

Esecuzioni

I cuscinetti obliqui a due corone di sfere corrispondono a due cuscinetti obliqui a una corona, ma occupano meno spazio in senso assiale. Possono sopportare carichi radiali e assiali agenti in entrambi i sensi. Consentono inoltre di realizzare sistemazioni relativamente rigide e sono in grado di sopportare i momenti ribaltanti.

La gamma standard di cuscinetti obliqui a due corone di sfere (→ **fig. 1**) comprende

- cuscinetti in esecuzione standard (**a**)
- cuscinetti con guarnizioni (**b**)
- cuscinetti con anello interno in due pezzi (**c**).

La gamma standard è riportata nella **matrice 1, pagina 441**.

Questa gamma di cuscinetti copre dimensioni diametro foro da 10 a 110 mm.

Cuscinetti appartenenti alle serie 52 A e 53 A

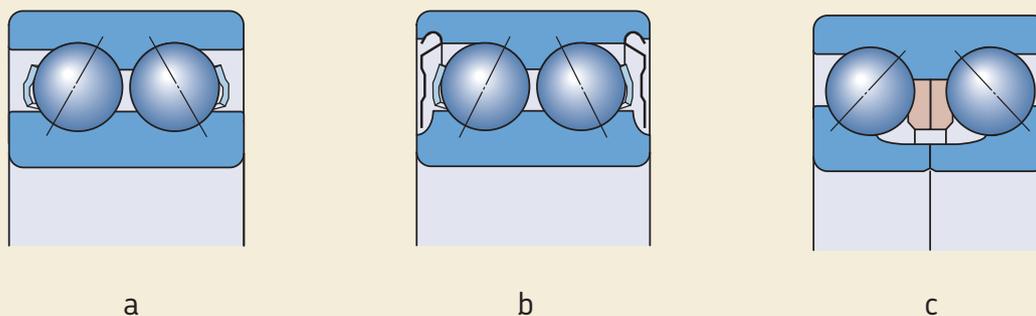
I cuscinetti di esecuzione base delle serie 32 A e 33 A, riportati nelle tabelle di prodotto, e i corrispondenti cuscinetti con guarnizione incorporata di esecuzione 2Z e 2RS1 sono identici ai corrispondenti cuscinetti delle serie 52 e 53 disponibili sul mercato nordamericano. Presentano le stesse caratteristiche operative e dimensionali (eccetto che per la larghezza della dimensione 5200). I cuscinetti con guarnizione incorporata sono riempiti a grasso, mentre per i cuscinetti delle serie 52 e 53 si utilizza un grasso a base di olio minerale per alte temperature con addensante alla poliurea. La gamma di temperature di esercizio di questo grasso spazia da -30 a $+140$ °C. La viscosità dell'olio base è pari a $115 \text{ mm}^2/\text{s}$ a 40 °C e $12 \text{ mm}^2/\text{s}$ a 100 °C

Cuscinetti di esecuzione base

I cuscinetti obliqui a due corone di sfere delle serie 32 A e 33 A presentano una geometria interna ottimizzata e sono privi di scanalature per l'introduzione delle sfere. Ne derivano i seguenti vantaggi

- applicabilità universale
- capacità di sostenere carichi radiali e assiali elevati in entrambi i sensi
- silenziosità.

Fig. 1



I cuscinetti hanno un angolo di contatto di 30° e i gruppi di sfere sono disposti a "0".

Per ragioni di produzione, i cuscinetti dell'esecuzione base, che sono disponibili anche con anelli di tenuta o schermi, possono avere gole per le guarnizioni di tenuta sugli anelli interno ed esterno (→ **fig. 2**).

Cuscinetti con guarnizioni incorporate

I cuscinetti dell'esecuzione più comuni possono essere forniti anche con schermi o con guarnizioni (→ **matrice 1**, a **pagina 441**). I cuscinetti serie 32 A e 33 A sono riempiti con un grasso di alta qualità di consistenza NLGI 3 con sapone di litio e sono contraddistinti dal suffisso MT33 nell'appellativo. Questo grasso ha ottime proprietà antiruggine e può essere utilizzato a temperature che vanno dai -30 ai +120 °C. La viscosità dell'olio base è 98 mm²/s a 40 °C e 9,4 mm²/s a 100 °C. Per quanto riguarda il riempimento a grasso dei cuscinetti delle serie 52 A e 53 A, si faccia riferimento alla **pagina 434**.

I cuscinetti con guarnizioni incorporate sono lubrificati a vita e non richiedono manutenzione, pertanto non vanno lavati o riscaldati a temperature superiori agli 80 °C prima del montaggio.

