

## Cuscinetti volventi

### Cuscinetti a strisciamento e a rotolamento

La funzione dei cuscinetti a strisciamento e a rotolamento è quella di interporre tra organi di macchina in rotazione reciproca.

Questi elementi possono essere opportunamente combinati per vincolare in vario modo le parti mobili di un meccanismo per realizzare i vincoli di cerniera, carrello, incastro e nodo sferico, oltre che per consentirne la rotazione relativa.

In particolare, i cuscinetti a rotolamento (o cuscinetti volventi) sono realizzati in numerosissime varianti standardizzate tali da soddisfare la maggior parte delle esigenze costruttive attraverso una semplice selezione da catalogo.



### Cuscinetti a strisciamento e a rotolamento

Le classi dei cuscinetti a strisciamento e a rotolamento possono essere confrontate elencando le caratteristiche per cui ciascuna tipologia prevale sull'altra.

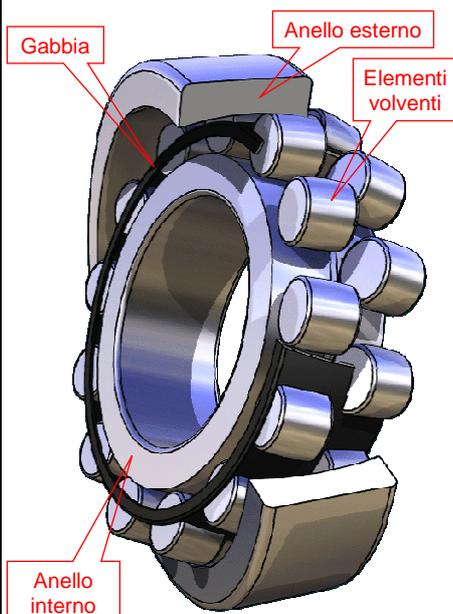
#### **Cuscinetti a strisciamento:**

- hanno minore ingombro radiale
- hanno una maggiore facilità di montaggio
- sono più silenziosi
- assorbono meglio vibrazioni e urti
- generalmente sono meno costosi

#### **Cuscinetti volventi:**

- hanno un basso coefficiente d'attrito all'avviamento
- il coefficiente d'attrito è poco dipendente dalla velocità
- non richiedono rodaggio
- hanno un minore ingombro assiale
- sono svincolati dal materiale con cui è realizzato l'albero
- richiedono una minima manutenzione
- sono fabbricati in serie (dimensioni unificate, controllo qualità, ecc.)
- possono essere meno costosi

### Cuscinetti volventi: classificazione



I cuscinetti volventi sono classificati secondo le loro caratteristiche costruttive e le loro modalità di funzionamento:

Principalmente si fa riferimento a:

- Il tipo di elemento volvente:  
**SFERE, RULLI o RULLINI**
- La direzione del carico:  
**RADIALE, OBLIQUA o ASSIALE**
- La orientabilità relativa degli anelli:  
**RIGIDI, ORIENTABILI**
- Il numero delle corone di sfere o rulli:  
**UNA o DUE**

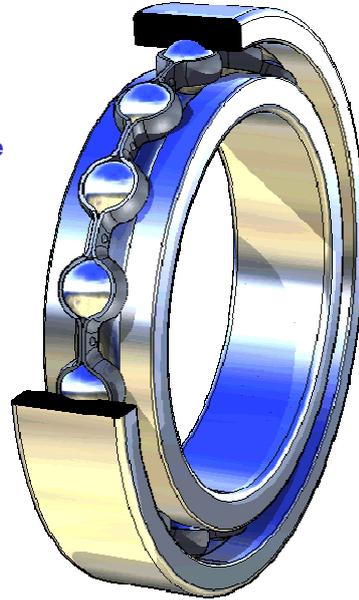
Esistono poi numerose esecuzioni speciali per soddisfare casi particolari.

