NACHI

Cuscinetti Di Precisione

Indice dei contenuti

Descrizione tecnica

1 Selezione del cuscinetto

1-1 Procedura di selezione del cuscinetto 2
1-2 Esame del tipo di cuscinetto 3

2 Durata del cuscinetto

2-1 Coefficiente di carico dinamico base e durata calcolata 4
2-2 Carico dinamico equivalente 4
2-3 Carico dei cuscinetti obliqui a sfere 5
2-4 Coefficiente di carico statico di base e carico statico equivalente 6

3 Tolleranza del cuscinetto

3-1 Tolleranze del cuscinetto radiale 7
3-2 Tolleranze e valori ammessi dei cuscinetti obliqui a sfere per carichi di spinta (serie TAH/TBH) 9
3-3 Tolleranze dei cuscinetti a rulli conici incrociati 9
3-4 Tolleranze per cuscinetti per supporto di viti con ricircolo di sfere (serie TAB) ... 10
3-5 Tolleranze per cuscinetti per supporto di viti con ricircolo di sfere (serie TAF) ... 11
3-6 Tolleranze per cuscinetti a rulli conici (cuscinetti a rulli cilindrici) 11

4 Disposizione del cuscinetto

4-1 Caratteristiche cuscinetto doppio 12
4-2 Montaggio e simboli per il montaggio 13
4-3 Cuscinetti obliqui a sfere con “Flush ground” 13

5 Precarico e rigidità

5-1 Finalità del precarico 14
5-2 Metodi di precarico 14
5-3 Misurazione del precarico 14
5-4 Effetto del precarico 15
5-5 Precarico standard e rigidità assiale 16

6 Lubrificazione

6-1 Funzioni della lubrificazione 22
6-2 Sistemi di lubrificazione 22

7 Velocità limite

7-1 Correzione della velocità limite 26

8 Struttura dell’albero e dell’alloggiamento

8-1 Regolazione dell’albero e dell’alloggiamento 27
8-2 Precisione richiesta per albero e alloggiamento 28
8-3 Limiti delle dimensioni dello smusso 29

9 Gestione del cuscinetto

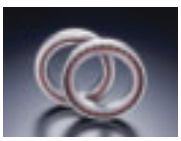
9-1 Conservazione e trasporto dei cuscinetti 30
9-2 Assemblaggio di cuscinetti 30
9-3 Test di funzionamento 34
9-4 Smontaggio di cuscinetti 34

Tabelle dimensionali

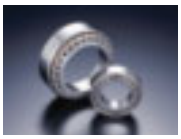
Tipologie e progettazione di cuscinetti a rulli di precisione 37

Cuscinetti obliqui a sfere Tipo standard 38
Serie 7900C/7900AC 40
Serie 7000C/7000AC 42
Serie 7200C/7200AC 44

Cuscinetti obliqui a sfere ad alta velocità 46
Serie BNH 48



Cuscinetti obliqui a sfere con carico di spinta 50
Serie TAH 52
Serie TBH 54



Cuscinetti a rulli cilindrici a disposizione multipla 56
Serie NN3000 58
Serie NNU4900 60

Cuscinetti a rulli conici incrociati 62
Serie XRN 64
Serie XRG 66

Cuscinetti per supporto di viti con ricircolo di sfere 68
Serie TAB 70
Serie TAF 72

Descrizione tecnica

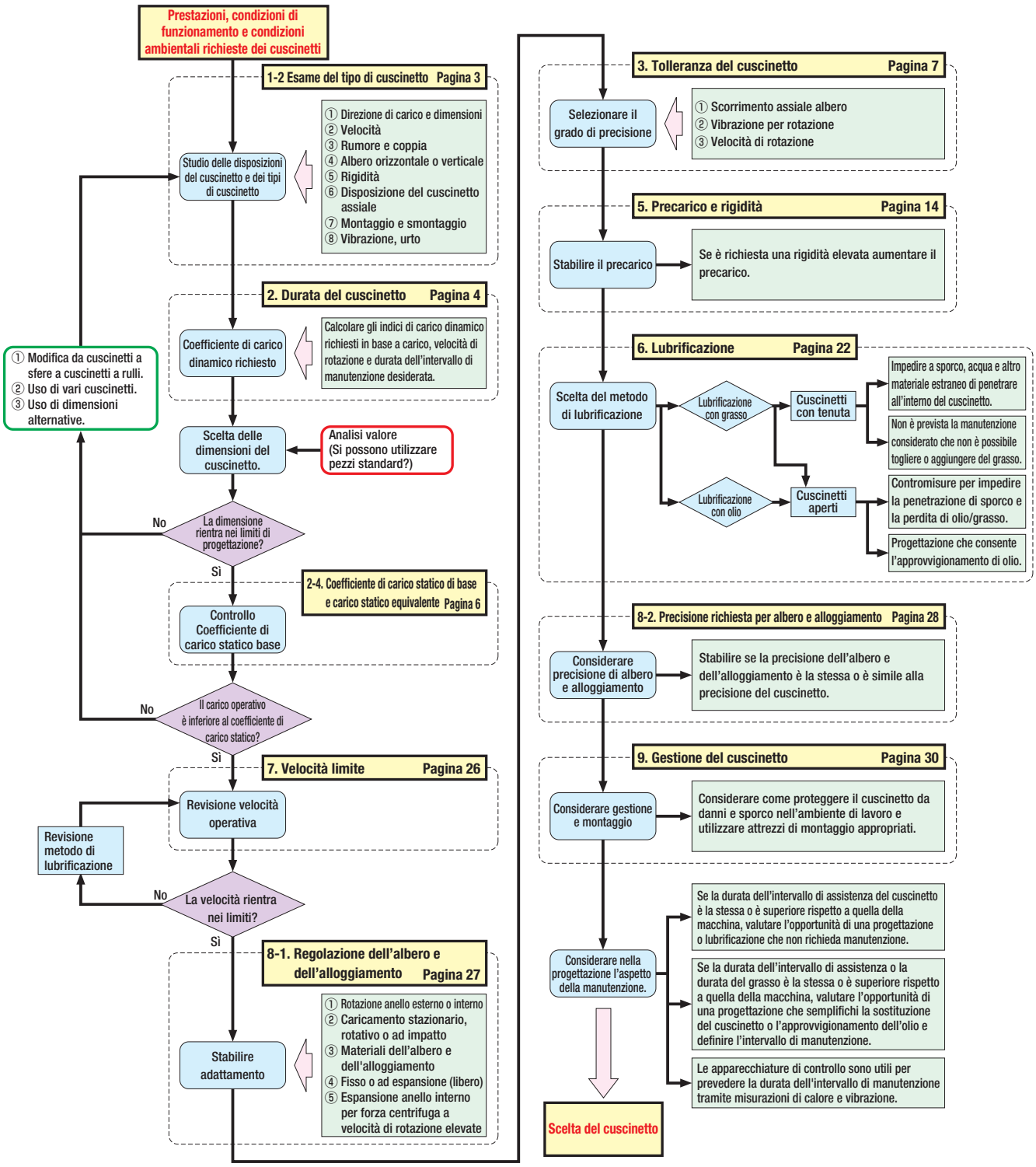
Selezione del cuscinetto
Durata del cuscinetto
Tolleranza del cuscinetto
Disposizione del cuscinetto
Precarico e rigidità
Lubrificazione
Velocità limite
Struttura dell'albero e dell'alloggiamento
Gestione del cuscinetto

1 Selezione del cuscinetto

1-1 Procedura di selezione del cuscinetto

La scelta del tipo e della combinazione di cuscinetti non è un compito facile e non è eccessivo affermare che la scelta stessa del cuscinetto è fondamentale per ottenere le prestazioni di progettazione e la durata desiderate.

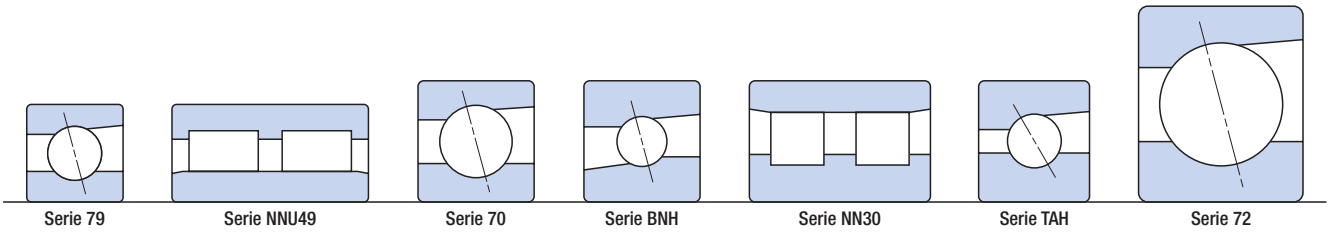
Pur non esistendo la procedura "migliore" per la scelta del cuscinetto giusto, il progettista dovrebbe attribuire massima priorità alla soddisfazione dei requisiti più critici dei cuscinetti. **Figura 1.1** è un esempio di una procedura basata sulla determinazione delle priorità per le caratteristiche del cuscinetto richieste.



● **Figura 1.1** Procedura di selezione del cuscinetto

1-2 Esame del tipo di cuscinetto

Fattori	Linee guida per la scelta
Spazio consentito per i cuscinetti	● Quando si progetta un sistema con albero, la rigidità e la forza dell'albero sono fattori fondamentali. Il primo passaggio è di stabilire il diametro dell'albero e il diametro del foro. ● **Figura 1.2** mostra le linee guida per i tipi e le dimensioni principali di cuscinetti a contatto volvente utilizzati nelle macchine utensili.
Carico (tipo, direzione, grandezza)	● Scegliere il tipo di cuscinetto ottimale secondo la grandezza del carico radiale e assiale, la direzione del carico (una o entrambe le direzione) e il livello (vibrazione o urto). ● In generale un cuscinetto a rulli ha una capacità del coefficiente di carico superiore a un cuscinetto a sfere.
Velocità di rotazione	● Scegliere il tipo di cuscinetto ottimale secondo la velocità di rotazione massima per la macchina in cui si utilizza il cuscinetto. ● Le velocità limite dei cuscinetti dipendono ampiamente dalla grandezza del carico applicato, dalla precisione di scorrimento, dal materiale e dalla progettazione della gabbia. Per cui, è necessario operare con attenta considerazione. ● In generale, i cuscinetti obliqui a sfere o i cuscinetti a rulli cilindrici, che presentano un aumento minimo della temperatura si utilizzano nelle applicazioni ad alta velocità.
Rigidità	● Per migliorare la rigidità dell'asse di rotazione costituisce un aspetto fondamentale la rigidità dell'albero e dell'alloggiamento ma anche la rigidità del cuscinetto. ● In generale, la rigidità di un cuscinetto a rulli è superiore a quella di un cuscinetto a sfere. ● La rigidità di cuscinetti obliqui a sfere in combinazione è aumentata applicando un precarico al cuscinetto.
Montaggio e smontaggio	● Scegliendo un cuscinetto separabile si aumenta l'efficienza di lavoro durante il montaggio e lo smontaggio per le ispezioni periodiche, ecc.



● **Figura 1.2** Cuscinetti a rulli di precisione principali utilizzati nelle macchine utensili

2 Durata del cuscinetto

2-1 Coefficiente di carico dinamico base e durata calcolata

Sebbene le necessità dei cuscinetti volventi varino in relazione alle individuali applicazioni le principali richieste sono:

- Alta capacità di carico
- Basso attrito
- Rotazione uniforme e silenziosa
- Alta precisione
- Alta rigidità

I requisiti di affidabilità e durata servono per stabilire l'intervallo di tempo in cui si debbono preservare anche tutti gli altri requisiti. Il requisito di affidabilità (durata di vita in senso lato) include vita e acustica del grasso così come durata di vita a fatica. L'affidabilità risulta ridotta in seguito a vari tipi di danni e degradazione.
Sebbene esistano altre tipologie di danni, la rottura e la usura per esempio, queste devono essere considerate separatamente dalla durata del cuscinetto. La gestione, il montaggio, la lubrificazione e le regolazioni eseguiti in modo inappropriato sono la causa principale di problemi che comportano una durata del cuscinetto inferiore a quella calcolata.
I cuscinetti dinamici possono rompersi a volte per la fatica di rotolamento generata dallo stress ripetitivo del carico del cuscinetto e ciò avviene indipendentemente dalle modalità con cui sono sottoposti a manutenzione, montati e gestiti. La durata di vita di un cuscinetto deve essere esaminata da due prospettive: 1) Se da una ispezione, una traccia di fatica risulta visibile, il cuscinetto è danneggiato e non più impiegabile per usi futuri; o 2) la durata di vita in ore o numeri di giri può essere predeterminata come limite oltre il quale il cuscinetto dovrà essere automaticamente rimpiazzato. Poiché il calcolo della durata di vita a fatica varierà per taglia e per tipo di cuscinetto in presenza di identiche condizioni di carico, grande cura deve essere presa nella analisi delle condizioni di carico e nella scelta finale dei cuscinetti per soddisfare le richieste applicative.
La durata a fatica dei singoli cuscinetti si disperde tra gli stessi. Quando un gruppo di cuscinetti identici è usato con le stesse condizioni compare il fenomeno statistico della dispersione. La durata media non è un criterio adeguato per la scelta dei cuscinetti con contatto volvente. È più appropriato invece considerare il limite (ore o numeri di rotazioni) che è in grado di sostenere un'ampia percentuale di cuscinetti funzionanti.
In base a ciò, la durata calcolata e il coefficiente di carico dinamico di base Cr o Ca sono stabiliti usando la seguente definizione:

- **Durata calcolata di base**
  Numero totale di rotazioni che il 90% di un gruppo di cuscinetti identici utilizzati singolarmente in condizioni identiche è in grado di completare senza subire danni materiali per lo stress da rotolamento.
- **Coefficiente di carico dinamico base (Cr o Ca)**
  Carico del cuscinetto di direzione e grandezza costante che considera conclusa la durata del cuscinetto dopo un milione di rotazioni.

La durata calcolata del cuscinetto è ottenuta con la **Formula 2.1** e la **Formula 2.2**.

$$L = \left(\frac{C}{P}\right)^{p} \qquad \text{(Formula 2.1)}$$

$$Lh = \left(\frac{C}{P}\right)^{p} \cdot \frac{10^6}{60n} \qquad \text{(Formula 2.2)}$$

L : Coefficiente base durata di vita (10^6 di giri)
Lh : Coefficiente base durata di vita (ore)
C : Coefficiente di carico dinamico di base (N) (Cr per cuscinetti radiali, Ca per cuscinetti di spinta)
P : Carico cuscinetto (carico dinamico equivalente) (N) (Pr per cuscinetti radiali, Pa per cuscinetti di spinta)
p : 3 (cuscinetti a sfere), 10/3 (cuscinetti a rulli)
n : Numero di giri:(min^{-1})

Nel caso di file multiple di disposizioni di cuscinetti a sfera radiali, il coefficiente di carico dinamico di base è calcolato utilizzando i fattori riportati di seguito.

Disposizione a 2 file	Disposizione a 3 file	Disposizione a 4 file
1,62	2,16	2,64

2-2 Carico dinamico equivalente

Il carico del cuscinetto P nella Formula 2.1 e nella Formula 2.2 è il carico puramente radiale (carico puramente assiale) di direzione e grandezza costante. In condizioni di funzionamento effettive sono molti i casi in cui i carichi radiali e assiali sono applicati contemporaneamente. In taluni casi, la vita del cuscinetto deve essere calcolata convertendo i carichi radiali e assiali in carico dinamico equivalente.
Il carico dinamico equivalente è calcolato utilizzando la **Formula 2.3**.
Carico del cuscinetto di direzione e grandezza costante che considera conclusa la durata del cuscinetto dopo un milione di rotazioni.
La durata calcolata del cuscinetto è ottenuta con la Formula 2.1 e la Formula 2.2.

$$Pr = XFr + YFa \text{ or } Pa = XFr + YFa \qquad \text{(Formula 2.3)}$$

Pr : Carico radiale dinamico equivalente (N)
Pa : Carico assiale dinamico equivalente (N)
Fr : Carico radiale (N)
Fa : Carico assiale (N)
X : Fattori di carico radiale (**Tabella 2.1**)
Y : Fattori di carico assiale (**Tabella 2.1**)

● **Tabella 2.1** Fattori di carico

	Angolo di contatto nominale	iFa/Cor	e	Cuscinetto fila / direzione singola		Cuscinetto file/direzioni multiple			
				Fa/Fr>e		Fa/Fr≤e		Fa/Fr>e	
				X	Y	X	Y	X	Y
Cuscinetti a sfera radiali	15°	0,015	0,38	0,44	1,47	1	1,65	0,72	2,39
		0,029	0,40		1,40		1,57		2,28
		0,058	0,43		1,30		1,46		2,11
		0,087	0,46		1,23		1,38		2,00
		0,12	0,47		1,19		1,34		1,93
		0,17	0,50		1,12		1,26		1,82
		0,29	0,55		1,02		1,14		1,66
		0,44	0,56		1,00		1,12		1,63
		0,58	0,56		1,00		1,12		1,63
	25°	—	0,68	0,41	0,87		0,92	0,67	1,41
	30°	—	0,80	0,39	0,76		0,78	0,63	1,24
	40°	—	1,14	0,35	0,57		0,55	0,57	0,93
Cuscinetti a sfera di spinta	50°	—	1,49	0,73	1	1,37	0,57	0,73	1
	55°	—	1,79	0,81	1	1,6	0,56	0,81	1
	60°	—	2,17	0,92	1	1,9	0,55	0,92	1

Nota 1) i = 2 per DB o DF, i = 1 per singolo o DT.
Nota 2) Per singolo o DT, usare Pr=Fr quando Fa/Fr≤e.
Nota 3) Quando l'angolo di contatto nominale è pari a 15°, utilizzare l'interpolazione lineare per stabilire X, Y, ed i valori e di iFa/Cor che non sono inclusi nella tabella.
Nota 4) Per uso ad alta velocità (valore dmn > 800.000), si deve considerare la forza centrifuga del rullo oltre al carico esterno. Per tali applicazioni si prega di contattare NACHI.

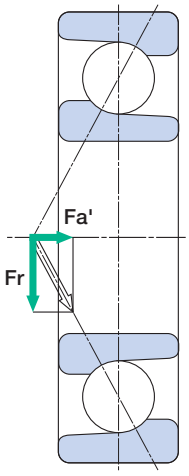
2-3 Carico dei cuscinetti obliqui a sfere

Nel caso di cuscinetti obliqui a sfere i punti in cui le linee di contatto estese tra il cuscinetto e l'asse come da **Figura 2.1** devono essere utilizzati come punti di supporto del cuscinetto (centri di carico).
In considerazione di ciò, i cuscinetti obliqui a sfere sono illustrati nelle tabelle dimensionali con dimensioni "a" che indicano le posizioni dei punti di supporto. Tale considerazione è molto importante quando un carico di momento è in azione su una serie di cuscinetti.
Le forze assiali del componente sono generate quando un carico radiale agisce su un cuscinetto o obliquo a sfere. Si possono calcolare le forze del componente assiale utilizzando la **Formula 2.4**.

$$Fa' = \frac{Fr}{2Y} \qquad \text{(Formula 2.4)}$$

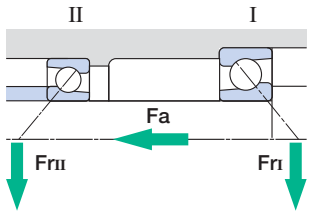
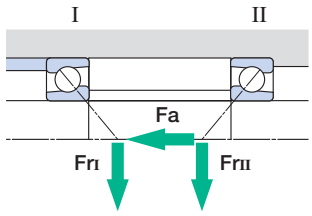
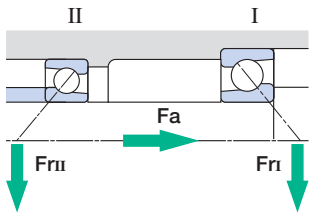
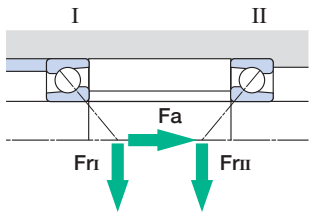
Fa' : Carico assiale indotto (N)
Fr : Carico radiale (N)
Fa : Fattore di carico assiale

In seguito a queste forze del componente, il carico assiale e il carico radiale dinamico equivalente che agiscono sul cuscinetto sono illustrate nella **Tabella 2.2**.



● **Figura 2.1** Carico assiale indotto per cuscinetti obliqui a sfere

● **Tabella 2.2** Carico assiale e Carico dinamico equivalente con Cuscinetti obliqui a sfere

Disposizione del Cuscinetto	Condizioni di carico	Carico assiale	Carico radiale dinamico equivalente
	$Fa \geq 0.5\left(\frac{Fr_I}{Y_I} - \frac{Fr_{II}}{Y_{II}}\right)$	$Fa_I = Fa_{II} + Fa$ $Fa_{II} = 0.5\frac{Fr_{II}}{Y_{II}}$	$Pr_I = X_I Fr_I + Y_I(Fa_{II} + Fa)$ $Pr_{II} = Fr_{II}$
	$Fa < 0.5\left(\frac{Fr_I}{Y_I} - \frac{Fr_{II}}{Y_{II}}\right)$	$Fa_I = 0.5\frac{Fr_I}{Y_I}$ $Fa_{II} = Fa_I - Fa$	$Pr_I = Fr_I$ $Pr_{II} = X_{II} Fr_{II} + Y_{II}(Fa_I - Fa)$
	$Fa \geq 0.5\left(\frac{Fr_{II}}{Y_{II}} - \frac{Fr_I}{Y_I}\right)$	$Fa_I = 0.5\frac{Fr_I}{Y_I}$ $Fa_{II} = Fa_I + Fa$	$Pr_I = Fr_I$ $Pr_{II} = X_{II} Fr_{II} + Y_{II}(Fa_I + Fa)$
	$Fa < 0.5\left(\frac{Fr_{II}}{Y_{II}} - \frac{Fr_I}{Y_I}\right)$	$Fa_I = Fa_{II} - Fa$ $Fa_{II} = 0.5\frac{Fr_{II}}{Y_{II}}$	$Pr_I = X_I Fr_I + Y_I(Fa_{II} - Fa)$ $Pr_{II} = Fr_{II}$

Fr_I, Fr_{II} : Carico radiale (N) applicato ai cuscinetti I e II
Y_I, Y_{II} : Fattori di carico assiale dei cuscinetti I e II
Pr_I, Pr_{II} : Carico radiale dinamico equivalente (N) dei cuscinetti I e II
Fa : Carico assiale esterno (N)
X_I, X_{II} : Fattori di carico radiale dei cuscinetti I e II

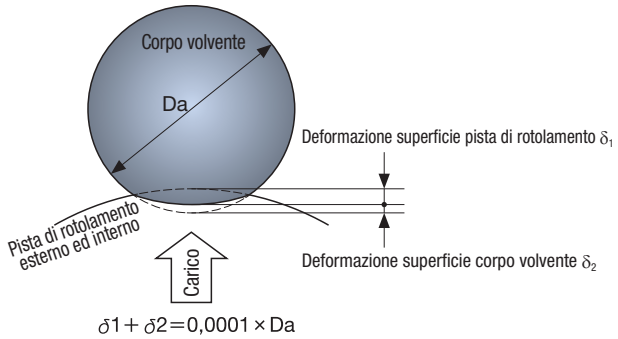
2-4 Coefficiente di carico statico di base e carico statico equivalente

2.4.1 Coefficiente di carico statico di base

Il carico applicato su cuscinetti fermi può creare intaccature permanenti sulle superfici di carico. Mentre si tollerano alcuni livelli di deformazione, un livello di deformazione sarà raggiunto quando rumore e vibrazione, durante l'esercizio del cuscinetto, renderanno il cuscinetto non più usabile. Il termine Coefficiente di carico statico di base (Cor o Coa) si riferisce al massimo valore di carico statico di stress da contatto fra corpi volventi e pista di rotolamento.

Cuscinetti a sfere ——— 4200 MPa
Cuscinetti a rulli —— 4000 MPa

Con questi stress da contatto, la somma delle deformazioni è approssimativamente 1/10.000 del diametro del corpo volvente. (**Figura 2.2**).



● **Figura 2.2** Intaccatura permanente

2.4.2 Carico statico equivalente

Il Carico Statico Equivalente è il carico statico che riflette le condizioni attuali di carico sulla sezione di contatto fra i corpi volventi e la pista di rotolamento che ricevono il massimo stress.
Per i cuscinetti radiali il carico di direzione e grandezza costante è denominato carico radiale statico equivalente e per i cuscinetti assiali, il carico assiale di direzione e grandezza costante è denominato carico assiale statico equivalente.
Per calcolare il carico radiale statico equivalente, si deve utilizzare il più grande dei due valori ottenuti dalla **Formula 2.5** e dalla **Formula 2.6**.

$$Por = Xo\,Fr + Yo\,Fa \quad \text{(Formula 2.5)}$$

$$Por = Fr \quad \text{(Formula 2.6)}$$

Il carico assiale statico equivalente è calcolato utilizzando la **Formula 2.7**.

$$Poa = Xo\,Fr + Yo\,Fa \quad \text{(Formula 2.7)}$$

Por	: Carico radiale statico equivalente (N)
Poa	: Carico assiale statico equivalente (N)
Fr	: Carico radiale (N)
Fa	: Carico assiale (N)
Xo	: Fattori di carico radiale statico (**Tabella 2.3**)
Yo	: Fattori di carico assiale statico (**Tabella 2.3**)

● **Tabella 2.3** Fattori di carico statico

	Angolo di contatto nominale	Singolo o DT		DB o DF	
		Xo	Yo	Xo	Yo
Cuscinetti a sfera radiali	15°	0,5	0,46	1	0,92
	25°	0,5	0,38	1	0,76
	30°	0,5	0,33	1	0,66
	40°	0,5	0,26	1	0,52
Cuscinetti a sfera di spinta	50°	2,74	1	2,74	1
	55°	3,28	1	3,28	1
	60°	3,98	1	3,98	1

2.4.3 Fattore di sicurezza

Il coefficiente di carico statico di base è considerato come il carico limite nelle applicazioni in genere.
Un'applicazione potrebbe richiedere un fattore di sicurezza maggiore di 1.
La **Formula 2.8** e la **Tabella 2.4** mostrano la forma di calcolo e il fattore di sicurezza (linee guida).

$$Po\ max = \frac{Co}{So} \quad \text{(Formula 2.8)}$$

Po max	: Carico statico equivalente ammesso (N)
Co	: Coefficiente di carico statico di base (N)
So	: Fattore di sicurezza (**Tabella 2.4**)

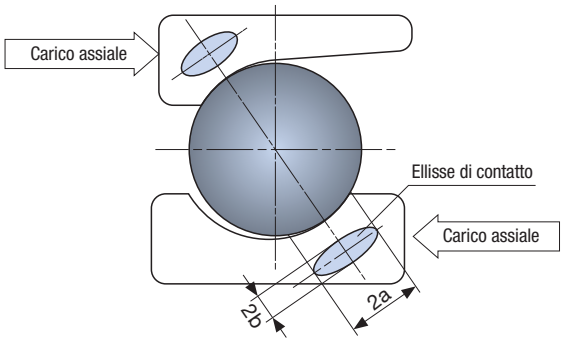
● **Tabella 2.4** Fattore di sicurezza So

Condizioni applicative	So	
	Cuscinetti a sfere	Cuscinetti a rulli
È richiesta un'alta precisione di rotolamento	2	3
Presenza di vibrazioni/urti	1,5	2
Condizioni di funzionamento normali	1	1,5

2.4.4 Carico di spinta ammesso

Esiste un carico di spinta ammesso per i cuscinetti che può essere applicato con carico assiale come per i cuscinetti obliqui a sfere.
Per i cuscinetti a sfere il carico ammesso è il valore minore tra i due riportati di seguito.

① Carico assiale quando il valore della pressione di contatto tra corpo volvente e pista di rotolamento è 4200 MPa o meno
② Carico assiale che genera l'ellisse di contatto tra corpo volvente e pista di rotolamento per deviare oltre lo spallamento della pista di rotolamento (**Figura 2.3**)



● **Figura 2.3** Ellisse di contatto

3 Tolleranza del cuscinetto

3-1 Tolleranze del cuscinetto radiale

La tolleranza dei cuscinetti a contatto volvente comprende la precisione dimensionale e di rotolamento. La tolleranza è classificata in base alla norma ISO 492 e alla JIS B 1514 (cuscinetti a rulli - tolleranze) con cuscinetti a rulli conformi alla Classe 5, 4 e 2.
Le tolleranze dei cuscinetti radiali sono mostrate nella **Tabella 3.1** e **Tabella 3.2** (pagina 8).

● **Tabella 3.1** Tolleranze dell'anello interno (JIS Classe 5, Classe 4, Classe 2)

Unità: µm

Diametro nominale foro del cuscinetto d (mm)		Variazione media nel singolo piano del diametro del foro (1) Δ_{dmp}						Deviazione del diametro del foro (1) Δ_{ds}				Differenza nel singolo piano del foro (1) V_{dsp}				Differenza media nel singolo piano del diametro del foro (1) V_{dmp}		
		Classe 5		Classe 4		Classe 2		Classe 4		Classe 2		Classe 5		Classe 4		Classe 5	Classe 4	Classe 2
Oltre	Fino a	Alto	Basso	Alto	Basso	Alto	Basso	Serie dei diametri 0,2				Serie dei diametri 9	Serie dei diametri 0,2	Serie dei diametri 9	Serie dei diametri 0,2	Max	Max	Max
								Alto	Basso	Alto	Basso	Max	Max	Max	Max			
2.5	10	0	-5	0	-4	0	-2,5	0	-4	0	-2,5	5	4	4	3	3	2	1,5
10	18	0	-5	0	-4	0	-2,5	0	-4	0	-2,5	5	4	4	3	3	2	1,5
18	30	0	-6	0	-5	0	-2,5	0	-5	0	-2,5	6	5	5	4	3	2,5	1,5
30	50	0	-8	0	-6	0	-2,5	0	-6	0	-2,5	8	6	6	5	4	3	1,5
50	80	0	-9	0	-7	0	-4	0	-7	0	-4	9	7	7	5	5	3,5	2
80	120	0	-10	0	-8	0	-5	0	-8	0	-5	10	8	8	6	5	4	2,5
120	150	0	-13	0	-10	0	-7	0	-10	0	-7	13	10	10	8	7	5	3,5
150	180	0	-13	0	-10	0	-7	0	-10	0	-7	13	10	10	8	7	5	3,5
180	250	0	-15	0	-12	0	-8	0	-12	0	-8	15	12	12	9	8	6	4

Unità: µm

Diametro nominale foro del cuscinetto d (mm)		Eccentricità radiale dell'anello interno del cuscinetto assemblato K_{ia}			Eccentricità della faccia di riferimento dell'anello interno con foro S_d			Eccentricità della faccia di riferimento dell'anello interno del cuscinetto assemblato con pista di rotolamento (2) S_{ia}			Deviazione della larghezza di un anello singolo Δ_{Bs}						Variazione della larghezza dell'anello interno V_{Bs}		
		Classe 5	Classe 4	Classe 2	Classe 5	Classe 4	Classe 2	Classe 5	Classe 4	Classe 2	Classe 5		Classe 4/Classe 2		Classe 5/Classe 4 /Classe 2		Classe 5	Classe 4	Classe 2
Oltre	Fino a	Max	Max	Max	Max	Max	Max	Max	Max	Max	Cuscinetto singolo				Cuscinetto in disposizione doppia (3)		Max	Max	Max
											Alto	Basso	Alto	Basso	Alto	Basso			
2.5	10	4	2,5	1,5	7	3	1,5	7	3	1,5	0	-40	0	-40	0	-250	5	2,5	1,5
10	18	4	2,5	1,5	7	3	1,5	7	3	1,5	0	-80	0	-80	0	-250	5	2,5	1,5
18	30	4	3	2,5	8	4	1,5	8	4	2,5	0	-120	0	-120	0	-250	5	2,5	1,5
30	50	5	4	2,5	8	4	1,5	8	4	2,5	0	-120	0	-120	0	-250	5	3	1,5
50	80	5	4	2,5	8	5	1,5	8	5	2,5	0	-150	0	-150	0	-250	6	4	1,5
80	120	6	5	2,5	9	5	2,5	9	5	2,5	0	-200	0	-200	0	-380	7	4	2,5
120	150	8	6	2,5	10	6	2,5	10	7	2,5	0	-250	0	-250	0	-380	8	5	2,5
150	180	8	6	5	10	6	4	10	7	5	0	-250	0	-250	0	-380	8	5	4
180	250	10	8	5	11	7	5	13	8	5	0	-300	0	-300	0	-500	10	6	5

Nota 1) Si applica ai cuscinetti a rulli cilindrici.
Nota 2) Si applica a tutti i cuscinetti a sfere.
Nota 3) Si applica agli anelli dei singoli cuscinetti realizzati per i cuscinetti montati.
Osservazione: L'alta deviazione del diametro del foro del cuscinetto a rulli cilindrici in Tabella 3.1 non deve essere applicata fra la distanza della faccia della pista di rotolamento dell'anello di 1,2 x r (max) dello smusso.

