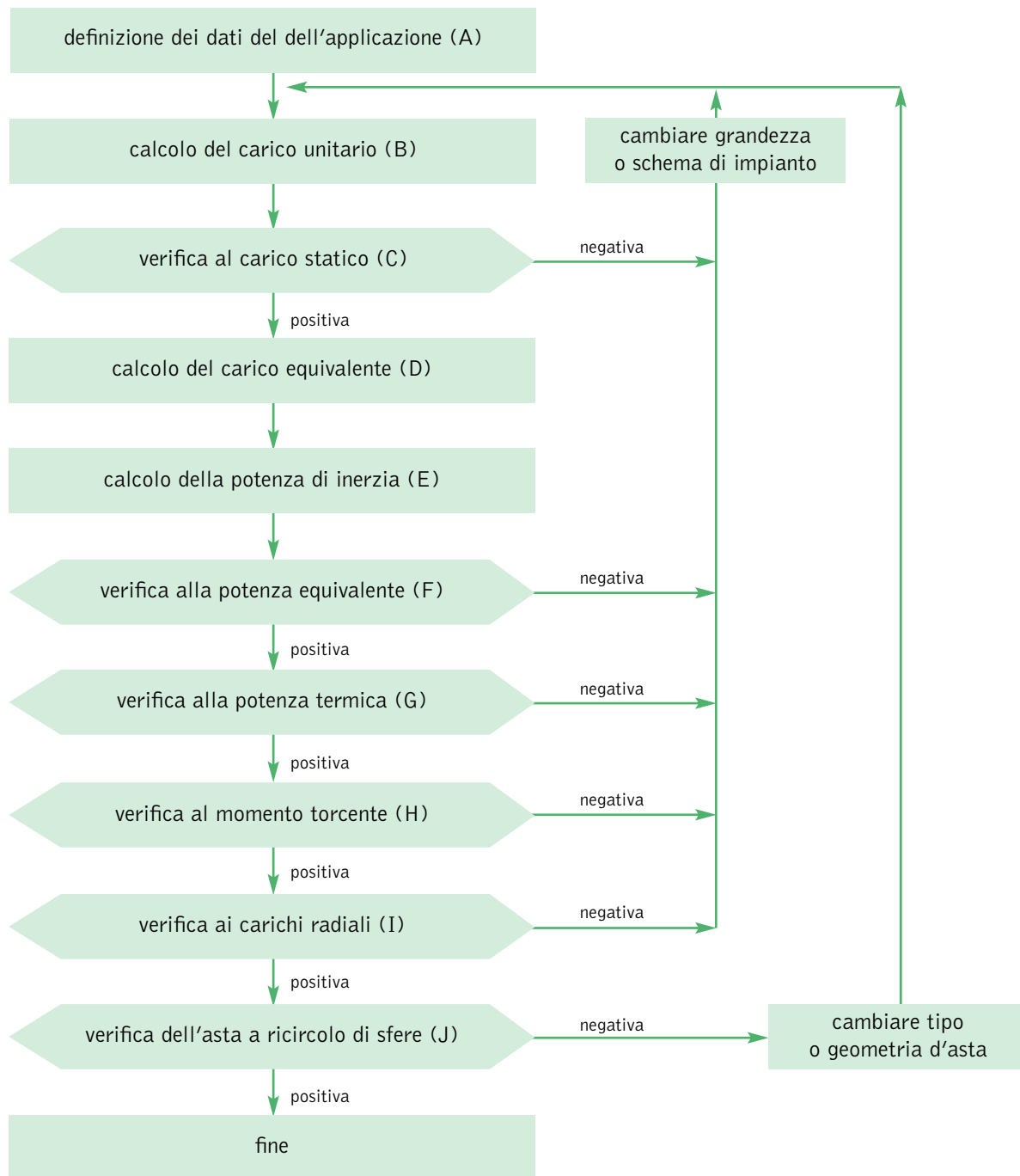


## DIMENSIONAMENTO DEL MARTINETTO PER RICIRCOLO DI SFERE

Per un corretto dimensionamento del martinetto a ricircolo di sfere è necessario operare come segue:



## A - I DATI DELL'APPLICAZIONE

Per un corretto dimensionamento dei martinetti è necessario individuare i dati del progetto:

**CARICO [daN]** = si identifica il carico come la forza applicata all'organo traslante del martinetto. Normalmente il dimensionamento si calcola considerando il massimo carico applicabile (caso pessimo). È importante considerare il carico come un vettore, definito da un modulo, una direzione e un verso: il modulo quantifica la forza, la direzione la orienta nello spazio e fornisce indicazioni sull'eccentricità o su possibili carichi laterali, il verso identifica il carico a trazione o compressione.

