Lezione

Progetto di Strutture

Strutture intelaiate

Strutture intelaiate

Regole di progetto

Al fine di conseguire un comportamento duttile,
i telai devono essere progettati in modo che le cerniere plastiche si formino nelle travi piuttosto che nelle colonne.

Nota !

Questo requisito non è richiesto per le sezioni delle colonne alla base e alla sommità dei telai multipiano e per tutte le sezioni degli edifici monopiano.

Strutture intelaiate

Travi

Nelle sezioni in cui è attesa la formazione delle cerniere plastiche devono essere verificate le seguenti relazioni:

$$M_{Ed} / M_{pl,Rd} \leq 1 \qquad N_{Ed} / N_{pl,Rd} \leq 0.15 \qquad \left(V_{Ed,G} + V_{Ed,M}\right) / V_{pl,Rd} \leq 0.50$$

dove:

M_{Ed} N_{Ed} V_{Ed}	sono i valori di progetto del momento flettente, della sollecitazione assiale e del taglio;
$N_{pl,Rd}$ $M_{pl,Rd}$ $V_{pl,Rd}$	sono i valori delle resistenze plastiche di progetto;
$V_{Ed,G}$	è la sollecitazione di taglio di progetto dovuta alle azioni non-sismiche;
$V_{Ed,M}$	è la forza di taglio dovuta all'applicazione di momenti plastici equiversi $M_{pl,Rd}$ nelle sezioni in cui è attesa la formazione delle cerniere plastiche.

D.M. 14/01/2008 Norme Tecniche per le Costruzioni

Strutture intelaiate

Colonne

Le colonne devono essere verificate in compressione considerando la più sfavorevole combinazione di sollecitazioni assiali e flessionali.

Le sollecitazioni di progetto sono determinate come:

$$N_{Ed} = N_{Ed,G} + 1.1\gamma_{Rd}\,\Omega\, N_{Ed,E}$$

$$M_{Ed} = M_{Ed,G} + 1.1\gamma_{Rd}\,\Omega\, M_{Ed,E}$$

$$V_{Ed} = V_{Ed,G} + 1.1\gamma_{Rd}\,\Omega\, V_{Ed,E}$$

in cui

$N_{Ed,G}$ $M_{Ed,G}$ $V_{Ed,G}$	sono le sollecitazioni di compressione, flessione e taglio dovute alle azioni non sismiche;
$N_{Ed,E}$ $M_{Ed,E}$ $V_{Ed,E}$	sono le sollecitazioni dovute alle azioni sismiche;
γ_{Rd}	è il fattore di sovraresistenza;
Ω	è il minimo valore tra gli $\Omega_i = M_{pl,Rd,i} / M_{Ed,i}$ di tutte le travi in cui si attende la formazione di cerniere plastiche.

D.M. 14/01/2008 Norme Tecniche per le Costruzioni

Strutture intelaiate

Colonne

Nelle colonne in cui si attende la formazione di cerniere plastiche, le sollecitazioni devono essere calcolate nell'ipotesi che nelle cerniere plastiche il momento flettente sia pari a $M_{pl,Rd}$.

Il taglio di progetto deve rispettare la seguente limitazione:

$$\frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} \leq 0.50$$

Strutture intelaiate

Pannelli nodali

I pannelli nodali dei collegamenti trave-colonna devono essere progettati in modo tale da escludere la loro plasticizzazione e instabilizzazione a taglio. Tale requisito si può ritenere soddisfatto quando:

$$\frac{V_{vp,Ed}}{\min(V_{vp,Rd}, V_{vb,Rd})} \leq 1$$

essendo

$V_{vp,Ed}$ la forza di progetto del pannello

$V_{vp,Rd}$ la resistenza a taglio per plasticizzazione del pannello

$V_{vb,Rd}$ la resistenza a taglio per instabilità del pannello.

Strutture intelaiate

Criterio di gerarchia delle resistenze

Per assicurare lo sviluppo del meccanismo globale dissipativo è necessario rispettare la seguente gerarchia delle resistenze tra la trave e la colonna dove, oltre ad aver rispettato tutte le regole di dettaglio previste nella presente norma, si assicuri per ogni nodo trave-colonna del telaio che

$$\sum M_{C,pl,Rd} \geq \gamma_{RD} \sum M_{b,pl,Rd}$$

dove

γ_{RD}	1,3	per strutture in classe CD"A"
	1,1	per strutture in classe CD"B";
$M_{C,pl,Rd}$	è il momento resistente della colonna calcolato per i livelli di sollecitazione assiale presenti nella colonna nelle combinazioni sismiche delle azioni;	
$M_{b,pl,Rd}$	è il momento resistente delle travi che convergono nel nodo trave-colonna.	

D.M. 14/01/2008 Norme Tecniche per le Costruzioni

Strutture intelaiate

Pannelli nodali

Nei nodi trave-colonna, i pannelli d'anima delle colonne devono possedere una resistenza sufficiente e consentire lo sviluppo del meccanismo dissipativo della struttura a telaio, e cioè la plasticizzazione delle sezioni delle travi convergenti nel nodo trave-colonna.