Tolleranza del cuscinetto

● **Tabella 3.2** Tolleranze dell'anello esterno (JIS Classe 5, Classe 4, Classe 2)

Unità: µm

Diametro nominale esterno del cuscinetto D (mm)		Variazione media nel singolo piano del diametro esterno dell'anello esterno ΔD_{mp}						Deviazione del diametro esterno ΔD_s				Variazione diametro esterno in un singolo piano radiale (1) V_{Dsp}					Variazione media del diametro esterno V_{Dmp}		
		Classe 5		Classe 4		Classe 2		Classe 4		Classe 2		Classe 5		Classe 4		Classe 2	Classe 5	Classe 4	Classe 2
Oltre	Fino a	Alto	Basso	Alto	Basso	Alto	Basso	Serie dei diametri 0,2				Serie dei diametri 9	Serie dei diametri 0,2	Serie dei diametri 9	Serie dei diametri 0,2	Serie dei diametri 0,2	Max	Max	Max
								Alto	Basso	Alto	Basso	Max	Max	Max	Max	Max			
18	30	0	-6	0	-5	0	-4	0	-5	0	-4	6	5	5	4	4	3	2,5	2
30	50	0	-7	0	-6	0	-4	0	-6	0	-4	7	5	6	5	4	4	3	2
50	80	0	-9	0	-7	0	-4	0	-7	0	-4	9	7	7	5	4	5	3,5	2
80	120	0	-10	0	-8	0	-5	0	-8	0	-5	10	8	8	6	5	5	4	2,5
120	150	0	-11	0	-9	0	-5	0	-9	0	-5	11	8	9	7	5	6	5	2,5
150	180	0	-13	0	-10	0	-7	0	-10	0	-7	13	10	10	8	7	7	5	3,5
180	250	0	-15	0	-11	0	-8	0	-11	0	-8	15	11	11	8	8	8	6	4
250	315	0	-18	0	-13	0	-8	0	-13	0	-8	18	14	13	10	8	9	7	4
315	400	0	-20	0	-15	0	-10	0	-15	0	-10	20	15	15	11	10	10	8	5

Unità: µm

Diametro nominale esterno del cuscinetto D (mm)		Eccentricità radiale dell'anello esterno del cuscinetto assemblato K_{ea}			Variazione della inclinazione della generatrice della superficie esterna con riferimento anello esterno S_D			Eccentricità della faccia di riferimento dell'anello esterno del cuscinetto assemblato con pista di rotolamento (2) S_{ea}			Deviazione della larghezza di un anello singolo ΔC_s	Variazione della larghezza dell'anello esterno V_{Cs}		
		Classe 5	Classe 4	Classe 2	Classe 5	Classe 4	Classe 2	Classe 5	Classe 4	Classe 2		Classe 5	Classe 4	Classe 2
Oltre	Fino a	Max	Max	Max	Max	Max	Max	Max	Max	Max		Max	Max	Max
18	30	6	4	2,5	8	4	1,5	8	5	2,5		5	2,5	1,5
30	50	7	5	2,5	8	4	1,5	8	5	2,5		5	2,5	1,5
50	80	8	5	4	8	4	1,5	10	5	4		6	3	1,5
80	120	10	6	5	9	5	2,5	11	6	5	Corrisponde ai valori di ΔB_s dell'anello interno abbinato ad esso.	8	4	2,5
120	150	11	7	5	10	5	2,5	13	7	5		8	5	2,5
150	180	13	8	5	10	5	2,5	14	8	5		8	5	2,5
180	250	15	10	7	11	7	4	15	10	7		10	7	4
250	315	18	11	7	13	8	5	18	10	7		11	7	5
315	400	20	13	8	13	10	7	20	13	8		13	8	7

Nota 1) Si applica a tutti i cuscinetti di tipo aperto.
Nota 2) Si applica a tutti i cuscinetti a sfere.
Osservazione: La deviazione bassa del diametro esterno dei cuscinetti in Tabella 3.2 non si applica entro la distanza dalla faccia dell'anello di 1,2 x r (max) dello smusso.

3-2 Tolleranze e valori ammessi dei cuscinetti obliqui a sfere per carichi di spinta (serie TAH/TBH)

Tranne per il diametro esterno del diametro esterno dell'anello esterno, la precisione dei cuscinetti obliqui a sfere per carichi di spinta conformi a JIS Classe 4. Il diametro esterno delle tolleranze dell'anello esterno corrisponde a quanto illustrato nella **Tabella 3.3**.

● **Tabella 3.3** Tolleranza del diametro esterno

Unità: µm

Diametro nominale esterno del cuscinetto D (mm)		Deviazione del diametro esterno ΔD_s	
Oltre	Fino a	Alto	Basso
50	80	-30	-49
80	120	-36	-58
120	180	-43	-68
180	250	-50	-79
250	315	-56	-88

3-3 Tolleranze dei cuscinetti a rulli conici incrociati

Le tolleranze per i cuscinetti a rulli conici incrociati sono illustrate nella **Tabella 3.4** e nella **Tabella 3.5**.

● **Tabella 3.4** Tolleranze dell'anello interno e dell'anello esterno serie XRN

Unità: µm

Cuscinetto n.	Variazione media nel singolo piano del diametro del foro Δd_{mp}		Variazione media nel singolo piano del diametro esterno dell'anello esterno ΔD_{mp}		Variazione dell'altezza assemblata Ts		Eccentricità anello esterno (Max)	
	Alto	Basso	Alto	Basso	Alto	Basso	Eccentricità radiale	Eccentricità faccia laterale
150XRN23	0	-13	0	-15	+350	-250	7	7
200XRN28	0	-15	0	-18	+350	-250	7	7
250XRN33	0	-15	0	-18	+350	-250	7	7
250XRN35	0	-10	0	-13	+350	-250	9	9
300XRN40	0	-13	0	-15	+350	-250	7	7
310XRN42	0	-13	0	-15	+350	-250	7	7
0330XRN045	+25	0	+25	0	+350	-250	8	8
350XRN47	0	-13	0	-15	+350	-250	9	9
375XRN49	0	-13	0	-15	+350	-250	7	7
400XRN55	0	-13	0	-18	+350	-250	9	9
0457XRN060	+25	0	+25	0	+380	-380	9	9
580XRN76	+25	0	+38	0	+406	-406	10	10
0685XRN091	+38	0	+38	0	+508	-508	12	12
950XRN117	0	-75	0	-75	+750	-750	14	14

● **Tabella 3.5** Tolleranze dell'anello interno e dell'anello esterno serie XRG (XRGV)

Unità: µm

Cuscinetto n.	Variazione media nel singolo piano del diametro del foro Δd_{mp}		Variazione media nel singolo piano del diametro esterno dell'anello esterno ΔD_{mp}		Variazione dell'altezza assemblata Ts		Eccentricità anello interno (Max)	
	Alto	Basso	Alto	Basso	Alto	Basso	Eccentricità radiale	Eccentricità faccia laterale
130XRG23	0	-10	0	-15	+350	-250	6	7
140XRGV20	0	-13	0	-15	+350	-350	5	5
150XRG23	0	-13	0	-15	+350	-250	6	7
200XRGV028	0	-15	0	-18	+350	-350	7	7
320XRG43	0	-13	0	-15	+350	-250	7	7
480XRGV66	0	-45	-70	-100	+450	-450	11	11

Tolleranza del cuscinetto

3-4 Tolleranze per cuscinetti per supporto di viti con ricircolo di sfere (serie TAB)

Le tolleranze per i cuscinetti per supporto di viti con ricircolo di sfere (serie TAB) sono illustrate nella **Tabella 3.6** e nella **Tabella 3.7**.

● **Tabella 3.6** Tolleranze dell'anello interno (larghezza dell'anello esterno ed eccentricità della faccia laterale dell'anello esterno riferita alla pista di scorrimento)

Unità: µm

Diametro nominale foro del cuscinetto d (mm)		Variazione del foro e variazione media nel singolo piano del foro Δd_{mp}, Δd_s				Variazione diametro del foro in un singolo piano radiale V_{dp}		Variazione media del diametro del foro V_{dmp}		Deviazione della larghezza di un anello singolo (oppure larghezza esterna di un anello singolo) ΔB_s, ΔC_s		Deviazione della larghezza dell'anello interno V_{Bs}		Eccentricità radiale dell'anello interno del cuscinetto assemblato K_{ia}		Eccentricità faccia laterale S_d riferita al foro		Eccentricità faccia laterale riferita alla pista di scorrimento dell'anello interno del cuscinetto assemblato S_{ia} e dell'anello esterno del cuscinetto assemblato S_{ea}	
		Classe 5		Classe 4		Classe 5	Classe 4	Classe 5	Classe 4	Classe 5/Classe 4		Classe 5	Classe 4	Classe 5	Classe 4	Classe 5	Classe 4	Classe 5	Classe 4
Oltre	Fino a	Alto	Basso	Alto	Basso	Max	Max	Max	Max	Alto	Basso	Max	Max	Max	Max	Max	Max	Max	Max
10	18	0	-5	0	-4	4	3	3	2	0	-80	5	2,5	4	2,5	7	3	4	2
18	30	0	-6	0	-5	5	4	3	2,5	0	-120	5	2,5	4	3	8	4	5	2,5
30	50	0	-8	0	-6	6	5	4	3	0	-120	5	3	5	4	8	4	6	2,5
50	80	0	-9	0	-7	7	5	5	3,5	0	-150	6	4	5	4	8	5	7	2,5

● **Tabella 3.7** Tolleranze per l'anello esterno

Unità: µm

Diametro nominale esterno del cuscinetto D (mm)		Variazione media nel singolo piano del diametro esterno dell'anello esterno ΔD_{mp}, ΔD_s				Variazione diametro esterno in un singolo piano radiale V_{Dp}		Variazione media del diametro esterno V_{Dmp}		Variazione della inclinazione della generatrice della superficie esterna con riferimento anello esterno V_{Cs}		Eccentricità radiale dell'anello esterno del cuscinetto assemblato K_{ea}		Inclinazione esterna dell'anello esterno S_D	
		Classe 5		Classe 4		Classe 5	Classe 4	Classe 5	Classe 4	Classe 5	Classe 4	Classe 5	Classe 4	Classe 5	Classe 4
Oltre	Fino a	Alto	Basso	Alto	Basso	Max	Max	Max	Max	Max	Max	Max	Max	Max	Max
30	50	0	-7	0	-6	5	5	4	3	5	2,5	7	5	8	4
50	80	0	-9	0	-7	7	5	5	3,5	6	3	8	5	8	4
80	120	0	-10	0	-8	8	6	5	4	8	4	10	6	9	5

Per il tipo con "Flush ground" della serie TAB si stabiliscono dei rigorosi valori di tolleranza per il diametro esterno e il diametro del foro per ridurre le differenze all'interno dei cuscinetti accoppiati. (**Tabella 3.8**, **Tabella 3.9**)

● **Tabella 3.8** Tolleranze per diametro del foro dell'anello interno (Classe 4 "Flush ground")

Unità: µm

Diametro nominale foro del cuscinetto d (mm)		Variazione media nel singolo piano del diametro del foro Δd_{mp}, Δd_s	
		Classe 4 "Flush ground"	
Oltre	Fino a	Alto	Basso
10	18	0	-4
18	30	0	-4
30	50	0	-4
50	80	0	-5

Tolleranze per altri elementi diversi dal diametro del foro conformi alla Classe 4 nella Tabella 3.6.

● **Tabella 3.9** Tolleranze per diametro esterno dell'anello esterno (Classe 4 "Flush ground")

Unità: µm

Diametro nominale esterno del cuscinetto D (mm)		Variazione media nel singolo piano del diametro esterno dell'anello esterno ΔD_{mp}, ΔD_s	
		Classe 4 "Flush ground"	
Oltre	Fino a	Alto	Basso
30	50	0	-4
50	80	0	-5
80	120	0	-6

Tolleranze per altri elementi diversi dal diametro esterno conformi alla Classe 4 nella Tabella 3.7.

3-5 Tolleranze per cuscinetti per supporto di viti con ricircolo di sfere (serie TAF)

Le tolleranze per i cuscinetti per supporto di viti con ricircolo di sfere (serie TAF) sono illustrate nella **Tabella 3.10** e nella **Tabella 3.11**.

● **Tabella 3.10** Tolleranze dell'anello interno (larghezza anello esterno compresa, JIS Classe 5)

Unità: µm

Diametro nominale foro del cuscinetto d (mm)		Variazione media nel singolo piano del diametro del foro Δd_{mp}		Variazione diametro del foro in un singolo piano radiale V_{dp}	Variazione media del diametro del foro V_{dmp}	Variazione della larghezza dell'anello esterno ed interno ΔB_s, ΔC_s		Deviazione di larghezza dell'anello interno VBS V_{Bs}	Eccentricità radiale dell'anello interno del cuscinetto assemblato K_{ia}	Eccentricità faccia laterale riferita al foro S_d	Eccentricità faccia laterale riferita alla pista di scorrimento dell'anello interno del cuscinetto assemblato S_{ia}
Oltre	Fino a	Alto	Basso	Max	Max	Alto	Basso	Max	Max	Max	Max
18	30	0	-6	5	3	0	-120	5	4	8	8
30	50	0	-8	6	4	0	-120	5	5	8	8
50	80	0	-9	7	5	0	-150	6	5	8	8
80	120	0	-10	8	5	0	-200	7	6	9	9

● **Tabella 3.11** Tolleranze dell'anello esterno (JIS Classe 5)

Unità: µm

Diametro nominale esterno del cuscinetto D (mm)		Variazione media nel singolo piano del diametro esterno dell'anello esterno ΔD_{mp}		Variazione diametro esterno in un singolo piano radiale V_{Dp}	Variazione media del diametro esterno V_{Dmp}	Variazione della larghezza dell'anello esterno V_{Cs}	Eccentricità radiale dell'anello esterno del cuscinetto assemblato K_{ea}	Variazione della inclinazione della generatrice della superficie esterna con riferimento anello esterno S_D	Eccentricità della faccia di riferimento dell'anello interno del cuscinetto assemblato con pista di rotolamento S_{ea}
Oltre	Fino a	Alto	Basso	Max	Max	Max	Max	Max	Max
50	80	0	-9	7	5	6	8	8	10
80	120	0	-10	8	5	8	10	9	11
120	150	0	-11	8	6	8	11	10	13
150	180	0	-13	10	7	8	13	10	14
180	250	0	-15	11	8	10	15	11	15
250	315	0	-18	14	9	11	18	13	18

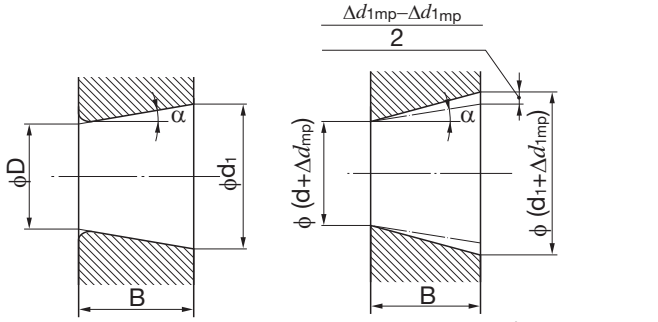
3-6 Tolleranze per cuscinetti a rulli conici (cuscinetti a rulli cilindrici)

Le tolleranze dei cuscinetti a rulli conici (cuscinetti a rulli cilindrici) sono specificate da JIS. Considerato che le tolleranze JIS sono piuttosto ampie, NACHI ha definito una propria gamma ristretta per cuscinetti di precisione.

● **Tabella 3.12** Tolleranze per cuscinetti a rulli conici (cuscinetti a rulli cilindrici)

Unità: µm

Diametro nominale foro del cuscinetto d (mm)		Deviazione media del diametro del foro in prossimità della parte del foro piccolo teorico del conico								Variazione diametro del foro in un piano singolo radiale	
		Δd_{mp}				$\Delta d_{1mp} - \Delta d_{mp}$				V_{dp}	
		Classe 5		Classe 4		Classe 5		Classe 4		Classe 5	Classe 4
Oltre	Fino a	Alto	Basso	Alto	Basso	Alto	Basso	Alto	Basso	Max	Max
18	30	+10	0	+6	0	+5	0	+3	0	3	3
30	50	+12	0	+8	0	+5	0	+4	0	4	3
50	80	+15	0	+9	0	+6	0	+4	0	5	4
80	120	+20	0	+10	0	+7	0	+5	0	5	4
120	180	+25	0	+13	0	+10	0	+7	0	7	5
180	250	+30	0	+15	0	+12	0	+9	0	8	6
250	315	+35	0	+18	0	+15	0	+11	0	9	9
315	400	+40	0	+23	0	+16	0	+12	0	12	12



Foro conico teorico — Foro conico con diametri medi effetti in prossimità delle relative deviazioni

● **Figura 3.1** Fori conici di cuscinetti a rulli cilindrici

D : Diametro nominale foro del cuscinetto

d_1 : diametro base in prossimità del foro grande teorico del conico

$$d_1 = d + \frac{1}{12}B$$

Δd_{mp} : Deviazione del diametro medio del foro in prossimità del foro piccolo teorico del conico

Δd_{1mp} : Deviazione del diametro medio del foro in prossimità del foro grande teorico del conico

B : Larghezza anello interno nominale del cuscinetto

α : Angolo nominale di conicità (metà dell'angolo del cono)

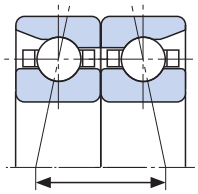
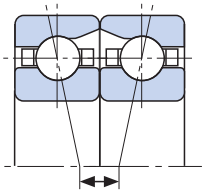
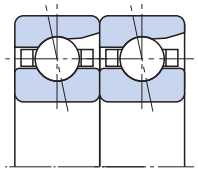
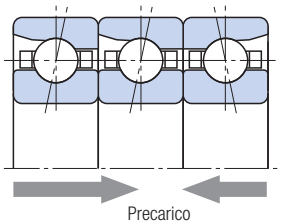
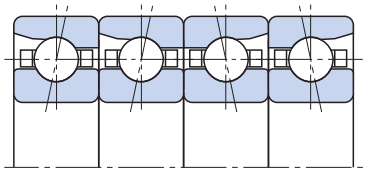
4 Disposizione del cuscinetto

4-1 Caratteristiche cuscinetto doppio

Oltre alla disposizione in coppia, i cuscinetti obliqui a sfere e i cuscinetti per supporto di viti con ricircolo di sfere sono disponibili a coppia con disposizione di 3 e di 4. I cuscinetti in queste combinazioni sono prodotti in serie con precarico desiderato, laddove è controllata la variazione dimensionale del diametro esterno e del diametro del foro nelle serie di cuscinetti. A causa di ciò, si consiglia di evitare di scambiare i cuscinetti in disposizione a coppia di una serie con altri cuscinetti.

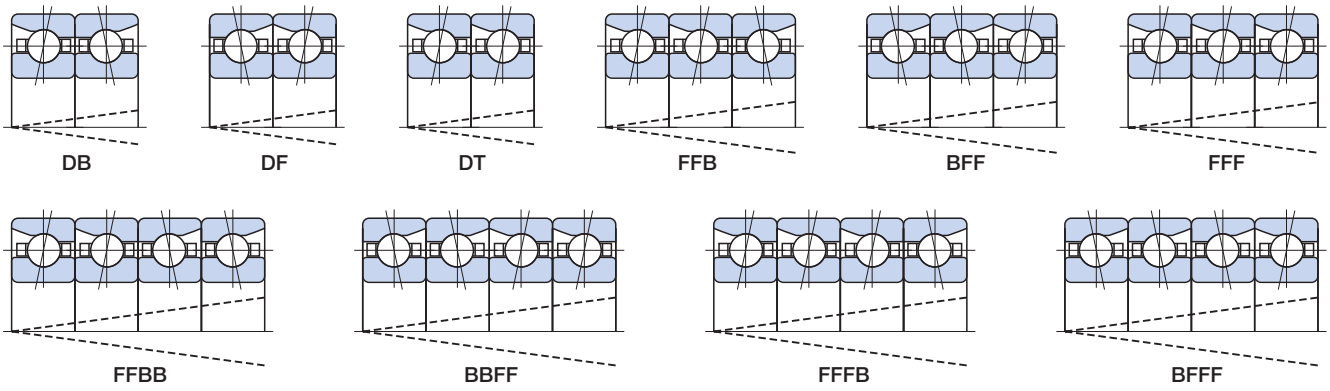
Tabella 4.1 mostra le combinazioni principali e descrive le relative caratteristiche.

● **Tabella 4.1** Combinazioni principali e caratteristiche

Combinazioni principali	Vista in sezione	Capacità di carico	Rigidità con momenti ribaltanti	Velocità	Caratteristiche
Spalla a spalla (DB)	 Distanza dal centro di carico		◎	◎	● Si possono applicare carichi radiali e assiali in entrambe le direzioni. ● La distanza dal centro di carico è lunga per cui la capacità dei momenti ribaltanti è alta. ● Il mancato allineamento o altri errori di montaggio aumentano il carico interno e tendono a generare scheggiature premature.
Faccia a faccia (DF)	 Distanza dal centro di carico		○	◎	● La distanza dal centro di carico è minore per cui la capacità dei momenti ribaltanti è bassa. ● Poiché la capacità dei momenti ribaltanti è bassa, si deve tenere sotto controllo l'aumento del carico interno per mancato allineamento. In seguito a ciò questa combinazione è idonea quando non è possibile evitare il mancato allineamento o quando la deflessione dell'albero è ampia in seguito al carico.
Tandem (DT)			△	◎	● Si possono applicare carichi radiali e assiali in una direzione. ● Poiché la capacità di carico assiale è doppia rispetto alla disposizione singola, questa combinazione è idonea per carichi assiali elevati in una direzione.
Disposizione di 3 (FFB)	 Precarico		◎	△	● Si possono applicare carichi radiali e assiali in tutte e due le direzioni. ● La capacità di carico assiale è doppia rispetto alla disposizione singola ma il precarico non è distribuito in modo uniforme su ciascun cuscinetto e la configurazione a disposizione singola è doppia rispetto alla configurazione con disposizione di due. Questa distribuzione non uniforme del precarico rende difficile impostare in modo appropriato il precarico in caso di rotazioni a velocità alta.
Disposizione di 4 (FFBB)			◎	◎	● Si possono applicare carichi radiali e assiali in entrambe le direzioni. ● Rispetto alla configurazione spalla a spalla per lo stesso giuoco di precarico, il precarico è doppio e la rigidità e maggiore.

4-2 Montaggio e simboli per il montaggio

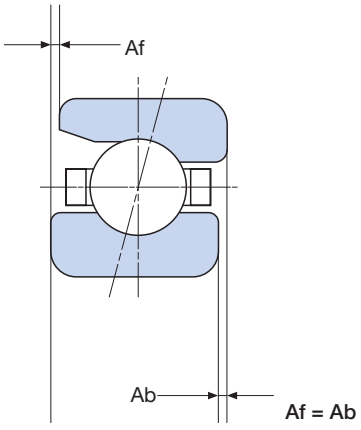
I simboli utilizzati per ciascun tipo di combinazione sono mostrati nella **Tabella 4.1**. La sequenza di disposizione e la direzione del carico sono dei fattori fondamenti per i cuscinetti a coppia. In seguito a ciò, la superficie esterna dell'anello esterno dei cuscinetti a coppia in Figura 4.1 presenta un simbolo di combinazione ([<]) che può essere utilizzato per controllare la sequenza della disposizione. Se i cuscinetti vengono disposti nella sequenza giusta, i simboli sulla superficie esterna di ciascun cuscinetto corrispondono a "<"



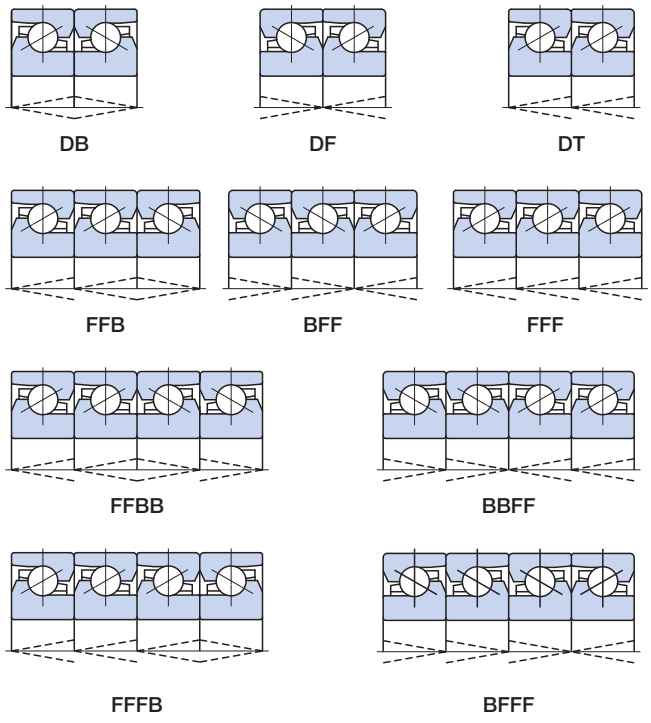
● **Figura 4.1** Combinazioni di serie e simboli di combinazione dell'anello esterno

4-3 Cuscinetti obliqui a sfere con "Flush ground"

Nel caso dei cuscinetti obliqui a sfere con "flush ground" la dimensione della larghezza laterale della faccia (Af) e la dimensione della larghezza laterale posteriore (Ab) sono controllate per corrispondere allo stesso valore. Pertanto, con qualsiasi serie di combinazione si ottiene il precarico desiderato. (**Figura 4.2**).
I cuscinetti obliqui a sfere con "flush ground" vengono forniti singolarmente (simbolo suffisso: U) o in coppia (simbolo suffisso: DU). Le serie in coppia presentano una variazione dimensionale piccola del diametro del foro e del diametro esterno. Se si utilizza la serie U in una combinazione, selezionare un cuscinetto i cui valori effettivamente misurati del diametro esterno e del diametro del foro sono simili tra loro.
Per la serie TAB con "flush ground" dei cuscinetti per supporto di viti con ricircolo di sfere, sulla superficie esterna dell'anello esterno è riportato il simbolo di combinazione ([<]). Per maggiori informazioni riguardo le combinazioni e i relativi simboli, vedere la **Figura 4.3**.



● **Figura 4.2** Cuscinetti obliqui a sfere con "flush ground"



● **Figura 4.3** Combinazioni di serie di cuscinetti con "flush ground" e simboli di combinazione

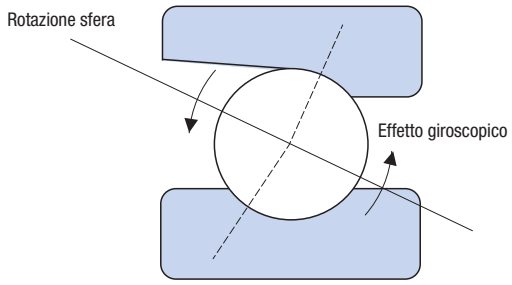
5 Precarico e rigidità

5-1 Finalità del precarico

Generalmente, i cuscinetti volventi vengono montati in modo che abbiano un giuoco interno ridotto durante il funzionamento, anche i cuscinetti obliqui a sfere possono essere montati applicando un giuoco negativo prestabilito, appropriato (precarico assiale).
Tale valore è noto come “precarico”. Per stabilire il precarico è richiesta molta attenzione. Un precarico inadeguato può aumentare la coppia di attrito, la temperatura, può avere effetti negativi sulla rumorosità e ridurre la durata del cuscinetto provocando anche altri problemi.
Si riporta di seguito un elenco di quello che si può ottenere quando si esegue il precarico.

- Ridotto spostamento assiale in seguito a forza esterna e maggiore rigidità assiale
- Contribuisce a evitare le vibrazioni e a ridurre il rumore e ad ottenere velocità superiori in seguito alla maggiore rigidità assiale
- Evita la corrosione da attrito dovuta a vibrazioni esterne
- Rotazione uniforme
- Contribuisce a ridurre il rumore e la formazione del calore in seguito alla forza centrifuga delle sfere e all’effetto giroscopico

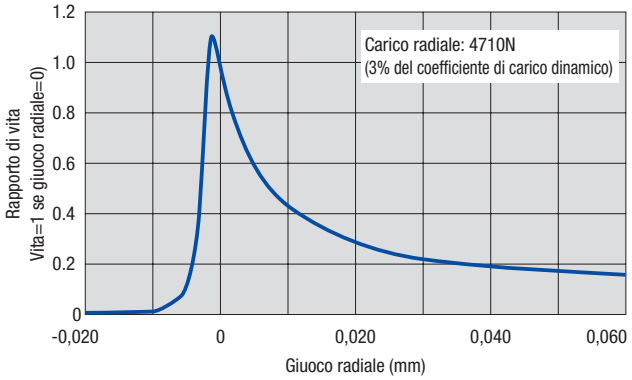
Effetto giroscopico
Le sfere dei cuscinetti obliqui ruotato attorno agli assi di rotazione girando attorno a un asse orbitale (linea dell’asse). Tra l’asse di rotazione e l’asse orbitale si genera un angolo e un momento angolare quando una sfera tenta di girare attorno al centro dei due assi differenti. Tale fenomeno è noto come “effetto giroscopico” (**Figura 5.1**).
La dimensione dell’effetto giroscopico è proporzionale alla velocità angolare della rotazione e alla velocità angolare orbitale. Alle basse velocità di rotazione l’effetto giroscopico è talmente minimo da poter essere ignorato ma la generazione del calore in seguito allo slittamento provocato dall’effetto giroscopico in corrispondenza di velocità di rotazione elevate non può essere trascurata. Per ridurre lo slittamento provocato dall’effetto giroscopico si deve preservare l’attrito (carico sfera x coefficiente di attrito) tra le sfere e la superficie della pista di scorrimento. Ciò significa che a volte è possibile scegliere il precarico minimo.



