

**BIOMECCANICA A.A. 2024-25**  
**CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI SU PROTESI E AUSILI**

## 1. PROTESI PER AMPUTATI TRANS-TIBIALI

Considerando, in via semplificativa, un comportamento a trave per la protesi indicata in figura, si individui la sezione soggetta alla massima sollecitazione flettente.

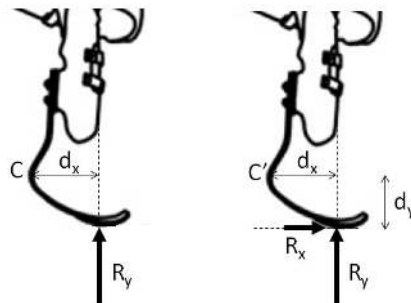


Nella configurazione indicata, ipotizzando che la reazione applicata dal terreno abbia solo componente verticale, la sezione di massimo momento flettente è la sezione C, dove risulta:

$$M = R_y \cdot d_x$$

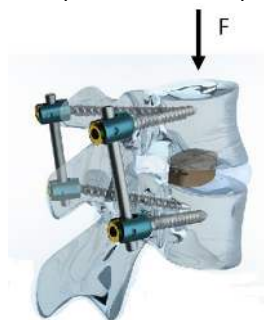
In caso di compresenza di una componente di reazione orizzontale (ciò che garantisce la spinta in avanti dell'atleta), la sezione di massimo momento identificata da quella per cui risulta massimo, in modulo, il valore di momento flettente:

$$M = R_y \cdot d_x + R_x \cdot d_y$$

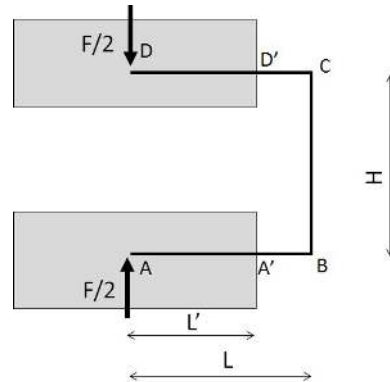


## 2. FISSATORI SPINALI

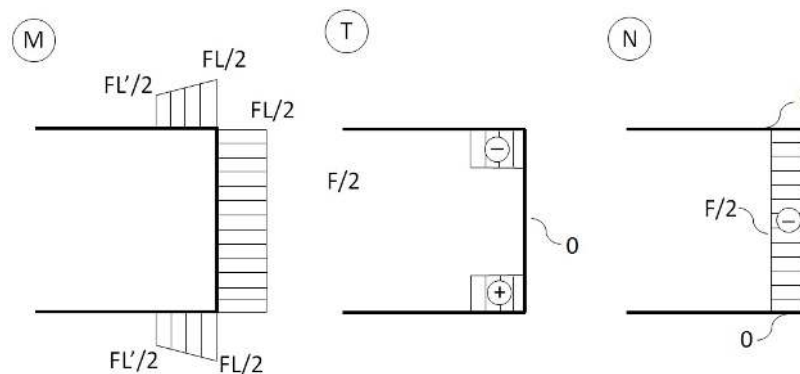
Si valuti in prima approssimazione il regime di sollecitazione indotto sui fissatori spinali indicati in figura, a seguito di forze di compressione agenti sul corpo vertebrale superiore.



