

Corso di aggiornamento

Progetto di edifici antisismici con struttura a telaio in acciaio

2 - Impostazione della struttura

Villa Redenta, Spoleto

23-24 marzo 2017

Aurelio Ghersi

Considerazioni generali

Regolarità

- È sempre opportuna, indipendentemente dal materiale
- Nelle strutture in acciaio (così come nelle strutture prefabbricate) è opportuno standardizzare i singoli elementi e quindi regolarizzare al massimo la struttura
- È quasi indispensabile definire l'architettonico partendo da una griglia strutturale regolare

Considerazioni generali

Interassi delle colonne (e luci delle travi)

- Le strutture in acciaio si prestano alla realizzazione di luci maggiori rispetto a quelle in c.a.
 - Grazie alla maggiore resistenza dell'acciaio in se (ma attenzione ai limiti di freccia)
 - Grazie alla leggerezza della struttura stessa
- È bene definire una griglia iniziale con luci medio-alte (ad esempio tra 5 m e 7 m)

Considerazioni generali

Solai e impalcato

- I solai richiedono in genere la presenza di travi secondarie che sono sostenute dalle travi principali
- È molto frequente l'uso di solai con lamiera grecata e getto di calcestruzzo di completamento (che garantisce adeguata rigidezza flessionale al solaio)
- L'impalcato deve essere rigido nel suo piano
 - Solai con lamiera grecata e soletta in c.a., ben connessi alle travi secondarie e principali, possono garantire che l'impalcato sia rigido
 - In alternativa occorre prevedere controventi di piano

Considerazioni generali

Orditura dei solai

- Si possono ordire i solai tutti allo stesso modo (e quindi poggiati su travi di bordo e travi di spina)

Questa scelta è molto comune nelle strutture in c.a., anche per la continuità del solaio insita nell'uso del cemento armato

- Si può usare una orditura a scacchiera

In questo modo si può evitare di avere campate di travi più caricate delle altre

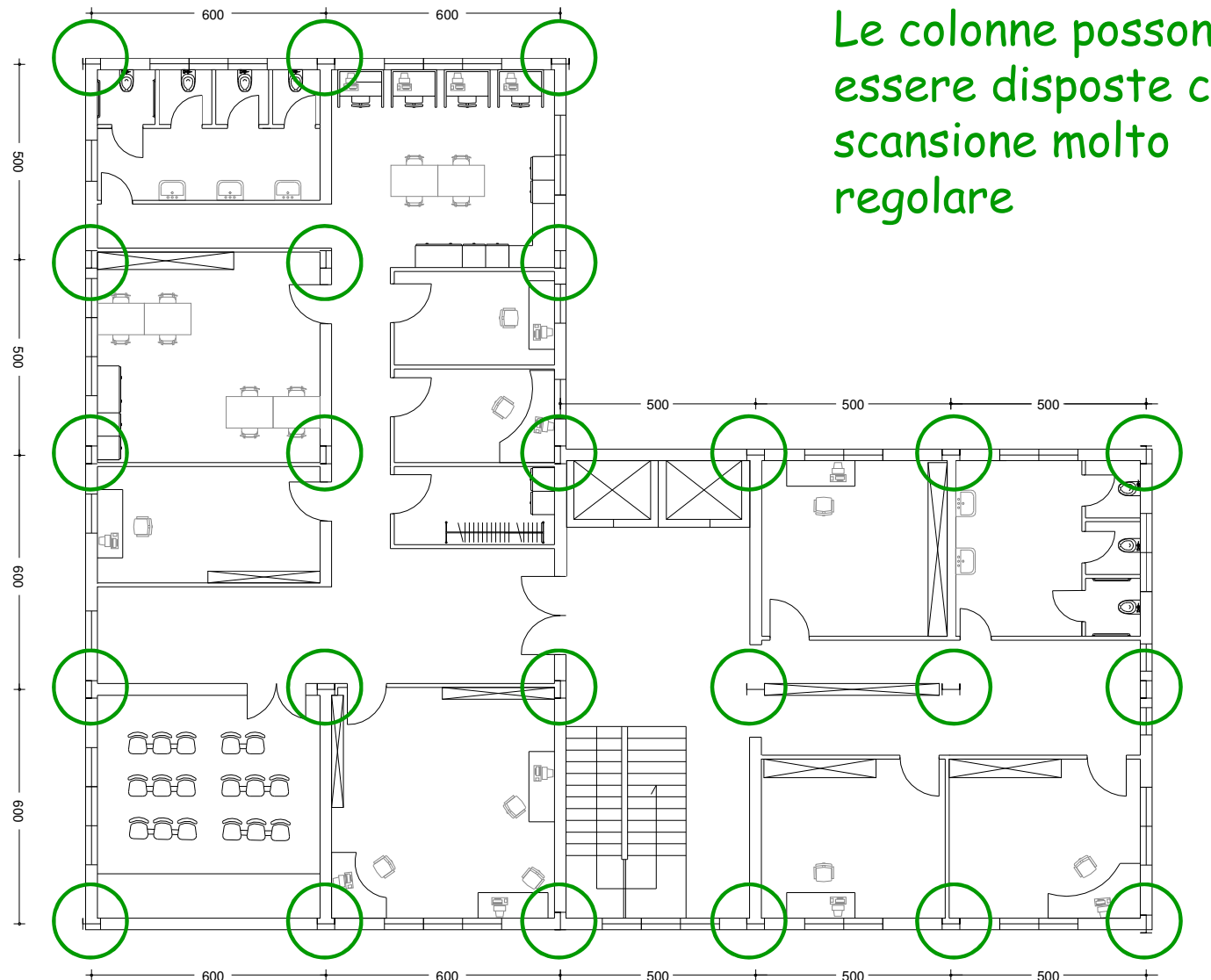
Considerazioni generali

Scala

- La struttura della scala non deve alterare la regolarità strutturale
- La tipologia "acciaio" si presta particolarmente per realizzare una scala "alla Giliberti"
 - La rampa di scale è realizzata mediante due travi ad asse spezzato (spesso profili UPE) che sostengono i gradini
 - In corrispondenza del pianerottolo di riposo le travi sono sostenute da pilastrini portati da una trave a livello dell'impalcato

