



## “UL TOBLERON DE COMM”

la nuova passerella realizzata a Como dall'ACSM si configura come un insieme tecnologico innovativo all'insegna del MADE IN ITALY.

di Giovanni e Sabrina Cenci, strutturistica in legno dal 1972

I comaschi sono soliti attribuire degli appellativi alle costruzioni più significative ed a quant'altro appartenente al contesto urbano. Illustri precedenti sono: Dadone, Girone e tant'altri. Ultimo è Toblerone, nome di un cioccolato svizzero prodotto in forma triangolare, attribuito simpaticamente alla nuova passerella in legno dell'ACSM.

### FINALITA' DELLA PASSERELLA DI SERVIZIO REALIZZATA DALL'ACSM S.P.A. DI COMO

La passerella ha lo scopo di consentire lo scavalco della linea ferroviaria FNM, in direzione di Cantù, con due tubazioni di adduzione in acciaio rivestito, del diametro di 20". Una condotta è per il trasferimento dell'acqua, potabilizzata nella caverna all'interno del monte Baradello; l'altra è per convogliare acqua ad uso industriale ed eventualmente per il raccordo di mutuo soccorso con un'altra tubazione preesistente dell'acquedotto dell'Unione Industriali.

### UN'OCCASIONE ACCOLTA

La Direzione ACSM S.p.A. di Como si è sempre rivelata sensibile al progetto ed alla realizzazione della passerella in Legnoforma®, conscia che potesse contenere delle forti motivazioni culturali e scientifiche, ben oltre la mera soluzione tecnicistica a fronte delle necessità di conseguire un attraversamento ferroviario.

Ora che sono stati ottenuti dei risultati eccellenti, nel pieno rispetto della tempistica e convalidati dal collaudo, è doveroso rimarcare il valore della ricerca e sperimentazione al vero delle plurime innovazioni insite nel progetto. Non è stato tutto facile e lo si capisce se si osserva che tra l'avvio del cantiere ed il collaudo non



A sinistra il geometra Giovanni Cenci, autore del progetto e della statica del ponte di servizio in Legnoforma®; al centro l'ingegnere Maurizio Franzì, Capo Unità Manufatti e Opere d'Arte delle Ferrovienord S.p.A. (Gruppo FNM S.p.A.); a destra l'ingegnere Giovanni Nosedà Pedraglio, progettista delle opere di fondazione e direttore dei lavori (Pro.co.ci Engineering s.r.l.)

sono trascorsi neppure due mesi, mentre sono occorsi circa sei anni per le ripetute progettazioni, aggiustamenti ed iter per le autorizzazioni. All'origine del successo di questa realizzazione, non grande ma importante, c'è la cultura di quanti sono in ACSM e la loro disponibilità ad assecondare, certamente con oculatezza, ulteriori finalità di vantaggio per la collettività, quali la convalida dell'innovazione concreta ottenuta mediante la sperimentazione su un'opera necessaria.

#### SPERIMENTAZIONE DI NUOVE FORME IN LEGNO

La passerella di servizio dell'ACSM è un esempio della possibilità di esprimere nuove tipologie strutturali in legno per opere esterne, anche di servizio, con maggior fantasiosità formale e cromatica. In questo caso si è voluto apportare un elemento di valorizzazione estetica di un'area periferica molto attiva. Restano aperte altre ipotesi. Ad esempio di utilizzare elementi strutturali compositi in legno in contesti naturali, con articolazioni formali e finiture cromatiche tali da renderle di minor impatto ambientale.

#### TEST DELL'IPOTESI DI RICOSTITUZIONE DEL BENEFICIO DELLA CONTINUITA' FIBROSA DELLA MASSA LIGNEA

La passerella ACSM è stata anzitutto una significativa sperimentazione della congruenza della tecnica Legnoforma®/Traveforma®, impiegata per la ricostituzione a piè d'opera della continuità strutturale, in virtù della continuità materica e della continuità fibrosa, in netta antitesi ai sistemi a secco. Innumerevoli realizzazioni dell'ultimo decennio, ma anche antecedenti, hanno dimostrato la concretezza di mantener nelle giunzioni una rigidità ideale non inferiore a quella della sezione piena originaria, mediante l'inserimento di elementi metallici di connessione all'interno degli intagli (o dei fori) praticati nel legno, ottenendo la solidalizzazione tra loro delle superfici interfacciate mediante la percolazione di appropriati adesivi epossidici del tipo Xepox. Da qui il concetto di continuità materica.

L'ipotesi della possibilità di ricostituire il beneficio della continuità fibrosa va ben oltre il precedente traguardo, perché consente la ricostituzione a piè d'opera della pienezza lignea, senza alcun inserto metallico, ottenendo la rigidità molto simile a quella di una sezione piena costruita in fabbrica. Anzi, per dirla tutta e brevemente, questa tecnica particolare riprende gli stessi concetti fondamentali per la produzione del lamellare strutturale, fatto salvo che vengono usati adesivi di tipo notevolmente superiore (quelli epossidici) e la pressione per incollaggio viene esercitata a piè d'opera o in opera utilizzando viti a gambo lungo.



