

Capitolo 7

Le **molle** sono organi meccanici adatti ad assorbire urti deformandosi, tornando poi alla forma originale, e a esercitare una forza in funzione della deformazione che subiscono.

I materiali di cui sono costituite devono quindi avere un alto valore di σ_e ; si utilizzano quindi acciai ad alto tenore di carbonio o al silicio (che innalza il limite di snervamento), manganese, cromo o vanadio. Gli acciai speciali per molle, dopo gli opportuni trattamenti termici, presentano le seguenti caratteristiche:

- $\sigma_e = 1100 \div 1300$ MPa;
- $k = 600 \div 800$ MPa;
- $k_t = 600 \div 800$ MPa;
- $E = 206$ GPa;
- $G = 81,5$ GPa.

Se una forza esterna F agisce su una molla, questa subisce una accorciamento f . Si definisce **rigidezza** della molla il rapporto:

$$C = \frac{F}{f}$$

e **flessibilità** l'espressione:

$$\varphi = \frac{f}{F} = \frac{1}{C}$$

Il **lavoro** compiuto dalla forza viene assorbito dalla molla sotto forma di energia potenziale elastica:

$$L = \frac{1}{2} \cdot F \cdot f$$

Le **molle a lamina** (di larghezza b e spessore h) (figura A) sono simili a travi a mensola con un carico concentrato F all'estremità. La tensione che si ot-

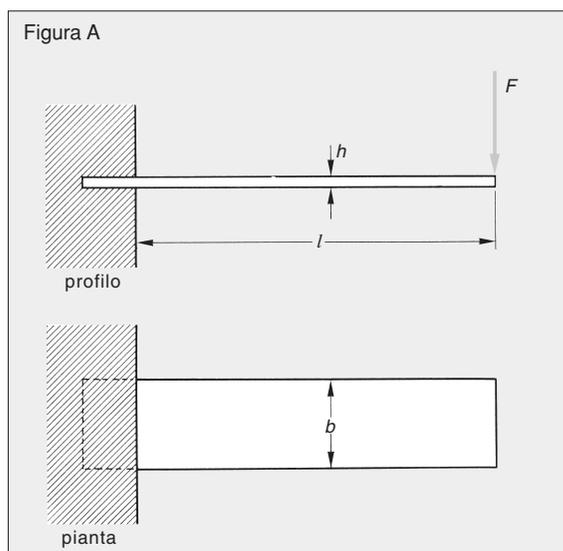
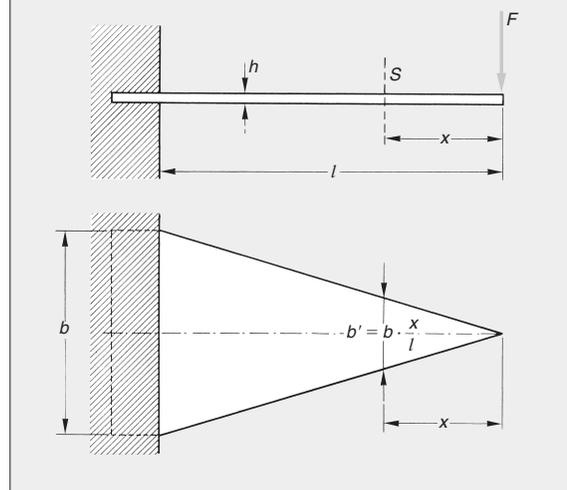


Figura B



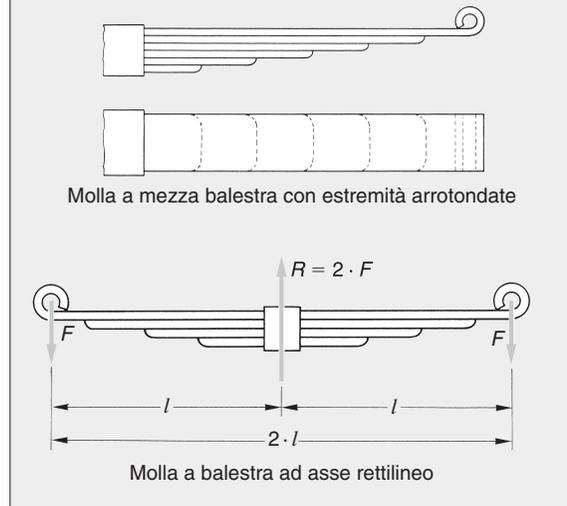
tiene non è quindi costante, ma è massima nella sezione di incastro. Per sfruttare meglio il materiale si cerca di rendere la tensione costante nelle varie sezioni. Si può variare h sezione per sezione ottenendo un profilo parabolico o far variare b in modo lineare diminuendo dal valore massimo all'incastro a un valore nullo all'estremo libero. La molla si deforma ad arco di cerchio ed è a uniforme resistenza. Si ottiene:

$$L = \frac{1}{18} \cdot \frac{k^2}{E} \cdot V$$

in generale, mentre per le **molle a lamina triangolare** risulta:

$$L = \frac{1}{6} \cdot \frac{k^2}{E} \cdot V$$

Figura C



Sovrapponendo più lamine si possono realizzare **molle a mezza balestra** o a **balestra** (figura C); si ottiene:

$$k = \frac{6 \cdot F \cdot l}{z \cdot b \cdot h^2} \quad f = \frac{6 \cdot F \cdot l^3}{z \cdot E \cdot b \cdot h^3} \quad L = \frac{1}{6} \cdot \frac{k^2}{E} \cdot V$$