**VELOCITÀ DI TRASLAZIONE [mm/min]** = la velocità di traslazione è la velocità con cui si desidera movimentare il carico. Da questa si possono ricavare le velocità di rotazione degli organi rotanti e la potenza necessaria alla movimentazione. I fenomeni di usura e la vita utile del martinetto dipendono proporzionalmente dal valore della velocità di traslazione.

**CORSA [mm]** = è la misura lineare di quanto si desidera movimentare il carico. Può non coincidere con la lunghezza totale dell'asta a ricircolo di sfere.

**VARIABILI DI AMBIENTE** = sono valori che identificano l'ambiente e le condizioni in cui opera il martinetto. Le principali sono: temperatura, fattori ossidanti o corrosivi, tempi di lavoro e di fermo, ciclo di lavoro, vibrazioni, manutenzione e pulizia, frequenza di inserzioni, vita utile prevista, etc.

**STRUTTURA DELL'IMPIANTO** = esistono infiniti modi di movimentare un carico utilizzando martinetti. Gli schemi a pagina 162 - 163 ne riportano alcuni esempi. La scelta dello schema di impianto condiziona la scelta della taglia e della potenza necessaria all'applicazione.

## B - IL CARICO UNITARIO

In funzione del numero  $n$  di martinetti presenti nello schema di impianto si può calcolare il carico per martinetto dividendo il carico totale per  $n$ . Qualora il carico non fosse equamente ripartito tra tutti i martinetti, in virtù del dimensionamento a caso pessimo, è necessario considerare la trasmissione più sollecitata.

## C - LA RESISTENZA AL CARICO STATICO

Come primo passaggio per la verifica del corpo del martinetto per aste a ricircolo di sfere è necessario valutare la resistenza degli organi interni. La tabella seguente fornisce, in funzione del carico statico  $C$  e della geometria dell'asta (diametro  $\times$  passo), le grandezze di martinetti ammissibili. Nel caso in cui una taglia sia evidenziata, significa che l'applicazione è tale da generare sforzi interni prossimi ai valori limite dei cuscinetti o degli ingranaggi; è pertanto consigliabile passare ad una grandezza superiore. Il fatto che il corpo e gli ingranaggi di un martinetto  $K$  possano sostenere un determinato carico statico  $C$  non significa che tale carico sia automaticamente sostenuto dall'asta a ricircolo di sfere. È necessario un calcolo di resistenza secondo le specifiche del costruttore (punto J). Il fatto che il corpo e gli ingranaggi di un martinetto  $K$  possano sostenere un determinato carico statico  $C$  non significa che tale carico sia automaticamente sostenuto in condizioni dinamiche. È necessaria una verifica alla potenza equivalente (punto F).