Esempio

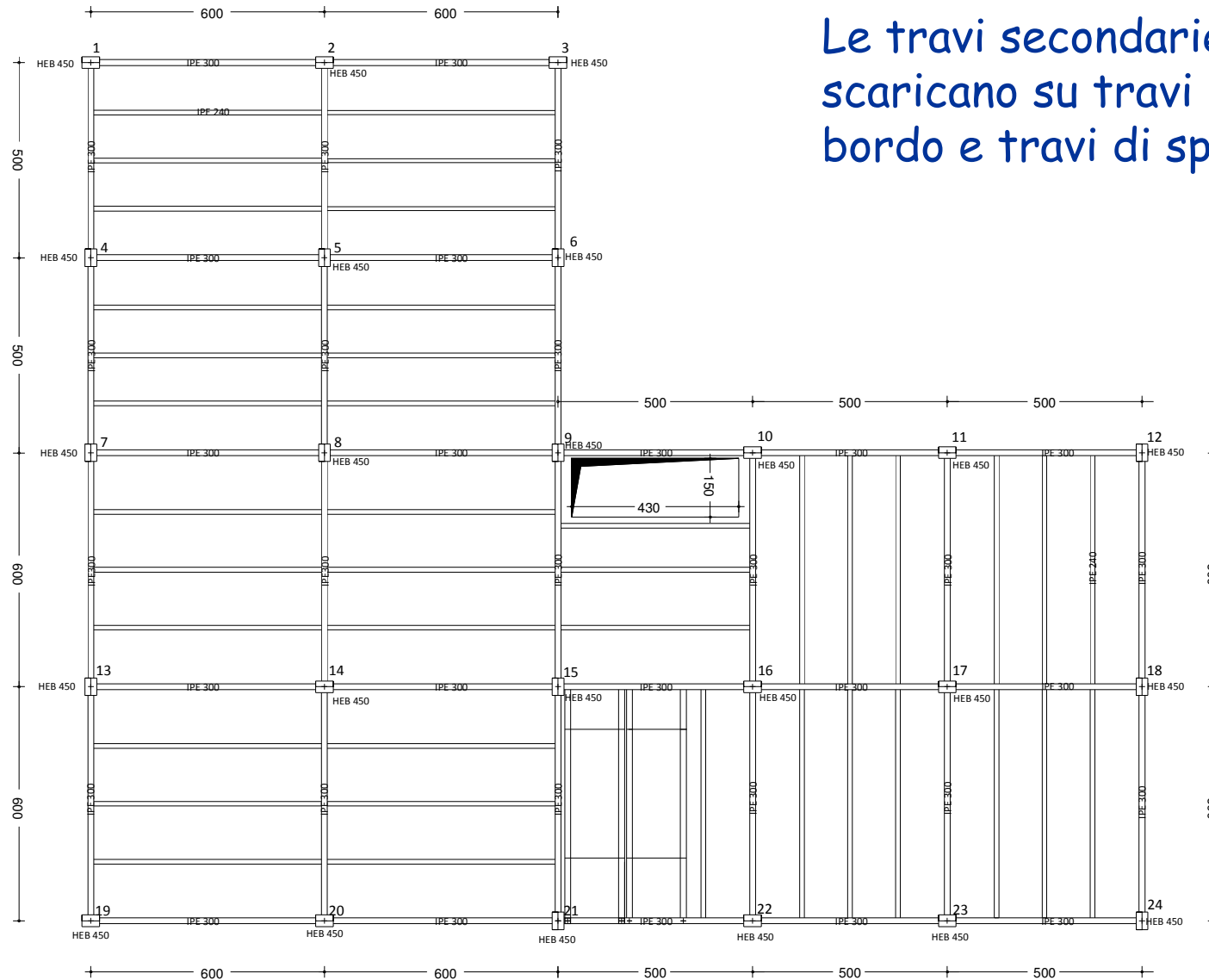
pianta architettonica



Le colonne possono
essere disposte con
scansione molto
regolare

Esempio carpenteria

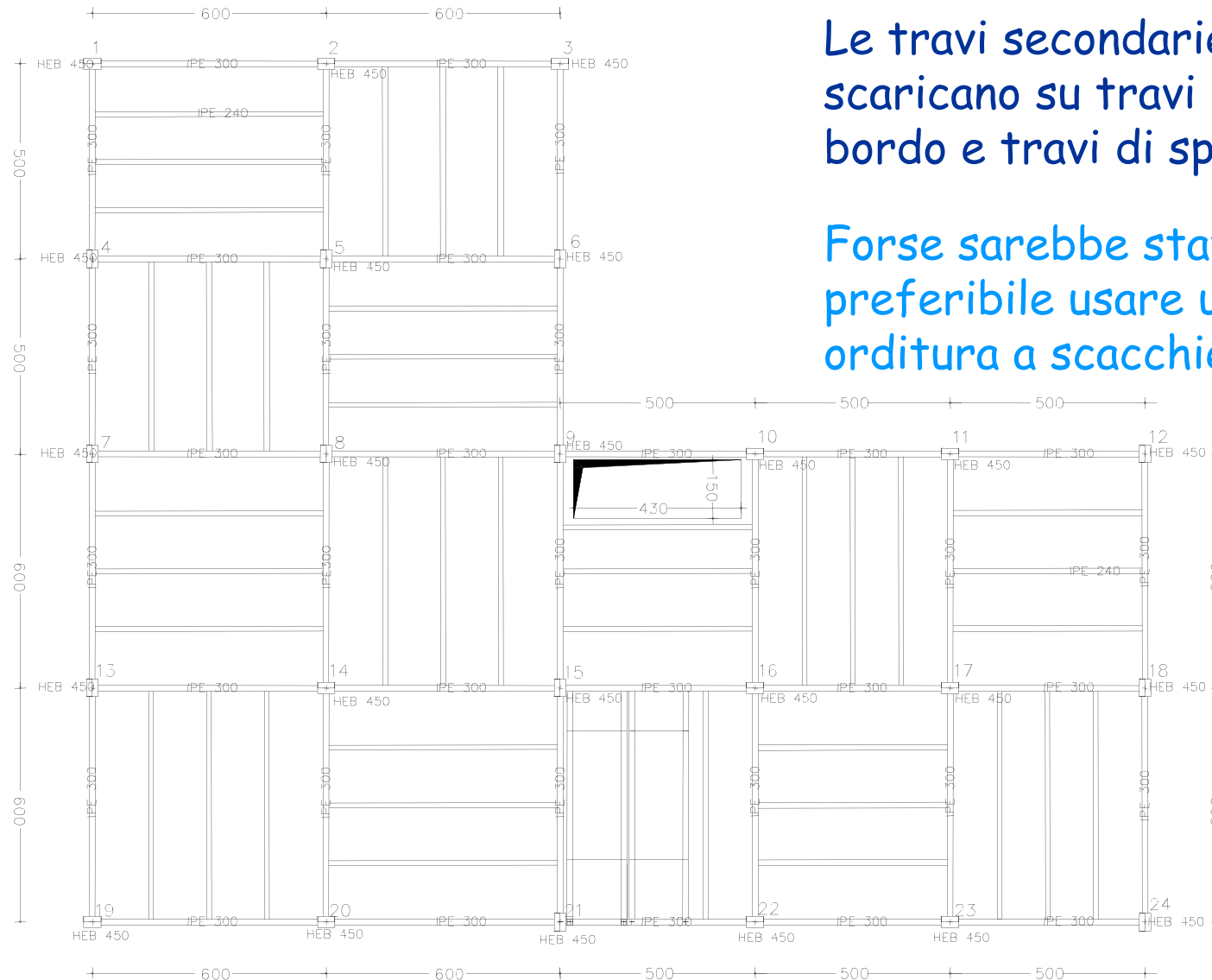
Le travi secondarie
scaricano su travi di
bordo e travi di spina



Esempio carpenteria

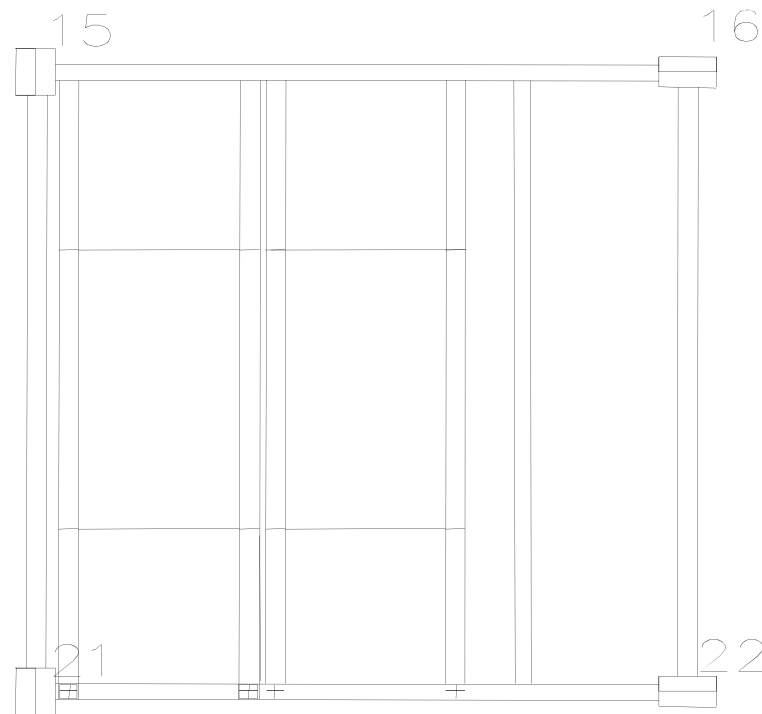
Le travi secondarie
scaricano su travi di
bordo e travi di spina

Forse sarebbe stato
preferibile usare una
orditura a scacchiera



Esempio

particolare della scala



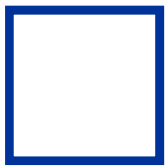
Considerazioni generali

Sezioni e collegamenti

- Tipo di sezione per le colonne:
HE (più diffuse) oppure scatolari ?
- Orientamento delle colonne (se HE)
- Collegamento trave-colonna

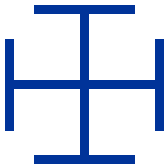
Tipo di sezione per le colonne

- Con rigidezza e resistenza uguali nei due piani



scatolare
(quadrato)

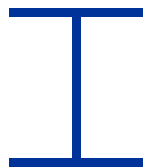
buon comportamento
problemi di collegamento



coppia di
profili HE

buon comportamento
profilo da realizzare ad hoc

- Con rigidezza e resistenza diverse nei due piani



profilo HE

molto diffuso in Italia
problemi legati alla differenza
di resistenza nei due piani

Collegamenti trave-colonna

È possibile realizzare collegamenti:

- Rigidi, che trasmettono momento flettente e impediscono rotazioni relative
- Semirigidi, che trasmettono momento ma hanno rotazioni relative proporzionali al momento
- A cerniera, che non trasmettono momento flettente

Nelle strutture a telaio è necessario che almeno una parte dei collegamenti siano rigidi (o eventualmente semirigidi)

Collegamenti trave-colonna

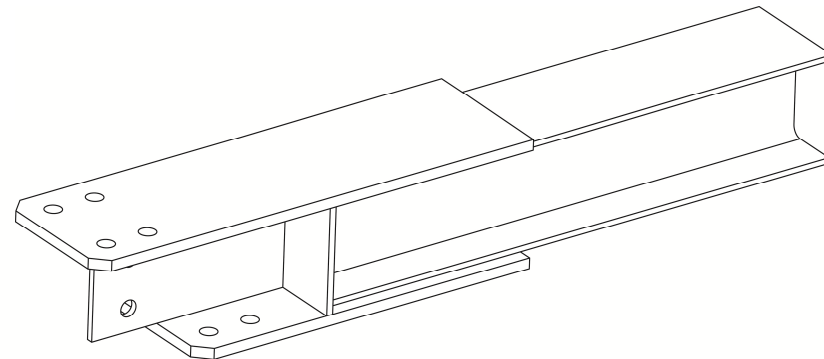
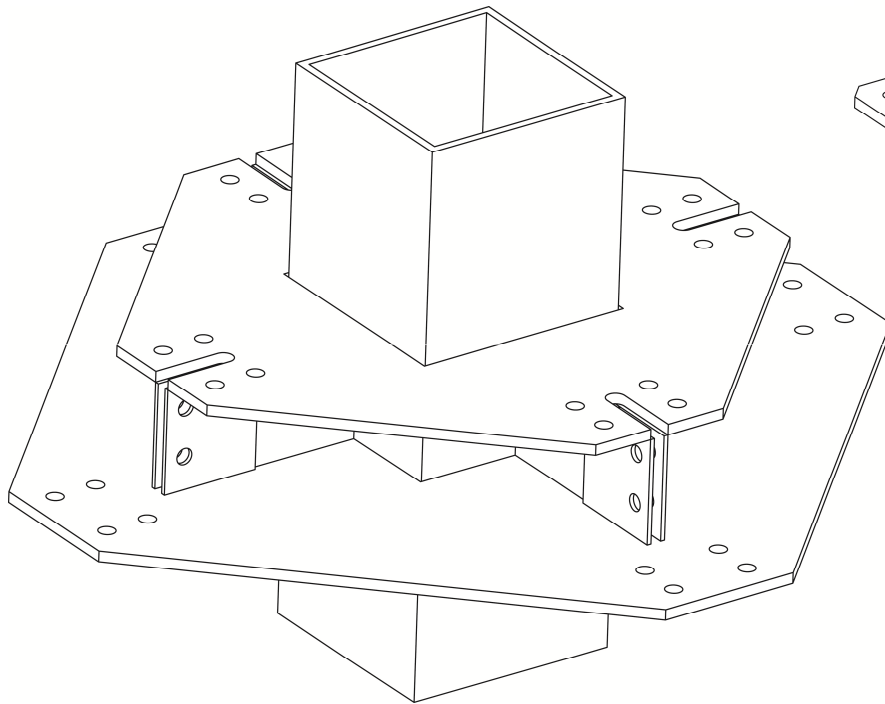
nel caso di colonne scatolari

- Le colonne con sezione scatolare consentono di avere rigidezza uguale (sezione quadrata) o analoga (sezione rettangolare) nelle due direzioni
- Il collegamento ha una certa complessità e viene quasi sempre realizzato con un tronco di colonna predisposto per il collegamento con travi e poi saldato alla colonna
 - In genere si realizzano collegamenti rigidi con tutte le travi che convergono nel nodo
 - Può aver senso realizzare con qualche trave un collegamento a cerniera per motivi particolari (ad esempio ridurre la rigidezza per bilanciare la struttura)