● **Figura 5.1** Effetto giroscopico

5-2 Metodi di precarico

I cuscinetti con combinazione di precarico possono essere ampiamente suddivisi in precarico a posizione fissa e a pressione costante.
Tabella 5.1 (pagina 15) mostra alcuni esempi grafici e descrive le caratteristiche di ciascun tipo di precarico.
Anche un cuscinetto a rulli cilindrici con foro conico può essere utilizzato con precarico radiale (giuoco radiale negativo) applicato. Tuttavia è richiesta un’attenzione estrema poiché un precarico radiale troppo elevato riduce drasticamente la durata del cuscinetto (**Figura 5.2**).



● **Figura 5.2** Cuscinetti a rulli cilindrici (NN3020) - giuoco radiale e durata

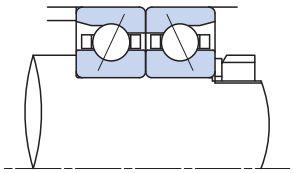
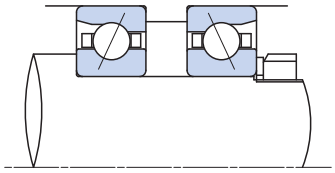
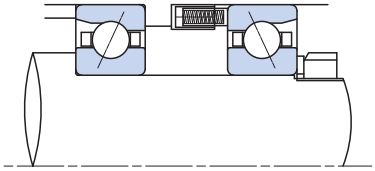
5-3 Misurazione del precarico

① **Metodo di misurazione con uso di carico assiale**
Se il precarico viene effettuato mediante molle (precarico a pressione costante) il precarico viene determinato se lo spostamento delle molle è noto.
Se il precarico viene effettuato mediante ghiere di serraggio (precarico a posizione fissa)il precarico viene determinato in base al rapporto tra la coppia di serraggio della ghiera e la forza di serraggio. Tuttavia si richiede molta attenzione perché nel rapporto tra la coppia di serraggio della ghiera e la forza di serraggio è presente una variazione ampia insieme alla precisione e alla ruvidità della parte filettata.

② **Metodo di misurazione basato sullo spostamento assiale**
Il valore di precarico è determinato in base al rapporto tra il carico assiale sul cuscinetto e lo spostamento assiale.

③ **Metodo di misurazione basato sulla coppia di attrito alla partenza del cuscinetto**
Per utilizzare questo sistema si deve creare innanzitutto un grafico del carico e della coppia iniziale del cuscinetto esterno. Tuttavia, è richiesta molta attenzione in seguito alla variazione dovuta al tipo di cuscinetto e alle condizioni di lubrificazione, ecc.

● **Tabella 5.1** Metodi di precarico

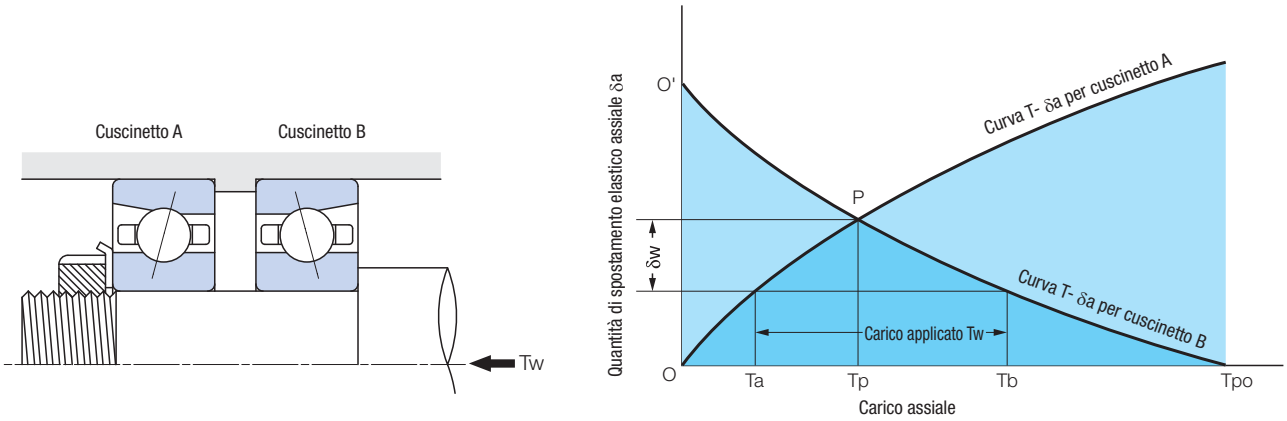
Sistemi di precarico	Esempio di strutturazione	Caratteristiche
Precarico a posizione fissa	 Sistema che utilizza un cuscinetto a coppia con precarico pre-regolato o un distanziale regolato a livello dimensionale	● Dato che si utilizza la dispersione del cuscinetto, il precarico prescritto può essere ottenuto semplicemente tramite il serraggio di una ghiera. ● La regolazione provoca inconsistenza di precarico. ● La generazione di calore provoca inconsistenza di precarico. ● Applicando un carico assiale eccessivo si può provocare la perdita di precarico.
	 Sistema di regolazione del precarico con ghiera di serraggio	● Precarico uniforme anche se la regolazione è inconsistente ● Possibilità di praticare ulteriore serraggio ● La generazione di calore provoca inconsistenza di precarico. ● Applicando un carico assiale eccessivo si può provocare la perdita di precarico.
Precarico a pressione costante	 Sistema con molla	● Precarico uniforme e costante durante il funzionamento ● Nessuna perdita di precarico ● Idoneo per le velocità elevato ● In linea di principio si possono applicare carichi assiali in una direzione ● Minore rigidità rispetto al precarico a posizione fissa per la stessa quantità di precarico

5-4 Effetto del precarico

Di seguito si descrive l'analisi del grafico di distribuzione del carico e spostamento assiale su due cuscinetti quando il precarico è applicato con un carico esterno, come illustrato in **Figura 5.3**.

① Disegnare la curva del carico assiale T - deflessione assiale δa per il cuscinetto A.
② Prendere il precarico Tp sull'asse T, determinare l'intersezione P con la curva del cuscinetto A, disegnare la curva T- δa del cuscinetto B attraverso il punto P.
③ Collegare le due curve orizzontalmente lungo l'asse T con una lunghezza equivalente al valore del carico esterno Tw.
④ I carichi Ta e Tb, che corrispondo alle intersezioni delle due linee diventeranno i carichi dei singoli cuscinetti sottoposti alle condizioni di carico esterno.
⑤ Lo spostamento assiale si ottiene come lo spostamento δw del cuscinetto B. (Lo spostamento del cuscinetto B si ottiene sottraendo lo spostamento di Tp dallo spostamento per Tb)

Il motivo è che se i due cuscinetti sono precaricati, lo spostamento di entrambi non è uniforme all'interno di un intervallo in cui il precarico non diventa zero per un carico esterno. (In Figura 5.3 è uniforme). In altri termini, il cuscinetto A viene spostato quanto il cuscinetto B è spostato dal carico esterno.
Se il carico esterno aumenta e il precarico viene eliminato, il carico Tb sul cuscinetto B sarà uguale al carico esterno Tw e il carico sul cuscinetto A diventa zero. L'entità del carico esterno che causa perdita di precarico è indicata in Figura 5.3 con Tpo.



● **Figura 5.3** Precarico a posizione fissa

5-5 Precarico standard e rigidità assiale

5.5.1 Cuscinetti obliqui a sfere

I valori di precarico e rigidità assiale per disposizioni a coppia, faccia a faccia e spalla a spalla sono illustrati nella **Tabella 5.3** da **1** a **6** (pagine da 16 a 18). I valori di precarico per disposizioni multiple si ottengono moltiplicando per i coefficienti nella **Tabella 5.2**.

● **Tabella 5.2** Fattori di precarico per disposizioni multiple

Disposizione a 3 file	Disposizione a 4 file	
FFB·BFF	FFFB·BFFF	FFBB·BBFF
1,36	1,57	2

● **Tabella 5.3**

1 Serie 7900C con angolo di contatto a 15°

Numero del diametro del foro	E (precarico ultra leggero)		L (precarico leggero)		M (precarico medio)	
	Precarico (N)	Rigidità assiale (N/µm)	Precarico (N)	Rigidità assiale (N/µm)	Precarico (N)	Rigidità assiale (N/µm)
00	5	10	15	15	30	20
01	7	12	20	18	40	24
02	8	13	25	21	50	28
03	8	13	25	21	50	28
04	15	19	40	27	80	36
05	15	19	50	33	100	43
06	15	21	50	36	100	48
07	25	28	70	41	140	56
08	25	28	80	44	155	60
09	35	35	100	53	195	70
10	35	35	100	56	195	72

2 Serie 7900AC con angolo di contatto a 25°

Numero del diametro del foro	L (precarico leggero)		M (precarico medio)		H (precarico pesante)	
	Precarico (N)	Rigidità assiale (N/µm)	Precarico (N)	Rigidità assiale (N/µm)	Precarico (N)	Rigidità assiale (N/µm)
00	20	33	88	59	196	82
01	20	33	98	65	216	90
02	29	42	108	67	235	94
03	29	42	118	74	255	102
04	59	65	235	107	490	149
05	69	69	265	120	560	169
06	78	78	294	134	628	190
07	88	88	323	147	785	212
08	88	98	412	165	1.000	244
09	98	109	470	188	1.040	260
10	118	118	520	208	1.140	284

3 Serie 7000C con angolo di contatto a 15°

Numero del diametro del foro	E (precarico ultra leggero)		L (precarico leggero)		M (precarico medio)		H (precarico pesante)	
	Precarico (N)	Rigidità assiale (N/µm)	Precarico (N)	Rigidità assiale (N/µm)	Precarico (N)	Rigidità assiale (N/µm)	Precarico (N)	Rigidità assiale (N/µm)
00	20	13	50	20	100	29	145	37
01	20	14	50	21	100	31	145	39
02	20	15	50	23	100	34	145	42
03	20	16	50	25	100	35	145	43
04	50	23	100	33	195	48	295	59
05	50	26	100	36	195	50	295	63
06	50	27	100	38	195	53	390	75
07	70	33	145	46	295	64	390	75
08	70	34	145	49	295	68	590	98
09	70	34	145	49	295	68	590	98
10	70	36	145	51	295	70	590	100
11	100	43	195	56	390	78	785	112
12	100	43	195	58	390	82	785	115
13	100	47	195	61	390	85	785	123
14	145	57	295	75	590	105	1170	149
15	145	57	295	77	590	107	1170	153
16	145	57	295	75	590	105	1170	149
17	195	65	390	89	785	125	1470	171
18	195	65	390	87	785	121	1470	165
19	195	68	390	91	785	125	1470	171
20	195	70	390	93	785	127	1470	173

4 Serie 7000AC con angolo di contatto a 25°

Numero del diametro del foro	L (precarico leggero)		M (precarico medio)		H (precarico pesante)	
	Precarico (N)	Rigidità assiale (N/µm)	Precarico (N)	Rigidità assiale (N/µm)	Precarico (N)	Rigidità assiale (N/µm)
00	39	39	118	62	314	95
01	39	44	127	67	343	104
02	49	49	157	83	353	118
03	59	59	216	98	520	144
04	59	59	274	110	608	152
05	108	83	392	140	804	187
06	118	91	441	158	892	208
07	127	98	539	174	1.156	236
08	147	113	617	193	1.176	256
09	216	135	745	213	1.646	300
10	225	141	784	224	1.744	317
11	314	157	1.040	254	2.078	341
12	333	167	1.098	268	2.205	362
13	363	191	1.225	299	2.450	402
14	392	196	1.460	332	3.010	443
15	412	206	1.530	348	3.155	464
16	529	230	1.900	373	3.880	504
17	549	239	1.990	390	4.080	530
18	676	260	2.185	405	4.600	555
19	706	272	2.300	427	4.810	580
20	745	287	2.400	445	5.050	608

Precarico e rigidità

5 Serie 7200C con angolo di contatto a 15°

Numero del diametro del foro	E (precarico ultra leggero)		L (precarico leggero)		M (precarico medio)		H (precarico pesante)	
	Precarico (N)	Rigidità assiale (N/µm)	Precarico (N)	Rigidità assiale (N/µm)	Precarico (N)	Rigidità assiale (N/µm)	Precarico (N)	Rigidità assiale (N/µm)
00	30	16	70	24	145	36	195	42
01	30	16	70	24	145	36	195	42
02	30	17	70	25	145	38	195	44
03	30	17	70	25	145	37	195	44
04	70	25	145	37	295	53	490	71
05	70	29	145	41	295	58	490	77
06	70	29	145	41	295	58	590	83
07	100	35	195	47	490	74	590	82
08	100	36	195	49	490	77	785	98
09	100	36	195	50	490	77	785	98
10	100	39	195	52	490	80	785	102
11	145	46	295	63	590	88	980	114
12	145	46	295	61	590	84	980	109
13	145	47	295	64	590	88	980	113
14	195	54	390	73	785	102	1470	139
15	195	56	390	75	785	105	1470	144
16	195	58	390	77	785	105	1470	143
17	295	68	490	85	980	117	1960	166
18	295	67	490	83	980	114	1960	161
19	295	68	490	85	980	114	1960	159
20	295	68	490	85	980	115	1960	159

6 Serie 7200AC con angolo di contatto a 25°

Numero del diametro del foro	L (precarico leggero)		M (precarico medio)		H (precarico pesante)	
	Precarico (N)	Rigidità assiale (N/µm)	Precarico (N)	Rigidità assiale (N/µm)	Precarico (N)	Rigidità assiale (N/µm)
00	39	44	186	78	412	108
01	39	44	196	78	421	111
02	69	57	265	95	530	129
03	78	60	274	98	628	143
04	118	74	420	120	853	164
05	147	92	430	139	922	188
06	157	92	628	165	1.314	227
07	225	119	853	194	1.890	270
08	255	127	950	216	1.960	288
09	333	145	1.200	241	2.470	321
10	353	153	1.295	259	2.655	345
11	460	177	1.500	278	3.145	379
12	540	186	1.600	280	3.410	383
13	600	206	2.069	328	4.175	440
14	610	210	2.108	335	4.260	444
15	650	223	2.255	358	4.310	464
16	800	241	2.725	389	5.730	531
17	940	262	2.970	407	6.090	549
18	1.200	285	3.745	441	7.620	591
19	1.235	294	3.870	450	8.140	612
20	1.588	324	4.930	503	9.950	677

5.5.2 Cuscinetti obliqui a sfere ad alta velocità

● **Tabella 5.4** Serie BNH000 con angolo di contatto a 15°

Numero del diametro del foro	Diametro del foro (mm)	L (precarico standard)	
		Precarico (N)	Rigidità assiale (N/µm)
07	35	78,5	44
08	40	98,1	49
09	45	98,1	52
10	50	98,1	54
11	55	147	61
12	60	147	64
13	65	147	67
14	70	245	88
15	75	245	91
16	80	294	98
17	85	294	98
18	90	392	115
19	95	392	119
20	100	392	123
21	105	490	136
22	110	588	144
24	120	588	147
26	130	785	163
28	140	834	174
30	150	1080	200
32	160	1180	206
34	170	1370	221

5.5.3 Cuscinetti obliqui a sfere con carico di spinta

● **Tabella 5.5**

1 Serie TAH con angolo di contatto a 30°

Diametro nominale del foro (mm)	M (precarico medio)	
	Precarico (N)	Rigidità assiale (N/µm)
50	294	226
55	392	262
60	392	280
65	392	280
70	588	327
75	588	327
80	686	361
85	686	361
90	1080	449
95	1080	449
100	1080	469
105	1180	490
110	1370	528
120	1470	566
130	1860	621
140	1960	654
150	2450	721
160	2650	779
170	3040	800

2 Serie TBH con angolo di contatto a 40°

Diametro nominale del foro (mm)	M (precarico medio)	
	Precarico (N)	Rigidità assiale (N/µm)
50	539	415
55	686	458
60	686	490
65	686	528
70	1080	599
75	1080	599
80	1270	671
85	1270	671
90	1860	776
95	1860	810
100	1860	847
105	2060	858
110	2450	943
120	2550	1.020
130	3330	1.111
140	3530	1.177
150	4310	1.269
160	4510	1.367
170	5300	1.431

Precarico e rigidità

5.5.4 Cuscinetti per supporto di viti con ricircolo di sfere

● **Tabella 5.6**

1 Serie TBH con angolo di contatto a 60° Precario standard: M (medio)

Cuscinetto n.	Disposizione a 2 file			Disposizione a 3 file			Disposizione a 4 file					
	DB/DF			BFF/FFB			BBFF/FFBB			BFFF/FFFB		
	Precarico (N)	Rigidità assiale (N/µm)	Coppia iniziale (N·cm)	Precarico (N)	Rigidità assiale (N/µm)	Coppia iniziale (N·cm)	Precarico (N)	Rigidità assiale (N/µm)	Coppia iniziale (N·cm)	Precarico (N)	Rigidità assiale (N/µm)	Coppia iniziale (N·cm)
15TAB04	2160	735	15	2940	1080	20	4310	1470	30	3430	1320	25
17TAB04	2160	735	15	2940	1080	20	4310	1470	30	3430	1320	25
20TAB04	2160	735	15	2940	1080	20	4310	1470	30	3430	1320	25
25TAB06	3330	981	20	4510	1470	27	6670	1960	40	5200	1910	30
30TAB06	3330	981	20	4510	1470	27	6670	1960	40	5200	1910	30
35TAB07	3920	1230	25	5300	1770	35	7840	2350	50	6180	2300	40
40TAB07	3920	1230	25	5300	1770	35	7840	2350	50	6180	2300	40
40TAB09	5200	1320	50	7060	1910	68	10400	2550	100	8140	2500	80
45TAB07	4120	1270	30	5590	1910	40	8240	2550	60	6470	2500	45
45TAB10	5980	1470	60	8140	2160	82	12000	2890	120	9410	2790	95
50TAB10	6280	1520	65	8530	2260	88	12600	3040	130	9810	2940	100
55TAB10	6280	1520	65	8530	2260	88	12600	3040	130	9810	2940	100
55TAB12	7060	1770	70	9610	2550	95	14100	3480	140	11100	3380	110
60TAB12	7060	1770	70	9610	2550	95	14100	3480	140	11100	3380	110

Nota) La coppia iniziale mostra i valori per un tipo aperto e un tipo con guarnizione non a contatto con lubrificazione con grasso.

2 Serie TAF con angolo di contatto a 50° o 55° Precario standard: M (medio)

Cuscinetto n.	Disposizione a 2 file			Disposizione a 3 file			Disposizione a 4 file					
	DB/DF			BFF/FFB			BBFF/FFBB			BFFF/FFFB		
	Precarico (N)	Rigidità assiale (N/µm)	Coppia iniziale (N·cm)	Precarico (N)	Rigidità assiale (N/µm)	Coppia iniziale (N·cm)	Precarico (N)	Rigidità assiale (N/µm)	Coppia iniziale (N·cm)	Precarico (N)	Rigidità assiale (N/µm)	Coppia iniziale (N·cm)
25TAF06	1670	555	20	2270	805	27	3340	1110	40	2620	1060	30
30TAF07	1860	642	20	2530	944	27	3720	1284	40	2920	1180	30
35TAF09	3700	908	55	5030	1340	75	7400	1816	110	5810	1680	85
40TAF09	3700	908	55	5030	1340	75	7400	1816	110	5810	1680	85
40TAF11	4600	1020	80	6250	1530	110	9200	2040	160	7220	1960	125
45TAF11	4600	1020	80	6250	1530	110	9200	2040	160	7220	1960	125
50TAF11	4600	1020	80	6250	1530	110	9200	2040	160	7220	1960	125
60TAF13	5200	1130	105	7070	1680	145	10400	2260	210	8160	2140	165
60TAF17	8300	1440	215	11300	2110	290	16600	2880	430	13000	2660	340
80TAF17	8300	1440	215	11300	2110	290	16600	2880	430	13000	2660	340
100TAF21	13200	1970	485	17900	2940	660	26400	3940	970	20700	4160	760
120TAF03	19600	2550	700	26600	3810	950	39200	5100	1400	30800	4810	1100

Nota) La coppia iniziale mostra i valori con lubrificazione con grasso.

5.5.5 Giuoco radiale interno per cuscinetti a rulli cilindrici a file multiple

Il giuoco radiale interno per cuscinetti a rulli cilindrici a file multiple è specificato dal JIS; Nachi ha definito una propria gamma ristretta per massimizzare la precisione di rotazione. I giochi radiali interni per cuscinetti a rulli cilindrici e per cuscinetti a rulli conici è specificata nella Tabella 5.7. Quando si manovrano e si montano i cuscinetti con gioco non intercambiabile bisogna prestare molta attenzione, poiché non esiste intercambiabilità con altro anello esterno o interno del cuscinetto.

● **Tabella 5.7**

1 Giuoco non intercambiabile per cuscinetto a rulli cilindrici

Unità: µm

Diametro nominale foro del cuscinetto d (mm)		Giuoco per cuscinetto a rulli cilindrici (non intercambiabile)							
		C1na		C2na		Cna		C3na	
Oltre	Fino a	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
24	30	0	10	10	25	25	35	40	50
30	40	0	12	12	25	25	40	45	55
40	50	0	15	15	30	30	45	50	65
50	65	0	15	15	35	35	50	55	75
65	80	0	20	20	40	40	60	70	90
80	100	0	25	25	45	45	70	80	105
100	120	0	25	25	50	50	80	95	120
120	140	0	30	30	60	60	90	105	135
140	160	0	35	35	65	65	100	115	150
160	180	0	35	35	75	75	110	125	165
180	200	0	40	40	80	80	120	140	180
200	225	0	45	45	90	90	135	155	200
225	250	0	50	50	100	100	150	170	215
250	280	0	55	55	110	110	165	185	240
280	315	0	60	60	120	120	180	205	265
315	355	0	65	65	135	135	200	225	295

2 Giuoco non intercambiabile per cuscinetto a rulli conici

Unità: µm

Diametro nominale foro del cuscinetto d (mm)		Giuoco per cuscinetto a rulli conici (non intercambiabile)					
		C9na		C1na		C2na	
Oltre	Fino a	Min	Max	Min	Max	Min	Max
24	30	5	10	15	25	25	35
30	40	5	12	15	25	25	40
40	50	5	15	17	30	30	45
50	65	5	15	20	35	35	50
65	80	10	20	25	40	40	60
80	100	10	25	35	55	45	70
100	120	10	25	40	60	50	80
120	140	15	30	45	70	60	90
140	160	15	35	50	75	65	100
160	180	15	35	55	85	75	110
180	200	20	40	60	90	80	120
200	225	20	45	60	95	90	135
225	250	25	50	65	100	100	150
250	280	25	55	75	110	110	165
280	315	30	60	80	120	120	180
315	355	30	65	90	135	135	200

6 Lubrificazione

6-1 Funzioni della lubrificazione

La funzione principale dei lubrificanti nei cuscinetti a contatto volvente è ridurre l'attrito e l'usura di ciascun elemento. I sistemi di lubrificazione appropriati e gli agenti lubrificanti giusti contribuiscono sensibilmente alle prestazioni e alla durata dei cuscinetti a contatto volvente.
Di seguito si riportano le funzioni della lubrificazione.

① Lubrificazione delle superfici di attrito
 1) Riduzione dell'attrito volvente fra corpi volventi e piste di rotolamento e riduzione dell'attrito radente fra le facce dei rulli e i bordi della pista di rotolamento
 2) Riduzione dell'attrito radente fra i corpi volventi e la gabbia di ritenuta
 3) Riduzione dell'attrito radente fra gabbia di ritenuta e le facce dei bordi della pista di rotolamento

② Rimozione del calore prodotto dall'attrito o da altri meccanismi

③ Impermeabilità alla polvere e prevenzione dalla ruggine

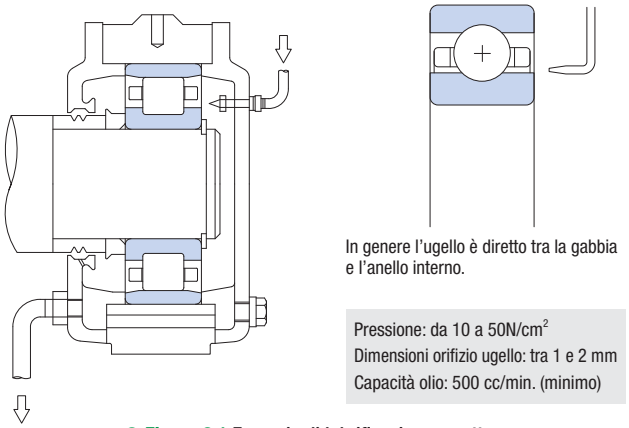
④ Aiuto nella riduzione della concentrazione da fatica
 1) Distribuzione uniforme della fatica sulle superfici volventi a contatto.
 2) Effetto attutito di carichi per urto

6-2 Sistemi di lubrificazione

6.2.1 Lubrificazione a olio

① Lubrificazione forzata (lubrificazione a spruzzo)

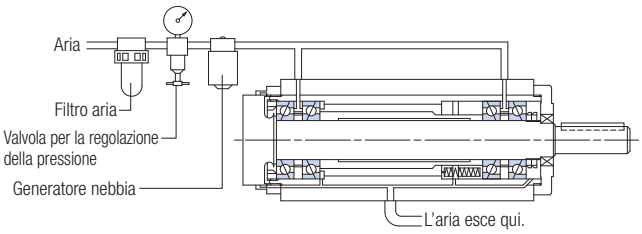
- La lubrificazione forzata è utilizzata per produrre il raffreddamento in corrispondenza di condizioni di alta velocità di rotazione o di temperatura ambiente elevata.
- La lubrificazione a getto fornisce olio lubrificante vaporizzato utilizzando olio sotto pressione e un ugello di piccole dimensioni con effetto di raffreddamento.
- L'apertura per lo scarico dell'olio deve essere più grande di quella per la fornitura dell'olio poiché l'olio scosso si accumula all'interno dell'alloggiamento aumenta la generazione di calore e la perdita di potenza. Nel caso specifico della lubrificazione a getto è necessaria un'apertura per lo scarico dell'olio almeno 10 volte più grande dell'apertura di rifornimento opposta all'ugello e si deve utilizzare una pompa per favorire lo scarico forzato.
- La **Figura 6.1** mostra un esempio di lubrificazione a getto.



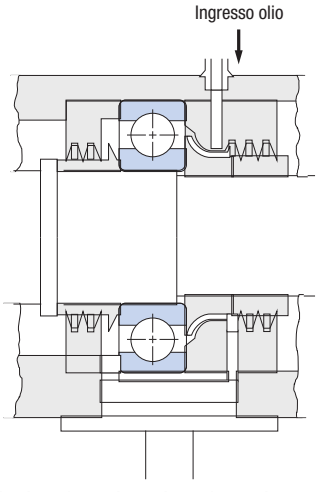
● **Figura 6.1** Esempio di lubrificazione a getto

② Lubrificazione a vapore (lubrificazione a nebbia d'olio)

- Con questo metodo di lubrificazione, il cuscinetto è raffreddato ad aria e una minima quantità d'olio richiesta per la lubrificazione è vaporizzata e spruzzata sul cuscinetto. La **Figura 6.2** mostra un esempio di lubrificazione a nebbia d'olio.
- L'aria inviata al generatore della nebbia d'olio tramite la valvola di regolazione della pressione viene miscelata all'olio e spruzzata sul cuscinetto.
- L'ugello può spruzzare direttamente sul cuscinetto oppure può spruzzare sul cuscinetto utilizzando la forza centrifuga della parte scanalata di un anello di centrifugazione montato sull'asse (**Figura 6.3**).
- In generale la pressione della nebbia è compresa tra 5 e 15 N/cm², con qualche cc di olio mescolato con una quantità tra 10 e 50ℓ/parti di aria ogni ora.
- La nebbia d'olio utilizza solo una minima quantità di olio per cui è indicata per il funzionamento ad alta velocità con ridotta perdita di potenza del cuscinetto ma poiché il calore specifico dell'aria non è elevato e non ha un alto effetto riscaldante, questo tipo di lubrificazione è idonea per applicazioni con carico relativamente basso.



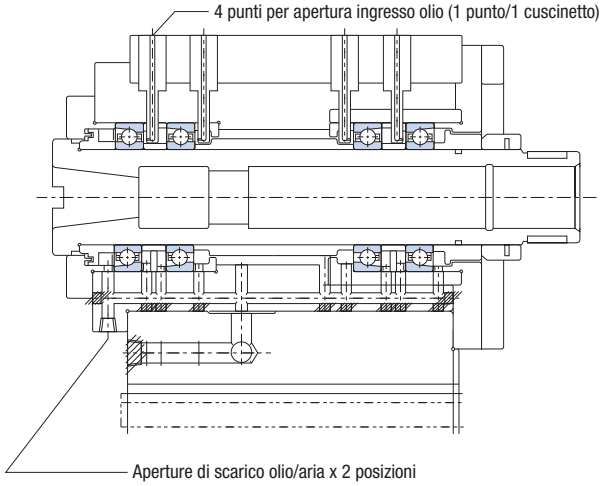
● **Figura 6.2** Esempio di unità a mandrino che utilizza lubrificazione a vapore



● **Figura 6.3** Esempio di fornitura di nebbia d'olio tramite anello di centrifugazione

③ Lubrificazione aria olio

- Usando la lubrificazione aria/olio, una piccolissima quantità di olio viene scaricata da un pistone di misurazione ad intervalli fissi; l'olio lubrificante è alimentato dalla valvola miscelatrice nell'aria compressa, quindi fornito costantemente all'elemento volvente del cuscinetto.
- Dato che la fornitura di una quantità piccola e misurata di olio lubrificante nuovo è costante, questo metodo è idoneo per applicazioni ad alta velocità, in cui la generazione del calore è minima.
- La lubrificazione aria olio è più ecologica perché i requisiti dell'olio presentano un rapporto 1/10 quelli della lubrificazione a vapore e l'olio è fornito in forma di gocce anziché di nebbia.
- **Figura 6.4** mostra un esempio di lubrificazione a nebbia d'olio.

