

+ CUSCINETTI DI
SUPER PRECISIONE



ISCRIVITI ALLA NEWSLETTER NSK 

Introduzione

La tecnologia evolve ogni giorno ed ogni produttore deve condividere una responsabilità globale per rispettare e proteggere l'ambiente.

La tecnologia NSK Motion & Control riflette la politica aziendale di piena responsabilità verso l'ambiente. I prodotti NSK contribuiscono non solo a migliorare le prestazioni delle macchine in innumerevoli applicazioni, ma anche a risparmiare energia e preservare le risorse naturali grazie alla loro tecnologia di super precisione.

Per soddisfare le restrittive specifiche delle macchine utensili altamente evolute, abbiamo sviluppato ogni aspetto della Ricerca & Sviluppo presso i nostri Centri Tecnici.

Come risultato, i cuscinetti NSK di precisione sono impiegati in svariate applicazioni, dalla produzione dei semiconduttori all'industria robotica, e la reputazione guadagnata sul campo è di ottime prestazioni.

NSK produce oggi in Giappone ed in Europa cuscinetti di eccezionale precisione ed affidabilità conosciuti in tutto il mondo.

Questo catalogo contiene le informazioni tecniche, tra cui i nostri prodotti più recenti, i dati sperimentali, le applicazioni tipiche, le produzioni disponibili, nonché una guida sul corretto utilizzo di ciascun tipo di cuscinetto.

MOTION & CONTROL™
NSK

Cap.1. Cuscinetti NSK di Super Precisione

Capacità di Supporto Globale	Pag. 6
Capacità di Sviluppo	Pag. 8
Capacità Produttive e di Controllo della Qualità	Pag. 10

Cap.2. Caratteristiche dei Cuscinetti di Precisione

Tecnologia dei Materiali per Migliorare la Durata	Pag. 14
Corpi Volventi in Ceramica	Pag. 16
Gabbie	Pag. 18
Componenti dei Cuscinetti	Pag. 20
Gamma di Produzione	Pag. 22
Prestazioni delle Diverse Tipologie di Cuscinetti	Pag. 24

Cap.3. La Selezione del Cuscinetto Ideale è una Scelta Importante

Selezione del Cuscinetto	Pag. 36
Configurazioni Tipiche dei Mandrini ad Alta Velocità	Pag. 38
Altre Configurazioni di Mandrini	Pag. 40
Caratteristiche dei Cuscinetti a Sfere a Contatto Obliquo	Pag. 42
Caratteristiche dei Cuscinetti a Rulli Cilindrici	Pag. 44

Cap.4. Tipologie di Cuscinetti

1. Cuscinetti a Sfere a Contatto Obliquo

Cuscinetti a Sfere a Contatto Obliquo di Alta Precisione (Serie Standard)	Pag. 48-60
Caratteristiche	
Sistema di Designazione	
Tabelle Dimensionali	
Serie Miniatura. Serie BSA per Supporto Viti a Ricircolazione di Sfere	
Serie 79	
Serie 70	
Serie 72	

Ultra High-Speed Angular Contact Ball Bearings (ROBUST)

Caratteristiche	Pag. 62-79
Sistema di Designazione	
Tabelle Dimensionali	
Serie BNR19, BER19	
Serie BNR10, BER10	
Serie BNR19XE/10XE, BER19XE/10XE (Spinshot™ II)	
Serie BNR29, BER29 (Serie Larga)	
Serie BNR20, BER20 (Serie Larga)	

Cuscinetti a Sfere a Contatto Obliquo di Altissima Precisione (Serie BGR ROBUST)

Caratteristiche	Pag. 80-84
Sistema di Designazione	
Tabelle Dimensionali	
Serie BGR19	
Serie BGR10	
Serie BGR02	

2. Cuscinetti a Rulli Cilindrici

Cuscinetti a Rulli Cilindrici	Pag. 88-97
Caratteristiche	
Sistema di Designazione	
Tabelle Dimensionali	
Cuscinetti a Due Corone di Rulli Cilindrici (Serie ad Elevata Rigidezza)	
Serie 30	
Serie 39	
Serie 49	
Cuscinetti ad Una Corona di Rulli Cilindrici (Serie Standard)	
Serie 10	
Cuscinetti ad Una Corona di Rulli Cilindrici per Altissime Velocità (Serie ROBUST)	
Serie 10	
Cuscinetti a Due Corone di Rulli Cilindrici (Serie a Ridotta Generazione di Calore)	
Serie 30	
Cuscinetti ad Una Corona di Rulli Cilindrici per Altissime Velocità (Serie a Ridotta Generazione di Calore)	
Serie 10	

3. Cuscinetti Assiali a Sfere a Contatto Obliquo

Cuscinetti Assiali a Sfere a Contatto Obliquo	Pag. 100-105
Caratteristiche	
Sistema di Designazione	
Tabelle Dimensionali	
Cuscinetti Assiali a Sfere a Contatto Obliquo ad Alta Velocità (Serie ROBUST)	
Serie BAR10	
Serie BTR10	
Cuscinetti Assiali a Sfere a Doppio Effetto a Contatto Obliquo (Serie TAC)	
Serie TAC29D	
Serie TAC20D	

4. Cuscinetti Supporto Viti a Ricircolazione di Sfere

Cuscinetti Assiali a Sfere a Contatto Obliquo per Supporto Viti a Ricircolazione di Sfere	Pag. 108-113
Caratteristiche	
Sistema di Designazione	
Tabelle Dimensionali	
Applicazioni in Macchine Utensili	
Serie TAC B	
Applicazioni in Macchine per Stampaggio ad Iniezione	
Serie TAC 02 e TAC 03	
Unità per Supporto Viti a Ricircolazione di Sfere	Pag. 114-115
Caratteristiche	
Sistema di Designazione	
Tabelle Dimensionali	

5. Cuscinetti Radiali Rigidi a Sfere di Precisione

Cuscinetti Radiali Rigidi a Sfere di Precisione	Pag. 118-120
Caratteristiche	
Sistema di Designazione	
Tabelle Dimensionali	
Versione T1X (Gabbia in Resina Poliammidica)	
Serie 60, 62 and 63	
Versione T (Gabbia in Resina Fenolica)	

6. Dispositivi Periferici

Strumenti di Misura	Pag. 124-127
Serie GR	
Caratteristiche	
Sistema di Designazione	
Serie GTR	
Caratteristiche	
Sistema di Designazione	
Serie GN	
Caratteristiche	
Sistema di Designazione	

Bearing Monitor	Pag. 128
Riscaldatore per Cuscinetti	Pag. 129
Centralina di Lubrificazione a Grasso	Pag. 130-131
Centralina di Lubrificazione Aria-Olio	Pag. 132-133
Distanziali di Precisione Schermati	Pag. 134-135

Cap.5. Guida Tecnica

1. Durata	Pag. 138-145
· Durata a Fatica e Capacità di Carico	
· Nuova Teoria della Durata	
2. Capacità di Carico Statico e Carico Statico Equivalente	Pag. 146-147
3. Disposizione dei Cuscinetti a Sfere a Contatto Obliquo	Pag. 148-151
· Caratteristiche delle Disposizioni	
· Disposizione Universale	
4. Precarico e Rigidezza	Pag. 152-169
· Tipologie di Precarico e Rigidezza	
· Tabelle di Precarico e Rigidezza	
5. Velocità Limite	Pag. 170-171
6. Lubrificazione	Pag. 172-175
7. Precisione del Cuscinetto	Pag. 176-183
· Precisione Radiale dei Cuscinetti	
· Precisione del Foro Conico	
· Precisione del Cuscinetto Assiale a Sfere a Contatto Obliquo	
8. Progettazione dell'Albero e dell'Alloggiamento	Pag. 184-188
· Tolleranze dell'Albero e dell'Alloggiamento	
· Precisione dell'Albero e dell'Alloggiamento	
· Dimensioni degli Spallamenti e dei Raggi di Raccordo	
· Dimensioni degli Smussi	
9. Distanziali	Pag. 189-193
· Dimensioni dei Distanziali	
· Posizione dell'Ugello di Lubrificazione	

Cap.6. Bearing Handling

1. Montaggio	Pag. 196-209
1. Pulizia dei Cuscinetti e delle Parti Adiacenti	
2. Controllo delle Dimensioni delle Parti Adiacenti	
3. Procedure di Montaggio	
4. Verifiche dopo il Montaggio	
2. Ispezione Operativa	Pag. 210-211
3. Procedure di Rodaggio	Pag. 212-213

Cap.7. Diagnosi dei Danni ai Cuscinetti

1. Danni ai Cuscinetti e Provvedimenti da Adottare	Pag. 216-219
2. Diagnosi con Suono e Vibrazione	Pag. 220-225

Cap.8. Appendici Tecniche

Tolleranze per il Diametro dell'Albero	Pag. 228-229
Tolleranze per il Diametro dell'Alloggiamento	Pag. 230-231
Valori delle Tolleranze per la Qualità di Lavorazione – Gradazioni IT	Pag. 232-233
Tabella di Conversione delle Durezze	Pag. 234
Proprietà Fisiche e Meccaniche dei Materiali	Pag. 235-236
Tabella di Conversione tra Vecchia e Nuova Designazione NSK	Pag. 237
Metodo di Misurazione del Gioco Assiale dei Cuscinetti a Sfere a Contatto Obliquo in Disposizione Multipla	Pag. 238
Modulo per la Richiesta di Verifiche Tecniche	Pag. 240

CUSCINETTI DI SUPE



R PRECISIONE

Cap. 1

Indice

Cap. 1. Cuscinetti NSK di Super Precisione

Capacità di Supporto Globale _____ Pag. 6

Capacità di Sviluppo _____ Pag. 8

Capacità Produttive e di Controllo della Qualità ____ Pag. 10



Capacità di Supporto Globale

Sistema capillare di supporto ovunque nel mondo

NSK è impegnata nella produzione e commercializzazione di prodotti di altissima qualità ovunque nel mondo, sotto la guida dei Centri Tecnici dei quattro principali mercati mondiali. Gli uffici vendite NSK, con personale esperto costantemente informato sulle esigenze del cliente, supportano la gestione di una rete globale che comprende i Centri Tecnici ed i Centri di Produzione. NSK è in grado di soddisfare velocemente ed efficacemente le esigenze dei clienti sostenendo i loro sforzi di sviluppo aziendale ovunque nel mondo.



La gestione di una rete globale significa disporre di prodotti eccellenti

NSK ha installato un sistema di comunicazione altamente evoluto che collega i Centri Tecnici dislocati nei principali quattro mercati mondiali – Europa, America, Asia e Giappone. Con questo sistema, siamo in grado di condividere le informazioni in tempo reale sui cambiamenti e le evoluzioni di ciascun mercato. Grazie a ciò, possiamo reagire tempestivamente per soddisfare ogni modifica nelle necessità dei clienti e fornire il miglior prodotto con la più alta qualità.

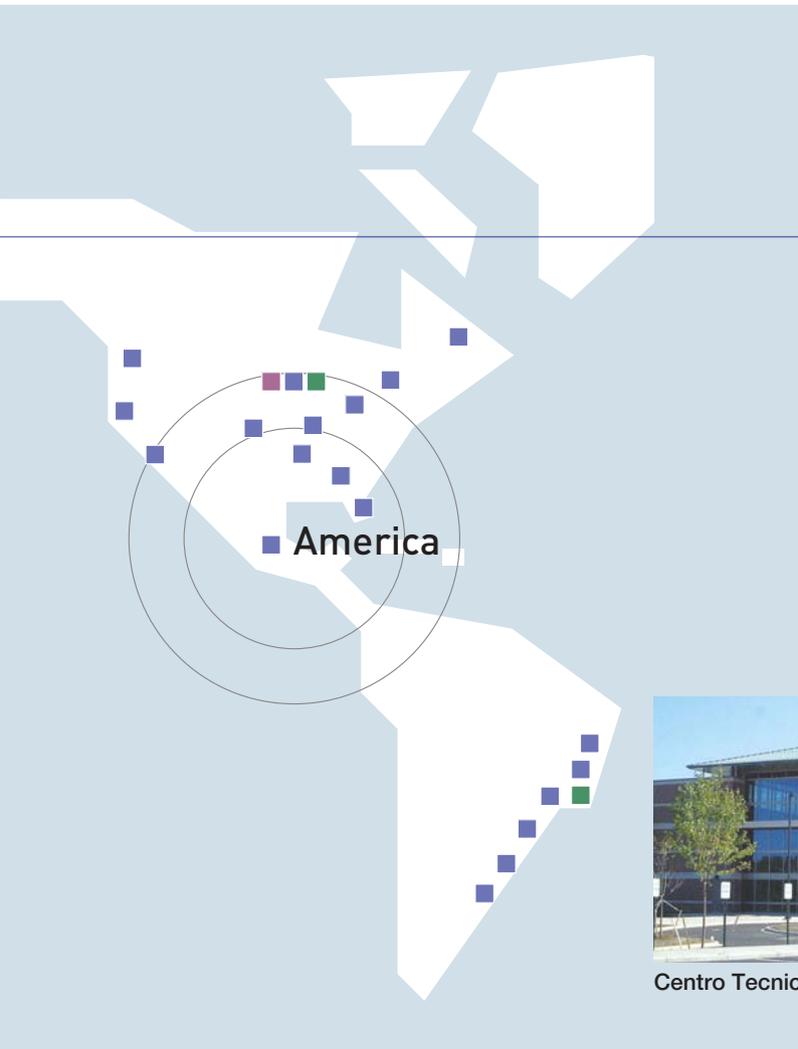


Sistema di comunicazione direttamente collegato ai clienti

Centri Tecnici di supporto globale

I Centri Tecnici dei quattro principali mercati forniscono supporto tecnico globale, aiutando il cliente ad utilizzare i prodotti NSK in condizioni ideali e a raggiungere le migliori prestazioni possibili.





