

# MODERNI SISTEMI COSTRUTTIVI PER TETTI IN LEGNO

## VERIFICA PER I CASI CON UTILIZZO DI PIASTRE PREFORATE

Si prende in considerazione una lamiera Fe36 preforata, detta a quinconce, con fori di diametro mm 20, distanziati tra loro mm 40. E' possibile disporre di lamiera pre-zincate, denominate sendzmir, per spessori sino a mm 5. Per spessori superiori si utilizzano lamiera nere. Non è indispensabile la protezione superficiale delle lamiera, ma è invece importante che le superfici ed i fori siano accuratamente puliti, sgrassati e privi di ruggine.

La resina epossiamminica è del tipo prescelto dal progettista. I due componenti devono essere accuratamente miscelati. Il prodotto viene fatto percolare nell'intaglio e satura tutti gli spazi liberi, avvolgendo completamente la

lamiera. Penetrando nei fori, la resina aderisce perfettamente al loro contorno. Con la polimerizzazione si vengono a formare degli spinotti di resina in grado di trasmettere o riprendere le sollecitazioni delle sezioni lignee. La verifica deve essere fatta per lo spinotto più sollecitato (quello più lontano dal baricentro delle superfici incollate) e per le interfacce legno-resina che gli competono.

Nel meccanismo resina-lamiera lo spinotto va verificato a (1) compressione locale a schiacciamento (rifollamento) nei confronti della lamiera e (2) taglio. L'interfaccia resina-legno va verificata a (3) scorrimento per il valore massimo ammissibile attribuibile al legno per lamellare di conifera europea BS11 e 14 si considerano  $\text{daN/cm}^2$  12; per BS16 e 18  $\text{daN/cm}^2$  13; per il legno massiccio di conifera  $\text{daN/cm}^2$  9.

*Anche quando non si voglia utilizzare immediatamente lo spazio di sottotetto, il sistema con giunti a tre vie lascia aperte molte possibilità per il futuro.*



