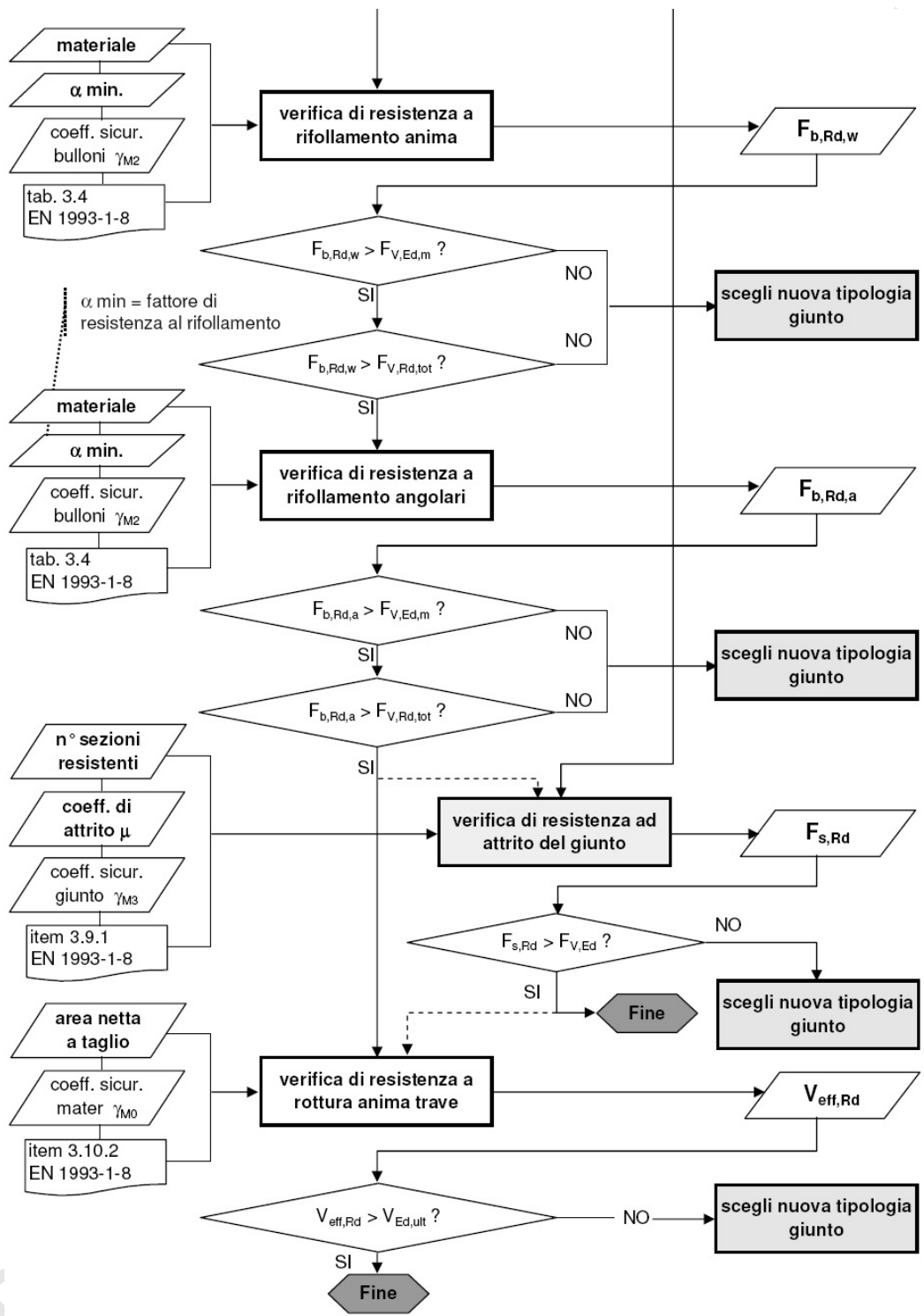
Da notare che l'utilizzo del metodo di calcolo con distribuzione elastica lineare delle forze richiede che la resistenza a rifollamento dell'anima della trave e degli elementi di giunto sia maggiore o uguale alla resistenza a taglio dei bulloni (item 3.12 della norma EN 1993-1-8).

Nella verifica di resistenza a rottura per taglio dell'anima le aree di rottura per trazione (Ant) e per taglio (Anv) sono calcolate con riferimento alle relative sezioni (orizzontale e verticale sul perimetro dello *shear block*) depurate dei fori.