Direzione Generale



Stabilimento NSK di Fujisawa



Centro Tecnico Americano

- Sede Centrale
- Ufficio Vendita, Stabilimento
- Centro Tecnico

Prodotti specifici per le singole applicazioni dei clienti

Ogni Centro Tecnico lavora a stretto contatto con il cliente per definire le specifiche esigenze applicative. Operando in questo modo possiamo aiutare i clienti nell'identificare il miglior prodotto NSK per ogni applicazione, raggiungendo la massima efficienza e competitività nei costi. Su richiesta, possiamo anche fornire prodotti dedicati per soddisfare le più esigenti specifiche del cliente.

Ovunque sia il nostro cliente nel mondo, può contare sul supporto globale della rete NSK

La nostra vasta rete è in grado di ricevere ordini e di fornire prodotti ovunque nel mondo. I distributori NSK coprono le vendite in tutto il mondo e mantengono scorte di tutti i prodotti chiave nei principali mercati e nazioni, rendendo possibile la fornitura di qualsiasi prodotto con la massima tempestività. NSK fornisce inoltre il supporto tecnico globalmente, aiutando il cliente nella selezione del cuscinetto più appropriato in ciascuna applicazione, per rispondere velocemente ad ogni domanda tecnica e per risolvere immediatamente qualsiasi problema tecnico presso il cliente.



www.nsk.com

Capacità di Sviluppo

La tecnologia chiave di NSK

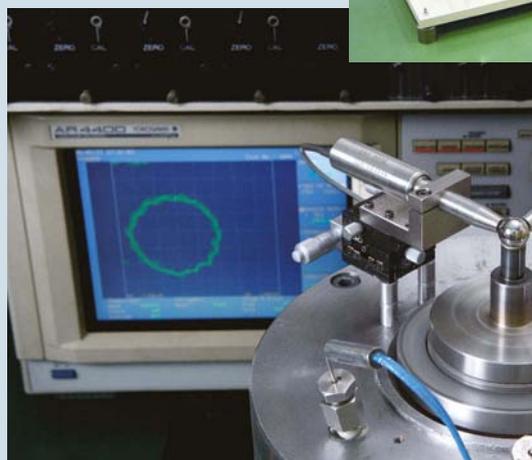
La chiave del successo tecnologico di NSK è la tribologia, lo studio dell'attrito e dell'usura.

Con la diminuzione dell'attrito e dell'usura è possibile risparmiare energia e conservare le risorse naturali, così come prevenire cedimenti delle macchine ed aumentarne l'affidabilità.

Focalizzando l'attenzione sulla tribologia, NSK sarà in grado di sviluppare ulteriormente le quattro tecnologie chiave: tecnologia di analisi per eliminare completamente il dispendio energetico, tecnologia di valutazione per garantire l'esatta rispondenza alle esigenze di mercato, tecnologia di lubrificazione per ridurre il dispendio energetico e migliorare la funzionalità, e tecnologia dei materiali per estendere la durata di vita del prodotto. NSK sarà così in grado di farsi largo nello sviluppo di prodotti ecocompatibili basati sul principio di tali tecnologie.

Tecnologia di Analisi

NSK ha sviluppato un proprio software, BRAIN (Bearing Analysis In NSK) che, applicando la tribologia, è in grado di realizzare delle simulazioni digitali del movimento relativamente all'attrito e alle prestazioni. L'impiego combinato dei dati di tale simulazione con il metodo agli elementi finiti (FEM) realizza una ingegneria assistita da computer di tipo avanzato (CAE).



Tecnologia di Valutazione

NSK ha installato una tecnologia di valutazione che abbraccia un'ampia gamma di applicazioni, impiegando le più avanzate tecnologie come la misurazione dell'eccentricità nell'ordine dei millesimi di micron mediante strumenti di misurazione ad altissima precisione. La nostra tecnologia di valutazione contribuisce allo sviluppo di prodotti tecnologicamente all'avanguardia che soddisfano le esigenze di un mercato sempre più sofisticato.

Tecnologia di Lubrificazione

Attraverso la rigorosa applicazione della tribologia, NSK ha perseguito la tecnologia di lubrificazione che consente alle macchine di raggiungere le massime prestazioni, contribuendo a risparmiare energia e risorse, e di conseguenza a rispettare l'ambiente.



Tecnologia dei Materiali

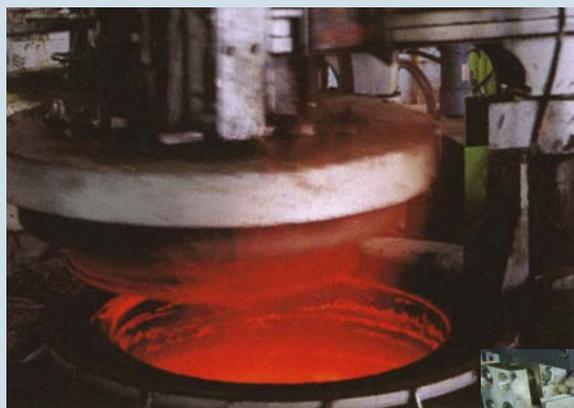
La Ricerca & Sviluppo, attraverso una vasta gamma di tecnologie dei materiali, ha portato a realizzare prodotti con prestazioni sempre più elevate. I prodotti realizzati con i materiali esclusivi di NSK garantiscono una lunga durata in condizioni estreme, non necessitano di manutenzione e supportano inoltre tutte le attività industriali.

Capacità Produttive e di Controllo della Qualità

Il più elevato livello di qualità al mondo

I cuscinetti NSK di super precisione garantiscono il più elevato livello qualitativo, grazie alle nostre capacità produttive, alle strumentazioni più evolute, alla vasta esperienza nella produzione ed al nostro impegno nell'applicare le rigorose procedure del controllo di qualità in ogni fase di produzione in ogni stabilimento NSK.

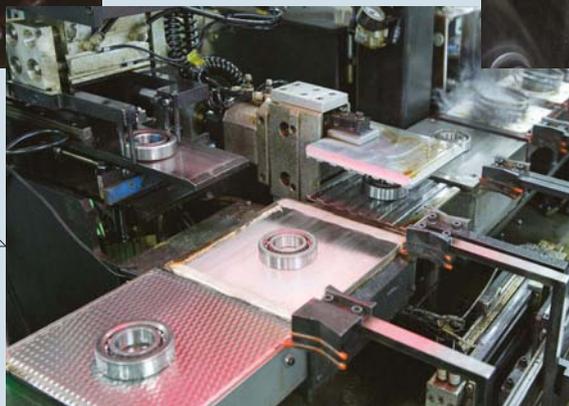
Presso gli stabilimenti di produzione globale in Giappone e in Inghilterra, NSK concentra i suoi sforzi nell'offrire prodotti di elevatissima precisione in grado di soddisfare velocemente le diverse esigenze dei clienti nel mondo.



1 Trattamento termico



4 Assemblaggio



5 Verifica prodotti finiti

Tecnologia nella produzione per garantire prodotti di alta precisione

Per mantenere l'eccellente reputazione di produttori di cuscinetti di precisione con il più alto grado di accuratezza al mondo, tutti i cuscinetti sono controllati con una risoluzione pari al millesimo di micron.



Produzione globale in Inghilterra e in Giappone

I cuscinetti di precisione NSK sono prodotti sia in Inghilterra che in Giappone. Combinando le esperienze di questi stabilimenti e grazie alla loro posizione strategica, siamo in grado di soddisfare ogni esigenza del cliente.



Stabilimento NSK di Newark



Stabilimento NSK di Fujisawa

2 Rettifica



3 Verifica componenti



6 Confezionamento



Il simbolo NSK

La scatola dorata NSK garantisce il più elevato livello di precisione.



Controlli di qualità totale e responsabilità ambientale

Essendo un'azienda certificata ISO 9001, ogni stabilimento NSK deve applicare le stesse rigorose procedure per il controllo di qualità. NSK si impegna inoltre in tutti gli stabilimenti ad operare ai più elevati livelli di rispetto verso l'ambiente.



ISO 9001 Certification



ISO 14001 Certification

Elevate Prestazioni per la Prossima Generazione

NSK sfida ogni giorno lo stato dell'arte esplorando nuove possibilità. Poiché la nostra filosofia di progettazione non ci consente compromessi in termini di qualità nella produzione, NSK è ogni giorno impegnata nello sviluppare nuove tecnologie per soluzioni totali. Utilizzando i materiali più innovativi e le più avanzate tecnologie di analisi, siamo in grado di progettare e produrre cuscinetti di super precisione con prestazioni elevatissime. NSK mantiene sempre costante il proprio impegno nell'incrementare la qualità e le prestazioni, offrendo al mercato cuscinetti di super precisione sempre all'avanguardia.



Indice

Cap. 2. Caratteristiche dei Cuscinetti di Precisione

Tecnologia dei Materiali per Migliorare la Durata	__	Pag. 14
Corpi Volventi in Ceramica	_____	Pag. 16
Gabbie	_____	Pag. 18
Componenti dei Cuscinetti	_____	Pag. 20
Gamma di Produzione	_____	Pag. 22
Prestazioni delle Diverse Tipologie di Cuscinetti	__	Pag. 24



Tecnologie dei Materiali per Aumentare la Durata

Tre tipologie di acciaio garantiscono la lunga durata e le elevate prestazioni dei cuscinetti NSK di super precisione

NSK ha introdotto innovative tecniche di valutazione per le inclusioni nell'acciaio e per il processo produttivo dell'acciaio. Queste tecnologie consentono di sviluppare materiali che garantiscono una lunga durata ed elevate prestazioni ai cuscinetti volventi.

I cuscinetti NSK di super precisione sono realizzati in tre tipologie di acciaio: acciaio SHX resistente in applicazioni ad altissime velocità di rotazione, acciaio EP ad alta affidabilità in applicazioni ad elevato carico e acciaio Z che raggiunge una prolungata durata di esercizio in condizioni generali.

Acciaio Z come Materiale Standard per Cuscinetti di Super Precisione

Acciaio Z

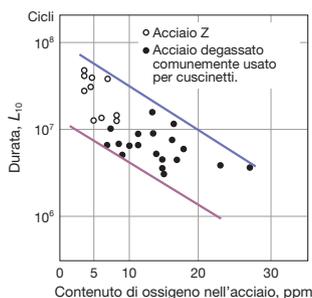
Acciaio standard di lunga durata. Resistenza a fatica 1,8 volte superiore all'acciaio degassato standard

È ben noto che la resistenza a fatica dell'acciaio al cromo ad alto tenore di carbonio (SAE 52100, SUJ2) utilizzato per la produzione dei cuscinetti volventi è fortemente influenzata dalle inclusioni non metalliche. Prove di durata in laboratorio mostrano che inclusioni di ossidi non metallici generano un effetto particolarmente negativo sulla resistenza a fatica. L'acciaio Z, prodotto riducendo la quantità di inclusioni di ossidi non metallici, mostra un rendimento migliore.

Caratteristiche dell'acciaio Z

L'acciaio Z è prodotto riducendo la quantità di inclusioni non metalliche, ossidi ed altre inclusioni come Ti o S. I cuscinetti prodotti con questo acciaio hanno una durata in servizio fino a 1,8 volte superiore rispetto ad un cuscinetto prodotto in acciaio degassato standard.

Contenuto di Ossigeno nell'Acciaio e Durata in Servizio



Prodotti realizzati in acciaio Z



NSK utilizza l'acciaio Z come materiale standard

Acciaio EP per una Maggiore Affidabilità in Condizioni di Elevato Carico

Acciaio EP

A lunghissima durata ed elevata affidabilità. Resistenza a fatica 3 volte superiore all'acciaio degassato standard

Lo sviluppo di tecniche innovative per l'analisi delle inclusioni di ossidi non metallici e per i processi produttivi dell'acciaio ha portato alla realizzazione dell'acciaio EP che ha permesso di ottenere un drastico miglioramento nell'affidabilità dei cuscinetti NSK.

Caratteristiche dell'acciaio EP

I cuscinetti prodotti in acciaio EP offrono una maggiore affidabilità, grazie alla minima variazione nella durata ottenuta attraverso una nuova tecnica di valutazione degli acciai e ad una significativa riduzione delle impurità in essi contenute.

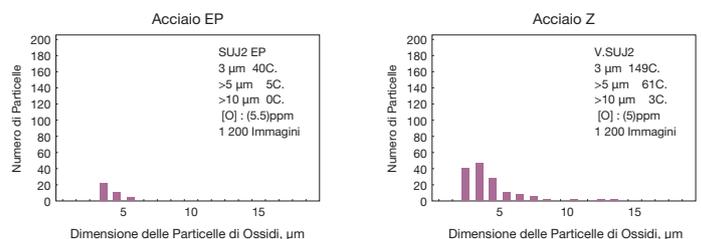
Nuova tecnica di analisi

Per migliorare le tecniche di valutazione delle inclusioni non metalliche NSK ha sviluppato il metodo NSK-ISD2, un sistema di analisi dell'immagine unito ad uno speciale processo produttivo dell'acciaio.