Collegamenti trave-colonna nel caso di colonne scatolari

- Una possibilità: nodi pre-assemblati

PARTE A

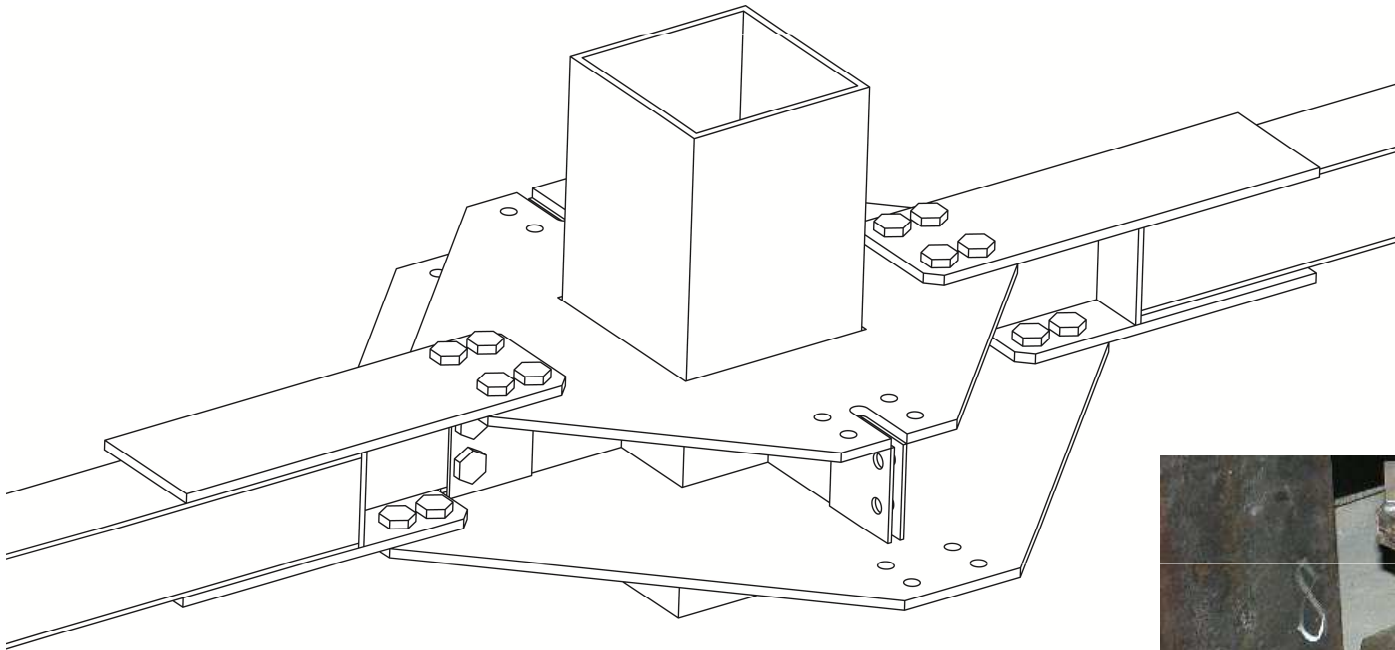


PARTE B

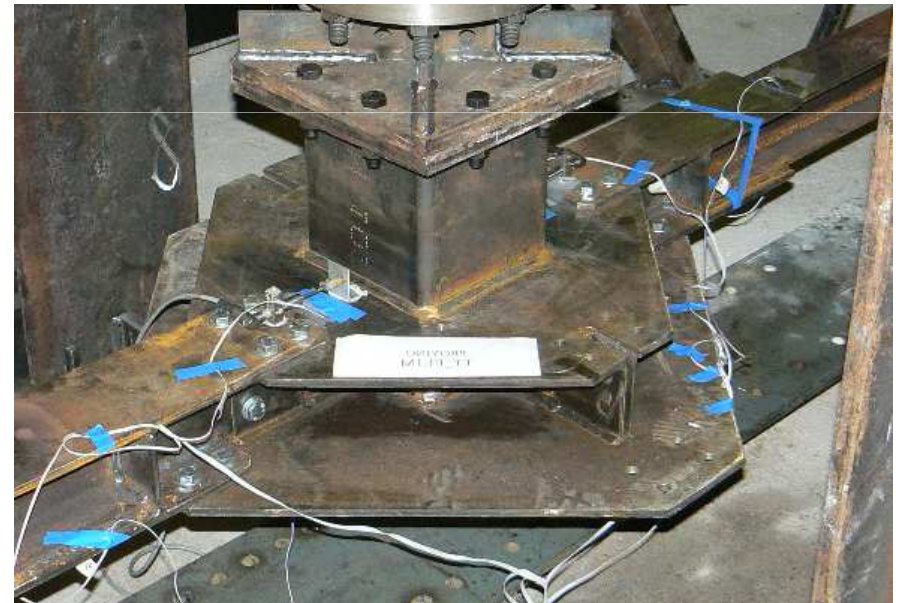
Brevetto Carannante:
nodo in acciaio che consente
di collegare travi e pilastri
mediante bullonatura da
realizzare in opera

Collegamenti trave-colonna nel caso di colonne scatolari

- Una possibilità: nodi pre-assemblati



Il nodo realizza un collegamento a completo ripristino di resistenza, che consente la plasticizzazione dell'estremo della trave



Collegamenti trave-colonna nel caso di colonne scatolari

- Una possibilità: nodi pre-assemblati



Esempio di
realizzazione



Collegamenti trave-colonna nel caso di colonne HE

- Le colonne HE hanno rigidezza abbastanza diversa nelle due direzioni
- Se si vuole realizzare un collegamento rigido si saldano piatti per irrigidire il nodo (piatti in corrispondenza delle ali delle travi, piatti d'anima)
 - Un collegamento rigido tra ala colonna e trave è facile a realizzarsi e consente di conferire buona rigidezza alla colonna nel piano rigido
 - Un collegamento rigido tra anima colonna e trave è meno facile a realizzarsi e in ogni caso la colonna risulta meno rigida in quel piano
 - Possibile scelta se prevedere collegamenti differenziati (incastro/cerniera) nei due piani

Collegamenti trave-colonna nel caso di colonne HE

- Tutti collegamenti incastro
 - Utile per limitare le frecce da carichi verticali nelle travi
 - Possibili problemi per la gerarchia delle resistenze
 - Le colonne lato debole danno comunque un contributo all'assorbimento del sisma, anche se modesto
- Incastro nel piano rigido - cerniera nell'altro
 - Più semplice da realizzare
 - Possibili problemi per le frecce da carichi verticali
 - Si rinuncia al contributo delle colonne lato debole, che però è modesto

Collegamenti colonna - fondazione

- Usualmente sono realizzati ad incastro
 - La sezione alla base del primo ordine è la più sollecitata
 - Occorre curare particolarmente il collegamento per garantire che la plasticizzazione avvenga nella colonna
- Si potrebbero realizzare a cerniera
 - Vantaggi:
non si hanno problemi di plasticizzazione delle colonne
 - Problemi:
maggiore deformabilità della struttura
la cerniera deve essere tale da consentire rotazioni

Collegamenti trave-colonna

dove e come?

- In Italia non si usano strutture interamente saldate in opera

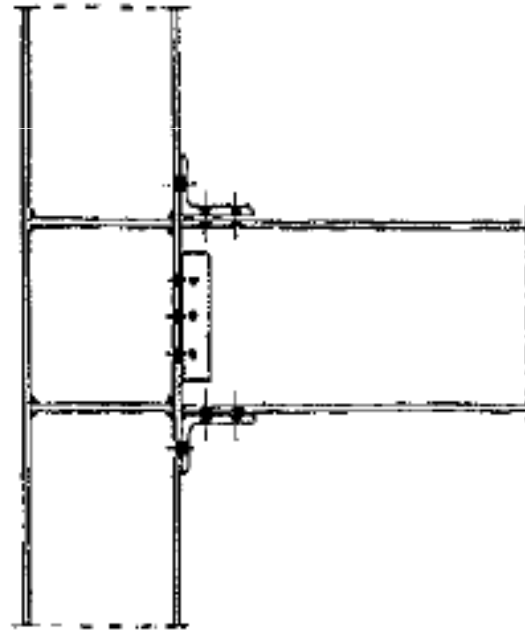
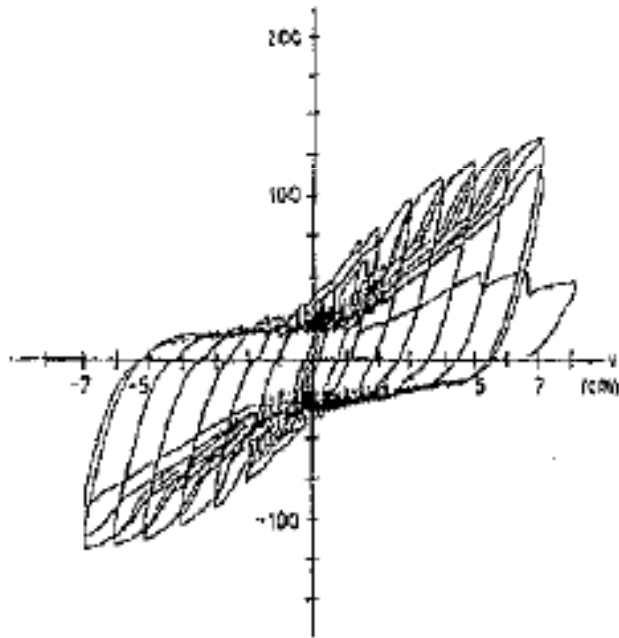


- Necessità di individuare
 - Elementi preassemblati con saldature
 - Zone da collegare mediante bullonature

Nota:

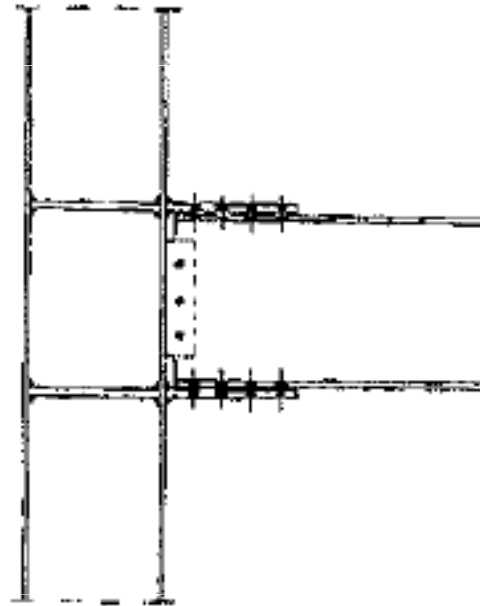
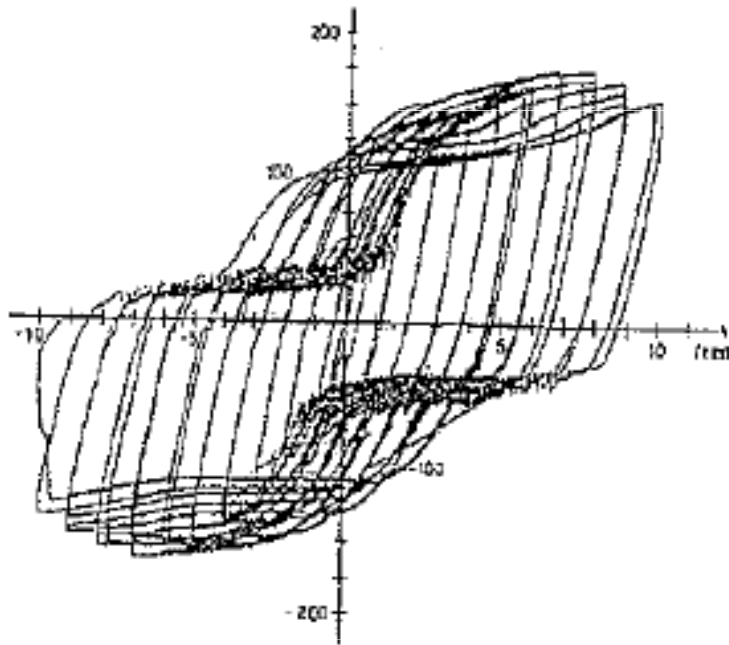
- Il comportamento ciclico del nodo è molto influenzato dalle modalità di collegamento trave-colonna

Comportamento ciclico del nodo



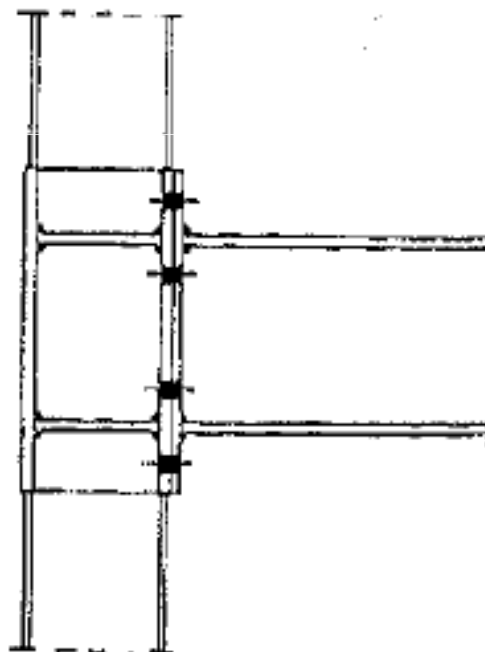
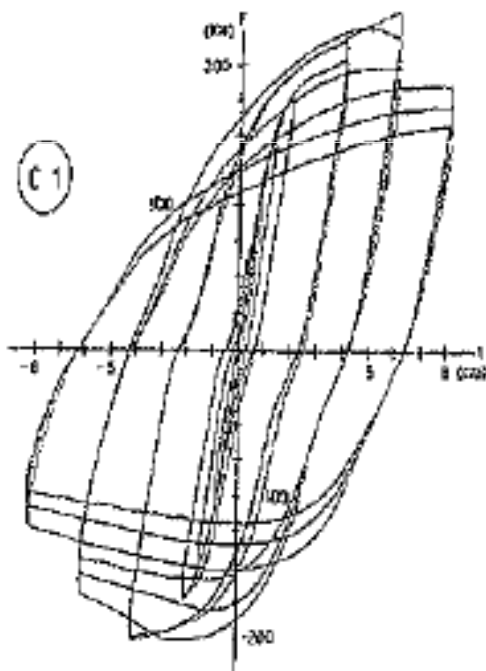
Collegamento con angolari d'ala e angolari d'anima

Comportamento ciclico del nodo



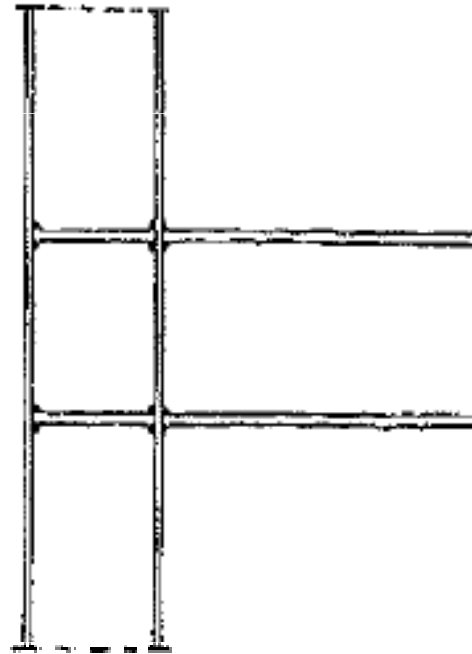
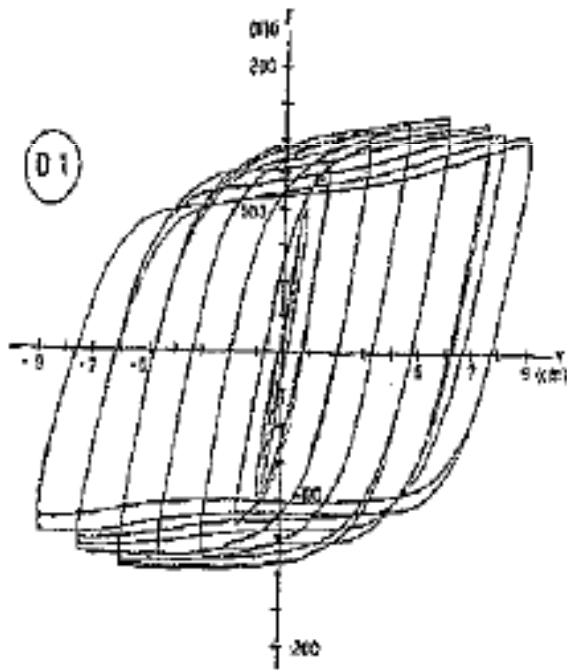
Collegamento con piatti d'ala saldati alla colonna e angolari d'anima