La forza di taglio agente sul pannello d'anima del nodo trave-colonna deve essere determinata assumendo la completa plasticizzazione delle travi in esso convergenti secondo lo schema e le modalità previste in fase di progetto.

Strutture intelaiate

Pannelli nodali

Affinché il pannello d'anima della colonna possa sostenere lo sviluppo del meccanismo dissipativo globale a telaio è necessario che la forza di taglio trasmessa dalle travi al pannello d'anima della colonna sia calcolata in condizioni di collasso. Per tale motivo la forza sollecitante di progetto del pannello, $V_{WP,Ed}$, non deriva dalle sollecitazioni di calcolo ottenute dall'analisi strutturale, bensì dal momento plastico resistente delle travi in esso concorrenti tramite la formula

$$V_{WP,Ed,U} = \gamma_{ov} \frac{\sum M_{b,pl,Rd}}{Z} \left(1 - \frac{z}{H - h_b} \right)$$

dove

$\Sigma M_{b,pl,Rd}$ è la sommatoria dei momenti plastici resistenti delle travi,
H è l'altezza di interpiano del telaio,
z è il braccio di coppia interna della trave,
h_b è l'altezza della sezione della trave.

Circolare 2 febbraio 2009

Strutture intelaiate

Pannelli nodali

La resistenza del pannello nodale privo di piatti di irrigidimento e/o continuità, ove i fenomeni di instabilità non sono condizionanti, è data da

$$V_{WP,Rd} \geq \frac{f_y}{\sqrt{3}} A_{VC} \sqrt{1 - \left(\frac{\sigma}{f_y} \right)^2}$$

dove

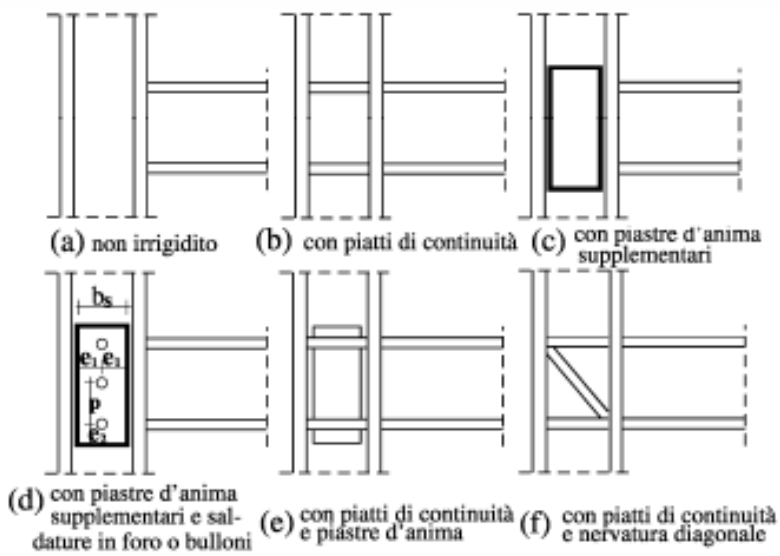
A_{VC} è l'area resistente a taglio

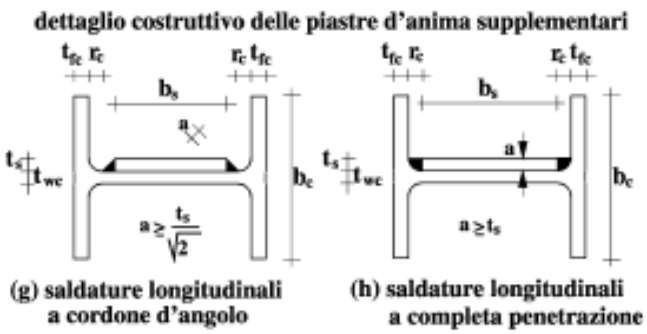
σ è la tensione normale media agente nel pannello dovuta allo sforzo normale di calcolo presente nella colonna.

Strutture intelaiate

Pannelli nodali

In figura sono rappresentati i dettagli costruttivi dei pannelli nodali, cui è necessario fare riferimento per il calcolo della resistenza a taglio. I piatti di continuità in prosecuzione delle ali della trave devono essere sempre previsti nel caso di collegamenti trave-colonna saldati.





Circolare 2 febbraio 2009

Strutture intelaiate

Collegamenti colonna-fondazione

Il collegamento colonna-fondazione deve essere progettato in modo tale da risultare sovra-resistente rispetto alla colonna ad esso collegata.
In particolare, il momento resistente plastico del collegamento deve rispettare la seguente disuguaglianza