Miglioramento del processo produttivo dell'acciaio

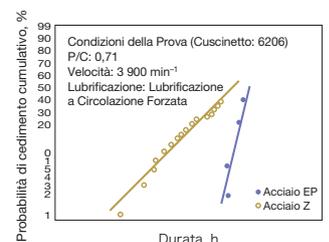
L'introduzione di questa tecnica nel processo produttivo dell'acciaio ha permesso di ottenere un significativo innalzamento della purezza ed un'ulteriore riduzione delle inclusioni non metalliche rispetto all'acciaio Z. L'acciaio EP ha inclusioni di grandi dimensioni in numero minore rispetto all'acciaio VAR (Vacuum Arc Remelted) o all'acciaio Z tradizionalmente affinato.

Confronto fra le Purezze attraverso l'Analisi dell'Immagine



Durata a Fatica

Prova a fatica sub-superficiale



Prodotti realizzati in acciaio EP



Cuscinetti supporto viti a ricircolazione di sfere

Acciaio SHX resistente in applicazioni ad Altissime Velocità di Rotazione

Acciaio SHX

L'acciaio speciale ad alta resistenza al calore aumenta la durata dei cuscinetti impiegati in applicazioni ad altissima velocità. Resistenza a fatica 4 volte superiore all'acciaio SUJ2, ad una velocità superiore del 20%

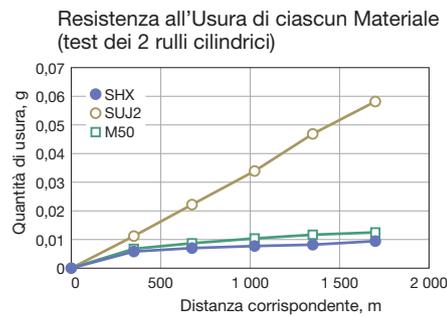
L'acciaio SHX è un acciaio speciale ad alta resistenza al calore, ottenuto attraverso un trattamento termico speciale sviluppato da NSK.

Caratteristiche dell'acciaio SHX

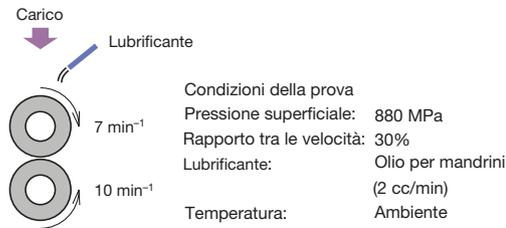
L'acciaio SHX ha una resistenza al calore paragonabile a quella dell'acciaio M50, utilizzato per i cuscinetti delle turbine aeronautiche dove si hanno temperature di esercizio di 300°C, e offre prestazioni a minore attrito, superando allo stesso tempo l'acciaio M50 in resistenza all'usura, grippaggio e resistenza a fatica. Questa resistenza al calore, sommata ad un minore coefficiente d'attrito e ad una migliore resistenza agli urti, rende l'acciaio SHX ideale per i cuscinetti impiegati su macchine utensili ad altissima velocità.

Brevetto numero: 2961768JP

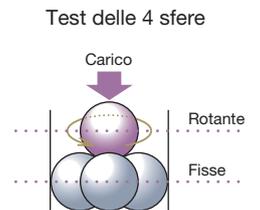
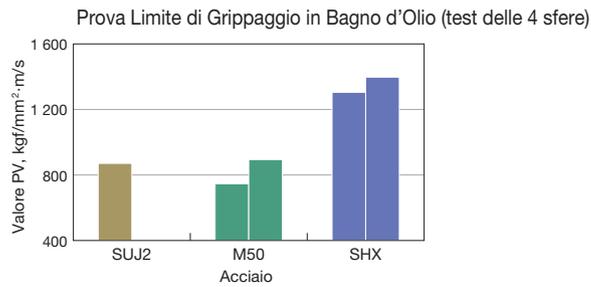
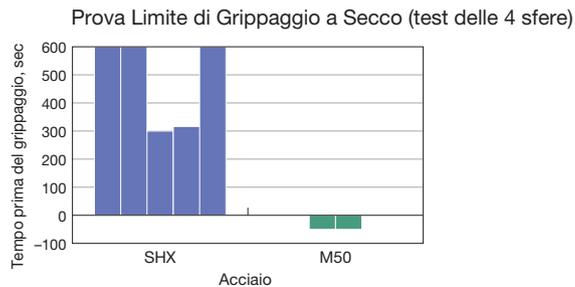
Resistenza all'usura



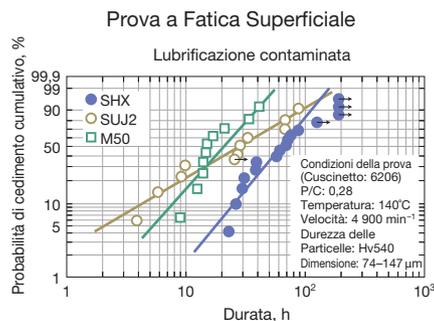
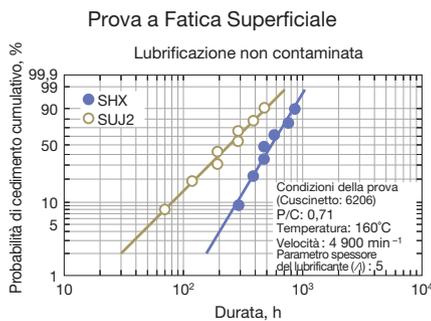
Test dei 2 rulli cilindrici



Resistenza al grippaggio



Durata a fatica



Prodotti realizzati in acciaio SHX



Serie ROBUST per altissime velocità
 Per mandrini di macchine utensili ad altissime velocità

Corpi Volventi in Ceramica

Con una minore generazione di calore si ottengono altissime velocità di rotazione

I cuscinetti ibridi in ceramica offrono numerose caratteristiche eccellenti, come resistenza al calore, maggiore durata, massa ridotta, minore espansione termica, non conduttività elettrica e sono perciò utilizzati in un gran numero di moderne applicazioni come uno dei materiali di nuova generazione.

La lunga esperienza di NSK in questo settore ha condotto all'utilizzo di un tipo di materiale ceramico in particolare, il nitrato di silicio (Si_3N_4), per i corpi volventi dei cuscinetti ibridi in ceramica. Questi cuscinetti si sono guadagnati un'eccellente reputazione per applicazioni a velocità e precisione molto elevate, una combinazione non ottenibile con cuscinetti con corpi volventi in acciaio.



Alta Velocità e Bassa Generazione di Calore

• Massa ridotta

Grazie ad una densità ridotta del 40% rispetto a quella dell'acciaio, la forza centrifuga generata dai corpi volventi è minore. Di conseguenza la durata del cuscinetto risulta maggiore.

• Basso coefficiente di dilatazione termica

In applicazioni ad alte velocità, sebbene la temperatura dei cuscinetti risulti elevata, il basso coefficiente di espansione termica permette di avere un minore precarico indotto ed una minore generazione di calore.

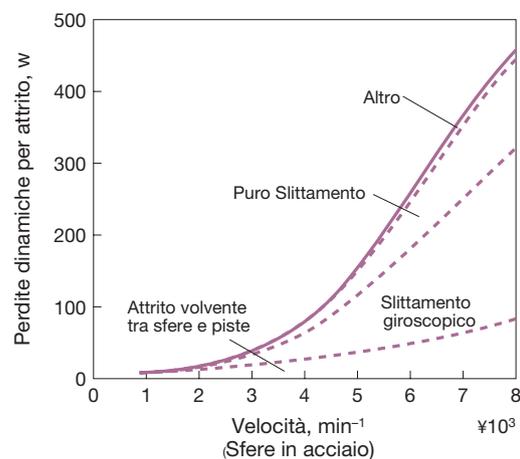
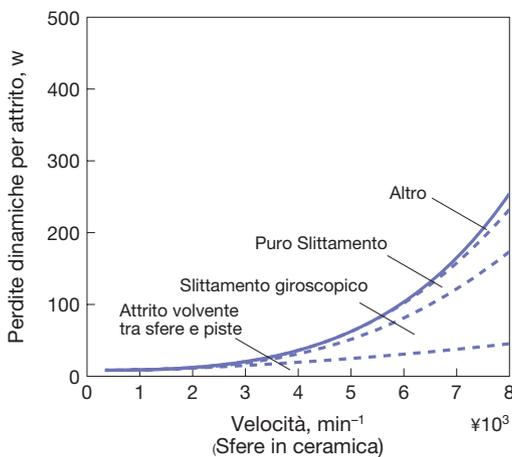
• Basso attrito

Lo slittamento dei corpi volventi in esercizio è ridotto, producendo una minore generazione di calore.

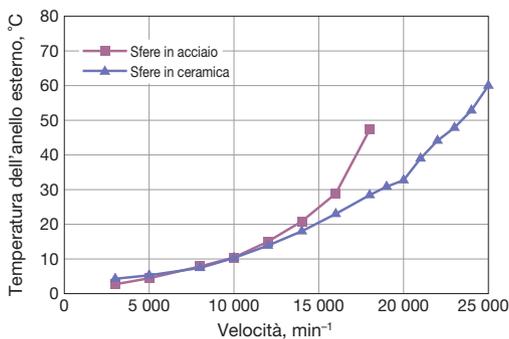


Con una minore generazione di calore, si ottengono altissime velocità di rotazione.

Simulazione del Calore Generato



Aumento della Temperatura dell'Anello Esterno in applicazioni ad Alta Velocità



Mandrino NSK che ha raggiunto 4 milioni $d_m n$ utilizzando cuscinetti con sfere in ceramica



Resistenza al Grippaggio

Comparate alle sfere in acciaio, le sfere in ceramica hanno maggiore resistenza al grippaggio.

Fresatura mediante mandrino NSK con cuscinetti con sfere in ceramica

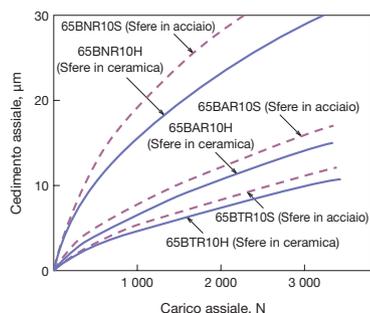


Fresa frontale: $\phi 16$
 Materiale di lavorazione: A5052
 Velocità di rotazione: 20 000 min⁻¹
 2 500 cm³/min

Elevata Rigidezza

Le sfere in ceramica hanno un modulo elastico che è il 50% più alto di quelle in acciaio, rendendo così la ceramica un materiale ideale per l'impiego nei mandrini delle macchine utensili che richiedono elevata rigidità nelle lavorazioni.

Fresatura mediante mandrino NSK con cuscinetti con sfere in ceramica



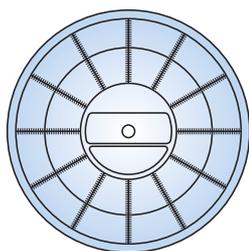
Fresa a spianare: $\phi 80$
 Materiale di lavorazione: S50C
 Velocità di rotazione: 1 200 min⁻¹
 504 cm³/min

Elevata Precisione

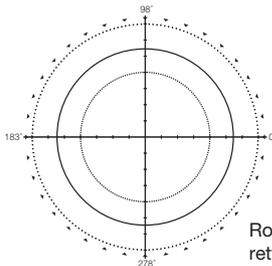
L'esperienza nella produzione di sfere e rulli, i continui miglioramenti nei processi di sinterizzazione e la purezza dei materiali garantiscono a NSK la capacità di realizzare sfere e rulli cilindrici in ceramica caratterizzati da un maggiore livello di

precisione rispetto all'acciaio.

I cuscinetti che utilizzano elementi volventi in ceramica ad alta precisione garantiscono una lavorazione con precisione superiore.



Dimensione: 9/32"
 Ingrandimento: 50 000 volte
 Rotondità delle sfere in ceramica
 Cuscinetto con sfere in ceramica



Dispositivo di misurazione della sfericità
 Ingrandimento elevato (200 000 volte)



Cuscinetto con sfere in ceramica



Cuscinetto con rulli in ceramica

Gabbie in polimeri ottimizzati per il funzionamento a maggiore velocità e minore attrito

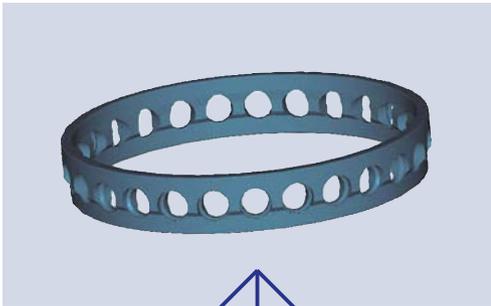
I materiali polimerici sono ampiamente impiegati nella realizzazione delle gabbie per il loro peso contenuto (1/6 della densità, confrontato con l'ottone), per la buona stampabilità e per l'elevata resistenza alla corrosione. I polimeri possono essere ottimizzati per garantire minor attrito e quindi minore generazione di calore, consentendo di aumentarne il limite di velocità. I polimeri possono essere ottimizzati anche per diminuire l'usura, prolungando così la durata del grasso. Le gabbie realizzate in questi tecnopolimeri sono ottimali per i cuscinetti di super precisione impiegati nei mandrini delle macchine utensili.