Carico statico C [daN]									
Tipo di vite a sfere (diametro $\times$ passo)	1500	2000	3000	5000	8000	10000	15000	20000	30000
Ø 16x5	59 88	-	-	-	-	-	-	-	-
Ø 16x16	59 88	-	-	-	-	-	-	-	-
Ø 20x5	59 88	59 88	-	-	-	-	-	-	-
Ø 20x20	59 88	59 88	-	-	-	-	-	-	-
Ø 25x5	59 88	59 88	59 88	-	-	-	-	-	-
Ø 25x10	59 88	59 88	59 88	-	-	-	-	-	-
Ø 25x20	59 88	59 88	59 88	-	-	-	-	-	-
Ø 25x25	59 88	59 88	59 88	-	-	-	-	-	-
Ø 32x5	59 88	59 88	59 88	59 88	-	-	-	-	-
Ø 32x10	59 88	59 88	59 88	59 88	-	-	-	-	-
Ø 32x20	59* 88	59* 88	59* 88	59* 88	-	-	-	-	-
Ø 32x32	59* 88	59* 88	59* 88	59* 88	-	-	-	-	-
Ø 40x5	-	59* 88 117	59* 88 117	59* 88 117	59* 88 117	59* 88 117	59* 88 117	-	-
Ø 40x10	-	59* 88 117	59* 88 117	59* 88 117	59* 88 117	59* 88 117	59* 88 117	59* 88 117	-
Ø 40x20	-	59* 88 117	59* 88 117	59* 88 117	59* 88 117	59* 88 117	59* 88 117	-	-
Ø 40x40	-	59* 88 117	59* 88 117	59* 88 117	88 117	88 117	88 117	-	-
Ø 50x5	-	-	88 117	88 117	88 117	88 117	88 117	-	-
Ø 50x10	-	-	88 117	88 117	88 117	88 117	88 117	-	-
Ø 50x16	-	-	88 117	88 117	88 117	88 117	88 117	88 117	-
Ø 50x20	-	-	88* 117	88* 117	88* 117	88* 117	88* 117	-	-
Ø 50x40	-	-	88* 117	88* 117	88* 117	88* 117	88* 117	-	-
Ø 50x50	-	-	88* 117	88* 117	88* 117	88* 117	117	-	-
Ø 63x10	-	-	-	88* 117	88* 117	88* 117	88* 117	88* 117	-
Ø 63x20	-	-	-	88* 117	88* 117	88* 117	88* 117	88* 117	-
Ø 63x40	-	-	-	88* 117	88* 117	88* 117	88* 117	117	-
Ø 80x10	-	-	-	-	88* 117	88* 117	88* 117	88* 117	88* 117
Ø 80x20	-	-	-	-	88* 117*	88* 117*	88* 117*	88* 117*	88* 117*

\* Il montaggio di quest'asta è possibile solo per i modelli KR. Per i modelli KT, contattare l'ufficio Tecnico.

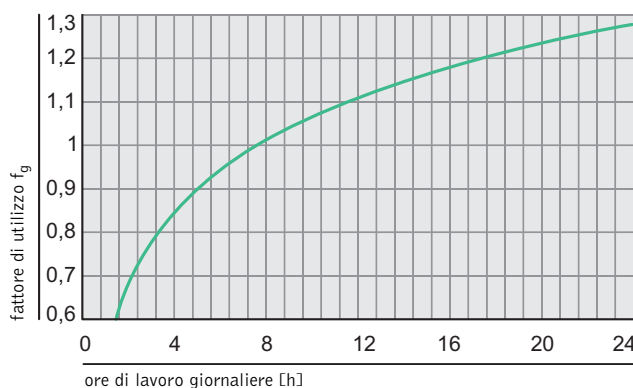
## D – IL CARICO EQUIVALENTE

Tutti i valori riportati dal catalogo sono riferiti ad un utilizzo in condizioni standard, cioè con temperatura pari a 20 °C e funzionamento regolare e senza urti per 8 ore di funzionamento al giorno. L'utilizzo in queste condizioni prevede una durata di 10'000 ore con una percentuale di servizio del 70%. Per condizioni applicative differenti è necessario calcolare il carico equivalente: esso è il carico che bisognerebbe applicare in condizioni standard per avere gli stessi effetti di scambio termico e usura che il carico reale sortisce nelle reali condizioni di utilizzo. Pertanto è opportuno calcolare il carico equivalente come da formula seguente:

$$C_e = C \cdot f_g \cdot f_a \cdot f_d$$

### Il fattore di utilizzo $f_g$

Tramite l'utilizzo del grafico sottostante si può calcolare il fattore di utilizzo  $f_g$  in funzione delle ore lavorative su base giornaliera.



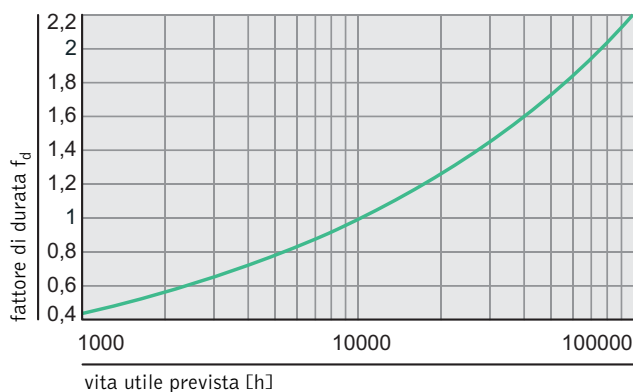
### Il fattore di ambiente $f_a$

Tramite l'utilizzo della tabella sottostante si può calcolare il fattore  $f_a$  in funzione delle condizioni di esercizio.

