

**Convegno su materiali compositi – MADE Expo
7 Ottobre 2011**

PROFILI PULTRUSI STRUTTURALI



Dott.ssa S. Crucitti
Saimex srl
Via Santino De Nova 34
Seregno (MB) – Italia
+39 02 45073458



SOMMARIO

- **PROCESSO PRODUTTIVO:
PULTRUSIONE**
- **DATI TECNICI**
- **“IL PONTE DI PRATO”, CASE
STORY**

MATERIE PRIME

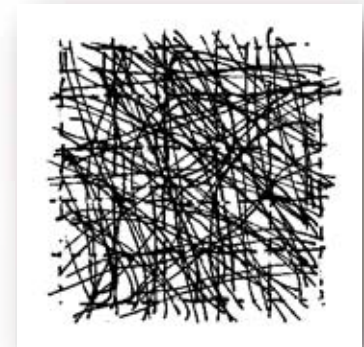
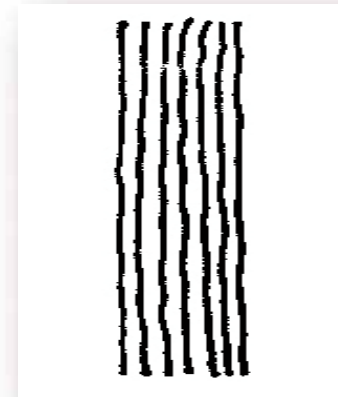
RESINA LIQUIDA