$$M_{C,Rd} = 1.1\gamma_{Rd}\,\Omega\, M_{C,pl,Rd}(N_{Ed})$$

dove

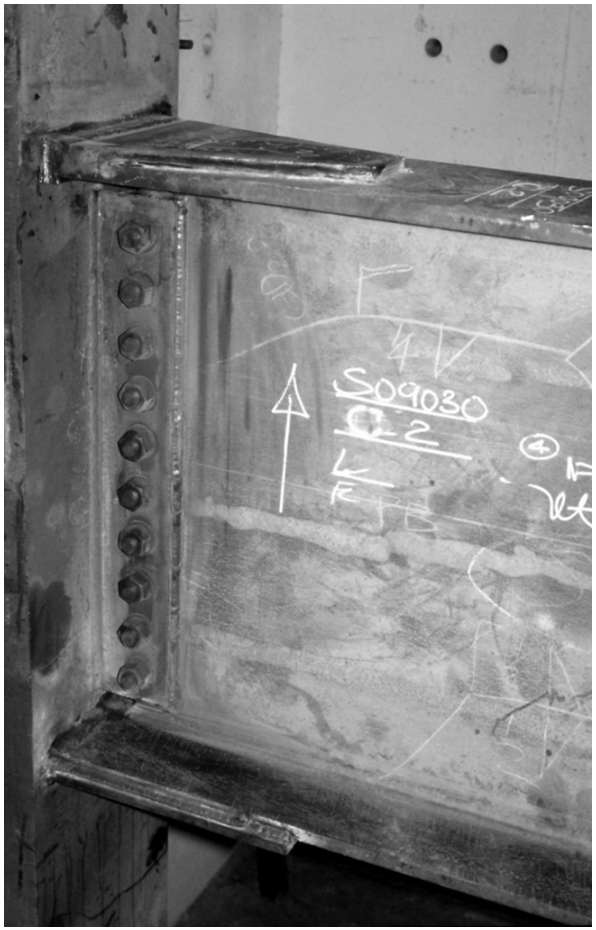
$M_{c,pl,Rd}$ è il momento resistente plastico di progetto della colonna, calcolato per lo sforzo normale di progetto N_{Ed} che fornisce la condizione più gravosa per il collegamento di base.

γ_{Rd} è il coefficiente di sicurezza parziale del materiale.

