

# Esecuzioni

### Esecuzioni standard

In un cuscinetto a una corona di rulli cilindrici, i rulli sono sempre guidati fra gli orletti "aperti" integrali presenti su uno degli anelli (→ **fig. 1**). Tali orletti, combinati con le estremità del rullo appositamente progettate e sottoposte a finitura superficiale, consentono una migliore lubrificazione, un attrito ridotto e quindi temperature di esercizio inferiori.

L'anello munito di orletti, insieme al gruppo rulli-gabbia, può essere separato dall'altro anello, il che facilita il montaggio e lo smontaggio, soprattutto quando le condizioni di carico esigono che gli anelli siano montati con interferenza.

I cuscinetti SKF ad una corona di rulli cilindrici sono in grado di sopportare forti carichi radiali e nello stesso tempo permettono elevate velocità. Sono prodotti in diverse esecuzioni, che differiscono essenzialmente per la configurazione degli orletti. Le esecuzioni più comuni (→ **fig. 2**) sono descritte di seguito ed elencate nella tabella di prodotto, da **pagina 522**.

### Esecuzione NU

L'anello esterno di un cuscinetto NU presenta due orletti integrali, mentre quello interno ne è privo (**a**). Lo spostamento assiale dell'albero rispetto all'alloggiamento può avvenire nei due sensi all'interno del cuscinetto stesso.

### Esecuzione N

L'anello interno di un cuscinetto N presenta due orletti integrali e quello esterno è privo di orletti (**b**). Lo spostamento assiale dell'albero rispetto all'alloggiamento può avvenire nei due sensi all'interno del cuscinetto stesso.

### Esecuzione NJ

L'anello esterno di un cuscinetto NJ presenta due orletti integrali, mentre quello interno è dotato di un solo orletto (**c**). Questi cuscinetti possono quindi vincolare assialmente l'albero in un senso.

### Esecuzione NUP

L'anello esterno di un cuscinetto NUP presenta due orletti integrali e l'anello interno un orletto integrale ed uno non integrale riportato (**d**). Questi cuscinetti sono idonei per l'utilizzo come cuscinetti fissi, ossia possono vincolare assialmente l'albero nei due sensi.

Fig. 1

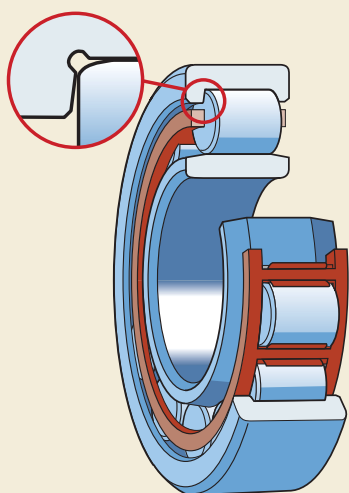
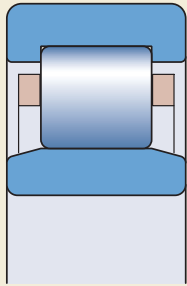
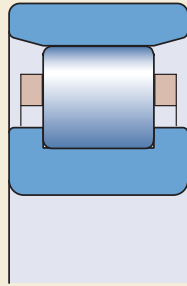


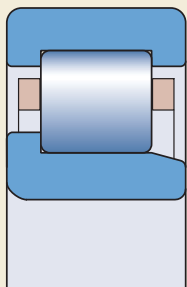
Fig. 2



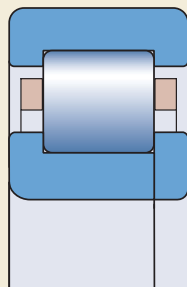
a



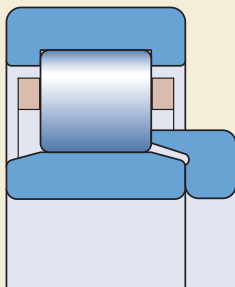
b



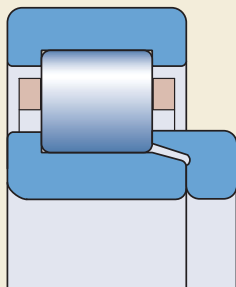
c



d



e



f

## Anelli reggispinta

Gli anelli reggispinta, con appellativo della serie HJ, sono stati progettati per stabilizzare i cuscinetti a rulli cilindrici di tipo NU e NJ in direzione assiale (**e** ed **f**). Ci sono varie ragioni per includerli nelle progettazioni:

- I cuscinetti di vincolo del tipo NJ o NUP non sono disponibili.
- Per fornire una sede più stabile ai sistemi di vincolo con carichi elevati, che utilizzino cuscinetti del tipo NJ, con anello interno a larghezza piena, invece dei cuscinetti di tipo NUP, che hanno un anello interno più corto e l'anello di spallamento riportato.
- Per semplificare la progettazione e/o per semplificare le procedure di montaggio/smontaggio.

Gli anelli reggispinta, prodotti in acciaio al carbonio cromato, sono temprati e rettificati. Lo scostamento laterale massimo consentito è conforme alle tolleranze Normali della per i relativi cuscinetti. Gli anelli reggispinta HJ, se disponibili, sono elencati nella tabella prodotti con relativi appellativi e dimensioni insieme al cuscinetto corrispondente.

### Esecuzione NU + anello reggispinta HJ

Un cuscinetto di esecuzione NU con anello reggispinta HJ (**e**) può essere utilizzato per vincolare assialmente l'albero in una direzione. La consiglia di non utilizzare gli anelli reggispinta standard da entrambi i lati di un cuscinetto di esecuzione NU, poiché potrebbero bloccare assialmente i rulli.

