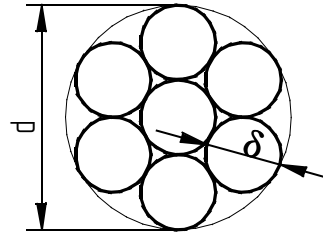


# **Appunti sulle funi**

Le Funi Carmine Napoli

## DEFINIZIONE

**Fune:** è un organo flessibile formato da un insieme di fili di acciaio, di forma e dimensioni appropriate, avvolti elicoidalmente in uno o più gruppi concentrici attorno ad un filo o ad un nucleo centrale (anima); la forma della sezione è generalmente inscritta in una circonferenza.



**Le anime** possono essere formate con

fibre metalliche	(acciaio legato)
fibre naturali	(canapa, juta, cotone)
fibre sintetiche	(polietilene, polipropilene)

**Diametro nominale della fune.** È il diametro della circonferenza circoscritta alla sua sezione trasversale ed il suo valore va rilevato sottoponendo la fune ad un carico prestabilito (pari ad 1/10 del suo carico di rottura)

## STATO SUPERFICIALE

**NAT** fili lucidi

**ZAB** fili zincati di classe AB

La **FORMAZIONE** è la struttura della fune rilevata dalla sezione retta ( numero e disposizione dei fili, dei trefoli e della eventuale anima), la designazione viene fatta con dei numeri (indicanti il numero dei fili) e della lettere che designano tipo anima, tipo fili ecc.

## ANIMA

In relazione al materiale di cui essa è formata si hanno i seguenti simboli

**FC** anima di fibre tessili naturali o artificiali

**NF** anima di fibre tessili naturali

**SF** anima di fibre tessili artificiali

**WS** anima di acciaio costituita da un trefolo

**WR** anima di acciaio costituita da una fune

## FILI

La designazione tiene conto del tipo di sezione.

Se la sezione è circolare non si riporta nessun simbolo.

**V** Fili a sezione triangolari

**I** Fili a sezione triangolare

**T** Fili a sezione trapezoidale

**Q** Fili a sezione ovale

**H** Fili a doppia gola alternati con fili tondi

**Z** Fili sagomati a Z

## TREFOLI

Si designano in base al tipo di sezione

Per la sezione tonda non si usa nessun simbolo

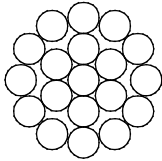
**V** Sezione triangolare

**I** sezione piatta

**Q** Sezione ovale

**Suddivisioni:** Funi spiroidali - Funi a trefoli - Funi gherlino - Funi intrecciate - Funi piatte

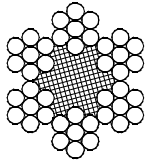
**Fune spiroidale:** È costituita unicamente da fili di acciaio non legato Nella designazione si riportano il numero di fili presenti dall'esterno verso il centro



Designazione completa  $12+6+1 = 19$

Designazione abbreviata  $1 * 19$

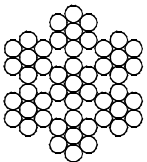
**Fune a trefoli:** È costituita da uno o più strati di trefoli con anima centrale in fibra tessile o metallica Nella designazione si riportano il numero di fili presenti dall'esterno verso il centro, si riportano il numero di trefoli e tra parentesi il numero di fili nei trefoli



Designazione completa  $6(6+1) + \mathbf{NF}$

Designazione abbreviata  $6 * 7 + \mathbf{NF}$

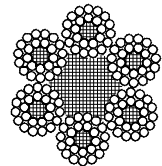
fune composta da 6 trefoli con anima in fibra tessile, ogni trefolo è composta da 6 fili esterni ed 1 interno



Designazione completa  $6(6+1) + \mathbf{WS (6+1)}$

Designazione abbreviata  $6 * 7 + \mathbf{WS}$

fune composta da 6 trefoli con un'anima metallica



Designazione completa  $6(15+9+\mathbf{SF}) + \mathbf{SF}$

Designazione abbreviata  $18 * 7 + \mathbf{NF}$

fune composta da 6 trefoli ed un'anima in fibra tessile, ogni trefolo è composta da 15 esterni, 9 fili interni ed un'anima in fibra tessile

**Fune a gherlino:** È costituita da un insieme di funi elementari a trefoli

**Fune a intrecciata:** È costituita da un certo numero di trefoli ciascuno dei quali è costituito da un certo numero di fili.

**Classe resistenza fili:** È il valore della sollecitazione a rottura del singolo filo in  $N/mm^2$

In genere si utilizzano fili aventi diametro compreso tra i 2 e i 3 mm con  $\sigma_r > 1200 N/mm^2$  se il diametro del filo è 1/10 di mm  $\sigma_r$  può arrivare a  $2000 N/mm^2$

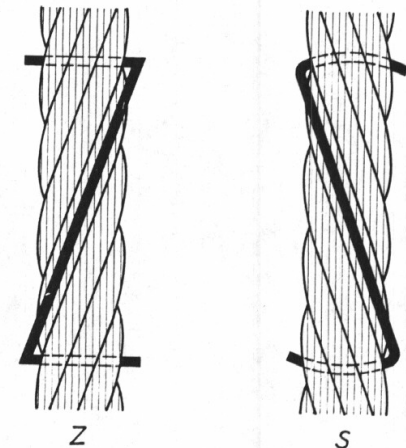
In genere si utilizzano fili aventi  $\sigma_r$  pari a:  $1420 N/mm^2$ , oppure  $1570 N/mm^2$  oppure  $1770 N/mm^2$ .

Le tabelle fanno riferimento a  $1570 N/mm^2$ .