11-1

### Cuscinetti volventi: tipi più comuni

#### Cuscinetti radiali rigidi a una corona di sfere

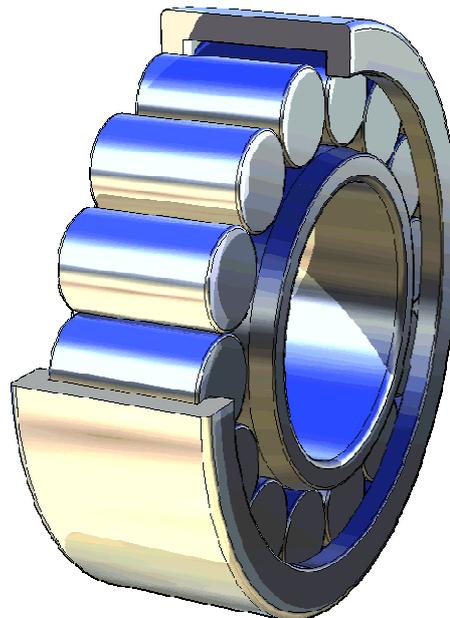
Sono il modello più utilizzato.  
Possono sopportare sia carichi radiali che assiali ( $F_{\text{ass}} \leq 0.5 F_{\text{rad}}$ ).



### Cuscinetti volventi: tipi più comuni

#### Cuscinetti radiali rigidi a rulli

Sopportano carichi radiali maggiori di quelli a sfere di uguali dimensioni ma solo piccoli carichi assiali (nulli per le esecuzioni "sfilabili").



### Cuscinetti volventi: tipi più comuni

#### Cuscinetti obliqui a sfere

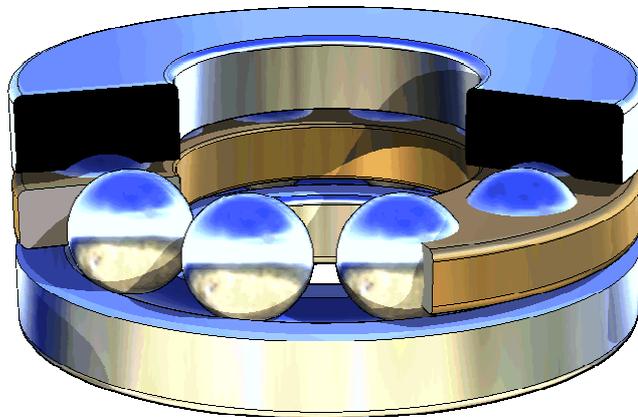
Possono sopportare carichi cospicui sia in direzione radiale che assiale. Sono montati sempre a coppie con orientamento contrapposto secondo le configurazioni a "X" od a "O" (più rigida).



### Cuscinetti volventi: tipi più comuni

#### Cuscinetti assiali a sfere

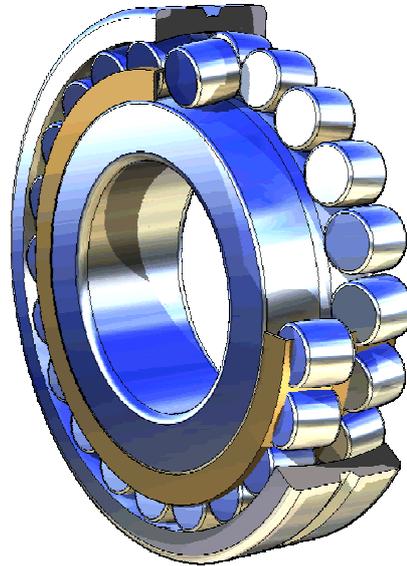
Possono sorreggere unicamente carichi assiali. Mal sopportano le spinte centrifughe per cui devono essere usati a velocità relativamente basse.



### Cuscinetti volventi: tipi più comuni

#### Cuscinetti radiali orientabili a rulli

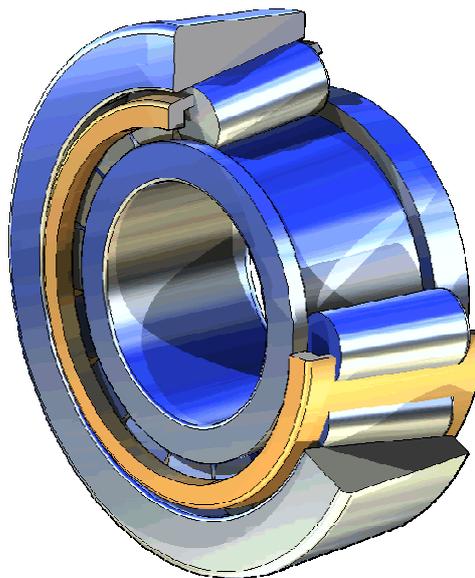
Hanno una grande versatilità di utilizzo. In particolare sono adatti a sopportare elevatissimi carichi radiali.



