

## MODALITÀ DI CALCOLO STAFFA ALUHD56®

*Staffa di collegamento per sistema Alufoot*

### INTRODUZIONE

La staffa ALUHD56®, facente parte del sistema costruttivo Alufoot®, è utilizzata per il collegamento della parete soprastante al cordolo di base Alubeam®. La geometria della staffa HD56 è ottimizzata per sopportare sollecitazioni di trazione, anche se può sopportare limitate forze di taglio.

Se ne consiglia pertanto la disposizione alle estremità delle pareti.

Di seguito si riporta la sintesi delle verifiche di resistenza della staffa, condotte secondo la normativa tecnica europea vigente con l'approccio semiprobabilistico agli stati limite (LSD), che conducono alla determinazione del campo resistente di progetto della stessa rispetto allo stato limite di rottura.

Le verifiche di resistenza sono condotte solamente con attenzione alle modalità di rottura lato metallo (*verifiche lato metallo*). Le verifiche di resistenza del fissaggio delle staffe alle pareti lignee (*verifiche lato legno*) sono a carico del progettista della struttura, dipendendo da molteplici variabili progettuali, quali ad esempio la classe e la tipologia di legno adottata, la classe di servizio, la durata del carico e il tipo di chiodi o viti utilizzati.

### NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Eurocodice 9 - EN 1999-1-1 (di seguito EC9)

Eurocodice 3 - EN 1993-1-8 (di seguito EC3)

### GEOMETRIA E MATERIALI

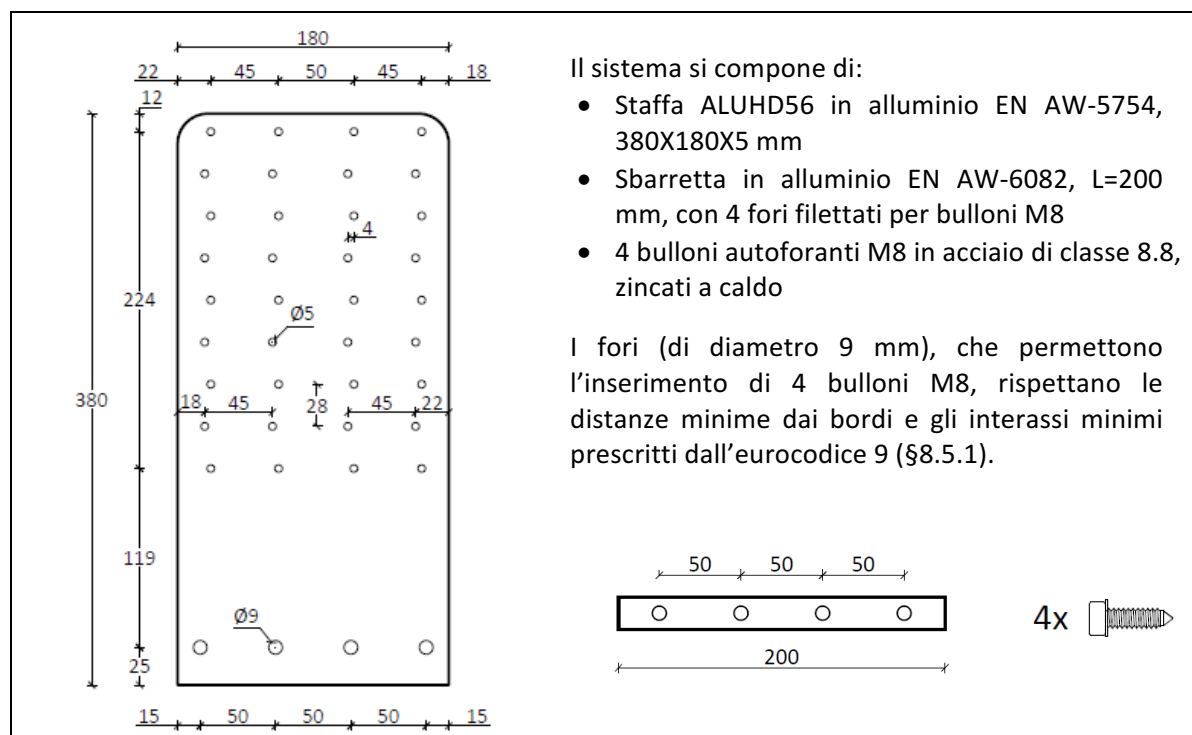


Fig. 1: Geometria della staffa HD56

## RESISTENZA DEL MATERIALE

Secondo EC9, per EN AW-5754 possono essere assunti i seguenti valori di resistenza caratteristica:

- Snervamento:  $f_o=80$  MPa
- Resistenza ultima:  $f_u=190$  MPa

Secondo EC3, per i bulloni di classe 8.8 possono essere assunti i seguenti valori di resistenza caratteristica:

- Snervamento:  $f_{yb}=640$  MPa
- Resistenza ultima:  $f_{ub}=800$  MPa

Le stesse normative prevedono i seguenti coefficienti di sicurezza per i materiali:

- Alluminio rottura duttile (EN 1999-1-1 §6.1.3)  $\gamma_{M1}= 1.10$
- Alluminio rottura fragile (EN 1999-1-1 §6.1.3)  $\gamma_{M2}= 1.25$
- Bulloni (EN 1993-1-8 §2.2)  $\gamma_{M2}= 1.25$

## CLASSIFICAZIONE DELLA SEZIONE

La classificazione della sezione della piastra viene fatta in accordo al §6.1.4 dell'EC9.

Nel caso della piastra HD56 si ha:

- $\beta = 0,4 \cdot b/t = 0,4 \cdot 180/5 = 14.40$
- $\varepsilon = \sqrt{(250/80)} = 1.77$
- $\beta/\varepsilon = 8.15$

La sezione risulta in classe 1, secondo la tabella 6.2 dell'EC9. Per tale classe, la resistenza ultima delle sezioni lorde può essere calcolata con riferimento allo stato limite ultimo di collasso plastico.

## IPOTESI DI PROGETTO

L'ipotesi di progetto prevede che la risultante delle forze agenti passi per il baricentro G della chiodatura sulla parete in legno (vedere Fig. 2). Tale assunzione risulta essere la più cautelativa rispetto alle verifiche di resistenza della staffa e dei bulloni di fissaggio (*verifiche lato metallo*).

## VERIFICHE DI RESISTENZA

L'insieme delle verifiche di resistenza da condurre è illustrato in fig. 2. Il campo resistente della staffa in termini di forze agenti  $N_{Ed}$  (trazione) e  $V_{Ed}$  (taglio) sarà determinato dal meccanismo resistente più debole.

