

# SISTEMI COSTRUTTIVI IN LEGNO

Enrico Sergio Mazzucchelli  
Politecnico di Milano – Dip. ABC

Il settore delle costruzioni in legno, basate sull'impiego di elementi tecnologicamente evoluti ed ottimizzati in termini di caratteristiche e prestazioni, prodotti industrialmente con procedimenti automatizzati di prefabbricazione, secondo criteri di fornitura "taylor-made", è sempre più caratterizzato da una trasformazione da prettamente artigianale a fortemente industrializzata. Tra le principali linee di ricerca in cui le costruzioni in legno stanno trovando sempre maggiore crescita vi sono: sviluppo di sistemi prefabbricati e sostenibili, ottimizzazione dell'integrazione impiantistica, gestione e organizzazione del cantiere. Le caratteristiche proprie del materiale (tra cui leggerezza e facile lavorabilità) rendono spesso il legno una scelta vincente tra le diverse opzioni considerabili già in fase di definizione preliminare di progetto.

Tra i principali vantaggi legati al suo impiego si ricordano: rapidità di posa in opera, sicurezza per gli operatori (grazie alla riduzione del numero di lavorazioni da svolgere in cantiere), totale riscontro tra progetto e prodotto finito, elevato livello qualitativo, etc.

Un ulteriore (e non trascurabile) aspetto è una maggiore certezza del costo di costruzione: la definizione di ogni dettaglio in fase progettuale, così come la successiva rapidità di esecuzione, consentono di rispettare nella quasi totalità dei casi i costi preventivati, senza ulteriori aggravii legati a varianti o modifiche in corso d'opera. In particolare, il livello di prefabbricazione degli elementi nel processo di costruzione è il risultato di scelte progettuali effettuate sulla base di numerosi fattori, dipendenti certamente dal tipo e dalla complessità dell'edificio (dimensione, geometria, destinazione

d'uso, etc.), dalla logistica di trasporto, così come dalle caratteristiche specifiche e dai vincoli del sito di costruzione. In questo scenario, è sempre più diffusa la realizzazione di edifici costituiti da moduli tridimensionali direttamente preassemblati nel sito di produzione, in modo da essere trasportati ed installati in cantiere, riducendo ai minimi termini i tempi di posa in opera e di messa in esercizio. E' evidente come il perfetto coordinamento delle poche lavorazioni da eseguirsi in opera e le tempistiche di fornitura degli elementi da assemblare sia imprescindibile.

Sotto tale punto di vista il cantiere deve essere un meccanismo perfetto, ogni singola lavorazione va prevista e definita in dettaglio in fase progettuale, oltre che relazionata a tutte le altre, al fine di poter coordinare nel miglior modo possibile uomini e mezzi per ciascuna attività, evitando qualsiasi sovrapposizione e interferenza. L'approccio più o meno spinto alla prefabbricazione, infatti, fa sì che gli elementi costruttivi arrivino dallo stabilimento al cantiere "just-in-time", ovvero pronti per essere installati in opera direttamente dal mezzo utilizzato per il trasporto.

Da quanto sopra appare evidente come la fase progettuale di un edificio in legno richieda normalmente uno sforzo superiore a quello necessario nel caso di utilizzo di altre tecniche costruttive ormai ampiamente consolidate e caratterizzate da un minor grado di prefabbricazione. Per ogni elemento vengono elaborati disegni dettagliati e quotati, che consentono di programmare i tempi e le fasi di montaggio in cantiere. Nel progetto di produzione vengono analizzati gli aspetti logistici ed economici



Complesso residenziale realizzato con moduli in legno (Bjarke Ingels, Stoccolma – Svezia).

delle varie fasi, dalla produzione vera e propria dei semilavorati in fabbrica sino all'edificio finito. I software di disegno 3D utilizzati per la progettazione di un edificio in legno sono predisposti per trasferire direttamente alle macchine a controllo numerico i dati per la produzione degli elementi stessi.