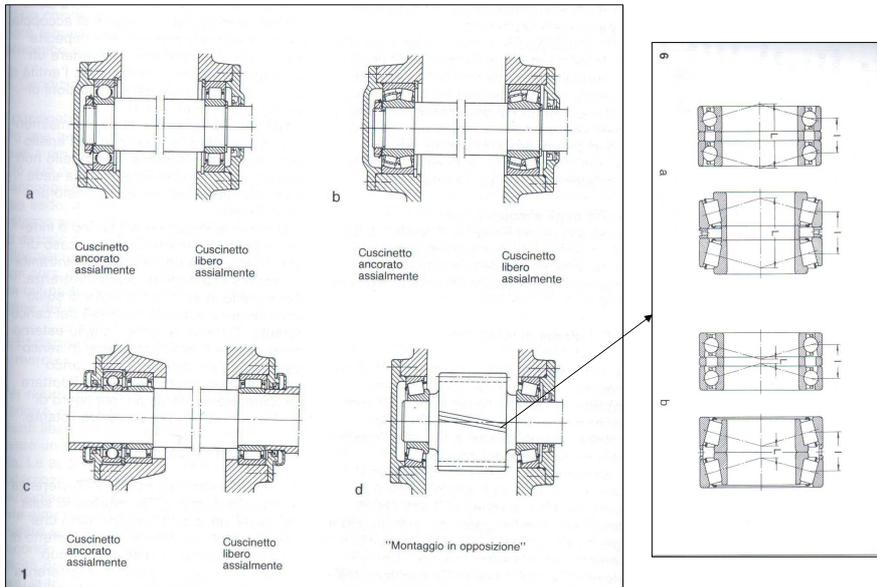
### Cuscinetti volventi: tipi più comuni

#### Cuscinetti a rulli conici

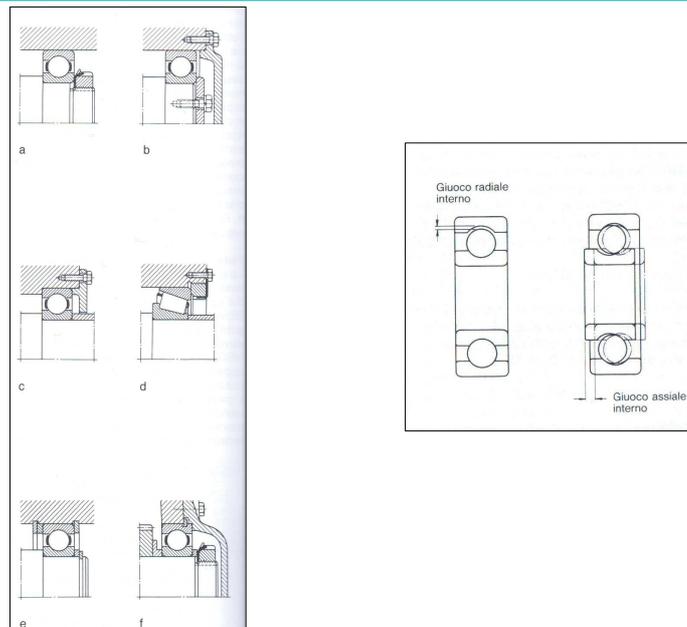
Sono per l'impiego analoghi ai cuscinetti obliqui a sfere ma hanno una superiore capacità di carico e un minore ingombro radiale.



## Cuscinetti volventi: disposizione



## Cuscinetti volventi: bloccaggio radiale ed assiale, gioco e/o precarico



### Cuscinetti volventi: procedure di selezione e verifica

#### Cuscinetti rotanti

I cuscinetti volventi rotanti sono organi meccanici sollecitati a fatica. Pertanto il loro progetto deve essere fatto sulla base del numero di cicli (rotazioni) che devono sopportare.

Il danneggiamento a cui sono soggette le piste e le sfere dei cuscinetti (fatica superficiale) non presenta una chiara transizione tra vita finita e vita infinita, per cui essi devono essere sempre dimensionati a vita finita anche per durate richieste di molte decine di milioni di cicli.

