

# Cuscinetti a rulli cilindrici a elevata capacità della SKF

Cuscinetti a pieno riempimento con gabbia



# Maggiore capacità di carico e durata di esercizio

Le applicazioni come le trasmissioni industriali, quelle dei generatori o dei macchinari per il settore minerario richiedono componenti che siano in grado di garantire un'elevato grado di affidabilità in esercizio e una lunga durata operativa. In tali applicazioni, la capacità di carico costituisce un fattore particolarmente importante e, per questo motivo, vengono spesso utilizzati cuscinetti a pieno riempimento.

I cuscinetti a pieno riempimento non sono dotati di una gabbia che separa i rulli e questo consente di inserire il massimo numero di rulli.

I cuscinetti a pieno riempimento sono pertanto vantaggiosi, poiché possono sopportare carichi molto più elevati rispetto ai cuscinetti delle stesse dimensioni, ma dotati di gabbia.

Il contatto diretto rullo-rullo che si verifica nei cuscinetti a pieno riempimento causa però un aumento dell'attrito, della produzione di calore e del rischio di usura e, di conseguenza, una riduzione delle velocità ammissibili. In condizioni di esercizio particolarmente gravose, questi svantaggi vanno ad aggiungersi alla considerevole riduzione della durata operativa dei cuscinetti.

Per ottenere la stessa eccezionale capacità di carico dei cuscinetti a pieno riempimento e le eccellenti prestazioni dei cuscinetti dotati di gabbia, la SKF ha sviluppato i cuscinetti a rulli cilindrici a elevata capacità. Questi cuscinetti combinano i vantaggi di entrambi i tipi di cuscinetto.



*Cuscinetti a rulli cilindrici a elevata capacità della SKF con gabbia guidata dallo spallamento dell'anello interno o esterno*

# Un design innovativo per il cuscinetto

Per ottenere un'elevata capacità di carico, si utilizzano da sempre rulli di maggiori dimensioni. Tuttavia, per poter fare ciò e garantire la conformità alle dimensioni d'ingombro standardizzate ISO è necessario utilizzare anelli più sottili, il che causa un aumento del rischio di strisciamento dell'anello, di rottura dell'anello o della flangia e di ruggine da contatto. Inoltre, rulli di maggiori dimensioni sono più sensibili alla rigatura, causata da maggiori forze inerziali.

I nuovi cuscinetti a rulli cilindrici a elevata capacità della SKF (→ **fig. 1**), che ospitano un numero maggiore di rulli rispetto ai cuscinetti a rulli cilindrici con design EC, non solo sono conformi alle dimensioni d'ingombro originali ISO ma conservano anche la geometria interna del design EC. Il risultato: una maggiore capacità di carico statico e dinamico e, di conseguenza, un prolungamento della durata operativa.

## Riduzione del rischio di strisciamento dei rulli

I cuscinetti a rulli cilindrici a elevata capacità della SKF sono stati specificamente concepiti per soddisfare i requisiti dei generatori eolici e delle applicazioni in cui l'elevata capacità di carico costituisce un fattore indispensabile. In tali applicazioni, i cuscinetti spesso devono operare in condizioni di carico minore rispetto al minimo richiesto. In queste situazioni, le forze di inerzia dei rulli e della gabbia e l'attrito nel lubrificante possono avere un impatto negativo sulle condizioni di rotolamento dei cuscinetti, nonché causare dannosi fenomeni di strisciamento tra rulli e piste.

La gabbia guidata dallo spallamento dell'anello interno, di cui sono dotati i cuscinetti a rulli cilindrici a elevata capacità della SKF, consente di ridurre la probabilità che si verifichi questo tipo di rischio. Quando si opera in condizioni di carico radiale minore

rispetto a quello consigliato, il coefficiente di strisciamento dei cuscinetti con gabbia guidata dallo spallamento dell'anello interno viene significativamente ridotto, rispetto allo stesso tipo di cuscinetti con design tradizionale dotati di gabbia delle stesse dimensioni. Per quanto riguarda i cuscinetti della serie dimensionale 22, il rischio di danneggiamento da strisciamento viene ulteriormente ridotto, rispetto ai cuscinetti della serie 23. I cuscinetti della serie 22 hanno una sezione trasversale più bassa e sono dotati di rulli di dimensioni più piccole, il che si traduce in una riduzione delle forze inerziali.

I rulli sono rivestiti in ossido di ferro nero per ridurre ulteriormente il rischio di danni da strisciamento all'interno del cuscinetto durante l'avviamento iniziale.

## Un prodotto sostenibile

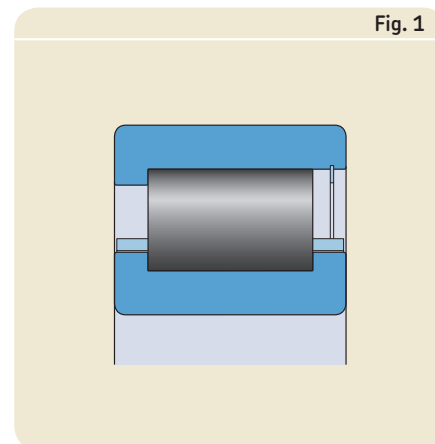
I cuscinetti cilindrici a elevata capacità della SKF sono stati concepiti in linea con i principi alla base dell'iniziativa Beyond Zero della SKF a favore della sostenibilità. Con questa iniziativa, la SKF si impegna a creare prodotti in grado di consumare una quantità di energia minore rispetto a quella necessaria per la loro produzione.

Dal punto di vista ambientale, questi cuscinetti sono in grado di garantire i seguenti vantaggi:

- riduzione delle perdite da attrito
- possibilità di riduzione delle dimensioni
- prolungamento della durata operativa dei cuscinetti

Gli elementi che compongono i cuscinetti a rulli cilindrici a elevata capacità della SKF sono tutti in acciaio, il che agevola le procedure di riciclaggio.

Fig. 1



Sezione trasversale di un cuscinetto a rulli cilindrici a elevata capacità della SKF

# Vantaggi in termini di prestazioni

## Design della gabbia ottimizzato

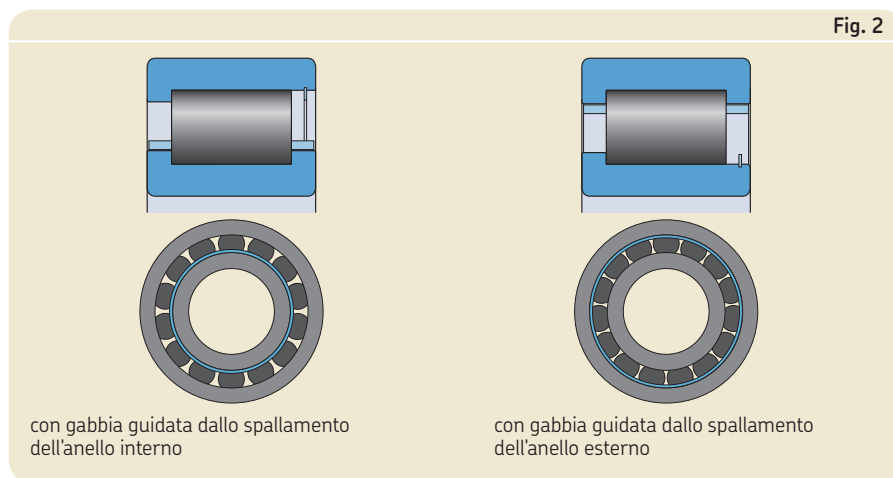
Il punto di forza dei cuscinetti a rulli cilindrici a elevata capacità della SKF è costituito dal nuovo design della gabbia. Il design di queste gabbie in acciaio è più innovativo rispetto a quello delle tradizionali gabbie stampate in ottone.