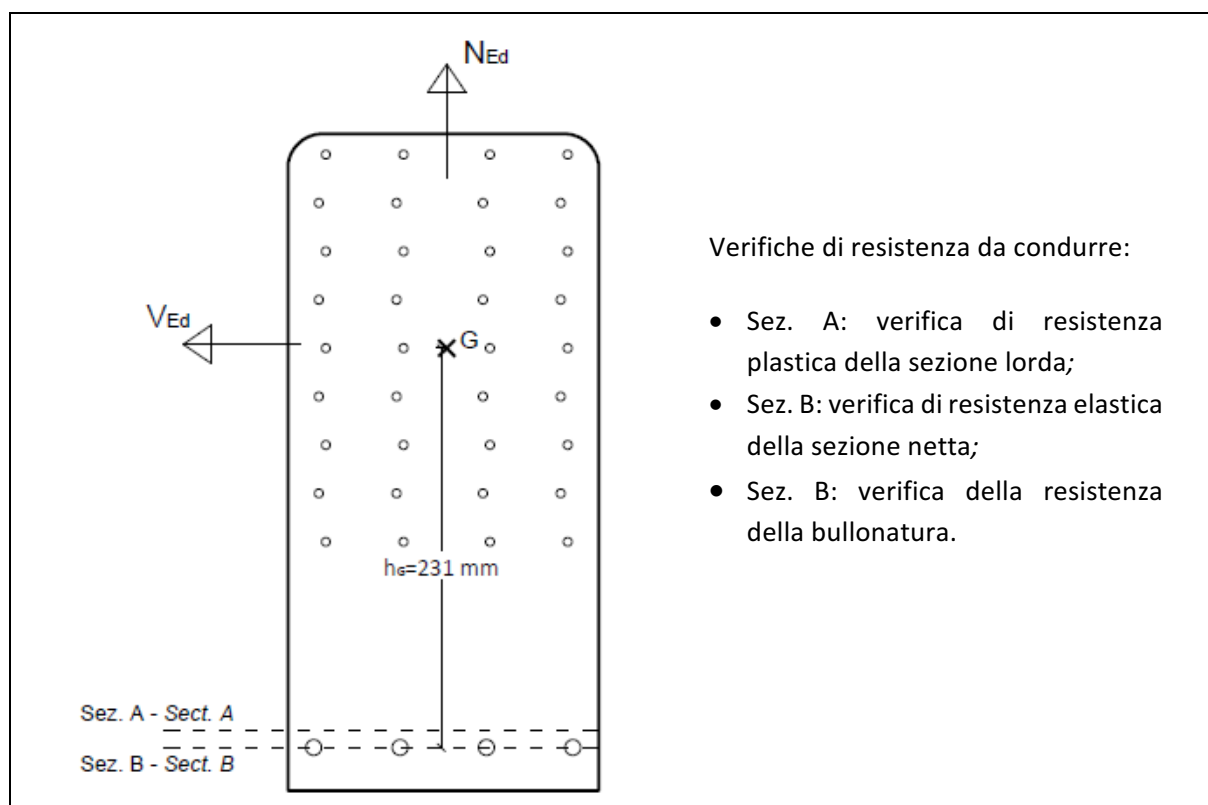


Fig. 2: Sintesi delle verifiche di resistenza da condurre (Sez. A = Area lorda; Sez. B = Area netta)

I bulloni sono fissati al profilo di alluminio mediante una sbarretta, anch'essa in alluminio, che scorre all'interno dell'apposita cava realizzata nel profilo.

Test sperimentali hanno dimostrato che il sistema di fissaggio è sempre sovra-resistente rispetto ai bulloni, in quanto la rottura avviene sempre per tranciamento del bullone sulla sezione di contatto fra staffa e sbarretta in alluminio.

### Sezione A: Resistenza plastica della sezione lorda

Data la geometria della staffa e le caratteristiche del materiale, si determinano le seguenti grandezze:

- Massima trazione resistente:

$$N_{o,Rd} = A_g f_o / \gamma_{M1} = 900 \cdot 80 / 1.10 = 65.45 \text{ kN}$$

- Massimo taglio resistente:

$$V_{o,Rd} = A_g f_o / (\sqrt{3} \gamma_{M1}) = 900 \cdot 80 / (\sqrt{3} \cdot 1.10) = 37.79 \text{ kN}$$

- Massimo momento resistente:

$$M_{o,Rd} = W_{plf_o} / \gamma_{M1} = 1/4 \cdot 5 \cdot 180^2 \cdot 80 / 1.10 = 2.95 \text{ kNm}$$

Per ipotesi di calcolo, il momento agente è pari al taglio agente per l'eccentricità tra baricentro della chiodatura e baricentro della sezione.

$$M_{Ed} = V_{Ed} \cdot h_G$$

dove  $h_G$  è la distanza tra baricentro della chiodatura e baricentro della bullonatura, pari a 231 mm per la staffa ALUHD56.

Per sollecitazioni composte di trazione e taglio vale la verifica descritta dalla disequazione:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{o,Rd}} + \frac{V_{Ed} \cdot h_G}{M_{o,Rd}} \leq 1 \quad (I)$$

dove  $V_{Ed}$  è la sollecitazione di taglio e  $N_{Ed}$  quella di trazione agenti sulla staffa, calcolate in combinazione SLU.

### Sezione B: verifica area netta della piastra

Data la geometria della staffa e le caratteristiche del materiale, si determinano le seguenti grandezze:

- Calcolo massima trazione resistente attraverso:  

$$N_{u,Rd} = 0.9A_{net}f_u/\gamma_{M2} = 0.9 \cdot 730 \cdot 190/1.25 = 99.86 \text{ kN} ;$$
- Calcolo massimo taglio resistente attraverso:  

$$V_{u,Rd} = A_{net}f_o/\sqrt{3}\gamma_{M1} = 730 \cdot 80/\sqrt{3} \cdot 1.10 = 30.65 \text{ kN} ;$$
- Calcolo massimo momento resistente attraverso  

$$M_{u,Rd} = W_{net}f_u/\gamma_{M2} = 1.9 \cdot 10^6 \cdot 190/1.25 = 3.21 \text{ kNm} .$$

Determinate le grandezze  $N_{u,Rd}$ ,  $V_{u,Rd}$  e  $M_{u,Rd}$ , il campo resistente si ottiene con le stesse considerazioni del paragrafo precedente, attraverso il rispetto della disequazione

$$\frac{N_{Ed}}{N_{u,Rd}} + \frac{V_{Ed} \cdot h_G}{M_{u,Rd}} < 1 \quad (II)$$

dove  $h_G$  è la distanza tra baricentro della chiodatura e baricentro della bullonatura.

