

# Dalla Colombia verso l'industrializzazione del bambù

Michela Denittis

**Titolo originale**

Analisi sperimentale e numerica di un telaio in Guadua angustifolia Kunth caricato orizzontalmente: il bambù come possibile alternativa ecosostenibile ai tradizionali materiali da costruzione.

**Relatrice**

Ing. Luisa Molari

**Sede**

Università di Bologna

**Anno**

2018

**Laurea**

Ingegneria Edile ed Architettura (LM-4)

La tesi è partita dalla voglia di esplorare ipotesi costruttive con il bambù. Il personale interesse per questo materiale e la voglia di approfondire il suo utilizzo in ambito strutturale ha portato Michela Denittis a trasferirsi per alcuni mesi a Bogotá in Colombia, in una zona dove il bambù si sviluppa naturalmente e gode ormai di un ruolo di centrale importanza nell'ambito delle costruzioni e dell'industria. Qui la specie di bambù autoctona maggiormente utilizzata è la Guadua angustifolia Kunth, che cresce abbondantemente nella zona Andina: essa è commercializzata in ogni sua parte e per molti settori (dal tessile all'artigianato, dalla cucina all'edilizia).

Il lavoro di tesi ha permesso l'instaurarsi di una collaborazione fra l'Università di Bologna e il gruppo di ricerca dell'ingegnere Patricia Takeuchi Tam Caori che da una quindicina di anni porta avanti, con il contributo degli studenti del Dipartimento di Ingegneria Civile ed Agricola dell'Università Nazionale della Colombia, un'ampia ricerca scientifica sulla caratterizzazione meccanica e sui possibili impieghi strutturali della Guadua angustifolia Kunth. In particolare, l'obiettivo di questa tesi è di ottimizzare un