30%



**FIBRA
CONTINUA –
FIBRA VETRO**

70%



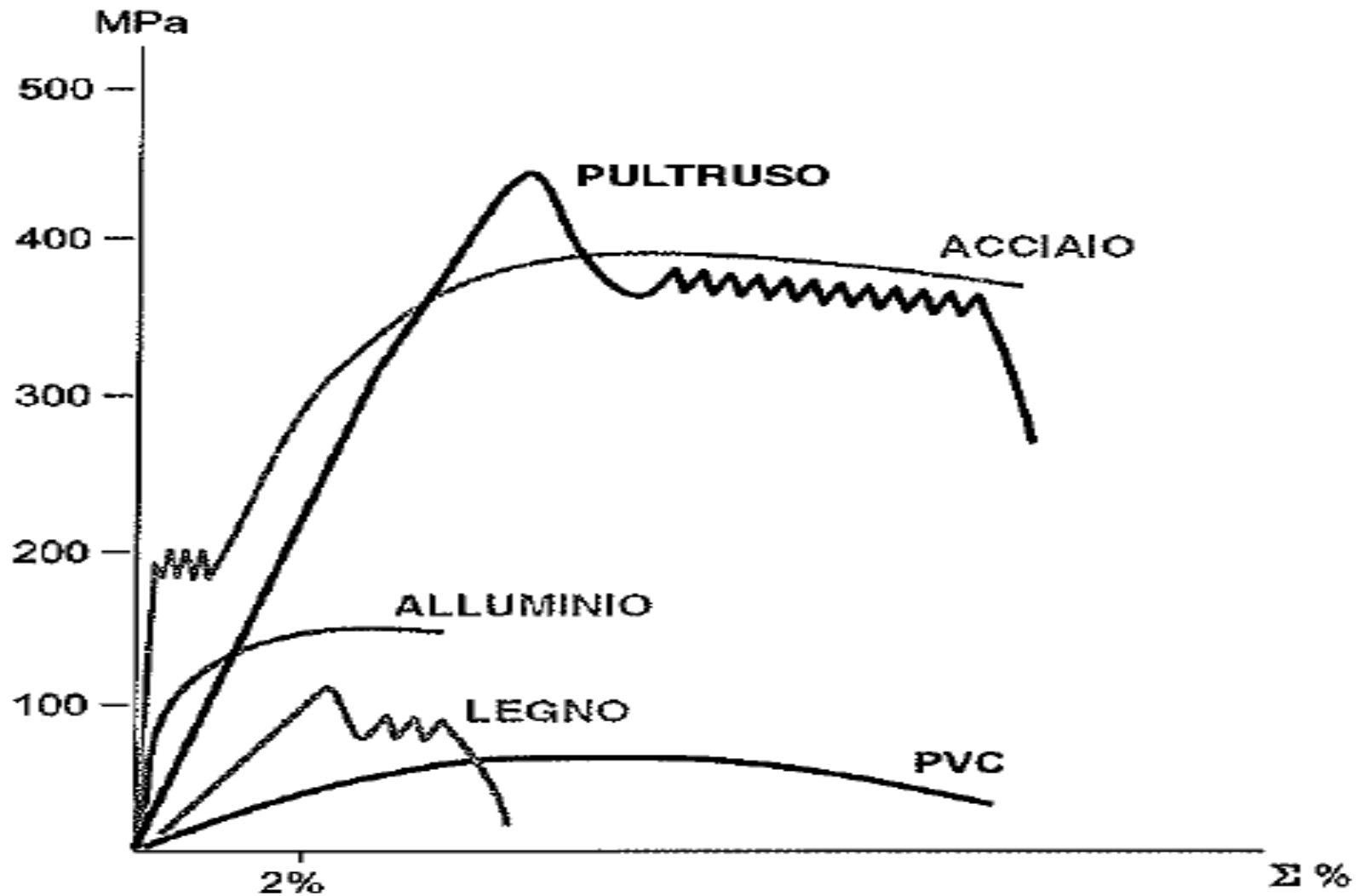
DATI TECNICI DEL PRODUTTORE

**LA CONTINUITA' DELLA FIBRA CONFERISCE UN VALORE DI
RESISTENZA PARAGONABILE ALL'ACCIAIO.
IL PESO SPECIFICO E' INFERIORE ALL'ALLUMINIO**

<u>Proprietà</u>	<u>Pultruso</u>	<u>Acciaio</u>	<u>Alluminio</u>	<u>PVC</u>	<u>Unità</u>
Densità	1.8	7.8	2.7	1.4	g/cm ³
Resistenza a trazione	350 – 450	370 – 500	200 - 400	40 - 60	MPa
Allungamento a trazione	1.5 – 2.0	13 – 35	5 – 35	10 – 80	%
Resistenza alla flessione	400 – 450	330 – 500	200 - 400	70 – 100	MPa
Modulo elastico	25 – 30	210	70	2.8 – 3.3	MPa x 10 ⁹
Modulo a flessione	15 – 20	210	70	2.8 – 3.3	MPa x 10 ⁹
Resistenza all'urto	200	400	200	85 – 95	MPa/ m ²
Conducibilità termica	0.25 – 0.35	100 – 230	100 – 230	0.15 – 0.25	W/m °C
Coeff. di espansione	5 – 20 x 10 ⁶	10 – 14 x 10 ⁶	20 – 25 x 10 ⁶	50 – 100x 10 ⁶	M/m °C
Capacità dielettrica	5 - 15	-	-	40 - 50	KV/mm
Resistenza volumica	10 ¹⁰ - 10 ¹⁴	0.2 – 0.8	0.028	> 10 ¹⁶	ωcm

DIAGRAMMA DI SFORZO

DIAGRAMMA DI SFORZO



NORMATIVA UNI EN 13706

RESISTENZA MINIMA DEI PROFILI PULTRUSI STRUTTURALI

Minimum properties that are required for each grade			Minimum Properties	
Property	Unit	Test method	E23 Grade	E17 Grade
Full section test	GPa	Annex D, EN 13706-2:2002	23	17
Tension modulus-axial	GPa	EN ISO 527-4	23	17
Tension modulus-transverse	GPa	EN ISO 527-4	7	5
Tension strength-axial	MPa	EN ISO 527-4	240	170
→ Tension strength-transverse	MPa	EN ISO 527-4	50	30
Pin-bearing strength - axial	MPa	Annex E, EN 13706-2:2002	150	90
Pin-bearing strength - transverse	MPa	Annex E, EN 13706-2:2002	70	50
Flexural strength - axial	MPa	EN ISO 14125	240	170
→ Flexural strength - transverse	MPa	EN ISO 14125	100	70
Interlaminar shear strength - axial	MPa	EN ISO 14130	25	15