Gabbie per Cuscinetti a Sfere a Contatto Obliquo

Gabbia in Resina Poliammidica, guidata sulle sfere (TYN)

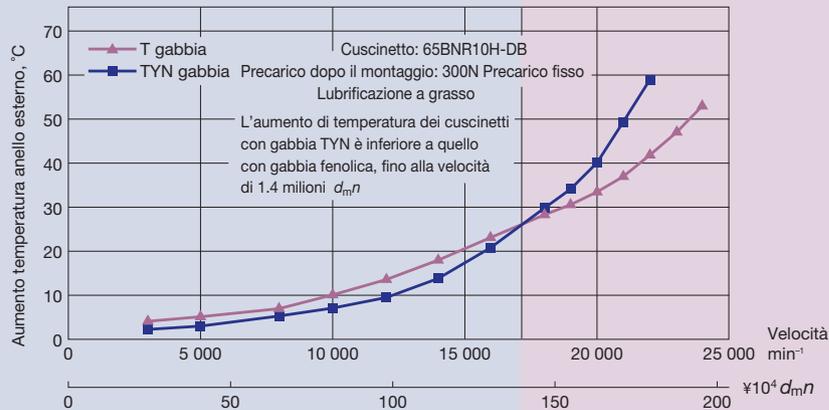
Silenziosità

- Questo speciale design consente al cuscinetto di avere minor attrito e maggiore silenziosità.
- Questa gabbia è ottimale per la lubrificazione a grasso. Con questo design, la gabbia ha maggiore capacità di trattenere il grasso all'interno del cuscinetto rispetto alle tradizionali gabbie guidate sull'anello esterno.
- Un cuscinetto equipaggiato con questa gabbia e lubrificato a grasso ha un rodaggio più breve rispetto ai cuscinetti con gabbia in resina fenolica.



Cuscinetti a sfere a contatto obliquo per altissime velocità Serie ROBUST

Prestazioni delle Gabbie nelle Prove



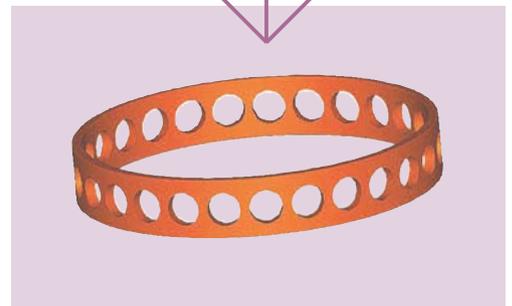
Gabbia in Resina Fenolica, guidata sull'anello esterno (T e TR)

Altissima velocità

Il movimento di rotazione della gabbia guidata sull'anello esterno è più stabile durante il funzionamento alle alte velocità



Cuscinetti a sfere a contatto obliquo Serie Standard
Cuscinetti a sfere a contatto obliquo per altissime velocità Serie ROBUST





Gabbia fenolica guidata sull'anello esterno

Gabbia massiccia in ottone guidata sui rulli

Gabbia PPS guidata sui rulli

Gabbie PEEK guidate sull'anello esterno

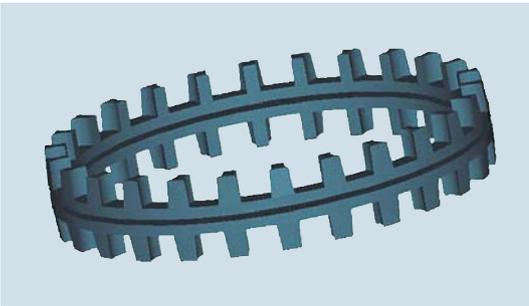
Gabbie in poliammide guidate sulle sfere

Gabbie per Cuscinetti a Due Corone di Rulli Cilindrici

Gabbia in Resina PPS ad Elevata Resistenza, guidata sui rulli (TB)

Elevata Rigidezza

- Ottimo design di gabbia guidata sui rulli, con particolare riguardo alla resistenza e all'attrito.
- Eccellenti proprietà fisiche, tra cui elevata resistenza, robustezza, resistenza all'usura e alla fatica, se comparata alle attuali gabbie in poliammide.
- Elevata resistenza alle alte temperature fino ad un massimo di 220°C.



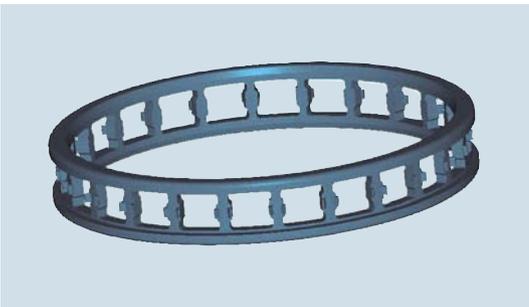
Cuscinetto a rulli cilindrici a doppia corona
Serie ad elevata rigidità

Gabbie per Cuscinetti ad Una Corona di Rulli Cilindrici

Gabbia in Resina PEEK ad Elevatissima Resistenza, guidata sull'anello esterno (TP)

Altissima velocità

- Minima deformazione della gabbia per consentire una stabile rotazione alle alte velocità.
- Elevata resistenza alle alte temperature, fino a un massimo di 240°C.
- Eccellente resistenza all'usura, adatta alla lubrificazione minimale ad olio.
- Eccellenti proprietà fisiche, tra cui elevata resistenza, robustezza, resistenza all'usura e alla fatica.



Cuscinetto a rulli cilindrici ad una corona per altissime velocità
Serie Robust

Gabbia Massiccia in Ottone, guidata sui rulli (MB e MR)

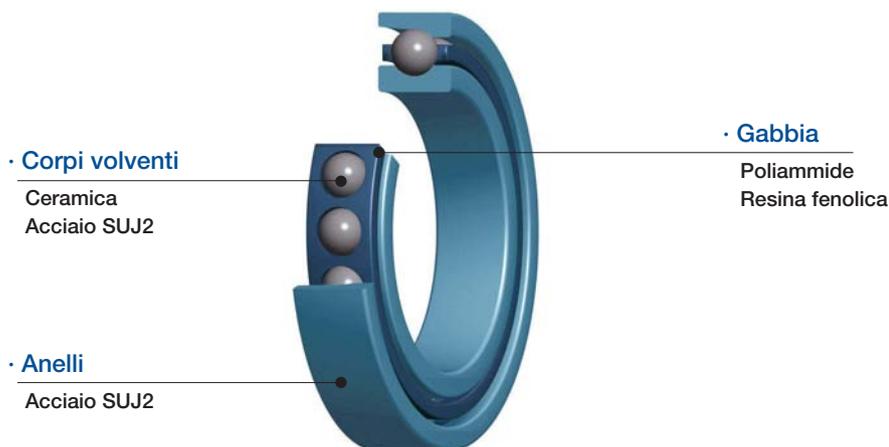
Uso Generale

- Questa gabbia garantisce elevata resistenza alle alte temperature, elevata resistenza meccanica ed elevata rigidità.

Componenti dei Cuscinetti

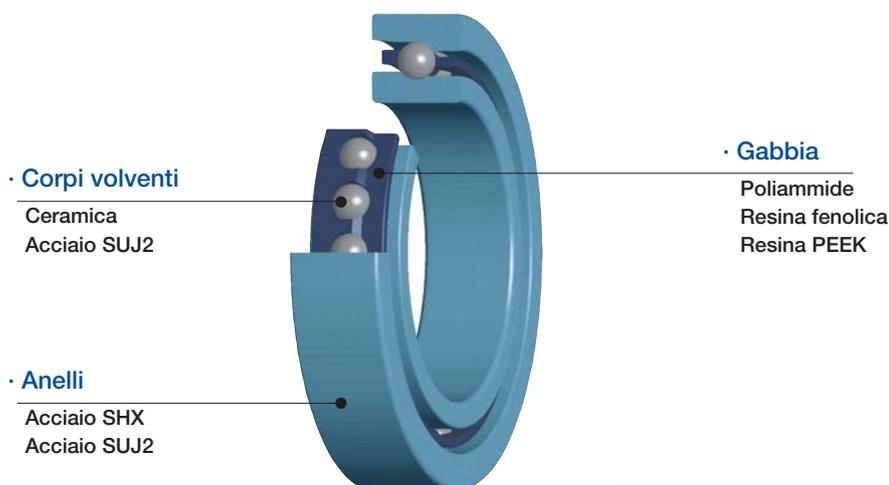
Cuscinetti NSK di Super Precisione con materiali e design interno ottimali

Cuscinetti a Sfere a Contatto Obliquo (Serie Standard)



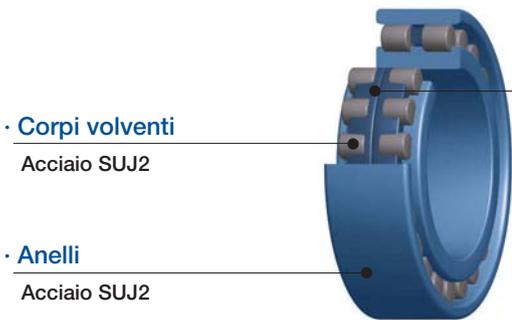
Versione	Anelli	Corpi volventi	Gabbia
Standard	SUJ2	SUJ2	Poliammide 46 (TYN) Resina fenolica (TR)
Ibrida	SUJ2	Ceramica	Resina fenolica (TR)

Cuscinetti a Sfere a Contatto Obliquo (Serie ROBUST)



Versione	Anelli	Corpi volventi	Gabbia
S	SUJ2	SUJ2	Poliammide 46 (TYN) Resina fenolica (T) Resina PEEK (T42)
H	SUJ2	Ceramica	Resina fenolica (T) Resina PEEK (T42)
X	SHX	Ceramica	Resina PEEK (T42)

Cuscinetti a Rulli Cilindrici



· **Corpi volventi**

Acciaio SUJ2

· **Anelli**

Acciaio SUJ2

· **Gabbie**

Resina PPS
Ottone

NN30

Versione	Anelli	Corpi volventi	Gabbie
Standard	SUJ2	SUJ2	Resina PPS(TB) Ottone (MB)



· **Corpi volventi**

Ceramica
Acciaio SHX
Acciaio SUJ2

· **Anelli**

Acciaio SHX
Acciaio SUJ2

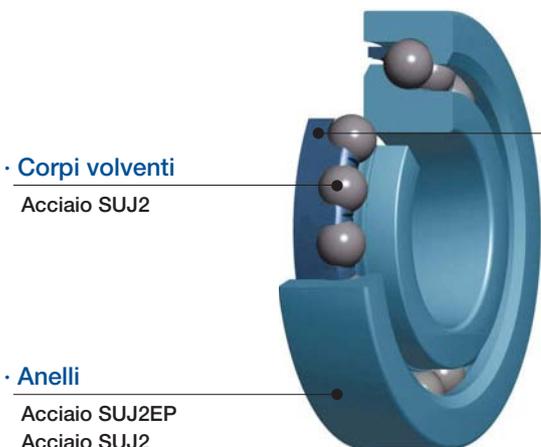
· **Gabbia**

Resina PEEK
Ottone

N10

Versione	Anelli	Corpi volventi	Gabbia
Standard	SUJ2	SUJ2	Ottone (MR)
RS	SUJ2	SUJ2	Resina PEEK (TP)
RX	SHX	SHX	
RXH	SHX	Ceramica	

Cuscinetti Assiali a Sfere a Contatto Obliquo per Supporto Viti a Ricircolazione di Sfere



· **Corpi volventi**

Acciaio SUJ2

· **Anelli**

Acciaio SUJ2EP
Acciaio SUJ2

· **Gabbia**

Poliamide
Ottone

Versione	Anelli	Corpi volventi	Gabbia
Per macchina utensile	SUJ2EP	SUJ2	Poliamide 66
Per stampaggio a iniezione	SUJ2	SUJ2	Poliamide 46 Ottone

Cuscinetti di Super Precisione - Gamma di Produzione

Sono disponibili diverse tipologie di cuscinetti NSK di super precisione, tra cui la serie ROBUST™ di cuscinetti ad altissime prestazioni, la serie speciale di cuscinetti per applicazioni dedicate e la serie standard.



Cuscinetti a Sfere a Contatto Obliquo ad Alta Precisione

Serie Standard

Standard Series

Cuscinetti NSK di super precisione, prodotti in conformità alle norme ISO.

- Serie 70xx, 72xx, 79xx
- Angoli di contatto: 15° (C), 25° (A5), 30° (A)
- Materiali della gabbia: resina fenolica (TR) o poliammide (TYN), in funzione dei requisiti applicativi
- Disponibili anche con sfere in ceramica



Cuscinetti a Sfere a Contatto Obliquo ad Altissime Velocità

Serie ROBUST

Serie ROBUST (BNR, BER)

Cuscinetti ad altissime prestazioni sviluppati per applicazioni ad alte velocità e bassa generazione di calore. Adatti per macchine utensili per lavorazioni ad altissima precisione ed altissima velocità.

- Angoli di contatto: 18° (BNR), 25° (BER)
- Materiali delle sfere: acciaio (versione S) o ceramica (versioni H e X)
- Materiali della gabbia: resina fenolica (T) o poliammide (TYN), in funzione dei requisiti applicativi
- La serie ROBUST può essere anche impiegata per applicazioni con velocità oltre i 3 milioni $d_{m/n}$



Cuscinetti a Sfere a Contatto Obliquo Schermati

Serie Standard

Serie Standard

Cuscinetti pre-ingrassati e schermati per ridurre i problemi di montaggio. Adatti per la manutenzione dei mandrini di macchine utensili.

