



pre metal
S.p.A.



Presentano:



live *to* live

Una nuova tecnologia per l'edilizia industrializzata

“Sistemi costruttivi integrati
sostenibili a struttura mista acciaio-
legno per l'edilizia industrializzata
destinata al social housing”



Ing. Thomas Dusatti

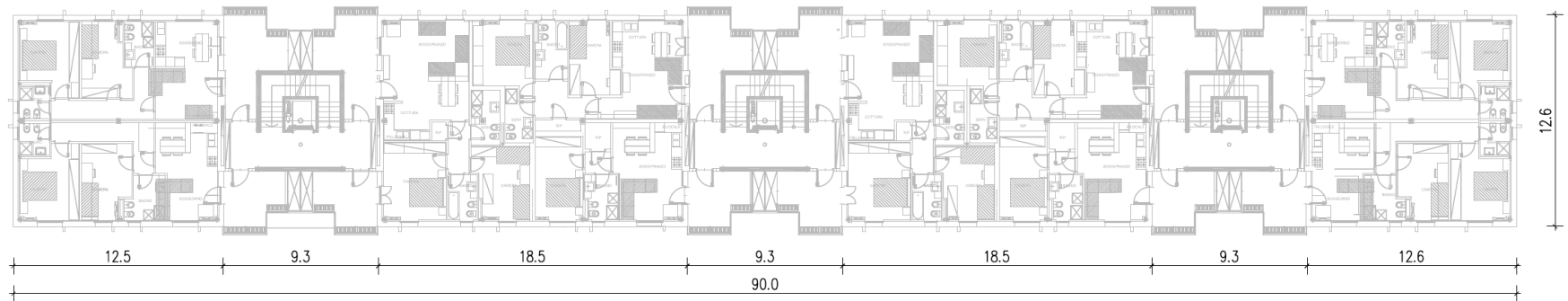


www.DELTAingegneria.com

La progettazione strutturale del sistema

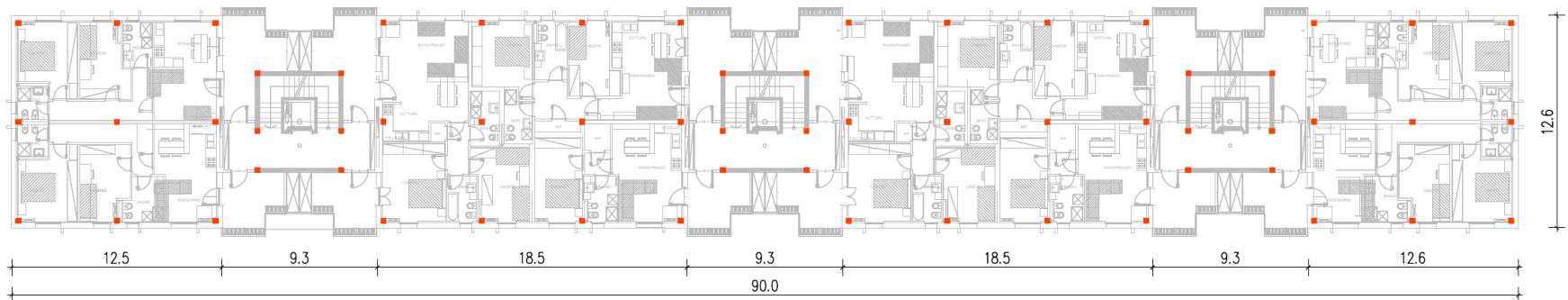
1. schema strutturale

progetto architettonico – piano tipo



1. schema strutturale

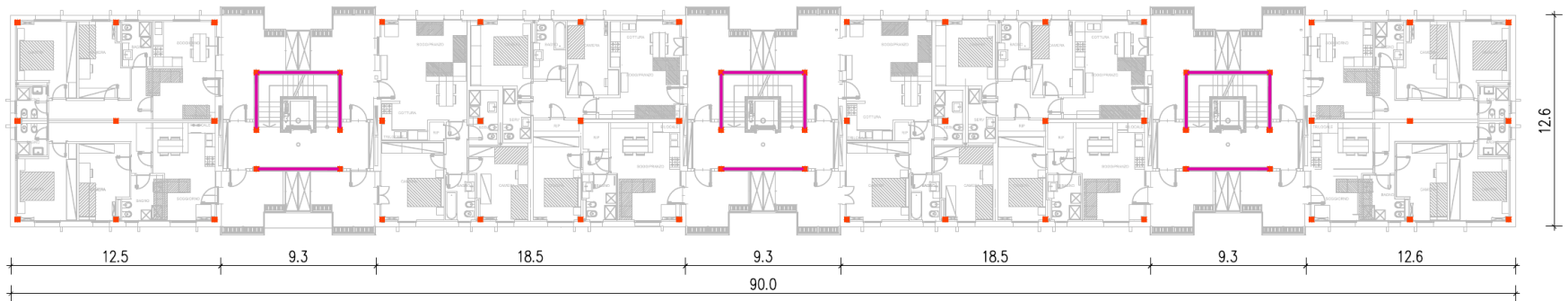
progetto architettonico – piano tipo



colonne metalliche

1. schema strutturale

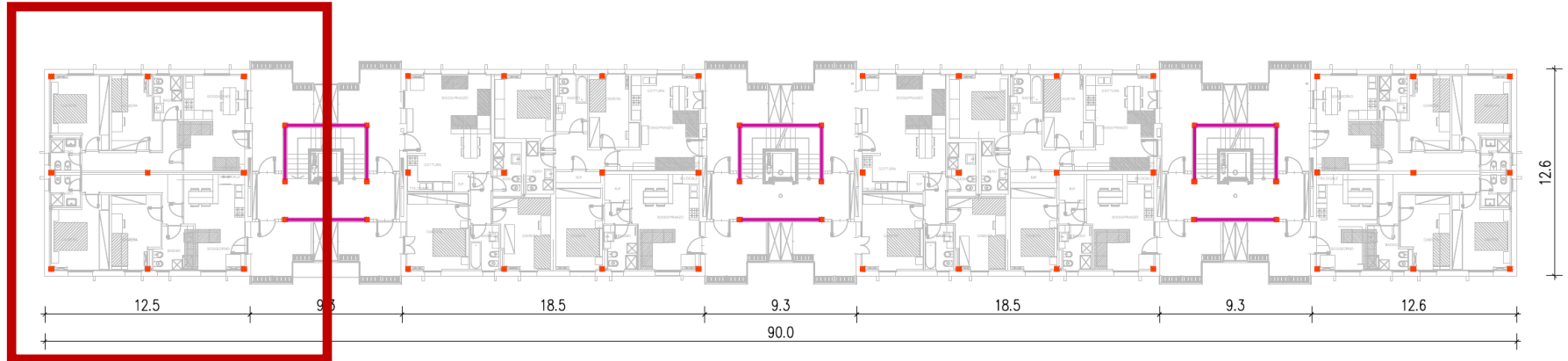
progetto architettonico – piano tipo



colonne metalliche
controventi verticali

1. schema strutturale

progetto architettonico – piano tipo

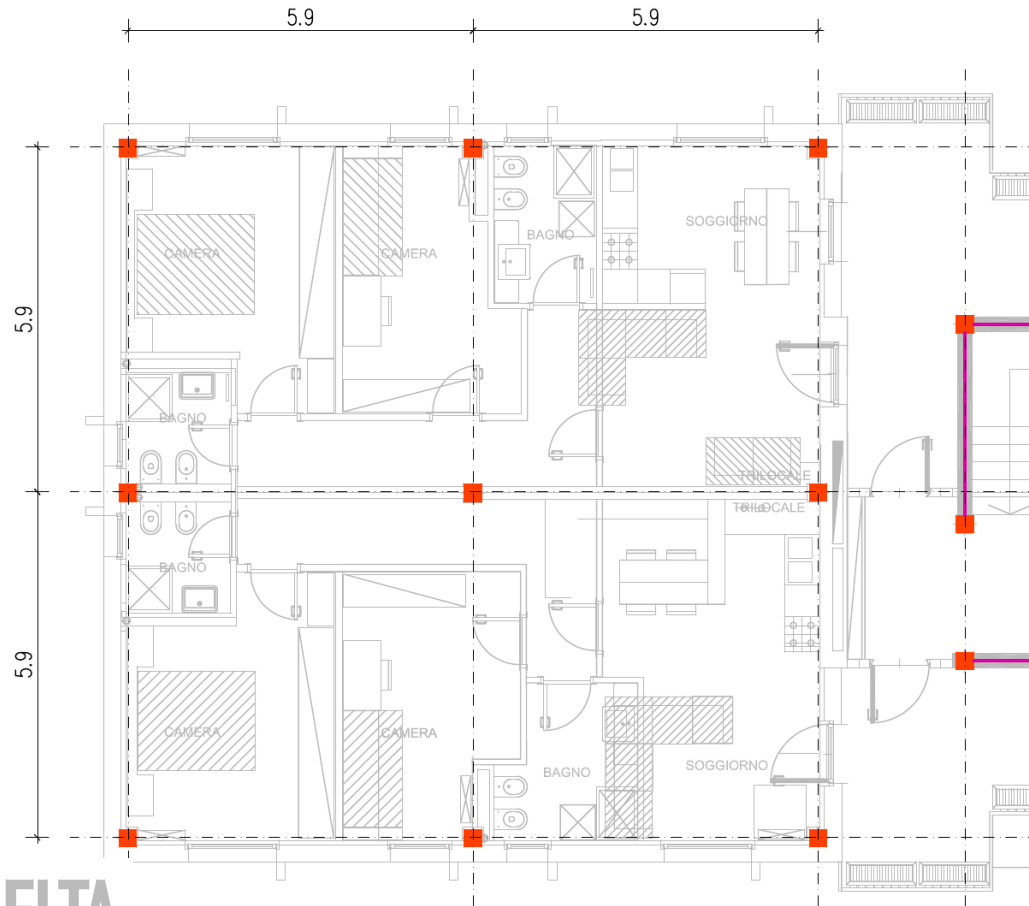


dettaglio campo tipo

colonne metalliche
controventi verticali

1. schema strutturale

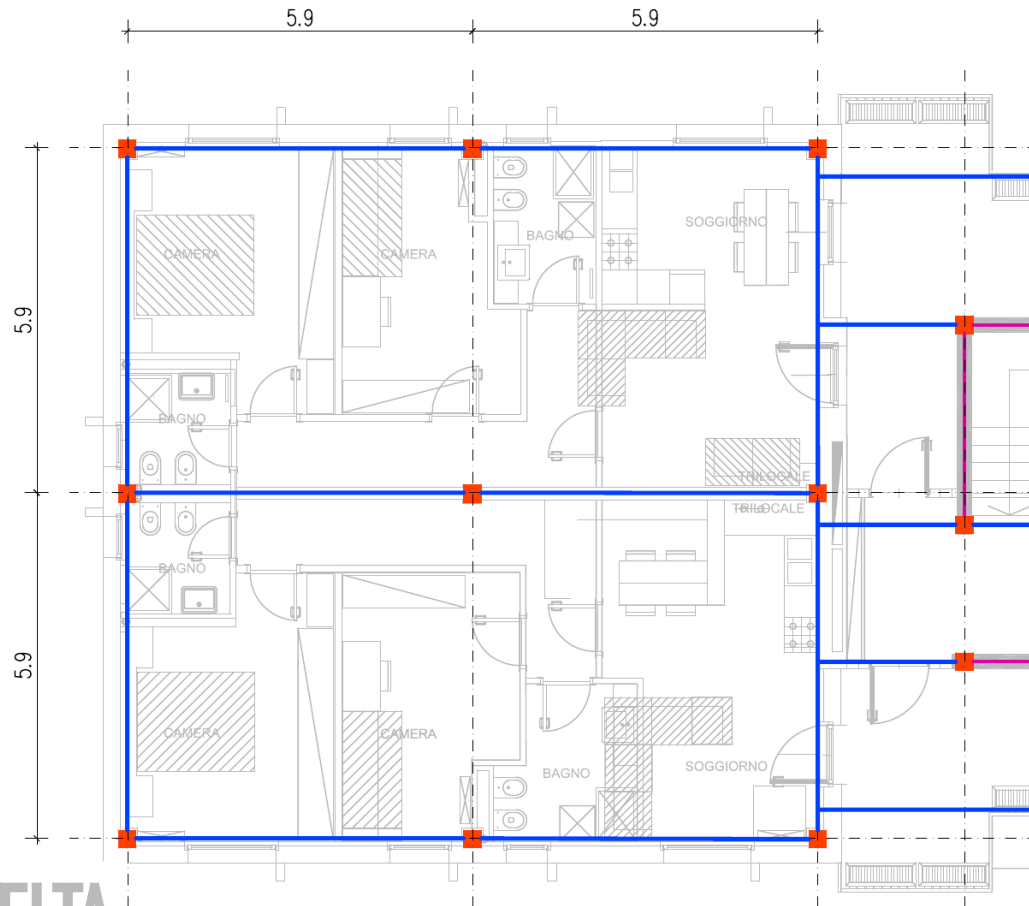
progetto architettonico – campo tipo



colonne metalliche
controventi verticali

1. schema strutturale

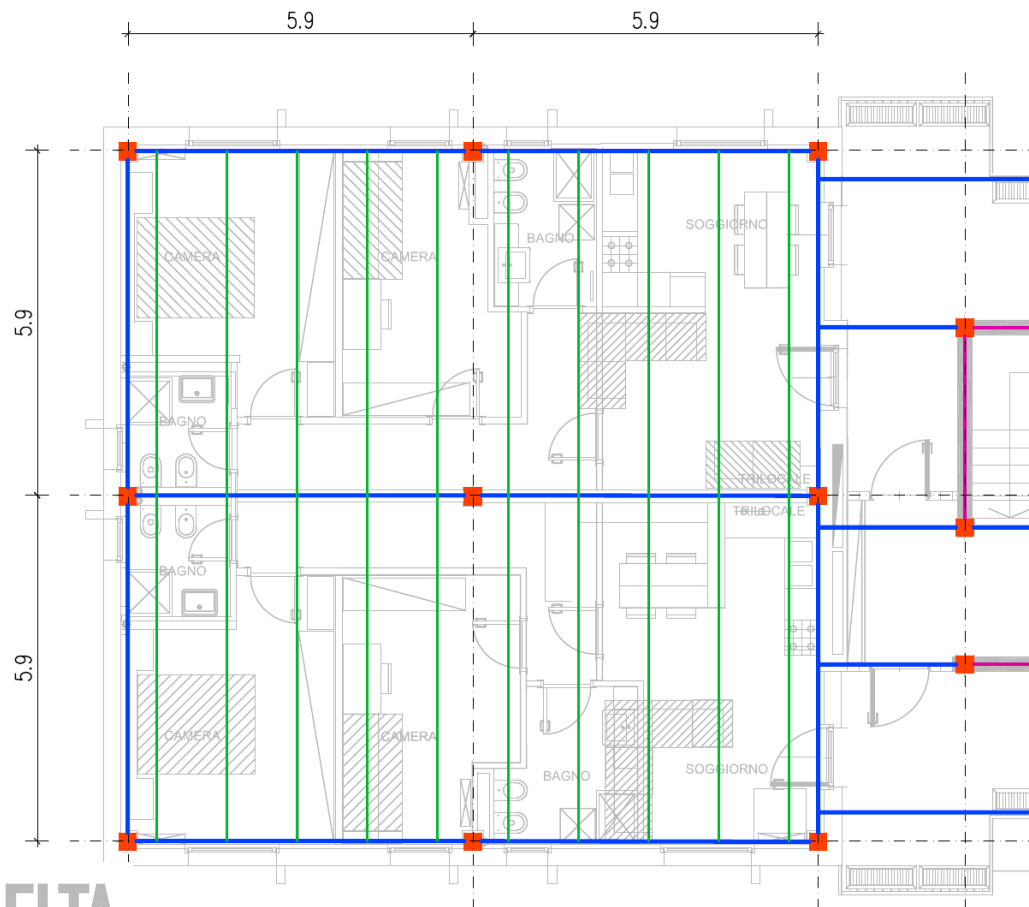
progetto architettonico – campo tipo



colonne metalliche
controventi verticali
travi principali

1. schema strutturale

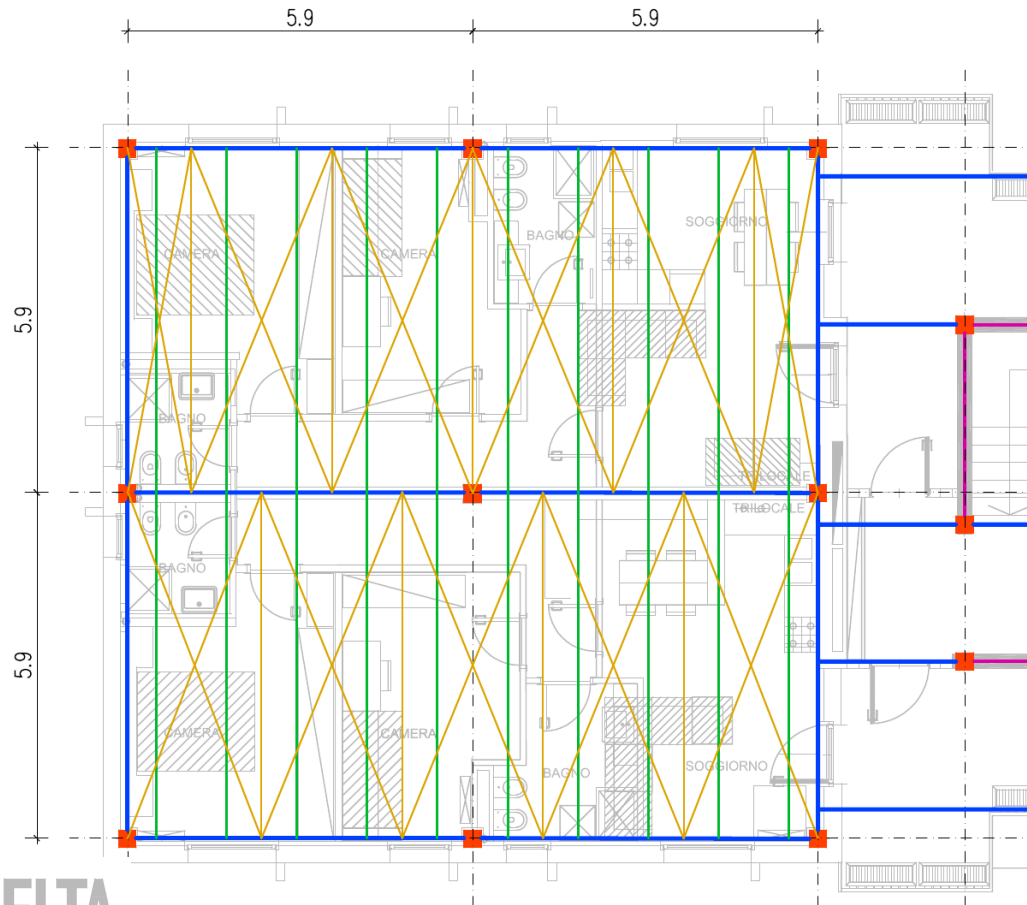
progetto architettonico – campo tipo



colonne metalliche
controventi verticali
travi principali
travi secondarie

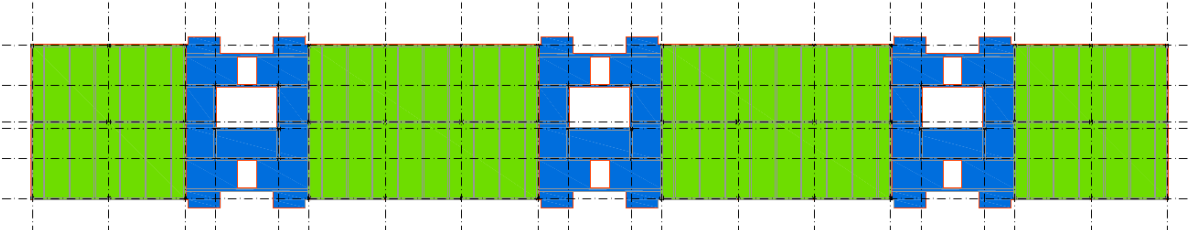
1. schema strutturale

progetto architettonico – campo tipo



- colonne metalliche
- controventi verticali
- travi principali
- travi secondarie
- pannelli XLAM

2. carichi di progetto

SOLAIO TIPO FUORI TERRA			
KEY-PLAN			
			
Pannelli X-LAM su carpenteria metallica	<i>posizione</i>	<i>residenziale</i>	<i>spazi comuni</i>
Peso proprio pannelli X-LAM		0.45 kN/mq	0.45 kN/mq
Carichi permanenti portati:			
finitura orizzontale solaio		2.7 kN/mq	2.7 kN/mq
elementi divisorii interni (con $G2 < 2.00$ kN/m)		0.8 kN/mq	0.8 kN/mq
tamponamento perimetrale		3.0 kN/m	3.0 kN/m
Carichi variabili:			
ambienti ad uso residenziale [cat. A]		2.0 kN/mq	