Anisotropo

FATTORE DI SICUREZZA

- 2 SLU PER I PROFILI
- 4 SLU PER I NODI

- **FATTORE DI SICUREZZA**
PER EFFETTI DI LUNGHA
DOCUMENTO

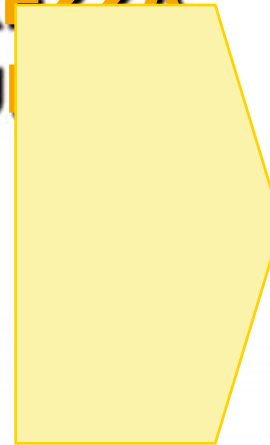
DURATA

CNR

205/2007

- **CALCOLO DEI NODI**
www.Saimex.it

TECNICI



DT





UNA PASSERELLA IN GFRP A PRATO

Alessandro Adilardi

Civil Engineer

Municipality of Prato

Prato, ITALY

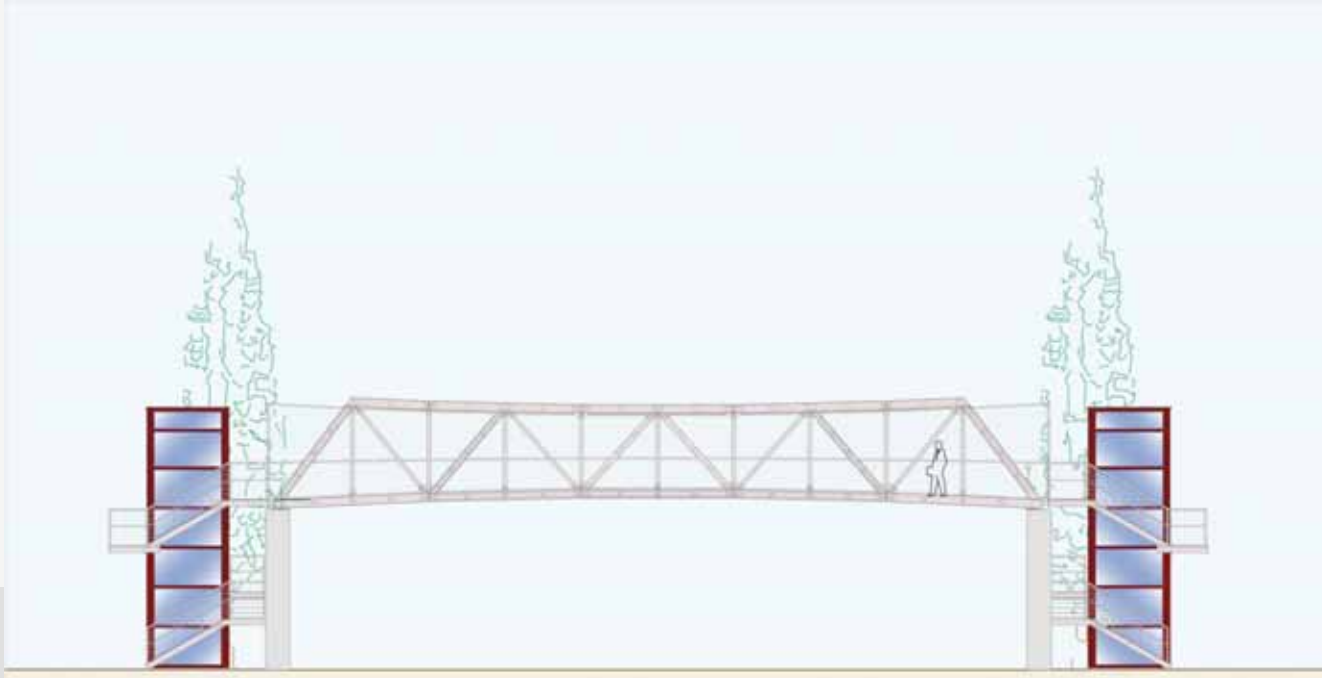
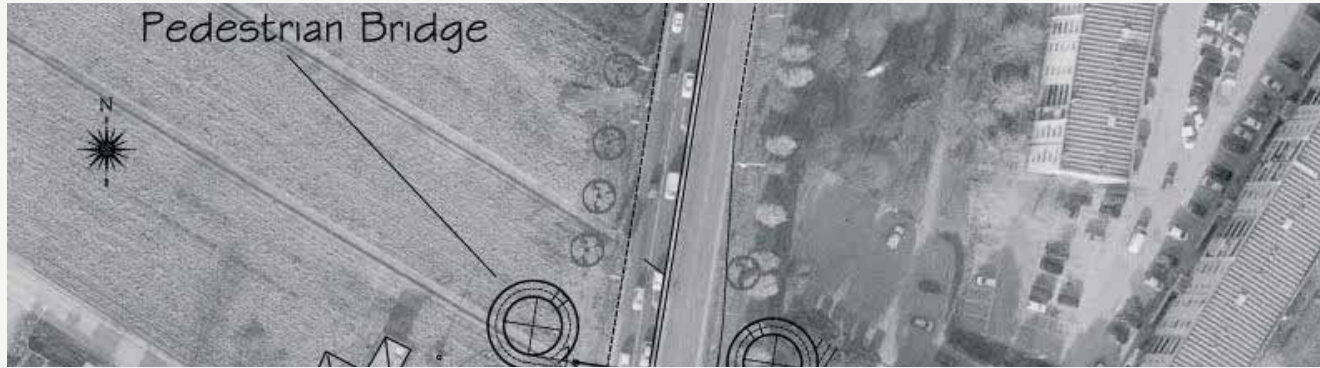
Lorenzo FRASCONI