Cuscinetti schermati

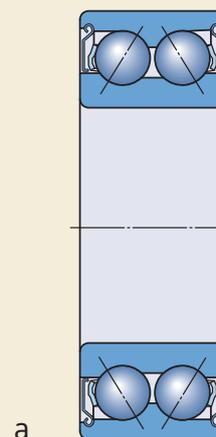
I cuscinetti schermati, suffisso nell'appellativo 2Z, sono prodotti in due esecuzioni (→ **fig. 3**). Gli schermi in lamiera d'acciaio utilizzati nei cuscinetti di dimensioni ridotte formano un piccola luce sul diametro esterno dell'anello interno (**a**). I cuscinetti di dimensioni maggiori così come tutti i cuscinetti di classe Explorer presentano delle gole ai lati dell'anello interno in cui si estendono gli schermi (**b**).

I cuscinetti schermati sono destinati principalmente alle applicazioni che prevedono la rotazione dell'anello interno. Se la rotazione interessa l'anello esterno, a velocità elevate si possono verificare perdite di grasso dal cuscinetto.

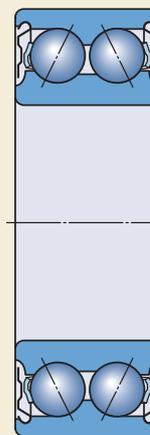
Fig. 2



Fig. 3



a



b

Cuscinetti obliqui a due corone di sfere

Cuscinetti con guarnizioni incorporate

I cuscinetti con guarnizioni incorporate, suffisso 2RS1, sono dotati di guarnizioni in gomma acrilonitril-butadiene rinforzate con un lamierino d'acciaio montato in corrispondenza di gole ricavate sul lato dell'anello interno (→ **fig. 4**). Il labbro della guarnizione esercita una leggera pressione contro l'anello interno. La parte esterna della guarnizione si inserisce in una gola nell'anello esterno per garantire l'adeguata azione di tenuta. L'intervallo delle temperature di esercizio consentite per queste guarnizioni è compreso tra -40 e $+100$ °C, per brevi periodi sono ammesse temperature fino a $+120$ °C.

In condizioni di esercizio estreme, ad esempio temperature o velocità elevate, si possono verificare perdite di grasso dai cuscinetti con guarnizioni incorporate in corrispondenza dell'anello interno. Per le applicazioni in cui ciò possa creare inconvenienti, occorre adottare particolari accorgimenti in fase di progettazione.

Cuscinetti con anello interno in due pezzi

Oltre ai cuscinetti dell'esecuzione base, i cuscinetti obliqui a due corone di sfere possono essere forniti con anello interno in due pezzi (→ **fig. 5**). Questi cuscinetti sono dotati di un numero maggiore di sfere e presentano un'elevata capacità di carico, soprattutto in senso assiale.

I cuscinetti della serie 33 D

I cuscinetti della serie 33 D (**a**) presentano un angolo di contatto di 45° , un gioco interno speciale e possono sopportare carichi assiali elevati in entrambe le direzioni. I cuscinetti sono scomponibili, cioè l'anello esterno con le sfere e la gabbia può essere montato in modo indipendente dalle due metà dell'anello interno.

I cuscinetti della serie 33 DNRCBM

I cuscinetti della serie 33 DNRCBM (**b**) presentano un angolo di contatto di 40° e una scanalatura per anello elastico con anello elastico nell'anello esterno, per posizionare assialmente il cuscinetto nell'alloggiamento in modo semplice e consentire un risparmio di spazio. Sono stati progettati appositamente per gli impianti con pompe centrifughe, ma possono essere utilizzati anche per altre applicazioni. Questi cuscinetti non sono scomponibili.

Fig. 4

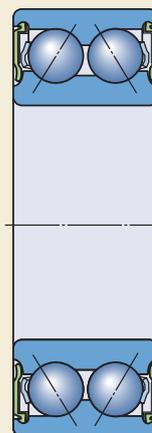
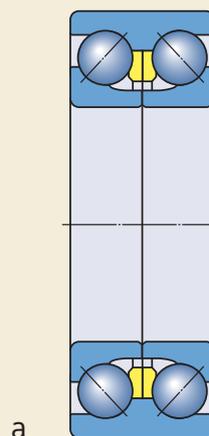
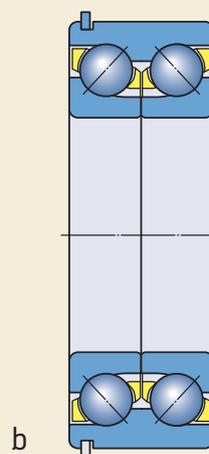


Fig. 5



a



b

Cuscinetti Explorer

I cuscinetti obliqui a sfere ad alte prestazioni Explorer sono contrassegnati da un asterisco nelle tabelle dei prodotti. I cuscinetti Explorer mantengono gli appellativi dei cuscinetti standard precedenti, ad es. 3208 ATN9. Tuttavia ogni cuscinetto e la sua confezione sono contrassegnati dal marchio "EXPLORER".

Cuscinetti – dati generali

Dimensioni

Le dimensioni d'ingombro cuscinetti obliqui a due corone di sfere sono conformi alla norma ISO 15:1998, tranne per la larghezza del cuscinetto 3200 A.

Le dimensioni delle scanalature per anelli elastici e quelle degli anelli elastici per i cuscinetti delle serie 33 DNRCBM sono riportate nella **tabella 1**. Le dimensioni delle scanalature per anelli elastici e quelle degli anelli elastici sono conformi alla ISO 464:1995.

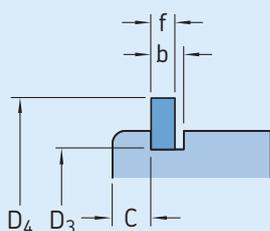
Tolleranze

I cuscinetti obliqui a due corone di sfere dell'esecuzione base sono prodotti nella classe di tolleranza Normale. I cuscinetti Explorer e i cuscinetti serie 33 DNRCBM sono conformi alle specifiche della classe di tolleranza P6.

I valori relativi alle tolleranze sono conformi alla ISO 492:2002 e sono riportati nelle **tabella 3 e 4, pagine 125 e 126**.

Tabella 1

Dimensioni della scanalatura per l'anello di ancoraggio e degli anelli di ancoraggio



Cuscinetto Appellativo	Dimensioni					Anello di ancoraggio Appellativo
	C	b	f	D ₃	D ₄	
–	mm					–
3308 DNRCBM	3,28	2,7	2,46	86,8	96,5	SP 90
3309 DNRCBM	3,28	2,7	2,46	96,8	106,5	SP 100
3310 DNRCBM	3,28	2,7	2,46	106,8	116,6	SP 110
3311 DNRCBM	4,06	3,4	2,82	115,2	129,7	SP 120
3313 DNRCBM	4,06	3,4	2,82	135,2	149,7	SP 140

Cuscinetti obliqui a due corone di sfere

Gioco interno

I cuscinetti obliqui a due corone di sfere delle serie 32 A e 33 A sono realizzati di serie con gioco assiale interno normale. Sono disponibili anche con gioco interno maggiorato C3 (→ **matrice 1, pagina 441**). Si consiglia di verificare la disponibilità dei cuscinetti con gioco minorato (C2) prima di eseguire l'ordine.

I cuscinetti serie 33 D e 33 DNRCBM sono realizzati esclusivamente con gioco assiale interno conforme ai valori riportati nella **tabella 2**. Tali valori sono validi per i cuscinetti prima del montaggio e con carico di misura zero.

Disallineamento

Il disallineamento fra gli anelli esterni e interni dei cuscinetti obliqui a due corone di sfere può essere compensato solo dalle forze generate fra le sfere e le piste. I disallineamenti comportano una notevole riduzione della silenziosità riducendo anche la durata del cuscinetto stesso.

Influenza della temperatura di funzionamento sul materiale dei cuscinetti

I cuscinetti obliqui a sfere sono sottoposti a uno speciale trattamento termico. Se dotati di gabbia di acciaio o ottone, possono operare a temperature fino a +150 °C.

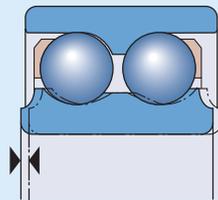
Gabbie

A seconda della serie, esecuzione e delle dimensioni, i cuscinetti obliqui a due corone di sfere sono normalmente dotati di due delle seguenti gabbie (→ **fig. 6**)

- gabbia stampata ad iniezione, in poliammide 6,6 rinforzata con fibre di vetro, design "a scatto", centrata sulle sfere, appellativo con suffisso TN9 (**a**)
- gabbia stampata in acciaio, centrata sulle sfere, design "a scatto", appellativo senza suffisso o con suffisso J1 (**b**)

Tabella 2

Gioco interno assiale dei cuscinetti obliqui a due corone di sfere



Diametro foro		Gioco interno assiale dei cuscinetti delle serie 32 A e 33 A						33 D		33 DNRCBM	
d oltre	fino a	C2 min	max	Normale min	max	C3 min	max	min	max	min	max
mm		µm						µm		µm	
-	10	1	11	5	21	12	28	-	-	-	-
10	18	1	12	6	23	13	31	-	-	-	-
18	24	2	14	7	25	16	34	-	-	-	-
24	30	2	15	8	27	18	37	-	-	-	-
30	40	2	16	9	29	21	40	33	54	10	30
40	50	2	18	11	33	23	44	36	58	10	30
50	65	3	22	13	36	26	48	40	63	18	38
65	80	3	24	15	40	30	54	46	71	18	38
80	100	3	26	18	46	35	63	55	83	-	-
100	110	4	30	22	53	42	73	65	96	-	-

- gabbia stampata in acciaio, centrata sulle sfere, design "bombato", appellativo senza suffisso (c)
- gabbia massiccia in ottone, del tipo "a forcella", centrata sull'anello esterno, appellativo con suffisso MA (d)
- gabbia massiccia in ottone, del tipo a feritoie, centrata sulle sfere, appellativo con suffisso M (e).

Parecchi cuscinetti sono disponibili con vari design delle gabbie, in modo da poter sempre scegliere i cuscinetti con le gabbie adatte alle condizioni di esercizio (→ **matrice 1, pagina 441**).

Nota

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

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

Carico minimo

Per garantire un funzionamento soddisfacente, i cuscinetti obliqui a due corone di sfere, come tutti i cuscinetti a sfere e a rulli, devono sempre essere sottoposti a un determinato carico minimo,

in particolare se funzionano a velocità elevate o sono soggetti a forti accelerazioni elevate oppure a rapidi cambi di direzione del carico. In tali condizioni, le forze di inerzia di sfere e gabbie e l'attrito del lubrificante possono provocare un dannoso slittamento fra sfere e piste.

Il carico radiale minimo richiesto da applicare ai cuscinetti obliqui a due corone di sfere può essere valutato utilizzando la seguente formula

$$F_{rm} = k_r \left(\frac{v n}{1000} \right)^{2/3} \left(\frac{d_m}{100} \right)^2$$

in cui

F_{rm} = carico radiale minimo, kN

k_r = fattore di carico minimo

0,06 per cuscinetti della serie 32 A

0,07 per cuscinetti della serie 33 A

0,095 per cuscinetti delle serie 33 D e 33 DNR

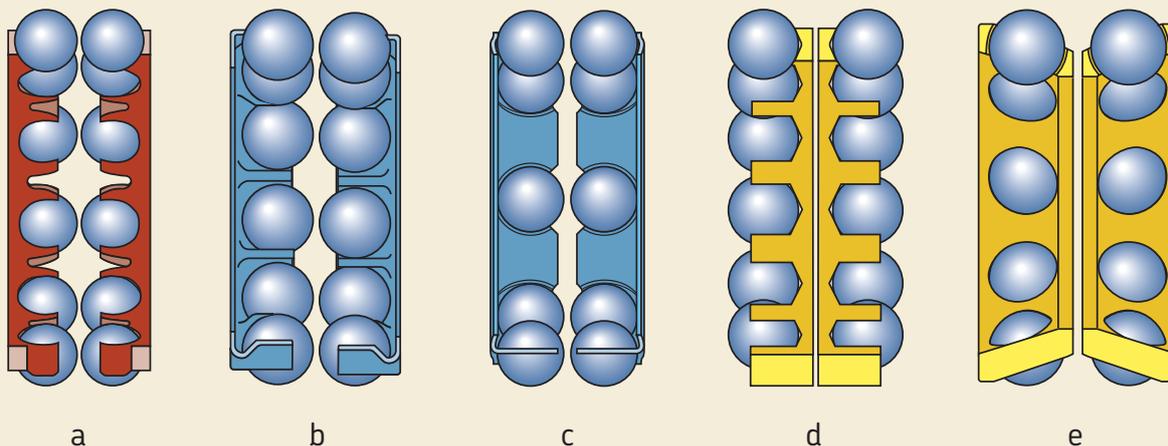
v = viscosità dell'olio alla temperatura di esercizio, mm²/s

n = velocità di rotazione, giri/min.

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

In caso di avviamento a basse temperature o con elevata viscosità del lubrificante, possono essere necessari carichi minimi più elevati. Generalmente, il peso dei componenti che gravano sul cuscinetto e le forze esterne superano il carico minimo richiesto. In caso contrario, il cuscinetto obliquo a due corone di sfere deve essere sottoposto a un carico radiale supplementare.