Comportamento ciclico del nodo



Collegamento flangiato

Comportamento ciclico del nodo

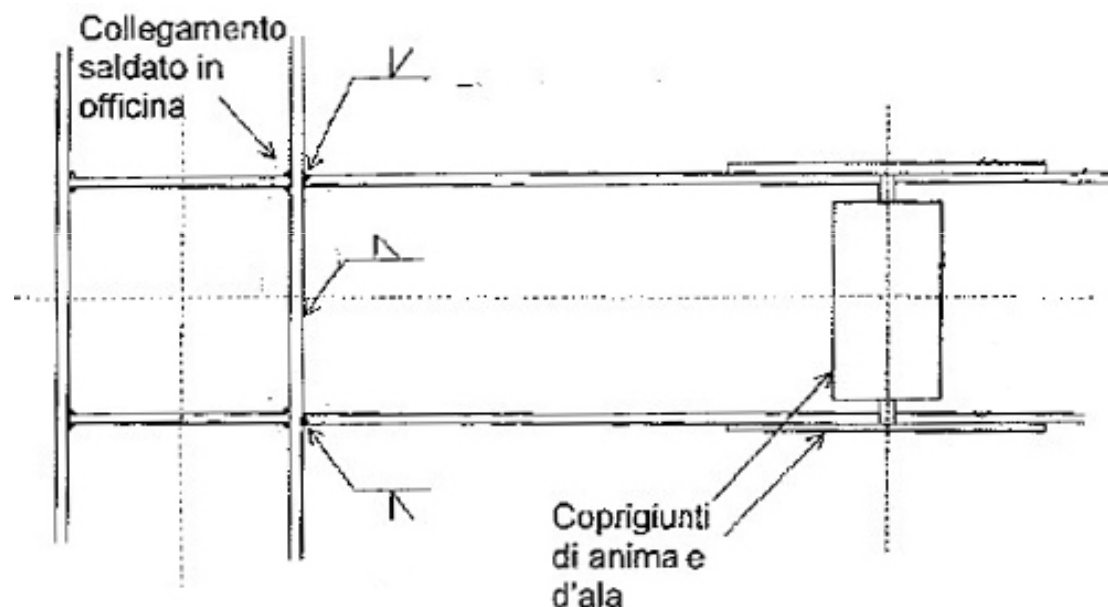


Collegamento saldato

Collegamenti trave-colonna

dove e come?

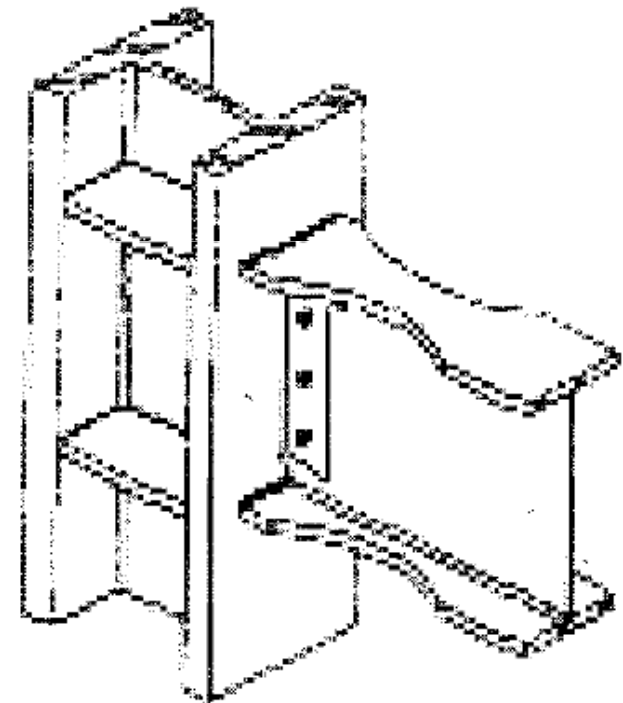
- Sarebbe preferibile realizzare il collegamento trave-colonna mediante saldature
- Si può spezzare la trave, spostando il collegamento bullonato in una zona meno sollecitata



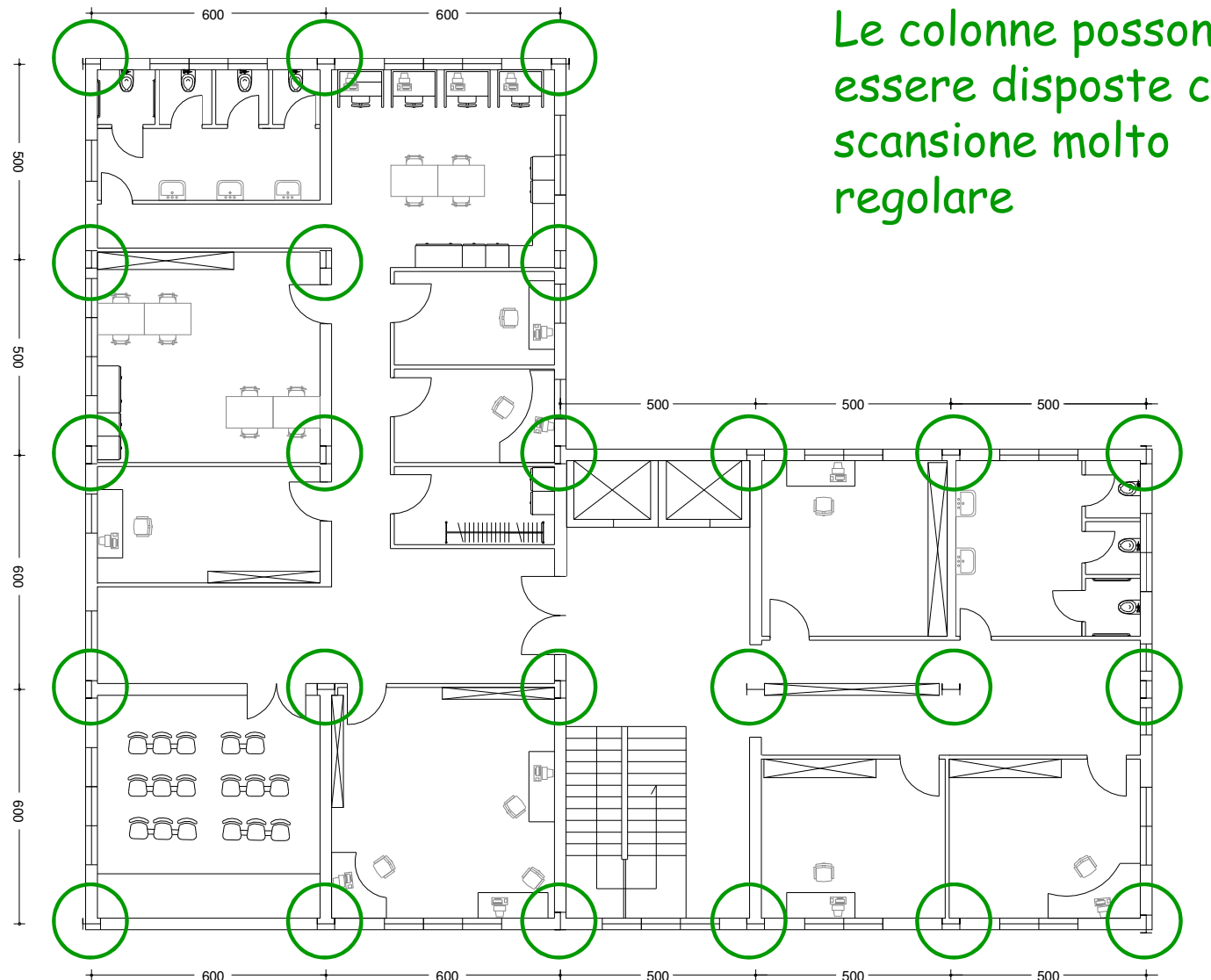
Collegamenti trave-colonna

dove e come?