### Esecuzione NJ + anello reggispinta HJ

Un cuscinetto di esecuzione NJ con anello reggispinta HJ (**f**) può essere utilizzato per vincolare assialmente l'albero nelle due direzioni.

## Cuscinetti ad una corona di rulli cilindrici

### Esecuzioni speciali

La gamma include anche una scelta di cuscinetti a rulli cilindrici di esecuzione NU senza l'anello interno (→ **fig. 3**), prefisso nell'appellativo RNU e, cuscinetti di esecuzione N senza l'anello esterno (→ **fig. 4**), prefisso nell'appellativo RN. Questi cuscinetti rappresentano la soluzione ideale per le applicazioni con piste temprate e rettificate sull'albero o sul foro della sede (→ sezione "Piste su alberi e negli alloggiamenti", a **pagina 198**). Poiché i cuscinetti RNU, per esempio, non necessitano di anello interno, il diametro dell'albero può essere più ampio ed è quindi possibile ottenere sistemi più resistenti e più rigidi. Inoltre, lo spostamento assiale consentito dell'albero rispetto alla sede è limitato solo dalla larghezza della pista sull'albero, nel caso di esecuzioni RNU, o nel foro dell'alloggiamento, nel caso di esecuzioni RN.

La gamma comprende anche altri tipi di cuscinetti ad una corona di rulli cilindrici, come quelli con anello interno largo e quelli con configurazioni di orletti diverse rispetto alle esecuzioni standard (→ **fig. 5**), e cuscinetti con numero disegno di dimensioni differenti da quelle standard.

Fig. 3

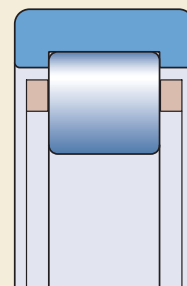


Fig. 4

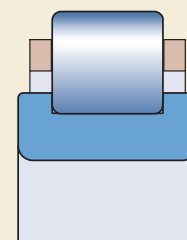
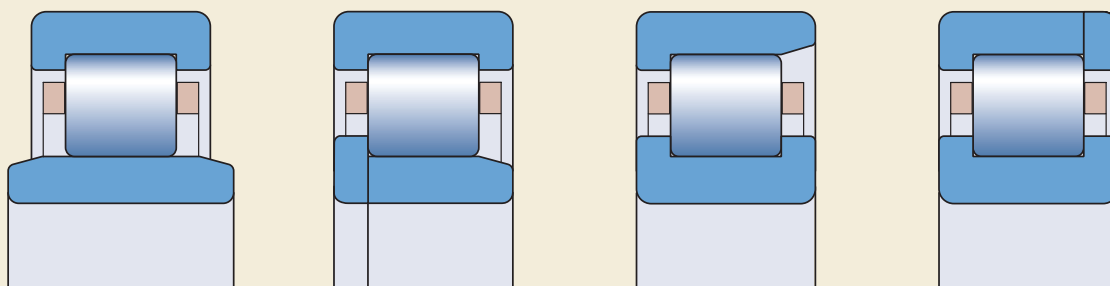


Fig. 5



NUB

NJP

NF

NP

### Cuscinetti con foro conico

I cuscinetti ad una corona di rulli cilindrici vengono prodotti di serie con foro cilindrico. Tuttavia, si possono fornire alcuni cuscinetti con foro conico 1:12 (→ **fig. 6**). I cuscinetti con foro conico presentano un gioco radiale interno più grande rispetto a quello dei tipi corrispondenti con foro cilindrico e sono identificati dal suffisso K nell'appellativo.

### Cuscinetti con scanalatura per anello di ancoraggio

Alcuni cuscinetti ad una corona di rulli cilindrici sono prodotti anche con una scanalatura per anello di ancoraggio sull'anello esterno (→ **fig. 7**). Sono identificati dal suffisso N nell'appellativo. Dato che possono essere vincolati assialmente nel foro di alloggiamento mediante un anello di sostegno o ancoraggio, il sistema può essere semplificato e reso più compatto.

### Cuscinetti con intagli di arresto

In alcune applicazioni, in cui è essenziale eseguire facilmente montaggio e smontaggio, gli anelli esterni devono essere montati con accoppiamento libero nell'alloggiamento. Per evitare che l'anello esterno ruoti in direzione periferica, alcuni cuscinetti ad una corona di rulli cilindrici sono prodotti anche con

- un intaglio di arresto con suffisso nell'appellativo N1 oppure
- due intagli di arresto posizionati a 180° l'uno dall'altro, con suffisso N2,

su una facciata dell'anello esterno (→ **fig. 8**).

Fig. 6

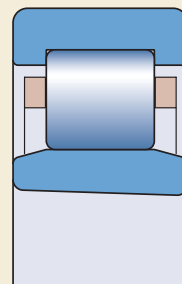


Fig. 7

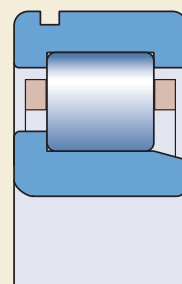
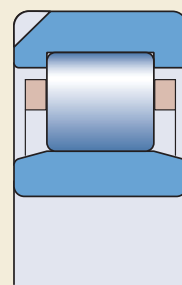


Fig. 8



## Cuscinetti Explorer

I cuscinetti a rulli cilindrici Explorer ad alte prestazioni sono contraddistinti da un asterisco nella tabella dei prodotti. I cuscinetti Explorer mantengono l'appellativo dei cuscinetti standard, ad es. NU 216 ECP. Tuttavia, sia il cuscinetto che la relativa confezione sono contrassegnati con la dicitura "EXPLORER".