- Disponibili nella serie Standard di cuscinetti a sfere a contatto obliquo di super precisione
- Disponibili nella serie ROBUST di cuscinetti a sfere a contatto obliquo per alte velocità
- Gamma disponibile: diametro foro da 30 a 100 mm, nelle serie dimensionali ISO 10 e ISO 19 (70xx e 79xx)



Cuscinetti Assiali a Sfere a Contatto Obliquo per Alte Velocità

Serie ROBUST

Serie ROBUST (BAR, BTR)

Cuscinetti assiali ad alta rigidezza per applicazioni nei torni.

- Angoli di contatto: 30° (BAR) e 40° (BTR)
- Materiali delle sfere: acciaio (versione S) o ceramica (versione H)



Cuscinetti a Sfere a Contatto Obliquo di Super Precisione

Serie ROBUST

Serie ROBUST (BGR)

Cuscinetti ad elevate prestazioni sviluppati specificatamente per rettificatrici per interni e per motori ad alta velocità con precarico costante.

- Gamma disponibile: diametro foro da 6 a 25 mm; angolo di contatto 15°
- Materiali delle sfere: acciaio (versione S) o ceramica (versione H e X)
- Non separabili
- Combinazioni universali (DU e SU)

I cuscinetti della serie ROBUST sono di super precisione ad elevate prestazioni.



Cuscinetti a rulli cilindrici ad una corona per altissime velocità

Serie ROBUST

Serie Standard

Serie ROBUST - Serie Standard

Cuscinetti a rulli cilindrici ad alte prestazioni progettati per applicazioni ad altissime velocità, come mandrini per centri di lavorazione.

- Materiali della gabbia: Ottone (MR)⁽¹⁾ e resina PEEK (TP)
- Materiali dei rulli: acciaio standard, acciaio SHX, ceramica
- La serie dei ROBUST RXH per altissime velocità può essere impiegata fino a 2.2 milioni d_{m7}

⁽¹⁾ La gabbia MR viene impiegata nella serie standard



Cuscinetti a Rulli Cilindrici a Due Corone

Serie Standard

Serie ad alta rigidezza

Progettata per conferire alta rigidezza nelle applicazioni ad elevata velocità come i mandrini per torni.

- Materiali della gabbia: Ottone (MB), resina PPS (TB)
- Configurazione standard per la gola ed i fori di lubrificazione: versione E44



Cuscinetti Assiali a Sfere a Contatto Obliquo per Supporto Viti a Ricircolazione di Sfere

Serie Standard

Per applicazioni in macchine utensili

Cuscinetti assiali ad alta rigidezza progettati specificatamente per il supporto delle viti a ricircolazione di sfere nelle macchine utensili.

- Angolo di contatto: 60°
- Disponibili per il montaggio universale, per soddisfare qualunque requisito di rigidezza e durata
- Disponibili anche pre-ingrassati
- Disponibile anche nella versione con tenute striscianti e grasso resistente all'acqua



Cuscinetti Assiali a Sfere a Contatto Obliquo per Supporto Viti a Ricircolazione di Sfere

Serie Standard

Per macchine di stampaggio ad iniezione

Grazie alla capacità di carico incrementata, la durata è fino a cinque volte superiore rispetto a quella della serie per applicazioni su macchine utensili. Il numero dei cuscinetti può pertanto essere ridotto.

- Facilità di montaggio rispetto ai cuscinetti a rulli conici o ai cuscinetti assiali orientabili a rulli, grazie ad una configurazione non separabile
- Il design interno è stato ottimizzato per ridurre la coppia resistente
- Disponibili per il montaggio universale, per soddisfare qualunque requisito di rigidezza e durata



Cuscinetti Radiali Rigidi a Sfere di Super Precisione

Serie Standard

Serie Standard

Adatti per motori ad elevata velocità e alta precisione.

- Materiali della gabbia: resina poliammidica (T1X e TYA), resina fenolica (T)
- Ottima silenziosità e basse vibrazioni

Progettati per raggiungere elevate velocità con una bassa generazione di calore - Serie ROBUST

Vantaggi

- 1 Bassa generazione di calore
- 2 Elevata resistenza al grippaggio
- 3 Migliore stabilità dimensionale alle alte temperature
- 4 Minori vibrazioni alle alte velocità

Prestazioni elevate



Spinshot™ II Versione XE

Idoneo per applicazioni con massima silenziosità, grazie all'ottimizzazione della lubrificazione aria-olio

- Materiale degli anelli: acciaio SHX resistente alle alte temperature
- Sfere in ceramica
- Materiale della gabbia in funzione dei requisiti di velocità:
resina fenolica guidata sull'anello esterno, fino a 2,5 milioni $d_m n$
resina PEEK guidata sull'anello esterno, oltre 2,5 milioni $d_m n$



Serie ROBUST Versione X

Cuscinetti dalle prestazioni elevate, che garantiscono elevata resistenza all'usura e al grippaggio nelle applicazioni ad altissima velocità

- Materiale degli anelli: acciaio SHX resistente alle alte temperature
- Sfere in ceramica
- Gabbia in resina fenolica guidata sull'anello esterno



Serie ROBUST Versione H

Cuscinetti dalle prestazioni elevate per applicazioni ad elevate velocità e bassa generazione di calore

- Materiale degli anelli: acciaio standard
- Sfere in ceramica
- Materiale della gabbia in funzione dei requisiti di velocità:
gabbia in resina poliammidica guidata sulle sfere: fino a 1,4 milioni $d_m n$
gabbia in resina fenolica guidata sull'anello esterno: oltre 1,4 milioni $d_m n$



Serie ROBUST Versione S

Cuscinetti con sfere in acciaio

- Materiale degli anelli: acciaio standard
- Sfere in acciaio
- Gabbia in resina poliammidica guidata sulle sfere, o in resina fenolica guidata sull'anello esterno

Alta velocità

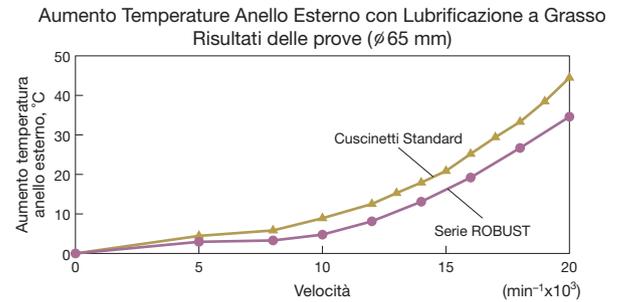
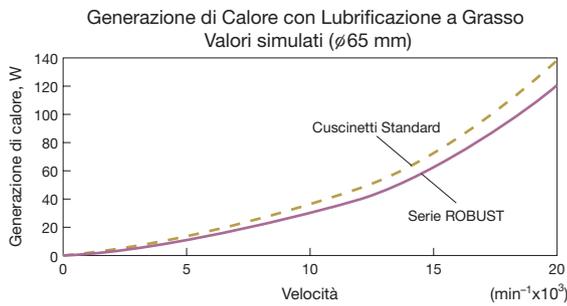
Caratteristiche della Versione XE

- **Ottime prestazioni alle alte velocità (con precarico rigido)**
Limite di velocità fino ad un massimo di 2,5 milioni $d_m n$ con raffreddamento (Max. 2,7 milioni $d_m n$ senza raffreddamento).
- **Silenziosità**
Il funzionamento è da 3 a 5 dB più silenzioso rispetto alla lubrificazione aria-olio.
- **Orientamento**
Rimane stabile sia con orientamento del mandrino orizzontale che verticale.
- **Ridotto consumo di aria**
Il consumo di aria può essere di 1/3 rispetto alla tradizionale lubrificazione aria-olio.

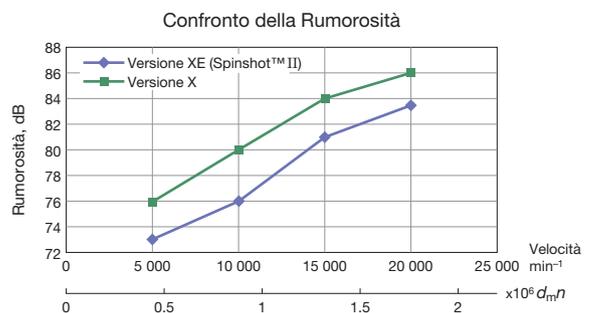
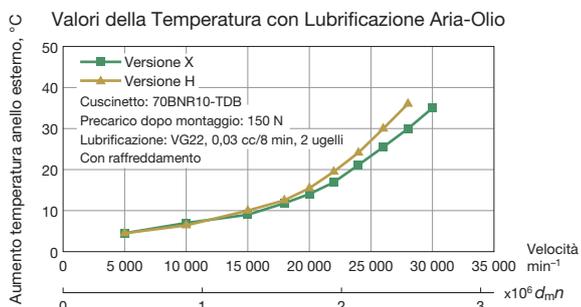
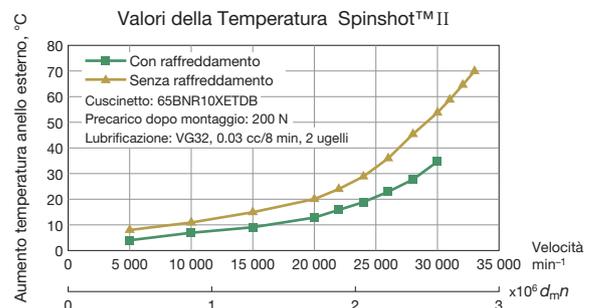
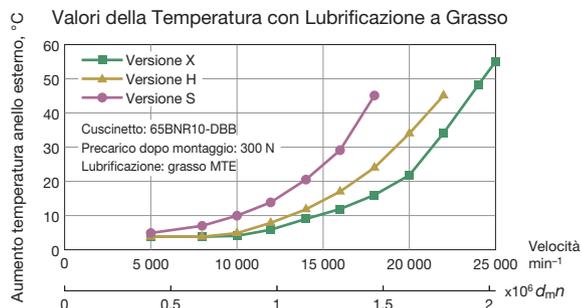


Dati delle Simulazioni

NSK ha ottimizzato il design interno grazie a sofisticati software di analisi che tengono conto dello slittamento all'interno del cuscinetto e simulano l'incremento di temperatura. Riducendo la generazione di calore, i cuscinetti della serie ROBUST mantengono molto di più la stabilità durante il funzionamento alle alte velocità della serie standard.



Dati dei Test



Progettati per offrire prestazioni elevate ed alta rigidezza alle alte velocità

Vantaggi

- 1 Bassa generazione di calore
- 2 Elevata resistenza al grippaggio
- 3 Minori vibrazioni alle altissime velocità

Prestazioni elevate



Cuscinetti a rulli cilindrici a doppia corona Versione ad elevata rigidezza

Serie ad elevate prestazioni grazie all'innovativo polimero impiegato per la gabbia

- Materiale degli anelli: acciaio standard
- Gabbia in resina PPS guidata sui rulli o massiccia in ottone guidata sui rulli (in funzione delle applicazioni)



Cuscinetti a rulli cilindrici ad una corona per altissime velocità ROBUST Versione RS

Progettati per ottimizzare il rapporto costi-prestazioni alle alte velocità

- Materiale degli anelli: acciaio standard
- Rulli in acciaio standard
- Gabbia in resina PEEK guidata sull'anello esterno

Cuscinetti a rulli cilindrici ad una corona Versione Standard

Serie standard di cuscinetti con gabbia in ottone

- Materiale degli anelli: acciaio standard
- Rulli in acciaio standard
- Gabbia massiccia in ottone guidata sui rulli



Cuscinetti a rulli cilindrici ad una corona per altissime velocità ROBUST Versione RXH

Le migliori prestazioni per un'eccezionale resistenza al grippaggio nelle applicazioni ad altissima velocità

- Materiale degli anelli: acciaio SHX
- resistente alle alte temperature
- Rulli in ceramica
- Gabbia in resina PEEK guidata sull'anello esterno



Cuscinetti a rulli cilindrici ad una corona per altissime velocità Serie ROBUST Versione RX

Alte prestazioni con una eccezionale resistenza al grippaggio e all'usura nelle applicazioni ad altissima velocità

- Materiale degli anelli: acciaio SHX resistente alle alte temperature
- Rulli in acciaio SHX
- Gabbia in resina PEEK guidata sull'anello esterno

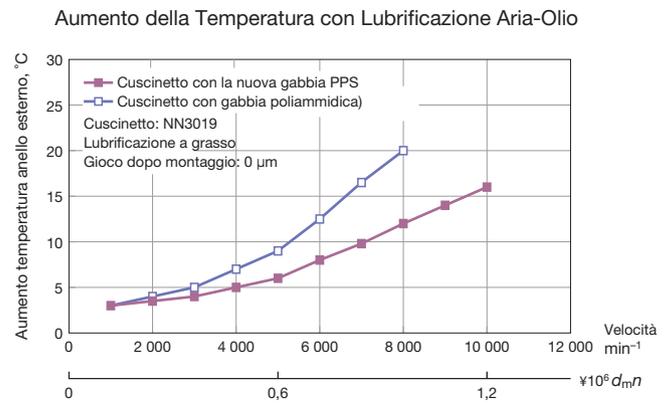
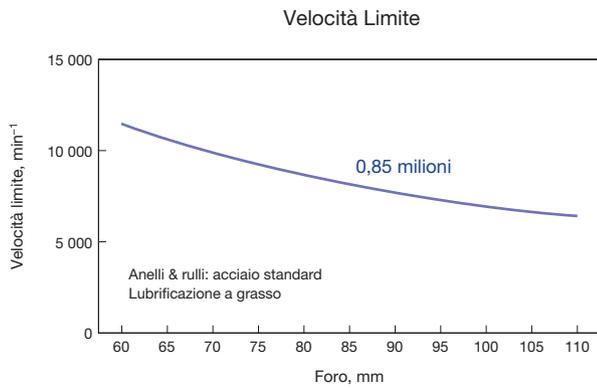
Alta velocità

Caratteristiche dei Cuscinetti a Rulli Cilindrici a Due corone ad Elevata Rigidezza

· Maggiore durata

La gabbia in resina PPS (polimero ottimizzato) è resistente al calore e conferisce una elevata rigidezza.