- Sarebbe preferibile realizzare il collegamento trave-colonna mediante saldature
- Si può spezzare la trave, spostando il collegamento bullonato in una zona meno sollecitata
- Per ridurre le sollecitazioni nel collegamento trave-colonna si può indebolire localmente la trave (dog bone)

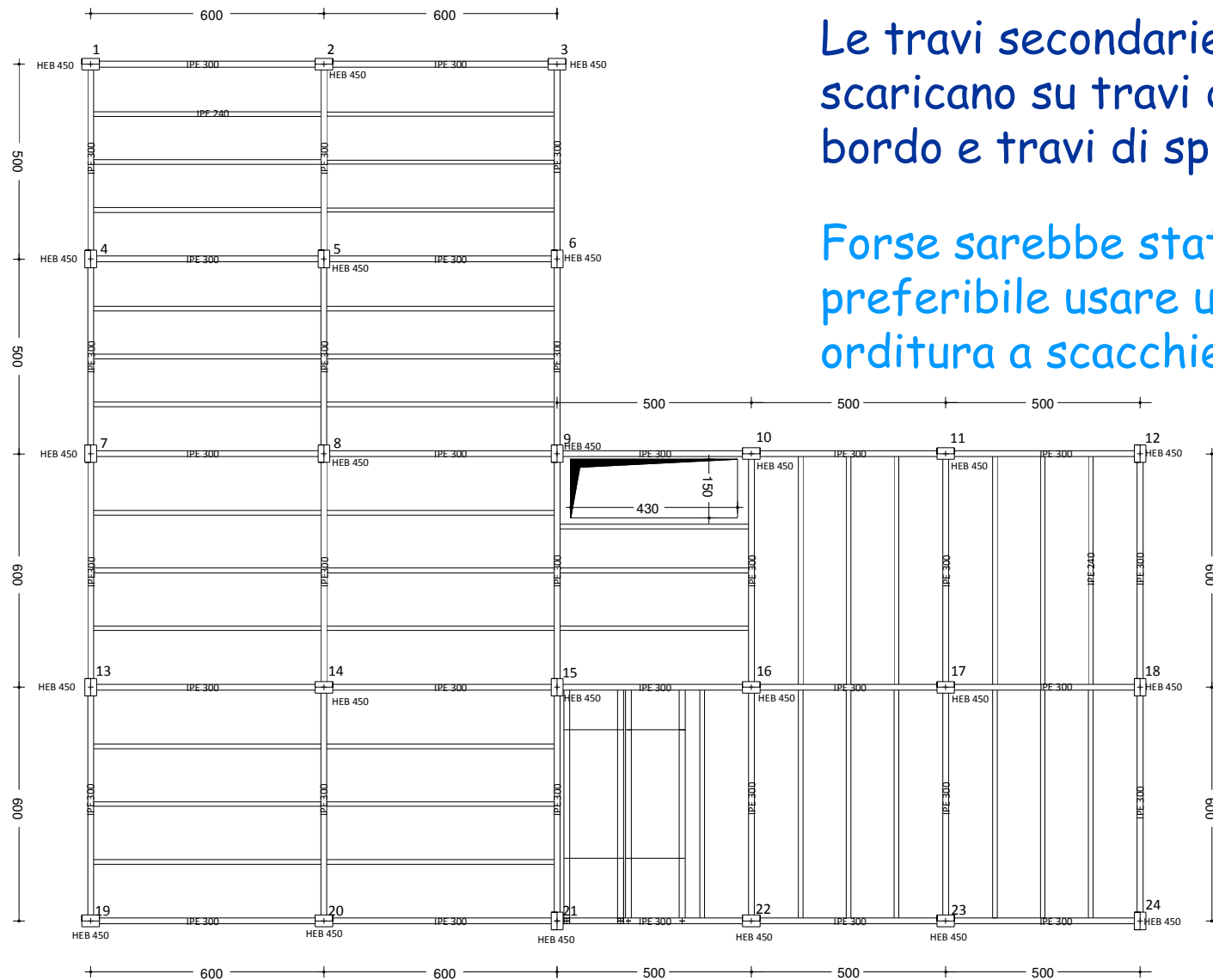


Esempio - pianta architettonica



Le colonne possono essere disposte con scansione molto regolare

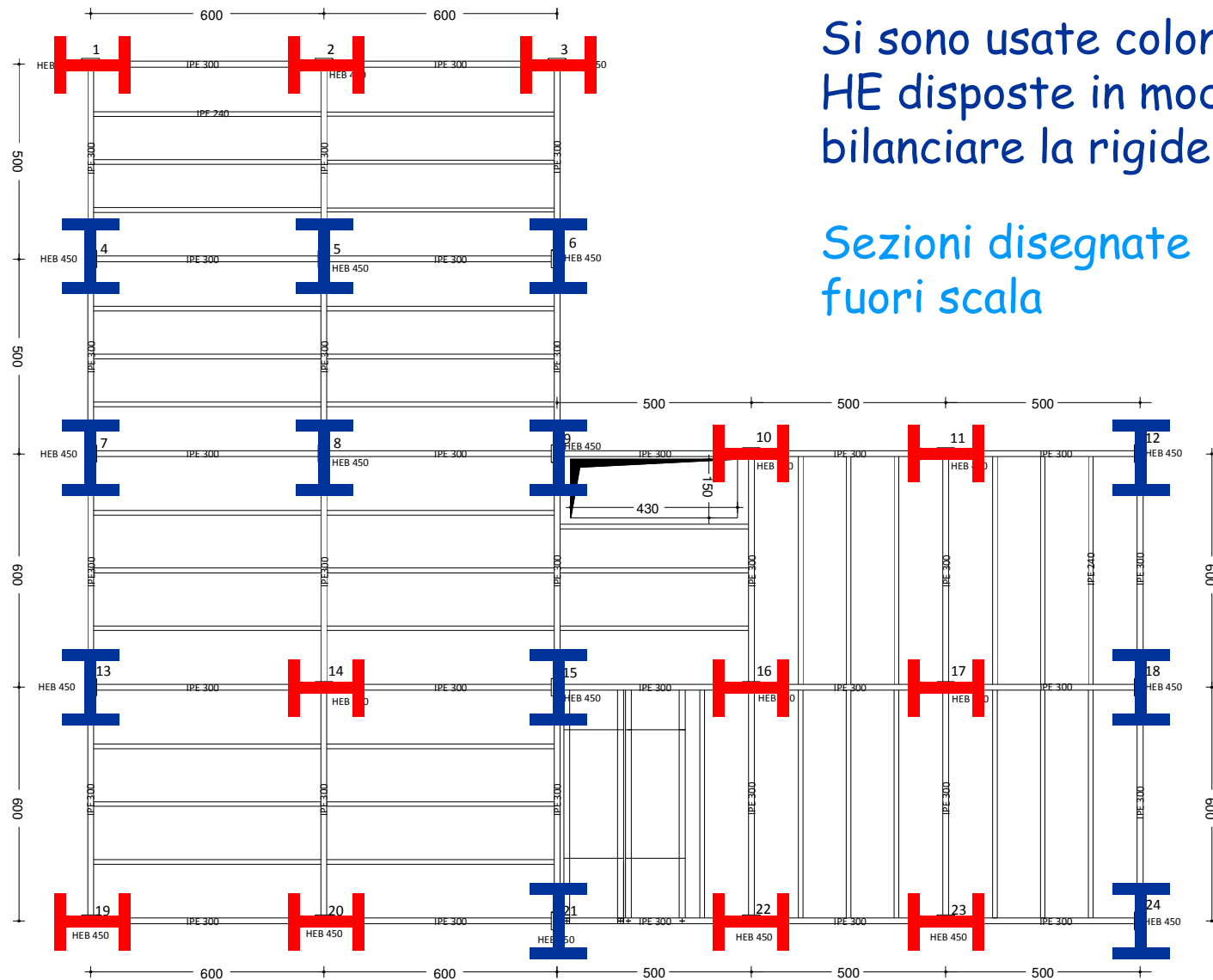
Esempio - carpenteria



Le travi secondarie scaricano su travi di bordo e travi di spina

Forse sarebbe stato preferibile usare una orditura a scacchiera

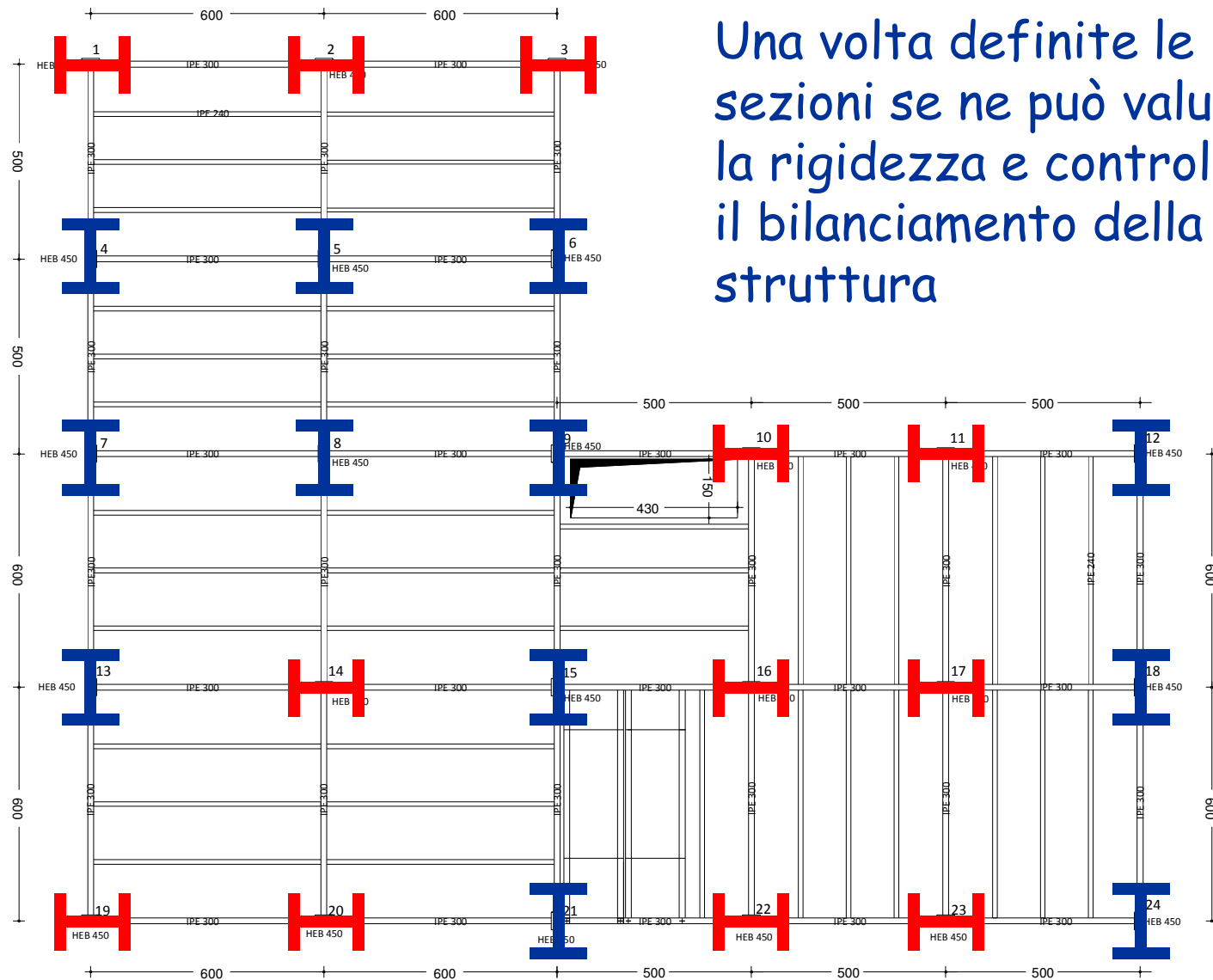
Esempio - carpenteria