## Cuscinetti – dati generali

### Dimensioni

Le dimensioni dei cuscinetti ad una corona di rulli cilindrici sono conformi alla norma ISO 15:1998.

Le dimensioni degli anelli di spalleggiamento HJ corrispondono a quelle specificate nella norma ISO 246:1995.

### Tolleranze

I cuscinetti ad una corona di rulli cilindrici sono di regola prodotti con tolleranze normali per quanto riguarda la precisione dimensionale e con tolleranze P6 per quanto riguarda la precisione di rotazione.

Le tolleranze corrispondono a quelle specificate nella norma ISO 492:2002 e sono riportate nelle **tabelle 3 e 4** alle **pagine 125 e 126**.

### Gioco interno radiale

I cuscinetti ad una corona di rulli cilindrici sono di regola prodotti con un gioco interno radiale Normale e la maggior parte di essi è anche disponibile con gioco interno radiale C3. Alcuni cuscinetti possono essere forniti con un gioco minore C2 o significativamente maggiore, C4. Alcuni cuscinetti, inoltre, sono prodotti con gioco ridotto speciale. Tale gioco speciale corrisponde alla sezione di una gamma di gioco standard o a più sezioni di due gamme di giochi adiacenti.

Su richiesta, possono essere forniti cuscinetti con un gioco non standard o con giochi ridotti speciali.

I limiti effettivi di gioco per i cuscinetti con foro cilindrico sono riportati nella **tabella 1** e sono conformi alla norma ISO 5753:1991. I valori si riferiscono ai cuscinetti non montati e con carico di misura zero.

I componenti scomponibili di tutti i cuscinetti con gioco standard e di quelli con gioco ridotto sono intercambiabili.

### Gioco interno assiale

I cuscinetti a rulli cilindrici di esecuzione NUP, ossia in grado di vincolare assialmente l'albero nei due sensi, sono prodotti con il gioco interno assiale indicato nella **tabella 2**. Il gioco assiale dei tipi di esecuzione NJ, se combinati con un anello di spalleggiamento HJ, è quello riportato nella **tabella 3**.

I limiti di gioco riportati nelle **tabelle 2 e 3** sono da considerarsi indicativi. Quando si misura il gioco assiale interno i rulli potrebbero infatti inclinarsi, causando un aumento del gioco assiale che può corrispondere, ad esempio

- per i cuscinetti delle serie 2, 3 e 4, al gioco interno radiale oppure
- per i cuscinetti delle serie 22 e 23, a 2/3 del gioco interno radiale.

### Disallineamento

La capacità dei cuscinetti ad una corona di rulli cilindrici di ammettere disallineamenti angolari dell'anello interno rispetto a quello esterno è limitata a pochi primi. I valori effettivi sono

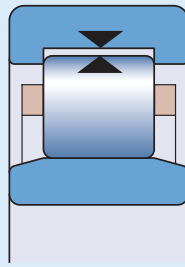
- 4 primi per i cuscinetti delle serie 10, 12, 2, 3 e 4
- 3 primi per i cuscinetti delle serie 20, 22 e 23.

Questi valori indicativi si applicano ai cuscinetti che non devono fungere da vincolo assiale, a condizione che le posizioni degli assi di albero e alloggiamento restino invariate. Sono consentiti maggiori disallineamenti, che tuttavia possono abbreviare la durata del cuscinetto. In casi di questo tipo, contattare l'Ingegneria di Applicazione della.

Quando i cuscinetti sono utilizzati per vincolare assialmente l'albero, i valori sopra citati vanno ridotti, dato che un carico non uniforme sugli orletti può dare luogo ad una maggiore usura e anche a frattura degli orletti stessi.

I valori massimi sopra indicati non si applicano ai cuscinetti di esecuzione NUP o NJ con anello di spalleggiamento HJ. Dato che questi cuscinetti hanno due orletti sull'anello interno e due orletti su quello esterno e il gioco interno assiale è

Gioco interno radiale per cuscinetti a rulli cilindrici con foro cilindrico



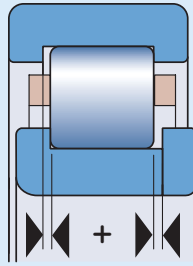
Diametro foro d		Gioco interno radiale									
oltre	fino a	C2		Normale		C3		C4		C5	
		min	max	min	max	min	max	min	max	min	max
mm		µm									
-	24	0	25	20	45	35	60	50	75	65	90
24	30	0	25	20	45	35	60	50	75	70	95
30	40	5	30	25	50	45	70	60	85	80	105
40	50	5	35	30	60	50	80	70	100	95	125
50	65	10	40	40	70	60	90	80	110	110	140
65	80	10	45	40	75	65	100	90	125	130	165
80	100	15	50	50	85	75	110	105	140	155	190
100	120	15	55	50	90	85	125	125	165	180	220
120	140	15	60	60	105	100	145	145	190	200	245
140	160	20	70	70	120	115	165	165	215	225	275
160	180	25	75	75	125	120	170	170	220	250	300
180	200	35	90	90	145	140	195	195	250	275	330
200	225	45	105	105	165	160	220	220	280	305	365
225	250	45	110	110	175	170	235	235	300	330	395
250	280	55	125	125	195	190	260	260	330	370	440
280	315	55	130	130	205	200	275	275	350	410	485
315	355	65	145	145	225	225	305	305	385	455	535
355	400	100	190	190	280	280	370	370	460	510	600
400	450	110	210	210	310	310	410	410	510	565	665
450	500	110	220	220	330	330	440	440	550	625	735
500	560	120	240	240	360	360	480	480	600	690	810
560	630	140	260	260	380	380	500	500	620	780	900
630	710	145	285	285	425	425	565	565	705	865	1005
710	800	150	310	310	470	470	630	630	790	975	1135
800	900	180	350	350	520	520	690	690	860	1095	1265