D.M. 14/01/2008 Norme Tecniche per le Costruzioni

Strutture intelaiate

Collegamenti rinforzati



American Institute of Steel Construction

Strutture intelaiate

Collegamenti rinforzati

American Institute of Steel Construction

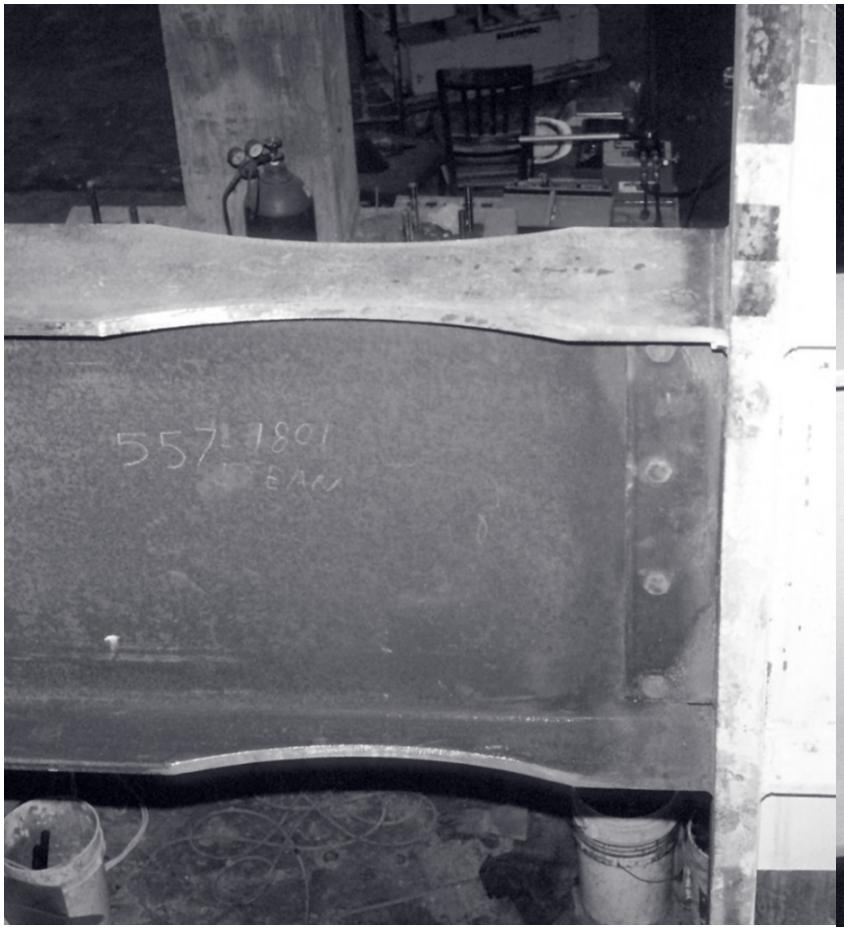
Strutture intelaiate

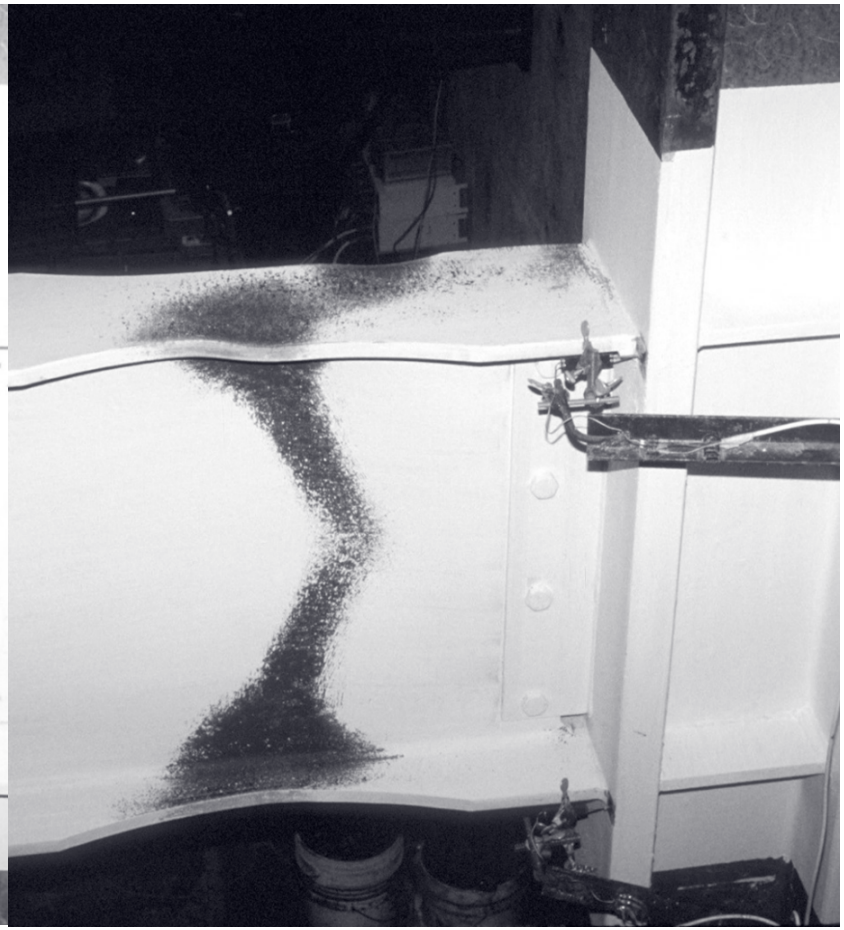
Collegamenti con sezione ridotta della trave