La forza di compressione è equilibrata da una pari reazione agente sul corpo vertebrale inferiore. Ipotizzando la simmetria del sistema, la forza sarà equamente ripartita tra le due strutture che compongono il sistema di fissazione. Se la retta di applicazione della forza passa per il l'estremità delle viti peduncolari, lo schema statico a cui fare riferimento è il seguente:



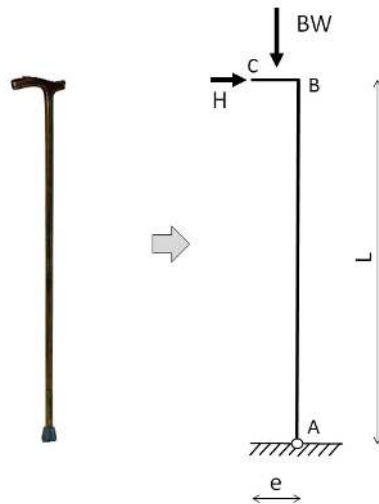
dove gli elementi AB e CD rappresentano le viti peduncolari. In via semplificativa si è ipotizzato che le due strutture siano tra loro parallele (in realtà le coppe di viti peduncolari di ogni vertebra hanno un angolo di convergenza in direzione posteriore-anteriore). Gli andamenti delle componenti di sollecitazione si possono ricavare con metodo diretto a partire dalla sezione A o D, ottenendo i seguenti diagrammi:



I diagrammi di sollecitazione insistono sulla parte di fissatore che non sia in diretta interazione con le vertebre. Nelle regioni di interazione con queste il comportamento meccanico non è riconducibile alla semplice rappresentazione di elementi trave e, di conseguenza, alla rappresentazione mediante diagrammi di sollecitazione

### 3. BASTONE DA PASSEGGIO

Si valuti in prima approssimazione il regime di sollecitazioni indotto su un bastone da passeggio per la configurazione verticale rappresentata in figura.

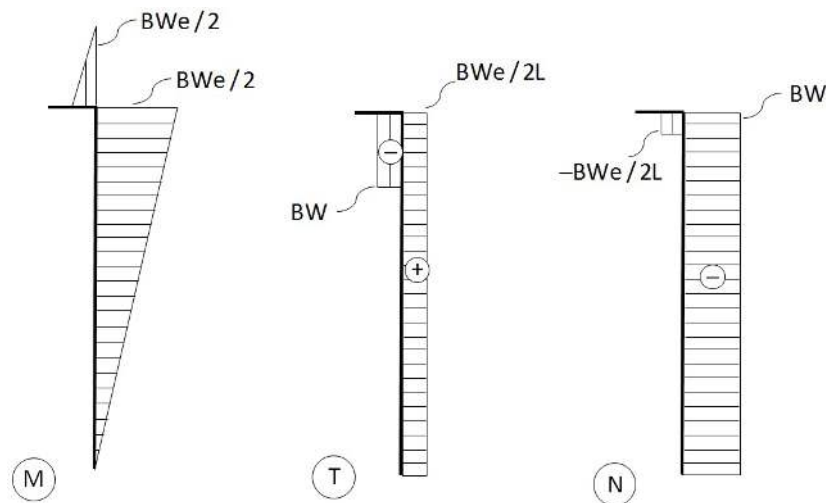


Si approssima la struttura del bastone allo schema a trave indicato. Si suppone che sia applicata una forza verticale concentrata nella mezzeria dell'impugnatura e pari, al massimo, al peso proprio del soggetto BW. L'appoggio del bastone al suolo può essere approssimato da una cerniera, nell'ipotesi che le forze verticali siano verso il basso e che l'attrito con la superficie d'appoggio consenta lo svilupparsi di una sufficiente forza orizzontale.

Per equilibrio dei momenti indotti dal sistema di forze rispetto al punto A, il soggetto deve applicare una forza orizzontale H nel verso indicato in figura e tale che:

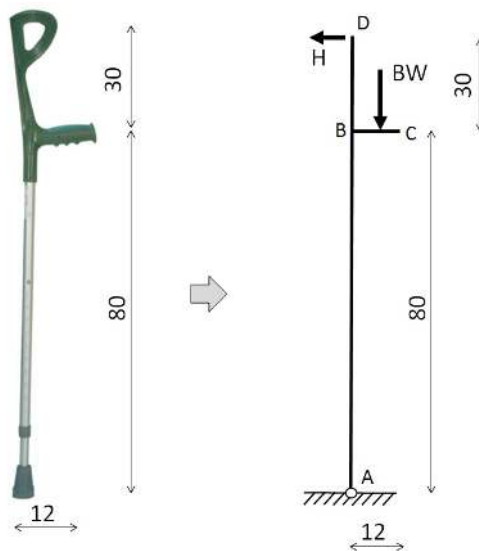
$$H \cdot L = BW \cdot \frac{e}{2} \rightarrow H = \frac{BW}{2} \cdot \frac{e}{L}$$

Supponiamo, in via semplificativa, che anche la forza H sia applicata nel punto di mezzeria dell'impugnatura. Il regime di sollecitazioni sulla struttura del bastone si determina facilmente per via diretta a partire dalla sezione C, verso la sezione A e risulta dato dai seguenti diagrammi.



#### 4. STAMPELLA CANADESE

Si valuti in prima approssimazione il regime di sollecitazioni indotto sulla stampella canadese, nella configurazione verticale rappresentata in figura.

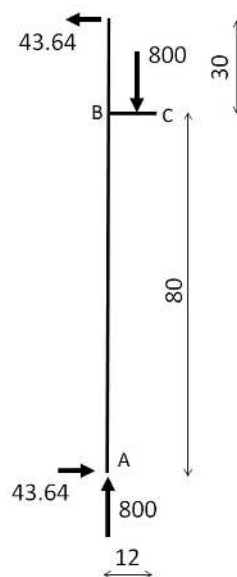


Si ipotizzi che l'utilizzatore abbia un peso corporeo BW pari a 800 N e che la stampella abbia le dimensioni indicate in figura (altezza dell'impugnatura dal suolo 80 cm, lunghezza dell'impugnatura 12 cm, lunghezza dell'appoggio antibrachiale 30 cm).

Si adotta lo schema statico rappresentato in figura. Come per l'esercizio precedente, l'appoggio al terreno è modellato come una cerniera, nell'ipotesi di forze applicate verso il basso e di sufficiente attrito nel contatto con la superficie di appoggio. Si ipotizza un carico massimo pari al peso proprio del soggetto. In via semplificativa si ipotizza che questo carico sia una forza concentrata applicata nella mezzera dell'impugnatura. Per equilibrio dei momenti rispetto alla cerniera in A, è necessario che il soggetto applichi una forza sull'appoggio antibrachiale come indicato in figura. Si immagina, in via semplificativa, che tale forza H sia orizzontale e applicata all'estremità dell'appoggio antibrachiale. La forza si deduce dall'equazione di equilibrio:

$$H \cdot (80 + 30) = BW \cdot \frac{12}{2} \rightarrow H = 800 \cdot \frac{6}{110} = 43.64 \text{ N}$$

Le condizioni di equilibrio delle forze in direzione verticale e orizzontale consentono di ricavare in modo immediato le componenti di reazione all'appoggio, rappresentate in figura (lunghezze in cm, forze in N):



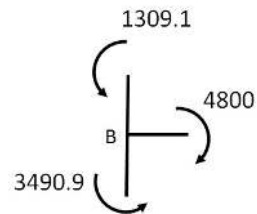
Con metodo diretto è possibile ricavare le componenti di momento flettente nelle sezioni adiacenti al punto B. queste risultano differenti per i vari tratti di struttura:

$$BA: M = 43.64 \cdot 80 = 3490.9 \text{ Ncm}$$

$$BC: M = 800 \cdot 6 = 4800 \text{ Ncm}$$

$$BD: M = 43.64 \cdot 30 = 1309.1 \text{ Ncm}$$

Si noti che i momenti flettenti applicati sul punto B, in base al loro orientamento deducibile dal verso delle forze esterne, sono globalmente equilibrati:



I diagrammi di sollecitazione sulla struttura in esame sono rappresentati nella seguente figura:

