

Il bambù come materiale per costruire le impalcature

Mikolaj Alessi Ingegnere strutturista / Marco Fabiani Docente

L'utilizzo del bambù nella realizzazione di impalcature inizia in Cina attorno al 3000 a.C., dove venivano fissati metodi di montaggio e sistemi di intelaiature basati sull'esperienza. Ad Hong Kong e nelle zone meridionali della Cina sono ancora molto usate e sopravvivono ancora oggi attraverso una pratica che si tramanda di generazione in generazione.

I culmi di bambù comunemente usati hanno diametri tra i 40 e i 100 mm e lunghezze tra i 6 e gli 8 m, e la loro peculiarità è quella di avere un'eccezionale rapporto peso-resistenza che porta ad una serie di indiscutibili vantaggi: i culmi sono abbastanza leggeri da poter essere portati manualmente, ed anche il montaggio e lo smontaggio può avvenire senza l'utilizzo di macchine o attrezzature di serraggio (sono sufficienti corde di nylon) comportando una riduzione dei tempi e quindi dei costi (in particolare il tempo di smontaggio può essere

riduzione delle capacità portante dei culmi e di resistenza delle connessioni.

Le impalcature in bambù sono da sempre usate in Cina, nelle Filippine, in India e in gran parte dell'America Latina, dove le tecniche di montaggio, avvalorate esclusivamente dalla sola esperienza, sono state tramandate attraverso le generazioni. Ma solo recentemente si sono effettuate ricerche scientifiche sul bambù come materiale da costruzione, in particolare sulle impalcature. Nel 1999 presso la Hong Kong Polytechnic University con il supporto del International Network of Bamboo and Rattan (INBAR) è stata realizzata una campagna investigativa dal titolo *Bamboo Scaffolds in Building Construction* volta allo studio delle proprietà e delle capacità dei ponteggi fatti in bambù il cui scopo è quello di comportare questa tecnologia al di fuori dei confini dei paesi coinvolti e di garantire una maggiore sicurezza durante il

migliori. Viene comunemente usato nei montanti e nei correnti. La specie *Phyllostachys edulis* o *MOSO* (nota nel linguaggio come *Mao Jue*) è un bambù strutturale il cui diametro esterno varia tra i 90 mm sul fondo e 60 mm in cima su di una lunghezza tipica di 6 m.

L'altezza tipica di una semplice impalcatura in bambù è di 15 m ma con l'inserimento di staffe di acciaio nella struttura si può arrivare anche a 100 m di altezza

Lo spessore delle pareti varia tra i 9 mm e i 6 mm dal fondo alla cima dell'elemento. Viene comunemente usato nei montanti e per i diagonali.

Le tipologie di impalcature costruite in Cina

Nei secoli si sono quindi sviluppate numerose tipologie di ponteggi sfruttando l'estrema adattabilità del bambù alle forme più varie: impalcature ad uno strato, impalcature a due strati, impalcature per la demolizione, sospese, a piattaforma, per ponti pedonali e per l'ingegneria civile. Ancora oggi nel Sud-Est asiatico ed in particolare nel Sud della Cina e ad Hong Kong si continua a preferire il bambù nonostante l'avvento dei ponteggi metallici.

Tutte queste tipologie si basano sui due schemi base:

- impalcature ad uno strato (single layered bamboo scaffolds – SLBS): utili per un tipo di lavoro leggero, come una decorazione esterna; sono rapide sia da montare che da smontare
- impalcature a due strati (double layered bamboo scaffolds – DLBS): dotate di piattaforme più sicure adatte ad un lavoro più importante e sviluppabile in altezza.

Le impalcature SLBS

L'uso delle impalcature ad uno strato deve consentire l'accesso dei lavoratori sul cantiere, ma poiché da questo tipo di impalcature gli operai non devono svolgere alcuna attività di costruzione. Le altezze tipiche raggiunte dalle impalcature ad uno strato sono tra i 6 e i 9 m.