Queste nuove gabbie in acciaio del tipo a feritoia sono state concepite in modo che i tenoni siano spostati rispetto al diametro primitivo dei rulli. Ciò non si ripercuote negativamente sulla resistenza dei tenoni, ma consente di posizionare i rulli più vicini gli uni agli altri e, quindi, di creare spazio supplementare per i rulli.

Per ottimizzare il design delle gabbie sono state applicate tecniche di modellazione all'avanguardia. La forma dei tenoni della gabbia consente di ridurre al minimo la concentrazione delle sollecitazioni e di favorire la formazione del film di lubrificante. La bassa sezione trasversale della gabbia favorisce il flusso di olio attraverso il cuscinetto e la rapida formazione della pellicola di lubrificante.

Grazie al minor peso della gabbia si riducono le forze inerziali, il che si traduce in un migliore strisciamento della gabbia stessa, soprattutto in presenza di condizioni di peso leggero.

La gabbia può essere guidata dallo spallamento dell'anello interno oppure di quello esterno (→ **fig. 2**). Le gabbie guidate dallo spallamento sono vantaggiose in presenza di velocità elevate, accelerazioni rapide o carichi d'urto.



*Cuscinetti a rulli cilindrici a elevata capacità della SKF con gabbia guidata dallo spallamento dell'anello interno o esterno*

## Gruppo rulli ottimizzato

Per ridurre al minimo il rischio di grippatura o usura, soprattutto durante la fase di rodaggio, i rulli dei cuscinetti a elevata capacità della SKF vengono rivestiti, nella versione standard, con ossido di ferro nero.

Il maggiore numero di rulli consente coefficienti di carico statico e dinamico più elevati rispetto agli stessi cuscinetti dotati di gabbia con design tradizionale.

## Serie SKF Explorer, a vostro vantaggio

A differenza dei cuscinetti a rulli cilindrici a pieno riempimento, quelli a elevata capacità sono disponibili nella classe di prestazioni SKF Explorer. La classe di prestazioni SKF Explorer è quella standard per i cuscinetti della serie 23 per diametri foro fino a 150 mm e per quelli della serie 22 per diametri foro fino a 200 mm. Rispetto a quelli con design standard, i cuscinetti in questa classe di prestazioni garantiscono i seguenti vantaggi:

- maggiore durata dei cuscinetti
- riduzione delle perdite da attrito
- prolungamento degli intervalli di manutenzione
- maggiore capacità di carico
- maggiore resistenza all'usura
- minore consumo di energia
- riduzione dei costi di proprietà
- aumento della produttività
- minori livelli di vibrazione e rumorosità

## Prestazioni di livello superiore

Se paragonati ai cuscinetti a rulli cilindrici a pieno riempimento, quelli a elevata capacità sono stati ottimizzati sotto molti aspetti. Tali migliorie sono state concepite per garantire un aumento del livello di affidabilità e un prolungamento della durata operativa dei cuscinetti anche nelle applicazioni più impegnative.

Le eccezionali prestazioni dei cuscinetti della serie SKF Explorer si ottengono principalmente grazie a tre caratteristiche chiave.

### Acciaio estremamente puro

L'elevato livello di qualità dei cuscinetti della serie SKF Explorer viene garantito a partire dal materiale, un acciaio estremamente puro con una quantità minima di impurità. Grazie all'impiego di questo acciaio eccezionalmente omogeneo, il grado di resistenza del materiale è uniforme in tutto il cuscinetto e non sono presenti punti deboli. L'elevato grado di purezza del materiale conferisce ai cuscinetti della serie SKF Explorer la loro straordinaria robustezza e durezza.

Consente inoltre all'acciaio di sopportare il processo di trattamento termico speciale della SKF, che garantisce un'ulteriore ottimizzazione delle prestazioni.

### Trattamento termico speciale

Per sopportare condizioni di esercizio estreme, come quelle delle trasmissioni dei generatori eolici, i componenti dei cuscinetti a rulli cilindrici a elevata capacità della serie SKF Explorer vengono sottoposti a un processo di trattamento termico che li rende più robusti e consente di ridurre le probabilità di cedimento prematuro.

### Finitura superficiale all'avanguardia

La struttura della superficie degli elementi volventi e delle piste dei cuscinetti SKF Explorer è stata ottimizzata grazie all'implementazione di processi innovativi, volti a ottenere una combinazione ottimale di caratteristiche in grado di ridurre l'attrito e migliorare il processo di formazione di un film idrodinamico. Ciò ha permesso di ottimizzare anche l'efficienza del lubrificante e di ridurre, al contempo, la produzione di calore e i livelli di vibrazione e rumorosità.

## Ideali per le applicazioni del settore eolico

Grazie alla finitura superficiale ottimizzata, i cuscinetti a rulli cilindrici a elevata capacità della serie SKF Explorer sono ideali per le applicazioni del settore eolico, poiché sono in grado di soddisfare i requisiti delle tipiche condizioni di esercizio ivi presenti. I cuscinetti tradizionali utilizzati in tali applicazioni possono risentire dei frequenti avvii e arresti, poiché per generare il film di lubrificante dopo ogni avvio è necessario un determinato periodo di tempo. La finitura superficiale ottimizzata dei cuscinetti a rulli cilindrici a elevata capacità della serie SKF Explorer favorisce la rapida formazione del film di lubrificante.



# Test di funzionalità e resistenza

## Test con carico leggero

Concentrarsi solo sull'elevata capacità di carico diventa rischioso se i carichi sono variabili e possono essere inferiori a quello minimo richiesto. Questa situazione diventa anche più critica nelle applicazioni a velocità elevate, in cui il rapporto rullo-strisciamento (strisciamento relativo tra rulli e piste) può aumentare.

In presenza di condizioni di elevata velocità e carico leggero, le forze inerziali, associate a una lubrificazione inadeguata, possono far aumentare considerevolmente il rischio di rigatura, che può causare rapidamente il cedimento del cuscinetto. Per questo motivo, i cuscinetti a rulli cilindrici a elevata capacità della SKF sono stati testati anche in condizioni di carico minimo, per determinare il grado di strisciamento di rulli e gabbia.

I test con carico minimo sono stati realizzati utilizzando meno del 10% del carico minimo consigliato, come specificato nel *Catalogo Generale della SKF*. I risultati dei test hanno dimostrato che, nei cuscinetti a rulli cilindrici a elevata capacità della SKF con gabbia in acciaio guidata dallo spallamento dell'anello interno, il rapporto rullo-strisciamento all'interno del cuscinetto è ridotto del 50%, rispetto ai cuscinetti con gabbia standard in ottone, nonostante la presenza di rulli supplementari (→ **diagramma 1**).