Per la definizione del gioco interno radiale, fare riferimento alla pagina 137

# Cuscinetti ad una corona di rulli cilindrici

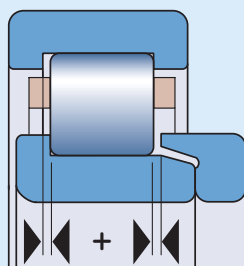
Tabella 2

## Gioco interno assiale di cuscinetti a rulli cilindrici di esecuzione NUP



Cuscinetto Diametro foro	Codice dimens.	Gioco interno assiale dei cuscinetti delle serie							
		NUP 2		NUP 3		NUP 22		NUP 23	
mm	-	min	max	min	max	min	max	min	max
		µm							
15	02	-	-	-	-	-	-	-	-
17	03	37	140	37	140	37	140	47	155
20	04	37	140	37	140	47	155	47	155
25	05	37	140	47	155	47	155	47	155
30	06	37	140	47	155	47	155	47	155
35	07	47	155	47	155	47	155	62	180
40	08	47	155	47	155	47	155	62	180
45	09	47	155	47	155	47	155	62	180
50	10	47	155	47	155	47	155	62	180
55	11	47	155	62	180	47	155	62	180
60	12	47	155	62	180	62	180	87	230
65	13	47	155	62	180	62	180	87	230
70	14	47	155	62	180	62	180	87	230
75	15	47	155	62	180	62	180	87	230
80	16	47	155	62	180	62	180	87	230
85	17	62	180	62	180	62	180	87	230
90	18	62	180	62	180	62	180	87	230
95	19	62	180	62	180	62	180	87	230
100	20	62	180	87	230	87	230	120	315
105	21	62	180	-	-	-	-	-	-
110	22	62	180	87	230	87	230	120	315
120	24	62	180	87	230	87	230	120	315
130	26	62	180	87	230	87	230	120	315
140	28	62	180	87	230	87	230	120	315
150	30	62	180	-	-	87	230	120	315
160	32	87	230	-	-	-	-	-	-
170	34	87	230	-	-	-	-	-	-
180	36	87	230	-	-	-	-	-	-
190	38	87	230	-	-	-	-	-	-
200	40	87	230	-	-	-	-	-	-
220	44	95	230	-	-	-	-	-	-
240	48	95	250	-	-	-	-	-	-
260	52	95	250	-	-	-	-	-	-

Gioco interno assiale di cuscinetti a rulli cilindrici della serie NJ + anello reggispinta HJ



Cuscinetto Diametro foro	Codice dimens.	Gioco interno assiale dei cuscinetti delle serie									
		NJ 2+HJ 2		NJ 3+HJ 3		NJ 4+HJ 4		NJ 22+HJ 22		NJ 23+HJ 23	
mm	-	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max
		µm									
15	02	42	165	42	165	-	-	-	-	-	-
17	03	42	165	42	165	-	-	42	165	52	183
20	04	42	165	42	165	-	-	52	185	52	183
25	05	42	165	52	185	-	-	52	185	52	183
30	06	42	165	52	185	60	200	52	185	52	183
35	07	52	185	52	185	60	200	52	185	72	215
40	08	52	185	52	185	60	200	52	185	72	215
45	09	52	185	52	185	60	200	52	185	72	215
50	10	52	185	52	185	80	235	52	185	72	215
55	11	52	185	72	215	80	235	52	185	72	215
60	12	52	185	72	215	80	235	72	215	102	275
65	13	52	185	72	215	80	235	72	215	102	275
70	14	52	185	72	215	80	235	72	215	102	275
75	15	52	185	72	215	80	235	72	215	102	275
80	16	52	185	72	215	80	235	72	215	102	275
85	17	72	215	72	215	110	290	72	215	102	275
90	18	72	215	72	215	110	290	72	215	102	275
95	19	72	215	72	215	110	290	72	215	102	275
100	20	72	215	102	275	110	290	102	275	140	375
105	21	72	215	102	275	110	290	102	275	140	375
110	22	72	215	102	275	110	290	102	275	140	375
120	24	72	215	102	275	110	310	102	275	140	375
130	26	72	215	102	275	110	310	102	275	140	375
140	28	72	215	102	275	140	385	102	275	140	375
150	30	72	215	102	275	140	385	102	275	140	375
160	32	102	275	102	275	-	-	140	375	140	375
170	34	102	275	-	-	-	-	140	375	-	-
180	36	102	275	-	-	-	-	140	375	-	-
190	38	102	275	-	-	-	-	-	-	-	-
200	40	102	275	-	-	-	-	-	-	-	-
220	44	110	290	-	-	-	-	-	-	-	-
240	48	110	310	-	-	-	-	-	-	-	-
260	52	110	310	-	-	-	-	-	-	-	-
280	56	110	310	-	-	-	-	-	-	-	-



## Cuscinetti ad una corona di rulli cilindrici

relativamente ridotto, il cuscinetto può essere soggetto a sollecitazioni assiali. In caso di dubbi, contattare l'Ingegneria di Applicazione.