American Institute of Steel Construction

Strutture intelaiate

Collegamenti con sezione ridotta della trave

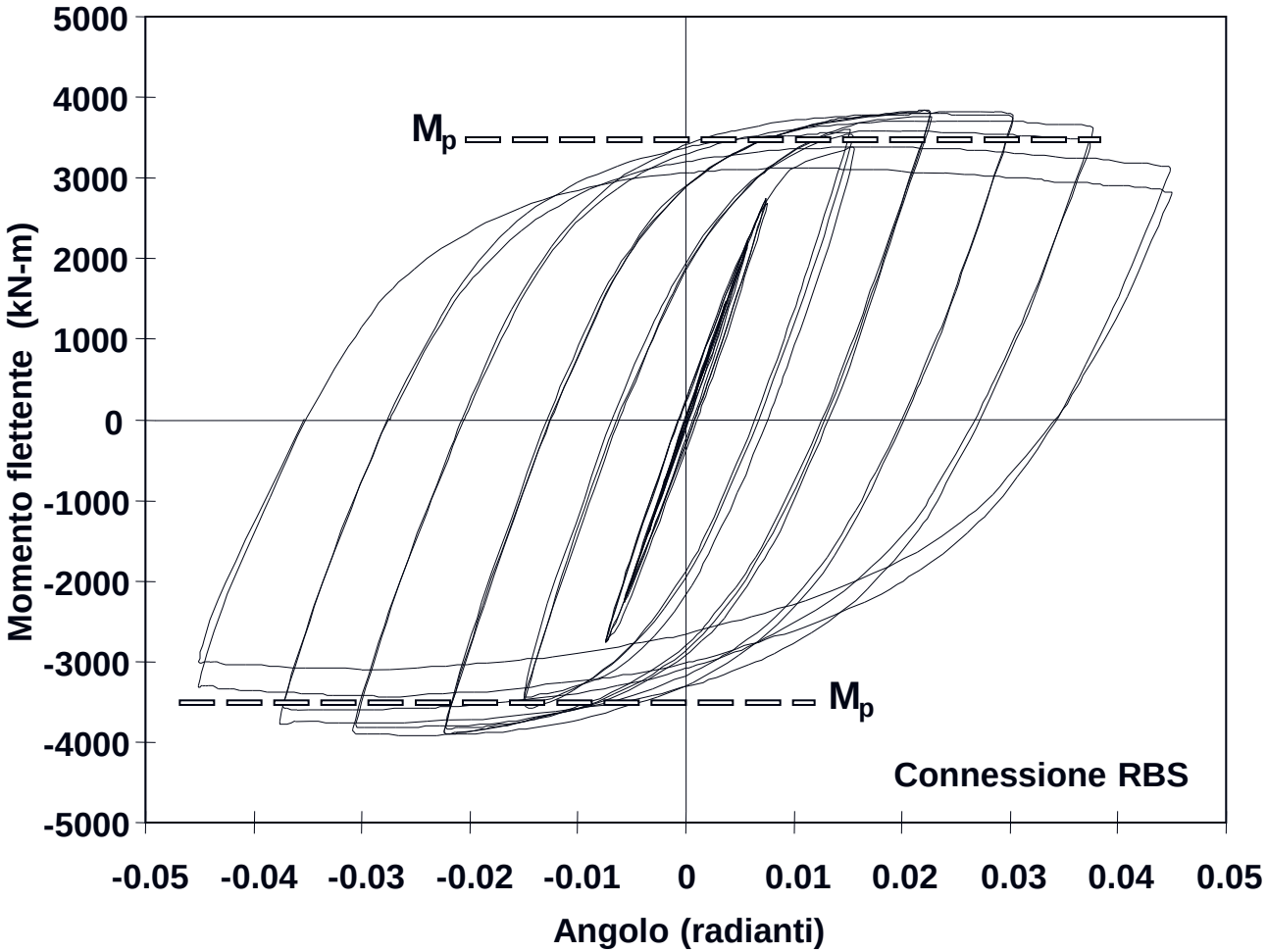




American Institute of Steel Construction

Strutture intelaiate

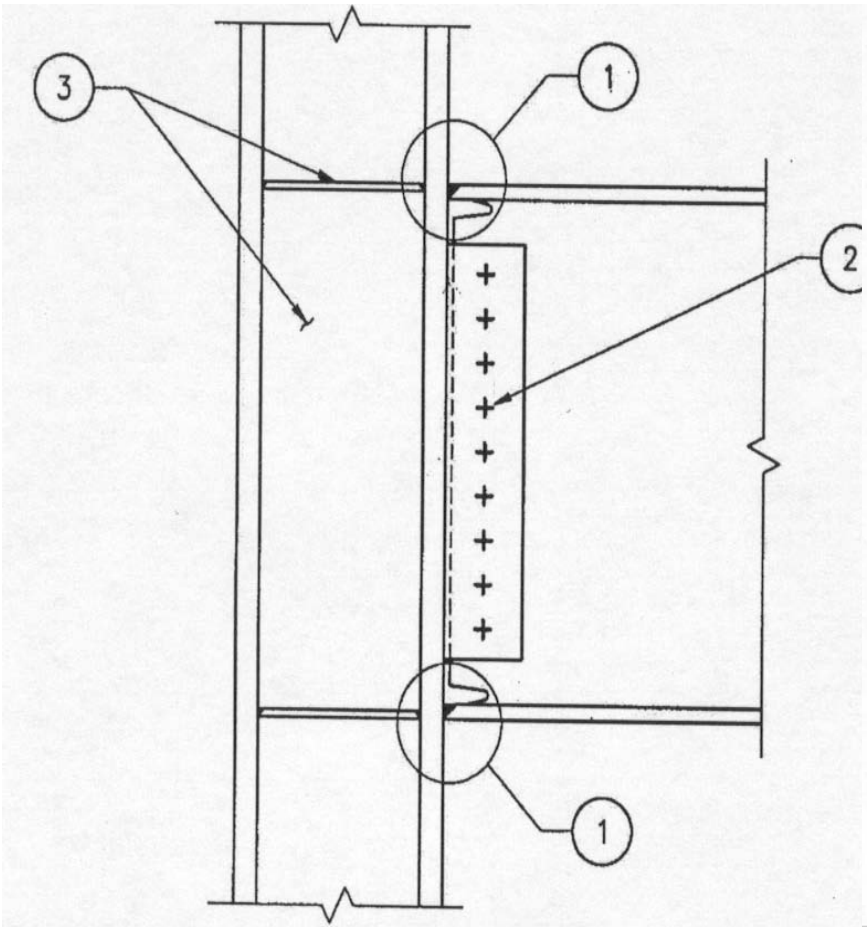
Collegamenti con sezione ridotta della trave