Anche in caso di carico quasi inesistente e condizioni di lubrificazione insufficiente, il rapporto rullo-strisciamento relativo a questi cuscinetti non raggiunge il limite considerato critico per cedimenti causati da carichi leggeri.

## Velocità della gabbia e test di funzionalità

Per dimostrare quanto affermato in merito all'ottimizzazione delle prestazioni, la SKF ha condotto test funzionali di validazione in condizioni variabili.

Per valutare la capacità di sopportare le velocità e il grado di stabilità della gabbia, sono stati realizzati test per confrontare le prestazioni dei cuscinetti a rulli cilindrici a elevata capacità con quelli dotati di gabbia standard in ottone guidata dallo spallamento.

I test sono stati condotti in varie condizioni di lubrificazione. Per un test è stato utilizzato un olio con viscosità adeguata, in grado di garantire un film di olio sufficiente ( $\kappa > 1,5$ ), mentre per un altro è stato utilizzato un olio a bassa viscosità per simulare condizioni di lubrificazione inadeguata ( $\kappa < 0,5$ ).

Al termine dei test funzionali, sono stati realizzati test di resistenza per confrontare i cuscinetti a rulli cilindrici a elevata capacità con quelli con design standard dotati di gabbia in ottone. Durante tutti i test, sono stati costantemente monitorati i parametri di prestazione critici come la temperatura, i carichi, la velocità e i livelli di vibrazione.

In base ai risultati dei test di resistenza e dall'analisi dettagliata dei vari componenti dei cuscinetti dopo il test, non sono state riscontrate limitazioni per i cuscinetti a rulli cilindrici a elevata capacità rispetto a quelli con gabbia standard.

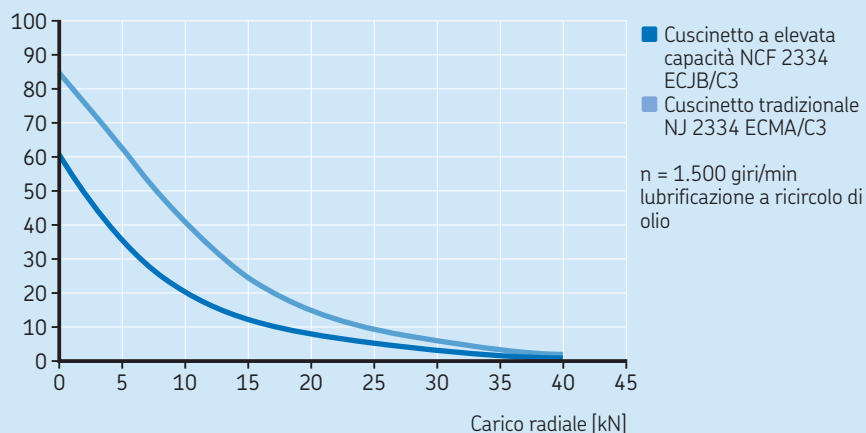
## Esperienza sul campo

Molte dimensioni dei cuscinetti a rulli cilindrici a elevata capacità della SKF operano da anni nelle applicazioni dei generatori eolici garantendo prestazioni efficienti. Numerosi controlli effettuati sui cuscinetti dal 2006 hanno dimostrato che le prestazioni in queste applicazioni sono di livello eccellente.

Diagramma 1

### Confronto del grado di strisciamento della gabbia in presenza di diversi carichi radiali

Strisciamento gabbia [%]



# Consigli per il design della disposizione di cuscinetti

## Capacità di carico e durata operativa

Il coefficiente di durata, calcolato conformemente alla ISO 281:2007, si applica anche ai cuscinetti a rulli cilindrici a elevata capacità della SKF. Confrontando il coefficiente di durata di un cuscinetto standard dotato di gabbia con il coefficiente di durata di un cuscinetto a elevata capacità delle stesse dimensioni, è emerso che è possibile un aumento della durata del cuscinetto fino al 45%.

Per sfruttare appieno la maggiore capacità di carico e le migliori proprietà di resistenza all'usura dei cuscinetti della serie SKF Explorer, si consiglia di utilizzare sempre il metodo del coefficiente di durata della SKF, quando si calcola la durata di un cuscinetto. Per ulteriori informazioni sui calcoli relativi ai cuscinetti, fare riferimento al *Catalogo Generale della SKF* oppure al *Catalogo Tecnico Interattivo della SKF*, disponibile on-line all'indirizzo [www.skf.com](http://www.skf.com).

## Attrito

L'attrito influenza la produzione del calore da parte dei cuscinetti. L'entità dell'attrito dipende da vari fattori, tra cui il carico, la velocità e il lubrificante.

Per i cuscinetti a rulli cilindrici a elevata capacità della SKF, il momento di attrito si può calcolare utilizzando il nuovo modello di calcolo specifico della SKF. Tale modello, con il quale si ottengono risultati più accurati rispetto ai metodi di calcolo standard, prende in considerazione il lubrificante, i carichi applicati e il design del cuscinetto. I calcoli sono complessi ma si possono realizzare facilmente avvalendosi del *Catalogo Tecnico Interattivo della SKF*, disponibile on-line all'indirizzo [www.skf.com](http://www.skf.com).

Quando si calcola il momento di attrito in base al metodo riportato nel *Catalogo Generale della SKF*, si devono utilizzare i fattori per i cuscinetti dotati di gabbia (design N, NU, NJ o NUP) invece di quelli per i cuscinetti a pieno riempimento (design NCF o NJG).

## Velocità di rotazione

La capacità di un cuscinetto di sopportare elevate velocità di rotazione dipende da parecchi fattori, compresa la resistenza della gabbia, la geometria degli elementi volventi e delle piste e il metodo di lubrificazione.

Le velocità di riferimento riportate nelle tabelle di prodotto sono le stesse sia per i cuscinetti a rulli cilindrici standard che per quelli a elevata capacità.

I limiti di velocità sono molto più elevati rispetto a quelli dei cuscinetti a rulli cilindrici a pieno riempimento. Se i cuscinetti a rulli cilindrici a elevata capacità devono operare a velocità superiori a quelle limite, rivolgersi al servizio di ingegneria dell'applicazione della SKF.

## Accoppiamenti consigliati

Le tolleranze per foro e diametro esterno dei cuscinetti volventi sono standardizzate a livello internazionale.

Ai cuscinetti a rulli cilindrici a elevata capacità della SKF si applicano, pertanto, gli stessi accoppiamenti utilizzati per quelli a rulli cilindrici dotati di gabbia. L'accoppiamento più idoneo dipende dall'applicazione, dalle condizioni di carico e di esercizio e dal possibile spostamento dell'anello interno. Nelle tipiche applicazioni con carichi da normali a pesanti, come quelle dei generatori eolici e altre applicazioni in cui si utilizzano

cuscinetti a rulli cilindrici a elevata capacità della SKF, si consiglia molto spesso un accoppiamento sull'albero p6 o r6. Con questo tipo di accoppiamenti, si consiglia un gioco radiale maggiore del Normale.