### Spostamento assiale

I cuscinetti a rulli cilindrici con anello interno o esterno privo di orletti, di esecuzione NU e N e, quelli di esecuzione NJ con un orletto integrale sull'anello interno, possono compensare, entro certi limiti, lo spostamento assiale dell'albero rispetto all'alloggiamento, causato dalla dilatazione termica (→ **fig. 9**). Poiché lo spostamento assiale avviene all'interno del cuscinetto, e non fra cuscinetto e albero o foro di alloggiamento, durante la rotazione del cuscinetto non vi è praticamente alcun aumento dell'attrito. I valori dello spostamento assiale consentito "s" dalla posizione normale di un anello del cuscinetto rispetto all'altro sono riportati nella tabella prodotti.

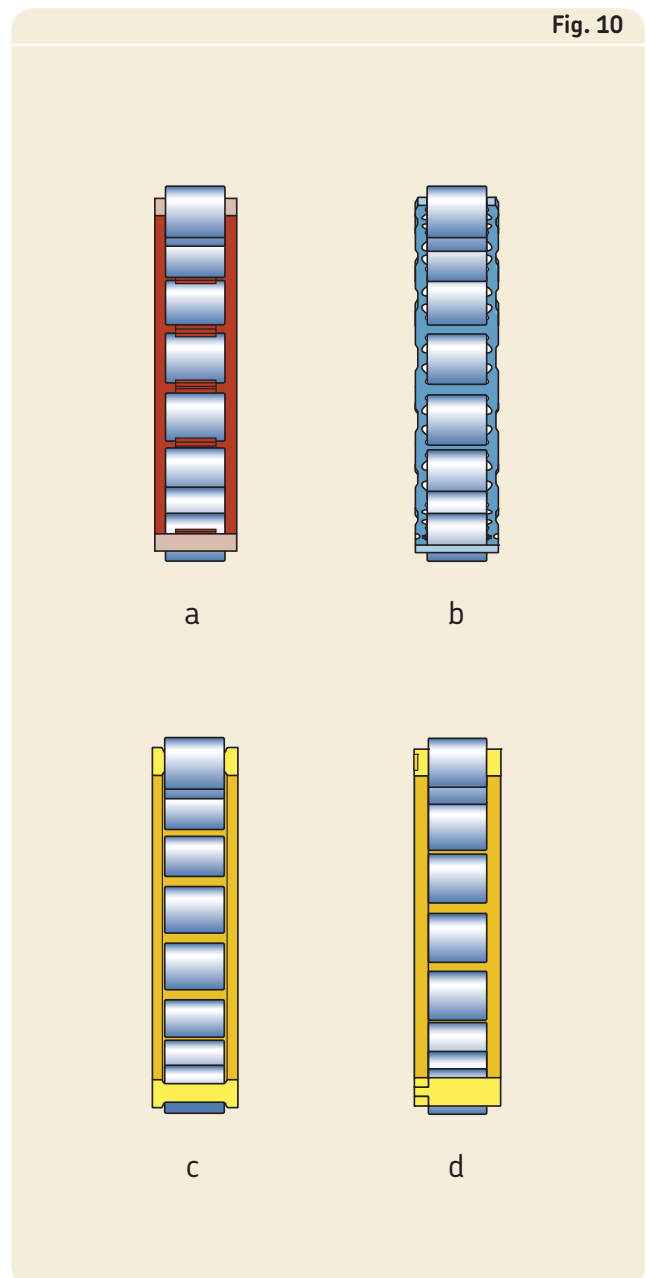
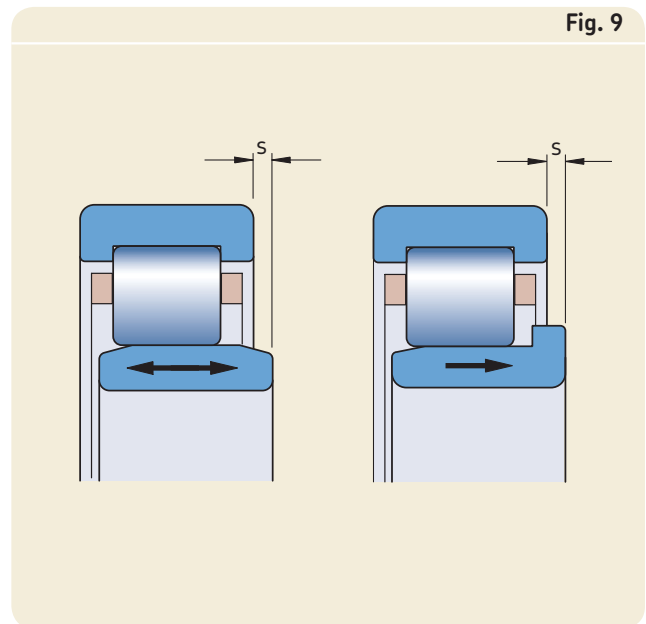
### Influenza della temperatura di funzionamento sul materiale dei cuscinetti

I cuscinetti a rulli cilindrici sono sottoposti a speciali trattamenti termici. Quando muniti di gabbia di acciaio, ottone o PEEK, possono essere utilizzati fino a +150 °C.