sezione lorda mm 400 x 5; fori Ø mm 20 disposti a quinconce

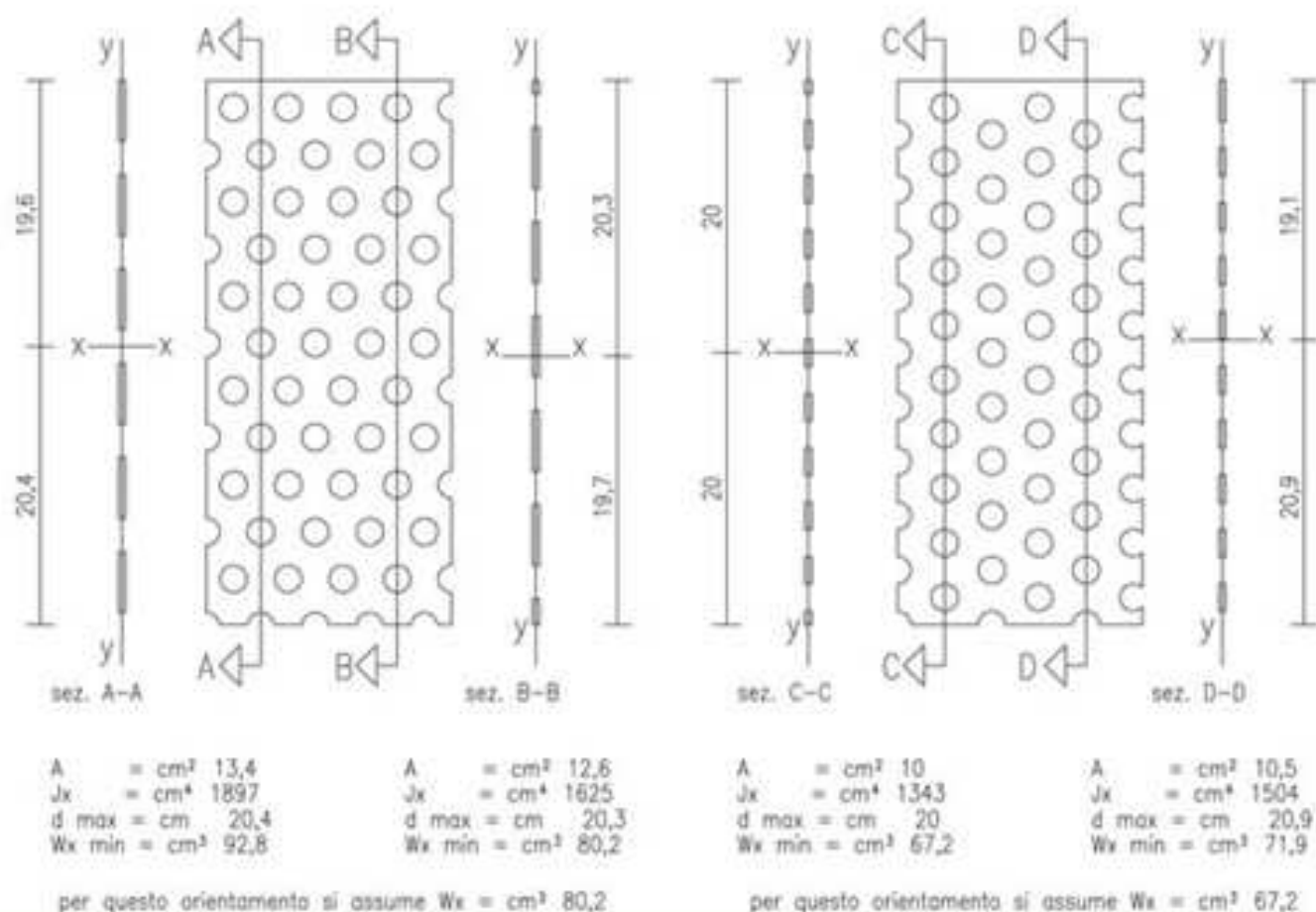


Figura 1: Esempio dei valori netti attribuibili a due piastre preforate diversamente orientate

Ai fini del dimensionamento della piastra, prevale il più riduttivo tra i tre valori (1), (2) e (3). La lamiera va sempre verificata considerando la sezione disponibile al netto dei fori (sezione utile). Per i valori a compressione locale e taglio della resina è prassi introdurre un coefficiente di sicurezza pari a 5.

Ad esempio, utilizzando resina Xepox 26 si ha:

### 1) Verifica a compressione locale dello spinotto di resina

Con carico di rottura  $\geq$  daN/cm<sup>2</sup> 500;

$$F_{\text{sic}} = (\text{coeff. } 2 \times \varnothing \text{ cm } 2 \times s \times \text{daN/cm}^2 \text{ } 500) / 5,$$

dove s = spessore lamiera

s = mm 1,5	F sic. = daN 60;
s = mm 2	F sic. = daN 100;
s = mm 2,5	F sic. = daN 120;
s = mm 3	F sic. = daN 160;
s = mm 4	F sic. = daN 200;
s = mm 6	F sic. = daN 240;
s = mm 8	F sic. = daN 320;
s = mm 10	F sic. = daN 400;

### 2) Verifica a taglio dello spinotto di resina

Con carico di rottura  $\geq$  daN/cm<sup>2</sup> 400;

$$T_{\text{max}} = (2 \text{ sez.} \times \text{cm}^2 \text{ } 3,14 \times 3 / 4 \times \text{daN/cm}^2 \text{ } 400) / 5 = \text{daN } 377$$

### 3) Verifica a scorrimento delle interfacce che competono allo spinotto di resina

$$T_{\text{sic}} = n. \text{ facce} \times \text{cm}^2 \text{ } 13,8 \times \tau_{\text{sic}}$$

e quindi rispettivamente per le due interfacce:

lamellare BS 11/14	F sic. = daN 331;
lamellare BS 16/18	F sic. = daN 359;
massiccio conifera	F sic. = daN 248.

Nel caso proposto, se ad esempio si dispone di aste in legno massiccio, la forza massima applicabile allo spinotto più distante non potrà superare daN 240 con lamiera dello spessore di mm 6.