Per maggiori informazioni e consigli sugli accoppiamenti, fare riferimento al *Catalogo Generale della SKF*.

## Lubrificazione

Per i cuscinetti a rulli cilindrici a elevata capacità, la SKF consiglia la lubrificazione a olio, perché sono dotati di gabbia guidata dallo spallamento. La bassa sezione trasversale della gabbia e la forma speciale dei suoi alveoli favorisce il flusso di olio attraverso il cuscinetto e la formazione di un film di lubrificante.

Per le applicazioni lubrificate a grasso, rivolgersi al servizio di ingegneria dell'applicazione della SKF.

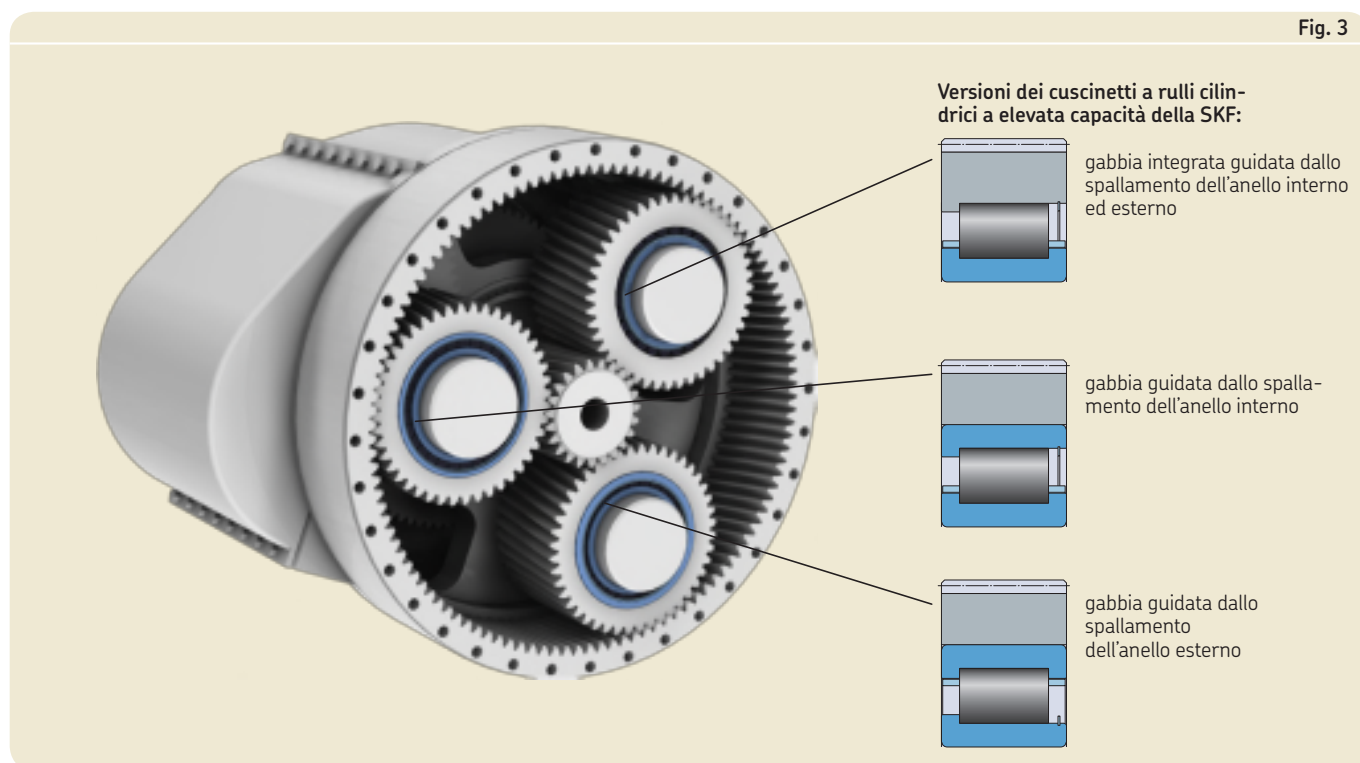
# Esempi di applicazione

## Gruppo ruota dentata/satellite

I cuscinetti per le ruote dentate satelliti (→ **fig. 3**), sono solitamente gravati da pesanti carichi radiali. Tuttavia, l'entità del carico è variabile e può passare istantaneamente da pesante a estremamente pesante o addirittura a molto leggero. Per poter operare in tali condizioni, la pista dell'anello esterno dei cuscinetti viene spesso integrata nel foro del satellite.

Grazie a questa soluzione integrata è possibile evitare lo strisciamento dell'anello, che costituisce la causa principale di frattura dell'anello esterno. Inoltre, consente l'impiego di cuscinetti per ruote satelliti di dimensioni maggiori. Rispetto ai cuscinetti a pieno riempimento, il design della gabbia dei cuscinetti a rulli cilindrici a elevata capacità della SKF permette agli stessi di sopportare velocità elevate, di produrre meno calore e di evitare danni causati dalla rigatura dei rulli. Il risultato: prolungamento della durata operativa del cuscinetto nei gruppi ruota dentata/satellite.

Gruppo ruota dentata/satellite con diverse tipologie di cuscinetti a rulli cilindrici a capacità elevata della SKF