### 3.1.1 Flow-chart del programma di calcolo

FLOW-CHART : GIUNTO BULLONATO CON ANGOLARI O PIATTI





### 3.2 Collegamento bullonato di continuità

Il giunto di continuità è costituito da piatti (coprigiunti) che, collegando tra loro, per mezzo di bulloni, le componenti di una sezione (anima e piattabande), realizzano una continuità fisica per elementi strutturali quali travi e colonne.

Le componenti del giunto che sono verificate dal foglio di calcolo automatico sono i bulloni di collegamento, l'anima e le piattabande della trave (colonna) collegata e i piatti di coprigiunto. Viene eseguito il calcolo della *resistenza* delle singole componenti e, nel caso di giunto in *zona dissipativa* di una struttura soggetta ad azioni sismiche con classe di duttilità media o alta, viene applicato il concetto di sovreresistenza del giunto rispetto agli elementi collegati nonché il controllo della *gerarchia delle resistenze* delle componenti nodali.

Il calcolo è eseguito in accordo con la norma EN 1993-1-8 e, per la verifica in condizioni sismiche, in base alla norma italiana O.P.C.M. n. 3274 e a quella europea EN 1998-1 fornendo in input i seguenti dati:

- tipo di materiale per trave e coprigiunti;
- classe e diametro dei bulloni;
- tipologia del giunto (senza imbottiture; con imbottiture su anima e/o piattabande; senza coprigiunti sulle piattabande);
- geometria del giunto (passo dei bulloni; distanza tra le file dei bulloni d'anima; distanze foro-bordo);
- sollecitazioni di progetto riferite alla sezione di giunto;
- coefficienti di sicurezza dei materiali e dei bulloni.

Le limitazioni del calcolo sono le seguenti:

- massimo quattro file di bulloni per la giunzione dell'anima;
- distribuzione elastica lineare delle forze.

L'utilizzo del foglio di calcolo prevede l'inserimento dei dati di input esclusivamente nelle caselle di colore grigio (editabili); l'input è agevolato da finestre di dialogo esplicative.

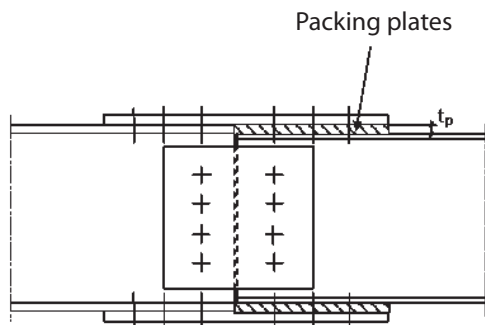
Eventuali errori di input o incompatibilità dei dati vengono segnalate da colorazione in rosso della casella interessata o del dato inserito.

Anche le verifiche non soddisfatte vengono evidenziate in rosso e, in questo caso, i dati di input devono essere modificati.

In generale, perché il giunto sia verificato, la resistenza di progetto di ciascuna "componente" deve essere maggiore o uguale alla forza risultante massima sui bulloni estremi ovvero viene verificata:

- la resistenza a taglio e/o ad attrito dei bulloni;
- la resistenza al rifollamento dell'anima e delle piattabande della trave;
- la resistenza al rifollamento dei coprigiunti.

Inoltre viene anche verificata la resistenza a rottura per taglio dell'anima della trave in accordo con le istruzioni dell'item 3.10.2 della EN 1993-1-8.



La seguente maschera commentata illustra i dati essenziali di progetto del giunto.

VERIFICA UNIONE BULLONATA DI CONTINUITA' - STATI LIMITE - distrib. elastica lineare delle forze						
ELEMENTI DEL GIUNTO :			in accordo con l'EC3 ; il DAN (Documento di Applicazione Nazionale) e il T.U. per le Costruzioni			
1 : coprigiunti senza imbottiture 2 : coprigiunti con imbottiture 3 : senza coprigiunti piattabande		1 = S 235 EN 10025 2 = S 275 EN 10025 3 = S 355 EN 10025 4 = S 420 EN 10025 5 = S 460 EN 10025		T = calcolo a taglio A = calcolo a taglio ed attrito		4.6 - 4.8 - 5.6 - 5.8 - 6.8 - 8.8 - 10.9
TRAVE : tipo : (1,2,3,4,5)		2	S 275 EN 10025	$f_y = 25,50$ kN/cm <sup>2</sup>	$f_u = 41,00$ kN/cm <sup>2</sup>	
giunto tipo		senza imbottiture	con imbottiture di sp.	senza coprigiunti piattab.	momento e taglio su coprigiunti anima	
1		semplice o doppio	anima : cm	0	0	0
2		coprigiunto piattab.	piattab. cm	0	0	0
PIATTI : (1,2,3,4,5)		2	S 275 EN 10025	$f_y = 27,50$ kN/cm <sup>2</sup>	$f_u = 43,00$ kN/cm <sup>2</sup>	
BULLONI : (T / A)		A	RESIST. ATTRITO E TAGLIO	DIAM. BULL. - FORI (mm)	22	24
in fila semplice	allineati su più file	sfalsati	CLASSE BULLONI	CL.	8.8	
			AREA SEZIONE (cm <sup>2</sup> )	gambo	3,80	
				filetto	2,97	
			RESIST. A ROTTURA	$f_{ub}$ (kN/cm <sup>2</sup> )	80,00	
			FORZA DI PRECARICO	$F_{p,Cd}$ (kN)	166,04	