Si sono usate colonne HE disposte in modo da bilanciare la rigidezza

Sezioni disegnate fuori scala

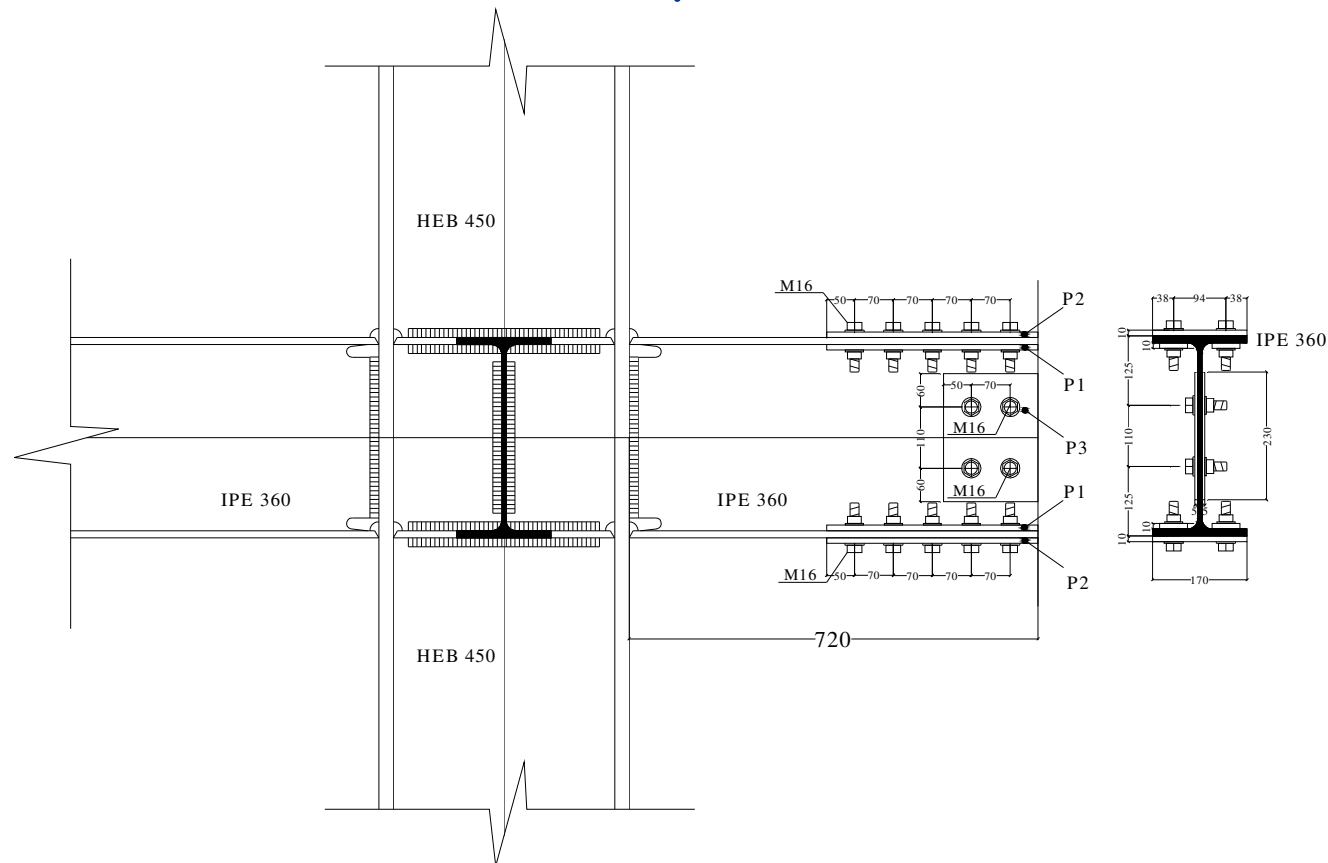
Esempio - carpenteria



Una volta definite le sezioni se ne può valutare la rigidezza e controllare il bilanciamento della struttura

Esempio - collegamenti

- Si è scelta la soluzione con tutti nodi incastro
- Si sono previsti spezzoni di trave saldati alla colonna, da bullonare in opera al resto della trave



Impalcato

Per realizzare un impalcato sufficientemente rigido:

- Controventi di piano in acciaio
- oppure
- Solaio in lamiera grecata con soletta di almeno 4 cm armata con rete in acciaio e con connettori

Si è scelta questa seconda via