## Alberi intermedi e di estremità

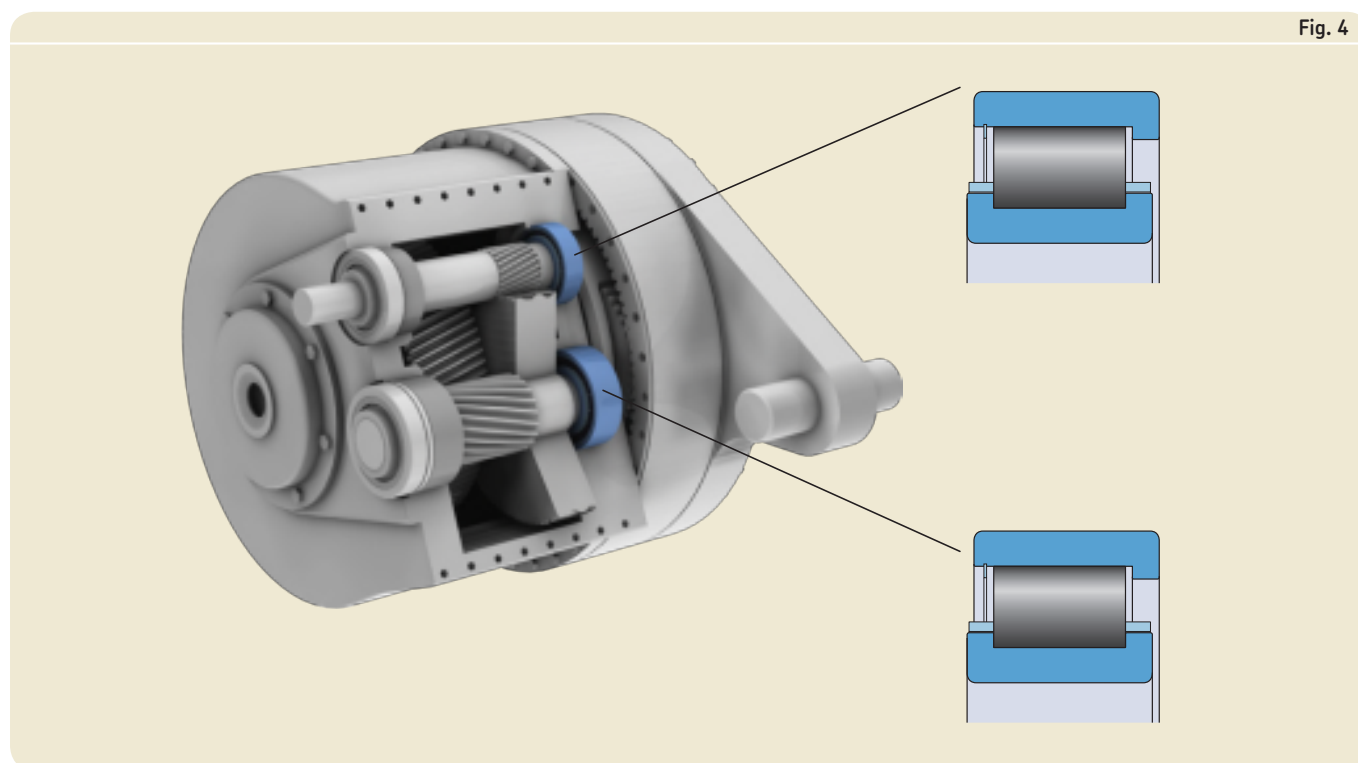
Le applicazioni con alberi intermedi e di estremità sono considerate applicazioni ad alta velocità. Date le velocità elevate, i cuscinetti a pieno riempimento non costituiscono una scelta appropriata. Spesso le condizioni sono tali per cui non è possibile garantire il carico minimo richiesto. In questi casi, i cuscinetti a rulli cilindrici a elevata capacità della SKF con gabbia in acciaio guidata dallo spallamento dell'anello interno rappresentano la soluzione più idonea (→ **fig. 4**), in grado di ridurre al minimo il rischio di rigatura causato dallo strisciamento dei rulli.

## Applicazioni in presenza di carichi leggeri e velocità elevate

Nelle applicazioni in cui i carichi sono leggeri e le velocità elevate, lo strisciamento dei rulli e una lubrificazione insufficiente spesso causano il cedimento prematuro dei cuscinetti. In tali applicazioni, i cuscinetti a rulli cilindrici a elevata capacità con rivestimento in ossido di ferro nero e dotati di gabbia in acciaio guidata dallo spallamento dell'anello interno (design NCF e suffisso L4B nella denominazione) possono prolungare considerevolmente la durata operativa dei cuscinetti. Questi cuscinetti sono stati concepiti per aumentare la resistenza allo strisciamento e favorire la formazione di un film di lubrificante su tutte le superfici di contatto.

Oltre al basso coefficiente di attrito del gruppo rulli, i cuscinetti della serie dimensionale 22 costituiscono la migliore soluzione per ridurre al minimo il rischio di danneggiamento da slittamento ed evitare danni ai cuscinetti.

*Alberi intermedi e di estremità con cuscinetti a rulli cilindrici a elevata capacità della SKF*



**Fig. 4**

# Montaggio e smontaggio

Data la posizione della gabbia, al di sopra oppure al di sotto del diametro primitivo del rullo, la stessa non può evitare che i rulli fuoriescano quando gli anelli interno o esterno del cuscinetto vengono separati. Il cuscinetto viene mantenuto unito da un anello di ritenzione montato in una scanalatura dell'anello interno o esterno. La SKF consiglia di montare i cuscinetti a rulli cilindrici a elevata capacità come gruppo completo, come i cuscinetti a rulli cilindrici a pieno riempimento, quelli orientabili a rulli o quelli radiali a sfere.

Se l'anello interno ed esterno devono necessariamente essere montati separatamente, utilizzare una bussola di montaggio (→ fig. 5) oppure una fascetta di ritenzione (→ fig. 6) per tenere i rulli in posizione.

*Bussole di montaggio per cuscinetti a rulli cilindrici a elevata capacità con gabbia guidata dallo spallamento dell'anello esterno*

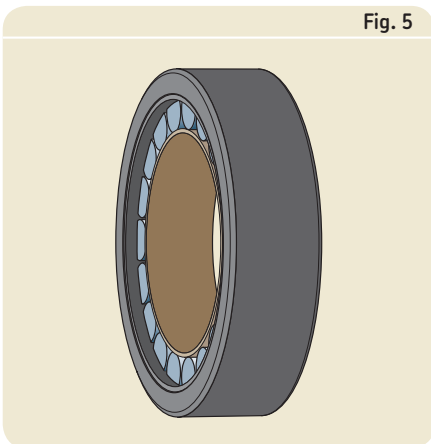


Fig. 5

## Posizione di vincolo e posizione libera del cuscinetto

I cuscinetti a rulli cilindrici a elevata capacità della SKF possono fungere sia da cuscinetti liberi che di vincolo assiale in una direzione (→ fig. 7). Per ottenere la funzione desiderata è necessario eseguire un'adeguata procedura di montaggio.

### Montaggio per ottenere il vincolo in una direzione

I cuscinetti a rulli cilindrici a elevata capacità della SKF sono in grado di sopportare lo spostamento assiale dell'anello interno rispetto a quello esterno nella direzione del lato dell'anello di ritenzione. I cuscinetti devono essere orientati correttamente e gli anelli centrati.

*Fascetta di ritenzione per cuscinetti a rulli cilindrici a elevata capacità con gabbia guidata dallo spallamento dell'anello interno*

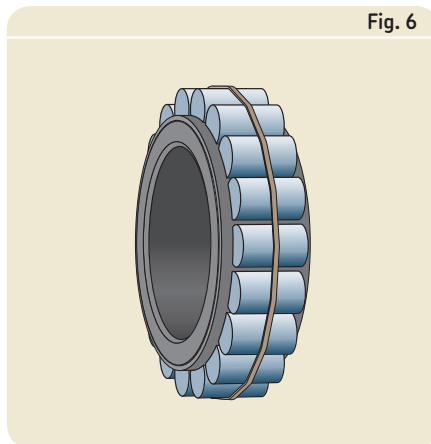


Fig. 6

### Montaggio del cuscinetto in posizione libera

I cuscinetti a rulli cilindrici a elevata capacità della SKF si possono utilizzare come cuscinetti liberi per sopportare lo spostamento assiale in ambo le direzioni. Gli anelli del cuscinetto devono essere montati con un determinato disassamento reciproco. Quello tipico è pari alla metà dello spostamento assiale ammissibile, che è riportato nelle tabelle di prodotto (parametro "s").