Civil Engineer

Municipality of Prato

Prato, ITALY

The footbridge "Via Cava"



- L'incrocio Via Cava e Viale Salvador Allende è molto trafficato.
- Uno dei modi migliori per eliminare il traffico è impedire i conflitti della viabilità minore rispetto alla strada di maggior scorrimento.
- In questo progetto la direzione Via Cava (est-ovest) sarà chiuso. I pedoni possono attraversare l'incrocio attraverso la passerella in progetto.

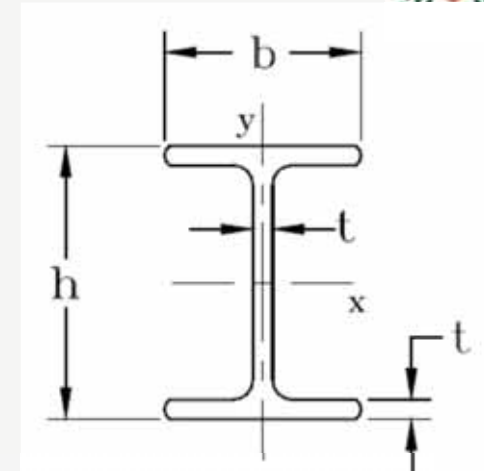


Scelta del materiale

Problemi di durabilità sulle attuali passerelle in acciaio

- **Economico**
- **Durevole**
- **Facile da montare**

GFRP



- **Scelta è ricaduta sul GFRP (Glass Fiber Reinforced Polymer)**
- **Il GFRP ha una densità di $1,5-2,0 \text{ g/cm}^3 \rightarrow 1/4$ dell'acciaio $7,8 \text{ g/cm}^3$.**
- **Il peso proprio di una reticolare in GFRP è $1/3$ se paragonata con una equivalente di acciaio. La differenza in peso se paragonata alla differenza di densità del materiale è dovuta al modo di costruire le unioni e al differente comportamento a flessione del materiale.**

La passerella di Via Cava



La struttura è una reticolare scatolare, i pedoni passano attraverso le travi reticolari verticali che sono controventate sia sopra che sotto. Il carico di punta per i correnti superiori è il dato progettuale. Per i correnti inferiori la resistenza a trazione è il dato progettuale.