Comparata con la gabbia massiccia in ottone, questa gabbia riduce al minimo le particelle contaminanti, garantendo così una maggiore durata del grasso.



Caratteristiche dei Cuscinetti a Rulli Cilindrici ad Una Corona della serie ROBUST per Altissime Velocità

· Bassa generazione di calore

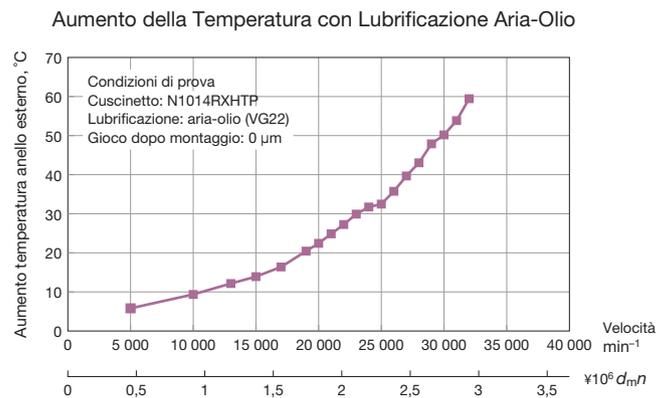
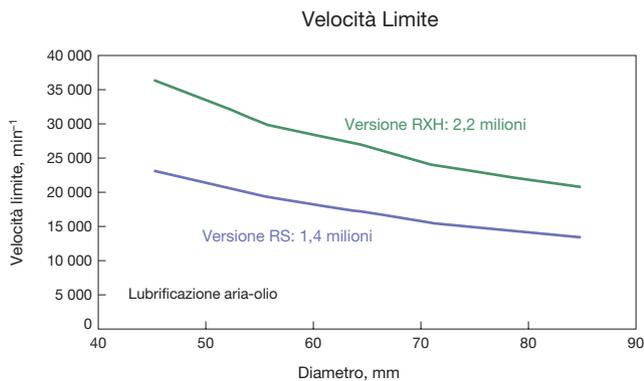
Il design interno e l'innovativo materiale della gabbia contribuiscono a minimizzare la generazione di calore.

· Resistenza al grippaggio

Le versioni RX e RXH sono realizzate in acciaio SHX, che conferisce un'eccezionale resistenza al grippaggio.

· Funzionalità alle altissime velocità

Le versioni RS, RX e RXH hanno la gabbia in resina PEEK resistente al calore per applicazioni ad altissima velocità (oltre 2,0 milioni $d_m n$).



Cuscinetti ad alte prestazioni che garantiscono elevata rigidità alle alte velocità – Serie ROBUST

Vantaggi

- 1 Funzionalità alle alte velocità
- 2 Bassa generazione di calore
- 3 Elevata precisione



Cuscinetti assiali a sfere a contatto obliquo per alte velocità
Serie BTR

Angolo di contatto di 40° con elevata rigidità assiale e bassa generazione di calore. Intercambiabile con la Serie TAC.



Cuscinetti assiali a sfere a contatto obliquo per alte velocità
Serie BAR

L'angolo di contatto di 30° consente di raggiungere velocità superiori. Intercambiabile con le Serie TAC e BTR.



Cuscinetti assiali a doppia corona di sfere a contatto obliquo
Serie TAC

L'angolo di contatto di 60° garantisce maggiore rigidità rispetto alle altre serie.

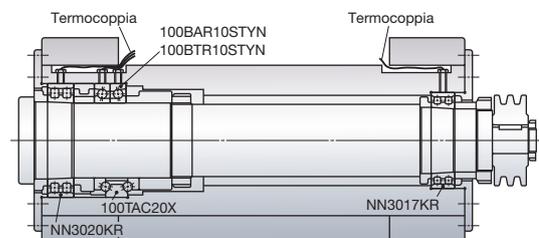
Caratteristiche dei Cuscinetti Assiali a Sfere a Contatto Obliquo

Elevata precisione

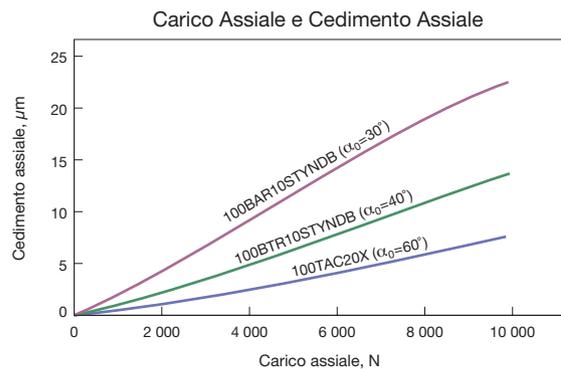
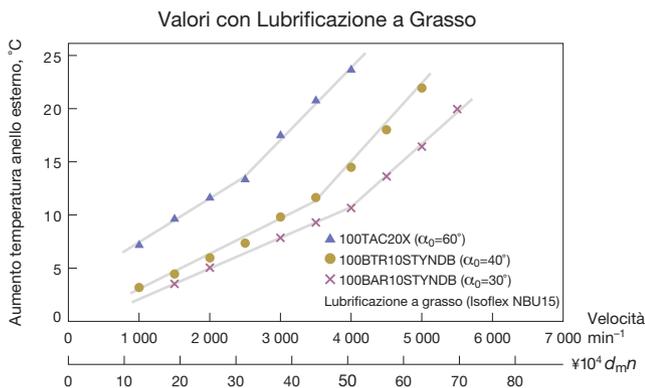
Grazie all'elevato grado di precisione, sono particolarmente indicati per le applicazioni nei mandrini per tornis.

Intercambiabilità

Essendo le Serie BTR e BAR dimensionalmente intercambiabili con la serie TAC, è possibile variare la rigidità del mandrino mediante una minima modifica dello stesso (vedi figura di destra).



Configurazione banco di prova



Cuscinetti per rettificatrici per interni ad altissima velocità, per elevata precisione e lunga durata – Serie ROBUST (BGR)

Vantaggi

- 1 Design interno ottimizzato
- 2 Facile montaggio grazie ai componenti non separabili
- 3 Disponibili per il montaggio universale



Caratteristiche della Serie BGR

· Design ottimizzato

Il design ottimizzato della gabbia guidata sull'anello esterno consente di migliorare la lubrificazione. Lo scarico sull'anello esterno migliora il flusso dell'olio all'interno del cuscinetto.

· Maggiore durata

L'impiego dell'acciaio SHX resistente al calore garantisce una maggiore durata.

· Semplice montaggio

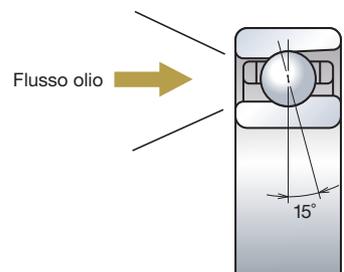
Una struttura non separabile rende semplice il montaggio.

· Elevatissima precisione

Questi cuscinetti sono realizzati in classe di precisione ISO 2 (ABMA ABEC9).

· Montaggio universale

I cuscinetti possono essere disposti in accoppiamento tradizionale DB/DF/DT, o in qualsiasi altra combinazione.



(per applicazioni in macchine utensili)

Cuscinetti speciali ad elevate prestazioni ed elevata rigidezza - Serie TAC B

Vantaggi

- 1 Maggiore durata
- 2 Minore attrito
- 3 Facilità di montaggio
- 4 Elevata precisione



Caratteristiche dei Cuscinetti per Supporto Viti a Ricircolazione di Sfere per Macchine Utensili

· Maggiore durata

Componenti realizzati in acciaio a lunga durata EP estremamente puro.

· Elevata rigidezza

Maggiore rigidezza assiale grazie allo speciale design interno (maggior numero di sfere ed angolo di contatto di 60°).

· Minore attrito

Minore coppia di spunto rispetto ai cuscinetti a rulli conici o cilindrici.

Ciò significa elevata precisione di rotazione anche a basse potenze.

· Accoppiamento universale

I cuscinetti possono essere disposti in accoppiamento tradizionale DB/DF/DT, o in qualsiasi altra combinazione.

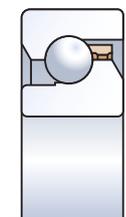
Sono disponibili anche nella versione pre-ingrassata.

· Facile montaggio ed elevata affidabilità

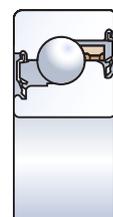
La serie con tenute striscianti e grasso resistente all'acqua presenta maggiore affidabilità e facilità di montaggio. Lo standard per questa serie è la combinazione universale singola (SU).

· Elevata precisione di rotazione

La nuova gabbia in poliammide è stata progettata per un'elevata precisione di rotazione.



TAC B



TAC B con tenute

(per applicazioni in macchine per stampaggio ad iniezione)

Questi cuscinetti speciali ad elevate prestazioni possono semplificare il progetto delle macchine e ridurre i costi - Serie TAC 02, 03

Vantaggi

- 1 Riduzione degli ingombri, elevata capacità di carico
- 2 Elevata affidabilità
- 3 Facilità di montaggio
- 4 Coppia ridotta grazie al design ottimizzato



Caratteristiche dei Cuscinetti per Supporto Viti a Ricircolazione di Sfere per Macchine per Stampaggio ad Iniezione

· Alta affidabilità

Il design interno ad elevata capacità di carico conferisce al cuscinetto una durata 5 volte superiore rispetto al corrispondente cuscinetto della serie TAC B.

· Facilità di montaggio

Grazie al design non scomponibile, i cuscinetti offrono una maggiore facilità di montaggio rispetto ai cuscinetti a rulli conici o ai cuscinetti assiali orientabili a rulli.

· Un progetto semplificato porta a costi ridotti

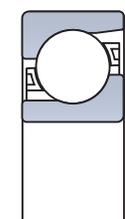
Il livello di precarico prestabilito favorisce un assemblaggio veloce e senza ulteriori regolazioni. Non è quindi necessario alcun design speciale delle parti e ciò favorisce il risparmio di tempo e costi.

· Minore coppia di rotolamento

Design interno ottimizzato per ridurre la coppia di rotolamento (se impiegati al posto di cuscinetti a rulli cilindrici, questi cuscinetti generano una coppia di attrito ridotta).



Cuscinetto per macchine utensili e per macchine per stampaggio ad iniezione

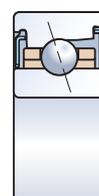


TAC03AT85

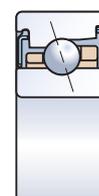
Ideali per manutenzione di mandrini - Serie ROBUST e Standard

Caratteristiche dei Cuscinetti a Sfere a Contatto Obliquo Schermati

- **Facilità di montaggio**
Non è necessaria l'operazione di ingrassaggio prima del loro montaggio.
- **Rispetto per l'ambiente**
Il design schermato impedisce la dispersione di grasso.



Serie ROBUST
con gabbia T



Serie ROBUST
con gabbia TYN



Serie Standard
con gabbia TR

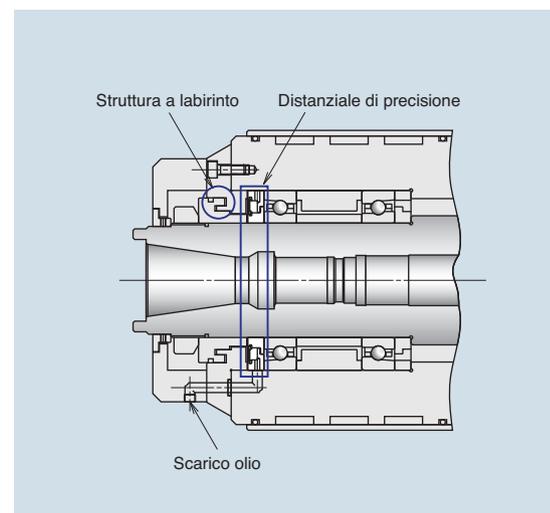
Altri prodotti

Distanziali di Precisione Schermati

I distanziali di precisione schermati eliminano i rischi di contaminazione
Disponibili su richiesta

Caratteristiche dei Distanziali di Precisione Schermati

- **Rispetto per l'ambiente**
Il design schermato evita la dispersione di grasso.
- **Alta affidabilità**
Riduzione della contaminazione da polveri e liquidi refrigeranti nei mandrini lubrificati a grasso.



MTS, MTE, ENS

Caratteristiche dei Grassi per Mandrini di Macchine Utensili

- MTS** Contiene addensante di urea ed offre una maggiore resistenza. Raccomandato per un utilizzo nei mandrini ad altissima velocità.
- MTE** Formulato per ottenere maggiore resistenza ai carichi. Raccomandato per un utilizzo nei mandrini ad alta velocità.
- ENS** Grasso biodegradabile e quindi non inquinante, a tutto vantaggio della salvaguardia ambientale.