### Gabbie

A seconda del tipo, dimensioni e serie, i cuscinetti a singola corona di rulli cilindrici sono muniti normalmente di uno dei seguenti tipi di gabbia (→ **fig. 10**)

- stampata ad iniezione, del tipo a feritoie, in poliammide 6,6 rinforzata con fibre di vetro, centrata sui rulli, con suffisso P nella nell'appellativo (**a**)
- stampata, del tipo a feritoie, in lamiera di acciaio non temprato, centrata sui rulli, con suffisso J nell'appellativo (**b**)
- monoblocco, massiccia in ottone, del tipo a feritoie, centrata sull'anello interno o esterno, con suffissi ML o MP (**c**)
- massiccia di ottone in due parti, centrata sui rulli, con suffisso M, o centrata sull'anello esterno, con suffisso MA, o sull'anello interno, con suffisso MB (**d**).



Un gran numero di cuscinetti della gamma standard sono disponibili di serie con diversi tipi di gabbia, in modo da rendere possibile la scelta del cuscinetto con gabbia più idoneo per le condizioni di applicazione (→ tabella prodotti).

In caso di applicazioni complesse, come i compressori, è diventato sempre più comune l'impiego di cuscinetti dotati di gabbia stampata ad iniezione in polietereeterchetone (PEEK) rinforzato con fibre di vetro. Le eccezionali proprietà del PEEK sono costituite da eccellente combinazione di resistenza e flessibilità, ampia gamma di temperature, elevata resistenza all'attacco chimico ed usura nonché buone caratteristiche di lavorazione. Se sono necessari cuscinetti con gabbia in PEEK, consultare l'Ingegneria di Applicazione.

### Nota

I cuscinetti ad una corona di rulli cilindrici con gabbia in poliammide 6,6 resistono a temperature di esercizio fino a +120 °C. I lubrificanti generalmente utilizzati per i cuscinetti volventi non compromettono le proprietà della gabbia, ad eccezione di pochi oli sintetici e grassi a base di oli sintetici e lubrificanti che contengono una percentuale elevata di additivi EP, se utilizzati ad alte temperature.

Se i cuscinetti funzionano costantemente ad alte temperature o in condizioni difficili, si raccomanda di utilizzare cuscinetti con gabbie metalliche. Per le applicazioni in cui si utilizzano refrigeranti, ad es. ammoniaca o freon, è possibile utilizzare cuscinetti con gabbia in poliammide fino ad una temperatura di esercizio di 70 °C. In presenza di temperature maggiori, si consiglia di utilizzare cuscinetti con gabbia in ottone, acciaio o PEEK.

Per maggiori informazioni sulle temperature tollerate e l'idoneità delle gabbie, vedere la sezione "Materiali delle gabbie", da **pagina 140**.

## Coefficienti di velocità

Le velocità limite sono definite da determinati criteri, che comprendono la stabilità di forma e la resistenza della gabbia (→ sezione "Velocità limite" a **pagina 114**). I valori elencati nella tabella prodotti sono validi per gabbie standard. Per semplificare la valutazione della velocità limite per i cuscinetti con gabbia alternativa o viceversa, la **tabella 4** riporta i fattori di conversione idonei.

## Carico minimo

Per garantire un funzionamento soddisfacente, i cuscinetti ad una corona di rulli cilindrici, come tutti i cuscinetti a sfere e rulli, devono essere sempre soggetti ad un certo carico minimo, in particolare se funzionano a velocità elevate o sono soggetti a forti accelerazioni o a rapidi cambiamenti di direzione del carico. In tali condizioni, le forze di inerzia dei rulli e della gabbia, nonché l'attrito del lubrificante, possono provocare strisciamenti dannosi fra rulli e piste.

Il carico minimo richiesto da applicare ai cuscinetti ad una corona di rulli cilindrici può essere valutato con la formula

$$F_{rm} = k_r \left( 6 + \frac{4n}{n_r} \right) \left( \frac{d_m}{100} \right)^2$$

in cui

$F_{rm}$  = carico radiale minimo, kN

$k_r$  = fattore di carico minimo  
(→ tabella dei prodotti)

$n$  = velocità di rotazione, giri/min.

$n_r$  = velocità di riferimento  
(→ tabella dei prodotti), giri/min.

$d_m$  = diametro medio del cuscinetto  
= 0,5 (d + D), mm

In caso di avviamento a basse temperature o quando il lubrificante è molto viscoso, può essere necessario un carico maggiore. Il peso dei componenti che gravano sul cuscinetto, unitamente alle forze esterne, di solito supera il carico minimo necessario. In caso contrario, il cuscinetto ad una corona di rulli cilindrici deve essere sottoposto ad un carico radiale supplementare.

Tabella 4

Fattori di conversione per velocità limite			
Cuscinetto con gabbia standard	gabbia alternativa		ML, MP
	P, J, M, MR	MA, MB	
P, J, M, MR	1	1,3	1,5
MA, MB	0,75	1	1,2
ML, MP	0,65	0,85	1

### Capacità di carico dinamico assiale

I cuscinetti ad una corona di rulli cilindrici con orletti su entrambi gli anelli possono sopportare carichi assiali oltre a quelli radiali. La capacità di carico assiale dipende soprattutto dall'idoneità a sopportare carichi da parte delle superfici di strisciamento in corrispondenza del contatto tra le testate dei rulli e l'orletto. Dipende essenzialmente dalla lubrificazione, dalla temperatura di esercizio e dalla dissipazione di calore dal cuscinetto.

Supponendo che le condizioni di esercizio siano quelle sotto specificate, il carico assiale ammissibile può essere calcolato con sufficiente precisione con la formula

$$F_{ap} = \frac{k_1 C_0 10^4}{n (d + D)} - k_2 F_r$$

in cui

$F_{ap}$  = massimo carico assiale ammissibile, kN

$C_0$  = capacità di carico statico, kN

$F_r$  = carico radiale effettivo sul cuscinetto, kN

$n$  = velocità di rotazione, giri/min.