Elementi strutturali: sia i montanti principali che i correnti principali vengono considerati elementi strutturali, e portano i carichi dell'impalcatura: la loro capacità di resistenza deve essere verificata nel progetto strutturale. Configurazioni tipiche con la specie *Kao Jue* prevedono:

- montanti ad un interasse orizzontale compreso tra 1,2 e 1,8 m (tra 1,5 e 2,4 m se in

Mao Jue

- correnti ad un interasse verticale compreso tra 1,8 e 2,25 m

Elementi di rinforzo: per migliorare il comportamento strutturale delle impalcature ad uno strato, vengono aggiunti degli elementi di rinforzo:

- montanti ad un interasse orizzontale di 0,6 m, ovvero una o due colonne di rinforzo tra due montanti strutturali (montanti ad un interasse orizzontale compreso tra 0,45 m e 0,6 m, ovvero due o tre montanti di rinforzo tra due montanti strutturali per la *Mao Jue*)
- correnti ad un interasse verticale compreso tra 0,6 e 0,75 m, ovvero due correnti di rinforzo tra due correnti strutturali

In generale non sono necessari rinforzi ai montanti a causa dei vincoli già presenti in sito, e i montanti sono vincolati ai correnti di base. Vengono poi inseriti ulteriori elementi come diagonali per assicurare la stabilità laterale della struttura. Inoltre, vengono aggiunti ulteriori correnti per assicurare la ridistribuzione dei carichi su tutta l'impalcatura insieme ai montanti e ai diagonali.

Elementi di sostegno: vengono inseriti vincoli laterali nelle connessioni tra il montante e il corrente principale, ovvero ad un interasse orizzontale compreso tra 1,2 e 1,8 m (tra 1,5 e 2,4 m per la *Mao Jue*) e ad un interasse verticale compreso tra 1,8 e 2,25 m. Vengono inoltre utilizzate, quando necessario, basette di acciaio alla base dei montanti come supporto.

Le impalcature DLBS

L'uso delle impalcature a due strati deve consentire l'accesso dei lavoratori sul cantiere e una piattaforma sicura per lo svolgimento dei lavori poiché da questo tipo di impalcature gli operai devono poter compiere attività di costruzione definite leggere. La progettazione viene eseguita con un carico di costruzione preso pari al valore tipico di 1,5 kPa. Le altezze tipiche raggiunte dalle impalcature a due strati sono tra i 10 e i 15 m.

Elementi strutturali (strato esterno): per la realizzazione dei montanti e dei correnti principali viene utilizzato il *Mao Jue* in combinazione col *Kao Jue*, in questo modo:

- montanti ad un interasse orizzontale compreso tra 1,5 e 2,4 m
- correnti ad un interasse verticale compreso tra 1,8 e 2,25 m

Elementi strutturali (strato interno): per la realizzazione dei montanti e dei correnti principali viene utilizzato il *Kao Jue*, in questo modo:

- montanti ad un interasse orizzontale compreso tra 0,75 e 1,2 m, ovvero la metà dell'interasse adottato nello strato esterno
- correnti ad un interasse verticale compreso tra 1,8 e 2,25 m, ovvero lo stesso interasse adottato nello strato esterno.

Elementi di rinforzo (strato esterno): vengono aggiunti elementi di rinforzo di *Kao Jue*:

- tre montanti di rinforzo tra due montanti strutturali, ovvero con un interasse orizzontale compreso tra 0,3 e 0,6 m
- due correnti di rinforzo tra due correnti strutturali, ovvero con un interasse verticale compreso tra 0,6 e 0,75 m.

In generale non sono necessari rinforzi ai montanti a causa dei vincoli già presenti in sito, e i montanti sono vincolati ai correnti di base. Vengono poi inseriti ulteriori elementi di *Mao Jue* come diagonali per assicurare la stabilità laterale della struttura. Inoltre, vengono aggiunti ulteriori correnti per assicurare la ridistribuzione dei carichi su tutta l'impalcatura insieme ai montanti e ai diagonali.