Fig. 6



Cuscinetti obliqui a due corone di sfere

Carico dinamico equivalente sul cuscinetto

$$P = F_r + Y_1 F_a \quad \text{quando } F_a/F_r \leq e$$

$$P = X F_r + Y_2 F_a \quad \text{quando } F_a/F_r > e$$

I valori dei fattori di calcolo e , X , Y_1 e Y_2 dipendono dall'angolo di contatto dei cuscinetti e sono riportati nella **tabella 3**.

Carico statico equivalente sul cuscinetto

$$P_0 = F_r + Y_0 F_a$$

Il valore di Y_0 varia a seconda dell'angolo di contatto ed è riportato nella **tabella 3**.

Appellativi supplementari

I suffissi nell'appellativo utilizzati per identificare alcune caratteristiche dei cuscinetti obliqui a due corone di sfere sono i seguenti.

- A** Senza taglio sfera
- CB** Gioco assiale interno controllato
- C2** Gioco assiale interno inferiore a Normale
- C3** Gioco assiale interno superiore a Normale
- D** Anello interno in due parti
- J1** Gabbia in lamiera d'acciaio stampata, design "a scatto", centrata sulle sfere
- M** Gabbia massiccia in ottone, del tipo a feritoie, centrata sulle sfere
- MA** Gabbia massiccia in ottone, del tipo "a forcella", centrata sull'anello esterno
- MT33** Grasso con addensante al litio di consistenza NLGI 3 per temperature di esercizio comprese fra -30 e $+120$ °C (grado di riempimento normale)
- N** Scanalatura per anello elastico sull'anello esterno
- NR** Scanalatura per anello elastico sull'anello esterno, con anello elastico
- P5** Precisione dimensionale e di rotazione conforme alla classe di tolleranza 5 della norma ISO
- P6** Precisione dimensionale e funzionamento conforme alla classe di tolleranza 6 della norma ISO
- P62** P6 + C2
- P63** P6 + C3
- 2RS1** Guarnizione strisciante in gomma acrilonitril-butadiene rinforzate con lamiera d'acciaio stampata su entrambi i lati del cuscinetto
- TN9** Gabbia stampata ad iniezione, design "a scatto", in poliammide 6,6 rinforzata con fibre di vetro, centrata sulle sfere
- W64** Riempimento con Solid Oil
- ZZ** Schermo in lamiera d'acciaio stampata su entrambi i lati del cuscinetto

Tabella 3

Serie cuscinetto	Fattori di calcolo				
	e	X	Y ₁	Y ₂	Y ₀
32 A (52 A)	0,8	0,63	0,78	1,24	0,66
33 A (53 A)	0,8	0,63	0,78	1,24	0,66
33 D	1,34	0,54	0,47	0,81	0,44
33 DNRCBM	1,14	0,57	0,55	0,93	0,52

Cuscinetti obliqui a due corone di sfere – gamma standard

Diametro foro, mm	Cuscinetti di esecuzione base				Cuscinetti con schermi				Cuscinetti con guarnizioni				Cuscinetti con anello interno in due pezzi				Dimensioni cuscinetto										
	32 A	32 A/C3	32 ATN9	32 ATN9/C3	33 A	33 A/C3	33 ATN9	33 ATN9/C3	32 A-2Z/MT33	32 A-2Z/C3MT33	32 A-2ZTN9/MT33	32 A-2ZTN9/C3MT33	33 A-2Z/MT33	33 A-2Z/C3MT33	33 A-2Z/C3MT33	33 A-2ZTN9/C3MT33		32 A-2RS1/MT33	32 A-2RS1TN9/MT33	33 A-2RS1/MT33	33 A-2RS1TN9/MT33	33 DJ1	33 DTN9	33 DMA	33 DNRCBM		
10																										00	
12																											01
15																											02
17																											03
20																											04
25																											05
30																											06
35																											07
40																											08
45																											09
50																											10
55																											11
60																											12
65																											13
70																											14
75																											15
80																											16
85																											17
90																											18
95																											19
100																											20
110																											22

 Cuscinetti Explorer
 Altri cuscinetti standard

Cuscinetti delle serie 52 A e 53 A

Questa matrice è valida anche per i cuscinetti delle serie 52 A e 53 A, che sono identici ai corrispondenti cuscinetti nelle serie 32 A e 33 A. tuttavia, i cuscinetti con guarnizioni delle serie 52 A e 53 A sono riempiti con grasso per temperature elevate (→ pagina 434). Il loro suffisso non presenta alcun suffisso identificativo del grasso