$d$  = diametro del foro del cuscinetto, mm

$D$  = diametro esterno del cuscinetto, mm

$k_1$  = un fattore

1,5 per una lubrificazione ad olio

1 per una lubrificazione a grasso

$k_2$  = un fattore

0,15 per una lubrificazione con olio

0,1 per una lubrificazione con grasso

La suddetta formula si basa su condizioni considerate tipiche durante il normale funzionamento del cuscinetto, e cioè

- una differenza di 60 °C fra la temperatura di esercizio del cuscinetto e la temperatura ambiente
- una perdita specifica di calore dal cuscinetto di 0,5 mW/mm<sup>2</sup> °C; con riferimento alla superficie diametrica esterna del cuscinetto ( $\pi D B$ )
- un coefficiente di viscosità  $\kappa = 2$ .

Per la lubrificazione con grasso, si può utilizzare la viscosità dell'olio base. Se  $\kappa$  è inferiore a 2, l'attrito aumenta e con esso l'usura. A basse velocità l'inconveniente può essere evitato utilizzando, ad esempio, oli contenenti additivi AW (antiusura) e/o EP (altissime pressioni).

Qualora i carichi assiali agiscano per lunghi periodi e i cuscinetti siano lubrificati con grasso, si consiglia di utilizzare un grasso con buone proprietà di rilascio olio alle temperature di esercizio (> 3 %, secondo la DIN 51 817). Si consigliano anche frequenti rilubrificazioni.

I valori del carico ammissibile  $F_{ap}$ , ottenuti dalla formula di bilancio termico, sono validi per un carico assiale continuo costante e un'alimentazione di lubrificante adeguata in corrispondenza dei contatti tra le testate dei rulli e gli orletti. Se il carico assiale agisce solo per brevi periodi, i valori possono essere moltiplicati per 2 o per 3 nel caso di carichi per urto, purché non si superino i limiti riportati di seguito, relativi alla resistenza dell'orletto.

Per evitare il rischio di frattura degli orletti, il carico assiale continuo applicato al cuscinetto non deve mai superare

$$F_{a \max} = 0,0045 D^{1,5} \text{ (cuscinetti della serie diametricale 2)}$$

o

$$F_{a \max} = 0,0023 D^{1,7} \text{ (cuscinetti delle altre serie)}$$

Se il carico assiale agisce solo occasionalmente e per brevi periodi, non deve mai superare

$$F_{a \max} = 0,013 D^{1,5} \text{ (cuscinetti della serie diametricale 2)}$$

o

$$F_{a \max} = 0,007 D^{1,7} \text{ (cuscinetti delle altre serie)}$$

in cui

$F_{a \max}$  = carico assiale massimo continuo od occasionale, kN

$D$  = diametro esterno del cuscinetto, mm

Per ottenere una distribuzione uniforme del carico sull'orletto e garantire una sufficiente precisione di rotazione dell'albero, quando i cuscinetti ad una corona di rulli cilindrici sono soggetti a forti carichi assiali, il difetto di oscillazione assiale e le dimensioni degli spallamenti delle parti adiacenti diventano particolarmente importanti. Per quanto riguarda il difetto di oscillazione assiale, si consiglia di avvalersi dei suggerimenti riportati nella sezione "Precisione dimensionale, di forma e rotazione delle sedi e

spallamenti del cuscinetto”, a **pagina 194**. Quanto al diametro delle superfici di appoggio, la raccomanda di supportare l’anello interno ad un’altezza corrispondente alla metà dell’altezza dell’orletto (→ **fig. 11**). Per l’orletto dell’anello interno, ad esempio, il diametro di appoggio si ottiene con la formula

$$d_{as} = 0,5 (d_1 + F)$$

in cui

$d_{as}$  = diametro di appoggio dell’albero, mm

$d_1$  = diametro dell’orletto dell’anello interno, mm

$F$  = diametro della pista dell’anello interno, mm

Se il disallineamento fra gli anelli interno ed esterno supera 1 primo, l’azione del carico sull’orletto cambia notevolmente ed esiste il rischio di superare i limiti di sicurezza impliciti nei valori indicativi riportati. In tal caso è opportuno consultare l’Ingegneria di Applicazione.

## Carico dinamico equivalente sul cuscinetto

Per i cuscinetti non di vincolo

$$P = F_r$$

Se i cuscinetti con orletti su entrambi gli anelli sono utilizzati come vincolo assiale per l’albero in uno o in entrambi i sensi, il carico dinamico equivalente sul cuscinetto si calcola con la formula