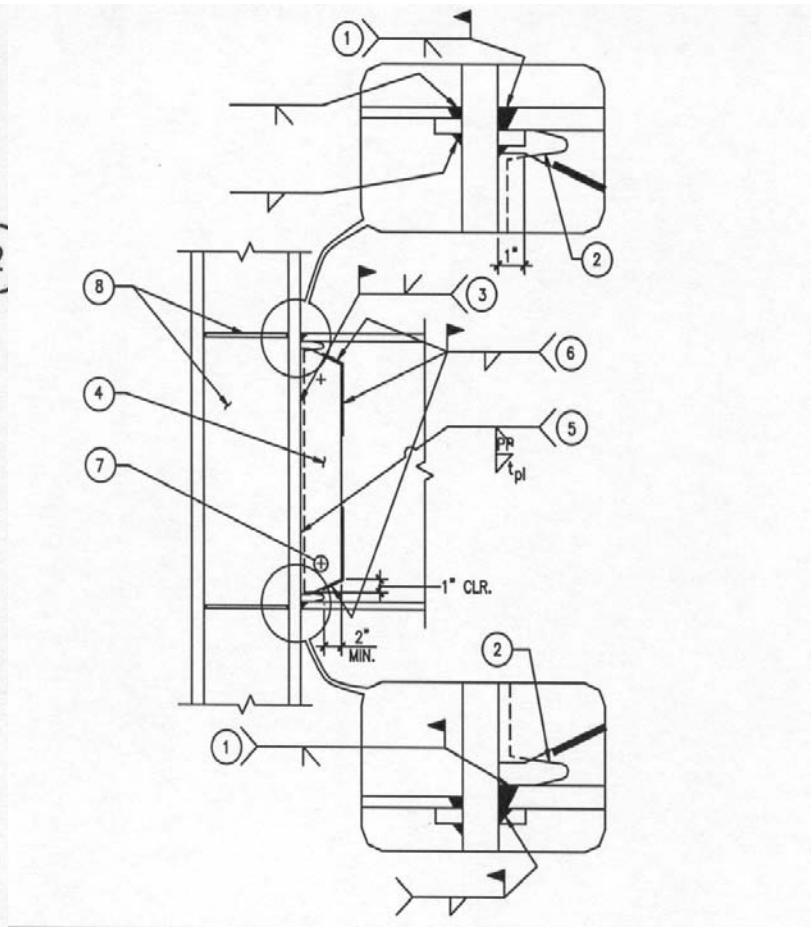


American Institute of Steel Construction

Strutture intelaiate

Collegamenti alternativi

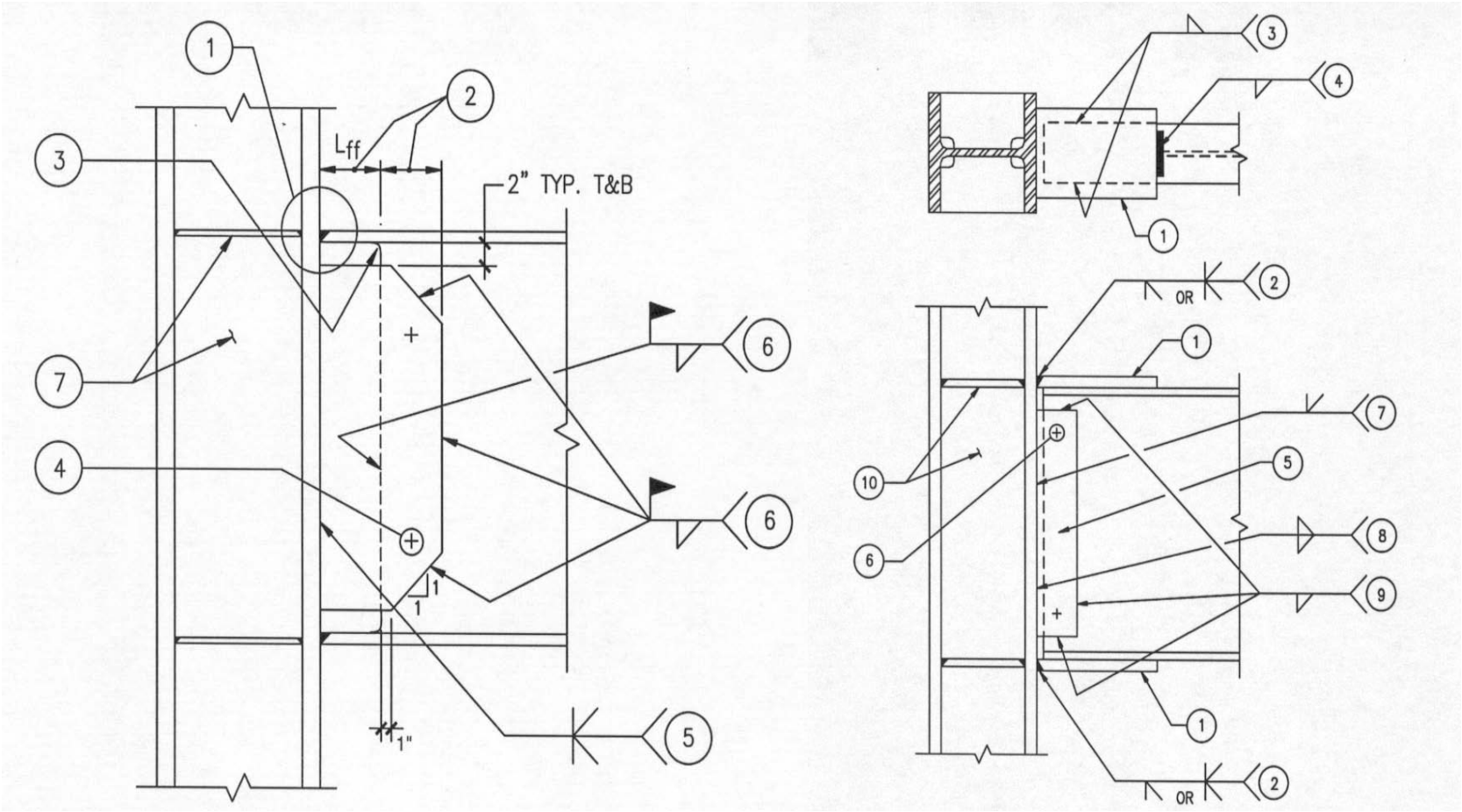




American Institute of Steel Construction