La base di lavoro di tali programmi è la definizione precisa delle geometrie di ogni singolo componente della costruzione. Pertanto, variazioni apparentemente anche di poco rilievo, possono comportare la necessità di procedere



Moduli prefabbricati in legno della Woodie student residence hall in Amburgo. Foto: Goetz Wrage



*Dettaglio del primo modulo prefabbricato posato.*



*Vista frontale della nuova postazione di controllo accessi completata.*

ad una rielaborazione complessiva del disegno iniziale. Tale maggiore onere in fase progettuale è tuttavia bilanciato da una fase costruttiva più rapida e consente, tra l'altro, di raggiungere livelli di qualità del processo e del prodotto finito elevatissimi, ben oltre i livelli comunemente immaginabili quando si parla di "costruzione prefabbricata".

All'interno del processo di nel suo insieme, le fasi di produzione e trasporto assumono una rilevanza fondamentale, sia dal punto di vista operativo che da quello economico. Queste fasi vengono programmate accuratamente nel progetto di produzione, che viene redatto solo dopo l'approvazione del progetto esecutivo. Il progetto di produzione prevede la redazione di distinte di produzione e/o disegni di officina relativi ai diversi componenti, agli apparecchi e agli elementi di collegamento e agli altri accessori necessari per la completa realizzazione dell'opera.

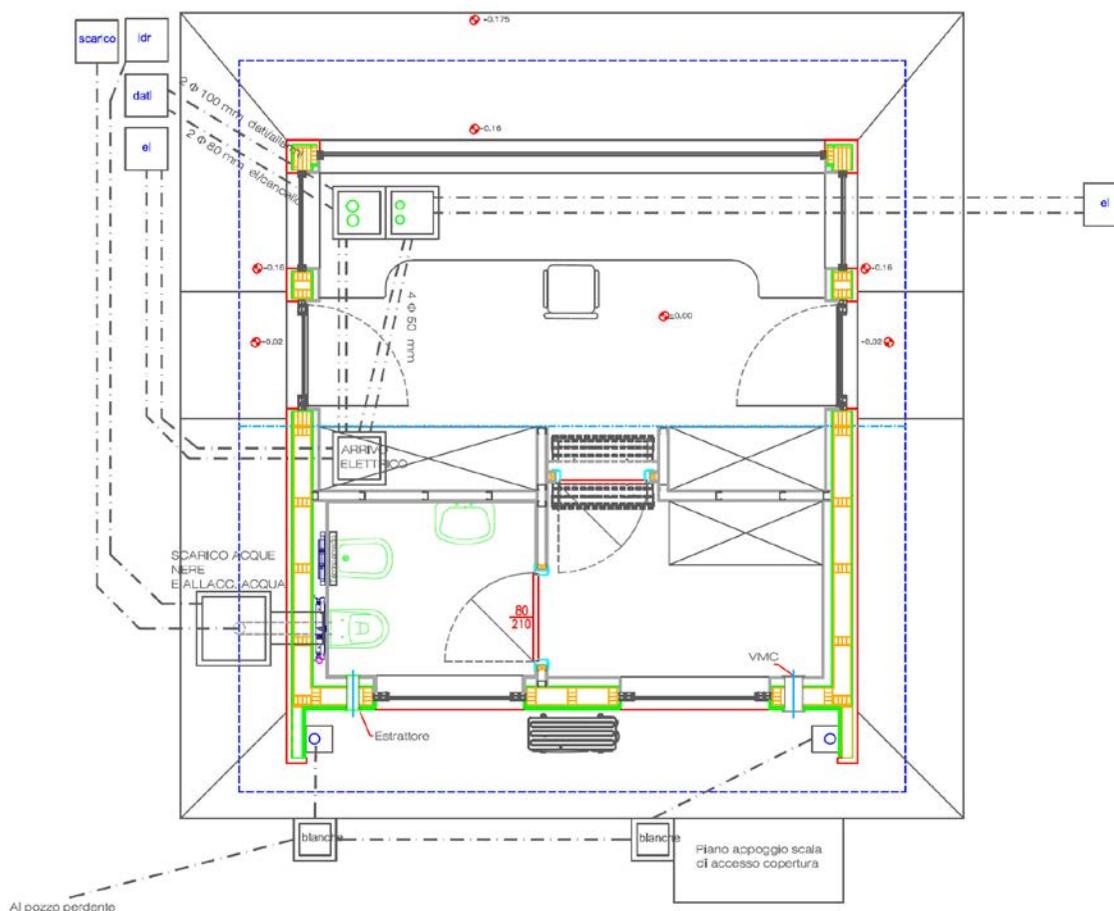
L'intervento di realizzazione della nuova postazione di controllo accessi della sede di Thermo Fisher Scientific SpA in Rodano (MI) è un esempio significativo di quanto sopra descritto. Tra i principali