Elementi di rinforzo (strato interno): non vengono adottati elementi di rinforzo. Il collegamento dello strato esterno con lo strato interno viene eseguito al fine di resistere ai carichi di costruzione dati dalle piattaforme di lavoro, inserendo un traverso in *Kao Jue* come elemento di congiunzione alla connessione tra il montante e il corrente principale. Questi elementi si presentano con un interasse orizzontale compreso tra 1,5 e 2,4 m, ed un interasse verticale compreso tra 1,8 e 2,25 m. Potrebbero essere richiesti inoltre dei traversi supplementari lungo i correnti principali sia dello strato interno che di quello esterno. Tutti i carichi agenti sulla piattaforma di lavoro si scaricano sui correnti e sui montanti tramite i traversi. L'interasse tipico tra lo strato esterno e quello interno è compreso tra 0,6 e 0,75 m.

Elementi di sostegno: vengono inseriti vincoli laterali nello strato esterno ad un interasse orizzontale compreso tra 1,5 e 2,4 m e ad un interasse verticale compreso tra 1,8 e 2,25 m. Vengono inoltre utilizzate, quando necessario, basette di acciaio alla base dei montanti come supporto.

I limiti e le virtù

È ormai ben noto che il bambù sia un ottimo materiale da un punto di vista strutturale. Il culmo, infatti, esibisce buone prestazioni meccaniche paragonabili a quelle di un comune legno, mentre alla trazione mostra persino una resistenza molto più elevata. Tuttavia, il bambù, così come tutti i materiali naturali, non garantisce una elevata durabilità, a meno che non venga trattato con sostanze particolari che possono "minare" la sua sostenibilità ambientale. Il culmo è, quindi, un ottimo materiale costruttivo per tutte quelle opere dell'ingegneria civile che possiamo definire temporanee, come appunto le impalcature, dove non è richiesta una sostanziale longevità dell'opera. Si è dimostrato che, grazie alle sue proprietà meccaniche, un'impalcatura di bambù può raggiungere persino 27 m (in quest'analisi, non è stato tenuto conto dei collegamenti). Nonostante il bambù riservi così grandi risorse di resistenza, alle maestranze asiatiche è noto come nella pratica sia più sicuro affidarsi ad altezze ridotte entro i 10 e i 15 m ed affidarsi ad appoggi in acciaio per ancorare l'impalcatura alla struttura, ottenendo altezze maggiori fino ai 100 m.

Poiché si ritiene che il bambù sia un eccellente materiale strutturale, è necessario lo studio e la progettazione di un sistema di collegamento tra i culmi conforme alle norme europee e simile nella statica ai moderni ponteggi metallici fissi. Quindi, affinché le impalcature possano essere fatte in bambù, è indispensabile l'uso di un nodo che garantisca resistenza, leggerezza, sostenibilità ma soprattutto sicurezza, garantita non da tecniche basate solo sulla pratica degli operai ma suffragata da uno studio preciso e da una sperimentazione dettagliata.

Bibliografia

K.F. Chung et al. *Design of bamboo scaffolds*. Technical Report n.23. Pechino, Cina: INBAR; 2002.

M. Alessi. *Studio e proposta per l'utilizzo di un materiale naturale nella realizzazione di ponteggi in applicazioni edili: il bambù*. Tesi laurea triennale. Ancona, Università Politecnica delle Marche, Italia; 2013.

Il presente articolo è disponibile sotto la licenza *Creative Commons* con le seguenti caratteristiche: [Attribuzione - Non commerciale - Non opere derivate 4.0 Internazionale](#). Questo significa che chiunque può copiare, distribuire, condividere con il pubblico l'articolo solo per scopi non commerciali citando l'autore ma nessuno può distribuire opere derivate basate sullo stesso articolo.