**Senso di avvolgimento:** rappresenta il senso con cui sono avvolti i fili ( e o i trefoli). Si possono avere due sensi: il destro ed il sinistro come rappresentato nelle figure a lato

**Z** a destra

**S** a sinistra



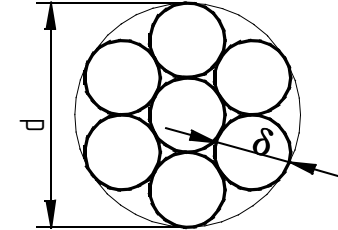
## Sezione lorda e sezione resistente

poniamo

$\delta$  diametro del filo

$d$  diametro nominale della fune ( diametro della circonferenza circoscritta)

$k$  numero di fili



si pone

$$A_r = \frac{\pi \cdot \delta^2}{4} k \quad \text{area della sezione resistente}$$

$$A_l = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \quad \text{area della sezione lorda}$$

mediamente si ha:

$$A_r \approx 0,43 A_l$$

**Sollecitazioni generate nelle funi** Sono 3 ed i loro effetti si sommano, anche non tutte hanno lo stesso peso per cui una o più di esse possono essere trascurate

1. Sollecitazione unitaria di trazione  $\sigma_t$  dovuta al tiro T
  2. Sollecitazione unitaria di flessione  $\sigma_f$  dovuta all'avvolgimento della fune sul tamburo
  3. Sollecitazione unitaria  $\sigma_c$  dovuta alla forza centrifuga, ( in genere è trascurabile)
- la sollecitazione totale sarà:

$$\sigma = \sigma_t + \sigma_c + \sigma_f$$

### **Sollecitazione unitaria di trazione $\sigma_t$**

È una sollecitazione di trazione per cui vale la relazione

$$\sigma_t = \frac{T}{A_r}$$

## Sollecitazione unitaria di trazione $\sigma_f$

Ricordando la relazione della curvatura nel caso di una sollecitazione di flessione retta; trascurando la curvatura che l'avvolgimento della fune impone sul filo rispetto a quella della fune sul tamburo.

Chiamando con  $R_p$  il raggio esterno del tamburo,  $D$  il suo diametro, con  $I$  il momento di inerzia della sezione retta del filo, con  $E$  il modulo di elasticità lineare del materiale si ha,

$$\frac{1}{R_p} = \frac{M_f}{E I} \quad \text{da cui} \quad M_f = \frac{E \cdot I}{R_p}$$

per il filo che si avvolge sul tamburo si ha  $\sigma_f = \frac{M_f}{W_f}$

dove  $W_f = \frac{2 \cdot I}{\delta}$  da cui  $\sigma_f = \frac{\delta \cdot M_f}{2 \cdot I}$

dalla relazione precedente si ha  $\sigma_f = \frac{E \cdot I \delta}{2 \cdot R_p \cdot I}$

e quindi  $\sigma_f = \frac{E \cdot \delta}{D_p}$



la tensione calcolata con questa formula risulta elevata per sperimentalmente si introduce un parametro k ottenendo la relazione finale  $\sigma_f = k \frac{E \cdot \delta}{D_p}$  sperimentalmente si è ottenuto  $k = \frac{3}{8}$  da cui

Si ottiene la formula:

$$\sigma_f = \frac{3}{8} E \frac{d}{D}$$

Questa formula trovata da BACH non risulta giustificata da considerazioni teoriche, ma esse è quella che meglio rappresenta la sollecitazione effettiva.

La resistenza totale della fune è quindi minore della somma della resistenza dei singoli fil , ciò è determinato dalla irregolare distribuzione del carico sui fili e delle sollecitazioni secondarie, la perdita detta di cordatura varia tra il 5 e il 15% per funi con un numero di fili basso a funi con un numero di fili alto.

## SCELTA DELLA FUNE (UNI ISO 4308/1)

Diametro minimo della fune  $d$  si ricava mediante la relazione

$$d = C \sqrt{S}$$

dove  $C$  è il fattore di selezione della fune

$S$  è la forza di trazione massima della fune (N)

per il calcolo di  $S$  si deve tener conto di :  
carico di servizio nominale  
peso organo di presa (compreso fune)  
rendimenti meccanici organi

Il fattore  $C$  si ricava dalla relazione

$$C = \sqrt{\frac{Z_p}{K' R_0}}$$

$R_0$  è la sollecitazione a rottura del filo

$Z_p$  è un coefficiente pratico minimo di utilizzazione

$K'$  è un fattore empirico di carico minimo di rottura

Carico minimo di rottura di una fune  $F_0 = S Z_p$

Valori di $Z_p$	
Classe Meccanismo	$Z_p$
M1	3,15
M2	3,35
M3	3,55
M4	4,0
M5	4,5
M6	5,6
M7	7,1
M8	9,0

Valori empirici di $K'$ , fattore di forza nominale			
Gruppo	Classe	Coefficienti per la forza minima dei cavi con anima di	
		tessile	acciaio
1	6 x 7	0,332	0,359
2	6 x 19	0,330	0,356
3	6 x 37		
4	8 x 19		
5	8 x 37	0,293	0,346
6	17 x 7		0,328
7	34 x 7		0,318
8	6 x 24	0,280	

## Diametro tamburo

Il diametro minimo deve rispettare la relazione  $D_1 \geq h_1 d$

dove  $D_1$  è il diametro primitivo del tamburo

$d$  è il diametro minimo della fune

$h_1$  è un fattore di selezione per il tamburo ricavato dalla tabella

Valori di $h_1$	
Classe del Meccanismo	tamburi $h_1$
M1	11,2
M2	12,5
M3	14
M4	16,0
M5	18,0
M6	20,0
M7	22,4
M8	25,0