MTE e MTS sono disponibili su richiesta in tubetti da 100 gr. o barattoli da 1 kg.

Caratteristiche dei Grassi

Caratteristica	Condizione	MTS	MTE	ENS	Metodo di prova
Addensante	—	Urea	Complesso al bario	Urea	—
Olio di base	—	Estere + olio sintetico a base di idrocarburi	Estere	Estere di polioli	—
Viscosità cinematica dell'olio di base (mm ² /sec)	40°C	22	23	32	JIS K2283
Penetrazione lavorata	25°C, 60 W	2-3	2	2	JIS K2220 (Sezione 7)
Punto di goccia (°C)	—	> 220	> 200	> 260	JIS K2220 (Sezione 8)
Evaporazione (% in massa)	99°C × 22 H	0,3	0,4	0,4	JIS K2220 (Sezione 10)
Separazione dell'olio (% in massa)	100°C × 24 H	0,4	1.0	1,1	JIS K2220 (Sezione 11)

La Selezione del Cuscinetto Ideale è una Scelta Importante

I cuscinetti di super precisione sono progettati per offrire alta precisione, elevate velocità di rotazione ed elevata rigidità per soddisfare le richieste del mercato delle macchine utensili. Poiché ogni applicazione ha le sue necessità ed ogni tipo di cuscinetto ha le sue specifiche caratteristiche, è importante selezionare il tipo di cuscinetto in base alle specifiche esigenze di ogni singola applicazione.

Trarre vantaggio dal Supporto Tecnico NSK nella selezione del cuscinetto

NSK è impegnata nel supportare i propri clienti nella scelta del cuscinetto più appropriato, in grado cioè di offrire le migliori prestazioni per ogni specifica applicazione.

Non esitate a contattare NSK per avere il nostro supporto durante il progetto di un nuovo mandrino con cuscinetti per alte velocità, un mandrino standard oppure personalizzato per un cliente specifico. NSK ha l'esperienza e la competenza allo stato dell'arte nel campo dell'alta velocità, la massima tecnologia per i mandrini, tutto ciò al fine di garantire la scelta del miglior cuscinetto per la vostra applicazione.

Per maggiori informazioni sulle più recenti tecnologia NSK, visitate il nostro sito o chiamateci oggi stesso.

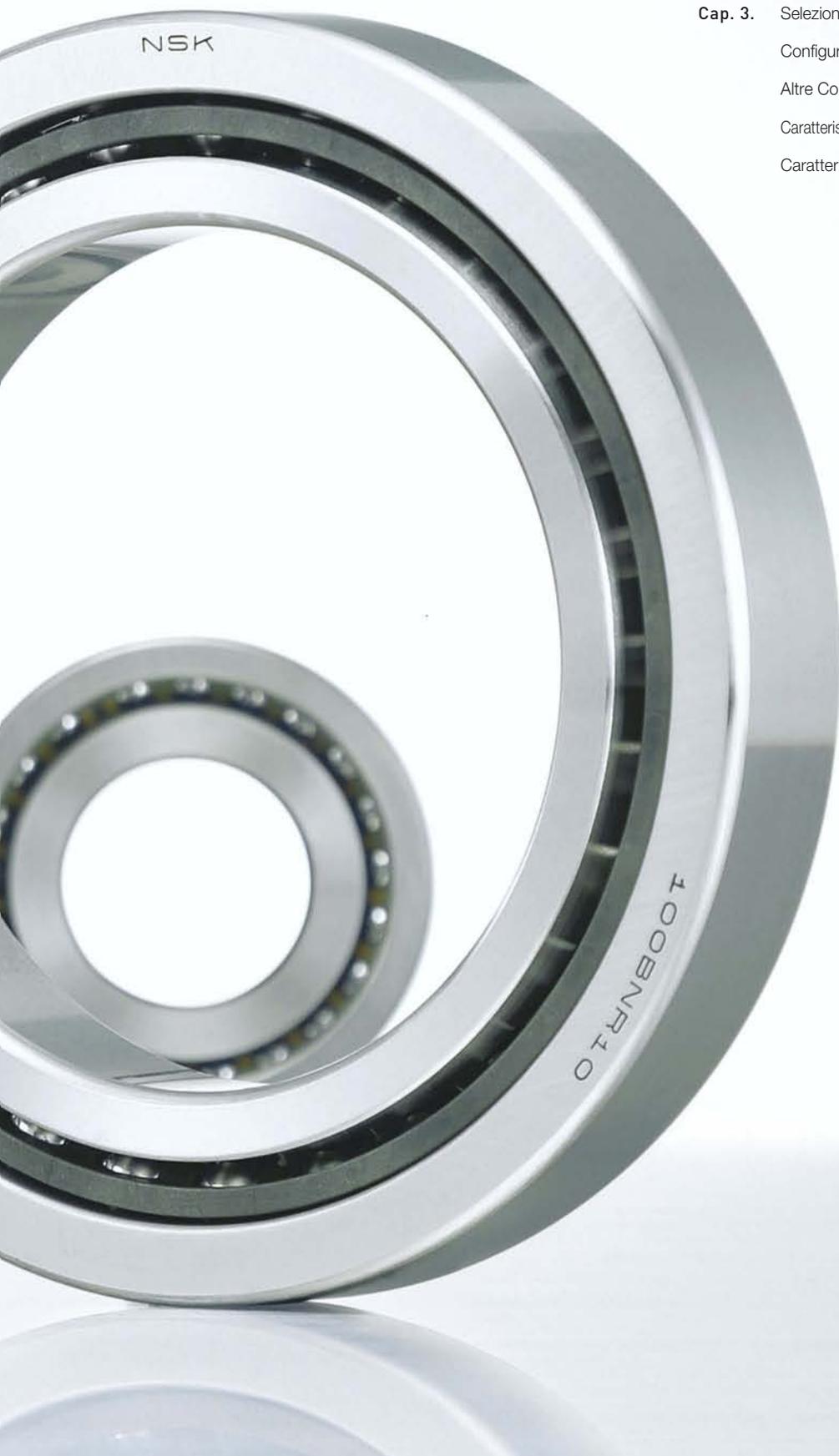
Sito internet NSK

www.nsk.com



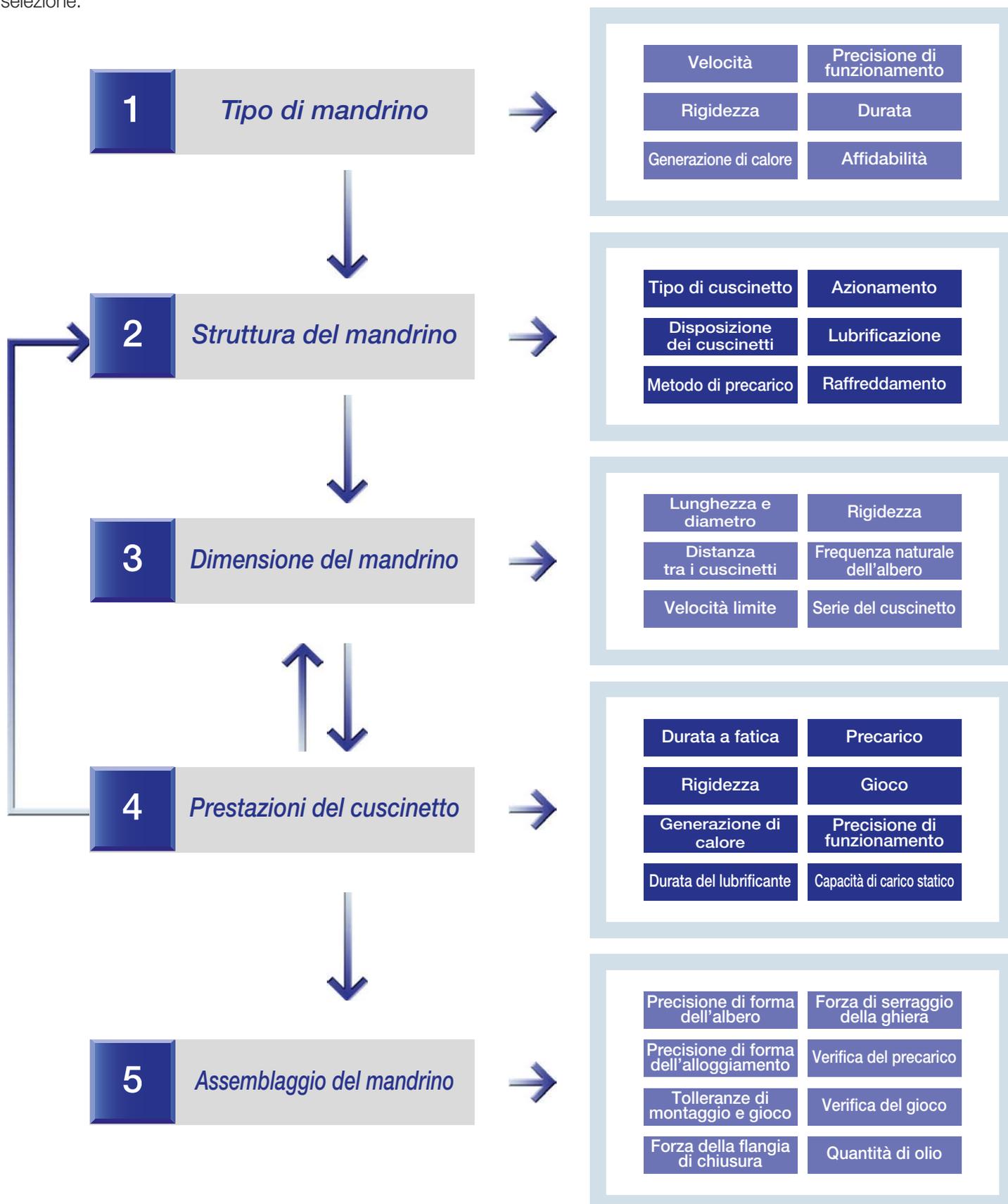
Indice

Cap. 3.	Selezione del Cuscinetto	_____	Pag. 36
	Configurazioni Tipiche dei Mandrini ad Alta Velocità	__	Pag. 38
	Altre Configurazioni di Mandrini	_____	Pag. 40
	Caratteristiche dei Cuscinetti a Sfere a Contatto Obliquo	__	Pag. 42
	Caratteristiche dei Cuscinetti a Rulli Cilindrici	_____	Pag. 44



SELEZIONE DEL CUSCINETTO

Il diagramma di seguito mostra le cinque fasi principali da seguire per una corretta selezione del cuscinetto impiegato in mandrini ad alta velocità. Sono inclusi anche i vari fattori da tenere in considerazione in ogni singolo passo del processo di selezione.

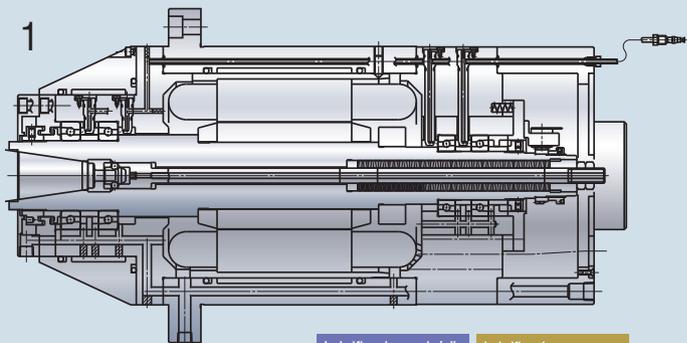


Il servizio tecnico NSK è sempre a Vostra disposizione per supportarVi nella progettazione di nuovi mandrini, per velocità molto elevate o mandrini per applicazioni speciali. NSK offre al cliente la propria esperienza e conoscenza in soluzioni all'avanguardia.



CONFIGURAZIONI TIPICHE DEI MANDRINI AD ALTA VELOCITÀ (Velocità superiori)

Velocità di rotazione ($d_m n$)



Lubrificazione aria/olio $d_m n \nearrow 3.5M$ Lubrificazione a grasso $d_m n \nearrow 2.0M$

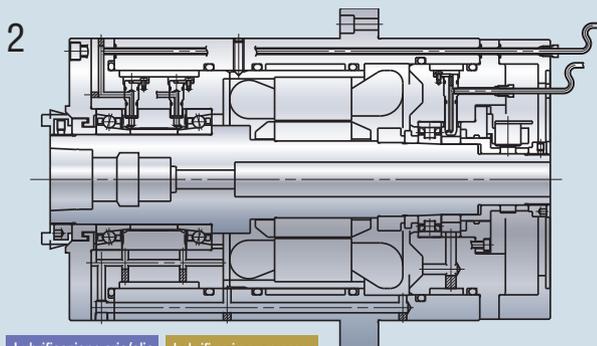
Configurazione I

Naso mandrino: coppia di cuscinetti a sfere a contatto obliquo per altissime velocità, con disposizione in tandem (DT)

Coda mandrino: coppia di cuscinetti a sfere a contatto obliquo per altissime velocità, con disposizione in tandem (DT)

Mandrini così configurati sono ideali per applicazioni ad altissima velocità e normalmente impiegano sistemi di precarico costante. Questa configurazione di mandrino non offre una rigidità molto elevata ma, se paragonato ad un mandrino con precarico di tipo rigido, consente di ottenere altissime velocità di rotazione e bassa generazione di calore.

Applicazioni: Centri di lavoro, Rettifiche, Elettromandrini ad alta frequenza, etc.