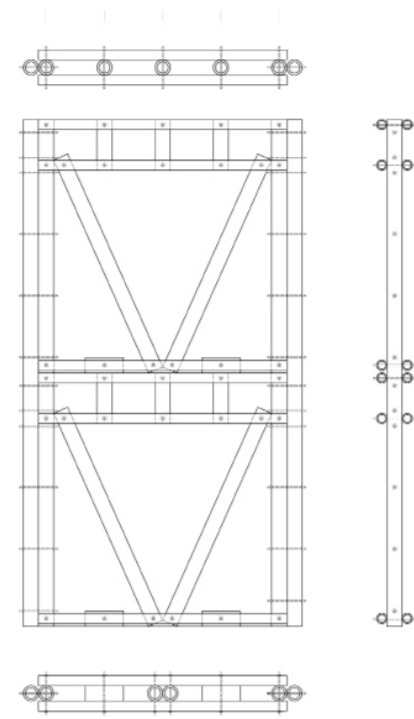


Fig.2 Prototipo tipo B

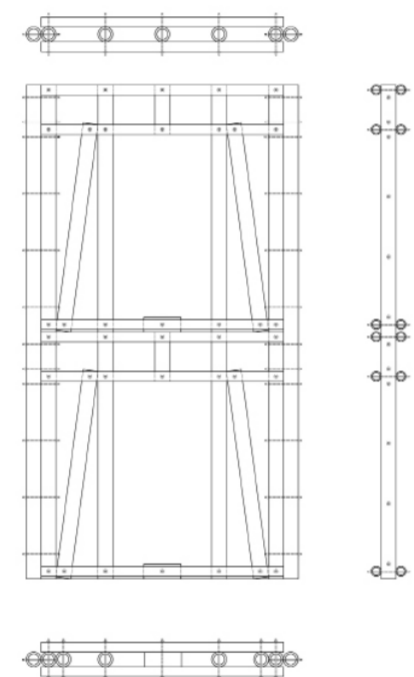


Fig.3 Prototipo tipo C



Fig.4 Prototipo tipo B sottoposto a carico orizzontale



Fig.5 Prototipo tipo C sottoposto a carico orizzontale

di superare queste due tipologie di connessioni e di proporre una innovativa connessione a "taglio retto" (Fig.6), che potrebbe portare ad alcuni miglioramenti sia dal punto di vista strutturale che dal punto di vista del processo costruttivo. Le tipologie di connessione utilizzate nelle tesi precedenti, infatti, richiedono una mano d'opera qualificata per la loro costruzione ed una realizzazione su misura in base alla conformazione degli elementi di bambù da connettere, portando a tempi di realizzazione elevati. Le connessioni a taglio retto, invece, permettono di ridurre i tempi di fabbricazione, in quanto i culmi possono essere tagliati in officina con una sega circolare elettrica e assemblati in situ tramite connessioni trasversali con barre filettate e dadi.

In questo lavoro sono state preliminarmente fatte prove meccaniche, in particolare prove a compressione e prove a taglio, per caratterizzare il materiale (Figg. 7,8) e successivamente sono stati progettati e costruiti due prototipi (tipo B e tipo C) in scala reale e successivamente testati a carico orizzontale (Figg.2,3). Per la costruzione dei prototipi è stato necessario selezionare il materiale in azienda e successivamente caratterizzarlo in laboratorio mediante prove a compressione e a taglio in laboratorio. I due prototipi in esame si differenziano dal tipo di pannello utilizzato: il prototipo tipo B presenta un pannello con diagonali concentriche, mentre quello di tipo C presenta diagonali eccentriche. Il primo è più rigido allo spostamento orizzontale, oltre ad essere anche il più semplice e rapido da costruire, mentre il secondo presenta maggiore 'flessibilità architettonica', esso permette infatti l'inclusione di porte, finestre o qualsiasi altro elemento architettonico di un progetto di un'abitazione.

La realizzazione del sistema costruttivo si è rivelata particolarmente semplice e rapida sia nel momento del taglio che nell'assemblaggio per la tipologia delle connessioni utilizzate.

**Le prove meccaniche e i risultati**

Dalle prove meccaniche fatte sul materiale la resistenza media a compressione è circa 49,7 MPa (deviazione standard 9,3 MPa), mentre la resistenza a taglio è circa 8,5 MPa (deviazione standard 2,0 MPa). I prototipi B e C sono stati sottoposti a prove di carico orizzontale (Figg.4,5). Con i dati raccolti sono stati elaborati i grafici forza - spostamento orizzontale e l'analisi fessurativa dei due telai. Dal confronto di questi due strumenti si è riscontrato che fin dal primo caricamento (5,4 kN per il Telaio tipo B e 5,8 kN per il Telaio C) la struttura ha restituito delle fessure locali che hanno comportato una netta diminuzione di rigidità. Inoltre, dall'analisi visiva delle fessure è emerso come i punti di debolezza siano proprio le connessioni: le fessure infatti si dipartono dal punto dove è stata posta la spina di acciaio passante trasversalmente nei culmi. Inoltre, si è notato un quadro fessurativo importante sui correnti dove si congiungono le due diagonali del pannello. In definitiva, a parte