Di seguito è rappresentata la parte del foglio di calcolo relativa all'input delle sollecitazioni di progetto e alla geometria del giunto.

taglio congruente allo stato limite ultimo

momento nella sezione allo stato limite ultimo

taglio congruente allo stato limite di servizio

momento nella sezione allo stato limite di servizio

S = bulloni allineati per fila  
N = bulloni sfalsati per fila

sempre pari

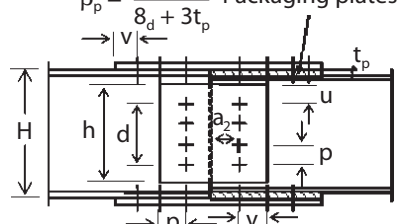
**SOLLECITAZIONI DI PROGETTO :**

$V_{Ed.ult.} = 593$  kN

$M_{Ed.ult.} = 159116$  kNcm

**CARATTERISTICHE DEL GIUNTO:**

$\beta_p = \frac{9d}{8g + 3t_p}$  Packaging plates



altezza trave (H) = 80 cm

larghezza piattab. (b) = 35 cm

spessore piattab. (f) = 5 cm

$Ma = 12949$  kNcm  $Mp = 146167$  kNcm

**DATI DI GIUNTO ANIMA**

Numero file verticali bulloni (n')	N° <= 4	3
Numero bulloni su I fila verticale (n)	N° >= 2	10
Bulloni allineati per fila ? (S,N)		S
Altezza totale giunto (h)	cm	65
Distanza I fila bull.- bordo trave	cm	5
Passo verticale bulloni (p > 2,2.do)	cm	6,5
Passo orizzontale bulloni (r > 2,4.do)	cm	7,5
Distanza da bordo vert. (v > 1,2.do)	cm	5
Distanza da bordo orizz. (u > 1,2.do)	cm	3,25
Distanza bordo-piano di taglio (a <sub>2</sub> )	cm	20,00
Distanza bulloni estremi (d)	cm	58,50
<b>Numero bulloni piattabande</b>	N°	20
Spessore piatti di giunto anima	cm	1,2
Spessore piatti di giunto piattab.	cm	1,5
Spessore anima trave collegata (t)	cm	1,5

**Coeff. di distrib. lineare delle forze : f = 0,164**

Ma = quota di momento attribuito all'anima  
Mp = quota di momento attribuito alle piattabande

Segue la visualizzazione delle verifiche effettuate dal programma automatico.