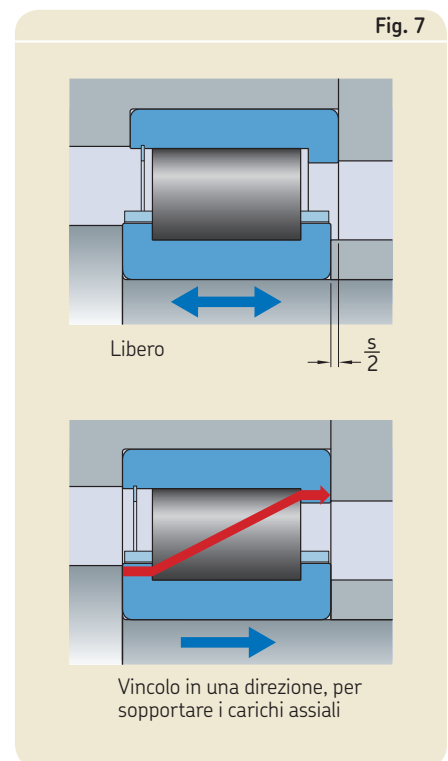


Fig. 7

# Design

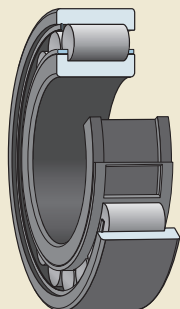
## Design standard

Nella versione standard, i cuscinetti a rulli cilindrici a elevata capacità della SKF (→ **fig. 8**) sono dotati di una gabbia in acciaio guidata dallo spallamento dell'anello interno (suffisso nella denominazione JB). La gabbia è fosfatata al manganese, mentre i rulli sono rivestiti con ossido di ferro nero (suffisso nella denominazione L5B).

Quando la pista esterna è integrata nell'applicazione, i cuscinetti a rulli cilindrici a elevata capacità della SKF possono essere forniti senza anello esterno (→ **fig. 9**). Tali cuscinetti sono dotati di una fascetta di ritenzione, che serve a mantenere i rulli in posizione, e di una protezione realizzata mediante una rete elastica in plastica. Sono identificati dal prefisso RN nella denominazione.

*Cuscinetti a rulli cilindrici a elevata capacità con gabbia guidata dallo spallamento dell'anello interno*

Fig. 8



## Versioni

### Cuscinetti con gabbia guidata dallo spallamento dell'anello esterno

I cuscinetti a rulli cilindrici a elevata capacità della SKF possono essere dotati di una gabbia in acciaio guidata dallo spallamento dell'anello esterno (suffisso JA nella denominazione). In alcune serie dimensionali, questi cuscinetti prevedono un rullo in più rispetto ai cuscinetti delle stesse dimensioni con gabbia guidata dallo spallamento dell'anello interno della serie JB.

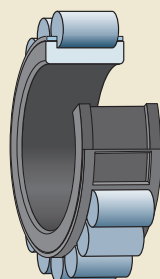
Quando la pista interna è integrata nell'applicazione, i cuscinetti a rulli cilindrici a elevata capacità della SKF possono essere forniti senza anello interno. Tali cuscinetti sono dotati di una bussola per mantenere i rulli in posizione. Sono identificati dal prefisso RNU nella denominazione.

### Cuscinetti a due corone di rulli

Su richiesta, si possono fornire cuscinetti a due corone di rulli cilindrici a elevata capacità. Il loro design si basa su quello dei cuscinetti a due corone di rulli a pieno riempimento (cioè design NNCF). Per ulteriori informazioni, rivolgersi al servizio di ingegneria dell'applicazione della SKF.

*Cuscinetti a rulli cilindrici a elevata capacità senza anello esterno*

Fig. 9



### Gruppi di cuscinetti appaiati

La SKF può fornire anche gruppi di cuscinetti appaiati. Per appaiare i cuscinetti, la SKF li combina in modo che la differenza tra le altezze delle sezioni trasversali rientri in un intervallo di tolleranza molto ristretto. Questo intervallo di tolleranza ridotto costituisce una condizione indispensabile per garantire una distribuzione uniforme del carico tra i cuscinetti.

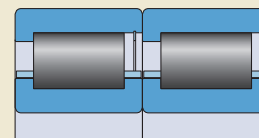
I gruppi di cuscinetti appaiati sono identificati da un suffisso nella denominazione (→ **fig. 10**):

- DR per i gruppi composti da due cuscinetti
- TR per i gruppi composti da tre cuscinetti
- QR per i gruppi composti da quattro cuscinetti

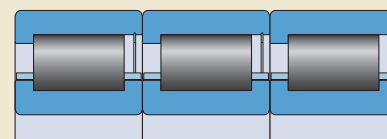
I cuscinetti appaiati in un gruppo possono essere a una corona (design NCF) oppure a due corone (design NNCF).

### Gruppi di cuscinetti appaiati

Fig. 10



Gruppo composto da due cuscinetti, denominazione NCF.. ECJB/DR



Gruppo composto da tre cuscinetti, denominazione NCF.. ECJB/TR

# Cuscinetti – dati generali

## Cuscinetti della serie SKF Explorer

I cuscinetti a rulli cilindrici a elevata capacità della serie SKF Explorer, nella versione standard, sono disponibili nella serie 22 per fori fino a 200 mm e nella serie 23 per fori fino a 150 mm. Nella serie 22 con diametro foro da 220 mm e nella serie 23 con diametri foro da 160 a 240 mm, sono disponibili sia i cuscinetti tradizionali che quelli della classe di prestazioni SKF Explorer. I cuscinetti SKF Explorer in questa gamma sono identificati dal suffisso PEX nella denominazione.

## Dimensioni

Le dimensioni d'ingombro dei cuscinetti a rulli cilindrici a elevata capacità della SKF sono conformi alla ISO 15:1998. I cuscinetti sono disponibili nelle serie dimensionali 22 e 23. I cuscinetti nella serie dimensionale 22 sono disponibili con diametro foro da 140 a 220 mm. I cuscinetti nella serie dimensionale 23 sono disponibili con diametro foro da 130 a 240 mm. Su richiesta, sono disponibili dimensioni diverse o speciali.

## Tolleranze

I cuscinetti a rulli cilindrici a elevata capacità della SKF sono prodotti secondo tolleranze Normali per la precisione dimensionale e secondo le tolleranze della classe P6 per la precisione di rotolamento. I valori di tolleranza sono conformi alla ISO 492:2002.

## Gioco radiale interno

I cuscinetti a rulli cilindrici a elevata capacità della SKF sono prodotti, nella versione standard, con gioco radiale Normale. Su richiesta, sono disponibili altre classi di gioco radiale, ad es. la C3.

## Spostamento assiale

I cuscinetti a rulli cilindrici a elevata capacità della SKF possono sopportare, entro certi limiti, lo spostamento assiale dell'albero rispetto all'alloggiamento. Poiché lo spostamento assiale avviene all'interno del cuscinetto e non tra cuscinetto e albero o foro dell'alloggiamento, durante la rotazione del cuscinetto non vi è praticamente alcun aumento dell'attrito. I valori relativi allo spostamento assiale ammissibile dalla posizione normale di un anello del cuscinetto rispetto all'altro sono riportati nelle tabelle di prodotto (parametro "s").

Se i cuscinetti a rulli cilindrici a elevata capacità della SKF vengono utilizzati come cuscinetti liberi in ambo le direzioni, i loro anelli devono essere montati con disassamento reciproco (→ **pagina 10**). Il disassamento richiesto e il massimo spostamento dalla posizione centrale è pari a metà dello spostamento assiale ammissibile "s".