Strutture intelaiate

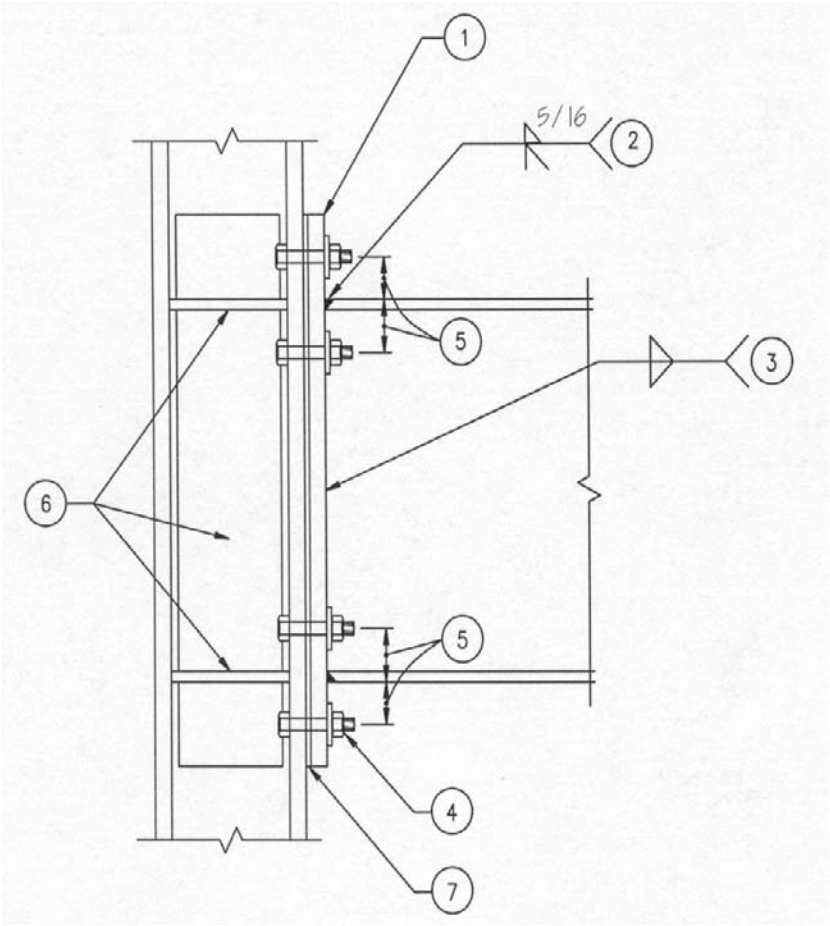
Collegamenti alternativi

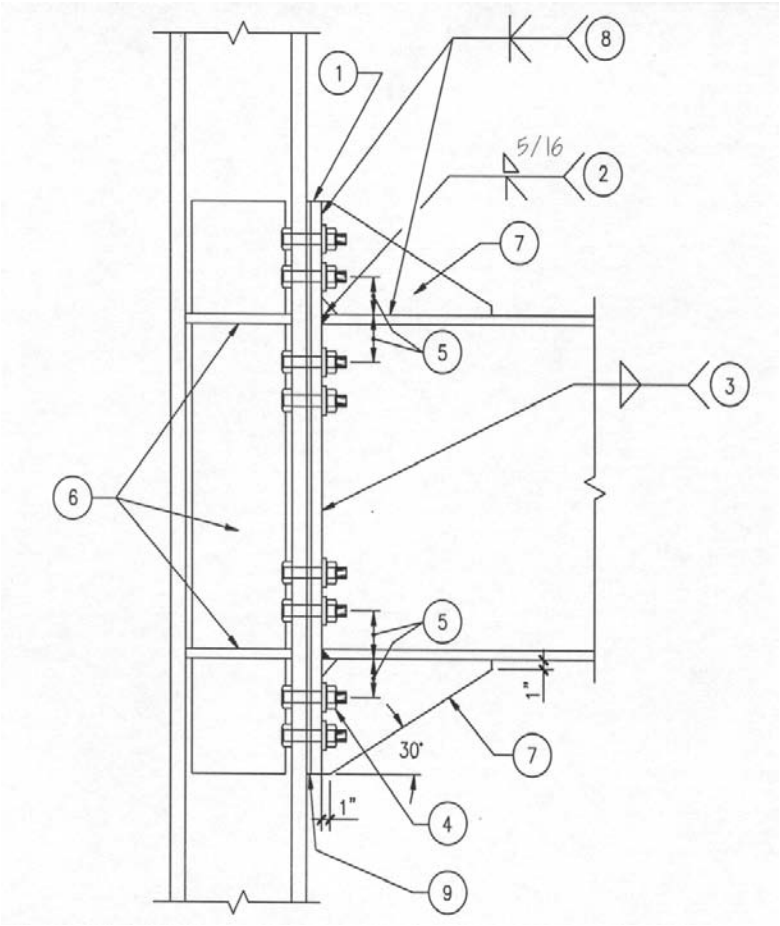


American Institute of Steel Construction

Strutture intelaiate

Collegamenti alternativi