1 = coprigiunto piattabande semplice

2 = coprigiunto piattabande doppio

ENV 1993-1-1 : 1,25

EN 1993-1-1 : 1,25

D.M. 14/09/05 : 1,2535

NTC 2007 : 1,25

**FORZA RISULTANTE MASSIMA SUI BULLONI :**

ANIMA : $F_{v.Ed.a}$ = kN	40,96
PIATTABANDE : $F_{v.Ed.p}$ = kN	97,44

coeff. di riduz. per imbottiture  $\beta_p =$  anima 1,00 piattab. 1,00

3.6.1 RESISTENZA A TAGLIO DEI BULLONI :	$\gamma_{M2} = 1,2535$	ANIMA : $F_{v.Rd.a}$ = kN	227,08
$F_{v.Ed.i} \leq F_{v.Rd.i}$ sezioni resistenti su piattabande =	2	PIATTAB. : $F_{v.Rd.p}$ = kN	227,08
		$\alpha = p/3.do-1/4$	0,653
3.6.1 RESISTENZA AL RIFOLLAMENTO :	$\gamma_{M2} = 1,2535$	ANIMA : $F_{b.Rd.a}$ = kN	176,15
$F_{v.Ed.i} \leq F_{b.Rd.i}$ $F_{b.Rd.i} \geq F_{v.Rd.i}$ (*)		PIATTAB. : $F_{b.Rd.p}$ = kN	587,16
		$\alpha = a/3.do$	0,451
3.6.1 RESISTENZA AL RIFOLLAM. DEI PIATTI DI GIUNTO :	$\gamma_{M2} = 1,2535$	ANIMA : $F_{b.Rd.a}$ = kN	204,39
$F_{v.Ed.i} \leq F_{b.Rd.i}$ $F_{b.Rd.i} \geq F_{v.Rd.i}$ (*)		PIATTAB. : $F_{b.Rd.p}$ = kN	369,48

3.10.2 RESISTENZA A ROTTURA PER TAGLIO DELL'ANIMA :	$A_{nt} =$ cm <sup>2</sup>	20,25	
$V_{Ed.ult.} \leq V_{eff.Rd} = 0,5 F_{ti} A_{nt} / \gamma_{M2} + (1 / \sqrt{3}) f_y A_{nv} / \gamma_{M0}$	$L_v =$ cm	44,55	
(item 3.10.2 EN 1993-1-8)	$A_{nv} =$ cm <sup>2</sup>	66,83	
	$\gamma_{M0} = 1,2075$	$V_{eff.Rd} =$ kN	1146

NOTA (\*) : condizione da soddisfare per distribuzione elastica lineare delle forze (item 3.12 EN 1993-1-8)

ENV 1993-1-1 : 1,10

EN 1993-1-1 : 1,00

D.M. 14/09/05 : 1,2075

NTC 2007 : 1,05

Da notare che l'utilizzo del metodo di calcolo con distribuzione elastica lineare delle forze richiede che la resistenza a rifollamento dell'anima e delle piattabande della trave nonché degli elementi di giunto sia maggiore o uguale alla resistenza a taglio dei bulloni.

Nel caso sopra riportato viene evidenziato in rosso il mancato rispetto di questa condizione di verifica per quanto riguarda la giunzione dell'anima.

		per lo stato limite ultimo e per sollecitazione a fatica	per altre situazioni di progetto
S = verifica allo stato limite ultimo (cat. C)		ENV 1993-1-1 : 1,25	1,1 per S.L.S.
N = verifica allo stato limite di servizio (cat. B)		EN 1993-1-1 : 1,25	1,1
		D.M. 14/09/05 : 1,2535	1,2535 per S.L.S.
		NTC 2007 : 1,25	1,1

VERIFICA GIUNTO AD ATTRITO ALLO STATO LIMITE ULTIMO ?		S	$\mu =$ coeff. attr.	0,4		
3.9.1	RESISTENZA AD ATTRITO (S.L.U.) DELL'UNIONE : (*)	$\gamma_{M3} =$	1,2535	ANIMA : $F_{a,Rd,a} =$ kN	105,97	
	$F_{v,Ed,a} =$ kN	41,26	$F_{v,Ed,p} =$ kN	97,44	PIATTAB. : $F_{a,Rd,p} =$ kN	105,97

0,5 : sabbiatura meccanica SA 2-1/2 a metallo bianco ; superfici metallizzate a spruzzo con alluminio sp > 50 $\mu\text{m}$ o con vernice a base di zinco certificata per questo coeff. di attrito.
0,4 : sabbiatura o spazzolatura meccanica , assenza di ruggine ; verniciatura con silicato di zinco alcalino 50-80 $\mu\text{m}$ .
0,3 : spazzolatura o fiammatura ; assenza di ruggine , grasso e vernici ; superfici zincate a caldo per immersione (80-100 $\mu\text{m}$ ) o verniciate con silicato di zinco etilico (30-60 $\mu\text{m}$ )
0,2 : superfici non trattate o zincate a caldo per immersione (80-100 $\mu\text{m}$ ) e verniciate con silicato di zinco alcalino (60-80 $\mu\text{m}$ )

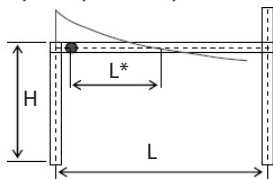
Nella pagina seguente è riportata la verifica in condizioni sismiche del giunto in zona dissipativa.