ambienti suscettibili di affollamento [cat. C2]			4.0 kN/mq

3. materiali

CARATTERISTICHE MATERIALI		
ACCIAIO DA CARPENTERIA		
Classe materiale	S275-S355 JR	
Unioni bullonate	classe 8.8	
LEGNO MASSICCIO per pannelli XLAM, a cinque strati di tavole giuntate ed incollate per uno spessore di 5x17=85mm		
Classe materiale	C24	
Resistenza a flessione	$f_{m,k} = 24 \text{ N/mm}^2$	
Resistenza a trazione	$f_{t,0,k} = 14 \text{ N/mm}^2$	$f_{t,90,k} = 0.4 \text{ N/mm}^2$
Resistenza a compressione	$f_{c,0,k} = 21 \text{ N/mm}^2$	$f_{c,90,k} = 2.5 \text{ N/mm}^2$
Resistenza a taglio	$f_{v,k} = 4.0 \text{ N/mm}^2$	

4. progettazione strutturale del sistema

4.1 RICHIESTE

- **impiego di un sistema a secco**
- **impiego di un sistema composto acciaio-legno**
- **impiego di un sistema performante con legno collaborante**

4. progettazione strutturale del sistema

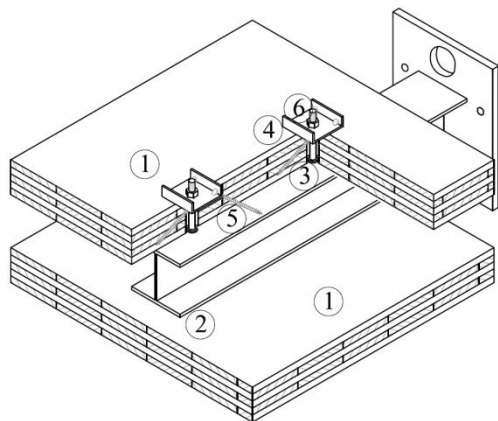
4.2 CONNESSIONI ACCIAIO-LEGNO

varianti:

- .1 connessioni avvitate
- .2 connessioni resinate
- .3 connessioni miste

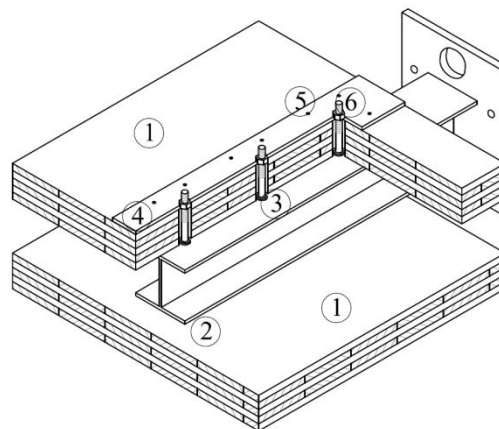
4. progettazione strutturale del sistema

4.2.1 connessioni avvitate



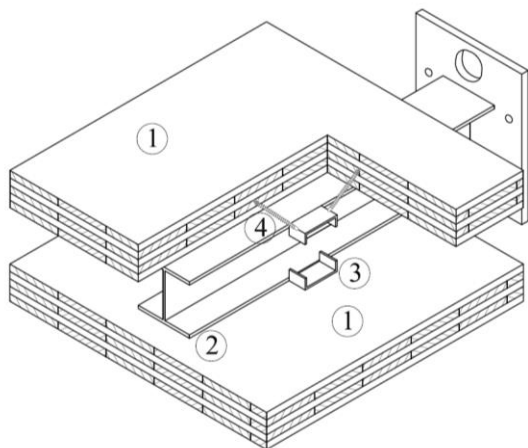
LEGENDA

- ① Pannello XLAM
- ② Trave HEA
- ③ Barra M16
- ④ Piastra di chiusura
- ⑤ Vite VGS
- ⑥ Controdado



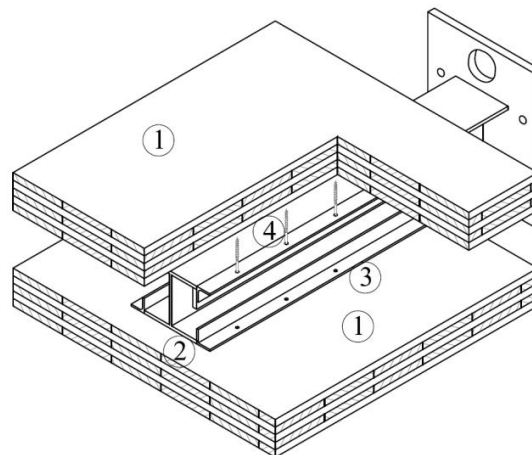
LEGENDA

- ① Pannello XLAM
- ② Trave HEA
- ③ Barra M16
- ④ Lama continua
- ⑤ Vite HBS
- ⑥ Controdado



LEGENDA

- ① Pannello XLAM
- ② Trave HEA
- ③ Pressopiegato
- ④ Vite VGS

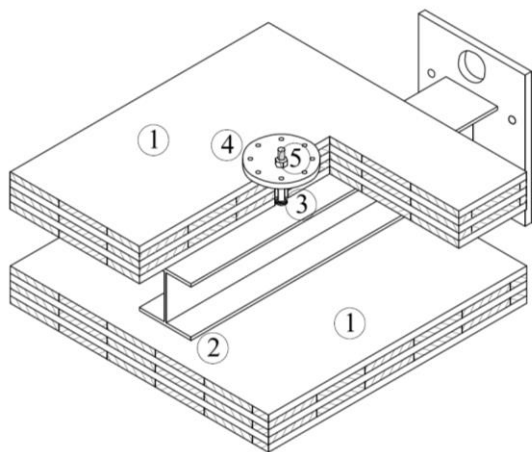


LEGENDA

- ① Pannello XLAM
- ② Trave HEA
- ③ Profilo angolare
- ④ Vite VGS

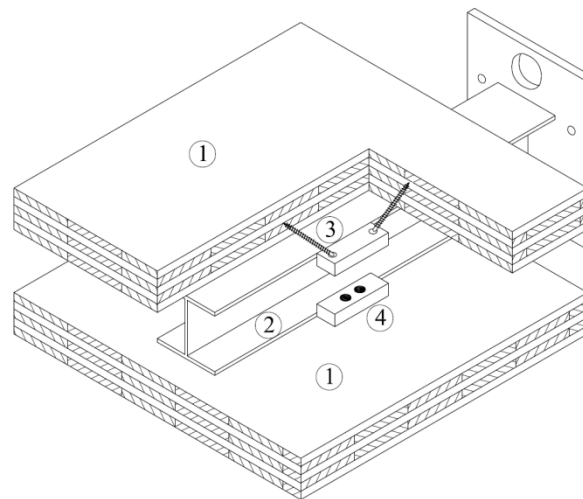
4. progettazione strutturale del sistema

4.2.1 connessioni avvitate



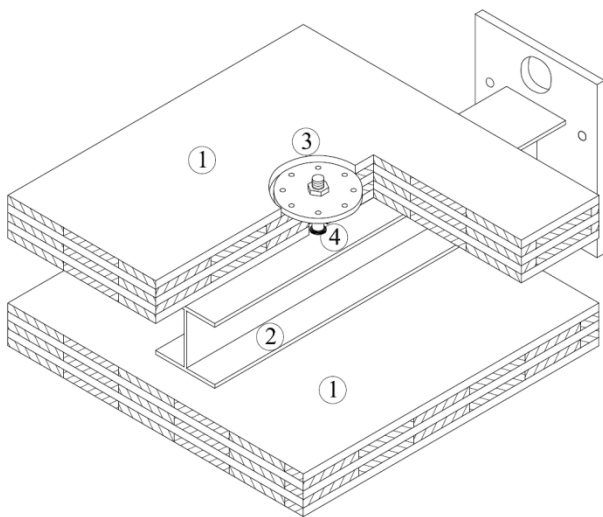
LEGENDA

- ① Pannello XLAM
- ② Trave HEA
- ③ Barra M16
- ④ Disco
- ⑤ Controdado



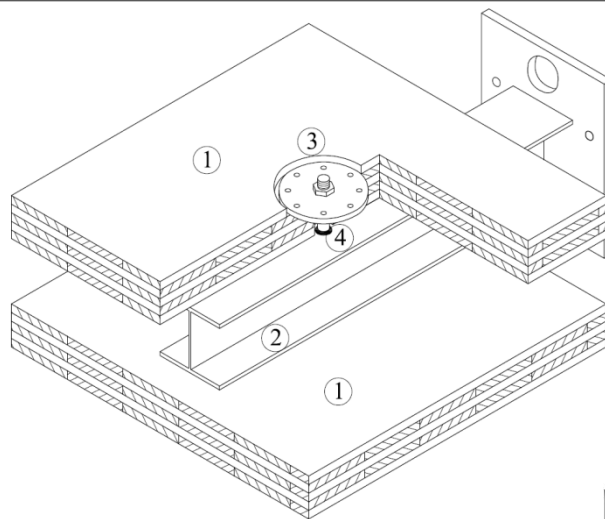
LEGENDA

- ① Pannello XLAM
- ② Trave HEA160
- ③ Viti inclinate a 45°
- ④ Parallelepipedo in acciaio preforati



LEGENDA

- ① Pannello XLAM
- ② Trave HEA160
- ③ Barra M24 parzialmente filettata
- ④ Disco in acciaio preforato