input progettuali che hanno guidato la definizione dell'intervento vi è stata la necessità di disporre di un edificio di elevato standard qualitativo, facilmente fruibile dal personale addetto alla sicurezza e che consentisse, in tempi assai ridotti e certi, il passaggio di tutte le funzioni di controllo e gestione dalla vecchia postazione alla nuova. La nuova postazione di controllo accessi è stata concepita come un unico volume costituito dall'unione di due moduli prefabbricati, di cui uno costituisce il locale di controllo accessi vero e proprio (dotato di postazione di lavoro e ampia superficie vetrata per consentire l'agevole controllo dell'area di accesso), mentre il secondo comprende un locale di servizio e una unità bagno dotata di wc, bidet e lavabo. I due moduli sono stati completamente preassemblati e completati in stabilimento, mentre il rivestimento di finitura esterno in doghe in lega di alluminio anodizzato, e il manto impermeabile di copertura sono stati realizzati in opera. Le dimensioni dei due moduli principali sono state definite al fine di permetterne il trasporto tramite un unico automezzo.

A tal riguardo, la sporto di gronda fron-

tale e quello posteriore della copertura sono stati progettati e prodotti come componenti a se stanti, collegabili ai due moduli principali direttamente in fase di montaggio in cantiere. Le principali soluzioni tecniche utilizzate per la realizzazione dell'involucro sono così caratterizzate:

- pareti perimetrali: del tipo a struttura intelaiata portante e preassemblate in stabilimento, sono composte da montanti verticali costituiti da travetti in legno lamellare/KVH di abete industriale (sezione 10x16 cm), isolante termico interposto ai montanti in lana di roccia (densità 100 Kg/mc, sp. 16 cm), rivestimento al rustico sul lato esterno ed interno in pannelli OSB (Oriented Strand Board), con barriera a vapore sul lato interno e telo traspirante antivento nastro sul lato esterno, controparete interna attrezzabile con finitura in lastre in gesso fibra (di tipo idrorepellente nel locale bagno completato con elementi in gres incollati). Il rivestimento esterno è costituito da una facciata microventilata in doghe metalliche in lega di alluminio anodizzato, spessore 11/10 mm. I serramenti sono in alluminio a taglio termico



Pianta della postazione di controllo accessi con indicazione delle predisposizioni impiantistiche.

dotati di videocamera con valore di solar factor pari a 0,5;

- chiusura inferiore: realizzata in pannelli in Cross Laminated Timber (sp. 12 cm), isolante termico in polistirene espanso estruso (sp. 8 m) sulla faccia inferiore, lastra in conglomerato cementizio alleggerito armata su entrambi i lati con rete in fibra di vetro con funzione di sottofondo, pavimentazione incollata in lastre di gres;

- copertura: realizzata con pannelli pre-assemblati a secco in stabilimento, è costituita da travetti in legno massello classe 24C, con spigoli inferiori smussati (sezione 13x19 cm), posti ad interasse di circa 60 cm, impregnati con prodotti specifici antitarlo e antimuffa, assito a vista realizzato con tavole in abete piallate m/f (sp. 2 cm larghezza 15-20 cm) anch'esse impregnate con prodotti specifici antitarlo e antimuffa, secondo tavolato non a vista per irrigidimento realizzato con pannelli OSB (sp. 18 mm) a base di legno di conifera costituito da

scaglie incollate con resina sintetica, barriera al vapore, isolante termico in lana di roccia (densità 100 kg/mc, sp. 20 cm), telo traspirante antivento nastrato a protezione dello strato isolante, listoni in legno massello di abete grezzo non impregnato per creazione della necessaria pendenza per il convogliamento delle acque meteoriche verso i punti di scarico, tavolato non a vista realizzato con pannelli OSB (sp. 15 mm), strato di separazione e impermeabilizzazione realizzata con manto sintetico in FPO (poliolefina flessibile).