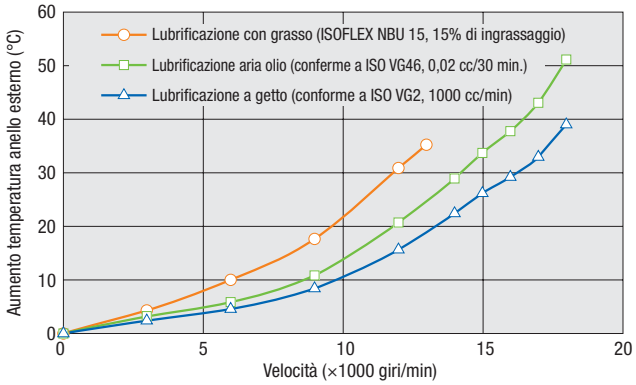


● **Figura 6.4** Esempio di lubrificazione a nebbia d'olio di un'unità a mandrino

6.2.2 Lubrificazione con grasso

Si considerino le precauzioni seguenti qualora si utilizzi la lubrificazione con grasso.

- Selezionare il tipo di grasso appropriato. Per esempi dei tipi di grasso principali utilizzati per i cuscinetti delle macchine utensili vedere la **Tabella 6.1**.
- Controllare che la quantità di grasso e i punti di rifornimento siano corretti. Una quantità di grasso pari al 10 - 20% del volume di spazio interno del cuscinetto è consigliata per cuscinetti con rulli ad alta velocità. Si noti, tuttavia che si consiglia una quantità compresa tra il 40 e il 50% per un cuscinetto per supporto di viti con ricircolo di sfere (tipo aperto).
- Un ingrassaggio eccessivo può provocare un innalzamento delle temperature e ampia perdita di potenza in seguito ad agitazione. Per maggiori informazioni sul volume dello spazio interno dei cuscinetti vedere la **Tabella 6.2** (a pagina 24 e 25).
- Per un esempio che illustra la differenza di aumento della temperatura del cuscinetto in seguito al metodo di lubrificazione, vedere **Figura 6.5**.



● **Figura 6.5** Confronto di aumento di temperatura provocato da metodi di lubrificazione differenti

● **Tabella 6.1** Tipi principali di grasso utilizzati per i cuscinetti di macchine utensili

Marchio	Produttore	Olio base	Addensante	Intervallo di temperatura di funzionamento consigliato °C	Applicazioni principali
ISOFLEX NBU15	NOK KLUBER	Olio di estere	Composto di bario	-40 ~ +130	Cuscinetto mandrino
ISOFLEX LDS18 Special A	NOK KLUBER	Olio di estere	Litio	-60 ~ +130	Cuscinetto mandrino
Multemp LRL N. 3	Kyodo Yushi	Esteri di polioli	Litio	-50 ~ +150	Cuscinetto mandrino
Alvania Grease S N. 2	Showa Shell Oil	Olio minerale	Litio	-25 ~ +120	Cuscinetti per supporto di viti con ricircolo di sfere
Multemp PS N. 2	Kyodo Yushi	Olio di diestere + olio di idrocarburi	Litio	-55 ~ +130	Cuscinetti per supporto di viti con ricircolo di sfere

Lubrificazione

● **Tabella 6.2** Volume spazio interno del cuscinetto

1 Volume spazio interno di cuscinetti obliqui a sfere e cuscinetti a rulli cilindrici

Unità: cc/cad

Numero del diametro del foro	Diametro del foro (mm)	Serie						
		7900C 7900AC	7000C 7000AC	7200C 7200AC	BNH000	TAH TBH	NN3000	NNU4900
00	10	0,44	0,9	1,2	—	—	—	—
01	12	0,49	1,0	1,7	—	—	—	—
02	15	0,68	1,4	2,2	—	—	—	—
03	17	0,68	1,7	3,0	—	—	—	—
04	20	1,5	2,9	4,7	—	—	—	—
05	25	1,9	3,4	5,3	—	—	3,6	—
06	30	2,2	4,8	8,2	—	—	5,9	—
07	35	3,0	6,4	10,3	5,6	—	7,5	—
08	40	5,2	7,8	13,0	7,2	—	9,5	—
09	45	5,7	10,2	15,4	9,0	—	12,8	—
10	50	6,2	10,7	18,6	9,7	8,0	13,8	—
11	55	—	15,9	25,9	14,0	12,0	19,6	—
12	60	—	17,0	33,2	15,0	13,0	20,7	—
13	65	—	18,2	39,1	16,0	14,0	21,8	—
14	70	—	27,7	45,2	22,0	19,0	30,4	—
15	75	—	28,7	49,4	23,0	20,0	32,9	—
16	80	—	32,1	59,0	30,0	27,0	46,3	—
17	85	—	36,3	73,5	31,0	28,0	47,8	—
18	90	—	49,2	93,1	40,0	38,0	62,9	—
19	95	—	53,0	117	42,0	40,0	64,5	—
20	100	—	55,1	135	43,0	41,0	67,3	49,5
21	105	—	—	—	54,0	52,0	91,8	57,9
22	110	—	—	—	66,0	65,0	114	59,6
24	120	—	—	—	71,0	70,0	126	86,4
26	130	—	—	—	108	105	178	102
28	140	—	—	—	114	111	195	114
30	150	—	—	—	138	139	235	195
32	160	—	—	—	174	167	288	199
34	170	—	—	—	227	225	374	209
36	180	—	—	—	—	—	508	281
38	190	—	—	—	—	—	530	296
40	200	—	—	—	—	—	684	448

2 Volume spazio interno di cuscinetti per supporto di viti con ricircolo di sfere (serie TAB)

Cuscinetto n.	Volume spazio interno [cc/cad]
15TAB04	3,8
17TAB04	3,8
20TAB04	3,8
25TAB06	4,8
30TAB06	4,8
35TAB07	5,8
40TAB07	5,8
40TAB09	14
45TAB07	6,5
45TAB10	15
50TAB10	16
55TAB10	16
55TAB12	19
60TAB12	19

3 Volume spazio interno di cuscinetti per supporto di viti con ricircolo di sfere (serie TAF)

Cuscinetto n.	Volume spazio interno [cc/cad]
25TAF06	9,3
30TAF07	14
35TAF09	26
40TAF09	26
40TAF11	45
45TAF11	45
50TAF11	45
60TAF13	71
60TAF17	150
80TAF17	150
100TAF21	282
120TAF03	473

6.2.3 Durata del grasso

La durata del grasso dipende dalla temperatura di funzionamento, il tipo di grasso, la velocità di rotazione e altri fattori. Le stime approssimative per la durata del grasso per un cuscinetto a contatto volvente, utilizzate come esempio tipico, si possono ottenere utilizzando la **Formula 5.1**.

$$\log L = -2.3 + \frac{2450}{273+T} - 0.301\times(S_G+S_N+S_W) \quad \text{(Formula 5.1)}$$

L : Durata del grasso (ore)
T : Temperatura del cuscinetto (°C)
S_G : Fattore di riduzione della durata in base al tipo di grasso

Tipo di grasso	SG
Grasso di petrolio e grasso di silicono a lunga durata	0
Grasso di petrolio convenzionale	1,0
Diestere e grasso a bassa temperatura	2,9

$$S_N = 0.864\,\frac{d\cdot n}{(dn)_L}$$

S_N : Fattore di riduzione della durata in base alla velocità di rotazione
d : Diametro nominale foro del cuscinetto (mm)
n : Velocità del cuscinetto (giri/min)
$(dn)_L$: Fattore di velocità specifico per il tipo di cuscinetto

Tipo di cuscinetto	(dn)L
Cuscinetti obliqui a sfere	400.000
Cuscinetti a rulli cilindrici	200.000

$$S_W = 2.714\,\frac{n\cdot d\cdot w}{C^2}$$

S_W : Fattore di riduzione della durata specifico per il carico
C : Coefficiente di carico dinamico di base (N)
w : Carico cuscinetto (N)

7 Velocità limite

7-1 Correzione della velocità limite

L'uso di cuscinetti ad alta velocità oltre il proprio limite può generare calore per attrito all'interno del cuscinetto, provocando un innalzamento delle temperature a livelli non in grado di supportare le prestazioni del cuscinetto stesso. Il limite empirico alla velocità di rotazione che evita tali problemi è detto "velocità limite di rotazione". Le velocità limite variano a seconda del tipo di cuscinetto, delle dimensioni, del sistema di lubrificazione, dal carico, ecc. In aggiunta la velocità limite di rotazione di un cuscinetto con tenuta a contatto è limitato dalla velocità circonferenziale delle sezioni di contatto della tenuta e dell'anello della pista di scorrimento. Le tabelle dimensionali del presente catalogo mostrano le velocità limite di rotazione in caso di lubrificazione con grasso e ad olio ma i valori sono espressi per cuscinetti con carichi leggeri, montaggio su albero orizzontale e lubrificazione appropriata.

Sebbene di norma si utilizzino due o più cuscinetti obliqui a sfere, la velocità di rotazione è limitata in modo che sia necessario moltiplicare le velocità nelle tabelle dimensionali per i fattori di correzioni illustrati nella **Tabella 7.1**.

Quando il cuscinetto è impiegato al 75% o più della velocità limite di rotazione la scelta corretta del tipo di grasso richiesto e della quantità o dell'olio lubrificante e del metodo diventa la più determinante.

● **Tabella 7.1** Fattori di correzione per velocità limite di rotazione di cuscinetti doppi

N. di cuscinetti	Precarico ultra-leggero (E)	Precarico leggero (L)	Precarico medio (L)	Precarico pesante (L)
Disposizione di 2	0,83	0,78	0,63	0,54
Disposizione di 3	0,73	0,68	0,54	0,39
Disposizione di 4	0,78	0,73	0,59	0,44

8 Struttura dell'albero e dell'alloggiamento

8-1 Regolazione dell'albero e dell'alloggiamento

La regolazione appropriata dell'anello interno e dell'albero e quella dell'anello esterno e dell'alloggiamento sono necessarie per ottenere le migliori prestazioni di un cuscinetto.
Superfici di regolazione lente possono provocare rotazione degli anelli della pista di scorrimento sull'albero o nell'alloggiamento. Tale fenomeno è noto come "strisciamento". Lo strisciamento può provocare rottura prematura, vibrazioni ed altri problemi dovuti a generazione anomala di calore ed usura, dalla presenza di detriti che penetrano nel cuscinetto. Una regolazione dell'interferenza è un ottimo metodo per impedire lo strisciamento. Per comodità di installazione la regolazione d'interferenza avviene sull'anello interno e sull'albero e sull'anello esterno e sull'alloggiamento (non entrambi). Tuttavia, ciò non può avvenire in determinate condizioni per cui la regolazione del cuscinetto deve essere determinato dopo aver considerato con attenzione il rapporto tra albero e alloggiamento e altri fattori. Le regolazioni consigliate per le condizioni di funzionamento generiche (rotazione anello interno) dei cuscinetti di precisione utilizzati per macchine utensili sono mostrate nelle **Tabelle da 8.1 a 8.3**.

● **Tabella 8.1** Albero e regolazione consigliata

Unità: µm

Tipo di cuscinetto	Diametro dell'albero (mm)		Classe di precisione del cuscinetto			
			Classe 5		Classe 4/Classe 2	
	Oltre	Fino a	Regolazione desiderata	Tolleranza albero	Regolazione desiderata	Tolleranza albero
Cuscinetti obliqui a sfere	10	18	0~2T	h4	0~2T	h3
	18	50	0~2,5T	h4	0~2,5T	h3
	50	80	0~3T	h4	0~3T	h3
	80	150	0~4T	js4	0~4T	js3
	150	200	0~5T	js4	0~5T	js3
Cuscinetti a rulli cilindrici (foro cilindrico)	25	40	—	js4	—	js4
	40	140	—	k4	—	k3
	140	200	—	k4	—	k3
Cuscinetti assiali mandrino principale	Per tutti i diametri di albero		0~6L	h4	0~6L	h4
Cuscinetti per supporto viti con ricircolo di sfere	Per tutti i diametri di albero		0~10L	h5	0~10L	h5

● **Tabella 8.2** Alloggiamenti e regolazione consigliata (lato fisso)

Unità: µm

Tipo di cuscinetto	Diametro foro alloggiamento (mm)		Classe di precisione del cuscinetto			
			Classe 5		Classe 4/Classe 2	
	Oltre	Fino a	Regolazione desiderata	Tolleranza foro alloggiamento	Regolazione desiderata	Tolleranza foro alloggiamento
Cuscinetti obliqui a sfere	18	50	0~3L	JS4	0~3L	JS3
	50	120	0~4L	JS4	0~4L	JS3
	120	180	0~5L	JS4	0~5L	JS3
	180	250	0~6L	JS4	0~6L	JS3
Cuscinetti a rulli cilindrici	Foro alloggiamento generale		±0	K5	±0	K5
Cuscinetti assiali mandrino principale	Foro alloggiamento generale		30L~40L	K5	30L~40L	K5
Cuscinetti per supporto viti con ricircolo di sfere	Foro alloggiamento generale		10L~20L	H6	10L~20L	H6

● **Tabella 8.3** Alloggiamenti e regolazione consigliata (lato aperto)

Unità: µm

Tipo di cuscinetto	Diametro foro alloggiamento (mm)		Classe di precisione del cuscinetto			
			Classe 5		Classe 4/Classe 2	
	Oltre	fino a	Regolazione desiderata	Tolleranza foro alloggiamento	Regolazione desiderata	Tolleranza foro alloggiamento
Cuscinetti obliqui a sfere	18	50	6L~10L	H4	6L~10L	H3
	50	120	8L~13L	H4	8L~13L	H3
	120	180	12L~18L	H4	12L~18L	H3
	180	250	15L~22L	H4	15L~22L	H3
Cuscinetti a rulli cilindrici	Foro alloggiamento generale		±0	K5	±0	K4
Cuscinetti per supporto viti con ricircolo di sfere	Foro alloggiamento generale		10L~20L	H6	10L~20L	H6

Nota) Nelle tabelle da 8.1 a 8.3 "L" dopo un valore indica una regolazione lenta o la presenza di giuoco, mentre "T" indica aderenza o regolazione d'interferenza.

Struttura dell'albero e dell'alloggiamento

8-2 Precisione richiesta per albero e alloggiamento

Per preservare le prestazioni meccaniche del mandrino principale delle macchine utensili, la precisione di installazione e dei componenti montati deve essere uguale o superiore a quella del cuscinetto.

La precisione consigliata per la sezione di installazione del cuscinetto e la scabrosità della superficie sono mostrate nelle **Tabelle da 8.4 a 8.7**.

● **Tabella 8.4** Precisione albero

Unità: µm

Elemento di precisione	Diametro dell'albero		Classe di precisione del cuscinetto		
	Oltre	Fino a	Classe 5	Classe 4	Classe 2
Rotondità ○, a	—	10	1,3	0,8	0,5
	10	18	1,5	1,0	0,6
	18	30	2,0	1,3	0,8
	30	50	2,0	1,3	0,8
	50	80	2,5	1,5	1,0
	80	120	3,0	2,0	1,3
	120	180	4,0	2,5	1,8
	180	250	5,0	3,5	2,3
Cilindricità ⌭, b	—	10	1,3	0,8	0,5
	10	18	1,5	1,0	0,6
	18	30	2,0	1,3	0,8
	30	50	2,0	1,3	0,8
	50	80	2,5	1,5	1,0
	80	120	3,0	2,0	1,3
	120	180	4,0	2,5	1,8
	180	250	5,0	3,5	2,3
Vibrazione ↗, c	—	10	2,0	2,0	1,3
	10	18	2,5	2,5	1,5
	18	30	3,0	3,0	2,0
	30	50	3,5	3,5	2,0
	50	80	4,0	4,0	2,5
	80	120	5,0	5,0	3,0
	120	180	6,0	6,0	4,0
	180	250	7,0	7,0	5,0
Concentricità ◎, d	—	10	4,0	4,0	2,5
	10	18	5,0	5,0	3,0
	18	30	6,0	6,0	4,0
	30	50	7,0	7,0	4,0
	50	80	8,0	8,0	5,0
	80	120	10,0	10,0	6,0
	120	180	12,0	12,0	8,0
	180	250	14,0	14,0	10,0

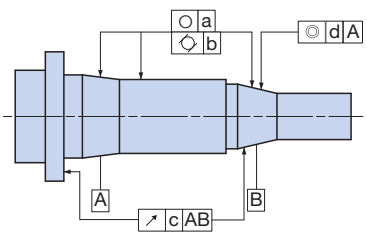
● **Tabella 8.6** Precisione alloggiamento

Unità: µm

Elemento di precisione	Diametro foro alloggiamento		Classe di precisione del cuscinetto		
	Oltre	Fino a	Classe 5	Classe 4	Classe 2
Rotondità ○, a_1	—	10	1,3	0,8	0,5
	10	18	1,5	1,0	0,6
	18	30	2,0	1,3	0,8
	30	50	2,0	1,3	0,8
	50	80	2,5	1,5	1,0
	80	120	3,0	2,0	1,3
	120	180	4,0	2,5	1,8
	180	250	5,0	3,5	2,3
Cilindricità ⌭, b_1	—	10	1,3	0,8	0,5
	10	18	1,5	1,0	0,6
	18	30	2,0	1,3	0,8
	30	50	2,0	1,3	0,8
	50	80	2,5	1,5	1,0
	80	120	3,0	2,0	1,3
	120	180	4,0	2,5	1,8
	180	250	5,0	3,5	2,3
Vibrazione ↗, c_1	—	10	2,0	2,0	1,3
	10	18	2,5	2,5	1,5
	18	30	3,0	3,0	2,0
	30	50	3,5	3,5	2,0
	50	80	4,0	4,0	2,5
	80	120	5,0	5,0	3,0
	120	180	6,0	6,0	4,0
	180	250	7,0	7,0	5,0
Concentricità ◎, d_1	—	10	4,0	4,0	2,5
	10	18	5,0	5,0	3,0
	18	30	6,0	6,0	4,0
	30	50	7,0	7,0	4,0
	50	80	8,0	8,0	5,0
	80	120	10,0	10,0	6,0
	120	180	12,0	12,0	8,0
	180	250	14,0	14,0	10,0

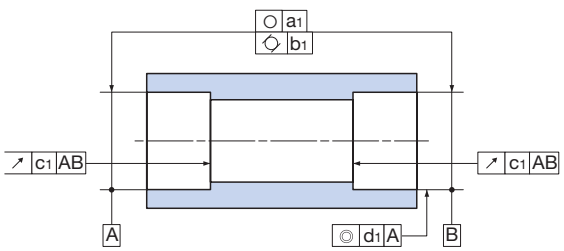
● **Tabella 8.5** Scabrosità superficie di regolazione albero (Ra)

Diametro dell'albero d	Classe di precisione del cuscinetto		
	Classe 5	Classe 4	Classe 2
d ≤ 80mm	0,2	0,2	0,1
d > 80mm	0,4	0,4	0,2



● **Tabella 8.7** Scabrosità superficie di regolazione albero (Ra)

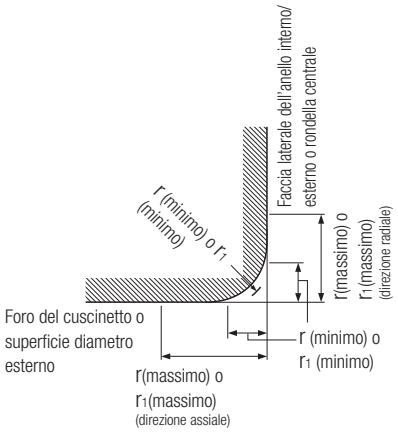
Diametro foro alloggiamento D	Classe di precisione del cuscinetto		
	Classe 5	Classe 4	Classe 2
D ≤ 80mm	0,4	0,4	0,2
80mm < D ≤ 250mm	0,8	0,8	0,4
D > 250mm	1,6	1,6	0,8



8-3 Limiti delle dimensioni dello smusso

● **Tabella 8.8** Dimensioni dello smusso per cuscinetti radiali (esclusi cuscinetti a rulli conici) Unità: mm

Dimensioni smusso più piccole ammesse di anelli interni ed esterni r (min) o r_1 (min)	Diametro nominale foro del cuscinetto		Dimensioni smusso più piccole ammesse di anelli interni ed esterni r (max) o r_1 (min)		(Riferimento) Albero o raggio ra del filetto dell'alloggiamento
	Oltre	Fino a	Direzione radiale	Direzione assiale	Max
0,05	—	—	0,1	0,2	0,05
0,08	—	—	0,16	0,3	0,08
0,1	—	—	0,2	0,4	0,1
0,15	—	—	0,3	0,6	0,15
0,2	—	—	0,5	0,8	0,2
0,3	— 40	40 —	0,6 0,8	1 1	0,3
0,6	— 40	40 —	1 1,3	2 2	0,6
1	— 50	50 —	1,5 1,9	3 3	1
1,1	— 120	120 —	2 2,5	3,5 4	1
1,5	— 120	120 —	2,3 3	4 5	1,5
2	— 80 220	80 220 —	3 3,5 3,8	4,5 5 6	2
2,1	— 280	280 —	4 4,5	6,5 7	2
2,5	— 100 280	100 280 —	3,8 4,5 5	6 6 7	2
3	— 280	280 —	5 5,5	8 8	2,5
4	—	—	6,5	9	3
5	—	—	8	10	4
6	—	—	10	13	5
7,5	—	—	12,5	17	6
9,5	—	—	15	19	8
12	—	—	18	24	10
15	—	—	21	30	12
19	—	—	25	38	15



r: dimensioni smusso di anello interno e anello esterno

r_1: dimensioni smusso di anello interno e anello esterno (faccia anteriore, ecc.) o di anello centrale di cuscinetti assiali a sfere

Nota ① La forma precisa dello smusso non è specificata. I limiti cadono entro il raggio minimo radiale e assiale e il raggio massimo.
② I valori r (minimo) nella direzione assiale dei cuscinetti con larghezze nominali del cuscinetto di 2 mm o meno r (max) sono gli stessi nella direzione radiale.

9 Gestione del cuscinetto

9-1 Conservazione e trasporto dei cuscinetti

I cuscinetti contatto volvente sono componenti di precisione. Pertanto è molto importante trattarli con molta cura per evitare di provocare danni in seguito all'urto. Inoltre essi sono suscettibili allo sporco e alla ruggine per cui bisogna adottare delle precauzioni per la conservazione e il trasporto.

- Per conservare i cuscinetti scegliere un posto freddo e asciutto, non esposto all'irradiazione solare diretta o all'umidità.
- Non lasciare i cuscinetti sul pavimento. Conservarli a un'altezza di 30 cm, ed evitare di esporli alla polvere.
- Per la gestione dell'inventario dei cuscinetti si deve adottare una conservazione per cui si utilizzano per primi i cuscinetti conservati più a lungo. Sistemare i cuscinetti in modo che quelli con la data di confezione più vecchia siano utilizzati per primi.
- Durante il trasporto i cuscinetti non devono essere schiacciati, non devono cadere, ecc., proteggerli da danni e deformazioni provocati da eventuale impatto, e controllare che non si sporchino per la presenza di materiali di imballaggio rotti.

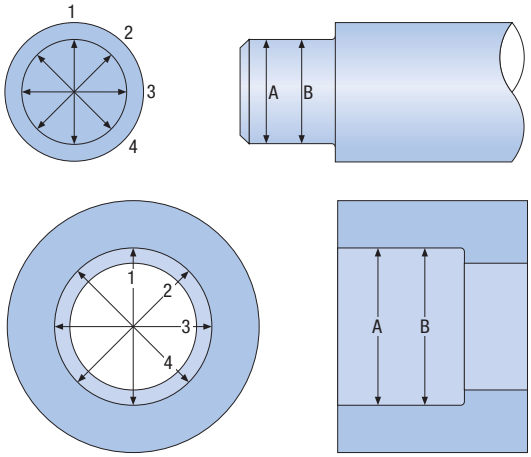
9-2 Assemblaggio di cuscinetti

La qualità del montaggio dei cuscinetti influenza la precisione, la durata le prestazioni ed altri fattori, per cui deve essere svolta con cura. Di seguito si riporta la procedura per il lavoro di assemblaggio.

① Ispezione dell'albero e dell'alloggiamento
② Apertura dell'imballaggio e pulizia
③ Assemblaggio
④ Controlli post-assemblaggio

9.2.1 Ispezione dell'albero e dell'alloggiamento

- Pulire l'albero e l'alloggiamento con cura e togliere sporco e detriti. Controllare inoltre l'assenza di sbavature.
- Controllare che l'albero e l'alloggiamento siano ultimati in base ai disegni e controllare e registrare le dimensioni, lo squadro dello spallamento e il raggio angolare. Come mostrato in **Figura 9.1**, misurare il diametro dell'albero e il foro dell'alloggiamento presso su due punti in direzione assiale e quattro punti in direzione radiale.



● **Figura 9.1** Punti di misurazione del diametro dell'albero e del diametro dell'alloggiamento

9.2.2 Apertura dell'imballaggio e pulizia

- Non aprire l'imballaggio del cuscinetto finché non si è pronti per usare lo stesso. Indossare guanti di vinile durante questa operazione. Se si apre l'imballaggio del cuscinetto a mani nude o con guanti di tessuto si rischia di provocare l'infiltrazione di ruggine o di pilucchi.
- Applicare olio anti-ruggine sulla superficie del cuscinetto disimballato. Lavare il cuscinetto con cherosene bianco. Per il lavaggio preparare una doccia filtrata o due contenitori con parte inferiore rialzata con filtro, uno per il lavaggio base e una per il lavaggio finale.
- Dopo il lavaggio, scuotere l'olio dal cuscinetto e coprirlo. Non ruotare un cuscinetto che è stato sgrassato.

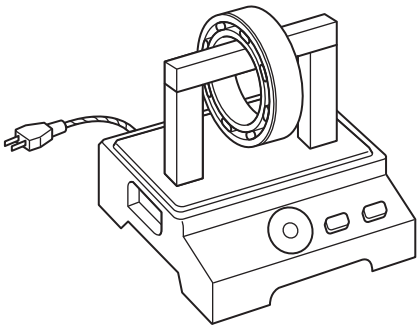
9.2.3 Assemblaggio

Di norma la maggior parte dei cuscinetti montati sulle macchine utensili presentano regolazioni dell'albero di interferenza e regolazioni alloggiamento lente. I metodi utilizzati per il montaggio dei cuscinetti sugli alberi sono il montaggio per dilatazione termica e il montaggio a pressa.

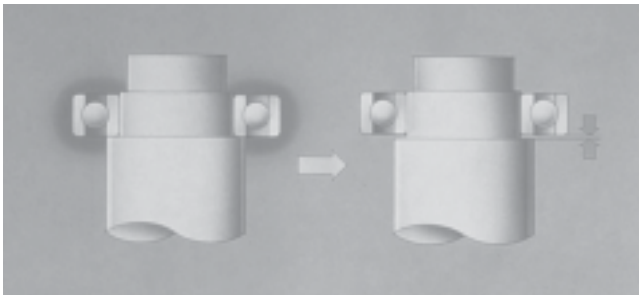
Montaggio per dilatazione termica

Con questo metodo di montaggio, il cuscinetto viene riscaldato finché non si espande diventando più largo dell'albero e l'anello interno può scorrere sull'albero. Un riscaldatore elettromagnetico con demagnetizzatore (**Figura 9.2**) evita di sollecitare inutilmente l'anello interno, mentre un forno è utile per ridurre il tempo di lavorazione. La temperatura di riscaldamento non deve superare i 120°C. Temperature superiori a 120°C possono diminuire la durezza del cuscinetto e ridurne la durata.

Dopo aver montato un cuscinetto riscaldato sull'albero, raffreddandosi si contrae in direzione assiale, formando uno spazio tra l'anello interno e lo spallamento dell'albero (**Figura 9.3**) per cui il posizionamento corretto è ottenuto utilizzando un dado, ecc.



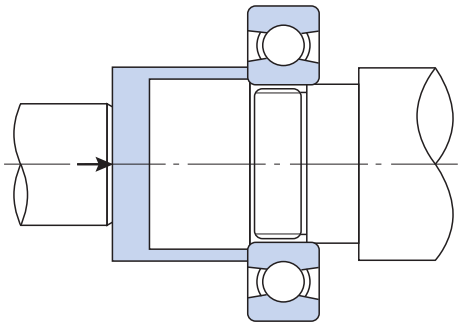
● **Figura 9.2** Riscaldatore a induzione



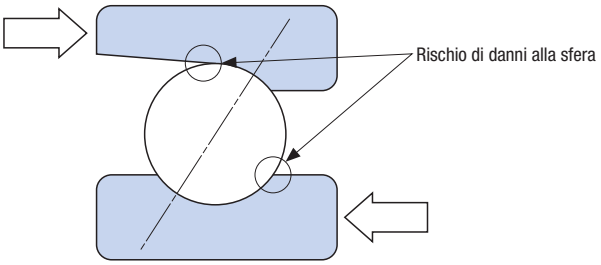
● **Figura 9.3** Spazio con lo spallamento dell'albero dopo il raffreddamento

Montaggio a pressa

Questo metodo utilizza un utensile posto sulla superficie laterale dell'anello interno e un martinetto o pressa usata per eseguire il montaggio a pressione (**Figura 9.4**). Quando si esegue il montaggio a pressa dell'anello interno sull'albero non esercitare troppa forza sull'anello esterno o sulla gabbia. Nel caso di cuscinetti obliqui a sfere evitare di applicare la forza in direzione opposta alla direzione dell'angolo di contatto perché si rischia di danneggiare lo spallamento della pista di scorrimento (**Figura 9.5**).



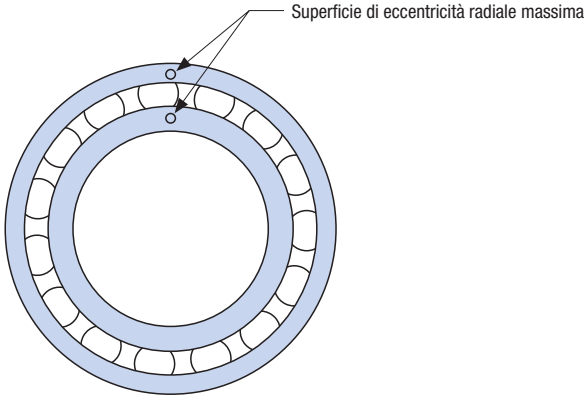
● **Figura 9.4** Montaggio a pressa dell'anello interno



● **Figura 9.5** Direzione di montaggio del cuscinetto obliquo a sfere

Riferimento: posizione dell'eccentricità radiale massima

Le posizioni dell'eccentricità radiale massima dell'anello interno e dell'anello esterno sono contraddistinti dai simboli "○" sulla faccia dell'anello. L'eccentricità assiale può essere ridotta allineando la posizione di eccentricità radiale minima dell'asse con il simbolo "○" sull'anello interno. Anche l'anello esterno dovrebbe essere montato in modo che il relativo simbolo "○" sia allineato con le posizioni di eccentricità minima dell'alloggiamento.
Si noti che non esiste un rapporto tra la posizione del simbolo "○" dell'anello esterno e la posizione del simbolo di montaggio "<" del diametro esterno.