Istruzioni, impostazione ed avvio dei lavori, raccomandazioni.





Con la tecnica Legnoforma® si pone rimedio all'improvviso impiego dei connettori metallici che innegabilmente sottraggono materiale ligneo, riducono la sezione originaria, interrompono la fibratura del legno e comunque in ambienti esterni innescano processi di accelerazione del degrado e di instabilità delle strutture lignee. Peraltro, anche in ambienti interni umidi (es. piscine), gli inserti metallici possono attrarre umidità da condensazione e contribuire alla marcescenza del legno, quando non siano stati involuppati con adesivi appropriati che saturino i vuoti lasciati dalle lavorazioni e dalle tolleranze costruttive.

Per inciso, in tempi più recenti si è dato il via ad una campagna di prove ed applicazioni di giunzioni realizzate con inserti in FRP (Fiber Reinforced Polymers) sia con tessuti in carbonio 12K sia in vetro E e matrice polimerica Xepox 14. Trattasi di nuovi sistemi che consentono una completa autonomia operativa delle carpenterie del legno, in cui sono pure insiti i principi di continuità materica e fibrosa e la cui assoluta affidabilità e l'eccellente comportamento elastico è anche dovuto alle ampie superfici di interfacciamento dalle giunzioni in legno, a prescindere dai sistemi praticati. Di questa tecnica si è già scritto nel precedente numero di Area Legno e se ne parlerà ancora.

#### RICERCA E VERIFICA DELLA RICOMPOSIZIONE IN CANTIERE DI TRAVATURE IMPORTANTI (TRAVEFORMA®)

La passerella in legno dell'ACSM ha consentito di verificare la reale possibilità di formare a piè d'opera o in opera delle grandi strutture lignee, anche curvilinee, composte da tanti piccoli elementi in legno. La tecnica è applicabile tanto al legno massiccio, quanto al legno lamellare, nell'ambito delle proprie peculiarità o limitazioni. Basti pensare alla convenienza di ricomporre elementi lignei di grande dimensione e portata, di qualsiasi forma e per qualsiasi articolazione strutturale, anche in zone disagiate, ricorrendo a mezzi di trasporto e mezzi d'opera limitati. È sufficiente approntare in stabilimento o in segheria una corretta produzione di piccoli pezzi a casellario e poi assemblarli facilmente a piè d'opera o in opera con l'impiego di adesivo Unixepox e viti per il pressaggio. È del tutto ovvio che la passerella di Como avrebbe potuto essere costruita con due semplici archi lamellari o tutt'al più con quattro semiarchi: ACSM è stata determinata nel sostenere un'idea di progresso, assumendo nello specifico il ruolo di eccellenza per la ricerca. Nel progetto iniziale i corsi lignei avrebbero dovuto avere i colori dell'arcobaleno. Quando è stato costituito il movimento, sono stati semplicemente sostituiti i colori, perché le diatribe politiche non soffocassero aspetti che dovevano restare strettamente tecnici. La forza di ACSM è stata quella di guardare alla sostanza.



Nella pagina precedente l'impermeabilizzazione interna con tessuto di vetro E ed adesivo Xepox 14 (sistema Polyevery®). In questa pagina la ricomposizione degli archi con la tecnica di riassetto cantieristico Traveforma®.





Fasi di completamento degli archi Legnoforma® e fissaggio dei ganci di sollevamento.



#### PROTEZIONE INTERNA ED ESTERNA

Le norme ferroviarie hanno imposto la formazione di un canale impermeabile entro cui posare le tubazioni in acciaio. Questo è stato realizzato con il metodo Polyevery®, costituito da doppi teli in tessuto di vetro E prodotti da Teximpianti S.p.A. ed adesivo Xepox 14, applicati direttamente in loco. La protezione esterna è invece costituita da lastre grecate in policarbonato trasparente Lexan®.

#### EFFICACIA STRUTTURALE D'INSIEME

La struttura è stata verificata nelle combinazioni di carico prescritte per i ponti, sia alle tensioni ammissibili che agli stati limite ultimi. Il collaudo ha dimostrato che il sistema è di gran lunga meno deformabile rispetto al progetto, traendo beneficio dal concorso dell'incollaggio tra tutte le superfici lignee interfacciate in corso di assemblaggio ed inoltre potendo usufruire del rivestimento interno continuo in vetro in GFRP (Glass Fiber Reinforced Polymers) in vetro E ed adesivo Xepox 14.