$$P = F_r \quad \text{quando } F_a/F_r \leq e$$

$$P = 0,92 F_r + Y F_a \quad \text{quando } F_a/F_r > e$$

in cui

$e$  = valore limite

= 0,2 per i cuscinetti delle serie 10, 2, 3 e 4

= 0,3 per i cuscinetti di altre serie

$Y$  = fattore di carico assiale

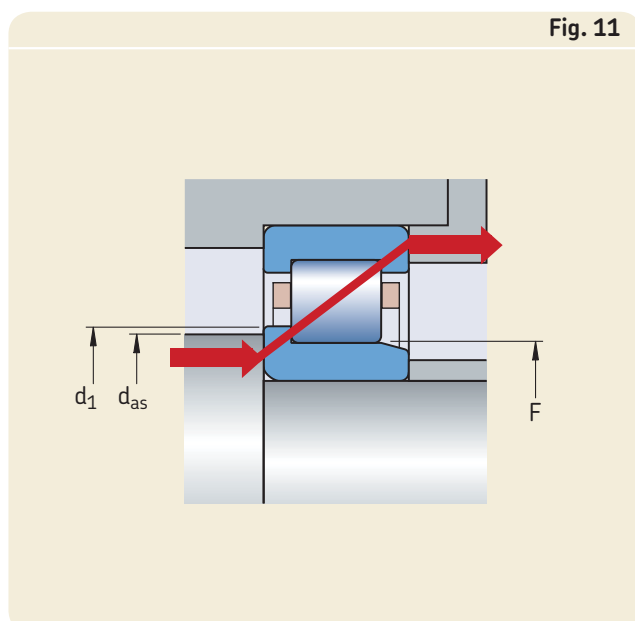
= 0,6 per i cuscinetti delle serie 10, 2, 3 e 4

= 0,4 per i cuscinetti di altre serie

Dato che i cuscinetti a rulli cilindrici caricati assialmente funzionano correttamente solo se sono soggetti ad un carico radiale agente simultaneamente, il rapporto  $F_a/F_r$  non deve superare 0,5.

## Carico statico equivalente sul cuscinetto

$$P_0 = F_r$$



## Cuscinetti ad una corona di rulli cilindrici

### Appellativi supplementari

I suffissi nell'appellativo utilizzati per identificare alcune caratteristiche dei cuscinetti ad una corona di rulli cilindrici sono i seguenti.

<b>CN</b>	Gioco interno radiale Normale, generalmente utilizzato solo in combinazione con una delle seguenti lettere che indicano una gamma di gioco ridotta o spostata H Gamma di gioco ridotta corrispondente alla metà superiore della gamma di gioco effettiva L Gamma di gioco ridotta, corrispondente alla metà inferiore della gamma di gioco effettiva Le suddette lettere vengono anche usate insieme alle classi di gioco C2, C3, C4 e C5	<b>N</b>	Scanalatura per anello di ancoraggio nel diametro esterno dell'anello esterno
<b>C2</b>	Gioco interno radiale inferiore al Normale	<b>NR</b>	Scanalatura e idoneo anello di ancoraggio sull'anello esterno
<b>C3</b>	Gioco interno radiale maggiore del Normale	<b>N1</b>	Intaglio di arresto su una facciata dell'anello esterno
<b>C4</b>	Gioco interno radiale maggiore del C3	<b>N2</b>	Due intagli di arresto su una facciata dell'anello esterno, posizionati a 180° l'uno dall'altro
<b>C5</b>	Gioco interno radiale maggiore del C4	<b>P</b>	Gabbia stampata a iniezione, in poliammide 6,6 rinforzata con fibre di vetro, centrata sui rulli
<b>EC</b>	Esecuzione interna ottimizzata che prevede rulli più numerosi e/o più grandi e contatto modificato tra testata dei rulli e orletti	<b>PH</b>	Gabbia stampata a iniezione, di polietereeterchetone (PEEK) rinforzata con fibre di vetro, centrata sui rulli
<b>HA3</b>	Anello interno cementato	<b>PHA</b>	Gabbia stampata a iniezione, di polietereeterchetone (PEEK) rinforzata con fibre di vetro, centrata sull'anello esterno
<b>HB1</b>	Tempra bainitica per anello interno ed esterno	<b>S1</b>	Anelli di cuscinetti stabilizzati dimensionalmente per temperature di esercizio fino a +200 °C
<b>HN1</b>	Anello interno ed esterno sottoposti ad uno speciale trattamento termico superficiale	<b>S2</b>	Anelli di cuscinetti stabilizzati dimensionalmente per temperature di esercizio fino a +250 °C
<b>J</b>	Gabbia stampata in lamiera d'acciaio, non temprata, centrata sui rulli	<b>VA301</b>	Cuscinetto per motori di trazione di veicoli ferrotranviari
<b>K</b>	Foro conico, conicità 1:12	<b>VA305</b>	VA301 + procedure speciali d'ispezione
<b>M</b>	Gabbia massiccia in ottone in due parti, centrata sui rulli	<b>VA350</b>	Cuscinetto per boccole ferroviarie
<b>MA</b>	Gabbia massiccia in ottone in due parti, centrata sull'anello esterno	<b>VA380</b>	Cuscinetto per boccole ferroviarie a norma EN 12080:1998, classe 1
<b>MB</b>	Gabbia massiccia in ottone in due parti, centrata sull'anello interno	<b>VA3091</b>	VA301 + VL0241
<b>ML</b>	Gabbia monoblocco in ottone, del tipo a feritoie, centrata sull'anello interno o esterno	<b>VC025</b>	Cuscinetto con piste particolarmente resistenti all'usura per applicazioni in ambienti fortemente contaminati
<b>MP</b>	Gabbia monoblocco in ottone, del tipo a feritoie, con alveoli punzonati, fresati o alesati, centrata sull'anello interno o esterno	<b>VL0241</b>	Superficie esterna dell'anello esterno rivestita di ossido di alluminio per offrire una resistenza elettrica fino a 1 000 V DC
<b>MR</b>	Gabbia monoblocco in ottone, del tipo a feritoie, centrata sui rulli	<b>VL2071</b>	Superficie esterna dell'anello interno rivestita di ossido di alluminio per offrire una resistenza elettrica fino a 1 000 V DC
		<b>VQ015</b>	Anello interno con pista bombata per aumentare il disallineamento ammissibile