● **Figura 9.6** Posizioni di eccentricità radiale massima

Riferimento: forza di montaggio a pressa e forza di rimozione

Sebbene la forza richiesta per montare a pressa un anello interno del cuscinetto sull'albero e per smontarlo dipenda dalle quantità di interferenza e dalla finitura della superficie dell'albero si possono ottenere dei valori generici utilizzando la **Formula 9.1**.

$$Ka = fk \cdot \Delta de \cdot B \cdot \left(1 - \left\{\frac{d}{di}\right\}^2\right) \quad \text{(Formula 9.1)}$$

Ka : Forza per montaggio a pressa (forza per lo smontaggio) (kN)
fk : Coefficiente per la condizione di montaggio/smontaggio (**Tabella 9.1**)
Δde : Interferenza effettiva (mm)
B : Larghezza nominale anello interno (mm)
d : Diametro nominale foro del cuscinetto (mm)
di : Diametro esterno medio dell'anello interno (mm)
Cuscinetto a rulli cilindrici

$$di = (D+3d)/4$$

Altri tipi di cuscinetto

$$di = (3D+7d)/10$$

In questo caso, D: Diametro nominale esterno del cuscinetto (mm)

● **Tabella 9.1** Coefficiente per la condizione di montaggio/smontaggio

Condizioni	fk (valore medio)
Montaggio a pressa di anello interno sul albero solido cilindrico	39
Smontaggio di anello interno sul albero solido cilindrico	59

Nota) Valori che si hanno quando il foro dell'albero e l'albero stesso sono rivestiti con strato sottile di olio.

Gestione del cuscinetto

Montaggio sull'albero

Di solito si utilizza la ghiera dell'albero per fissare l'anello interno del cuscinetto sull'albero. Si deve controllare che la superficie laterale della ghiera dell'albero si trovi in posizione angolare giusta rispetto alla filettatura. Se le superfici non sono serrate a squadro con la ghiera dell'albero si può provocare la deformazione dell'albero stesso. Inoltre è necessario regolare la ghiera dell'albero quando se ne effettua il serraggio per il contatto marginale che si ottiene in seguito allo spazio tra le superfici di accoppiamento tra la ghiera e l'albero stesso.

Il serraggio con la ghiera dell'albero consente di applicare una forza di serraggio specifica controllandone la coppia. Nonostante la discrepanza esistente nella relazione tra coppia di serraggio della ghiera dell'albero e la forza di serraggio da applicare per motivi di precisione e ruvidezza di ciascuna parte filettata, essa può essere espressa come la **Formula 9.2**.

La forza di montaggio consigliata per ciascun foro del cuscinetto è mostrata nella **Tabella 9.2**.

$$F \approx \frac{Mn}{\frac{d_2}{2}\tan(\beta+\rho)+\frac{d_n}{2}\cdot\mu_m} \qquad \text{(Formula 9.2)}$$

F : Forza di serraggio (N)
Mn : Coppia di serraggio (N·mm)
d_2 : Diametro nominale filettatura (mm)
β : Angolo di inclinazione

$$\tan\beta = \frac{P}{\pi d_2}$$

P : Passo (mm)
ρ : Angolo di attrito superficie filettatura

$$\tan\rho = \frac{\mu}{\cos\alpha}$$

α : Semi-angolo di filettatura
d_n : Diametro medio della superficie della rondella del cuscinetto (mm)
μ_m : Coefficiente di attrito della superficie della rondella del cuscinetto (≈ 0,15)
μ : Coefficiente di attrito della superficie della filettatura (≈ 0,15)

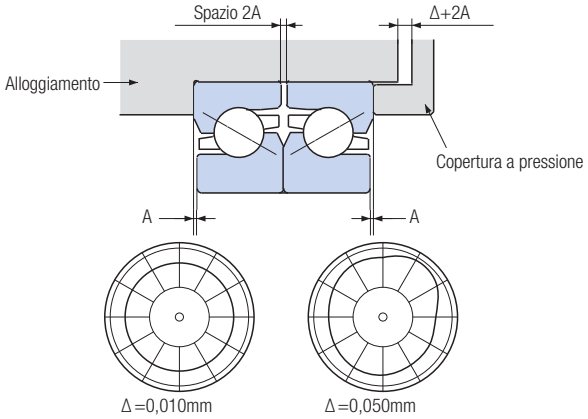
● **Tabella 9.2** Valori consigliati per la forza di serraggio della ghiera dell'albero

Diametro nominale foro del cuscinetto (mm)	Forza di serraggio dado dell'albero (N)	Diametro nominale foro del cuscinetto (mm)	Forza di serraggio dado dell'albero (N)
10	1500	80	19600
12	2500	85	19600
15	2500	90	19600
17	2500	95	19600
20	4900	100	19600
25	4900	105	19600
30	4900	110	19600
35	4900	120	19600
40	9800	130	19600
45	9800	140	29400
50	9800	150	29400
55	14700	160	29400
60	14700	170	29400
65	14700	180	29400
70	14700	190	29400
75	14700	200	29400

Montaggio sull'alloggiamento

Per fissare l'anello esterno del cuscinetto in direzione assiale, si mantiene uno spazio tra la copertura a pressione e l'alloggiamento e per il serraggio si usa un bullone. Tuttavia è richiesta un'attenzione estrema poiché se i dadi non sono serrati in modo corretto o uniforme si può provocare il mancato allineamento dell'anello esterno e la deformazione (**Figura 9.7**).

In genere si consiglia uno giuoco D di riduzione spazio anello esterno compreso tra 0,010 - 0,020. I valori del giuoco di riduzione spazio consigliati per un cuscinetto di supporto faccia-a-faccia (Serie TAB, Serie TAF) sono mostrate nelle **Tabelle 9.3 e 9.4**.



● **Figura 9.7** Esempio di deflessione di pista di scorrimento dipendente dal gioco di riduzione spazio dell'anello esterno

● **Tabella 9.3** Valori del giuoco di riduzione spazio consigliati per cuscinetti per supporto viti con ricircolo di sfere (Serie TAB)

Cuscinetto n.	Giuoco di riduzione spazio anello esterno Δ (mm)
15TAB04 DF	0,010 ~ 0,030
17TAB04 DF	
20TAB04 DF	
25TAB06 DF	0,010 ~ 0,040
30TAB06 DF	
35TAB07 DF	
40TAB07 DF	
40TAB09 DF	0,020 ~ 0,050
45TAB07 DF	
45TAB10 DF	
50TAB10 DF	
55TAB10 DF	
55TAB12 DF	0,020 ~ 0,060
60TAB12 DF	

● **Tabella 9.4** Valori del giuoco di riduzione spazio consigliati per cuscinetti per supporto viti con ricircolo di sfere (Serie TAF)

Cuscinetto n.	Giuoco di riduzione spazio anello esterno Δ (mm)
25TAF06 DF	0,020
30TAF07 DF	0,030
35TAF09 DF	
40TAF09 DF	
40TAF11 DF	0,040
45TAF11 DF	
50TAF11 DF	
60TAF13 DF	
60TAF17 DF	0,050
80TAF17 DF	
100TAF21 DF	
120TAF03 DF	

Regolazione giuoco per cuscinetto a rulli conici con foro rastremato
Il giuoco interno del cuscinetto a rulli cilindrici con foro rastremato può essere regolato tramite larghezza del distanziale utilizzando la seguente procedura.

① Controllare il cono dell'albero. Rivestire il cono con uno strato sottile di pasta pigmentata blu; è richiesto un contatto pari all'80% o superiore.
② Posizionare con cautela l'unità secondaria interna sul cono dell'albero (**Figura 9.8**).
③ Sistemare l'anello esterno e fissare l'albero orizzontalmente.
④ Toccare il centro dell'anello esterno con una sonda con calibro doppia.
⑤ Premendo dall'alto verso il basso sull'anello esterno, ruotarlo a sinistra a destra più volte in modo da sistemarlo e azzerare la sonda di misurazione.
⑥ Premere l'anello esterno ruotandolo di 180° dalla sua posizione di simmetria (direttamente sotto) e ruotarlo a sinistra e a destra per ottenere la lettura del valore massimo (**Figura 9.9**).
⑦ Modificare la posizione dell'albero con passaggio di circa 30°, misurare lo spostamento assiale e calcolare la media delle letture come il valore di ΔR.
⑧ Usare un misuratore a blocco per misurare la lunghezza della superficie dei bordi dell'anello interno e dello spallamento dell'albero (**Figura 9.10**).
⑨ Modificare la posizione e usare una media di cinque o sei punti come valore per L'.
⑩ Usare la **Formula 9.3** per stabilire le dimensioni della larghezza del distanziale richiesto.

$$L=L'-12(\Delta R-\Delta-\lambda e\cdot\delta) \qquad \text{(Formula 9.3)}$$

L' : Larghezza media del distanziale ottenuta al passaggio ⑨
ΔR : Giuoco radiale misurato
Δ : Giuoco radiale post-montaggio desiderato
λe : Rapporto di contrazione anello esterno

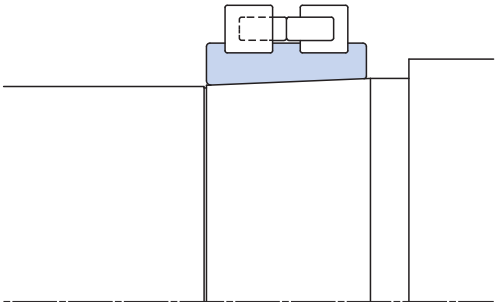
$$\lambda e=\frac{De}{D}-\frac{1-\left(\frac{D}{Dh}\right)^2}{1-\left(\frac{De}{Dh}\right)^2}$$

D : Diametro esterno anello interno (mm)
De : Foro anello interno (mm)
Dh : Foro alloggiamento (mm)
δ : Interferenza anello esterno

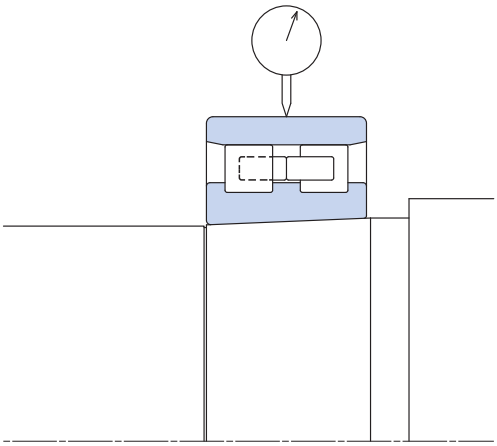
⑪ Correggere la dimensione della larghezza del distanziale.
⑫ Smontare l'unità secondaria interna dall'albero. Questa volta evitare di colpire l'anello interno con forza eccessiva. Per facilitare lo smontaggio dell'anello usare un attrezzo speciale per lo smontaggio.
⑬ Montare il distanziale e il cuscinetto sull'albero.
⑭ Misurare di nuovo il giuoco radiale e confermare che sia presente il giuoco radiale desiderato (**Figura 9.11**).

9.2.4 Controllo post-assemblaggio

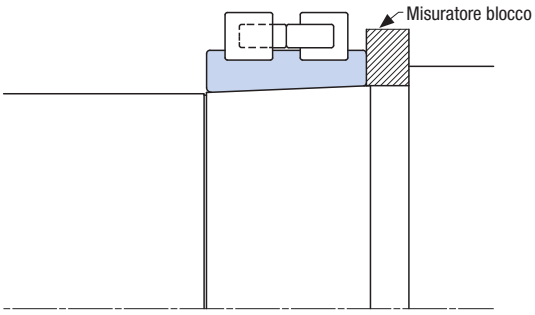
Utilizzare la procedura "5-3 Misurazione del precarico" (pagina 14) per confermare che venga applicato il precarico prescritto.



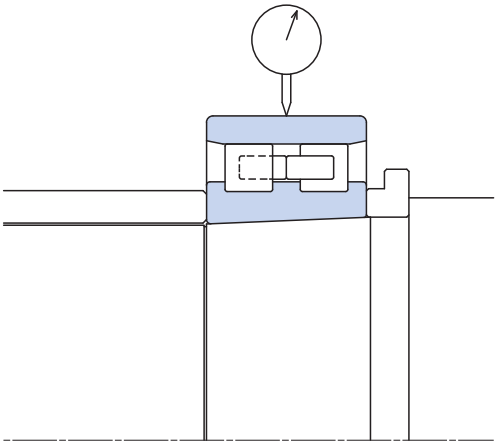
● **Figura 9.8** Serraggio temporaneo unità secondaria interna



● **Figura 9.9** Misurazione giuoco radiale



● **Figura 9.10** Misurazione dimensione larghezza temporanea distanziale



● **Figura 9.11** Controllo giuoco radiale montaggio finale

Gestione del cuscinetto

9-3 Test di funzionamento

Dopo aver montato i cuscinetti si svolge un test di funzionamento per verificarne il corretto funzionamento. Nello specifico, se si utilizza lubrificazione con grasso si deve consentire al grasso di penetrare all'interno del cuscinetto per cui è necessario un tempo adeguato per il funzionamento discontinuo.
Di seguito si riporta la procedura generale per il test di funzionamento.

① Controllare l'assenza di spazio tra albero e alloggiamento o copertura e che tutti i giochi siano uniformi.
② Innanzitutto ruotare a mano tutti i meccanismi che ruotano e controllare rumori anomali ed eventuali sfregamenti.
③ Per grandi meccanismi che non possono essere ruotati a mano, avviarli a velocità molto bassa e svolgere gli stessi controlli del passaggio ②.
④ Se non è stato trovato alcun problema durante i primi tre passaggi, aumentare la velocità gradualmente fino alla velocità di funzionamento confermando che l'aumento di temperatura rientra in condizioni normali.
⑤ Per il funzionamento a lungo termine ricontrollare il serraggio del bullone e della ghiera, controllare le perdite d'olio e anomalie di rumore. Se possibile al termine del test estrai un campione di olio e controlla se sono presenti corpi estranei.
⑥ L'esercizio regolare può iniziare dopo aver completato il test.

9-4 Smontaggio di cuscinetti

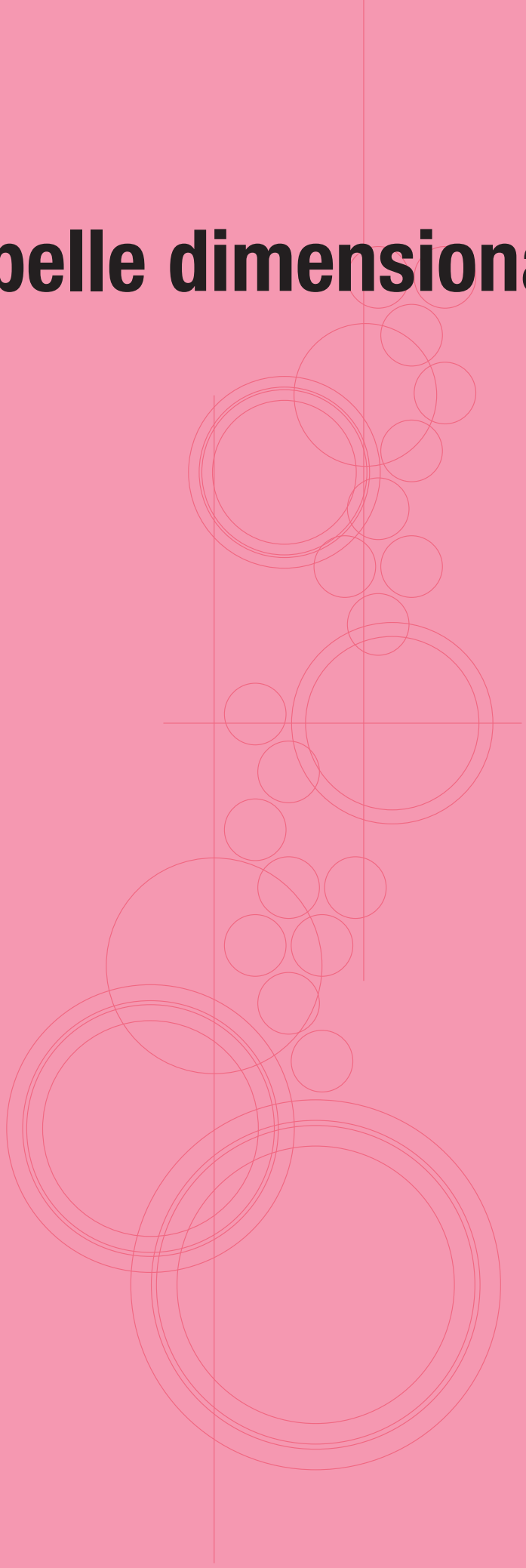
Sebbene la ragione per lo smontaggio dei cuscinetti sia la manutenzione periodica o la rottura meccanica, esso può rappresentare l'opportunità per controllare lo stato effettivo della macchina e per apportare migliorie, ecc. Soprattutto in caso di problemi di funzionamento i motivi effettivi della rottura di solito si riscontrano soltanto dopo lo smontaggio. Pertanto, quando si smontano i cuscinetti controllare i seguenti punti.

① Problemi con il montaggio di cuscinetti
② Grasso od olio lubrificante insufficiente, e quantità di contaminanti (raccolta campioni).
③ Regolazione anello interno ed esterno
④ Problema con i cuscinetti

Prima di smontare il cuscinetto si devono valutare anche i seguenti aspetti.

① Metodo per lo smontaggio del cuscinetto
② Condizioni di regolazione
③ Utensili necessari per lo smontaggio

Tabelle dimensionali



Cuscinetti a rulli di precisione

Cuscinetti obliqui a sfere

Cuscinetti obliqui a sfere ad alta velocità

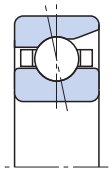
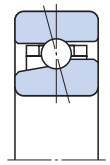
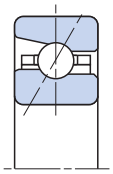
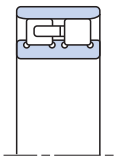
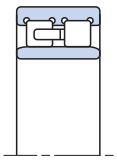
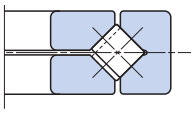
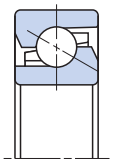
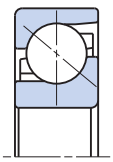
Cuscinetti obliqui a sfere con carico di spinta

Cuscinetti a rulli cilindrici a disposizione multipla

Cuscinetti a rulli conici incrociati

Cuscinetti per supporto di viti con ricircolo di sfere

Tipologie e progettazione di cuscinetti a rulli di precisione

Tipo	Vista in sezione	Serie cuscinetto	Angolo di contatto	Descrizione
Cuscinetti obliqui a sfere		7900C	15°	● Le sfere e le piste di scorrimento dell'anello interno e dell'anello esterno sono progettate per il contatto secondo uno specifico angolo di contatto, e ciò significa che questo tipo di cuscinetti è idoneo per carichi compositi (carico assiale e carico radiale). ● L'angolo di contatto vuol dire che si generano componenti di forza assiale quando si applica un carico radiale, per cui questi cuscinetti sono usati di solito in coppia alle estremità dell'albero. ● Un angolo di contatto di 15° è ottimale per le alte velocità, mentre un angolo di contatto di 25° è migliore per i carichi assiali.
		7900AC	25°	
		7000C	15°	
		7000AC	25°	
		7200C	15°	
		7200AC	25°	
Cuscinetti obliqui a sfere ad alta velocità		BNH	15°	● Dato che lo spostamento della sfera è ridotto dall'effetto giroscopico ad alte velocità, il diametro della sfera di questo tipo di cuscinetto è minore rispetto ai cuscinetti obliqui a sfere standard. ● Questo tipo di cuscinetto è intercambiabile per dimensioni con la Serie 7000 e può essere usato in sostituzione della stessa.
Cuscinetti obliqui a sfere con carico di spinta		TAH	30°	● L'angolo di contatto è minore di quello della precedente serie TAD (cuscinetti obliqui a sfera con spinta in direzione doppia) poiché l'effetto giroscopico indotto è minore sullo spostamento della sfera e si generano temperature inferiori. ● Può essere utilizzato per sostituire i cuscinetti della serie TAD.
		TBH	40°	
Cuscinetti a rulli cilindrici a disposizione multipla tipo NN		NN3000	—	● Un numero elevato di rulli (cilindrici) per elevata rigidità. ● Il foro rastremato consente la regolazione del giuoco interno. ● Sono presenti anche una scanalatura e un foro per l'olio al centro della larghezza dell'anello esterno.
Cuscinetti a rulli cilindrici a disposizione multipla tipo NNU		NNU4900	—	
Cuscinetti a rulli conici incrociati		XRN XRG	—	● Progettati come alternativa ai cuscinetti a rulli conici, questa serie fornisce un carico assiale elevato e rigidità del carico di coppia. ● I rulli presentano centri di rotazione e orbitali per una rotazione uniforme.
Cuscinetti per supporto viti con ricircolo di sfere		TAB	60°	● Utilizzati principalmente in applicazioni di supporto per viti con ricircolo di sfere di macchine utensili. ● Disponibile tipo aperto e tipo a tenuta (tipo a contatto, tipo non a contatto).
		TAF	50° (55°)	● Utilizzati principalmente in applicazioni di supporto per viti con ricircolo di sfere a carico elevato di macchine utensili per lo stampo a iniezione. ● Le sfere di diametro ampio forniscono un angolo di contatto grande per capacità di carico di spinta elevata.

Cuscinetti obliqui a sfere

Tipo standard

Nomenclatura dei numeri del cuscinetto

SH6- 7 2 08 C Y DU /GL P4

- **Codice materiale**
  SH6- : anello interno/anello esterno = Cuscinetto acciaio; Sfera = ceramica
  (No codice): Anello interno/Anello esterno/Sfere = Cuscinetto acciaio
- **Tipo di cuscinetto**
  7 : Cuscinetti obliqui a sfere a disposizione singola
- **Numero serie dimensione**
  9 : Serie 9
  0 : Serie 10
  2 : Serie 02
- **Numero del diametro del foro**
  00 : dimensione foro da 10 mm
  01 : 12mm
  02 : 15mm
  03 : 17mm
  04+ : (numero foro) ×5 mm
- **Codice angolo di contatto**
  C : 15°
  AC : 25°
- **Codice gabbia**
  Y : Gabbia in resina poliammidica
- **Codice montaggio**
  U : Flush ground (singolo)
  DU : Flush ground (doppio)
  DB : Spalla-a-spalla
  DF : Faccia-a-faccia
  DT : Tandem
- **Precarico e altri codici di classe**
  /GE : precarico ultra leggero
  /GL : precarico leggero
  /GM : precarico medio
  /GH : precarico pesante
- **Codice classe di tolleranza**
  P5 : JIS Classe 5
  P4 : JIS Classe 4

Caratteristiche

- Nei cuscinetti obliqui a sfere, le sfere e le piste di scorrimento dell'anello interno e dell'anello esterno formano un angolo di contatto specifico. Se utilizzati in configurazione singola, il carico assiale è limitato ad una sola direzione e questo tipo di cuscinetti è idoneo per carichi composti in senso assiale e radiale.
- Dato che questo tipo di cuscinetti presenta un angolo di contatto, i componenti assiali sono generati quando si applica un carico radiale. Pertanto, questo tipo di cuscinetti è usato di norma in coppia alle estremità dell'albero.
- Sono disponibili le sfere in ceramica.

Angolo di contatto

Sono disponibili due angoli di contatto: a 15° e a 25°. 15° per applicazioni ad alta velocità. 25° per applicazioni che richiedono elevata rigidità assiale.

Gabbia

Come standard viene fornita una gabbia poliammidica di guida per la sfera. La gabbia poliammidica deve essere usata a temperature inferiori a 120°.

Precisione dimensionale, precisione rotazionale

Conforme a JIS Classe 5 o Classe 4. Vedere pagina 7 per maggiori dettagli.

Precarico

- Sono disponibili quattro tipi di impostazioni del precarico standard. Utilizzare la tabella per selezionare il precarico che soddisfa le proprie esigenze.
- Vedere le pagine da 16 a 18 per i precarichi standard disponibili per ciascuna serie e dimensione.

Criteri di scelta del precarico

Codice precarico	Criteri di scelta
E (precarico ultra leggero)	Evita vibrazioni meccaniche e aumenta la precisione.
L (precarico leggero)	Fornisce rigidità ad alte velocità (valore dmn = 500.000) di funzionamento.
M (precarico medio)	Fornisce rigidità maggiore del precarico leggero per velocità standard di funzionamento.
H (precarico pesante)	Fornisce massima rigidità per funzionamento a basse velocità.

Montaggio

Vedere pagina 12 e 13 per disposizioni multiple.

Tipi di sfere in ceramica

Sono disponibili anche cuscinetti con sfere in ceramiche con densità minore delle sfere in acciaio per forza centrifuga minore quando le sfere ruotano ad alte velocità.

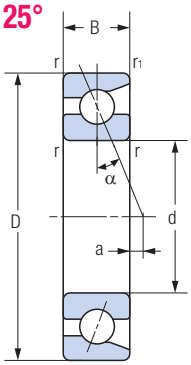
- Le caratteristiche delle sfere in ceramica e delle sfere in acciaio sono mostrate nella seguente tabella.
- Il numero del cuscinetto che utilizza sfere in ceramica inizia per "SH6-".
- Il precarico e la rigidità assiale è circa 1,2 volte quello dei cuscinetti con sfere in acciaio.

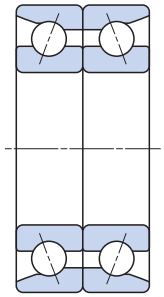
Confronto tra le caratteristiche delle sfere in ceramica e delle sfere in acciaio

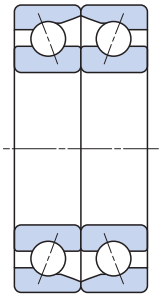
Caratteristiche	Unità	Ceramica (Si_3N_4)	Sfere in acciaio (SUJ2)
Resistenza termica	°C	800	180
Densità	g/cc	3,2	7,8
Coefficiente di espansione lineare	1/°C	$3{,}2\times10^{-6}$	$12{,}5\times10^{-6}$
Durezza	Hv	1400~1700	700~800
Coefficiente elastico longitudinale	GPa	314	206
Rapporto di Poisson	—	0,26	0,30
Resistenza alla corrosione	—	Buona	Non buona
Magnetismo	—	Sostanza non magnetica	Sostanza altamente magnetica
Conduttività	—	Materiale isolante	Conduttore
Legame chimico cristallino	—	Covalente	Metallico

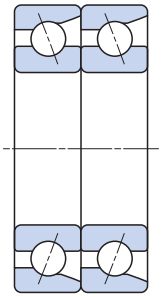
Cuscinetti obliqui a sfere

Serie 7900C **Angolo di contatto α = 15°**
Serie 7900AC **Angolo di contatto α = 25°**

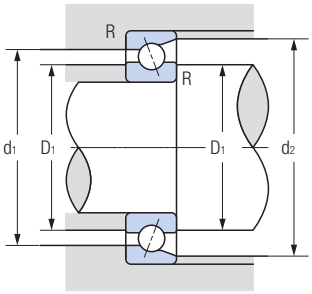



Spalla a spalla (DB)

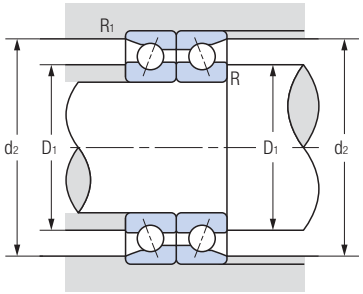

Faccia a faccia (DF)


Tandem (DT)

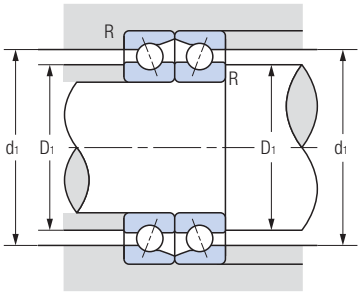
Cuscinetto n.	Dimensioni limite (mm)					Centro di carico a (mm)	Coefficiente di carico dinamico di base Cr (kN)	Coefficiente di carico statico base Cor (kN)
	d	D	B	r (Min)	r1 (Min)			
7900C	**10**	22	6	0,3	0,15	-0,9	3,00	1,52
7900AC	**10**	22	6	0,3	0,15	0,7	2,88	1,45
7901C	**12**	24	6	0,3	0,15	-0,6	3,20	1,72
7901AC	**12**	24	6	0,3	0,15	1,2	3,05	1,63
7902C	**15**	28	7	0,3	0,15	-0,6	4,75	2,64
7902AC	**15**	28	7	0,3	0,15	1,5	4,55	2,53
7903C	**17**	30	7	0,3	0,15	-0,3	5,00	2,95
7903AC	**17**	30	7	0,3	0,15	2,1	4,75	2,82
7904C	**20**	37	9	0,3	0,15	-0,7	7,30	4,55
7904AC	**20**	37	9	0,3	0,15	2,1	6,95	4,35
7905C	**25**	42	9	0,3	0,15	0,1	7,80	5,45
7905AC	**25**	42	9	0,3	0,15	3,5	7,40	5,15
7906C	**30**	47	9	0,3	0,15	0,7	8,30	6,25
7906AC	**30**	47	9	0,3	0,15	4,5	7,85	5,95
7907C	**35**	55	10	0,6	0,3	1,0	12,5	9,65
7907AC	**35**	55	10	0,6	0,3	5,5	11,9	9,20
7908C	**40**	62	12	0,6	0,3	0,8	15,7	12,4
7908AC	**40**	62	12	0,6	0,3	5,9	14,9	11,8
7909C	**45**	68	12	0,6	0,3	1,6	16,6	14,1
7909AC	**45**	68	12	0,6	0,3	7,2	15,7	13,3
7910C	**50**	72	12	0,6	0,3	2,2	17,7	15,5
7910AC	**50**	72	12	0,6	0,3	8,2	16,4	14,9