Fig.6 Il taglio retto

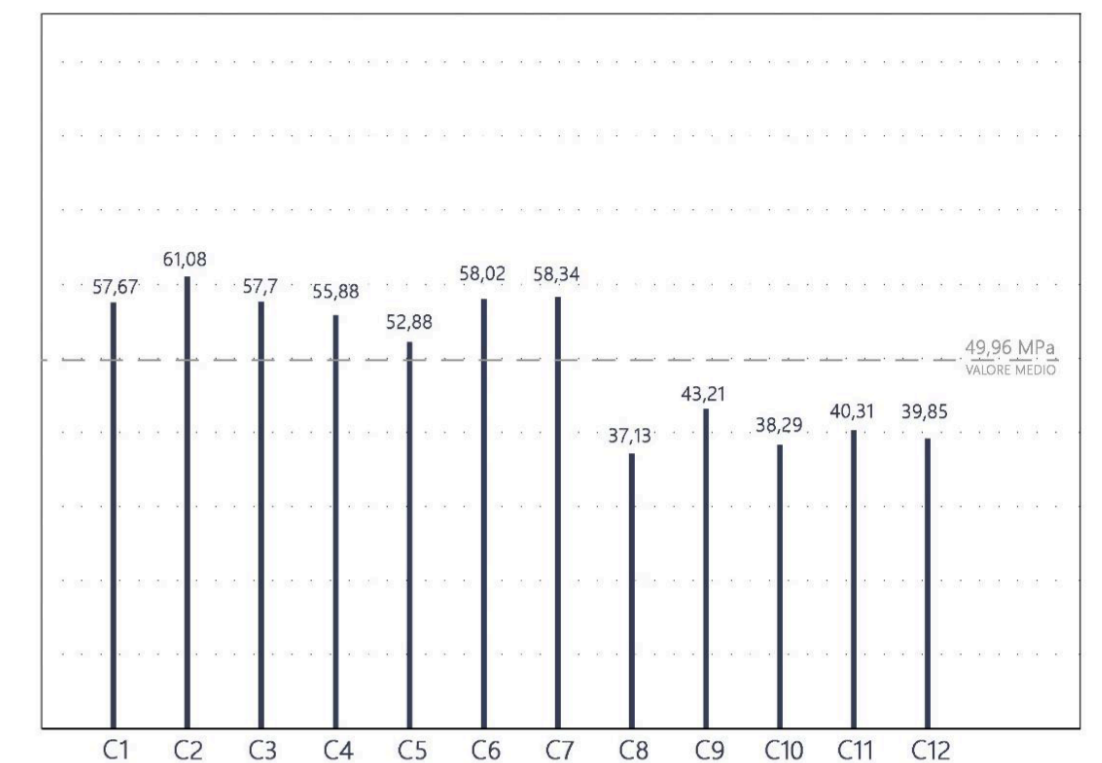


Fig.7 I valori della resistenza a compressione

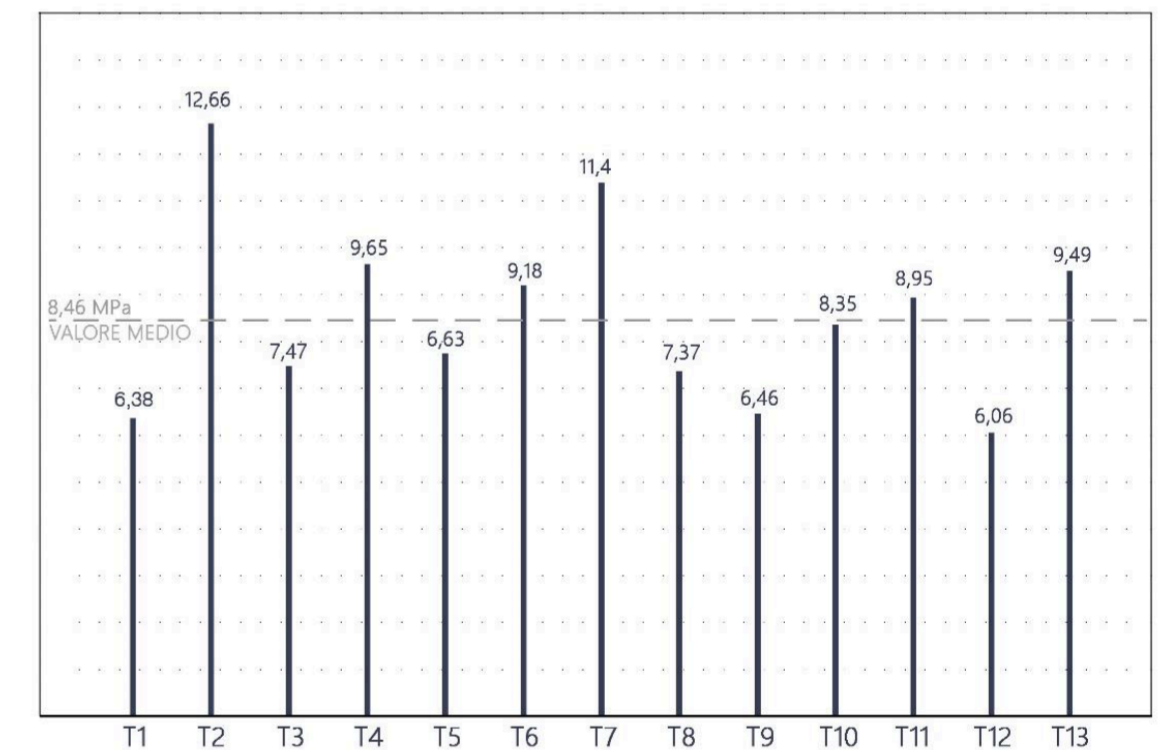


Fig.8 I valori della resistenza a taglio

le lesioni locali, la struttura non ha mostrato segni di cedimento.

**Conclusioni**

Questa tesi mette in luce come sia possibile considerare il bambù come valida alternativa ai materiali convenzionali come il calcestruzzo e l'acciaio, superando così il carattere empirico e artigianale che tradizionalmente hanno contraddistinto le costruzioni in passato in favore di un approccio più tecnologico e sofisticato. Infatti, oltre a garantire delle ottime prestazioni a livello meccanico e strutturale, il bambù presenta, rispetto ai materiali convenzionali, notevoli vantaggi in termini di sostenibilità ambientale, economica e sociale. L'industrializzazione del processo costruttivo, che è stato oggetto di questa tesi, è un aspetto fondamentale

per favorire il suo sviluppo nel mercato edilizio e l'attività di ricerca e di sviluppo in questa direzione rappresentano il primo passo per il raggiungimento di questo obiettivo.