### VERIFICA PER I CASI CON UTILIZZO DI BARRE FeB44k

In alternativa alle lamiere preforate, possono essere utilizzati tondi in acciaio, per lo più del diametro di mm 16; alcune vol-

te inferiore, molto raramente superiore. Le barre non necessitano di alcun trattamento superficiale, ma è bene siano accuratamente pulite e prive di ruggine.

La verifica dell'interfaccia legno-resina non cambia rispetto alla soluzione di giunti con lamiera preforata. Sarà sempre:

$$R = \sqrt{N^2 + T^2};$$

$M_t$  = mom. torcente nel piano di interfaccia  
( $M_t = M_x$ );

$$\tau' = (M_t \cdot d) / (2 \cdot t_{\text{legno}} \cdot J_x);$$

$$\tau'' = (R / 2 \cdot t_{\text{legno}} \cdot A);$$

e dovrà risultare  $\rightarrow \tau_{\text{res}} = \tau' + \tau'' \leq \tau_{\text{legno-resina}} \cdot d$

= distanza del punto di collatura più lontano rispetto al baricentro G.

Per la verifica della sezione metallica di trasferimento, con la disposizione dei ferri come in figura 2, per il braccio di collegamento con il colmo si considererà:

Figura 2

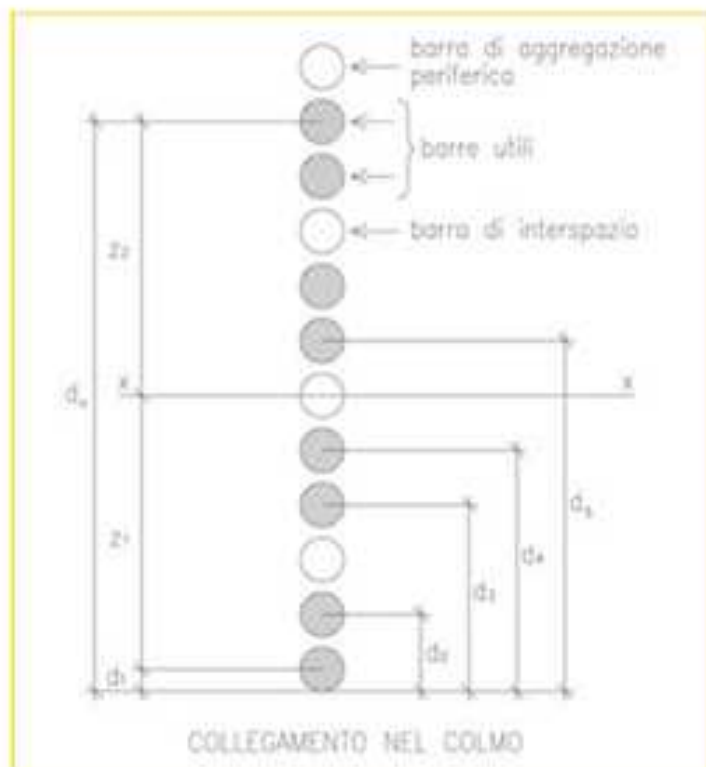
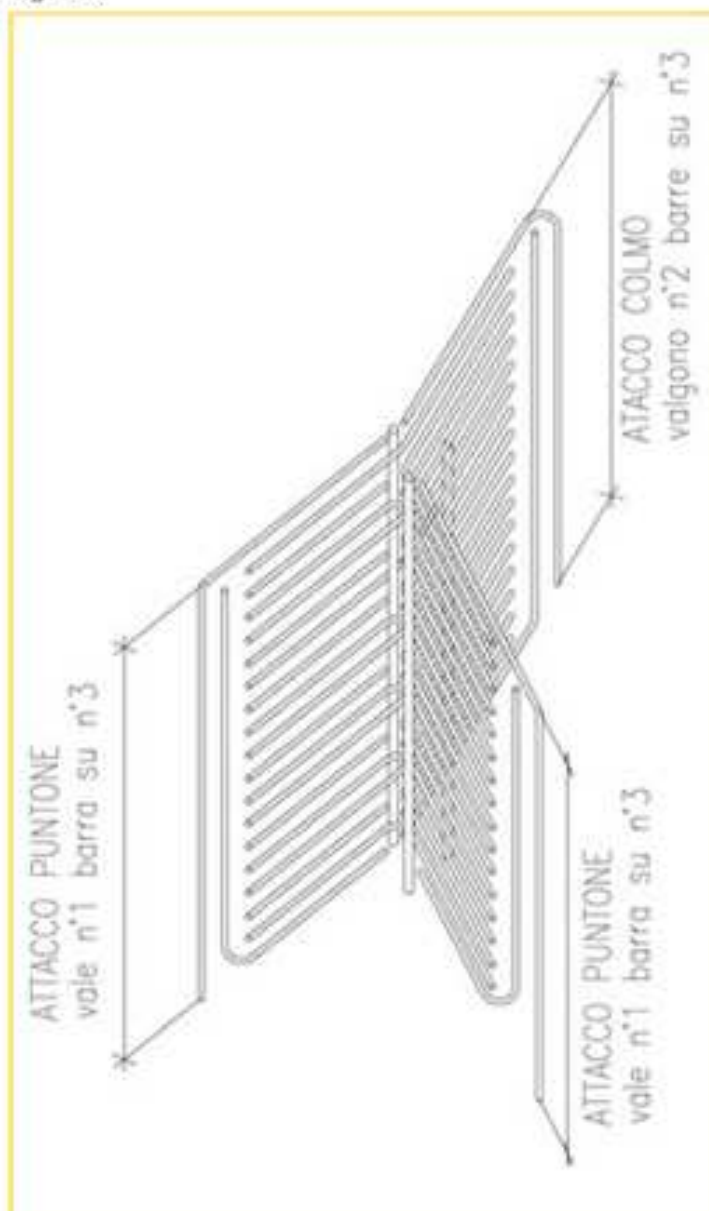