Le **barre di torsione** sono spesso impiegate nelle sospensioni degli autoveicoli; la freccia f sviluppabile dalla molla (figura D) vale:

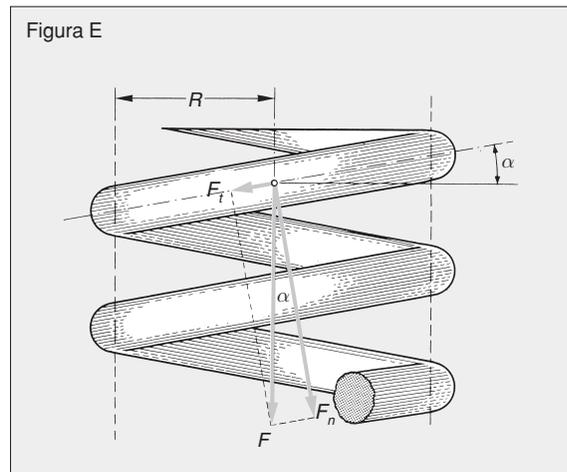
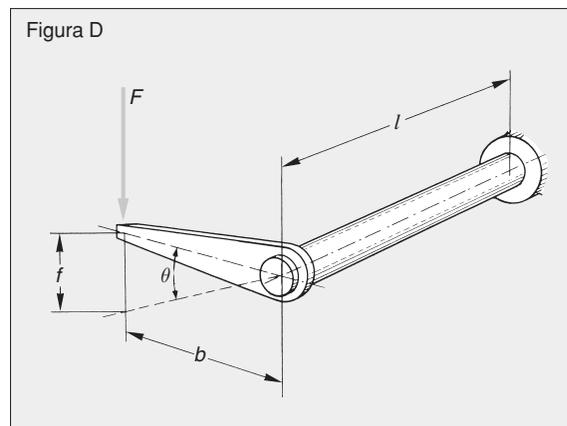
$$f = \frac{2 \cdot l \cdot b}{G \cdot d} \cdot k_t$$

Con un piccolo ingombro si possono ottenere elevate frecce utilizzando le **molle elicoidali**. Questo tipo di molle è costituito da un filo d'acciaio (a sezione prevalentemente circolare) avvolto attorno una superficie ideale cilindrica (o conica); le parti terminali vengono rese piane (figura E).

Trascurando il taglio e lo sforzo normale, sul filo agiscono

$$M_t = F_n \cdot R \quad e \quad M_f = F \cdot t_n \cdot R$$

Poiché l'angolo α è piccolo, $F_n \cong F$ e $F_t \cong 0$. Si possono quindi utilizzare le stesse formule valide per



le barre di torsione, con $b = R$ e $l \cong 2 \cdot \pi \cdot R \cdot z$ (z è il numero di spire).

Si ottiene:

$$f = \frac{64 \cdot F \cdot R^3 \cdot z}{G \cdot d^4} \quad \frac{16 \cdot F \cdot R}{\pi \cdot d^3} \leq k_t$$

Il **dimensionamento di una molla elicoidale** riguarda il calcolo di R , d e z in funzione di f e F .

Dato k_t si fissa una delle incognite (solitamente R) e si ricavano le altre due. Successivamente si verifica la molla con la tensione di lavoro effettiva $\tau' = \psi \cdot \tau$, dove τ è la tensione dovuta al momento torcente e $\psi = \psi(c)$, dove $c = D/d$ è il coefficiente di Wahl (figura F), riportato in un grafico. Il lavoro di deformazione vale:

$$L = \frac{32 \cdot F^2 \cdot R^3 \cdot z}{G \cdot d^4}$$

Altre dimensioni importanti della molla sono L_0 , lunghezza libera della molla, $D_e = D + d$ e $D_i = D - d$ che determinano l'ingombro esterno e lo spazio interno alla molla e

$$L_p = d \cdot (z_t - 0,5)$$

lunghezza a pacco, dove $z_t = z + 2$ è il numero totale di spire, comprese quelle di estremità.

Esistono altri tipi di molle:

- elicoidali composte, in cui quelle più esterne hanno d maggiore;
- a bovolo (a elica conica), con rigidità che cresce con l'aumentare del carico;
- a spirale;
- a tazza;
- a elementi elastici in gomma, che presentano fenomeni di isteresi elastica.