La relazione di base tra carico e durata per la verifica ed il progetto è una relazione lineare sul piano doppio-logaritmico del tipo:

$$\sigma^m N = cost$$

### Cuscinetti volventi: procedure di selezione e verifica

#### Cuscinetti rotanti

In particolare i costruttori di cuscinetti suggeriscono di usare la legge lineare citata nella seguente forma:

$$L_{10} = \left( \frac{C}{P} \right)^p$$

In cui:

$L_{10}$  = durata in milioni di cicli

$C$  = coefficiente di carico dinamico in Newton (da catalogo)

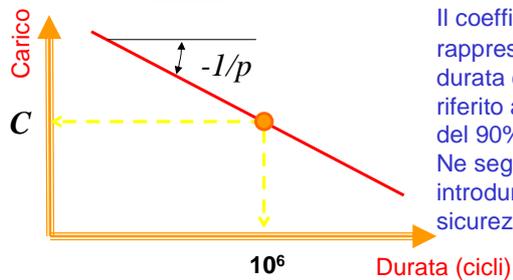
$P$  = carico equivalente

$p$  = (esponente) vale 3 per i cuscinetti a sfere e 10/3 per quelli a rulli

11-3  
11-4  
11-6

## Cuscinetti volventi: procedure di selezione e verifica

### Cuscinetti rotanti



Il coefficiente di carico dinamico  $C$  rappresenta il carico equivalente per la durata convenzionale di un milione di cicli riferito ad una probabilità di sopravvivenza del 90%.  
Ne segue che in molti casi non è necessario introdurre un ulteriore coefficiente di sicurezza sui carichi.

Il carico equivalente  $P$  si ricava dalle componenti (radiale ed assiale) del carico applicato  $F$  con la formula:

$$P = X F_{rad} + Y F_{ass}$$

In cui i coefficienti della combinazione  $X$  e  $Y$  sono tabellati sui cataloghi e dipendono dal tipo di cuscinetto e dal rapporto tra  $F_{ass}/F_{rad}$ .

Ad esempio, per i cuscinetti radiali a sfere con prevalente carico radiale,  $X$  è uguale a 1 e  $Y$  è nullo, per cui  $P = F_{rad}$

## Cuscinetti volventi: procedure di selezione e verifica

### Cuscinetti non rotanti

Carichi statici eccessivi possono danneggiare i cuscinetti volventi nel senso che una elevata pressione di contatto tra elementi volventi ed anelli può dar luogo a deformazioni permanenti (brinelling) che possono essere fonte di rumore e vibrazioni quando il cuscinetto è in rotazione.

La relazione di verifica è data dalla formula:

$$P_0 \leq C_0$$

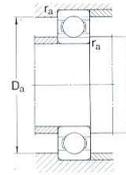
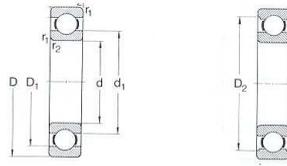
In cui:

$C_0$  = coefficiente di carico statico in Newton (da catalogo)

$P_0$  = carico statico equivalente è calcolabile come:

$$P_0 = X_0 F_{rad} + Y_0 F_{ass}$$

## Cuscinetti volventi: il catalogo



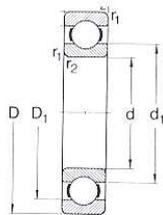
Spalleggiamenti dell'anello esterno senza scanalatura

Spalleggiamenti dell'anello esterno con scanalatura

Dimensioni d'ingombro			Coeff. di carico		Velocità massima		Massa	Appellativo
d	D	B	dinam.	stat.	Lubrificazione con grasso	con olio		
mm	N		giri/min				kg	-
17	26	5	1 680	930	24 000	30 000	0,0082	61803
	35	8	6 050	2 800	19 000	24 000	0,032	16003
	35	10	6 050	2 800	19 000	24 000	0,039	6003
	40	12	9 560	4 500	17 000	20 000	0,065	6203
	47	14	13 500	6 550	16 000	19 000	0,12	6303
	62	17	22 900	11 800	12 000	15 000	0,27	6403
20	32	7	2 650	1 400	19 000	24 000	0,018	61804
	42	8	7 020	3 400	17 000	20 000	0,050	16004
	42	12	9 360	4 500	17 000	20 000	0,069	6004
	47	14	12 700	6 200	15 000	18 000	0,11	6204
	52	15	15 900	7 800	13 000	16 000	0,14	6304
	72	19	30 700	16 600	10 000	13 000	0,40	6404
25	37	7	3 120	1 960	17 000	20 000	0,022	61805
	47	8	7 610	4 000	14 000	17 000	0,060	16005
	47	12	11 200	5 800	15 000	18 000	0,080	6005
	52	15	14 000	6 950	12 000	15 000	0,13	6205
	62	17	22 500	11 400	11 000	14 000	0,23	6305
	80	21	35 800	19 600	9 000	11 000	0,53	6405
30	42	7	3 120	2 080	15 000	18 000	0,026	61806
	55	9	11 200	5 850	12 000	15 000	0,085	16006
	55	13	13 300	6 800	12 000	15 000	0,12	6006
	62	16	19 500	10 000	10 000	13 000	0,20	6206
	72	19	28 100	14 600	9 000	11 000	0,35	6306
	90	23	43 600	24 000	8 500	10 000	0,74	6406