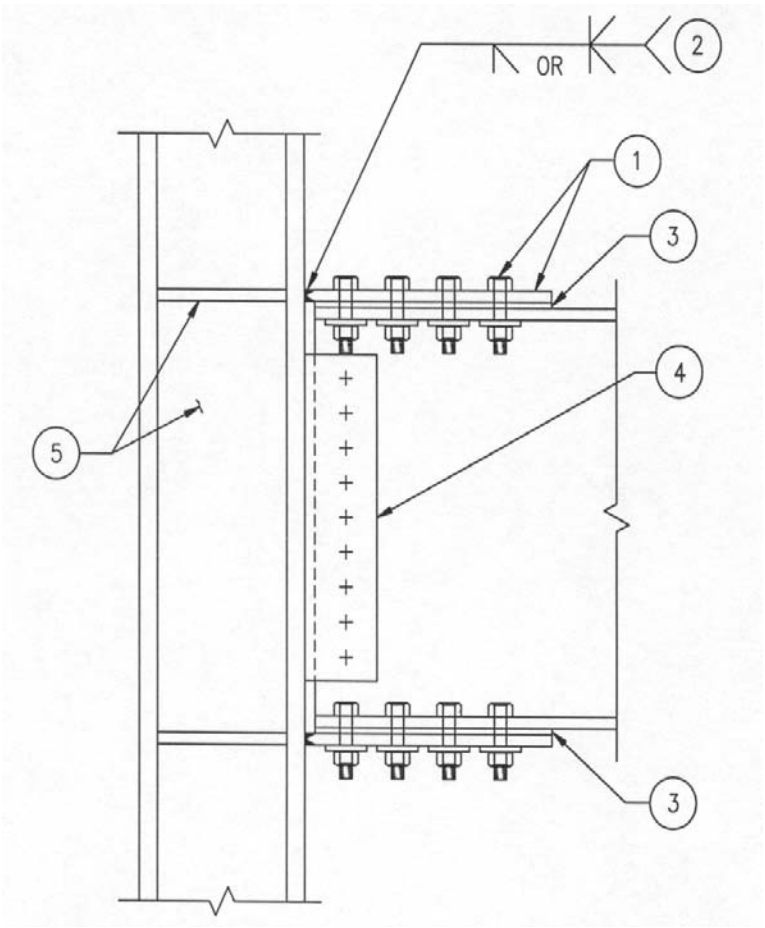


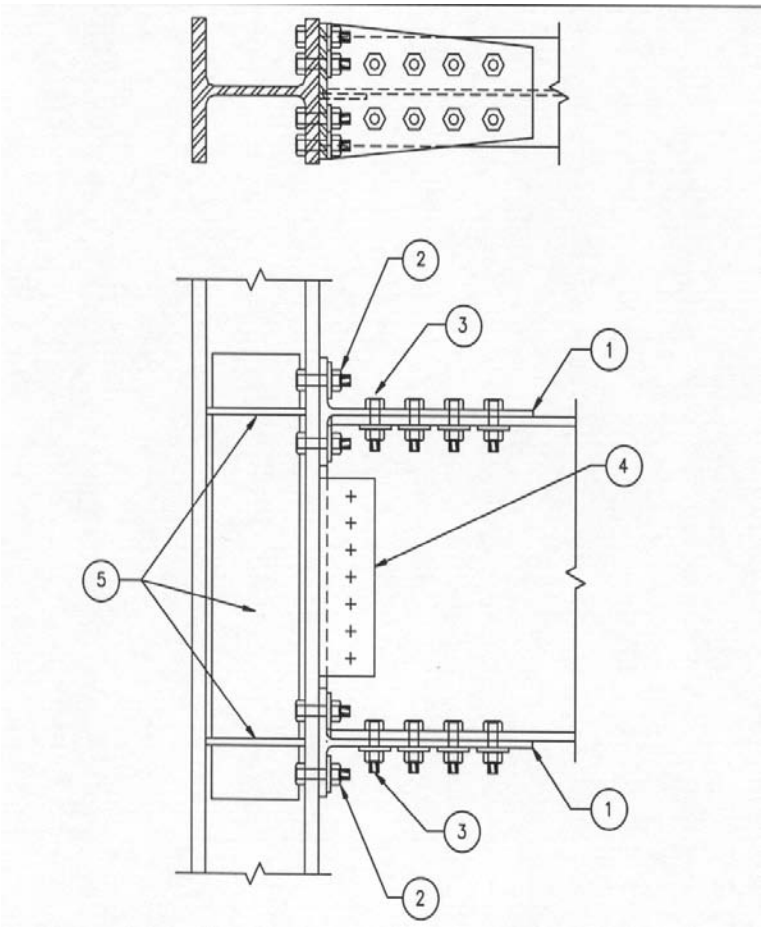


American Institute of Steel Construction

Strutture intelaiate

Collegamenti alternativi





American Institute of Steel Construction

FINE