Disposizione singola



Spalla a spalla

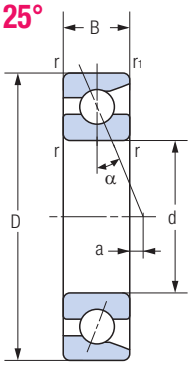


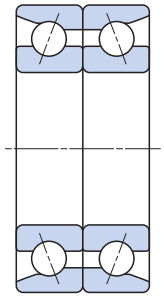
Faccia-a-faccia

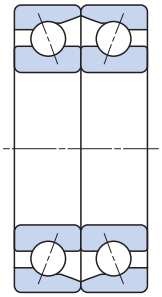
Limite velocità di rotazione (giri/min)		Raggio angolare (mm)					Massa (kg) (Riferimento)	Cuscinetto n.
Lubrificazione con grasso	Lubrificazione con olio	D_1 (Min)	d_1 (Max)	d_2 (Max)	R (Max)	R_1 (Max)		
73000	100000	12,5	19,5	20,8	0,3	0,15	0,008	**7900C**
63500	85000	12,5	19,5	20,8	0,3	0,15	0,008	**7900AC**
64800	88800	14,5	21,5	22,8	0,3	0,15	0,010	**7901C**
56400	75500	14,5	21,5	22,8	0,3	0,15	0,010	**7901AC**
54300	74400	17,5	25,5	26,8	0,3	0,15	0,015	**7902C**
47200	63200	17,5	25,5	26,8	0,3	0,15	0,015	**7902AC**
49700	68000	19,5	27,5	28,8	0,3	0,15	0,016	**7903C**
43200	57800	19,5	27,5	28,8	0,3	0,15	0,016	**7903AC**
41000	56100	22,5	34,5	35,8	0,3	0,15	0,035	**7904C**
35600	47700	22,5	34,5	35,8	0,3	0,15	0,035	**7904AC**
34800	47700	27,5	39,5	40,8	0,3	0,15	0,041	**7905C**
30300	40600	27,5	39,5	40,8	0,3	0,15	0,041	**7905AC**
30300	41500	32,5	44,5	45,8	0,3	0,15	0,046	**7906C**
26300	35300	32,5	44,5	45,8	0,3	0,15	0,046	**7906AC**
25900	35500	39,5	50,5	52,5	0,6	0,3	0,074	**7907C**
22500	30200	39,5	50,5	52,5	0,6	0,3	0,074	**7907AC**
22900	31300	44,5	57,5	59,5	0,6	0,3	0,107	**7908C**
19900	26600	44,5	57,5	59,5	0,6	0,3	0,107	**7908AC**
20600	28300	49,5	63,5	65,5	0,6	0,3	0,127	**7909C**
18000	24000	49,5	63,5	65,5	0,6	0,3	0,127	**7909AC**
19100	26200	54,5	67,5	69,5	0,6	0,3	0,128	**7910C**
16600	22300	54,5	67,5	69,5	0,6	0,3	0,128	**7910AC**

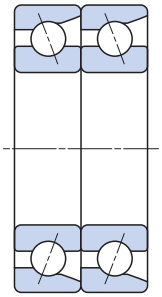
Cuscinetti obliqui a sfere

Serie 7000C **Angolo di contatto α = 15°**
Serie 7000AC **Angolo di contatto α = 25°**

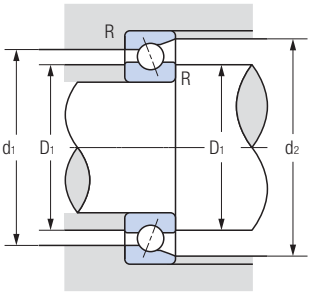



Spalla a spalla (DB)

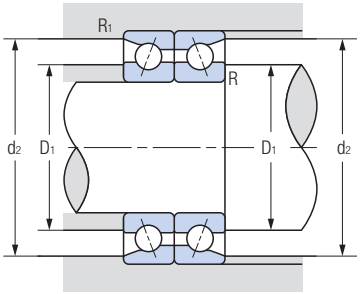

Faccia a faccia (DF)


Tandem (DT)

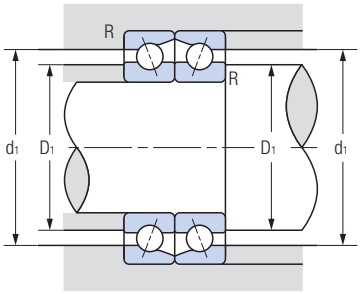
Cuscinetto n.	Dimensioni limite (mm)					Centro di carico a (mm)	Coefficiente di carico dinamico di base Cr (kN)	Coefficiente di carico statico base Cor (kN)
	d	D	B	r (Min)	r1 (Min)			
7000C	10	26	8	0,3	0,15	-1,9	5,35	2,50
7000AC	10	26	8	0,3	0,15	0,2	5,15	2,41
7001C	12	28	8	0,3	0,15	-1,7	5,80	2,91
7001AC	12	28	8	0,3	0,15	0,7	5,60	2,79
7002C	15	32	9	0,3	0,15	-1,8	6,65	3,70
7002AC	15	32	9	0,3	0,15	1,0	6,30	3,55
7003C	17	35	10	0,3	0,15	-2,0	7,00	4,15
7003AC	17	35	10	0,3	0,15	1,1	6,65	3,95
7004C	20	42	12	0,6	0,3	-2,4	11,2	6,60
7004AC	20	42	12	0,6	0,3	1,2	10,6	6,25
7005C	25	47	12	0,6	0,3	-1,8	12,9	8,65
7005AC	25	47	12	0,6	0,3	2,4	11,7	7,60
7006C	30	55	13	1	0,6	-1,6	16,0	11,1
7006AC	30	55	13	1	0,6	3,4	15,1	10,5
7007C	35	62	14	1	0,6	-1,4	19,3	13,7
7007AC	35	62	14	1	0,6	4,3	18,2	13,0
7008C	40	68	15	1	0,6	-1,3	20,7	16,0
7008AC	40	68	15	1	0,6	5,1	19,5	15,1
7009C	45	75	16	1	0,6	-1,1	24,6	19,4
7009AC	45	75	16	1	0,6	6,0	23,1	18,3
7010C	50	80	16	1	0,6	-0,5	26,2	22,0
7010AC	50	80	16	1	0,6	7,2	23,7	19,7
7011C	55	90	18	1,1	0,6	-0,6	34,5	28,8
7011AC	55	90	18	1,1	0,6	7,9	31,0	25,6
7012C	60	95	18	1,1	0,6	-0,1	35,5	30,5
7012AC	60	95	18	1,1	0,6	9,1	32,0	27,6
7013C	65	100	18	1,1	0,6	0,5	37,5	34,5
7013AC	65	100	18	1,1	0,6	10,2	34,0	31,0
7014C	70	110	20	1,1	0,6	0,4	47,0	43,0
7014AC	70	110	20	1,1	0,6	11,0	44,5	41,0
7015C	75	115	20	1,1	0,6	1,0	48,5	46,0
7015AC	75	115	20	1,1	0,6	12,2	45,5	43,0
7016C	80	125	22	1,1	0,6	0,8	59,0	55,5
7016AC	80	125	22	1,1	0,6	12,9	55,5	52,5
7017C	85	130	22	1,1	0,6	1,4	60,5	59,0
7017AC	85	130	22	1,1	0,6	14,1	57,0	55,5
7018C	90	140	24	1,5	1	1,3	72,0	69,5
7018AC	90	140	24	1,5	1	14,8	68,0	65,5
7019C	95	145	24	1,5	1	1,9	74,0	73,5
7019AC	95	145	24	1,5	1	16,0	69,5	69,5
7020C	100	150	24	1,5	1	2,4	76,0	77,5
7020AC	100	150	24	1,5	1	17,2	71,0	73,0



Disposizione singola



Spalla a spalla

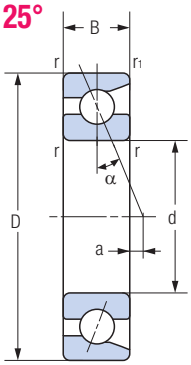


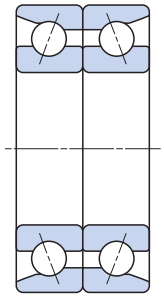
Faccia-a-faccia

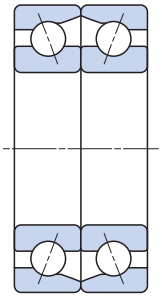
Limite velocità di rotazione (giri/min)		Raggio angolare (mm)					Massa (kg) (Riferimento)	Cuscinetto n.
Lubrificazione con grasso	Lubrificazione con olio	D_1 (Min)	d_1 (Max)	d_2 (Max)	R (Max)	R_1 (Max)		
65000	89000	12	24	25	0,3	0,15	0,022	7000C
56500	75500	12	24	25	0,3	0,15	0,022	7000AC
58500	80000	14	26	27	0,3	0,15	0,024	7001C
51000	68000	14	26	27	0,3	0,15	0,026	7001AC
49500	68000	17	30	31	0,3	0,15	0,035	7002C
43000	58000	17	30	31	0,3	0,15	0,035	7002AC
45000	61500	19	33	34	0,3	0,15	0,045	7003C
39000	52500	19	33	34	0,3	0,15	0,045	7003AC
37500	51500	24	38	40	0,6	0,3	0,079	7004C
32500	44000	24	38	40	0,6	0,3	0,079	7004AC
32500	44500	29	43	45	0,6	0,3	0,091	7005C
28200	37500	29	43	45	0,6	0,3	0,091	7005AC
27400	37500	35	50	52	1	0,6	0,135	7006C
23900	32000	35	50	52	1	0,6	0,135	7006AC
24100	33000	40	57	59	1	0,6	0,170	7007C
21000	28000	40	57	59	1	0,6	0,170	7007AC
21600	29600	45	63	65	1	0,6	0,210	7008C
18800	25200	45	63	65	1	0,6	0,210	7008AC
19500	26700	50	70	72	1	0,6	0,265	7009C
16900	22700	50	70	72	1	0,6	0,265	7009AC
18000	24600	55	75	77	1	0,6	0,285	7010C
15600	20900	55	75	77	1	0,6	0,285	7010AC
16100	22100	61	84	86	1	0,6	0,420	7011C
14000	18800	61	84	86	1	0,6	0,420	7011AC
15000	20600	66	89	91	1	0,6	0,450	7012C
13100	17500	66	89	91	1	0,6	0,450	7012AC
14200	19400	71	94	96	1	0,6	0,470	7013C
12300	16500	71	94	96	1	0,6	0,470	7013AC
13000	17800	76	104	106	1	0,6	0,660	7014C
11300	15100	76	104	106	1	0,6	0,660	7014AC
12300	16800	81	109	111	1	0,6	0,695	7015C
10700	14300	81	109	111	1	0,6	0,695	7015AC
11400	15600	86	119	121	1	0,6	0,925	7016C
9900	13300	86	119	121	1	0,6	0,925	7016AC
10900	14900	91	124	126	1	0,6	0,960	7017C
9400	12700	91	124	126	1	0,6	0,960	7017AC
10100	13900	97	133	135,6	1,5	1	1,26	7018C
8800	11800	97	133	135,6	1,5	1	1,26	7018AC
9700	13300	102	138	140,6	1,5	1	1,36	7019C
8400	11300	102	138	140,6	1,5	1	1,36	7019AC
9300	12800	107	143	145,6	1,5	1	1,37	7020C
8100	10900	107	143	145,6	1,5	1	1,37	7020AC

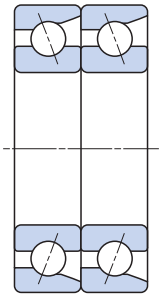
Cuscinetti obliqui a sfere

Serie 7200C **Angolo di contatto α = 15°**
Serie 7200AC **Angolo di contatto α = 25°**

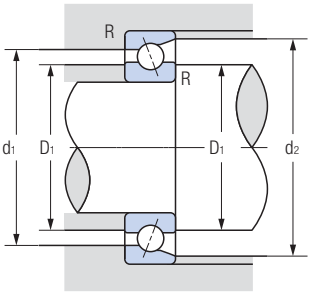



Spalla a spalla (DB)

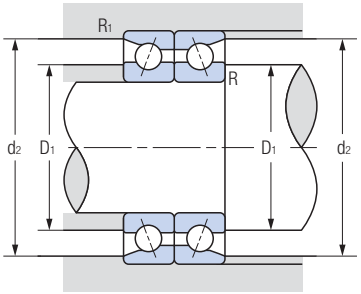

Faccia a faccia (DF)


Tandem (DT)

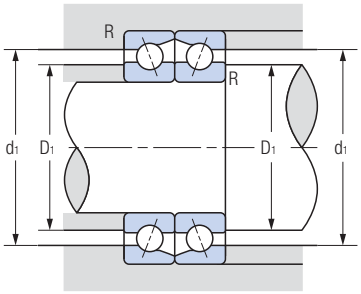
Cuscinetto n.	Dimensioni limite (mm)					Centro di carico a (mm)	Coefficiente di carico dinamico di base Cr (kN)	Coefficiente di carico statico base Cor (kN)
	d	D	B	r (Min)	r1 (Min)			
7200C	10	30	9	0,6	0,3	-2,2	6,95	3,30
7200AC	10	30	9	0,6	0,3	0,2	6,75	3,20
7201C	12	32	10	0,6	0,3	-2,5	7,95	3,90
7201AC	12	32	10	0,6	0,3	0,2	7,65	3,75
7202C	15	35	11	0,6	0,3	-2,6	8,70	4,55
7202AC	15	35	11	0,6	0,3	0,4	8,35	4,40
7203C	17	40	12	0,6	0,3	-2,7	10,9	5,90
7203AC	17	40	12	0,6	0,3	0,8	10,5	5,65
7204C	20	47	14	1	0,6	-3,1	14,7	8,15
7204AC	20	47	14	1	0,6	0,9	14,0	7,80
7205C	25	52	15	1	0,6	-3,1	16,7	10,3
7205AC	25	52	15	1	0,6	1,6	15,9	9,80
7206C	30	62	16	1	0,6	-2,7	23,2	14,9
7206AC	30	62	16	1	0,6	2,8	22,0	14,1
7207C	35	72	17	1,1	0,6	-2,3	30,5	20,1
7207AC	35	72	17	1,1	0,6	4	29,1	19,1
7208C	40	80	18	1,1	0,6	-2,1	36,5	25,4
7208AC	40	80	18	1,1	0,6	5	34,5	24,1
7209C	45	85	19	1,1	0,6	-2,0	41,0	29,0
7209AC	45	85	19	1,1	0,6	5,7	39,0	27,5
7210C	50	90	20	1,1	0,6	-1,9	43,0	32,0
7210AC	50	90	20	1,1	0,6	6,3	41,0	30,5
7211C	55	100	21	1,5	1	-1,6	53,0	40,0
7211AC	55	100	21	1,5	1	7,6	50,5	38,0
7212C	60	110	22	1,5	1	-1,2	64,5	49,5
7212AC	60	110	22	1,5	1	8,8	58,0	43,5
7213C	65	120	23	1,5	1	-0,8	73,5	59,0
7213AC	65	120	23	1,5	1	10,1	66,5	52,0
7214C	70	125	24	1,5	1	-0,7	80,0	65,0
7214AC	70	125	24	1,5	1	10,7	72,5	57,5
7215C	75	130	25	1,5	1	-0,7	83,5	70,0
7215AC	75	130	25	1,5	1	11,4	75,5	62,5
7216C	80	140	26	2	1	-0,3	93,5	78,0
7216AC	80	140	26	2	1	12,7	88,5	74,0
7217C	85	150	28	2	1	-0,4	100	85,0
7217AC	85	150	28	2	1	13,4	95,0	81,0
7218C	90	160	30	2	1	-0,6	124	105
7218AC	90	160	30	2	1	14,2	112	93,0
7219C	95	170	32	2,1	1,1	-0,7	133	115
7219AC	95	170	32	2,1	1,1	14,9	126	107
7220C	100	180	34	2,1	1,1	-0,8	150	128
7220AC	100	180	34	2,1	1,1	15,7	142	121



Disposizione singola



Spalla a spalla



Faccia-a-faccia

Limite velocità di rotazione (giri/min)		Raggio angolare (mm)					Massa (kg) (Riferimento)	Cuscinetto n.
Lubrificazione con grasso	Lubrificazione con olio	D_1 (Min)	d_1 (Max)	d_2 (Max)	R (Max)	R_1 (Max)		
58500	80000	15	25	27,4	0,6	0,3	0,034	**7200C**
51000	68000	15	25	27,4	0,6	0,3	0,034	**7200AC**
53000	72500	17	27	29,4	0,6	0,3	0,040	**7201C**
46000	62000	17	27	29,4	0,6	0,3	0,040	**7201AC**
46500	64000	20	30	32,4	0,6	0,3	0,048	**7202C**
40500	54500	20	30	32,4	0,6	0,3	0,048	**7202AC**
41000	56000	22	35	37,4	0,6	0,3	0,070	**7203C**
35500	47500	22	35	37,4	0,6	0,3	0,070	**7203AC**
34500	47500	26	41	43,4	1	0,6	0,110	**7204C**
30500	40500	26	41	43,4	1	0,6	0,110	**7204AC**
30000	41500	31	46	48,4	1	0,6	0,135	**7205C**
26400	35500	31	46	48,4	1	0,6	0,135	**7205AC**
25200	34500	36	56	58,4	1	0,6	0,210	**7206C**
22000	29600	36	56	58,4	1	0,6	0,210	**7206AC**
21800	29900	42	65	67	1	0,6	0,295	**7207C**
19000	25400	42	65	67	1	0,6	0,295	**7207AC**
19500	26700	47	73	75	1	0,6	0,380	**7208C**
16900	22700	47	73	75	1	0,6	0,380	**7208AC**
18000	24600	52	78	80	1	0,6	0,430	**7209C**
15600	20900	52	78	80	1	0,6	0,430	**7209AC**
16700	22900	57	83	85	1	0,6	0,485	**7210C**
14500	19400	57	83	85	1	0,6	0,485	**7210AC**
15000	20600	64	91	94,6	1,5	1	0,635	**7211C**
13100	17500	64	91	94,6	1,5	1	0,635	**7211AC**
13700	18800	69	101	104,6	1,5	1	0,820	**7212C**
12000	16000	69	101	104,6	1,5	1	0,820	**7212AC**
12600	17300	74	111	114,6	1,5	1	1,02	**7213C**
11000	14700	74	111	114,6	1,5	1	1,02	**7213AC**
12000	16400	79	116	119,6	1,5	0,8	1,12	**7214C**
10400	13900	79	116	119,6	1,5	0,8	1,12	**7214AC**
11400	15600	84	121	124,6	1,5	1	1,23	**7215C**
9900	13300	84	121	124,6	1,5	1	1,23	**7215AC**
10600	14500	90	130	134	2	1	1,50	**7216C**
9200	12400	90	130	134	2	1	1,50	**7216AC**
9900	13600	95	140	144	2	1	1,87	**7217C**
8600	11600	95	140	144	2	1	1,87	**7217AC**
9300	12800	100	150	154	2	1	2,30	**7218C**
8100	10900	100	150	154	2	1	2,30	**7218AC**
8800	12100	107	158	163	2	1	2,78	**7219C**
7700	10300	107	158	163	2	1	2,78	**7219AC**
8300	11400	112	168	173	2	1	3,32	**7220C**
7200	9700	112	168	173	2	1	3,32	**7220AC**

Cuscinetti obliqui a sfere ad alta velocità

Serie BNH

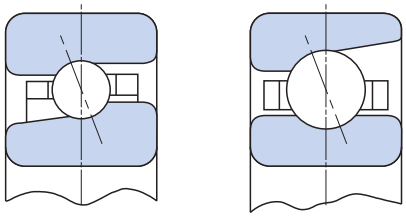
Nomenclatura dei numeri del cuscinetto

SH6- BNH 0 10 T DB /GL P4

- **Codice classe di tolleranza**
  P4 : JIS Classe 4 (standard)
  P2 : JIS Classe 2
- **Precarico e altri codici di classe**
  /GL : Precarico leggero (standard)
- **Codice montaggio**
  U : Flush ground (singolo)
  DB : Spalla-a-spalla
  DF : Faccia-a-faccia
  DT : Tandem
- **Codice gabbia**
  T : Gabbia in resina fenolica (standard)
  Y : Gabbia in resina poliammidica
- **Numero del diametro del foro**
  07+: Dimensione foro (numero foro) ×5 mm
- **Numero serie dimensione**
  0 : Serie 10
- **Tipo di cuscinetto**
  BNH : Serie BNH cuscinetti obliqui a sfere
- **Codice materiale**
  SH6- : anello interno/anello esterno = Cuscinetto acciaio; Sfera = ceramica
  (No simbolo): Anello interno/Anello esterno/Sfere = Cuscinetto acciaio

Caratteristiche

- Sfere di acciaio per macchine più piccole, velocità più elevate e temperature minori rispetto ai cuscinetti obliqui a sfere precedenti. Utilizzati principalmente per centri di lavorazione ad alta velocità con mandrino principale.
- Sono disponibili le sfere in ceramica.



BNH000 7000C

Angolo di contatto

Angolo di contatto a 15° fornito come standard.

Gabbia

Come standard viene fornita una gabbia fenolica di guida per la sfera. Disponibile anche una gabbia in resina poliammidica di guida per la sfera.

Precisione dimensionale, precisione rotazionale

Conforme come standard a JIS Classe 4. Vedere pagina 7 per maggiori dettagli.

Precarico

Precarico leggero come standard. Vedere pagina 19 per informazioni relative ai precarichi.

Tipi di sfere in ceramica

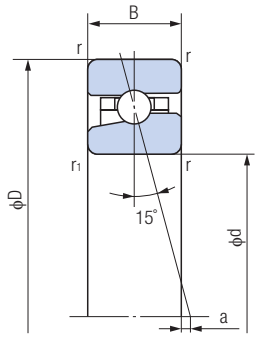
- Sono disponibili anche cuscinetti con sfere in ceramiche con densità minore delle sfere in acciaio per forza centrifuga minore quando le sfere ruotano ad alte velocità.
- Le caratteristiche delle sfere in ceramica e delle sfere in acciaio sono mostrate nella seguente tabella.
- I numeri dei cuscinetti che utilizzano sfere in ceramica inizia per "SH6-".
- Il precarico e la rigidità assiale è circa 1,2 volte quello dei cuscinetti con sfere in acciaio.

Confronto tra le caratteristiche delle sfere in ceramica e delle sfere in acciaio

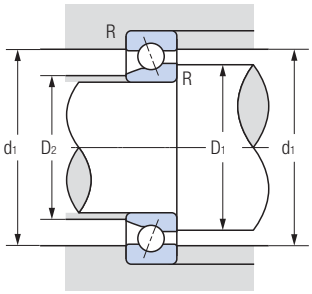
Caratteristiche	Unità	Ceramica (Si_3N_4)	Sfere in acciaio (SUJ2)
Resistenza termica	°C	800	180
Densità	g/cc	3,2	7,8
Coefficiente di espansione lineare	1/°C	$3{,}2\times10^{-6}$	$12{,}5\times10^{-6}$
Durezza	Hv	1400~1700	700~800
Coefficiente elastico longitudinale	GPa	314	206
Rapporto di Poisson	—	0,26	0,30
Resistenza alla corrosione	—	Buona	Non buona
Magnetismo	—	Sostanza non magnetica	Sostanza altamente magnetica
Conduttività	—	Materiale isolante	Conduttore
Legame chimico cristallino	—	Covalente	Metallico

Serie BNH Cuscinetti obliqui a sfere ad alta velocità

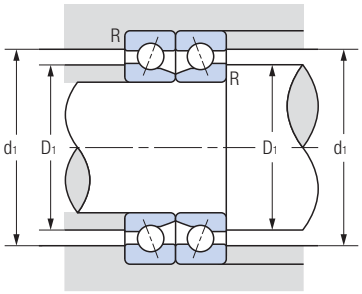
Angolo di contatto 15°



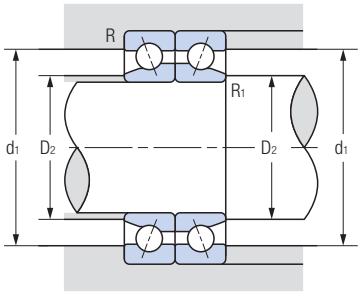
Cuscinetto n.	Dimensioni limite (mm)					Centro di carico a (mm)	Coefficiente di carico dinamico di base Cr (kN)	Coefficiente di carico statico base Cor (kN)
	d	D	B	r (Min)	r1 (Min)			
BNH007	**35**	62	14	1	0,6	-0,5	11,6	9,95
BNH008	**40**	68	15	1	0,6	-0,3	14,8	12,9
BNH009	**45**	75	16	1	0,6	0	15,5	14,5
BNH010	**50**	80	16	1	0,6	0,7	16,1	15,9
BNH011	**55**	90	18	1,1	0,6	0,7	20,0	20,1
BNH012	**60**	95	18	1,1	0,6	1,4	20,8	21,9
BNH013	**65**	100	18	1,1	0,6	2,1	21,5	23,4
BNH014	**70**	110	20	1,1	0,6	2,1	29,4	31,5
BNH015	**75**	115	20	1,1	0,6	2,7	29,8	32,5
BNH016	**80**	125	22	1,1	0,6	2,7	35,0	39,0
BNH017	**85**	130	22	1,1	0,6	3,4	35,5	40,0
BNH018	**90**	140	24	1,5	1	3,4	46,5	53,0
BNH019	**95**	145	24	1,5	1	4,1	47,0	55,0
BNH020	**100**	150	24	1,5	1	4,7	48,0	56,5
BNH021	**105**	160	26	2	1	4,8	54,5	65,0
BNH022	**110**	170	28	2	1	4,8	61,0	74,0
BNH024	**120**	180	28	2	1	6,1	63,0	79,0
BNH026	**130**	200	33	2	1	5,6	83,5	105
BNH028	**140**	210	33	2	1	6,9	86,0	112
BNH030	**150**	225	35	2,1	1,1	7,6	102	132
BNH032	**160**	240	38	2,1	1,1	7,8	110	145
BNH034	**170**	260	42	2,1	1,1	7,8	129	173



Disposizione singola o tandem



Spalla a spalla



Faccia-a-faccia

Limite velocità di rotazione (giri/min)		Raggio angolare (mm)					Massa (kg) (Riferimento)	Cuscinetto n.
Lubrificazione con grasso	Lubrificazione con olio	D_1 (Min)	D_2 (Min)	d_1 (Max)	R (Max)	R_1 (Max)		
28900	39000	40	39	57	1	0,6	0,167	**BNH007**
26000	35000	45	44	63	1	0,6	0,200	**BNH008**
23400	31500	50	49,5	70	1	0,6	0,260	**BNH009**
21600	29200	55	54,5	75	1	0,6	0,280	**BNH010**
19400	26200	61	59,5	84	1	0,6	0,400	**BNH011**
18100	24500	66	64,5	89	1	0,6	0,433	**BNH012**
17000	23000	71	69,5	94	1	0,6	0,460	**BNH013**
15600	21100	76	74,5	104	1	0,6	0,650	**BNH014**
14800	20000	81	79,5	109	1	0,6	0,690	**BNH015**
13700	18500	86	84,5	119	1	0,6	0,930	**BNH016**
13100	17700	91	89,5	124	1	0,6	0,973	**BNH017**
12200	16500	97	95,5	133	1,5	1	1,27	**BNH018**
11700	15800	102	100,5	138	1,5	1	1,33	**BNH019**
11200	15200	107	105,5	143	1,5	1	1,39	**BNH020**
10600	14300	115	110,5	150	2	1	1,77	**BNH021**
10000	13600	120	115,5	160	2	1	2,18	**BNH022**
9400	12700	130	125,5	170	2	1	2,32	**BNH024**
8500	11500	140	135,5	190	2	1	3,46	**BNH026**
8000	10900	150	145,5	200	2	1	3,68	**BNH028**
7500	10100	161	156	213	2	1	4,55	**BNH030**
7000	9500	172	166	228	2	1	5,57	**BNH032**
6500	8800	182	176	248	2	1	7,50	**BNH034**

Cuscinetti obliqui a sfere con carico di spinta

Serie TAH/TBH

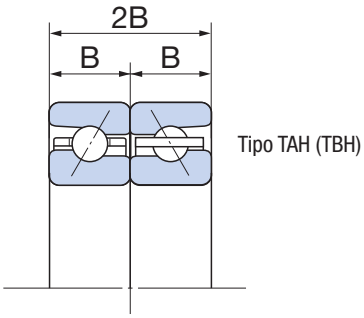
Nomenclatura dei numeri del cuscinetto

90 TBH 10 T DB /GM P4

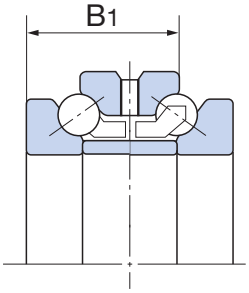
- **Codice classe di tolleranza**
  P5 : JIS Classe 5
  P4 : JIS Classe 4 (standard)
- **Precarico e altri codici di classe**
  /GM : precarico medio (standard)
- **Codice montaggio**
  DB : Spalla-a-spalla (standard)
  DF : Faccia-a-faccia
  FFB : disposizione di 3
- **Codice gabbia**
  T : Gabbia in resina fenolica
- **Numero serie dimensione**
  10 : Serie 10
- **Tipo di cuscinetto**
  TAH : Angolo di contatto serie TAH: 30°
  TBH : Angolo di contatto serie TBH: 40°
- **Dimensione del foro (mm)**

Caratteristiche

- Stesso numero e diametro di sfere del tipo TAD20, cuscinetti obliqui a sfere di spinta in direzione doppia e angoli di contatto minori, 30° (serie TAH) o 40° (serie TBH), ma con migliori prestazioni ad alta velocità senza anello separabile.
- Dimensione larghezza 2B di un montaggio doppio (DB o DF) che è equivalente alla dimensione B1 del tipo TAD20. Le serie TAH/TBH sono intercambiabili modificando il metodo utilizzato per fissarle all'albero.



Tipo TAH (TBH)



Tipo TAD

Angolo di contatto

Angolo di contatto a 30° per la serie TAH, angolo di contatto a 40° per la serie TBH.

Gabbia

Come standard viene fornita una gabbia fenolica di guida per la sfera.

Precisione dimensionale, precisione rotazionale

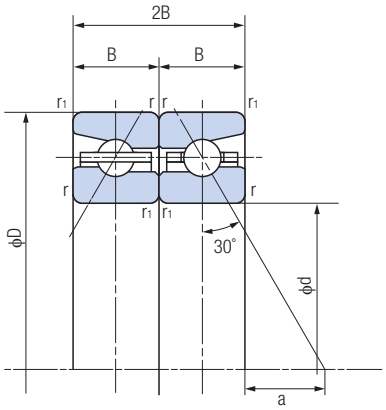
Conformità alla JIS Classe 4 come standard ma il diametro esterno anello esterno presenta tolleranze minori rispetto al cuscinetto radiale usato insieme. Vedere pagina 9 per maggiori dettagli.

Precarico

Precarico medio come standard. Vedere pagina 19 per informazioni relative ai precarichi.