Tipo di carico	Ore di lavoro giornaliere [h]	3	8	24
Urti leggeri, poche inserzioni, movimenti regolari		0,8	1	1,2
Urti medi, frequenti inserzioni, movimenti regolari		1	1,2	1,5
Urti forti, alte inserzioni, movimenti irregolari		1,2	1,8	2,4

### Il fattore di durata $f_d$

Il fattore di durata  $f_d$  si calcola in funzione della vita utile teorica prevista (espressa in ore).



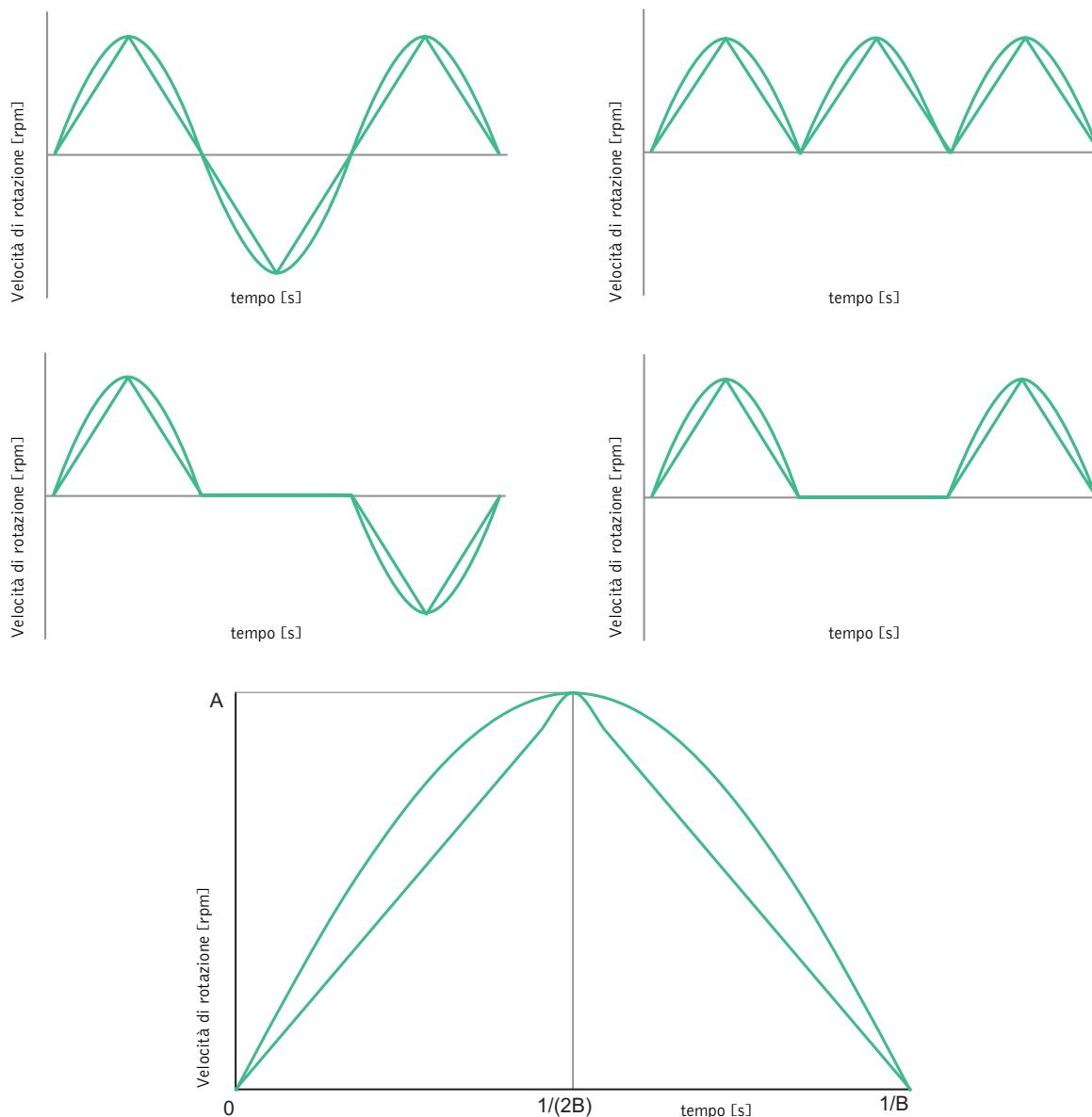
## E – LA POTENZA DI INERZIA

In caso di presenza di accelerazioni e decelerazioni importanti è necessario procedere al calcolo della potenza di inerzia  $P_J$ . Essa è la potenza necessaria a vincere le forze e coppie di inerzia che il sistema oppone se sottoposto a cambi di velocità. Per prima cosa è necessario che il progettista calcoli le inerzie del sistema a valle del martinetto  $J_V$  riducendole prima all'albero cavo (su cui è montata l'asta a riciclo di sfere) e dopo le riduca alla vite senza fine (albero di entrata). Le inerzie  $J_V$  sono le inerzie del sistema (tipicamente le masse) e le inerzie dell'asta e delle chiocciolate a ricircolo di sfere. Dopodichè è necessario aggiungere l'inerzia del martinetto  $J_K$ , ricavabile dalle tabelle sottostanti e ottenere l'inerzia totale  $J$  ridotta alla fine senza vite. Ricordiamo che l'unità di misura in cui si esprimono i momenti di inerzia è il  $[\text{kg}\cdot\text{m}^2]$ .

Grandezza	59	88	117
Inerzia del martinetto $J_K$ $[\text{kg}\cdot\text{m}^2]$	0,0040608	0,0254982	0,0798326