## Disallineamento

I cuscinetti a rulli cilindrici a elevata capacità della SKF possono sopportare disallineamenti angolari dell'anello interno rispetto a quello esterno non superiori a 3 primi.

Questo valore si applica ai cuscinetti liberi, a condizione che la posizione degli assi di albero e alloggiamento resti invariata. Quando i cuscinetti sono utilizzati per vincolare assialmente l'albero, i valori sopra citati devono essere ridotti, poiché un carico non uniforme sulla flangia può causare un aumento dell'usura e del rischio di frattura della flangia stessa. Per ulteriori informazioni, rivolgersi all'Ingegneria dell'applicazione della SKF.

## Temperatura di esercizio

I cuscinetti a rulli cilindrici a elevata capacità della SKF vengono sottoposti a uno speciale trattamento termico che gli consente di sopportare temperature fino a 150 °C, a condizione che i cuscinetti siano idoneamente lubrificati.

## Carico minimo

Per ottenere prestazioni efficienti, i cuscinetti a rulli cilindrici a elevata capacità devono sempre essere soggetti a un determinato carico minimo.

Il carico minimo richiesto da applicare a tali cuscinetti si può valutare con la formula

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

dove

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

$k_r$  = fattore per il carico minimo

0,16 per i cuscinetti della serie 22

0,20 per i cuscinetti della serie 23

$n$  = velocità di rotazione [giri/min]

$n_r$  = velocità di riferimento [giri/min]

$d_m$  = diametro medio del cuscinetto [mm]

= 0,5 (d+D)

Come mostrato nella sezione *Test con carico leggero* (→ **pagina 6**), quando si opera al di sotto del carico minimo consigliato, lo slittamento della gabbia dei cuscinetti a rulli cilindrici a elevata capacità con gabbia guidata dallo spallamento dell'anello interno viene significativamente ridotto rispetto ai cuscinetti dotati di gabbia standard.

## Capacità di carico dinamico assiale

I cuscinetti a rulli cilindrici a elevata capacità della SKF possono sopportare carichi assiali in una direzione. La loro capacità di carico assiale dipende principalmente dalla capacità di sopportare i carichi delle superfici di strisciamento in corrispondenza del contatto estremità rullo-flangia. I fattori che influiscono maggiormente su tale capacità sono il lubrificante, la temperatura di esercizio e la capacità del cuscinetto di dissipare calore.

La capacità di carico dinamico assiale si può calcolare con il metodo descritto nel *Catalogo Generale della SKF* per i cuscinetti a una corona di rulli cilindrici. I calcoli si possono realizzare avvalendosi del *Catalogo Tecnico Interattivo della SKF*, disponibile on-line all'indirizzo [www.skf.com](http://www.skf.com).

Per ridurre al minimo il rischio di rottura della flangia, i carichi assiali che agiscono costantemente sui cuscinetti non dovrebbero mai superare

$$F_{a \max} = 0,0035 D^{1,7}$$

Se il carico agisce solo occasionalmente e per brevi periodi, il carico assiale applicato ai cuscinetti non dovrebbe mai superare

$$F_{a \max} = 0,0085 D^{1,7}$$

dove

$F_{a \max}$  = massimo carico assiale costante od occasionale, [kN]

D = diametro esterno del cuscinetto [mm]

Per ulteriori informazioni in merito alla capacità di carico dinamico assiale, rivolgersi al servizio di ingegneria dell'applicazione della SKF.

## Carico dinamico equivalente sul cuscinetto

Per cuscinetti liberi

$$P = F_r$$

dove

P = carico dinamico equivalente sul cuscinetto [kN]

Se i cuscinetti a elevata capacità vengono utilizzati per vincolare l'albero in una direzione, il carico dinamico equivalente deve essere calcolato con la formula

$$P = F_r \quad \text{se } F_a/F_r \leq 0,3$$

$$P = 0,92 F_r + 0,4 F_a \quad \text{se } F_a/F_r > 0,3$$

Poiché i cuscinetti a rulli cilindrici sottoposti a carico assiale funzionano in maniera efficiente solo se sono soggetti a un carico radiale che agisce simultaneamente, il rapporto  $F_a/F_r$  non dovrebbe superare il valore 0,5.

## Carico statico equivalente sul cuscinetto

$$P_0 = F_r$$

dove

$P_0$  = carico statico equivalente sul cuscinetto [kN]

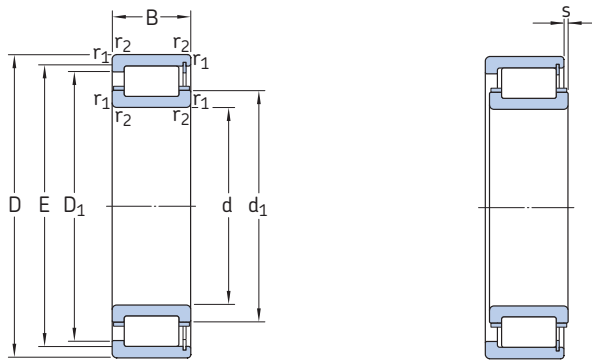
## Denominazioni supplementari

Oltre ai suffissi che sono riportati nel *Catalogo Generale della SKF*, anche i seguenti suffissi si applicano alle denominazioni dei cuscinetti a rulli cilindrici a elevata capacità della SKF:

- JB** Gabbia monoblocco in acciaio del tipo a feritoia, guidata dallo spallamento dell'anello interno
- JA** Gabbia monoblocco in acciaio del tipo a feritoia, guidata dallo spallamento dell'anello esterno
- L4B** Rulli e anelli cuscinetto con rivestimento in ossido di ferro nero
- L5B** Rulli con rivestimento in ossido di ferro nero
- L7B** Rulli e anello interno con rivestimento in ossido di ferro nero
- PEX** Cuscinetto della serie SKF Explorer, utilizzato solo quando sono disponibili i cuscinetti tradizionali e SKF Explorer delle stesse dimensioni
- DR** Gruppo composto da due cuscinetti appaiati
- TR** Gruppo composto da tre cuscinetti appaiati
- QR** Gruppo composto da quattro cuscinetti appaiati

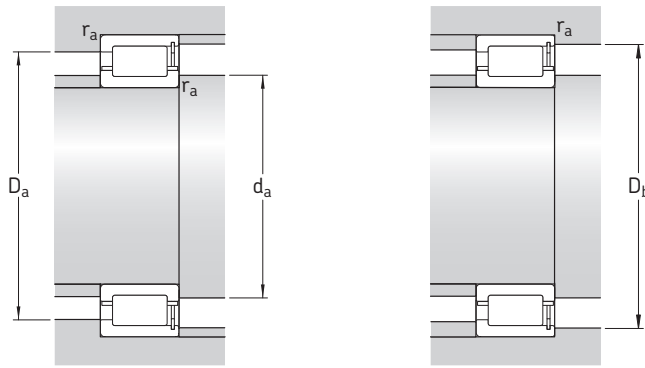
Per ulteriori informazioni, fare riferimento al *Catalogo Generale della SKF* oppure al *Catalogo Tecnico Interattivo della SKF*, disponibile on-line all'indirizzo [www.skf.com](http://www.skf.com).