Dimensioni						Dimensioni delle parti che accolgono il cuscinetto			
d	d1	D1	D2	r1,2 min		da min	Da max	fa min	fa max
mm						mm			
17	20,2	23,2	-	0,3		19	24	0,3	
	22,8	29,5	-	0,3		19	33	0,3	
	22,8	29,5	31,2	0,3		19	33	0,3	
	24,2	32,9	35	0,6		21	36	0,6	
	26,5	37,6	38,6	1		22	42	1	
	32,4	47,4	-	1,1		23,5	55,5	1	
20	24	26,3	-	0,3		22	30	0,3	
	27,2	34,6	-	0,3		22	40	0,3	
	27,2	35,1	37,2	0,6		24	38	0,6	
	28,5	38,7	40,6	1		25	42	1	
	30,3	42,1	44,8	1,1		26,5	45,5	1	
	37,1	55,6	-	1,1		28,5	65,5	1	
25	29	33	-	0,3		27	35	0,3	
	33,3	40,7	-	0,3		27	45	0,3	
	32	40,3	42,2	0,6		29	43	0,6	
	34	44,2	46,3	1		30	47	1	
	36,6	50,9	52,7	1,1		31,5	55,5	1	
	45,4	63,8	-	1,5		33	72	1,5	
30	33,8	38,2	-	0,3		32	40	0,3	
	38	47,3	-	0,3		32	53	0,3	
	38,2	47,1	49	1		35	50	1	
	40,3	52,1	54,1	1		35	57	1	
	44,6	59,9	61,9	1,1		36,5	65,5	1	
	50,3	70,7	-	1,5		38	82	1,5	

## Cuscinetti volventi: il catalogo

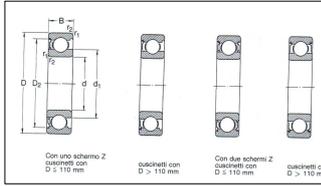


Spalleggiamenti dell'anello esterno senza scanalatura

Spalleggiamenti dell'anello esterno con scanalatura

Dimensioni d'ingombro			Coeff. di carico		Velocità massima		Massa	Appellativo
d	D	B	dinam.	stat.	Lubrificazione con grasso	con olio		
mm	N		giri/min				kg	-
17	26	5	1 680	930	24 000	30 000	0,0082	61803
	35	8	6 050	2 800	19 000	24 000	0,032	16003
	35	10	6 050	2 800	19 000	24 000	0,039	6003
	40	12	9 560	4 500	17 000	20 000	0,065	6203
	47	14	13 500	6 550	16 000	19 000	0,12	6303
	62	17	22 900	11 800	12 000	15 000	0,27	6403
20	32	7	2 650	1 400	19 000	24 000	0,018	61804
	42	8	7 020	3 400	17 000	20 000	0,050	16004
	42	12	9 360	4 500	17 000	20 000	0,069	6004
	47	14	12 700	6 200	15 000	18 000	0,11	6204
	52	15	15 900	7 800	13 000	16 000	0,14	6304
	72	19	30 700	16 600	10 000	13 000	0,40	6404