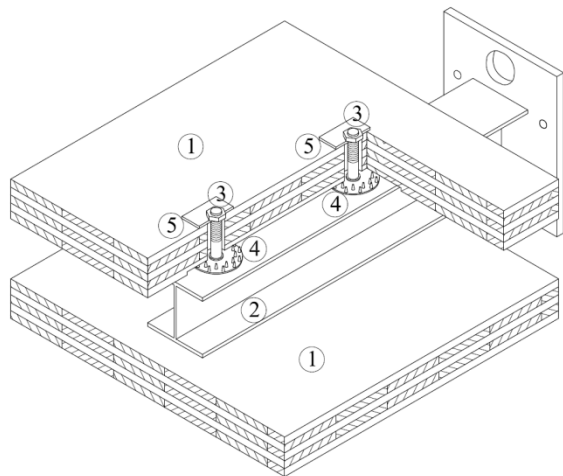


LEGENDA

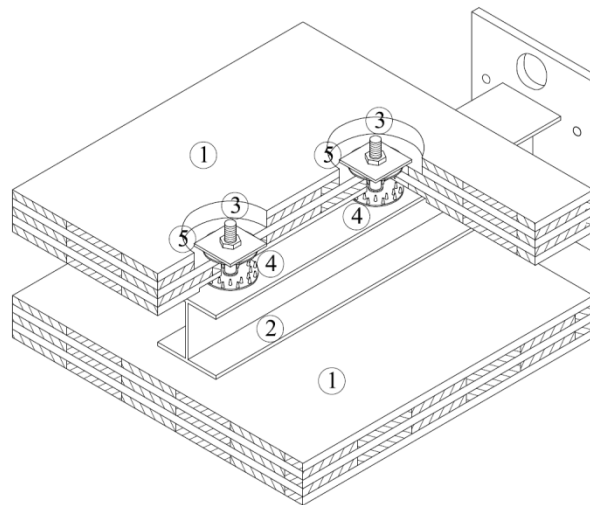
- ① Pannello XLAM
- ② Trave HEA160
- ③ Barra M24 parzialmente filettata
- ④ Disco in acciaio preforato

4. progettazione strutturale del sistema

4.2.1 connessioni avvitate



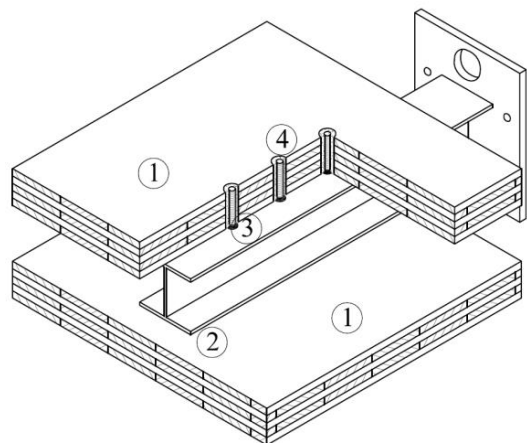
- LEGENDA
- ① Pannello XLAM
 - ② Trave HEA160
 - ③ Barre parzialmente filettate
 - ④ Geka
 - ⑤ Dadi e piastre di chiusura



- LEGENDA
- ① Pannello XLAM
 - ② Trave HEA160
 - ③ Barre parzialmente filettate
 - ④ Geka
 - ⑤ Dadi e piastre di chiusura

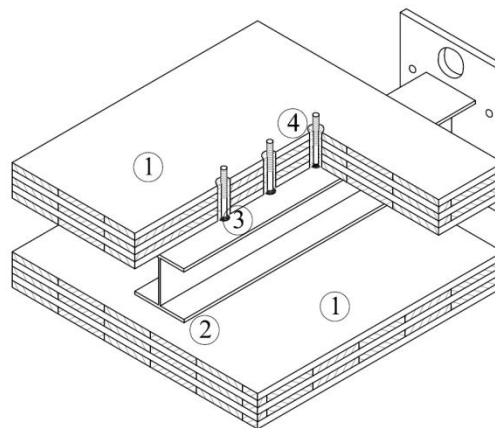
4. progettazione strutturale del sistema

4.2.2 connessioni resinate



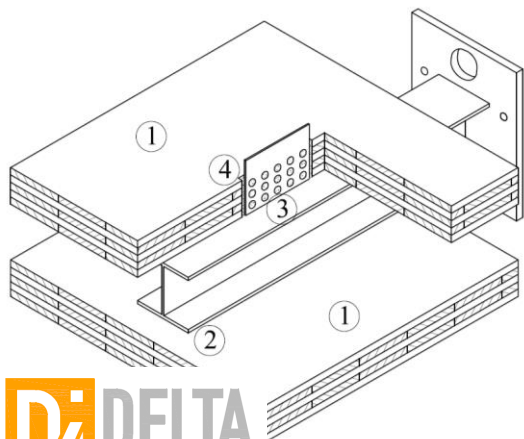
LEGENDA

- ① Pannello XLAM
- ② Trave HEA160
- ③ Barra M16
- ④ Riempimento in resina



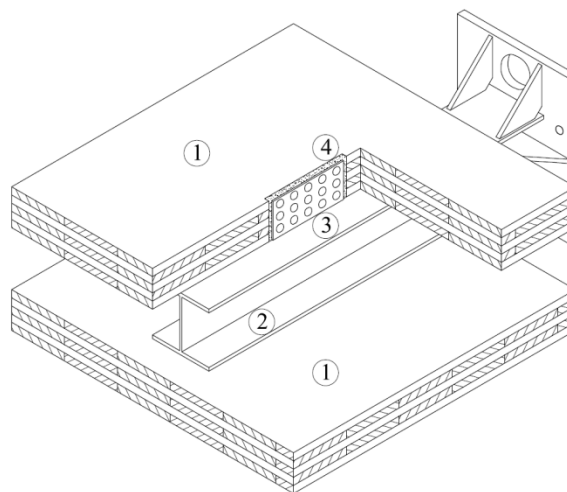
LEGENDA

- ① Pannello XLAM
- ② Trave HEA160
- ③ Barra M16
- ④ Riempimento in resina



LEGENDA

- ① Pannello XLAM
- ② Trave HEA
- ③ Lama forata
- ④ Riempimento in resina

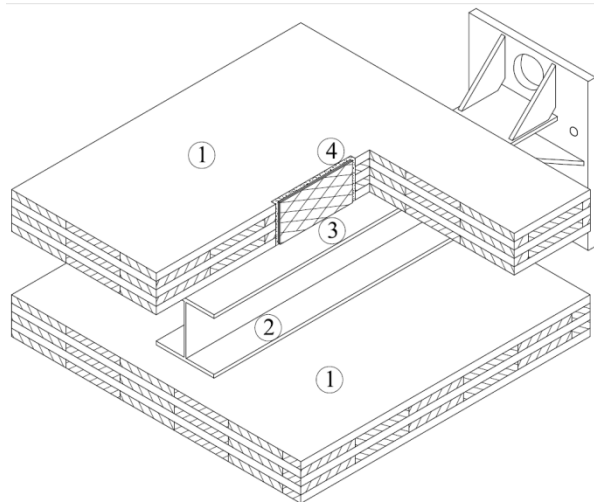


LEGENDA

- ① Pannello XLAM
- ② Trave HEA160
- ③ Piastra forata in acciaio
- ④ Riempimento in resina

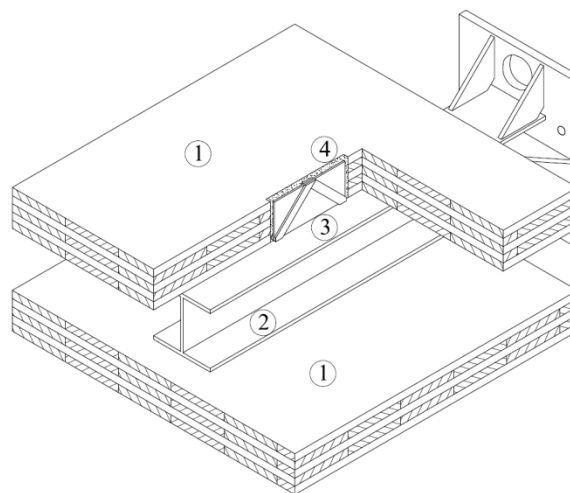
4. progettazione strutturale del sistema

4.2.2 connessioni resinate



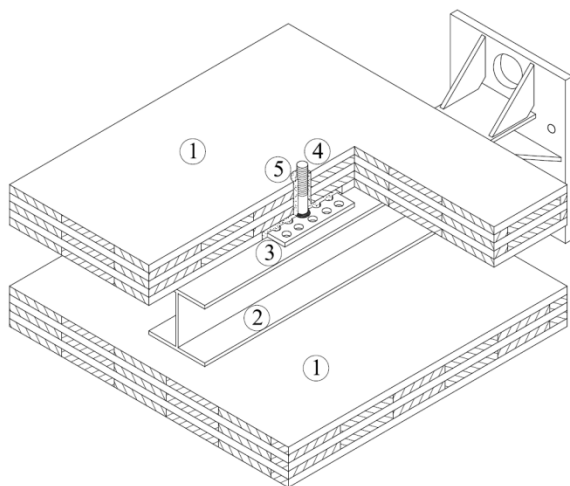
LEGENDA

- ① Pannello XLAM
- ② Trave HEA160
- ③ Piastra striata in acciaio
- ④ Riempimento in resina



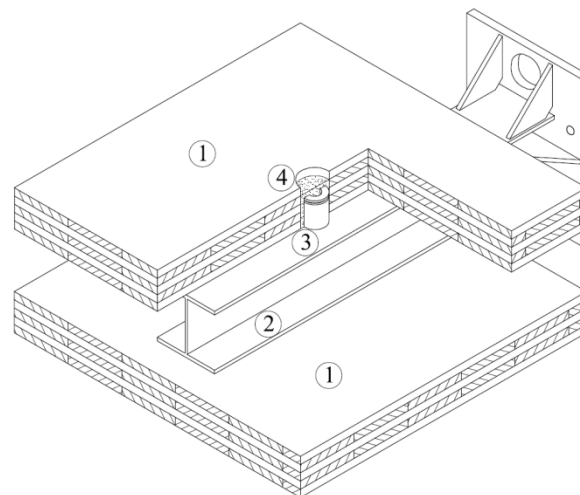
LEGENDA

- ① Pannello XLAM
- ② Trave HEA160
- ③ Piastra in acciaio con elementi saldati
- ④ Riempimento in resina



LEGENDA

- ① Pannello XLAM
- ② Trave HEA160
- ③ Piastra forata in acciaio
- ④ Barra parzialmente filettata
- ⑤ Riempimento in resina

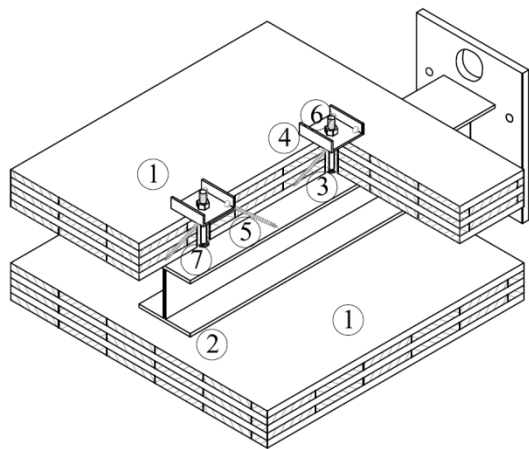


LEGENDA

- ① Pannello XLAM
- ② Trave HEA160
- ③ Elemento tubolare in acciaio
- ④ Riempimento in resina

4. progettazione strutturale del sistema

4.2.3 connessioni miste



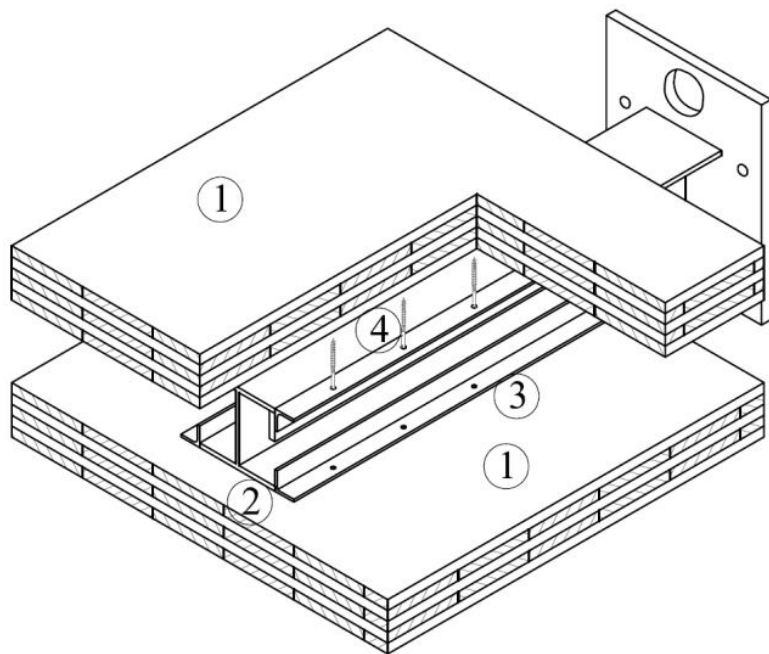
LEGENDA

- ① Pannello XLAM
- ② Trave HEA
- ③ Barra M16
- ④ Piastra di chiusura
- ⑤ Vite VGS
- ⑥ Controdado
- ⑦ Riempimento in resina