Figura 3

$\sum_n A_{s_n}$  = somma delle sezioni metalliche utili;

$$z_1 = [\sum_n (A_{s_n} \cdot d_{1,n}) / \sum_n A_{s_n}] - d_1$$

in questo caso  $z_1$  coincide con la posizione di mezzeria del sistema;

$$J_x = \sum_n J_{s_n} + \sum_n (A_{s_n} \cdot d_{1,n}^2);$$

$$W_1 = J_x / z_1;$$

$$W_2 = J_x / z_2; \text{ in questo caso } z_2 = z_1;$$

Per la verifica a tenso-flessione e flessio-trazione dovrà

Figura 4



risultare:

$$\sigma_{\text{res}} = (N/A) \pm (M/W) \geq \sigma_{\text{res,adm}};$$

e per il taglio:

$$\tau_{\text{res}} = (T \cdot 4/3) / (n^{\circ} \text{ barre} \cdot A) \geq \tau_{\text{res,adm}};$$

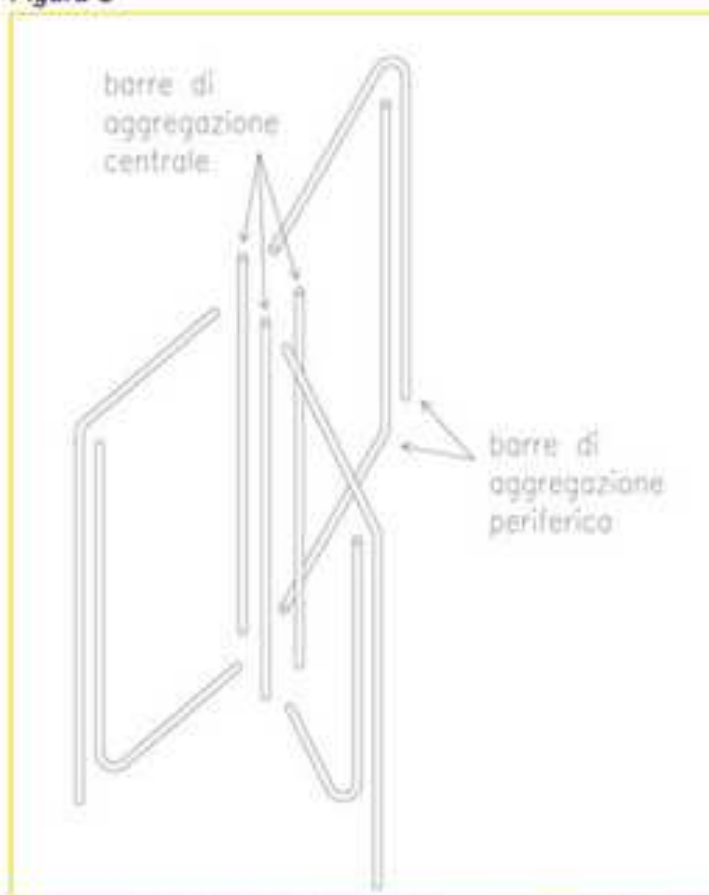
$$\text{in cui } \tau_{\text{res}} \leq (\sigma_{\text{res,adm}} / \sqrt{3});$$

Analoga verifica sarà effettuata per il braccio di collegamento con il rispettivo puntone, procedendo con lo stesso metodo. Si deve effettuare anche la verifica delle sezioni del legno al netto di intagli, nella posizione di inserimento delle barre metalliche.

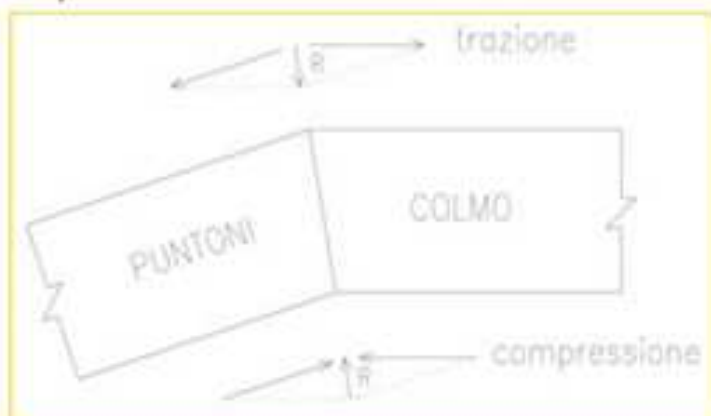
### PRUDENZIALE COSTRUTTIVO

A favore di sicurezza è consigliabile adottare alcune barre di aggregazione centrale ed altre di aggregazione periferica.