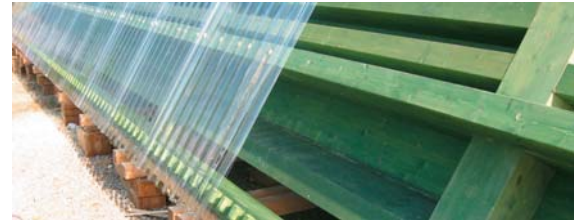
#### INNOVAZIONE DEI METODI DI SOLLEVAMENTO

E' noto come sia spesso più conveniente assemblare a piè d'opera un insieme strutturale e poi sollevarlo in un tutt'uno. Lo consentono i mezzi di sollevamento di notevole portata, che possono muoversi agevolmente anche su strade ordinarie ed essere poi attrezzati in loco con contrappesi e quant'altro necessario. Frequentemente il problema si riduce a quello delle imbracature, molte volte di non agevole gestione. Nel caso specifico si è ideata una nuova tecnica consistente nel produrre due elementi di aggancio posizionati nella trave di sommità e fissati alla struttura da bende in carbonio 12K tessute per Cenci Legno da Teximpianti, incollate alle superfici esterne delle centine con Xepox 14, in ragione della resistenza al taglio del legno nella direzione delle fibre. Il sollevamento e varo è stato effettuato in notturna con un unico movimento.

#### DATI TECNICI RIASSUNTIVI E CONCLUSIONI

Luce tra i centri di appoggio 26,65 m;  
 Distanza tra i centri di appoggio 5,09 m effettivi  
 3,60 m in proiezione  
 Legno lamellare BS16 / GL32;  
 sezioni impiegate 20x20 cm; 10x20 cm; impalcato 10 cm.

Sicuramente la sperimentazione ha dimostrato fuori da ogni dubbio l'assoluta congruenza dei sistemi Legnoforma®, la valenza dei sistemi CNP® utilizzati per i telai, l'inutilità delle controventature nei sistemi spaziali incollati, l'inopportunità di ricorrere a costosi pultrusi e la convenienza di realizzare le applicazioni in FRP (Fiber Reinforced Polymers) direttamente in opera.



Protezione esterna in policarbonato trasparente (Lexan) e, la stessa notte, sollevamento e varo della passerella.





Sopra ed ai lati, aspetti della passerella al momento del collaudo.  
Sotto a sinistra l'ingegnere Dario Trombetta ed a sinistra il carpentiere Rota con il costruttore Domenico Galli.



Committente .....	: ACSM S.p.A. (Azienda Comasca Servizi Municipalizzati – Como)
Progetto generale delle opere 72 mm.....	: geometra GIOVANNI CENCI; collaborazione geometra SABRINA CENCI
Progetto strutturale "Legnoforma"® .....	: geometra GIOVANNI CENCI
Progetto delle opere di fondazione .....	: ingegnere GIOVANNI NOSEDA PEDRAGLIO (Prococi Engineering s.r.l.)
Direzione Lavori .....	: ingegnere GIOVANNI NOSEDA PEDRAGLIO (Prococi Engineering s.r.l.)
Coordinamento 1a fase progettuale .....	: ingegnere ANGELO BRICCOLA (ACSM S.p.A.) dottorssa ANNA PRIMATESTA (ACSM S.p.A.)
Coordinamento 2a fase progettuale .....	: ingegnere ANDREA BIGHELLI (ACSM S.p.A.) ingegnere DARIO TROMBETTA (ACSM S.p.A.) architetto ANDREA MARABELLI (ACSM S.p.A.)
Esame progettuale .....	: ingegnere MAURIZIO FRANZI, Capo Unità Manufatti ed Opere d'Arte FERROVIENORD S.p.A. (Gruppo FNM S.p.A.)
Supervisione e controllo tecnico.....	: perito industriale edile FAUSTO SACCHI, Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, Direzione Generale Territoriale del Nord Ovest, USTIF (Ufficio Speciale Trasporti Impianti Fissi della Lombardia, Milano)
Controllo tecnico .....	: geometra GUIDO DELLA CANONICA, Ufficio Patrimonio FERROVIENORD S.p.A. (Gruppo FNM S.p.A.)
Collaudo strutturale .....	: ingegnere ANDREA BOLLINGER, Como
Opere in legno .....	: G. E G. GALLI LEGNAMI s.a.s., Malgrate - Lecco direttore tecnico della commessa: ragioniere DOMENICO GALLI responsabile per il montaggio e varo: geometra GIOVANNI CENCI assistente: ingegnere MARCO CRIPPA (G. E G. Galli Legnami s.a.s.)
Opere in cemento armato .....	: SELVA MERCURIO s.r.l., Como direttore tecnico: geometra PAOLO BIANCHI (Selva Mercurio s.r.l.)
Sollevamenti .....	: Autogru AROSIO s.r.l., Desio direttore tecnico: geometra GUIDO BRIVIO (Autogrù Arosio s.r.l.)