4. progettazione strutturale del sistema

4.2. connessioni acciaio legno

connessioni scelte per la fase successiva



LEGENDA

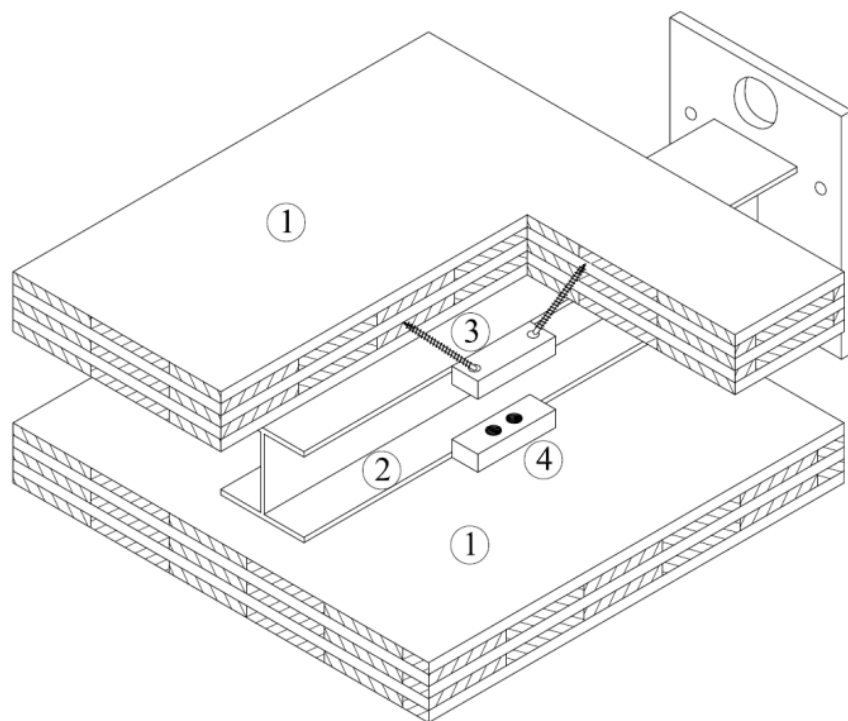
- ① Pannello XLAM
- ② Trave HEA
- ③ Profilo angolare
- ④ Vite VGS

tipo 1: viti ortogonali al pannello X-LAM

4. progettazione strutturale del sistema

4.2. connessioni acciaio legno

connessioni scelte per la fase successiva



LEGENDA

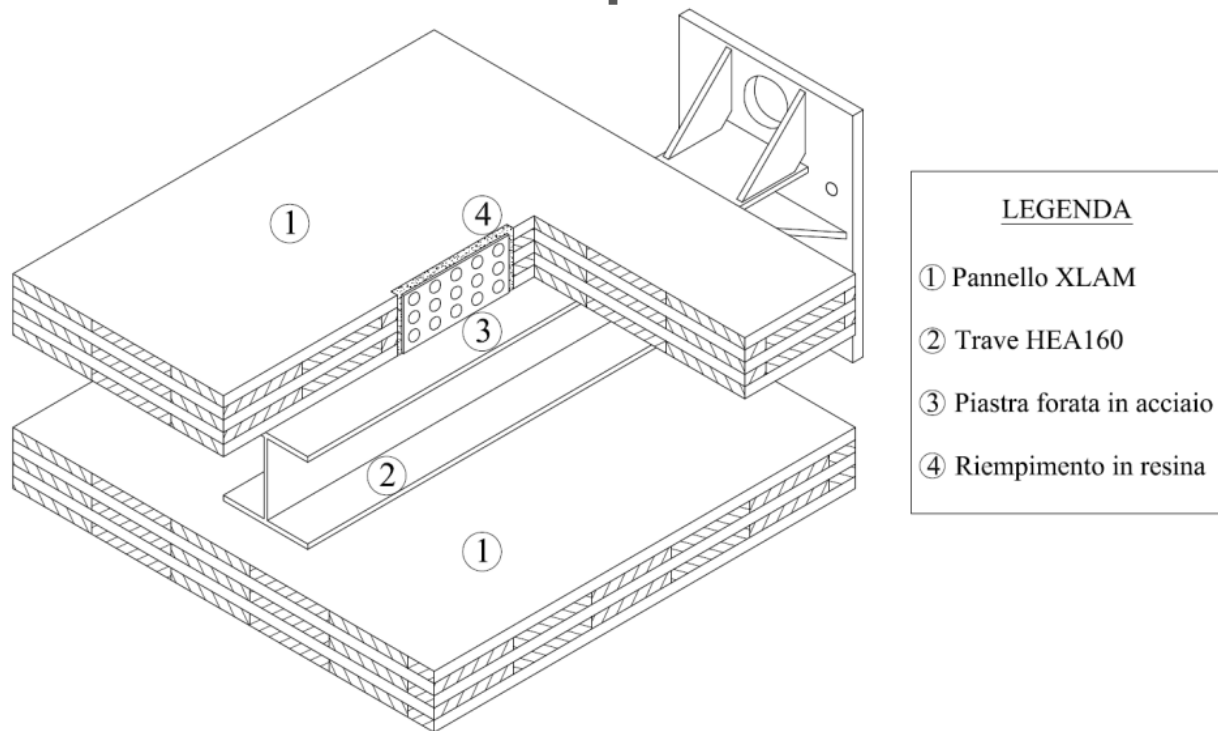
- ① Pannello XLAM
- ② Trave HEA160
- ③ Viti inclinate a 45°
- ④ Parallelepipedo in acciaio preforati

tipo 2: viti inclinate

4. progettazione strutturale del sistema

4.2. connessioni acciaio legno

connessioni scelte per la fase successiva



tipo 3: piastra forata con resina epossidica

4. progettazione strutturale del sistema

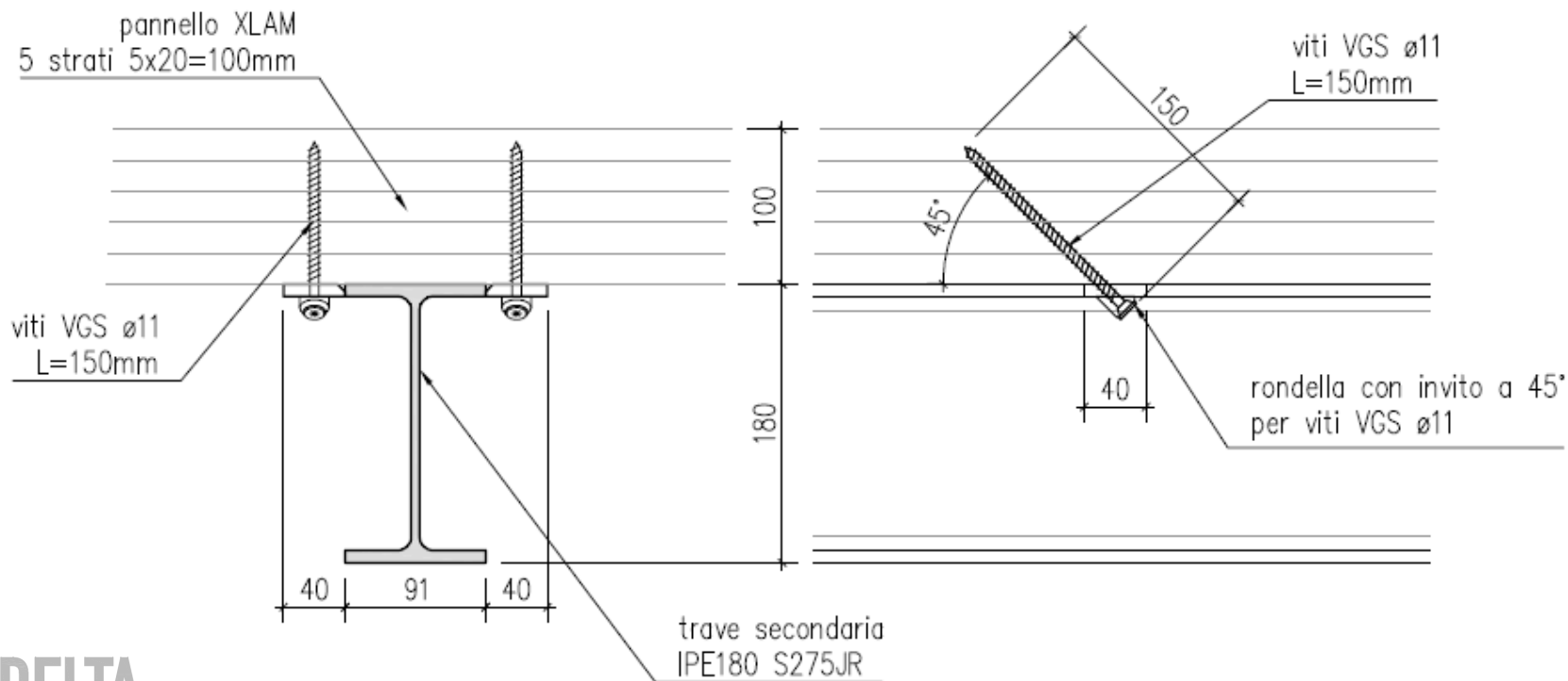
4.3 PROFILI METALLICI

varianti:

- .1 trave secondaria in profilo laminato IPE o HE**
- .2 trave secondaria in singolo pressopiegato**
- .3 trave secondaria in pressopiegati accoppiati**

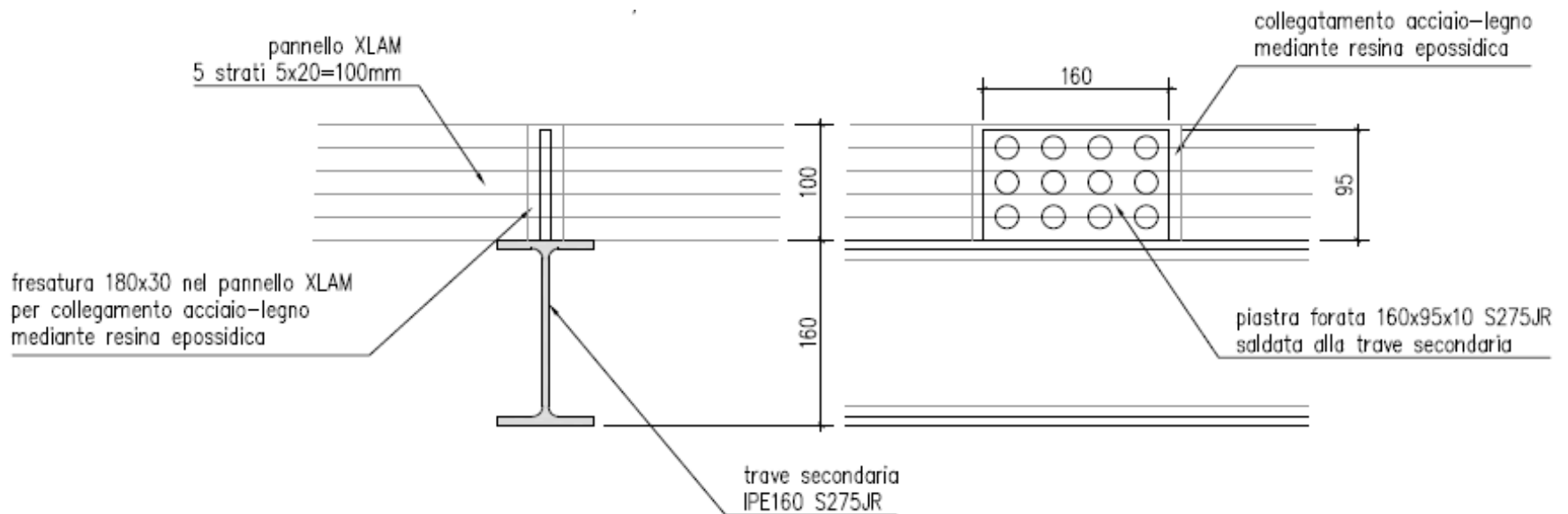
4. progettazione strutturale del sistema

4.3.1 trave secondaria in profilo laminato IPE o HE con collegamento avvitato



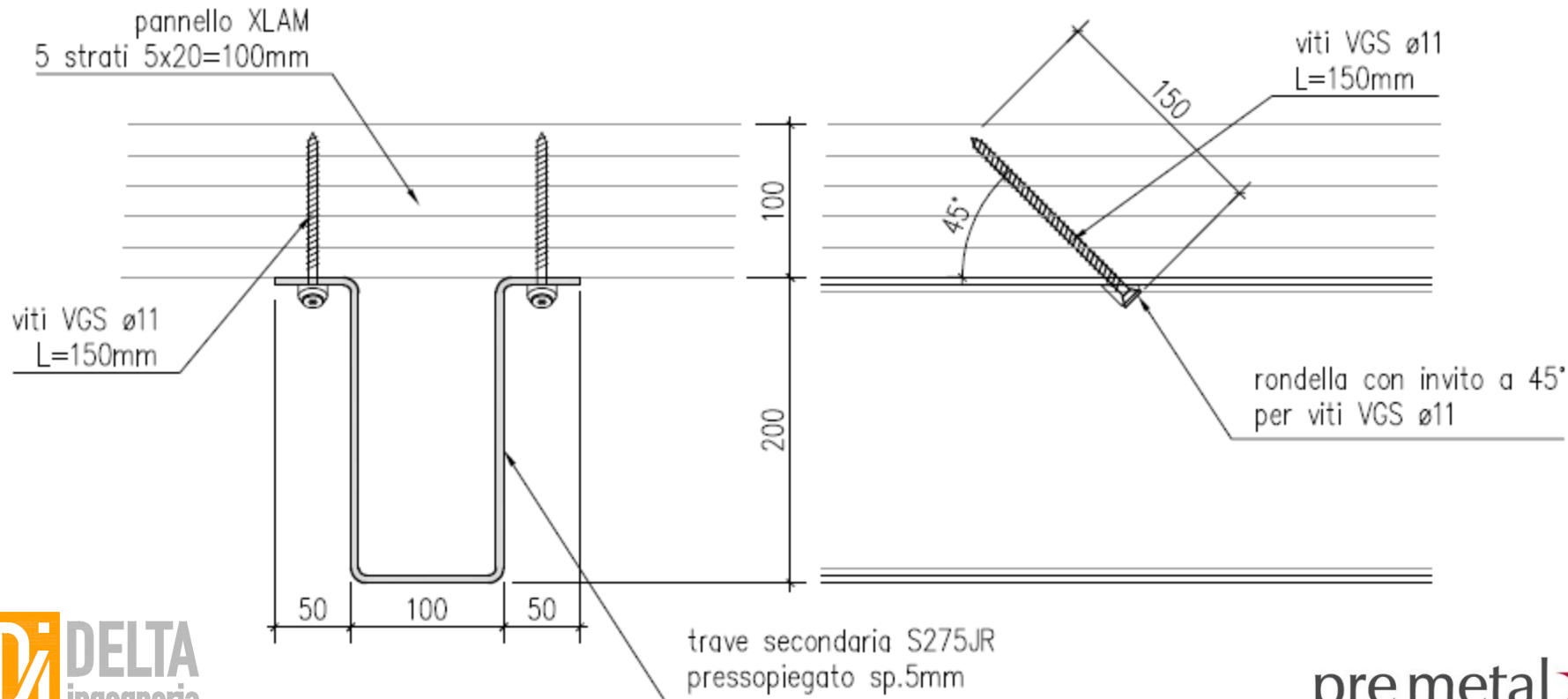
4. progettazione strutturale del sistema

4.3.1 trave secondaria in profilo laminato IPE o HE con collegamento resinato



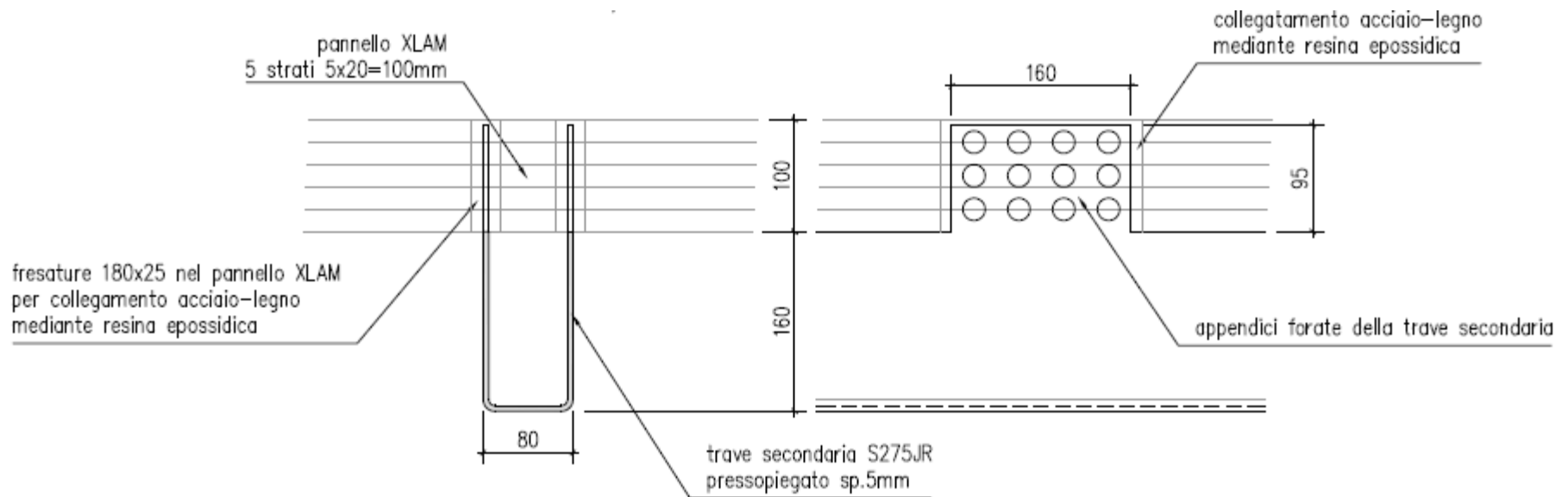
4. progettazione strutturale del sistema