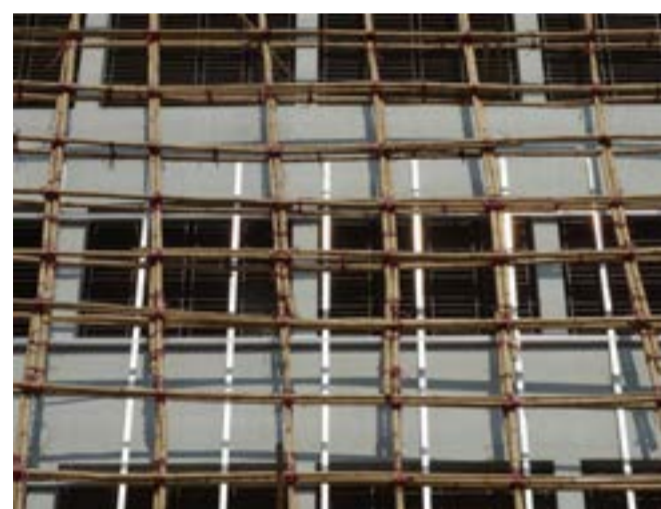


Fig.1 Impalcatura in bambù (Wikipedia)



Fig.3 Lavoratori in Thailandia (Wikipedia)



Fig.2 Trasporto di culmi impalcature (Wikipedia)



Fig.4 Ponteggi di bambù ad Hong Kong (Wikipedia)

ridotto fino a dieci volte rispetto ai ponteggi metallici). A questi va aggiunta poi l'elevata adattabilità anche alle forme architettoniche più irregolari. L'altezza tipica di una semplice impalcatura in bambù è di 15 m ma con l'inserimento di staffe di acciaio nella struttura si può arrivare anche a 100 m di altezza. Gli svantaggi dipendono dalla variabilità del materiale e dall'errore umano: il montaggio deve essere eseguito da personale esperto e le tecniche vengono insegnate direttamente nella pratica lavorativa; inoltre la variazione di umidità e stagionatura unita ad una mancanza di controlli sul materiale possono portare ad una

montaggio e l'esercizio dell'opera.

Le specie di bambù

Due sono le specie utilizzate nella realizzazione delle impalcature, sfruttate seguendo impieghi specializzati dalla conoscenza delle caratteristiche geometriche, fisiche e meccaniche peculiari a ciascuna specie.

La *Bambusa pervariabilis* (nel linguaggio comune è nota come *Kao Jue*) è un bambù strutturale il cui diametro esterno varia tra i 50 mm sul fondo e i 30 mm in cima su di una lunghezza tipica di 6 m. Lo spessore delle pareti varia tra i 5 mm negli elementi peggiori e i 10 mm per i culmi

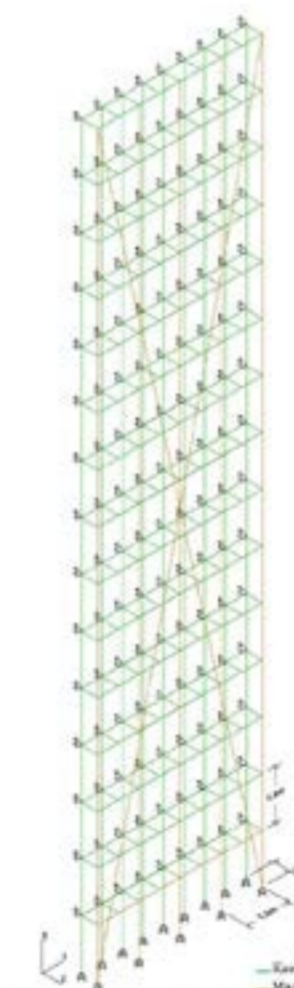


Fig.5 Schema statico di un'impalcatura di bambù