**VERIFICHE PER ZONA DISSIPATIVA - O.P.C.M. n° 3274**

Y

**fattore di sovreresistenza s (sezione di giunto) :**

**per le parti compresse :**



$$s_c = 1 / [0,695 + 1,632 \cdot \lambda_f^2 + 0,062 \cdot \lambda_w^2 - 0,602 \cdot b_f \cdot L^*] \leq \min [f_y / f_y ; 1,25]$$

$b_f$  = larghezza piattabande

$b_f = 35$  cm

$L^*$  = L/2 (distanza cerniera plastica - mom. nullo)

$L^* = L/2 = 450$  cm

$\lambda_f = b_f / 2 \cdot t_f \cdot [f_y / E]^{0,5}$

$\lambda_f = 0,123142$

$\lambda_w = d_{w,e} / t_w \cdot [f_y / E]^{0,5}$

$\lambda_w = 0,820943$

$d_{w,e} = d_w / 2 \cdot [1 + A/A_w \cdot \rho] \leq d_w$

$d_{w,e} = 35$  cm

$d_w$  = altezza dell'anima

$d_w = 70$  cm

$A/A_w$  = rapporto area totale / area anima

$A/A_w = 4,333333$

$\rho = N_{sd} / A \cdot f_y$

$\rho = 0,00$

$s_c = 1,25$

**per le parti tese :**

$$s_t = \min [f_u / f_y ; 1,25]$$

$s_t = 1,25$

**coefficienti di sicurezza del materiale :**

$\gamma_{ov} = 1,2$  per Fe 360

$\gamma_{ov} = 1,15$  per Fe 430

$\gamma_{ov} = 1,1$  per Fe 510

} 1,15

**1: RESISTENZA DELL'UNIONE BULLONATA A TAGLIO :**

$$R_{j,Rd} \geq \gamma_{ov} \cdot S \cdot R_{pl,Rd}$$

$R_{i,Rd,f}$  = resistenza di progetto del collegamento delle piattabande

5405 kN

$R_{i,Rd,w}$  = resistenza di progetto del collegamento dell'anima

4054 kN

$R_{pl,Rd,f}$  = resistenza plastica di progetto della piattabanda collegata

3696 kN

$R_{pl,Rd,w}$  = resistenza plastica di progetto dell'anima collegata

1109 kN

PIATTABANDE  $R_{i,Rd,f} \geq \gamma_{ov} \cdot S \cdot R_{pl,Rd,f} =$

5313 kN

ANIMA  $R_{i,Rd,w} \geq \gamma_{ov} \cdot S \cdot R_{pl,Rd,w} =$

1594 kN

**2: RESISTENZA AL RIFOLLAMENTO DELLA SEZIONE :**

$$R_{j,Rd} \geq \gamma_{ov} \cdot S \cdot R_{pl,Rd}$$

$R_{i,Rd,f}$  = resistenza di progetto al rifollamento delle piattabande

11448 kN

$R_{i,Rd,w}$  = resistenza di progetto al rifollamento dell'anima

2576 kN

$R_{pl,Rd,f}$  = resistenza plastica di progetto della piattabanda collegata

3696 kN

$R_{pl,Rd,w}$  = resistenza plastica di progetto dell'anima collegata

1109 kN

PIATTABANDE  $R_{i,Rd,f} \geq \gamma_{ov} \cdot S \cdot R_{pl,Rd,f} =$

5313 kN

ANIMA  $R_{i,Rd,w} \geq \gamma_{ov} \cdot S \cdot R_{pl,Rd,w} =$

1594 kN

**3: RESISTENZA AL RIFOLLAMENTO DEI PIATTI DI COPRIGIUNTO :**

$$R_{j,Rd} \geq \gamma_{ov} \cdot S \cdot R_{pl,Rd}$$

$R_{i,Rd,f}$  = resistenza di progetto al rifollamento coprigiunto piattabande

7204 kN

$R_{i,Rd,w}$  = resistenza di progetto al rifollamento coprigiunto dell'anima

3087 kN

$R_{pl,Rd,f}$  = resistenza plastica di progetto della piattabanda collegata

3696 kN

$R_{pl,Rd,w}$  = resistenza plastica di progetto dell'anima collegata

1109 kN

PIATTABANDE  $R_{i,Rd,f} \geq \gamma_{ov} \cdot S \cdot R_{pl,Rd,f} =$

5313 kN

ANIMA  $R_{i,Rd,w} \geq \gamma_{ov} \cdot S \cdot R_{pl,Rd,w} =$

1594 kN

**gerarchia delle resistenze**

resistenza a rifollamento coprigiunti 1,356	>	resistenza bulloni bulloni 1,017	>	resistenza trave collegata trave 1,00	VERIFICA OK !
---	---	--	---	---	---------------