4.3.2 trave secondaria in singolo pressopiegato con collegamento avvitato



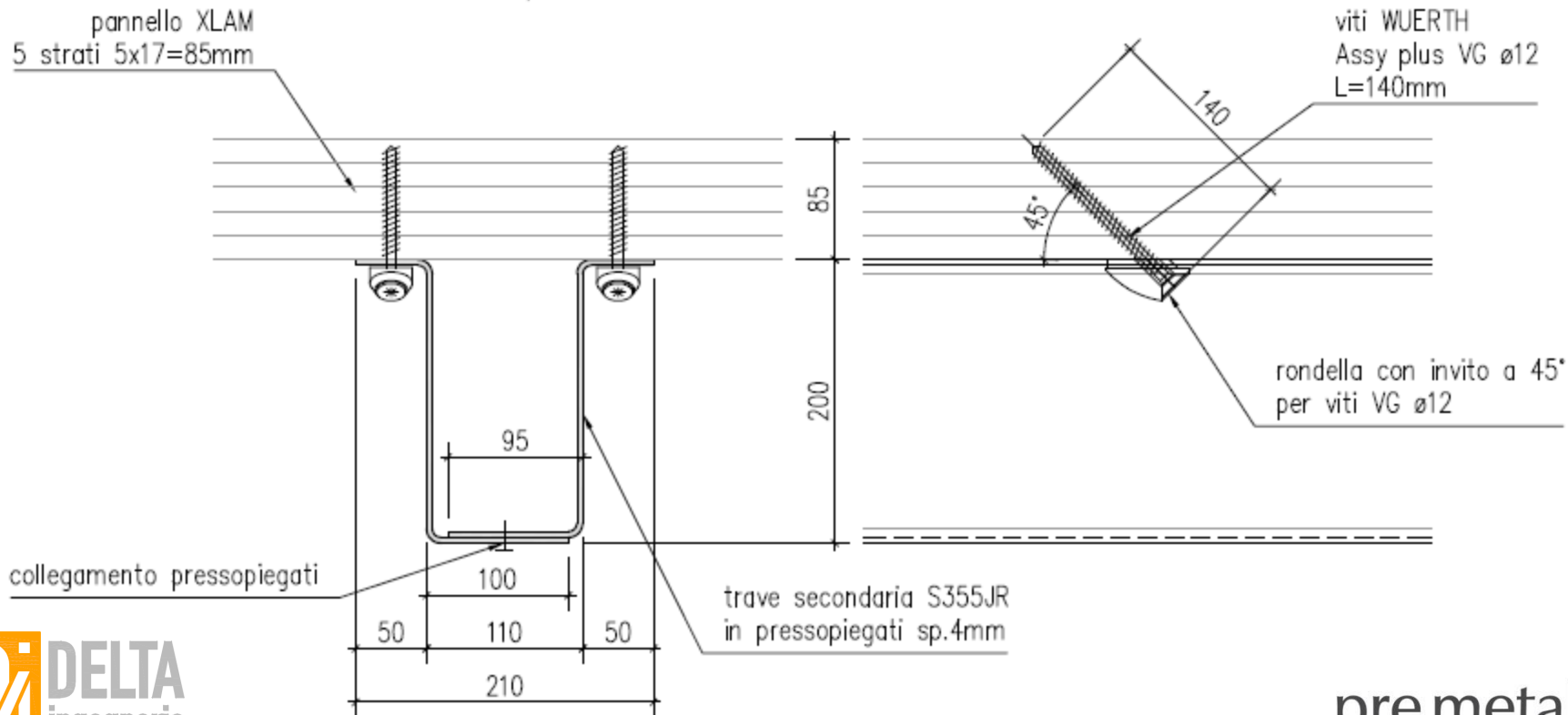
4. progettazione strutturale del sistema

4.3.2 trave secondaria in singolo pressopiegato con collegamento resinato



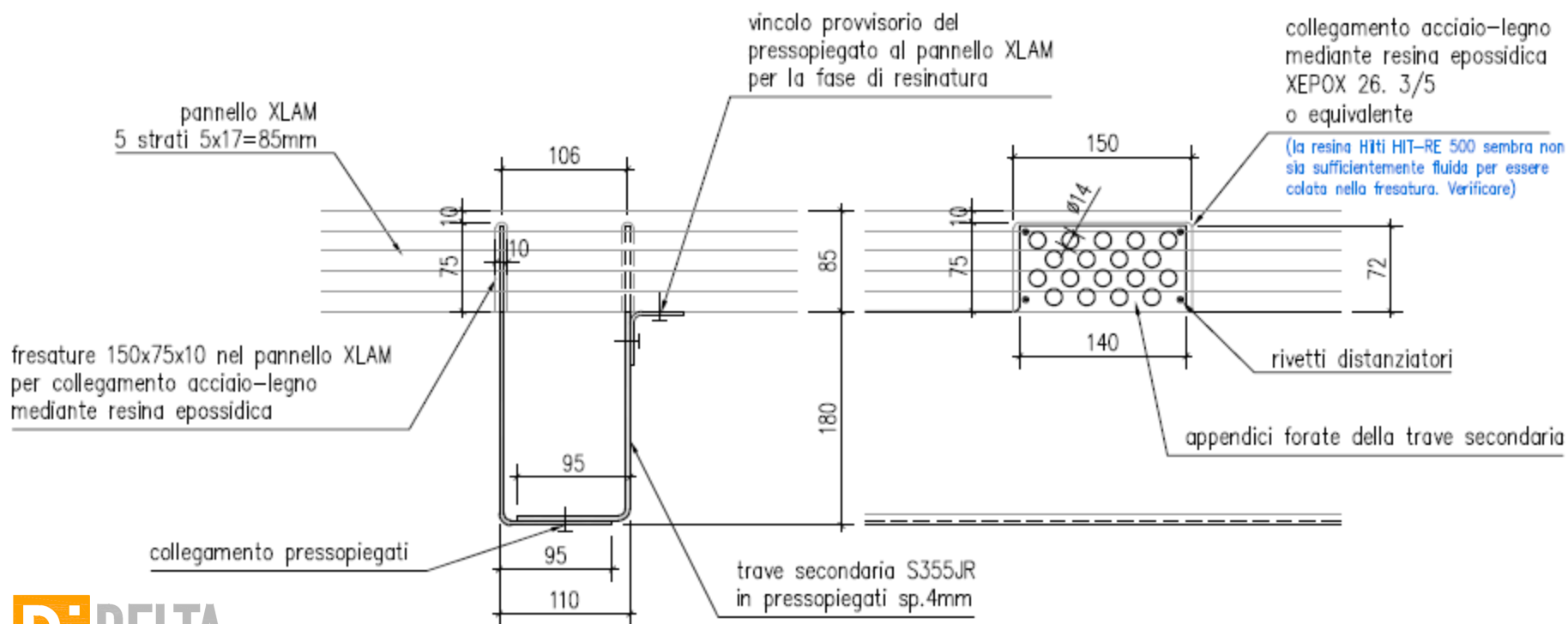
4. progettazione strutturale del sistema

4.3.3 trave secondaria in pressopiegati accoppiati con collegamento avvitato



4. progettazione strutturale del sistema

4.3.3 trave secondaria in pressopiegati accoppiati con collegamento resinato

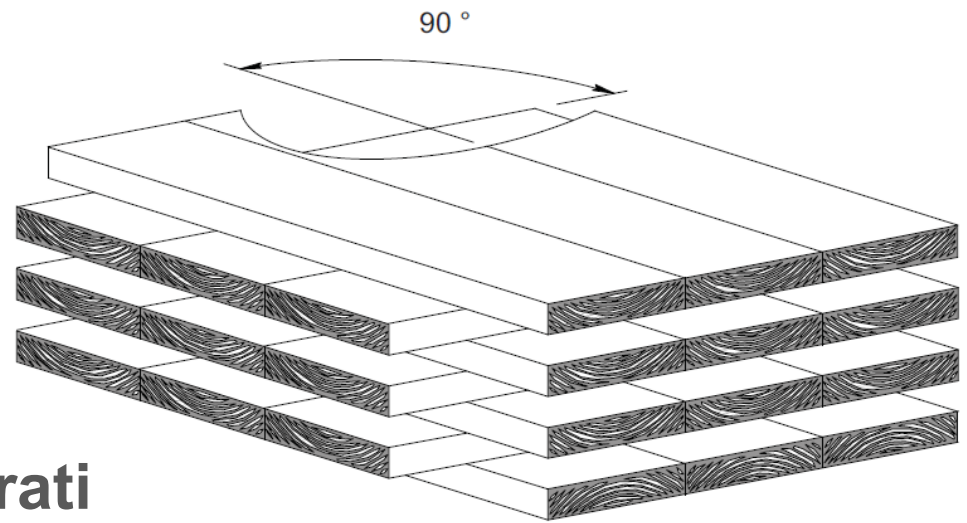


4. progettazione strutturale del sistema

4.4 PANNELLI X-LAM

varianti:

- numero degli strati
- spessore degli strati
- orientamento degli strati



4. progettazione strutturale del sistema

4.5 MODELLAZIONE FEM

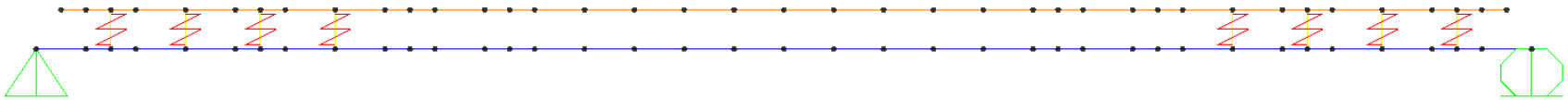
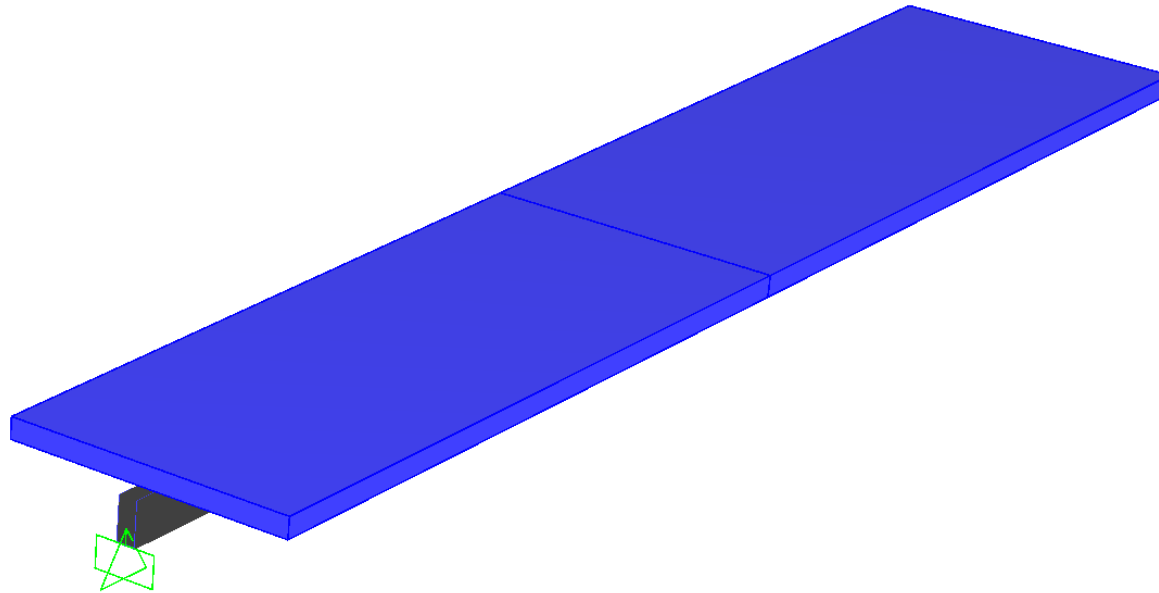
delle travi secondarie composte acciaio-legno

varianti:

- numero degli strati**
- spessore degli strati**
- orientamento degli strati**

4. progettazione strutturale del sistema

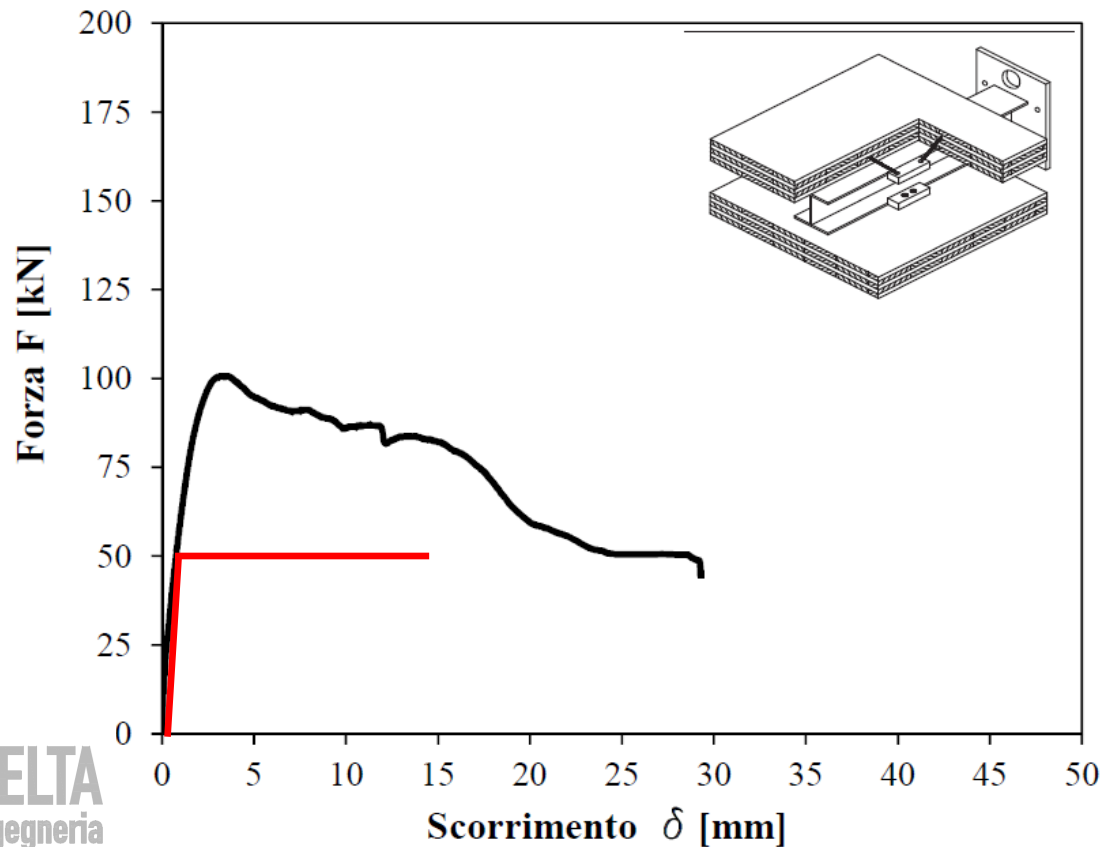
4.5 MODELLAZIONE FEM - geometria



4. progettazione strutturale del sistema

4.5 MODELLAZIONE FEM – vincoli multilineari

connessione avvitata



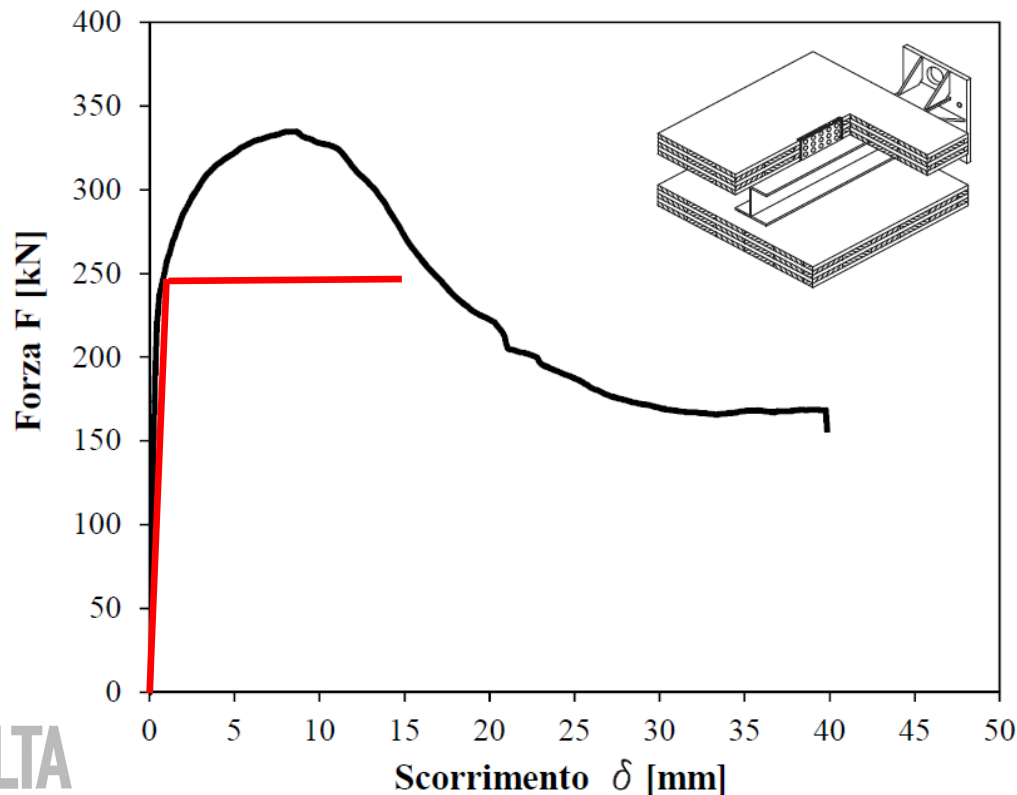
DATI SPERIMENTALI		
k_{iniz}	62.01	kN/mm
F_{MAX}	100.64	kN
δ_{FMAX}	3.24	mm

**comportamento
elasto-plastico**

4. progettazione strutturale del sistema

4.5 MODELLAZIONE FEM – vincoli multilineari

connessione resinata



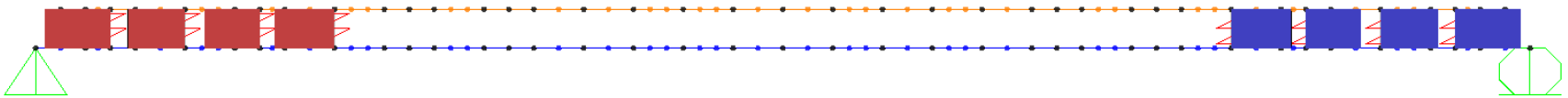
DATI SPERIMENTALI		
k_{iniz}	619.00	kN/mm
F_{MAX}	334.72	kN
δ_{FMAX}	8.11	mm

**comportamento
elasto-plastico**

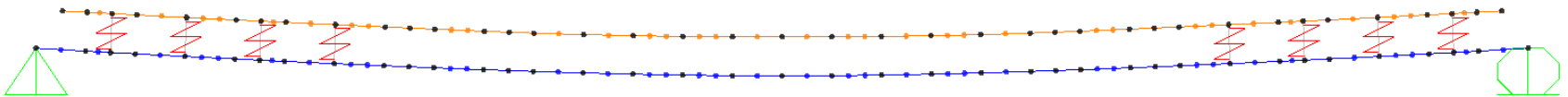
4. progettazione strutturale del sistema

4.5 MODELLAZIONE FEM – analisi dei risultati

azioni sollecitanti



deformate e frequenza



4. progettazione strutturale del sistema

4.6 SOLUZIONI TRAVI COMPOSTE

- pannelli X-LAM a 5 strati incrociati (5x17=85mm) di larghezza 2.4m
- travi secondarie in profili metallici pressopiegati accoppiati, a passo 1.2m

Soluzione A: connessione acciaio-legno mediante viti a 45° e 90°

Soluzione B: connessione acciaio-legno mediante viti a 30° e 90°

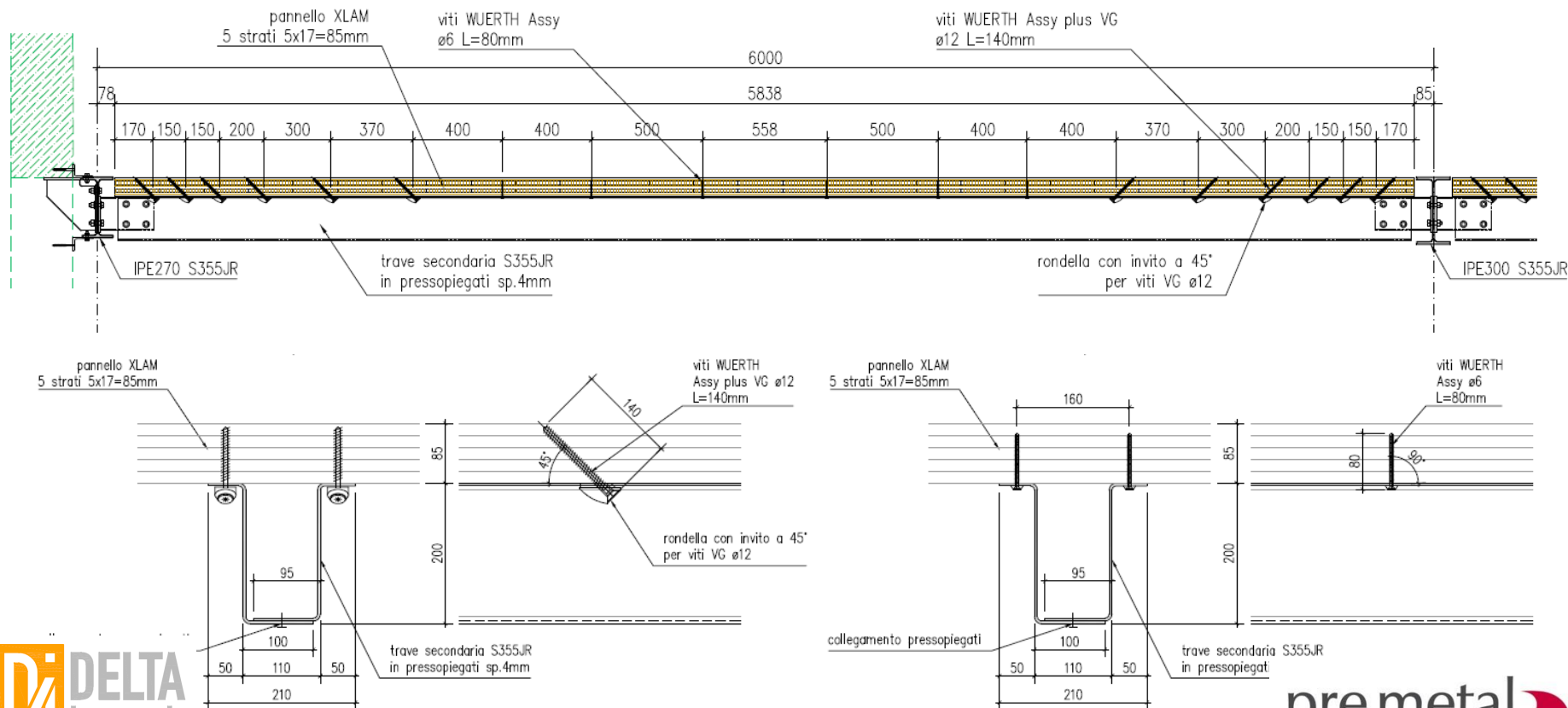
Soluzione C: connessione acciaio-legno mediante resina epossidica

Soluzione D: connessione acciaio-legno mediante resina epossidica e viti a 90°

4. progettazione strutturale del sistema

4.6 SOLUZIONI TRAVI COMPOSTE

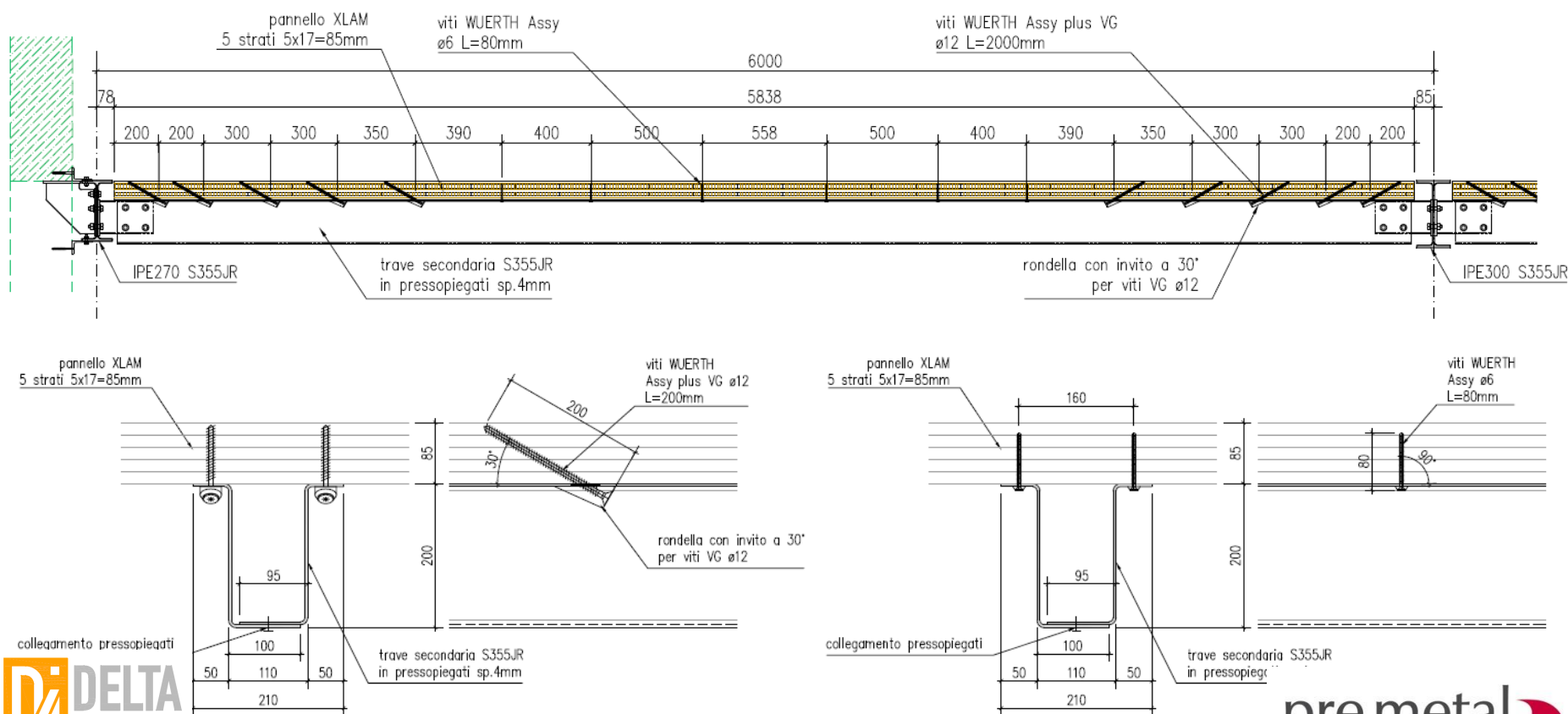
A: profilo pressopiegato con connessione acciaio-legno mediante viti a 45° e 90°