Dette  $\omega_V$  la velocità di rotazione in ingresso e  $\alpha_V$  l'accelerazione angolare in ingresso, la coppia di inerzia che è necessario vincere è pari a  $J\cdot\omega_V$  e la rispettiva potenza d'inerzia  $P_J$  è uguale a  $J\cdot\omega_V\cdot\alpha_V$ . Nel caso in cui l'andamento temporale della velocità in ingresso  $\omega_V$  sia riconducibile a uno dei quattro schemi di cui sotto, lineari o sinusoidali, dove  $A$  è la velocità massima in  $[\text{rpm}]$  e  $B$  è la frequenza del ciclo in  $[\text{Hz}]$ , si può semplificare il calcolo della potenza d'inerzia in  $[\text{kW}]$  individuando i parametri  $A$  e  $B$  e calcolando:

$$P_J = \frac{2\cdot J\cdot A^2\cdot B}{91188}$$



## F – LA POTENZA EQUIVALENTE

Una volta calcolato il carico equivalente  $C_e$ , è possibile calcolare la potenza equivalente necessaria in uscita al sistema martinetto-asta a ricircolo come  $P_e = C_e \cdot v$ , dove  $v$  è la velocità di traslazione lineare del carico. Dividendo la potenza equivalente per il rendimento  $\eta_a$  dell'asta a ricircolo di sfere (desumibile dal catalogo del costruttore) e per il rendimento  $\eta_k$  del martinetto e sommando a questo valore la potenza di inerzia  $P_J$ , si ottiene la potenza equivalente in entrata al martinetto  $P_{ei}$ .

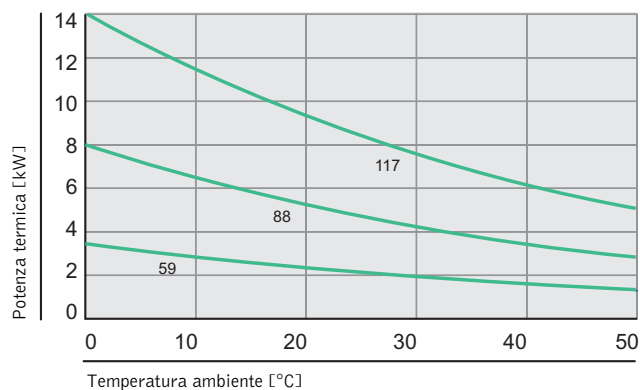
$$P_{ei} = \frac{C_e \cdot v}{\eta_a \cdot \eta_k} + P_J$$