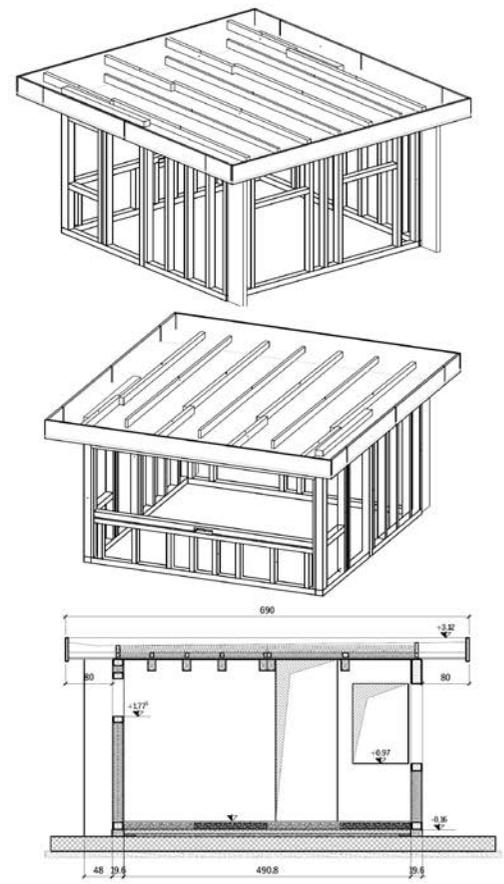
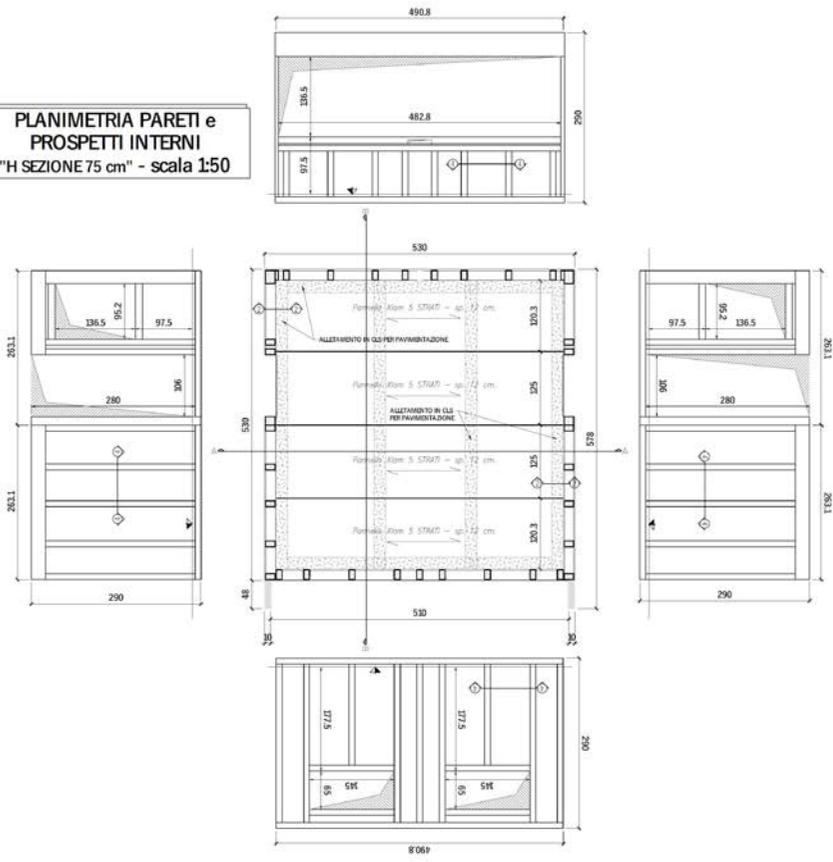
La sequenza di posa degli elementi prefabbricati è stata definita prevedendo dapprima il posizionamento in opera del modulo frontale, caratterizzato dalla presenza di un'ampia superficie vetrata, e successivamente del modulo comprendente bagno e locale di servizio. Ciò al fine di consentire una più ampia possibilità di manovra e per rendere più agevole il posizionamento del modulo prefabbricato compren-