4. progettazione strutturale del sistema

4.6 SOLUZIONI TRAVI COMPOSTE

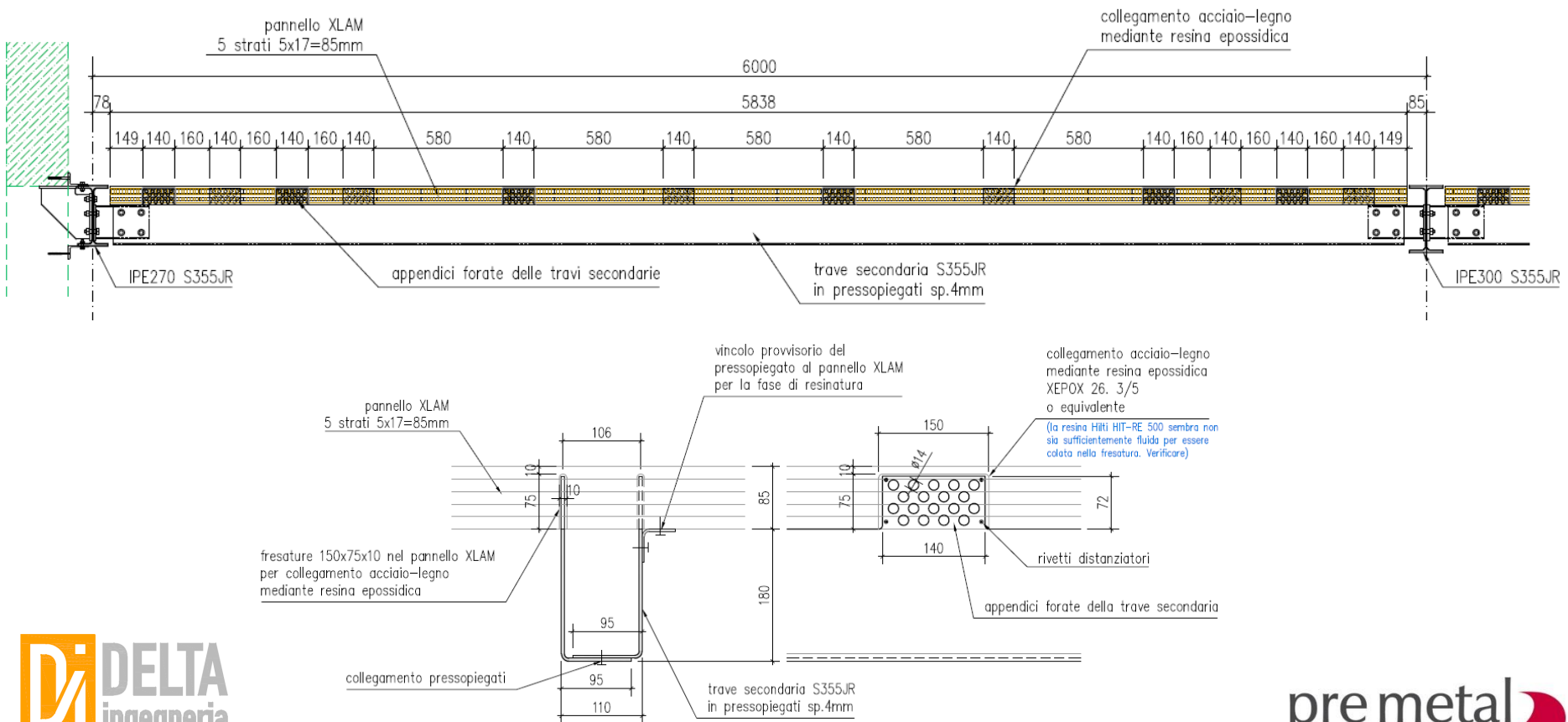
B: profilo pressopiegato con connessione acciaio-legno mediante viti a 30° e 90°



4. progettazione strutturale del sistema

4.6 SOLUZIONI TRAVI COMPOSTE

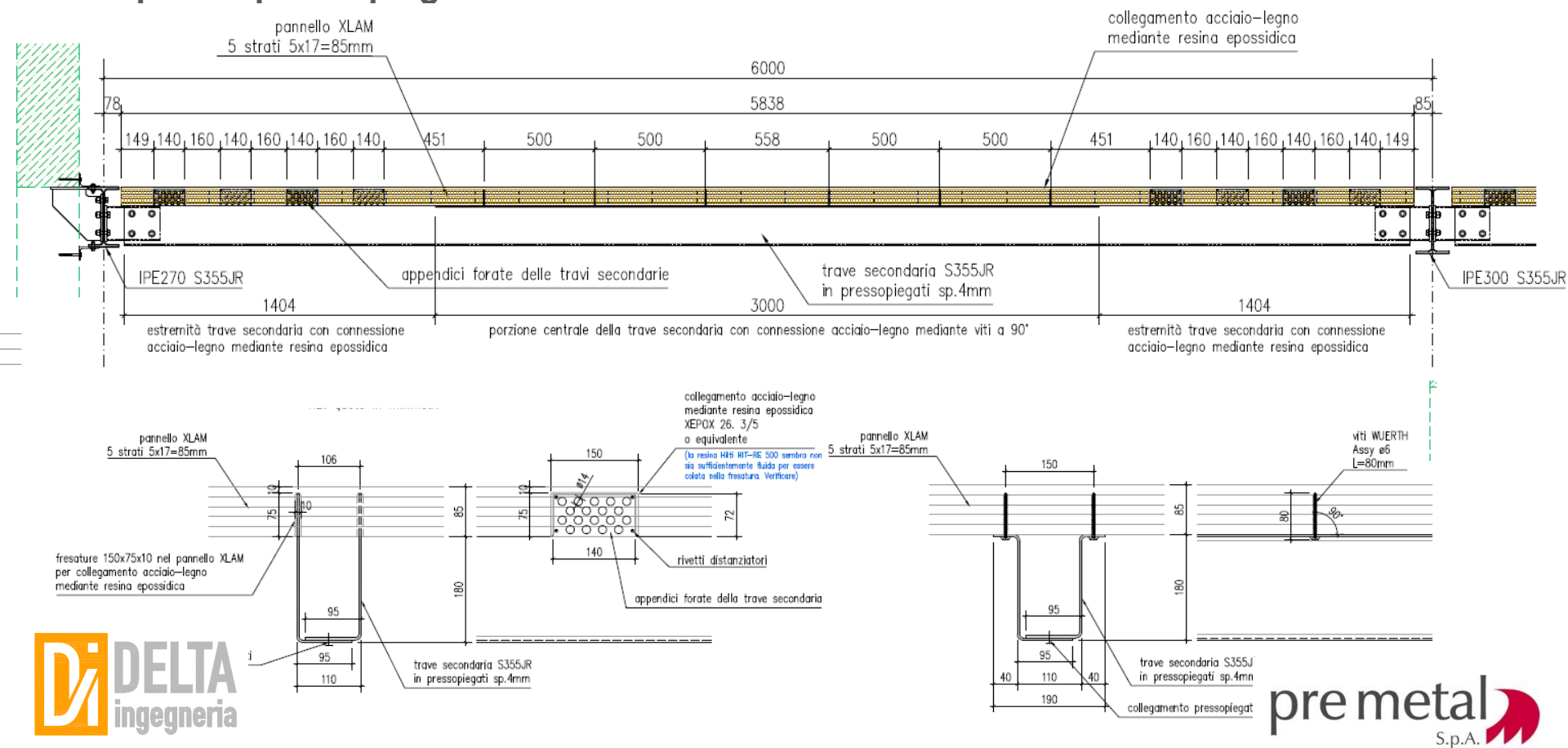
C: profilo pressopiegato con connessione mediante resina epossidica



4. progettazione strutturale del sistema

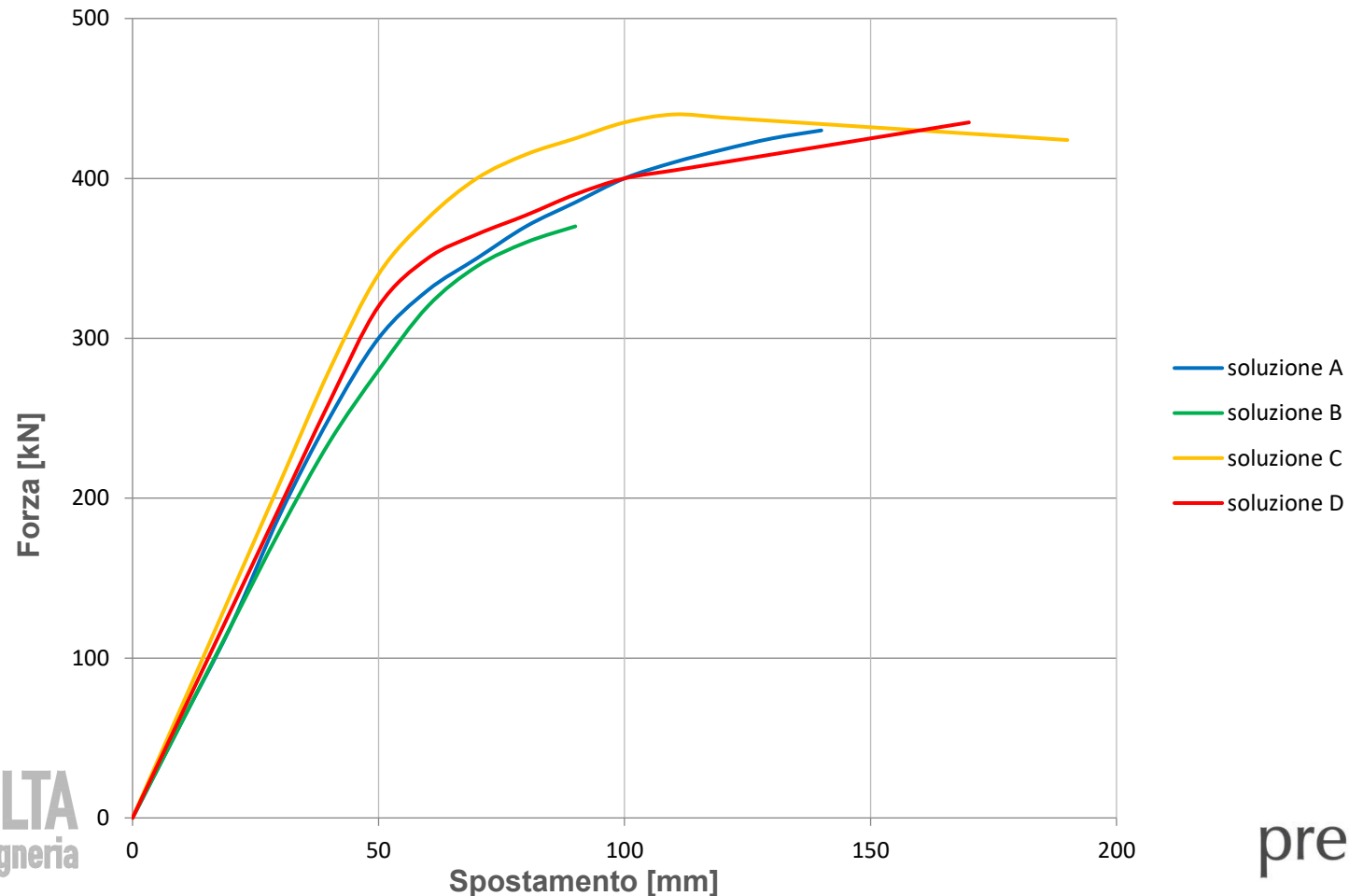
4.6 SOLUZIONI TRAVI COMPOSTE

D: profilo pressopiegato con connessione mediante resina e viti a 90°



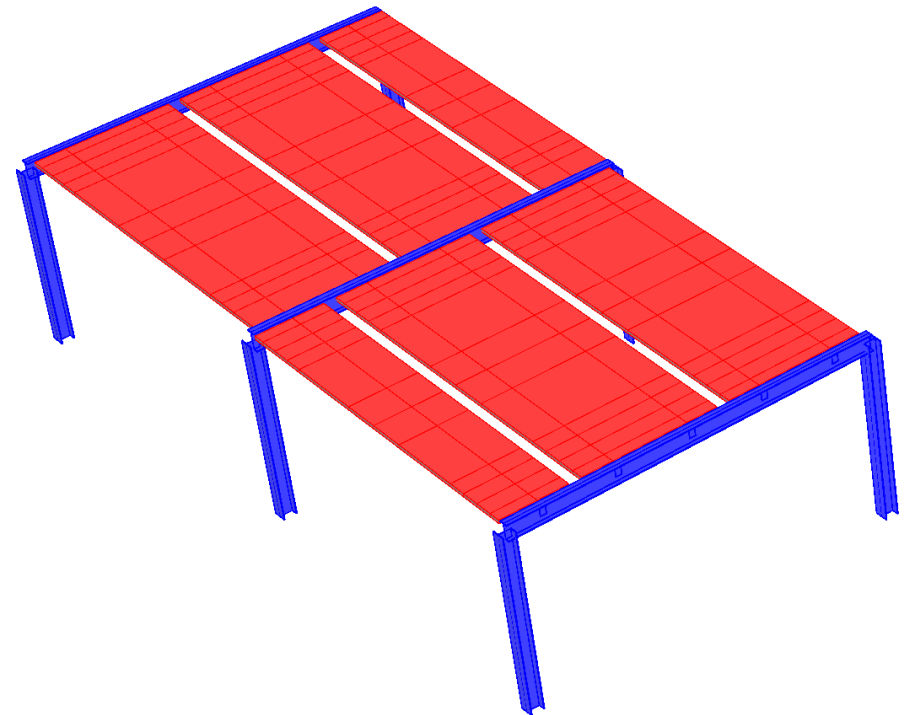
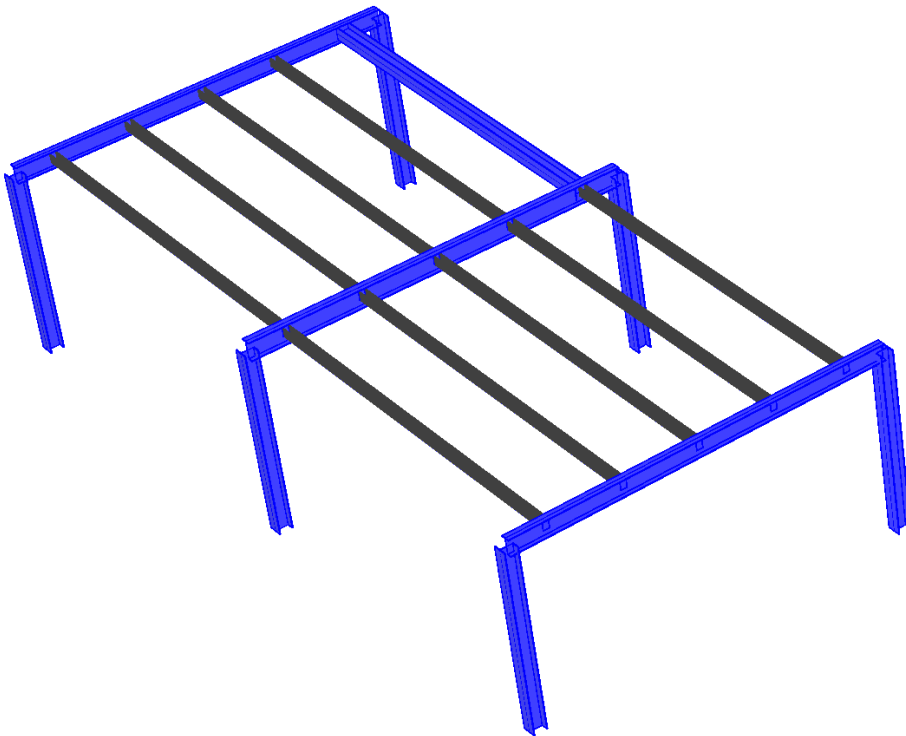
4. progettazione strutturale del sistema