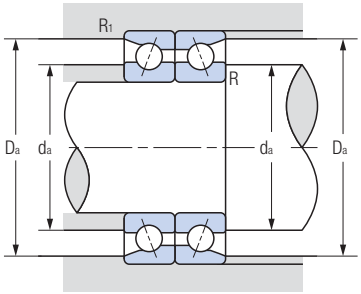
Cuscinetti obliqui a sfere con carico di spinta Serie TAH

Angolo di contatto 30°



1N=0,102kgf

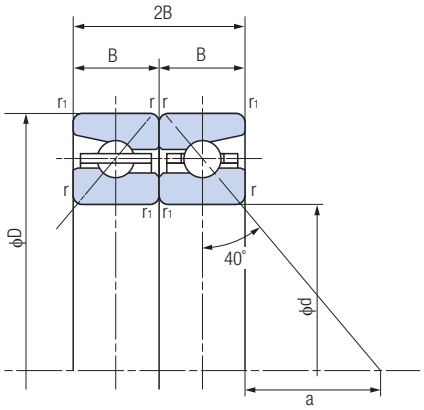
Cuscinetto n.	Dimensioni limite (mm)					Centro di carico a (mm)	Coefficiente di carico dinamico di base Ca (kN)	Coefficiente di carico statico base Coa (kN)
	d	D	2B	r (Min)	r1 (Min)			
50TAH10DB	**50**	80	28,5	1	0,6	11,6	19,2	40,5
55TAH10DB	**55**	90	33	1,1	0,6	12,7	23,8	51,0
60TAH10DB	**60**	95	33	1,1	0,6	14,1	24,7	56,0
65TAH10DB	**65**	100	33	1,1	0,6	15,6	25,6	61,0
70TAH10DB	**70**	110	36	1,1	0,6	17,0	35,0	80,0
75TAH10DB	**75**	115	36	1,1	0,6	18,4	35,5	83,5
80TAH10DB	**80**	125	40,5	1,1	0,6	19,5	41,5	99,5
85TAH10DB	**85**	130	40,5	1,1	0,6	20,9	42,0	104
90TAH10DB	**90**	140	45	1,5	1	21,9	55,5	135
95TAH10DB	**95**	145	45	1,5	1	23,4	56,0	141
100TAH10DB	**100**	150	45	1,5	1	24,8	57,0	147
105TAH10DB	**105**	160	49,5	2	1	25,9	64,5	168
110TAH10DB	**110**	170	54	2	1	26,9	73,0	191
120TAH10DB	**120**	180	54	2	1	29,8	75,0	207
130TAH10DB	**130**	200	63	2	1	31,9	99,5	269
140TAH10DB	**140**	210	63	2	1	34,8	103	291
150TAH10DB	**150**	225	67,5	2,1	1,1	37,3	121	340
160TAH10DB	**160**	240	72	2,1	1,1	39,7	131	375
170TAH10DB	**170**	260	81	2,1	1,1	41,8	154	445



Limite velocità di rotazione (giri/min)		Raggio angolare (mm)				Massa (kg) (Riferimento)	Cuscinetto n.
Lubrificazione con grasso	Lubrificazione con olio	da (Min)	Da (Max)	R (Min)	R_1 (Min)		
11500	14600	61	75	1	0,6	0,266	**50TAH10DB**
10300	13100	68	84	1	0,6	0,405	**55TAH10DB**
9700	12300	73	89	1	0,6	0,432	**60TAH10DB**
9100	11500	78	94	1	0,6	0,460	**65TAH10DB**
8300	10600	85	104	1	0,6	0,622	**70TAH10DB**
7900	10000	90	109	1	0,6	0,655	**75TAH10DB**
7300	9200	97	118	1	0,6	0,900	**80TAH10DB**
7000	8800	102	123	1	0,6	0,944	**85TAH10DB**
6500	8200	107,5	132	1,5	1	1,24	**90TAH10DB**
6200	7900	112,5	137	1,5	1	1,30	**95TAH10DB**
6000	7600	117,5	142	1,5	1	1,35	**100TAH10DB**
5600	7100	125	151	2	1	1,75	**105TAH10DB**
5300	6800	132	160	2	1	2,20	**110TAH10DB**
5000	6300	142	170	2	1	2,36	**120TAH10DB**
4500	5700	156	188	2	1	3,52	**130TAH10DB**
4200	5400	166	198	2	1	3,75	**140TAH10DB**
4000	5000	178	212	2	1	4,59	**150TAH10DB**
3700	4700	190	227	2	1	5,62	**160TAH10DB**
3400	4400	204	245	2	1	7,63	**170TAH10DB**

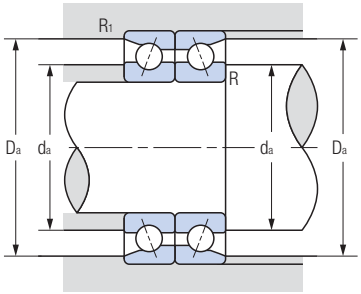
Cuscinetti obliqui a sfere con carico di spinta Serie TBH

Angolo di contatto 40°



1N=0,102kgf

Cuscinetto n.	Dimensioni limite (mm)					Centro di carico a (mm)	Coefficiente di carico dinamico di base Ca (kN)	Coefficiente di carico statico base Coa (kN)
	d	D	2B	r (Min)	r1 (Min)			
50TBH10DB	**50**	80	28,5	1	0,6	20,2	22,8	53,0
55TBH10DB	**55**	90	33	1,1	0,6	22,2	28,2	67,0
60TBH10DB	**60**	95	33	1,1	0,6	24,3	29,3	73,0
65TBH10DB	**65**	100	33	1,1	0,6	26,4	30,0	79,5
70TBH10DB	**70**	110	36	1,1	0,6	28,8	41,5	104
75TBH10DB	**75**	115	36	1,1	0,6	30,9	42,0	109
80TBH10DB	**80**	125	40,5	1,1	0,6	32,9	49,0	130
85TBH10DB	**85**	130	40,5	1,1	0,6	35,0	50,0	136
90TBH10DB	**90**	140	45	1,5	1	37,0	65,5	176
95TBH10DB	**95**	145	45	1,5	1	39,1	66,5	184
100TBH10DB	**100**	150	45	1,5	1	41,2	67,5	191
105TBH10DB	**105**	160	49,5	2	1	43,2	76,5	219
110TBH10DB	**110**	170	54	2	1	45,3	86,0	249
120TBH10DB	**120**	180	54	2	1	49,5	88,5	269
130TBH10DB	**130**	200	63	2	1	53,5	118	350
140TBH10DB	**140**	210	63	2	1	57,7	121	380
150TBH10DB	**150**	225	67,5	2,1	1,1	61,8	143	445
160TBH10DB	**160**	240	72	2,1	1,1	65,9	155	490
170TBH10DB	**170**	260	81	2,1	1,1	70,0	182	580



Limite velocità di rotazione (giri/min)		Raggio angolare (mm)				Massa (kg) (Riferimento)	Cuscinetto n.
Lubrificazione con grasso	Lubrificazione con olio	da (Min)	Da (Max)	R (Min)	R_1 (Min)		
10000	13200	61	75	1	0,6	0,266	**50TBH10DB**
8900	11800	68	84	1	0,6	0,405	**55TBH10DB**
8300	11000	73	89	1	0,6	0,432	**60TBH10DB**
7900	10400	78	94	1	0,6	0,460	**65TBH10DB**
7200	9500	85	104	1	0,6	0,622	**70TBH10DB**
6800	9000	90	109	1	0,6	0,655	**75TBH10DB**
6300	8300	97	118	1	0,6	0,900	**80TBH10DB**
6000	7900	102	123	1	0,6	0,944	**85TBH10DB**
5600	7400	107,5	132	1,5	1	1,24	**90TBH10DB**
5400	7100	112,5	137	1,5	1	1,30	**95TBH10DB**
5200	6800	117,5	142	1,5	1	1,35	**100TBH10DB**
4900	6400	125	151	2	1	1,75	**105TBH10DB**
4600	6100	132	160	2	1	2,20	**110TBH10DB**
4300	5700	142	170	2	1	2,36	**120TBH10DB**
3900	5200	156	188	2	1	3,52	**130TBH10DB**
3700	4900	166	198	2	1	3,75	**140TBH10DB**
3400	4500	178	212	2	1	4,59	**150TBH10DB**
3200	4200	190	227	2	1	5,62	**160TBH10DB**
3000	3900	204	245	2	1	7,63	**170TBH10DB**

Cuscinetti a rulli cilindrici a disposizione multipla

Serie NN3000/ Serie NNU4900

Nomenclatura del numero del cuscinetto

NN 30 06 W33 M2 K C1NA P4

Codice classe di tolleranza
P5 : JIS Classe 5
P4 : JIS Classe 4

Codice gioco interno
C9NA: giuoco non intercambiabile (foro rastremato)
C1NA: giuoco non intercambiabile (foro cilindrico, foro rastremato)
C2NA: giuoco non intercambiabile (foro cilindrico, foro rastremato)
CNA : giuoco non intercambiabile (foro cilindrico)
C3NA: giuoco non intercambiabile (foro cilindrico)

Codice forma foro
(No codice) : Foro cilindro
K : Foro rastremato

Codice gabbia
(No codice) : Gabbia lavorata a macchina di ottone (integrata)
M2 : Gabbia lavorata a macchina di ottone (separata)

Numero foro olio
(No codice) : Senza scanalatura olio anello esterno, foro olio
W33 : Con scanalatura olio anello esterno e foro olio

Numero del diametro del foro
(dimensione foro) = (numero foro) ×5 mm

Numero serie dimensione
49 : Serie 49
30 : Serie 30

Tipo di cuscinetto
NN : Cuscinetti a rulli cilindrici a disposizione multipla (anello interno scanalato, anello esterno non scanalato)
NNU : Cuscinetti a rulli cilindrici a disposizione multipla (anello interno non scanalato, anello esterno scanalato)

Caratteristiche

- La struttura comparativamente semplice garantisce una precisione elevata. Presenza di un numero elevato di rulli per alta rigidità.
- Minori sezioni di scorrimento rispetto ai cuscinetti a rulli conici per cui minore generazione di calore.
- Il foro rastremato del cuscinetto consente la regolazione del giuoco interno radiale durante il montaggio.
- Questo tipo di cuscinetti non è idoneo per il carico assiale, per cui di solito è usato insieme ai cuscinetti assiali.

Gabbia

Sia la serie NN3000 che la serie NNU4900 sono forniti come standard con gabbia di guida rulli in lega di ottone.

Precisione dimensionale, precisione rotazionale

- Conforme a JIS Classe 5 o Classe 4. Vedere pagina 7 per maggiori dettagli.
- Nachi definisce dei propri valori di tolleranza per precisione delle dimensioni. Vedere pagina 11 per maggiori dettagli.

Giuoco interno radiale

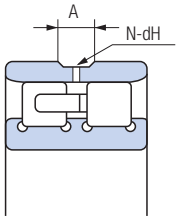
Nachi definisce i propri giochi non intercambiabili per fori cilindrici e fori conici per ridurre l'inconsistenza dell'eccentricità radiale. Vedere pagina 21 per maggiori dettagli.

Dimensioni foro olio anello esterno

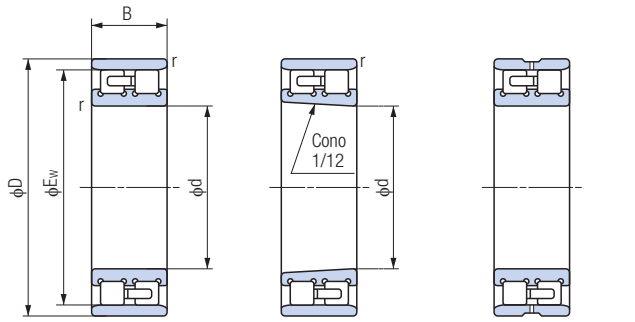
La seguente tabella mostra le dimensioni del foro olio dell'anello esterno e della scanalatura olio (specifiche W33).

Dimensione larghezza dell'anello esterno B (mm)		Diametro foro olio dH (mm)	Larghezza scanalatura olio A (mm)
Oltre	Fino a		
—	19	2	3,5
19	25	2	4
25	35	3	6
35	50	4	8
50	80	6	10
80	—	8	12

Dimensioni diametro nominale esterno D (mm)		Numero di fori olio N
Oltre	Fino a	
—	250	4
250	—	6



Cuscinetti a rulli cilindrici a disposizione multipla Serie NN3000

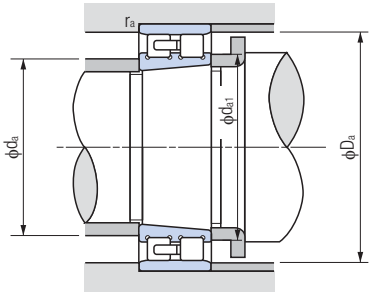


Tipo NN
Foro cilindrico

Tipo NN
Foro rastremato (1/12)

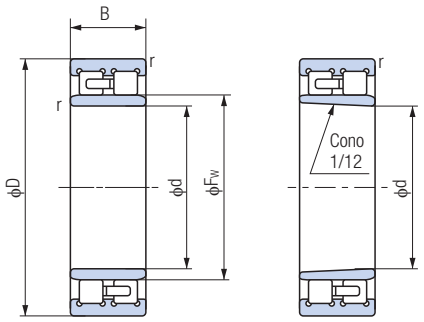
Con scanalatura olio anello esterno e foro olio
(W33)

Cuscinetto n.		Dimensioni limite (mm)					Coefficiente di carico dinamico di base Cr (kN)	Coefficiente di carico statico base Cor (kN)
Foro cilindrico	Foro rastremato	d	D	B	Ew	r (Min)		
NN3005	NN3005K	25	47	16	41,3	0,6	25,8	30,0
NN3006	NN3006K	30	55	19	48,5	1	31,0	37,0
NN3007	NN3007K	35	62	20	55	1	39,5	50,0
NN3008	NN3008K	40	68	21	61	1	43,5	55,5
NN3009	NN3009K	45	75	23	67,5	1	52,0	65,5
NN3010	NN3010K	50	80	23	72,5	1	53,0	72,5
NN3011	NN3011K	55	90	26	81	1,1	69,5	96,5
NN3012	NN3012K	60	95	26	86,1	1,1	73,5	106
NN3013	NN3013K	65	100	26	91	1,1	77,0	116
NN3014	NN3014K	70	110	30	100	1,1	97,5	148
NN3015	NN3015K	75	115	30	105	1,1	96,5	149
NN3016	NN3016K	80	125	34	113	1,1	119	186
NN3017	NN3017K	85	130	34	118	1,1	125	201
NN3018	NN3018K	90	140	37	127	1,5	143	228
NN3019	NN3019K	95	145	37	132	1,5	150	246
NN3020	NN3020K	100	150	37	137	1,5	157	265
NN3021	NN3021K	105	160	41	146	2	198	320
NN3022	NN3022K	110	170	45	155	2	229	375
NN3024	NN3024K	120	180	46	165	2	239	405
NN3026	NN3026K	130	200	52	182	2	284	475
NN3028	NN3028K	140	210	53	192	2	298	515
NN3030	NN3030K	150	225	56	206	2,1	335	585
NN3032	NN3032K	160	240	60	219	2,1	375	660
NN3034	NN3034K	170	260	67	236	2,1	450	805
NN3036	NN3036K	180	280	74	255	2,1	565	995
NN3038	NN3038K	190	290	75	265	2,1	595	1080
NN3040	NN3040K	200	310	82	282	2,1	655	1170
NN3044	NN3044K	220	340	90	310	3	815	1480
NN3048	NN3048K	240	360	92	330	3	855	1600
NN3052	NN3052K	260	400	104	364	4	1080	2070
NN3056	NN3056K	280	420	106	384	4	1080	2080
NN3060	NN3060K	300	460	118	418	4	1430	2740
NN3064	NN3064K	320	480	121	438	4	1430	2750



Limite velocità di rotazione (giri/min)		Raggio angolare (mm)					Massa (kg) (Riferimento) (Foro rastremato)	Cuscinetto n. (Foro rastremato)
Lubrificazione con grasso	Lubrificazione con olio	da (Min)	da1 (Min)	Da (Max)	Da (Min)	ra (Max)		
21300	25000	30	30	42	41,8	0,6	0,123	NN3005K
18000	21200	36	37	49	49	1	0,199	NN3006K
15800	18600	41	42	56	56	1	0,258	NN3007K
14200	16700	46	48	62	62	1	0,312	NN3008K
12800	15000	51	52	69	69	1	0,405	NN3009K
11700	13800	56	58	74	74	1	0,454	NN3010K
10500	12400	62	64	83	82	1	0,651	NN3011K
9800	11600	67	68	88	87	1	0,704	NN3012K
9200	10900	72	74	93	92	1	0,758	NN3013K
8500	10000	77	78	103	101	1	1,04	NN3014K
8000	9400	82	84	108	106	1	1,14	NN3015K
7500	8800	87	90	118	114	1	1,52	NN3016K
7100	8300	92	96	123	119	1	1,61	NN3017K
6600	7800	98,5	100	131,5	129	1,5	2,07	NN3018K
6300	7500	103,5	106	136,5	134	1,5	2,17	NN3019K
6100	7200	108,5	112	141,5	139	1,5	2,26	NN3020K
5800	6800	115	116	150	148	2	2,89	NN3021K
5400	6400	120	122	160	157	2	3,68	NN3022K
5100	6000	130	132	170	167	2	3,98	NN3024K
4600	5400	140	144	190	183	2	5,92	NN3026K
4300	5100	150	154	200	194	2	6,44	NN3028K
4100	4800	162	164	213	208	2	7,81	NN3030K
3800	4500	172	174	228	221	2	8,92	NN3032K
3500	4200	182	184	248	238	2	12,6	NN3034K
3300	3900	192	196	268	257	2	16,6	NN3036K
3200	3700	202	206	278	267	2	17,5	NN3038K
2900	3500	212	216	298	285	2	21,6	NN3040K
2700	3200	234	238	326	313	2,5	28,4	NN3044K
2500	3000	254	256	346	333	2,5	31,8	NN3048K
2300	2700	278	280	382	367	3	46,0	NN3052K
2100	2500	298	300	402	387	3	49,6	NN3056K
2000	2300	318	325	442	421	3	68,7	NN3060K
1900	2200	338	345	462	442	3	74,0	NN3064K

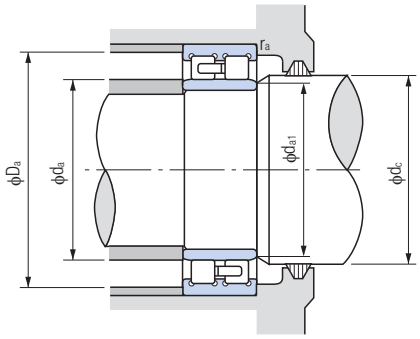
Cuscinetti a rulli cilindrici a disposizione multipla Serie NNU4900



Tipo NNU
Foro cilindrico

Tipo NNU
Foro rastremato (1/12)

Cuscinetto n.		Dimensioni limite (mm)					Coefficiente di carico dinamico di base Cr (kN)	Coefficiente di carico statico base Cor (kN)
Foro cilindrico	Foro rastremato	d	D	B	Ew	r (Min)		
NNU4920	**NNU4920K**	**100**	140	40	113	1,1	155	305
NNU4921	**NNU4921K**	**105**	145	40	118	1,1	161	325
NNU4922	**NNU4922K**	**110**	150	40	123	1,1	167	335
NNU4924	**NNU4924K**	**120**	165	45	134,5	1,1	183	360
NNU4926	**NNU4926K**	**130**	180	50	146	1,5	275	565
NNU4928	**NNU4928K**	**140**	190	50	156	1,5	283	585
NNU4930	**NNU4930K**	**150**	210	60	168,5	2	350	715
NNU4932	**NNU4932K**	**160**	220	60	178,5	2	365	760
NNU4934	**NNU4934K**	**170**	230	60	188,5	2	375	805
NNU4936	**NNU4936K**	**180**	250	69	202	2	480	1020
NNU4938	**NNU4938K**	**190**	260	69	212	2	485	1060
NNU4940	**NNU4940K**	**200**	280	80	225	2,1	570	1220
NNU4944	**NNU4944K**	**220**	300	80	245	2,1	600	1330
NNU4948	**NNU4948K**	**240**	320	80	265	2,1	625	1450
NNU4952	**NNU4952K**	**260**	360	100	292	2,1	935	2100
NNU4956	**NNU4956K**	**280**	380	100	312	2,1	960	2230
NNU4960	**NNU4960K**	**300**	420	118	339	3	1230	2880
NNU4964	**NNU4964K**	**320**	440	118	359	3	1270	3050



Limite velocità di rotazione (giri/min)		Raggio angolare (mm)						Massa (kg) (Riferimento) (Foro rastremato)	Cuscinetto n. (Foro rastremato)
Lubrificazione con grasso	Lubrificazione con olio	da (Min)	da (Max)	da1 (Min)	dc (Min)	Da (Max)	ra (Max)		
6300	7500	106,5	111	110	115	133,5	1	1,77	**NNU4920K**
6100	7200	111,5	116	115	120	138,5	1	1,85	**NNU4921K**
5800	6900	116,5	121	120	125	143,5	1	1,93	**NNU4922K**
5300	6300	126,5	133	130	137	158,5	1	2,65	**NNU4924K**
4900	5800	138	144	142	148	172	1,5	3,55	**NNU4926K**
4600	5400	148	154	151	158	182	1,5	3,80	**NNU4928K**
4200	5000	159	166	162	171	201	2	5,95	**NNU4930K**
4000	4700	169	176	172	182	211	2	6,25	**NNU4932K**
3800	4500	179	186	182	192	221	2	6,60	**NNU4934K**
3500	4200	189	199	194	205	241	2	9,50	**NNU4936K**
3400	4000	199	209	204	215	251	2	10,0	**NNU4938K**
3200	3700	211	222	214	228	269	2	10,1	**NNU4940K**
2900	3400	231	242	234	248	289	2	15,5	**NNU4944K**
2700	3200	251	262	254	269	309	2	17,0	**NNU4948K**
2400	2900	271	288	276	296	349	2	28,3	**NNU4952K**
2300	2700	291	308	296	316	369	2	30,3	**NNU4956K**
2100	2500	313	335	320	343	407	2,5	46,7	**NNU4960K**
2000	2300	333	335	340	363	427	2,5	49,6	**NNU4964K**

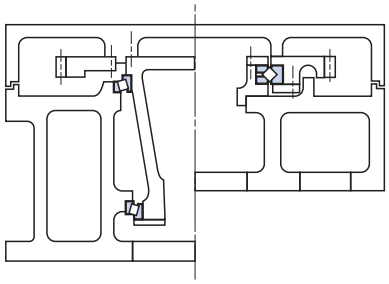
Cuscinetti a rulli conici incrociati

Serie XRN/Serie XRG

Un cuscinetto che fornisce le stesse funzioni di un cuscinetto a rulli conici ma con le dimensioni di un cuscinetto singolo. Gli elementi volventi sono sistemati con orientamento alternato tra l'anello separabile e l'anello primario.

Caratteristiche

- Un cuscinetto in grado di resistere a carichi radiali, carichi assiali e carichi di coppia.
- Può contribuire a semplificare le applicazioni dei cuscinetti, in quanto minori componenti riducono il peso, le dimensioni e il tempo di montaggio.
- L'espansione termica dell'albero influenza in misura minore il precarico del cuscinetto favorendo la precisione della macchina.
- Si utilizzano rulli conici e il centro di rotazione è preservato per la rotazione uniforme anche sotto precarico.
- I distanziali in resina poliammidica vengono inseriti tra i rulli per ridurre l'attrito rullo-a-rullo (tranne tipo XRGV).
- L'angolo di contatto è circa 45°.



Cuscinetti a rulli conici doppi Cuscinetti a rulli conici incrociati

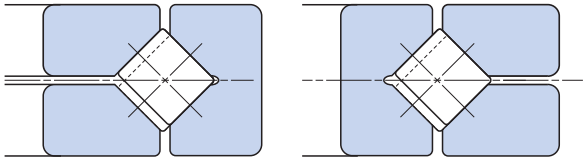
Esempio di installazione di cuscinetti a rulli conici e di cuscinetti a rulli conici incrociati

Precisione

Nachi definisce dei propri standard di precisione. Vedere pagina 9 per maggiori dettagli.

Meccanismo

La serie XRN è formata da cuscinetti di tipo ad anello esterno primario e anello interno separabili, adatti principalmente per applicazioni incentrate sulla precisione dell'anello esterno durante la rotazione dello stesso. La serie XRG, d'altro canto è utilizzata per applicazioni incentrate principalmente sulla precisione di rotazione dell'anello interno durante la rotazione dello stesso.



Tipo XRN Tipo XRG (XRGV)

Applicazioni principali

- Tavola da lavoro di centri di lavorazione, smerigliatrici, ecc.
- Mandrino di lavorazione di torni, smerigliatrici, ecc.
- Fresatrici sul larga scala, perforatrici o altre macchine a indicizzazione.
- Perno di antenne paraboliche, ecc.

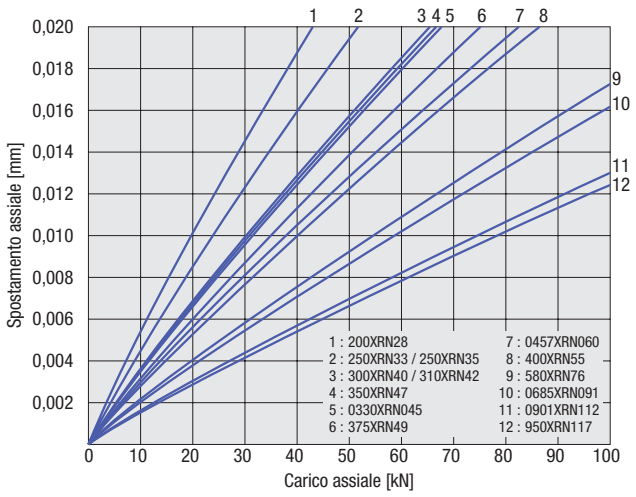
Nomenclatura del numero del cuscinetto

300 XRN 40

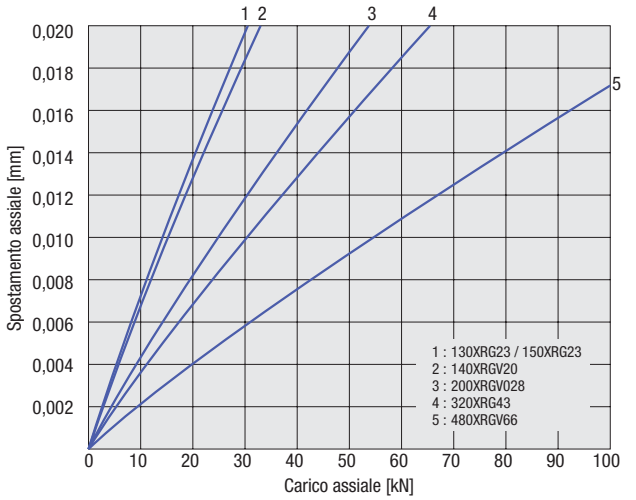
- 40 — Valore diametro esterno: Diametro esterno diviso per 10
- XRN — Tipo di cuscinetto
  - XRN : Serie XRN Tipo ad anello interno separabile
  - XRG : Serie XRG Tipo ad anello esterno separabile
  - XRGV : Serie XRG Tipo ad anello esterno separabile, senza distanziale
- 300 — Dimensione del foro (mm)

Carico assiale e spostamento assiale

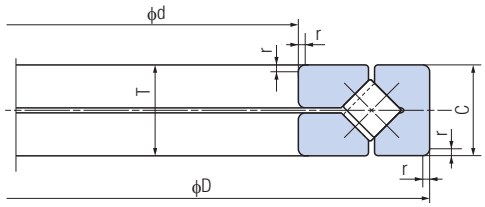
Serie XRN



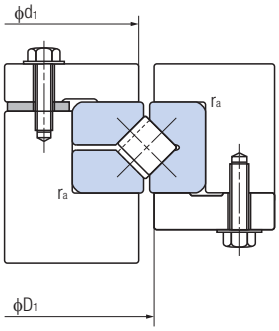
Serie XRG



Serie XRN di cuscinetti a rulli conici incrociati

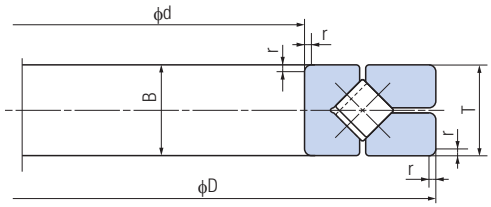


Cuscinetto n.	Dimensioni limite (mm)					Coefficiente di carico dinamico di base Ca (kN)	Coefficiente di carico statico base Coa (kN)
	d	D	T	C	r		
150XRN23	**150**	230	30	30	1,5	105	335
200XRN28	**200**	280	30	30	1,5	144	520
250XRN33	**250**	330	30	30	1	164	650
250XRN35	**250**	350	40	40	3	170	680
300XRN40	**300**	400	38	38	3	268	985
310XRN42	**310**	420	40	40	2,5	260	1070
0330XRN045	**330,2**	457,2	63,5	63,5	3,3	400	1540
350XRN47	**350**	470	50	50	3	284	1230
375XRN49	**375**	490	45	45	2,5	290	1280
400XRN55	**400**	550	60	60	3,5	365	1900
0457XRN060	**457,2**	609,6	63,5	63,5	3,3	370	1670
580XRN76	**580**	760	80	80	6,4	830	3800
0685XRN091	**685,8**	914,4	79,375	79,375	3,3	1090	5000
950XRN117	**950**	1170	85	85	3	1440	7400

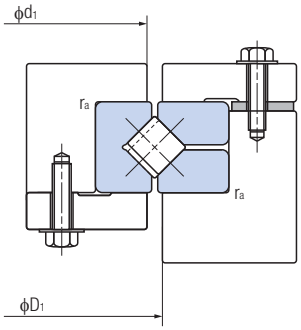


Limite velocità di rotazione (giri/min)		Raggio angolare (mm)			Massa (kg) (Riferimento)	Cuscinetto n.
Lubrificazione con grasso	Lubrificazione con olio	d_1 (Min)	D_1 (Max)	r_a (Max)		
600	1200	182	197	1	5,11	**150XRN23**
480	950	235	249	1	6,43	**200XRN28**
400	800	285	298	1	7,77	**250XRN33**
400	800	302	312	1,5	13,6	**250XRN35**
330	650	345	369	2,5	14,8	**300XRN40**
320	630	358	380	2	18,1	**310XRN42**
290	580	380	409	2	35,4	**0330XRN045**
280	560	410	424	1,5	27,7	**350XRN47**
260	530	430	445	1,5	25,5	**375XRN49**
250	500	475	492	1,5	48,8	**400XRN55**
220	440	535	554	2	57,1	**0457XRN060**
170	340	667	691	4	108	**580XRN76**
140	280	807	834	2	161	**0685XRN091**
100	200	1050	1084	2,5	218	**950XRN117**

Serie XRG di cuscinetti a rulli conici incrociati



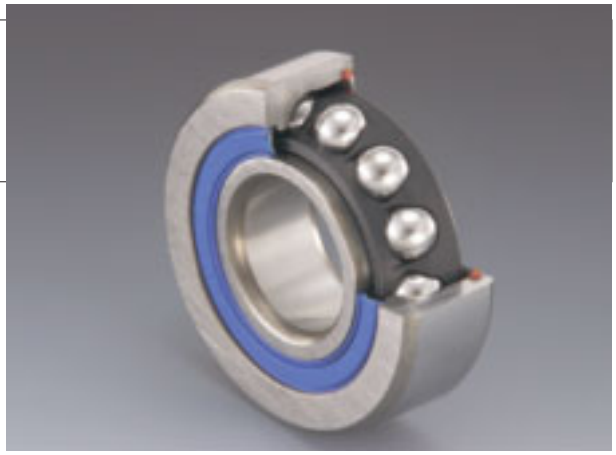
Cuscinetto n.	Dimensioni limite (mm)					Coefficiente di carico dinamico di base Ca (kN)	Coefficiente di carico statico base Coa (kN)
	d	D	T	B	r		
130XRG23	**130**	230	30	30	1,5	105	335
140XRGV20	**140**	200	25	25	1,5	89	299
150XRG23	**150**	230	30	30	1,5	105	335
200XRGV028	**200**	285	30	30	1	170	655
320XRG43	**320**	430	40	40	2,5	260	1070
480XRGV66	**480**	660	50	49,5	4	405	2110



Limite velocità di rotazione (giri/min)		Raggio angolare (mm)			Massa (kg) (Riferimento)	Cuscinetto n.
Lubrificazione con grasso	Lubrificazione con olio	d_1 (Min)	D_1 (Max)	r_a (Max)		
650	1250	182	197	1	5,97	**130XRG23**
680	1350	162	176	1	2,86	**140XRGV20**
600	1200	182	197	1	5,11	**150XRG23**
480	950	235	249	1	7,13	**200XRGV028**
300	600	358	382	2	18,9	**320XRG43**
200	400	550	572	3	61,0	**480XRGV66**

Cuscinetti per supporto di viti con ricircolo di sfere

Serie TAB/TAF



Serie TAB I cuscinetti per supporto viti con ricircolo di sfere sono usati nelle macchine utensili ad elevata precisione e elevata velocità, macchine di misurazione di precisione, robot e altre macchine che presentano attuatori di alimentazione di precisione.