## Cuscinetti volventi: il catalogo



Dimensioni d'ingombro		Coeff. di carico dinam. C <sub>0</sub>	Carico limite di fatica F <sub>u</sub>	Velocità di base		Massa	Appellativi	
d	D B			Lubrificazione grasso	Lubrificazione olio		Cuscinetti con uno schermo	Cuscinetti con due schermi
mm	N		N	giri/1'	kg	-	-	
<b>25</b>	47 12	11 200	6 550	275	15 000	18 000	0,080	<b>6005-Z</b> <b>6005-2Z</b>
	52 15	14 000	7 800	335	12 000	15 000	0,13	<b>6205-Z</b> <b>6205-2Z</b>
	52 17	22 500	11 600	490	11 000	14 000	0,23	<b>6305-Z</b> <b>6305-2Z</b>
<b>30</b>	55 13	13 300	8 300	355	12 000	15 000	0,12	<b>6006-Z</b> <b>6006-2Z</b>
	62 16	19 500	11 200	475	10 000	13 000	0,20	<b>6206-Z</b> <b>6206-2Z</b>
	72 19	28 100	16 000	670	9 000	11 000	0,35	<b>6306-Z</b> <b>6306-2Z</b>
<b>35</b>	62 14	15 900	10 200	440	10 000	13 000	0,16	<b>6007-Z</b> <b>6007-2Z</b>
	72 17	25 500	15 300	655	9 000	11 000	0,29	<b>6207-Z</b> <b>6207-2Z</b>
	80 21	33 200	19 000	815	8 500	10 000	0,46	<b>6307-Z</b> <b>6307-2Z</b>
<b>40</b>	68 15	16 800	11 600	490	9 500	12 000	0,19	<b>6008-Z</b> <b>6008-2Z</b>
	80 18	30 700	19 000	800	8 500	10 000	0,37	<b>6208-Z</b> <b>6208-2Z</b>
	90 23	41 000	24 000	1 020	7 500	9 000	0,63	<b>6308-Z</b> <b>6308-2Z</b>
<b>45</b>	75 16	20 800	14 600	640	9 000	11 000	0,25	<b>6009-Z</b> <b>6009-2Z</b>
	85 19	33 200	21 600	915	7 500	9 000	0,41	<b>6209-Z</b> <b>6209-2Z</b>
	100 25	52 700	31 500	1 340	6 700	8 000	0,83	<b>6309-Z</b> <b>6309-2Z</b>
<b>50</b>	80 16	21 600	16 000	710	8 500	10 000	0,26	<b>6010-Z</b> <b>6010-2Z</b>
	90 20	35 100	23 200	980	7 000	8 500	0,46	<b>6210-Z</b> <b>6210-2Z</b>
	110 27	61 800	38 000	1 600	6 300	7 500	1,05	<b>6310-Z</b> <b>6310-2Z</b>
<b>55</b>	90 18	28 100	21 200	800	7 500	9 000	0,39	<b>6011-Z</b> <b>6011-2Z</b>
	100 21	43 600	29 000	1 250	6 300	7 500	0,61	<b>6211-Z</b> <b>6211-2Z</b>
	120 29	71 500	45 000	1 900	5 600	6 700	1,35	<b>6311-Z</b> <b>6311-2Z</b>
<b>60</b>	95 18	29 600	23 200	980	6 700	9 000	0,42	<b>6012-Z</b> <b>6012-2Z</b>
	110 22	47 500	32 500	1 400	6 000	7 000	0,78	<b>6212-Z</b> <b>6212-2Z</b>
	130 31	81 900	52 000	2 200	5 000	6 000	1,70	<b>6312-Z</b> <b>6312-2Z</b>
<b>65</b>	100 18	30 700	25 000	1 060	6 300	7 500	0,44	<b>6013-Z</b> <b>6013-2Z</b>
	120 23	55 900	40 500	1 730	5 300	6 300	0,99	<b>6213-Z</b> <b>6213-2Z</b>
	140 33	92 300	60 000	2 500	4 800	5 600	2,10	<b>6313-Z</b> <b>6313-2Z</b>
<b>70</b>	110 20	37 700	31 000	1 320	6 000	7 000	0,60	<b>6014-Z</b> <b>6014-2Z</b>
	125 24	60 500	45 000	1 900	5 000	6 000	1,10	<b>6214-Z</b> <b>6214-2Z</b>
	150 35	104 000	68 000	2 750	4 500	5 300	2,50	<b>6314-Z</b> <b>6314-2Z</b>

N.B. La gamma completa comprende cuscinetti con diametro del foro fino a 160 mm.