4.7 PROVE A FLESSIONE SU TRAVI COMPOSTE



4. progettazione strutturale del sistema

4.8 MODELLAZIONE FEM STRUTTURA 3D - geometria

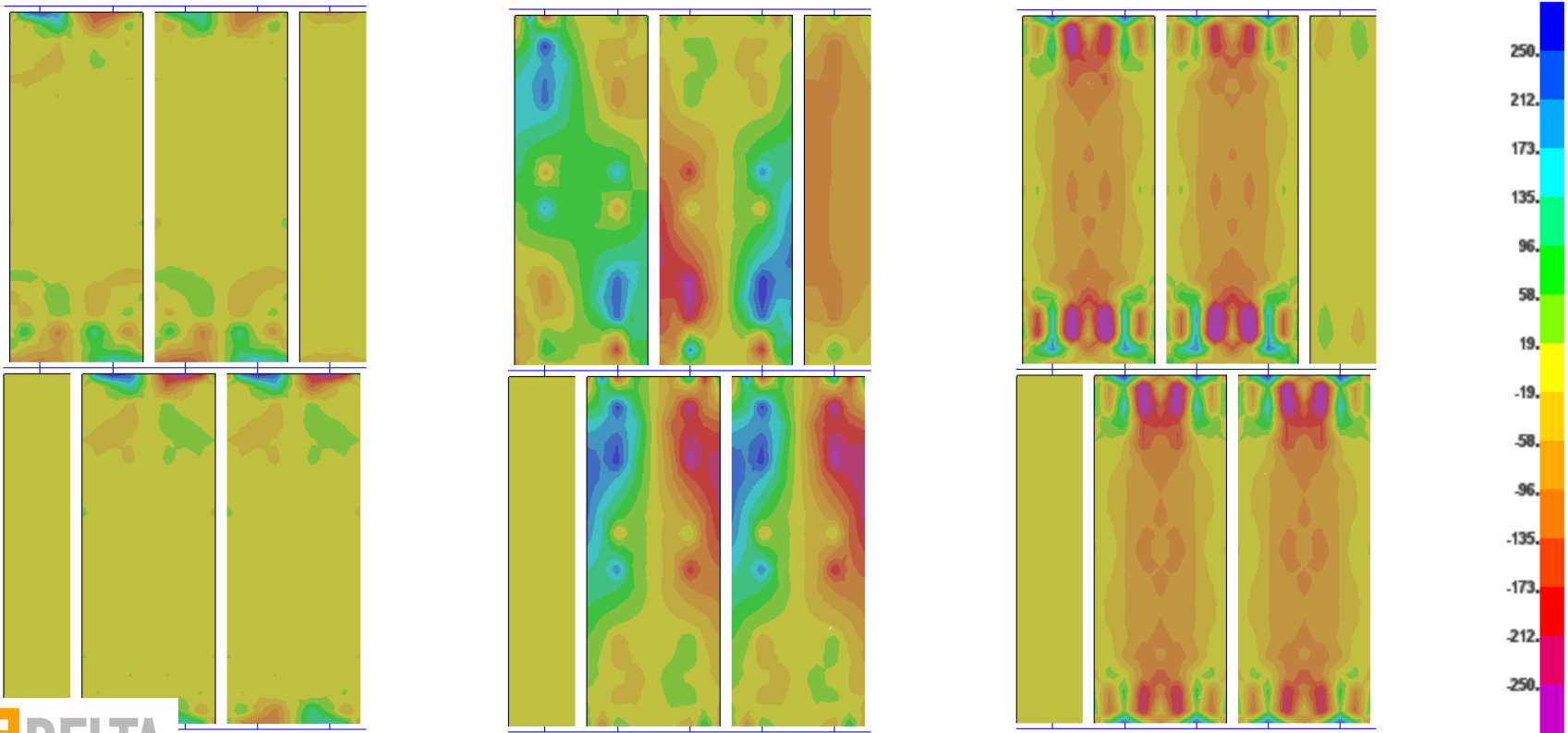


carpenteria metallica – elementi Frame

Pannelli X-LAM – elementi Shell

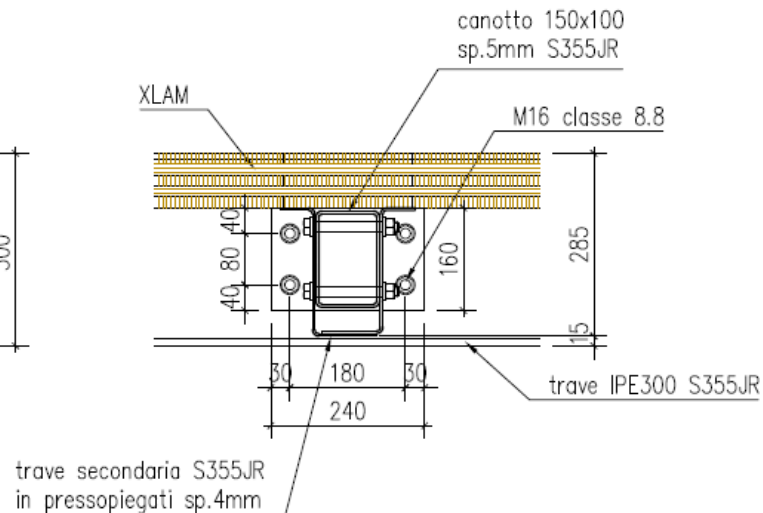
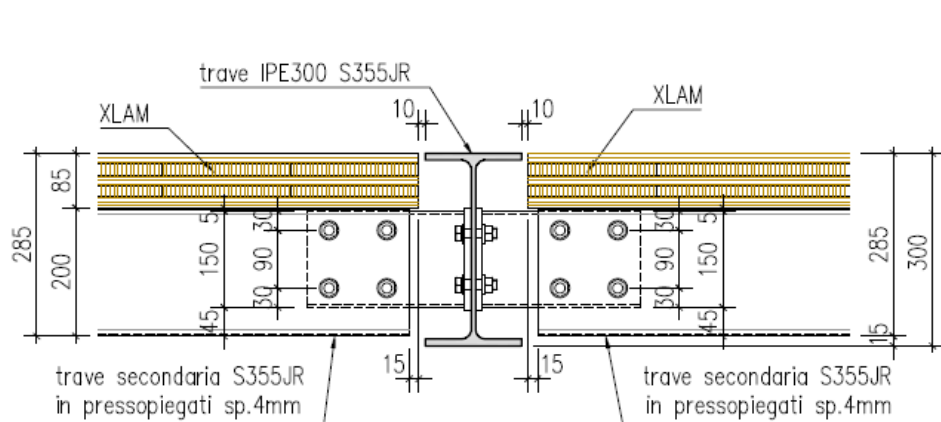
4. progettazione strutturale del sistema

4.8 MODELLAZIONE FEM STRUTTURA 3D - analisi

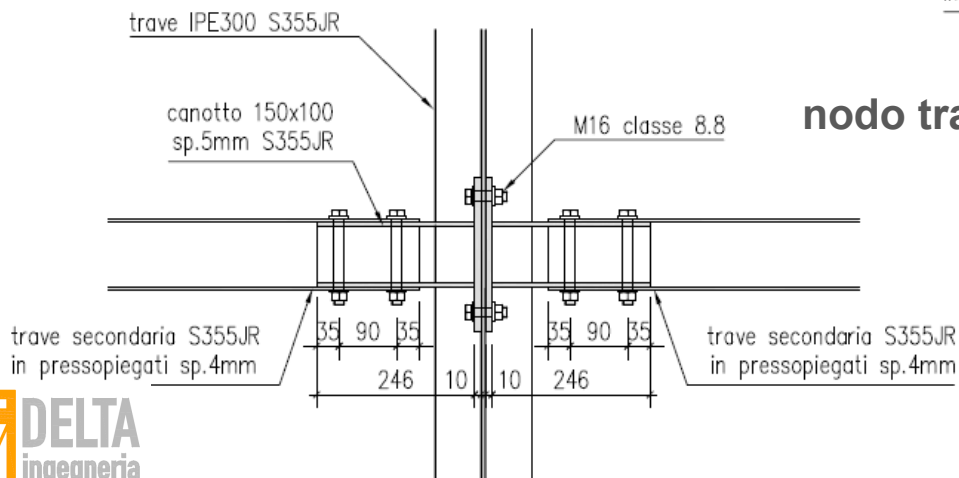


4. progettazione strutturale del sistema

4.9 PROGETTO IMPALCATO

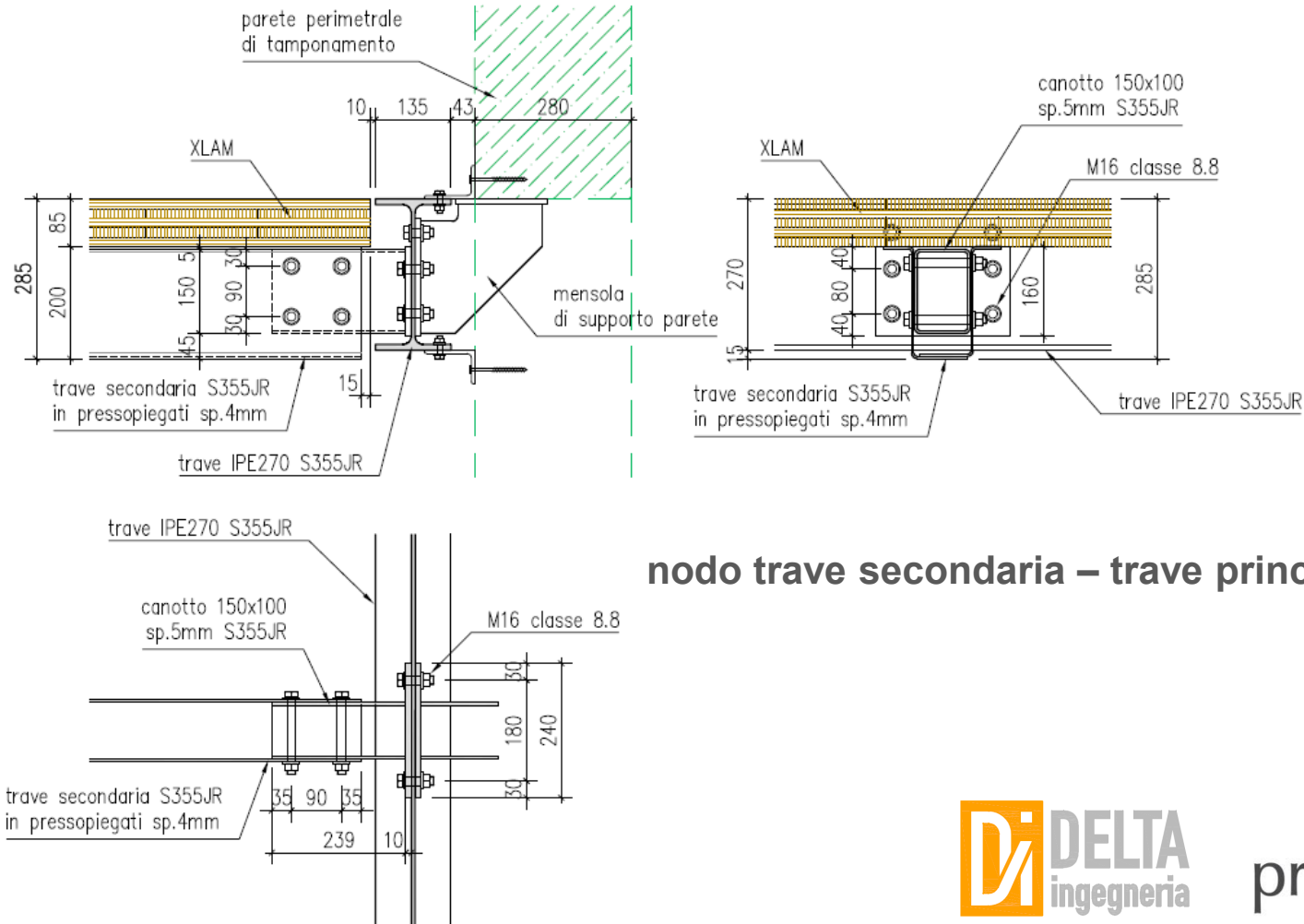


nodo trave secondaria – trave principale interna



4. progettazione strutturale del sistema

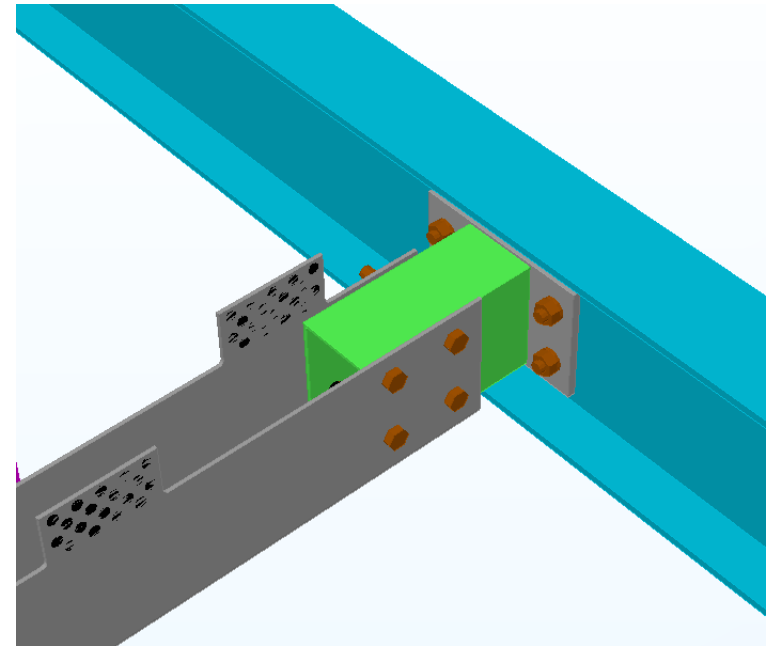
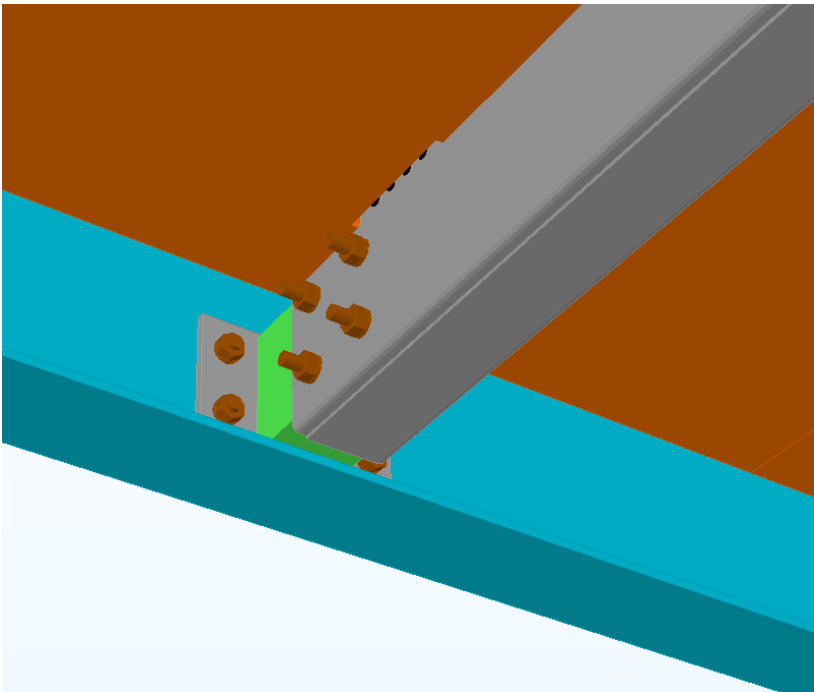
4.9 PROGETTO IMPALCATO



nodo trave secondaria – trave principale di bordo

4. progettazione strutturale del sistema

4.9 PROGETTO IMPALCATO



GRAZIE PER L'ATTENZIONE

Ing. Thomas Dusatti



Viale delle Monache, 5
I-38062 Arco (TN)
Tel. 0464 514113
www.deltaingegneria.com