Nomenclatura dei numeri del cuscinetto

30 TAB 06 DB -2LR /GM P4

- **30** — Dimensione del foro (mm)
- **TAB** — Tipo di cuscinetto
- **06** — Valore diametro esterno: Diametro esterno diviso per 10
- **DB** — Codice montaggio
  - U : Flush ground (singolo)
  - DU : Flush ground (doppio)
  - DB : Spalla-a-spalla
  - DF : Faccia-a-faccia
- **-2LR** — Codice tenuta
  - (No codice) : Tipo aperto
  - -2LR : Con tenuta a due contatti
  - -2NK : Senza tenuta a due contatti
- **/GM** — Precarico e altri codici di classe: /GM : precarico medio (standard)
- **P4** — Codice classe di tolleranza: P4 : JIS Classe 4 (standard)

Caratteristiche

- Gabbia in resina e un numero maggiore di sfere rispetto ai cuscinetti precedenti per una maggiore rigidità.
- I cuscinetti combinati sono forniti con precarichi prestabiliti, eliminando la necessità di fastidiose regolazioni montaggio con spessori e misurazioni di coppia.
- Un angolo di contatto di 60° è in grado di gestire carichi radiali e assiali garantendo la compattezza del cuscinetto.
- Tipo di tenuta a scelta tra tenuta a contatto e tenuta non a contatto per adattarsi alle specifiche applicazioni.

Angolo di contatto

L'angolo di contatto è 60°.

Gabbia

Come standard viene fornita una gabbia poliammidica guidata per la sfera.

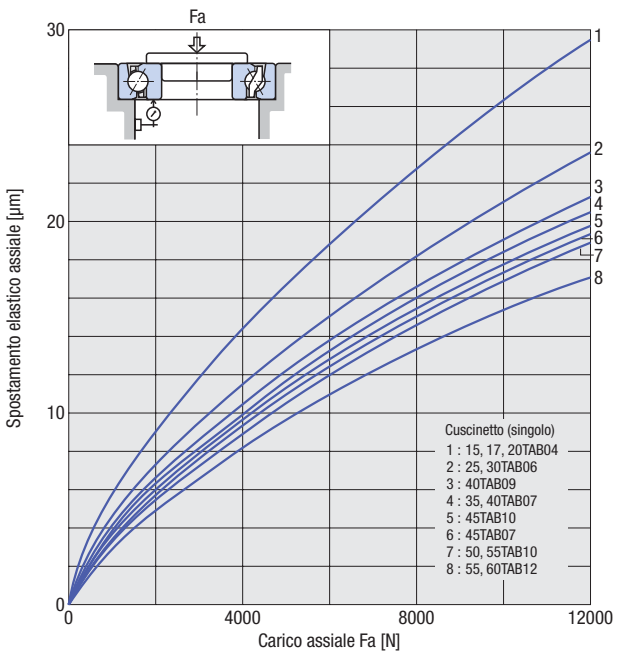
Precisione

JIS Classe 4 come standard. Vedere pagina 10 per maggiori dettagli.

Precarico

Precarico medio come standard. Vedere pagina 20 per maggiori dettagli.

Carico assiale e spostamento assiale



Serie TAF

Sebbene gli attuatori idraulici siano stati ampiamente utilizzati nel passato in dispositivi di conduzione ad elevato carico quali le macchine per lo stampo ad iniezione, è diventato più comune l'uso di azionamenti elettrici (azionamenti con viti a ricircolo di sfere) in tali applicazioni. La Serie TAF è costituita da cuscinetti speciali progettati per sostenere viti con ricircolo di sfere ad alto carico.

Nomenclatura dei numeri del cuscinetto

25 TAF 06 DF /GM P5

- **25** — Dimensione del foro (mm)
- **TAF** — Tipo di cuscinetto
- **06** — Valore diametro esterno
  Diametro esterno diviso per 10 (con qualche eccezione)
- **DF** — Codice montaggio
  DB : Spalla-a-spalla
  DF : Faccia-a-faccia
  DT : Tandem
- **/GM** — Precarico e altri codici di classe
  /GM : precarico medio (standard)
- **P5** — Codice classe di tolleranza
  P5 : JIS Classe 5 (standard)

Caratteristiche

- Una sfera di diametro largo e un angolo di contatto ampio fornisce una capacità di carico a spinta elevata necessaria per i carichi elevati delle viti a ricircolo di sfere utilizzate in macchine per stampo ad iniezione.
- Una gabbia stampata mono-pezzo che combina sia maggiore precisione e forza che abilità di resistere a cambi ad alta velocità avanti e indietro.

Angolo di contatto

Un angolo di contatto di 50° fino a un diametro nominale di 80 mm e 55° per un diametro nominale di 100 mm o più.

Precisione

JIS Classe 5 come standard. Vedere pagina 11 per maggiori dettagli.

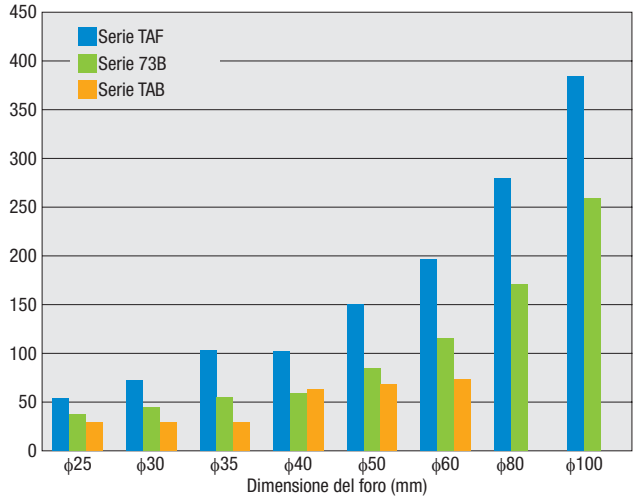
Precarico

Precarico medio come standard. Vedere pagina 20 per maggiori dettagli.

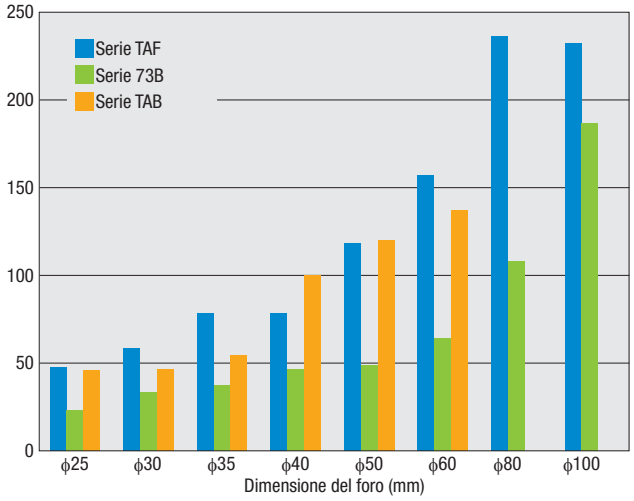
Gabbia

Come standard viene fornita una gabbia in resina poliammidica di guida per la sfera. Alcune dimensioni vengono prodotte con una gabbia in ottone lavorata a macchina.

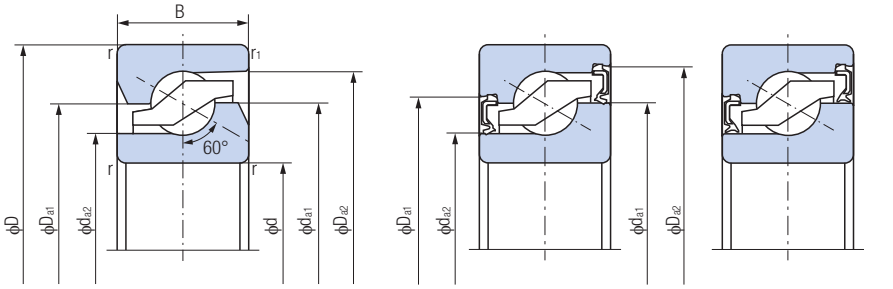
Confronto di carichi assiali dinamici di base



Confronto di carichi assiali limite



Cuscinetti per supporto di viti con ricircolo di sfere Serie TAB



Tipo aperto | Tenuta a contatto (2LR) | Tenuta non a contatto (2NK)

Cuscinetto n.	Dimensioni limite (mm)					Coefficiente di carico dinamico di base [2] Ca (kN)	Carico assiale limite [3] (kN)
	d	D	B	r (Min)	r1 (Min)		
15TAB04	15	47	15	1[1]	0,6	25,9	32,0
15TAB04-2NK	15	47	15	1[1]	0,6	25,9	32,0
15TAB04-2LR	15	47	15	1[1]	0,6	25,9	32,0
17TAB04	17	47	15	1	0,6	25,9	32,0
17TAB04-2NK	17	47	15	1	0,6	25,9	32,0
17TAB04-2LR	17	47	15	1	0,6	25,9	32,0
20TAB04	20	47	15	1	0,6	25,9	32,0
20TAB04-2NK	20	47	15	1	0,6	25,9	32,0
20TAB04-2LR	20	47	15	1	0,6	25,9	32,0
25TAB06	25	62	15	1	0,6	29,9	46,4
25TAB06-2NK	25	62	15	1	0,6	29,9	46,4
25TAB06-2LR	25	62	15	1	0,6	29,9	46,4
30TAB06	30	62	15	1	0,6	29,9	46,4
30TAB06-2NK	30	62	15	1	0,6	29,9	46,4
30TAB06-2LR	30	62	15	1	0,6	29,9	46,4
35TAB07	35	72	15	1	0,6	32,5	54,3
35TAB07-2NK	35	72	15	1	0,6	32,5	54,3
35TAB07-2LR	35	72	15	1	0,6	32,5	54,3
40TAB07	40	72	15	1	0,6	32,5	54,3
40TAB07-2NK	40	72	15	1	0,6	32,5	54,3
40TAB07-2LR	40	72	15	1	0,6	32,5	54,3
40TAB09	40	90	20	1	0,6	65,0	101
40TAB09-2NK	40	90	20	1	0,6	65,0	101
40TAB09-2LR	40	90	20	1	0,6	65,0	101
45TAB07	45	75	15	1	0,6	33,5	59,5
45TAB10	45	100	20	1	0,6	68,0	113
50TAB10	50	100	20	1	0,6	69,5	119
55TAB10	55	100	20	1	0,6	69,5	119
55TAB12	55	120	20	1	0,6	73,0	137
60TAB12	60	120	20	1	0,6	73,0	137

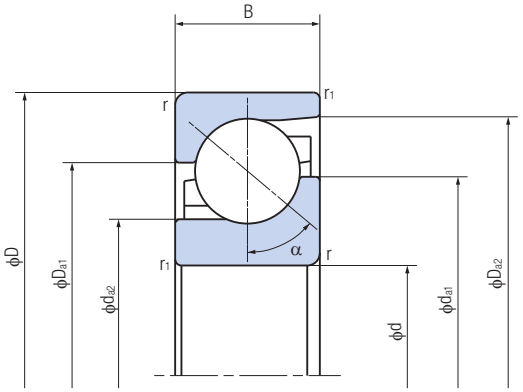
Nota (1) Il minimo per foro anello interno è 0,6.
(2) Quando il carico assiale è su disposizioni di 2 o di 3, i valori della tabella devono essere moltiplicati rispettivamente per 1,62 e 2,16.
(3) Quando il carico assiale è su disposizioni di 2 o di 3, i valori della tabella devono essere moltiplicati rispettivamente per 2 e 3.
(4) Velocità limite di rotazione per precarico medio (codice precarico GM).

Carico assiale dinamico equivalente Pa=X Fr+Y Fa

N. di cuscinetti		2		3			4			
N. di disposizioni che ricevono il carico assiale		Disposizione di 1	Disposizione di 2	Disposizione di 1	Disposizione di 2	Disposizione di 3	Disposizione di 1	Disposizione di 2	Disposizione di 3	Disposizione di 4
Fa/Fr ≤ 2,17	X	1,90	—	1,43	2,33	—	1,17	2,33	2,53	—
	Y	0,54	—	0,77	0,35	—	0,89	0,35	0,26	—
Fa/Fr > 2,17	X	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92
	Y	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Limite velocità di rotazione [4] giri/min)		Dimensioni di riferimento (mm)				Massa (kg) (Riferimento)	Cuscinetto n.
Lubrificazione con grasso	Lubrificazione con olio	da_1	da_2	Da_1	Da_2		
6300	8000	33,7	26,8	33,5	41	0,14	**15TAB04**
6300	—	33,7	26,8	35	41,9	0,14	**15TAB04-2NK**
6300	—	33,7	26,8	35	41,9	0,14	**15TAB04-2LR**
6300	8000	33,7	26,8	33,5	41	0,13	**17TAB04**
6300	—	33,7	26,8	35	41,9	0,13	**17TAB04-2NK**
6300	—	33,7	26,8	35	41,9	0,13	**17TAB04-2LR**
6300	8000	33,7	26,8	33,5	41	0,12	**20TAB04**
6300	—	33,7	26,8	35	41,9	0,12	**20TAB04-2NK**
6300	—	33,7	26,8	35	41,9	0,12	**20TAB04-2LR**
4650	6000	46,2	39,7	46	53,4	0,24	**25TAB06**
4650	—	46,2	39,7	47,5	54,9	0,24	**25TAB06-2NK**
4650	—	46,2	39,7	47,5	54,9	0,24	**25TAB06-2LR**
4650	6000	46,2	39,7	46	53,4	0,21	**30TAB06**
4650	—	46,2	39,7	47,5	54,9	0,21	**30TAB06-2NK**
4650	—	46,2	39,7	47,5	54,9	0,21	**30TAB06-2LR**
3750	5000	56,2	49,7	56	63,4	0,29	**35TAB07**
3750	—	56,2	49,7	57,5	64,9	0,29	**35TAB07-2NK**
3750	—	56,2	49,7	57,5	64,9	0,29	**35TAB07-2LR**
3750	5000	56,2	49,7	56	63,4	0,26	**40TAB07**
3750	—	56,2	49,7	57,5	64,9	0,26	**40TAB07-2NK**
3750	—	56,2	49,7	57,5	64,9	0,26	**40TAB07-2LR**
3150	4000	67,2	57,2	67	78,4	0,62	**40TAB09**
3150	—	67,2	57,2	68,5	79,9	0,62	**40TAB09-2NK**
3150	—	67,2	57,2	68,5	79,9	0,62	**40TAB09-2LR**
3400	4500	61,7	55,2	61,5	68,9	0,25	**45TAB07**
2850	3500	74,2	64,2	74	85,4	0,79	**45TAB10**
2700	3500	78,2	68,2	78	89,4	0,72	**50TAB10**
2700	3500	78,2	68,2	78	89,4	0,95	**55TAB10**
2300	3000	92,2	82,2	92	103,4	1,15	**55TAB12**
2300	3000	92,2	82,2	92	103,4	1,08	**60TAB12**

Cuscinetti per supporto di viti con ricircolo di sfere Serie TAF



Cuscinetto n.	Dimensioni limite (mm)					Angolo di contatto α (°)	Coefficiente di carico dinamico di base (1) Ca (kN)	Carico assiale limite (2) (kN)
	d	D	B	r (Min)	r1 (Min)			
25TAF06	**25**	62	17	1,1	0,6	50	56,0	47,5
30TAF07	**30**	72	19	1,1	0,6	50	74,0	58,0
35TAF09	**35**	90	23	1,5	1	50	103	77,0
40TAF09	**40**	90	23	1,5	1	50	103	77,0
40TAF11	**40**	110	27	2	1	50	152	118
45TAF11	**45**	110	27	2	1	50	152	118
50TAF11	**50**	110	27	2	1	50	152	118
60TAF13	**60**	130	31	2,1	1,1	50	196	157
60TAF17	**60**	170	39	2,1	1,1	50	279	238
80TAF17	**80**	170	39	2,1	1,1	50	279	238
100TAF21	**100**	215	47	3	1,1	55	385	234
120TAF03	**120**	260	55	3	1,1	55	445	380

Nota (1) Quando il carico assiale è su disposizioni di 2 o di 3, i valori della tabella devono essere moltiplicati rispettivamente per 1,62 e 2,16.
(2) Quando il carico assiale è su disposizioni di 2 o di 3, i valori della tabella devono essere moltiplicati rispettivamente per 2 e 3.
(3) Si consiglia l'uso dell'80% o meno del carico assiale consentito.
(4) Velocità limite di rotazione per precarico medio (codice precarico GM).

Carico assiale dinamico equivalente Pa=X Fr+Y Fa

Angolo di contatto 50°

N. di cuscinetti		2	
N. di disposizioni che ricevono il carico assiale		Disposizione di 1	Disposizione di 2
Fa/Fr ≤ 1,49	X	1,37	—
	Y	0,57	—
Fa/Fr > 1,49	X	0,73	0,73
	Y	1	1

Angolo di contatto 55°

N. di cuscinetti		2	
N. di disposizioni che ricevono il carico assiale		Disposizione di 1	Disposizione di 2
Fa/Fr ≤ 1,79	X	1,60	—
	Y	0,56	—
Fa/Fr > 1,79	X	0,81	0,81
	Y	1	1

Limite velocità di rotazione [4] (giri/min) Lubrificazione con grasso	Dimensioni di riferimento (mm)				Massa (kg) (Riferimento)	Cuscinetto n.
	da_1	da_2	Da_1	Da_2		
4500	42,9	32,7	44,9	56,6	0,237	**25TAF06**
3800	49,8	38,6	53	65,9	0,357	**30TAF07**
3000	63,2	49,7	67,7	82,3	0,709	**35TAF09**
3000	63,2	49,7	67,7	82,3	0,655	**40TAF09**
2500	77,6	60,3	83,4	101,1	1,28	**40TAF11**
2500	77,6	60,3	83,4	101,1	1,21	**45TAF11**
2500	77,6	60,3	83,4	101,1	1,13	**50TAF11**
2100	92,4	72,9	98,9	119,7	1,79	**60TAF13**
1500	121,1	97,2	130,3	155,8	4,48	**60TAF17**
1500	121,1	97,2	130,3	155,8	3,80	**80TAF17**
1200	152,3	123,4	164,1	194,7	7,41	**100TAF21**
1000	186,2	151,1	193,8	228,4	14,8	**120TAF03**

NACHI-FUJIKOSHI CORP.

URL:http://www.nachi.com/

Tokyo Head Office : Shiodome Sumitomo Bldg. 17F 1-9-2 Higashi-shinbashi, Minato-ku, Tokyo 105-0021, JAPAN
Tel: +81-(0)3-5568-**5247** Fax: +81-(0)3-5568-**5237**

Toyama Head Office : 1-1-1 Fujikoshi-Honmachi, Toyama 930-8511, JAPAN Tel: +81-(0)76-423-5111 Fax: +81-(0)76-493-5211

Overseas Companies

AMERICA

Sales

● NACHI AMERICA INC. HEADQUARTERS
715 Pushville Road, Greenwood, Indiana, 46143, U.S.A.
Tel: +1-317-530-1002 Fax: +1-317-530-1012
URL: http://www.nachiamerica.com/

WEST COAST BRANCH
12652 E. Alondra Blvd. Cerritos, California, 90703, U.S.A.
Tel: +1-562-802-0055 Fax: +1-562-802-2455

MIAMI BRANCH - LATIN AMERICA DIV.
2315 N.W. 107th Ave., Doral, Florida, 33172, U.S.A.
Tel: +1-305-591-0054/0059/2604
Fax: +1-305-591-3110

● NACHI ROBOTIC SYSTEMS INC.
42775 West 9 Mile Road Novi, Michigan, 48375, U.S.A.
Tel: +1-248-305-6545 Fax: +1-248-305-6542
URL: http://www.nachirobotics.com/

● NACHI CANADA INC.
89 Courtland Ave., Unit 2, Concord, Ontario, L4K 3T4, CANADA
Tel: +1-905-660-0088 Fax: +1-905-660-1146
URL:http://www.nachicanada.com/

● NACHI MEXICANA, S.A. DE C.V.
Urbina No. 54, Parque Industrial Naucalpan, Naucalpan de Juarez, Estado de Mexico, C.P. 53489, MEXICO
Tel: +52-55-3604-0832 / 0842 / 0881
Fax: +52-55-3604-0882

NACHI MEXICANA ENGINEERING CENTER
1171A, Calle Julio Diaz Torre,Fracc. Ciudad Industrial, Aguascalientes, C.P. 20290, MEXICO
Tel: +52-449-971-1689 Fax: +52-449-971-1689

Manufacturing

● NACHI TECHNOLOGY INC.
713 Pushville Road, Greenwood, Indiana, 46143, U.S.A.
Tel: +1-317-535-5000 Fax: +1-317-535-8484
URL: http://nachitech.com/

● NACHI TOOL AMERICA INC.
717 Pushville Road, Greenwood, Indiana, 46143, U.S.A.
Tel: +1-317-535-0320 Fax: +1-317-535-0983

● NACHI BRASIL LTDA.
Avenida João XXIII, No.2330, Jardim São Pedro, Mogi das Cruzes, S.P., BRASIL, CEP 08830-000
Tel: +55-11-4793-8800 Fax: +55-11-4793-8870
URL: http://www.nachi.com.br/

SAO PAULO BRANCH
Av. Paulista, 453, Primeiro Andar, Conj.11, 12, 13 e 14, Cerqueira Cesar, Sao Paulo - SP, CEP: 01311-000, BRASIL
Tel: +55-11-3284-9844 Fax: +55-11-3284-1751

EUROPE

Sales

● NACHI EUROPE GmbH
Bischofstrasse 99, 47809, Krefeld, GERMANY
Tel: +49-(0)2151-65046-0
Fax: +49-(0)2151-65046-90
URL: http://www.nachi.de/

SOUTH GERMANY OFFICE
Pleidelsheimer Str.47, 74321, Bietigheim-Bissingen, GERMANY
Tel: +49-(0)7142-77418-0
Fax: +49-(0)7142-77418-20

SPAIN BRANCH
P.I. EL MONTALVO III C/Segunda, 6. Portal 1-2ª, Oficina 5 37188-Carbajosa de La Sagrada Salamanca- España
Tel: +34-(0)923-197-837
Fax: +34-(0)923-197-758

CZECH BRANCH
Obchodni 132 251 01 Cestlice CZECH
Tel: +420-(0)255-734-000
Fax: +420-(0)255-734-001

U.K. BRANCH
Unit 3, 92, Kettles Wood Drive Woodgate Business Park, BIRMINGHAM B32 3DB, U.K.
Tel: +44-(0)121-423-5000
Fax: +44-(0)121-421-7520

TURKEY BRANCH
Karaman Ciftligi Mevkii, Agaoglu My Prestige, K;13, D;110, 34746, Atasehir, Istanbul, TURKEY
Tel: +90-(0)216-688-4457 Fax: +90-(0)216-688-4458

Manufacturing

● NACHI CZECH s.r.o
Prumyslova 2732, 440 01 Louny, CZECH
Tel: +420-415-930-930 Fax: +420-415-930-940

ASIA and OCEANIA

Sales

● NACHI SINGAPORE PTE. LTD.
No.2 Joo Koon Way, Jurong Town, Singapore 628943, SINGAPORE
Tel: +65-65587393 Fax: +65-65587371

VIETNAM REPRESENTATIVE OFFICE, HO CHI MINH
4Fl., Yoco Bld., 41 Nguyen Thi Minh Khai St., Dist.1, Ho Chi Minh, VIETNAM
Tel: +84-8-3822-3919 Fax: +84-8-3822-3918

VIETNAM REPRESENTATIVE OFFICE, HANOI
5B Fl., Noza Bld., 243 Cau Giay St., Cau Giay Dist., Hanoi, VIETNAM
Tel: +84-4-3767-8605 Fax: +84-4-3767-8604

● FUJIKOSHI-NACHI (MALAYSIA) SDN. BHD.
No.17, Jalan USJ 21/3, 47630 UEP Subang Jaya, Selangor Darul Ehsan, MALAYSIA
Tel: +60-(0)3-80247900 Fax: +60-(0)3-80235884

● PT.NACHI INDONESIA
TEMPO PAVILION I, 7FL JL. HR Rasuna Said Kav. 10-11 Setiabudi Jakarta Selatan DKI Jakarta -12950, INDONESIA
Tel: +62-021-527-2841 Fax: +62-021-527-3029

● NACHI KG TECHNOLOGY INDIA PVT. GURGAON HEAD OFFICE
Unit No.207, 2nd Floor, Sewa Corporate Park, MG Road, Iffco Chowk, Gurgaon 122001, Haryana, INDIA
Tel: +91-(0)12-4450-2900 Fax: +91-(0)12-4450-9210

BANGALORE OFFICE
F-11, Asha Chamber, No.2, Venkata Swami, Raju Road, Kumara Park West, Bangalore-560020, INDIA
Tel: +91-(0)80-3920-8701 / 8702 / 8703
Fax: +91-(0)80-3920-8700

● 那智不二越(上海)贸易有限公司 NACHI (SHANGHAI) CO.,LTD.
11F Royal Wealth Center, No.7 Lane 98 Danba Road, Putuo District, Shanghai, 200062, CHINA
Tel: +86-(0)21-6915-2200
Fax: +86-(0)21-6915-5427

重庆分公司 CHONGQING BRANCH
C17-18/19 Hogding International Building, Jiangbei District, Chongqing 400020, CHINA
Tel: +86-(0)23-8816-1967
Fax: +86-(0)23-8816-1968

沈阳分公司 SHENYANG BRANCH
Room 304, No.1 Yuebin Street, Shenhe District, Shenyang 110000, CHINA
Tel: +86-(0)24-3120-2252
Fax: +86-(0)24-2250-5316

北京分公司 BEIJING BRANCH
Room 903A, Kuntai International Mansion, Building J , Yi No.12 Chao Wai Street, Chao yang District, Beijing 100020, CHINA
Tel: +86-(0)10-5879-0181
Fax: +86-(0)10-5879-0182

● NACHI-FUJIKOSHI CORP. TAIPEI REPRESENTATIVE OFFICE
No.109, Kao Young North Rd, Lung-Tan Hsin, Tao-Yuan Hsien, TAIWAN
Tel: +886-(0)3-411-7776
Fax: +886-(0)3-471-8402

● NACHI-FUJIKOSHI CORP. KOREA REPRESENTATIVE OFFICE
3F A-Youn Digital Tower 314-37, Seongsu-dong 2-ga, Seongdong-gu, Seoul 133-120, KOREA
Tel: +82-(0)2-469-2254 Fax: +82-(0)2-469-2264

● NACHI (AUSTRALIA) PTY. LTD.
Unit 1, 23-29 South Street, Rydalmere, N.S.W, 2116, AUSTRALIA
Tel: +61-(0)2-9898-1511 Fax: +61-(0)2-9898-1678
URL: http://www.nachi.com.au/

Manufacturing

● NACHI TECHNOLOGY (THAILAND) CO., LTD.
5/5 M, 2, Rojana Industrial Estate Nongbua, Ban Khai, Rayong, 21120, THAILAND
Tel: +66-38-961-682 Fax: +66-38-961-683

BANGKOK SALES OFFICE
Unit 23/109(A), Fl.24th Sorachai Bldg., Sukhumvit 63 Road(Ekamai), Klongtonnua, Wattana, Bangkok 10110, THAILAND
Tel: +66-2-714-0008 Fax: +66-2-714-0740

● NACHI INDUSTRIES PTE. LTD.
No.2 Joo Koon Way, Jurong Town, Singapore 628943, SINGAPORE
Tel: +65-68613944 Fax: +65-68611153
URL: http://www.nachinip.com.sg/

● NACHI PILIPINAS INDUSTRIES, INC.
1st Avenue, Manalac Compound, Sta. Maria Industrial Estate, Bagumbayan, Taguig, Metro Manila, PHILIPPINES
Tel: +63-(0)2-838-3620 Fax: +63-(0)2-838-3623

● NACHI KG TECHNOLOGY INDIA PVT. NEEMRANA PLANT
Plot No. Sp-86, Nic(M)Neemrana, Riico Industrial Area, Alwar-301705, Rajasthan, INDIA
Tel: +91-(0)14-9467-1300
Fax: +91-(0)14-9467-1310

● NACHI MOTHERSON PRECISION LTD.
179,Sector4,IMT Manesar,District Gurgaon-122 050, Haryana, INDIA
Tel: +91-124-4936-000 Fax: +91-124-4936-022

● NACHI MOTHERSON TOOL TECHNOLOGY LTD.
D-59-60, Sector-6, Noida-201301,
Distt. Gautam Budh Nagar, U.P. INDIA
Tel: +91-120-425-8372 Fax: +91-120-425-8374

● 那智不二越(江苏)精密机械有限公司 NACHI (JIANGSU) INDUSTRIES CO., LTD.
39 Nanyuan Road, Economic and Technological Development Zone (south), Zhangjiagang, Jiangsu, 215618, CHINA
Tel: +86-(0)512-3500-7616
Fax: +86-(0)512-3500-7615

● 东莞建越精密轴承有限公司 DONGGUAN NACHI C.Y. CORPORATION
Dangyong Village, Hongmei Town Dongguan City, Guangdong 523160, CHINA
Tel: +86-(0)769-8843-1300
Fax: +86-(0)769-8843-1330

● 上海不二越精密轴承有限公司 SHANGHAI NACHI BEARINGS CO.,LTD.
Yitong Industry Zone 258, Fengmao Rd.
Malu Town, Jiading, Shanghai 201801, CHINA
Tel: +86-(0)21-6915-6200 Fax: +86-(0)21-6915-6202

● 建越工業股份有限公司 NACHI C.Y. CORP.
No.109, Kao Young North Rd, Lung-Tan Hsin, Tao-Yuan Hsien, TAIWAN
Tel: +886-(0)3-471-7651 Fax: +886-(0)3-471-8402

NACHI

L’aspetto e le specifiche sono soggette a modifiche senza preavviso per migliorare le prestazioni.
È stato adottata la massima cura per preservare la precisione delle informazioni contenute nel presente catalogo e non si assume responsabilità di sorta per errori od omissioni.

CATALOG NO.	B1031IT

2014.05.X-ABE-ABE