La scelta preliminare del martinetto K avviene per mezzo delle tabelle di potenza (a pagina 140), scegliendo la grandezza che, ad un determinata velocità di rotazione (in ingresso o in uscita), presenta una potenza in entrata  $P_i$  maggiore alla  $P_{ei}$ . In caso si rientri in una zona colorata, significa che la durata dei componenti o lo scambio termico è reputato insufficiente; si suggerisce di cambiare taglia, abbassare le specifiche di progetto o richiedere un conteggio più accurato all'Ufficio Tecnico. **La potenza equivalente non è la potenza richiesta dal singolo martinetto, a meno che i tre fattori correttivi  $f_g, f_d$  e  $f_a$  non abbiano valore unitario.** Ricordiamo che, una volta fissata la velocità di traslazione  $v$ , **la scelta del passo dell'asta a ricircolo di sfere deve essere tale da non comportare una velocità di rotazione in ingresso al martinetto maggiore di 3000 rpm.** A tal fine riportiamo, nella tabella seguente, i massimi valori di  $v$  in funzione del passo.

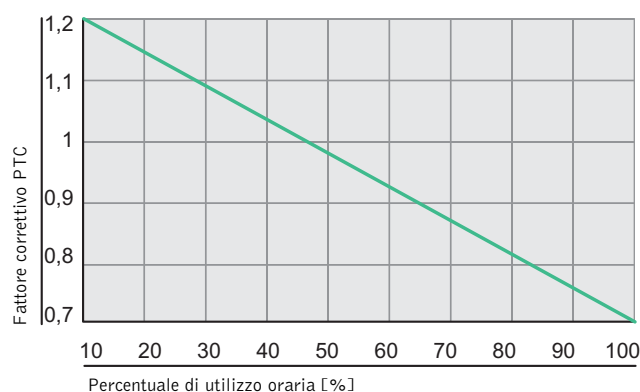
Passo asta a ricircolo di sfere [mm]	Velocità di traslazione massima a 3000 rpm [mm/min]
5	3000
10	6000
16	9600
20	12000
25	15000
32	19200
40	24000
50	30000

## G – LA POTENZA TERMICA

Quando sulle tabelle di potenza i valori della potenza in ingresso si trovano nella zona colorata, significa che è necessario verificare la potenza termica. Questa grandezza, funzione della grandezza del martinetto e della temperatura ambiente, indica la potenza in ingresso che stabilisce un equilibrio termico con l'ambiente alla temperatura superficiale del martinetto di 90 °C. I grafici sottostanti riportano gli andamenti della potenza termica per le tre grandezze della serie K.



Nel caso in cui ci siano dei tempi di fermo nel funzionamento del martinetto, la potenza termica può essere aumentata di un fattore PTC ricavabile dal grafico sottostante, la cui ascissa è la percentuale di utilizzo riferita all'ora.



## H – IL MOMENTO TORCENTE

Quando più martinetti sono montati in serie, come mostrato nei disegni sottostanti, è necessario verificare che il momento torcente riferito all'asse in comune non superi il valore riportato nella seguente tabella.

Grandezza	59	88	117
Massimo momento torcente $M_{tv}$ [daNm]	31,4	61,3	106



## I – I CARICHI RADIALI

Nel caso ci siano carichi radiali sulla vite senza fine è necessario verificare la resistenza agli stessi secondo quanto riportato nella sottostante tabella. Nel caso tali valori venissero superati è necessario scegliere una taglia superiore.



Grandezza	59	88	117
$F_{rv}$ [daN]	45	60	90

## J – LA VERIFICA DELL'ASTA A RICIRCOLO DI SFERE

Il passaggio finale del dimensionamento del martinetto a ricircolo di sfere è la verifica dell'asta scelta. I passaggi fin qui descritti si riferiscono alle capacità del solo martinetto. In base alla geometria, alle caratteristiche costruttive, ai materiali costitutivi e alle specifiche del costruttore dell'asta a ricircolo di sfere è necessario verificare che questo componente resista al carico statico e dinamico, che superi le verifiche di Eulero, che possa o meno sopportare carichi laterali, che possa sostenere i cicli di lavoro desiderati senza surriscaldarsi o cedere a fatica e quant'altro il progetto possa richiedere.