dente gli elementi costruttivamente più "fragili" (quali le campiture vetrate di grandi dimensioni). La posa dei due moduli principali e dei due elementi di gronda, il loro collegamento in opera e la realizzazione del cordolo in calcestruzzo armato di collegamento con la fondazione a platea già predisposta ha richiesto complessivamente una sola giornata lavorativa.



Dettaglio dei due moduli assemblati in fase di produzione.

**PLANIMETRIA PARETI e  
PROSPETTI INTERNI**  
"H SEZIONE 75 cm" - scala 1:50



*Estratto della tavola strutturale.*

Le lavorazioni eseguite direttamente in cantiere si sono pertanto limitate a: connessione tra moduli prefabbricati, connessione tra elementi di gronda (frontale e posteriore) ai due moduli principali, cassetta e getto del cordolo di collegamento con la fondazione a platea (già realizzata), sigillatura dei giunti tra moduli, posa dei coprigiunti a pavimento e a parete, impermeabilizzazione della copertura (compresa temporanea messa in sicurezza immediatamente dopo la posa dei moduli tramite apposita listellatura in legno e teli impermeabili), posa del rivestimento esterno in doghe metalliche e relative lattronerie di raccordo, allacciamento alle reti impiantistiche. Propedeutica alla posa dei due moduli prefabbricati è stata la realizzazione delle strutture di fondazione, integranti tutti gli elementi necessari per il collegamento tra gli impianti della nuova postazione di controllo accessi e le reti impiantistiche esistenti. A tal riguardo nella platea sono stati integrati alcuni pozzetti per

permettere gli allacciamenti alle reti elettrica, trasmissione dati, alimentazione idrica e di scarico acque nere e acque meteoriche. La loro posizione è stata definita e coordinata in modo da consentire sia l'integrazione di punti di ispezione a pavimento sia, sfruttando appositi corrugati integrati nella fondazione, il collegamento impiantistico stesso tra le apparecchiature installate nei due moduli. I componenti e gli elementi impiantistici sono stati completamente integrati in fase di produzione, riducendo le lavorazioni in opera alle sole operazioni di allacciamento alle reti aziendali (elettrica, fonia/dati, idrica e di scarico). In particolare, il locale bagno è stato completato nella sua totalità (impianti, sanitari e rivestimenti) in fase produttiva. L'edificio è dotato di sistema di riscaldamento/climatizzazione a pompa di calore con due unità interne (una per modulo) e una unità esterna posta sul retro. E' altresì presente un dispositivo di ventilazione meccanica a recupero di calore per ga-

rantire il necessario ricambio d'aria senza necessità di aprire i serramenti, nonché un sistema di estrazione forzata dal locale bagno. Anche in questo caso, la maggior parte dei componenti impiantistici (ad eccezione dell'unità esterna del sistema di climatizzazione) è stata integrata ed installata direttamente in fase di produzione in stabilimento dei moduli. Da ultimo, è opportuno notare come, a fronte di un lavoro di progettazione di team durato più di un mese, la fase di cantiere per la posa degli elementi prefabbricati si sia essenzialmente svolta in un solo giorno lavorativo per la posa dei moduli, eliminando anche le incertezze e le criticità tipiche in caso di eventi meteorologici avversi (pioggia), e in pochi giorni per le opere di completamento.

*Credits: si ringraziano Thermo Fisher Scientific SpA, Wood Beton SpA, Ferrario Impianti Tecnologici Srl, Lattroneria Valenza Srl, Ufficio Tecnico Comune di Rodano (MI) per la preziosa collaborazione.*