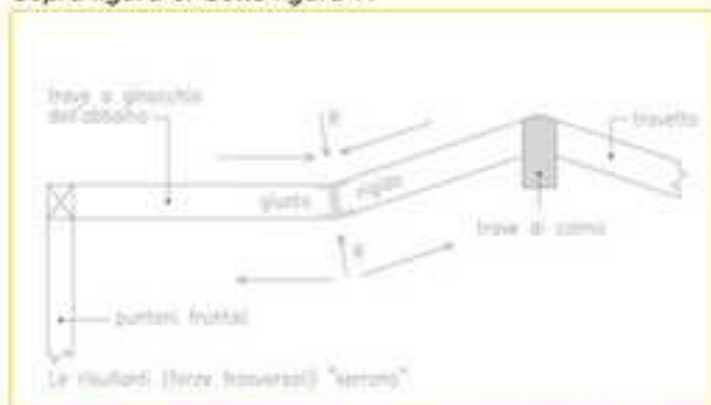
Figura 5

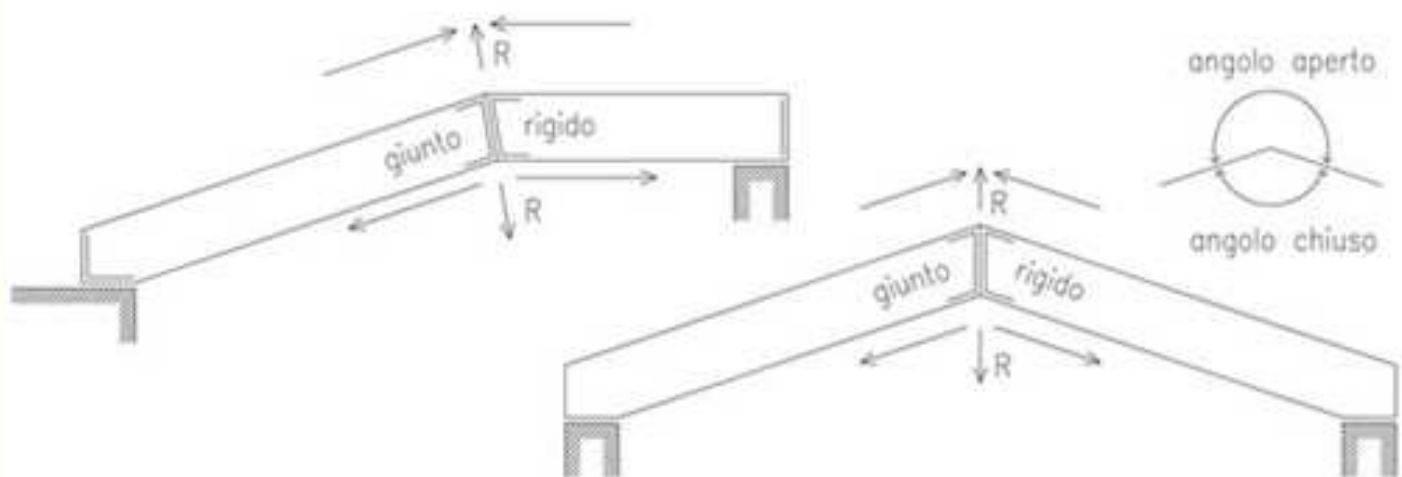


Spesso, ma non sempre in assoluto, nei giunti a "tre vie" il lembo superiore degli elementi è teso e quello inferiore è compresso.



Sopra figura 6. Sotto figura 7.





Le risultanti (forze trasversali) "dissociano"

Figura 8

Ciò significa che il sistema funziona provocando un "effetto serrante" in direzione trasversale delle risultanti ( $R$ ), dovuto alla deviazione delle forze.

Per questo motivo si preferisce parlare di armatura inserita ai fini costruttivi, nell'intento di aggregare le barre utili al trasferimento delle forze e costituire nel contempo un sistema idoneo, alternativo alle lamiere preforate. Questa considerazione è valida anche per le travi a ginocchio con lembo superiore compresso, perché anche in questo caso la flessione provoca l'effetto "serrante" trasversale. Vedasi in proposito la bella immagine di un abbaino prefabbricato, costruito dalla Falegnameria Sertorelli di Bormio.

Stante l'analogia costruttiva, è bene sottolineare che le barre

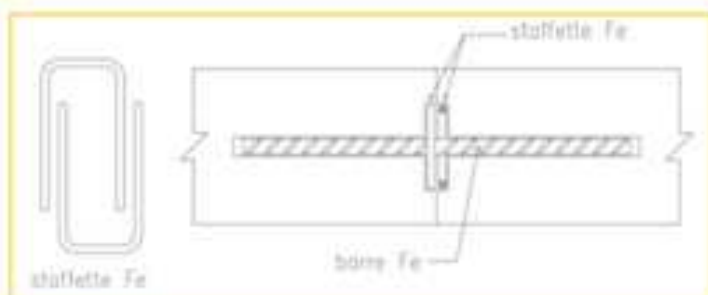


Figura 9

di aggregazione non sono più un prudenziale costruttivo, ma hanno importanza di obbligatorietà statica nella costruzione di travi a ginocchio (es. rampe di scala con pianerottolo d'arrivo) e di capriatelle appoggiate, prive di catena, il cui lembo superiore risulti compresso.