Characteristic	Value
Main span length [m]	25,00
Width [m]	2,50
Sag [m]	0,356
Height internal [m]	2,51
Dead load [kN/m] – <u>Peso proprio</u>	3,455
Live load– average (5,2kN/m ²) [kN/m] - <u>Carico d'esercizio</u>	14,15
Max increase in top chord compression due to live load h [kN]	157,31
Max bending moment [kN · m]	437,0
Max Deflection v [mm]	61



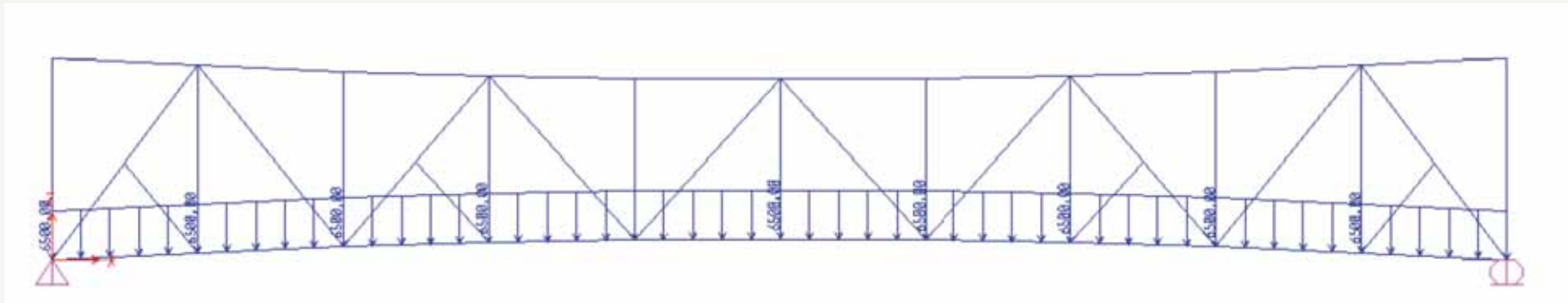
Ponte P.P. = **86,38 kN** → 1,269 kN/m².

P.F. = 353,86 kN → 5,2 kN/m²



Peso Proprio reticolare GFRP = 34,24 kN (50% profili e 50% nodi).

Peso Proprio reticolare acciaio = 85,63 kN (70% profili e 30% nodi).



	Dead Load	Live+Dead Load
Truss GFRP Max deflection [mm]:	5,2	62,1
Truss Steel Max deflection [mm]:	2,3	8,9

- Questo è dovuto sostanzialmente alla minore rigidità del materiale e al minore modulo elastico. Quest'ultimo influenza la rigidità di una trave reticolare.

- Massima deformazione SLU

OK!

Made Expo 2011 - Milano

MADE expo Alcune fasi di montaggio



Made Expo 2011 - Milano

La movimentazione del materiale

MADE expo
Milano Architettura Design Edilizia
comune di
PRATO



Made Expo 2011 - Milano

Il cantiere – 2011.03

MADE expo
Milano comune di **PRATO**
Milano comune di **PRATO**
Design Edilizia



Made Expo 2011 - Milano

Il cantiere - 2008.10.24

MADE expo
Milano Architettura Design Edilizia
comune di PRATO



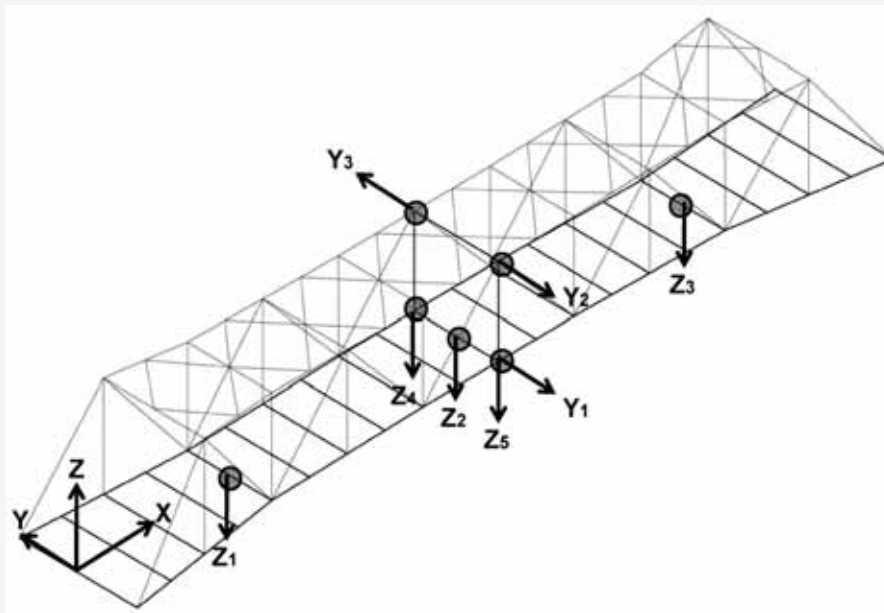


Il nodo costruito





Prove dinamiche sulla struttura



- Le proprietà del materiale devono ancora essere investigate soprattutto in termini di risposta dinamica.
- I parametri modali come le frequenze proprie della struttura e il coefficiente di smorzamento possono essere calcolati con metodologie EMA (Experimental Modal Analysis) e OMA (Operational Modal Analysis).
- EMA: I parametri modali sono rilevati da test vibrazionali ottenuti eccitando la struttura per mezzo di masse propriamente accelerate esterne
- OMA: la struttura è sollecitata solo da agenti esterni naturali come per esempio il camminamento delle persone. In questo modo si può calcolare la risposta allo stato di servizio dell'opera.
- 8 accelerometri saranno utilizzati - figura. Quelli centrali saranno utili per definire gli aspetti torsionali.

IUAU

Professor Salvatore Russo

Storia del progetto e le sue criticità



- Approvazione progetto definitivo – Dic 2006
- Per la redazione del progetto esecutivo ogni quantità di materiale deve essere computato e prezzato
- Nel caso acciaio ---> 3-4 € / Kg (con posa in opera)
- Nel caso del GFRP??

Storia del progetto e le sue criticità

Made Expo 2011 - Milano

MADE expo
Milano Architettura Design Edilizia
comune di
PRATO



- **Costo dei profili compositi dovrebbe essere inserito nei prezziari regionali.**

IL PREZZO E' COMPETITIVO



- **La passerella di “Via Cava” costruita in GFRP**
- **Durabilità dell’opera è stata notevolmente estesa**
- **Il modo di progettare è differente da quello utilizzato per il legno o per l’acciaio**
- **Il progetto deve essere eseguito tramite il controllo dell’instabilità a carico di punta e rigidezza torsionale della struttura (SLU)**
- **GFRP è molto leggero → ottimo comportamento sismico**
- **Interessante approfondire i dati relativi al coefficiente di smorzamento**
- **E’ necessario far conoscere il materiale, soprattutto alle amministrazioni.**

PASSERELLA PEDONALE DI CA' BIANCA (VE)



PONTI CARRABILI I° CATEGORIA Germania 2009



PONTI CARRABILI I° CATEGORIA

Lancashire, Regno Unito 2008



Saimex Srl

ringrazia per l'attenzione



composites
saimex

composites
saimex