Cuscinetti a rulli cilindrici a elevata capacità  
d 130 – 240 mm



Dimensioni d'ingombro			Coefficienti di carico dinamico statico		Carico limite di fatica	Coefficienti di velocità Velocità di riferimento Velocità limite		Massa	Denominazioni
d	D	B	C	C <sub>0</sub>	P <sub>u</sub>				
mm			kN		kN	giri/min		kg	–
<b>130</b>	280	93	1 120	1 340	146	2 400	3 400	29,0	* NCF 2326 ECJB
<b>140</b>	250	68	680	880	96,5	2 800	3 600	14,5	* NCF 2228 ECJB
	300	102	1 250	1 530	163	2 400	3 200	35,5	* NCF 2328 ECJB
<b>150</b>	270	73	780	1 040	112	2 600	3 400	18,0	* NCF 2230 ECJB
	320	108	1 430	1 760	183	2 200	3 000	43,5	* NCF 2330 ECJB
<b>160</b>	290	80	980	1 270	134	2 400	3 000	23,5	* NCF 2232 ECJB
	340	114	1 400	2 000	196	1 800	2 800	50,5	NCF 2332 ECJB
	340	114	1 600	2 000	196	2 000	2 800	50,5	* NCF 2332 ECJB/PEX
<b>170</b>	310	86	1 160	1 530	156	2 200	2 800	28,0	* NCF 2234 ECJB
	360	120	1 540	2 200	216	1 700	2 600	58,5	NCF 2334 ECJB
	360	120	1 760	2 200	216	1 900	2 600	58,5	* NCF 2334 ECJB/PEX
<b>180</b>	320	86	1 200	1 600	166	2 200	2 800	30,0	* NCF 2236 ECJB
	380	126	1 720	2 400	232	1 600	2 400	67,5	NCF 2336 ECJB
	380	126	1 960	2 400	232	1 800	2 400	67,5	* NCF 2336 ECJB/PEX
<b>190</b>	340	92	1 320	1 760	180	2 000	2 600	36,5	* NCF 2238 ECJB
	400	132	1 940	2 750	255	1 500	2 200	78,0	NCF 2338 ECJB
	400	132	2 240	2 750	255	1 700	2 200	78,0	* NCF 2338 ECJB/PEX
<b>200</b>	360	98	1 460	2 000	200	1 900	2 400	43,0	* NCF 2240 ECJB
	420	138	2 200	3 200	300	1 400	2 200	91,5	NCF 2340 ECJB
	420	138	2 550	3 200	300	1 600	2 200	91,5	* NCF 2340 ECJB/PEX
<b>220</b>	400	108	1 760	2 600	240	1 600	2 200	58,5	NCF 2244 ECJB
	400	108	2 000	2 600	240	1 700	2 200	58,5	* NCF 2244 ECJB/PEX
	460	145	2 510	3 650	335	1 300	2 000	113,4	NCF 2344 ECJB
	460	145	2 900	3 650	335	1 400	2 000	113,4	* NCF 2344 ECJB/PEX
<b>240</b>	500	155	2 750	4 000	345	1 200	1 800	146,5	NCF 2348 ECJB
	500	155	3 150	4 000	345	1 300	1 800	146,5	* NCF 2348 ECJB/PEX

\* Cuscinetto serie SKF Explorer



Dimensioni						Dimensioni dello spallamento e del componente che accoglie il cuscinetto				Dimensioni dello spallamento per cuscinetti soggetti a carico assiale	
d	d <sub>1</sub> ~	D <sub>1</sub> ~	E	r <sub>1,2</sub> min	s <sup>1)</sup>	d <sub>a</sub> min	D <sub>a</sub> max	D <sub>b</sub> max	r <sub>a</sub> max	d <sub>a</sub>	D <sub>a</sub>
mm						mm				mm	
<b>130</b>	182	234	247	4	6,5	147	263	263	3	175	241
<b>140</b>	180 196	216 251	225 264	3 4	4,0 7,3	154 157	236 283	236 283	2,5 3	174 188	220 257
<b>150</b>	193 210	229 268	242 283	3 4	4,4 7,9	164 167	256 303	256 303	2,5 3	188 201	235 276
<b>160</b>	206 222 222	250 285 285	261 300 300	3 4 4	4,1 8,3 8,3	174 177 177	276 323 323	276 323 323	2,5 3 3	199 213 213	256 292 292
<b>170</b>	219 235 235	269 299 299	281 316 316	4 4 4	3,8 7,5 7,5	187 187 187	293 343 343	293 343 343	3 3 3	212 225 225	275 307 307
<b>180</b>	229 248 248	279 320 320	291 339 339	4 4 4	3,8 7,9 7,9	197 197 197	303 363 363	303 363 363	3 3 3	222 237 237	285 329 329
<b>190</b>	243 262 262	295 341 341	308 360 360	4 5 5	4,5 7,1 7,1	207 210 210	323 380 380	323 380 380	3 4 4	236 251 251	302 351 351
<b>200</b>	256 276 276	312 356 356	325 377 377	4 5 5	4,6 7,1 7,1	217 220 220	343 400 400	343 400 400	3 4 4	249 264 264	318 367 367
<b>220</b>	279 279 302 302	349 349 392 392	367 367 413 413	4 4 5 5	7,1 7,1 7,8 7,8	237 237 240 240	383 383 440 440	383 383 440 440	3 3 4 4	269 269 290 290	358 358 402 402
<b>240</b>	327 327	426 426	449 449	5 5	7,7 7,7	260 260	480 480	480 480	4 4	313 313	437 437

<sup>1)</sup> Spostamento assiale ammissibile di un anello del cuscinetto rispetto all'altro



### The Power of Knowledge Engineering

Basandosi su cinque aree di competenza e su più di 100 anni d'esperienza nelle applicazioni specifiche, la SKF fornisce soluzioni innovative agli OEM e agli impianti produttivi dei principali settori industriali in tutto il mondo. Queste cinque aree di competenza comprendono cuscinetti e unità, tenute, sistemi di lubrificazione, sistemi di meccatronica (che combinano il know-how meccanico ed elettronico per realizzare sistemi intelligenti) e un'ampia gamma di servizi, dalla modellazione computerizzata 3D all'ottimizzazione dei sistemi per il monitoraggio delle condizioni e l'affidabilità, ai sistemi di gestione delle risorse. Una presenza globale garantisce ai clienti della SKF standard di qualità uniformi e la distribuzione dei prodotti in tutto il mondo.

© SKF è un marchio registrato del Gruppo SKF.

© Gruppo SKF 2009

La riproduzione, anche parziale, del contenuto di questa pubblicazione è consentita soltanto previa autorizzazione scritta della SKF. Nella stesura è stata dedicata la massima attenzione al fine di assicurare l'accuratezza dei dati, tuttavia non si possono accettare responsabilità per eventuali errori od omissioni, nonché per danni o perdite diretti o indiretti derivanti dall'uso delle informazioni qui contenute.

PUB BU/P2 06894 IT · Giugno 2011

Stampata in Svezia su carta ecologica.