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.

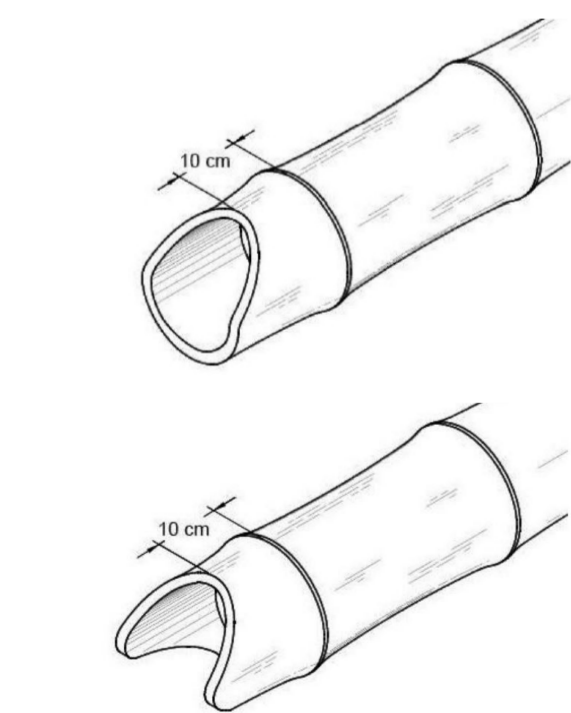


Fig.1 I due tagli praticati comunemente sui culmi

sistema costruttivo che vede come modulo un telaio costituito da due colonne a doppia altezza a cui si agganciano due pannelli prefabbricabili. Gli elementi costruttivi, le colonne e i pannelli prefabbricati, vengono concepiti come moduli già pronti per essere assemblati in maniera semplice e rapida direttamente in situ. Questo modello è stato oggetto di studio nell'ultimo anno nelle tesi di due studenti del Dipartimento di Ingegneria Civile dell'Universidad Nacional de Colombia, Edwin Alejandro Ayala Tovar (2017) e di Camilo Andrés Castillo Cordona (2017), i quali hanno utilizzato nel loro sistema costruttivo delle connessioni molto comuni nella pratica edile colombiana: quelle di tipo "bocca di pesce" e "becco di flauto" (Fig.1).

**Gli obiettivi**

Il lavoro realizzato da Denittis, invece, si propone