In definitiva, in tutti i sistemi piani nei quali nell'angolo aperto c'è compressione e nell'angolo chiuso c'è trazione, è assolutamente necessario inserire delle barre di aggregazione. Solitamente si adottano delle staffette aperte contrapposte, inserite in un ribasso interno sulle teste a contatto (vedi fig. 9).

Nei sistemi spaziali a "tre vie", va sempre controllato a priori il segno (+/-) del momento in corrispondenza del giunto, poi ci si comporta conseguentemente.



*I sistemi CNP (Cenci Noseda Piazza) sono adottabili in qualsiasi problematica strutturale in legno ed in legno cemento.*





*I travetti a "ginocchio" favoriscono l'uscita sui terrazzi.*

## SISTEMI PLURIMI CNP

A volte, per necessità costruttive, è necessario mettere in atto sistemi misti, come si è fatto alcuni anni fa per la copertura della palestra di Villa Raverio, costruita dalla Sala Guido Legnami di Besana Brianza su mio progetto statico con la preziosa collaborazione dell'ingegnere Giovanni Noseda Pedraglio.

Nelle immagini di Villa Raverio è chiaramente visibile che si è andati ben oltre il giunto a "tre vie" e che per la realizzazione si sono utilizzate sia lamiere preforate, che barre in acciaio, in questo caso non più del tipo FeB44k, bensì in acciaio 8.8. Per inciso, anche in questa realizzazione strutturale, pur essendo molto articolata, le azioni terminali sono riprese da un cordolo perimetrale in cemento armato.

*Struttura per un sottotetto con giunti a tre vie.*



## POSSIBILITA'

L'adozione dei giunti a "tre vie" permette il miglior utilizzo degli spazi interni di sottotetto, sia nelle nuove costruzioni, che nelle ristrutturazioni.

Anche quando non si voglia utilizzare immediatamente lo spazio, il sistema lascia molte possibilità per il futuro. E' quindi un modo operativo che ha grande rispetto per i committenti e che le carpenterie dovrebbero meglio conoscere e proporre ai tecnici delle zone in cui operano.

Le immagini illustrano alcune realizzazioni di Sala di Besana Brianza, frazione Calò e danno un'idea dell'ampiezza degli spazi conseguibili e delle variazioni architettoniche possibili.

*Giunto a tre vie e pannelli Laripan.*



La compatibilità con le tecniche di completamento è assoluta: Laripan, piuttosto che perline; lucernari singoli o plurimi; uscita su terrazzi con formazione di travetti a ginocchio, ecc.

Si noti che l'uscita a terrazzo, visibile in una di queste immagini, è stata realizzata al centro dell'edificio, per cui l'interruzione della parete-cordolo non risulta pregiudizievole alla ripresa delle spinte del puntone, che agisce sull'angolo. Infatti, in questo caso, l'elemento parete in calcestruzzo, compreso tra l'apertura a terrazzo e l'angolo, è più che sufficiente a riprendere la sua parte di reazione componente.

*Avvertenze: L'autore e l'editore declinano ogni responsabilità dall'utilizzo improprio delle informazioni qui contenute e sottolineano che per ciascuna opera edilizia, indipendentemente dalle dimensioni e dalla tipologia, il progetto strutturale deve essere redatto da un professionista responsabile del dimensionamento e la sua realizzazione seguita da un direttore dei lavori espressamente incaricato.*

**Testi ed illustrazioni appartengono all'Autore.  
Riproduzione vietata - Ogni diritto riservato**

#### **GIOVANNI CENCI**

geometra

Strutturistica per il legno lamellare e l'edilizia industrializzata

I - 22100 - COMO - Piazza A. Volta, 33

Tel. 031.26.78.13

Fax 031.26.78.16

Povt. 348.79.063.370

E-mail: [cenci@cenci.com](mailto:cenci@cenci.com) - <http://www.cenci.com>

C.F. CNC GNV 40402 H501T

P.IVA 0038619 013 6

Albo Geometri Como n° 1064

Codice C-000-0164-G-00001, elenco prevenzione incendi

European Glulam Award 1999, sez. Italia - Aquilone di Chicco