### Sezione B: verifica resistenza della bullonatura

La resistenza a taglio del singolo bullone M8 cl. 8.8 ( $V_{b,Rd}$ ) è data dal minimo tra la resistenza a rifollamento della piastra in alluminio e la resistenza a taglio del gambo del bullone, date dalle seguenti espressioni:

- Resistenza a tranciamento del bullone  

$$F_{V,Rd} = \alpha_V \cdot \frac{f_{ub}A_s}{\gamma_{M2}} = 0.6 \cdot 800 \cdot \frac{36.6}{1.25} = 14.05 \text{ kN}$$
- Resistenza a rifollamento  

$$F_{b,Rd} = k_1\alpha_b \cdot \frac{f_u d t}{\gamma_{M2}} = 2.5 \cdot 0.926 \cdot 190 \cdot 8 \cdot \frac{5}{1.25} = 14.07 \text{ kN}$$

Dalle espressioni precedenti deriva che la resistenza a taglio di progetto del bullone è pari a:

$$V_{b,Rd} = \min\{F_{V,Rd}; F_{b,Rd}\} = 14.05 \text{ kN}$$

Il dominio di resistenza di progetto della bullonatura, in termini di sollecitazioni taglianti  $V_{Ed}$  e di trazione  $N_{Ed}$ , è stato determinato rispettando la seguente relazione:

$$V_{b,Ed} = \sqrt{\left(\frac{N_{Ed}}{4} + \frac{(V_{Ed} \cdot 123) \cdot 75}{(75^2 + 25^2)}\right)^2 + \left(\frac{V_{Ed}}{4}\right)^2} \leq V_{b,Rd}$$

La quale verifica che il taglio agente nel bullone più sollecitato non superi quello resistente.

### RAPPRESENTAZIONE DEI DOMINI DI RESISTENZA

Le tre verifiche portano alla costruzione di tre domini di resistenza, rappresentati in figura 3:

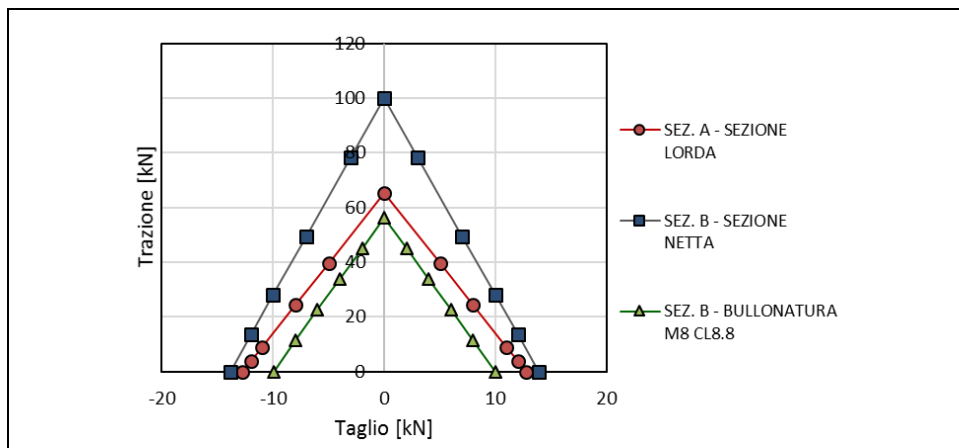


Fig. 3: Sintesi dei risultati ottenuti dalle verifiche di resistenza condotte.

### DOMINIO DI RESISTENZA DI PROGETTO DELLA STAFFA (LATO METALLO)

Il dominio di progetto per il sistema costruttivo ALUHD56 risulta essere il più piccolo tra quelli visti precedentemente (in particolare quello definito dalla bullonatura), il quale risulta ben approssimato dalla disequazione:

$$6|V_{Ed}| + N_{Ed} \leq 56$$

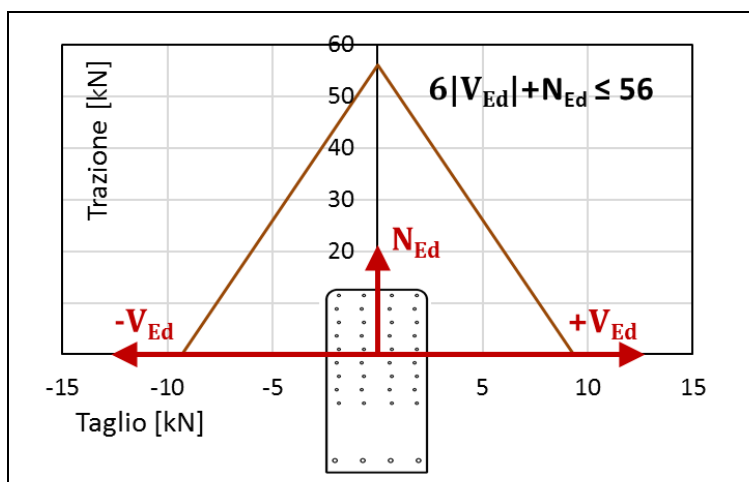


Fig. 4: Rappresentazione grafica del dominio di resistenza di progetto del sistema ALUHD56.