

## La meccanica del culmo (parte II)

**Sommario.** In questo articolo vengono mostrate le caratteristiche meccaniche del culmo analizzando gli aspetti della sua resistenza globale: il problema del carico critico.

Il bambù si presenta come un'asta tubolare che si presta bene alla realizzazione di strutture reticolari. L'elevata resistenza del materiale garantisce inoltre la progettazione di sezioni ridotte, comportando quindi un aumento della snellezza dell'asta. Tuttavia, questo implica una minore resistenza della struttura ai carichi di compressione favorendo quindi una riduzione della resistenza al carico di punta. Nei culmi di bambù questo problema è maggiormente amplificato dalla forte presenza di imperfezioni geometriche.

### Il carico critico euleriano

Il carico critico euleriano è un fenomeno che interessa tutte le aste snelle quando sono sottoposte ad un carico assiale di compressione. Questo fenomeno riguarda tutte quelle aste che sono definite "perfette", quindi ideali, cioè tutte quelle aste che sono perfettamente rettilinee e il carico esterno è perfettamente applicato nel baricentro della sezione. Idealmente, quando il carico di compressione esterno è uguale al carico critico, l'asta si deforma in modo tale che la sua configurazione deformata sia stabile. Quindi il carico critico (euleriano) è quel valore del carico esterno per il quale l'asta sbanda e si flette. Si può affermare che maggiore è la snellezza della trave minore sarà la sua resistenza al fenomeno del carico critico.

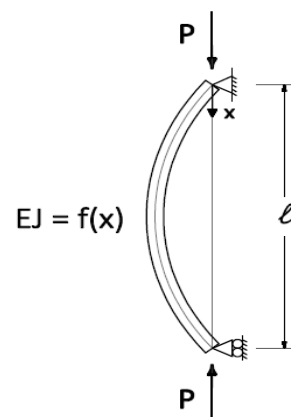


Figura 1: Schema di un'asta sottoposta a carico critico

### Il problema dell'instabilità nelle aste imperfette

Tutte le aste reali sono da considerarsi imperfette. La presenza delle imperfezioni amplifica nell'asta il fenomeno dello sbandamento per carichi assiali, quindi una trave fortemente imperfetta resiste poco in presenza di carichi assiali esterni.

Calcolare il carico critico per un'asta reale è una procedura impropria, in quanto un'asta reale, quindi imperfetta, non può subire quel fenomeno repentino di inflessione quando essa è sottoposta ad un carico di compressione esterno uguale al carico critico euleriano. Questo perché un'asta reale non è perfettamente rettilinea, infatti essa tenderà a inflettersi anche per valori di compressione minori del carico critico euleriano.

Le normative tecniche e i codici di calcolo strutturale tengono conto di questa circostanza. Di norma la resistenza a compressione di un'asta snella viene calcolata tramite una riduzione del carico critico euleriano attraverso fattori che dipendono dalla natura del materiale, geometria della sezione, eccentricità del carico esterno, presenza di carichi trasversali.

### **Le formule pratiche per il calcolo della resistenza a compressione nelle aste snelle: il caso del bambù**

Il bambù è un materiale naturale e per tale ragione presenta varie imperfezioni. L'imperfezione maggiormente influente è dovuta al fatto che il culmo non è abbastanza rettilineo. Attualmente esistono diverse formulazioni per valutare la resistenza di un culmo di bambù snello sottoposto a carico assiale di compressione. La normativa ISO propone in primo luogo la selezione di culmi il più possibili rettilinei e mostra due soluzioni per il problema dell'instabilità in fase progettuale. La prima suggerisce di effettuare test in vera grandezza su culmi con caratteristiche simili a quelli utilizzati nel progetto. La seconda invece suggerisce il calcolo della resistenza secondo la formula del carico critico euleriano con una riduzione del 10% del valore del momento di inerzia della sezione, calcolata secondo le disposizioni presenti nella norma. Questa riduzione è motivata dal fatto che il culmo è a sezione variabile (effetto conicità del culmo).

Altre formule sono presenti nelle varie normative tecniche nazionali, come ad esempio quella peruviana, e in letteratura si possono trovare numerosi risultati inerenti al problema dell'instabilità per compressione dei culmi di bambù. Si ricordano quindi i lavori più recenti di O.A. Arce-Villalobos (1993), di K. Ghavami et al. (2002), W.K. Yu et al. (2003) e di V.R. Siddhaye et al. (2006).

### ***Bibliografia***

S.P. Timoshenko et al., *Theory of elastic stability*, 2<sup>nd</sup> edition, New York, USA: McGraw-Hill, 1961.

ISO 22156, *Bamboo - Structural design*, 2004.

O.A. Arce-Villalobos, *Fundamentals of the design of bamboo structures*, (Tesi di dottorato). Eindhoven, University of Technology, Olanda, 1993.

K. Ghavami et al., *Buckling behavior of compression elements in bamboo space structures*. Space Structures 5. 2002; 133-144.

W.K. Yu et al., *Column buckling of structural bamboo*. Engineering Structures. 2003; 25: 755-768.

V.R. Siddhaye et al., *Behaviour of bamboo under axial compression*. Journal of the Institution of Engineers. 2006; 87: 3-8.