Lubrificazione aria/olio $d_m n \nearrow 2.5M$ Lubrificazione a grasso $d_m n \nearrow 1.5M$

Configurazione II

Naso mandrino: coppia di cuscinetti a sfere a contatto obliquo per altissime velocità, con disposizione dorso a dorso (DB)

Coda mandrino: cuscinetto ad una corona di rulli cilindrici

(Nel caso di cuscinetti a sfere a contatto obliquo, è possibile adottare sia il precarico di tipo rigido che il precarico di tipo costante)

Mandrini così configurati sono ideali per applicazioni ad altissima velocità e normalmente impiegano sistemi di precarico rigido. Questa configurazione di mandrino offre una rigidità radiale ed assiale superiore rispetto alla configurazione 1. L'impiego di un cuscinetto a rulli cilindrici in coda permette una migliore scorrevolezza.

Applicazioni: Centri di lavoro, Rettifiche, Elettromandrini ad alta frequenza, etc.

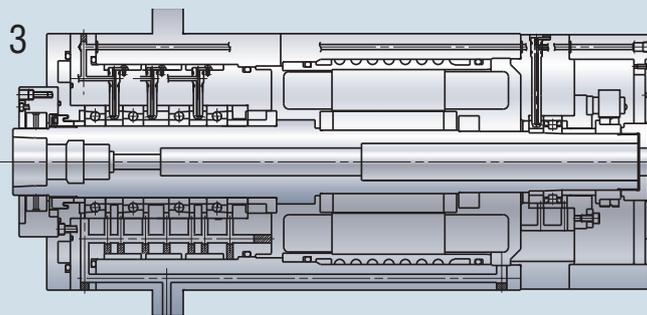
Configurazione III

Naso mandrino: quaterna di cuscinetti a sfere a contatto obliquo per altissime velocità con disposizione dorso a dorso (DBB)

Coda mandrino: cuscinetto di una corona di rulli cilindrici ad altissime velocità (nel caso di cuscinetti a sfere a contatto obliquo, è possibile adottare sia il precarico di tipo rigido che il precarico di tipo costante)

Mandrini così configurati raggiungono velocità di rotazione inferiori a quelle della configurazione 2, ma hanno valori di rigidità radiale ed assiale superiori.

Applicazioni: Torni CN, Fresatrici CN, Centri di lavoro, etc.



Lubrificazione aria/olio $d_m n \nearrow 2.2M$ Lubrificazione a grasso $d_m n \nearrow 1.3M$

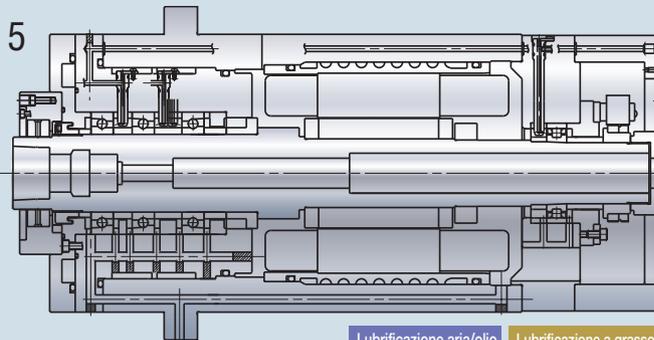
Configurazione V

Naso mandrino: terna di cuscinetti a sfere a contatto obliquo per altissime velocità con disposizione (DBD)

Coda mandrino: cuscinetto di una corona a rulli cilindrici (nel caso di cuscinetti a sfere a contatto obliquo, è possibile adottare sia il precarico di tipo rigido che il precarico di tipo costante)

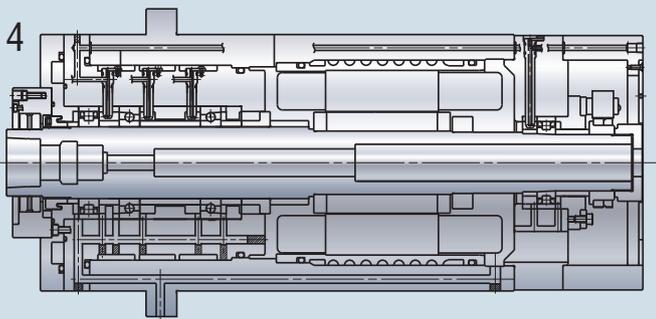
Al confronto con mandrini con una configurazione di tipo 2, questo tipo di mandrini raggiungono velocità di rotazione inferiori ma offrono una rigidità radiale ed assiale superiore. Inoltre, al confronto con una configurazione di tipo 3 e 4, essi offrono velocità e rigidità inferiori.

Applicazioni: Torni CN, Fresatrici CN, Centri di lavoro, etc.



Lubrificazione aria/olio $d_m n \nearrow 1.8M$ Lubrificazione a grasso $d_m n \nearrow 1.2M$

Rigidità del mandrino



Lubrificazione aria/olio $d_m n \nearrow 2.2M$ Lubrificazione a grasso $d_m n \nearrow 1.3M$

Configurazione IV

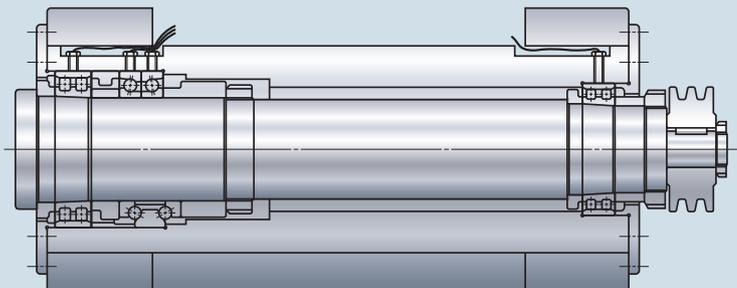
- Naso mandrino:** cuscinetto ad una corona di rulli cilindrici e coppia di cuscinetti a sfere a contatto obliquo con disposizione dorso a dorso (DB)
- Coda mandrino:** cuscinetto ad una corona di rulli cilindrici per altissime velocità (nel caso di cuscinetti a sfere a contatto obliquo, è possibile adottare sia il precarico di tipo rigido che il precarico di tipo costante)
- Mandrini così configurati raggiungono velocità di rotazione simili alla configurazione 3. La presenza di un cuscinetto a rulli cilindrici sul naso mandrino, consente elevati valori di rigidità radiale, permettendo così alte velocità di rotazione ed al tempo stesso pesanti asportazioni.
- Applicazioni:** Torni CN, Fresatrici CN, Centri di lavoro, etc.

Configurazione VI

- Naso mandrino:** cuscinetto a due corone di rulli cilindrici ad elevata rigidità e coppia di cuscinetti a sfere a contatto obliquo in disposizione dorso a dorso (DB)
- Coda mandrino:** cuscinetto a due corone di rulli cilindrici ad elevata rigidità
- Le velocità di rotazione per questo tipo di configurazione non sono elevate, tuttavia questi mandrini offrono le più elevate rigidità radiali ed assiali.
- Applicazioni:** Torni CN, Fresatrici CN, Centri di lavoro, etc.

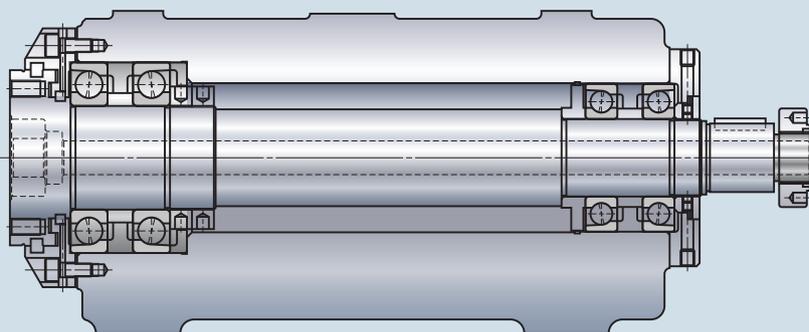
6

Lubrificazione aria/olio $d_m n \nearrow 1.0M$ Lubrificazione a grasso $d_m n \nearrow 0.8M$

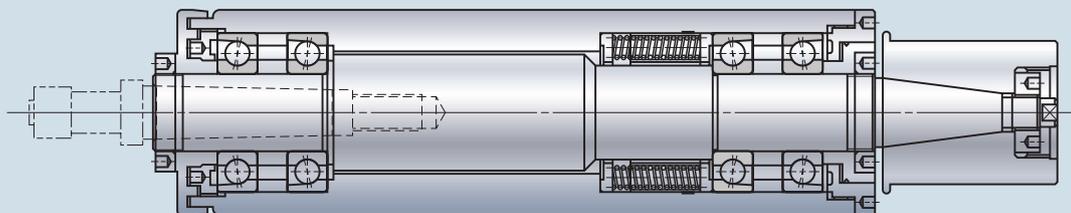


ALTRE CONFIGURAZIONI DI MANDRINI

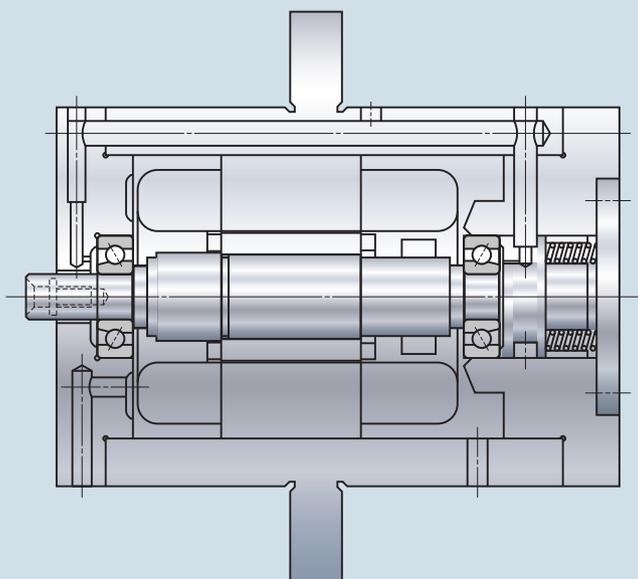
Testa foratrice



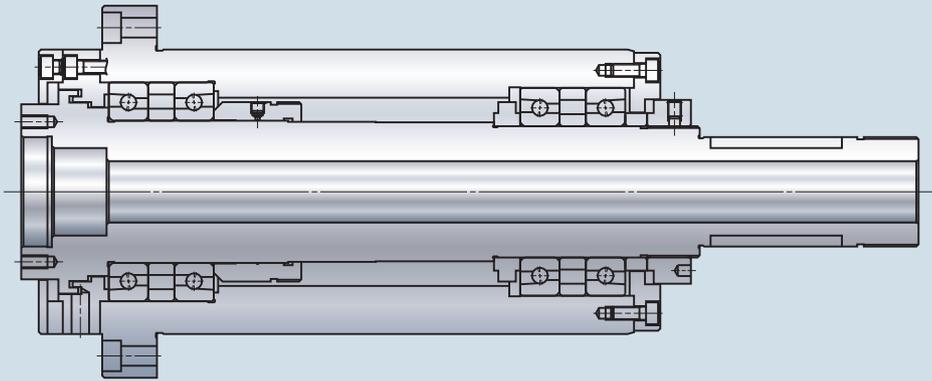
Mandrino per rettifica



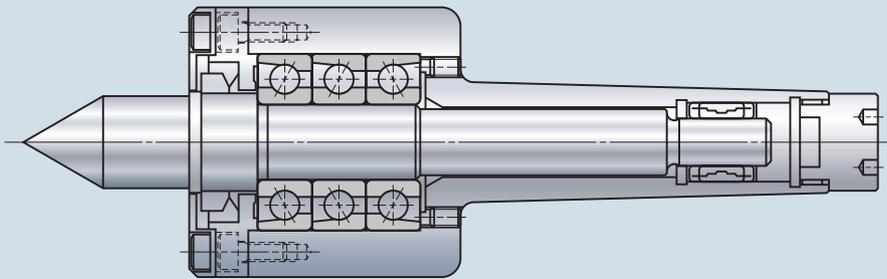
Elettromandrino ad alta frequenza



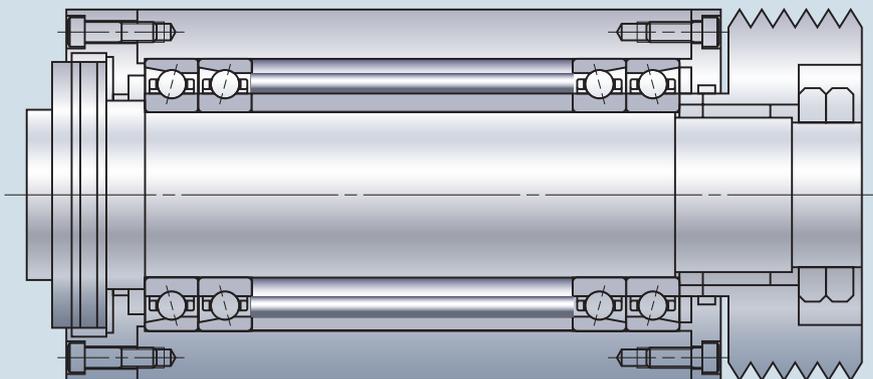
Mandrino per tornio di alta precisione



Contropunta



Unità mandrino di lavoro



CARATTERISTICHE DEI CUSCINETTI A SFERE A CONTATTO OBLIQUO

Principali Caratteristiche dei Cuscinetti a Sfere a Contatto Obliquo (ACBB)

■ Un angolo di contatto predefinito

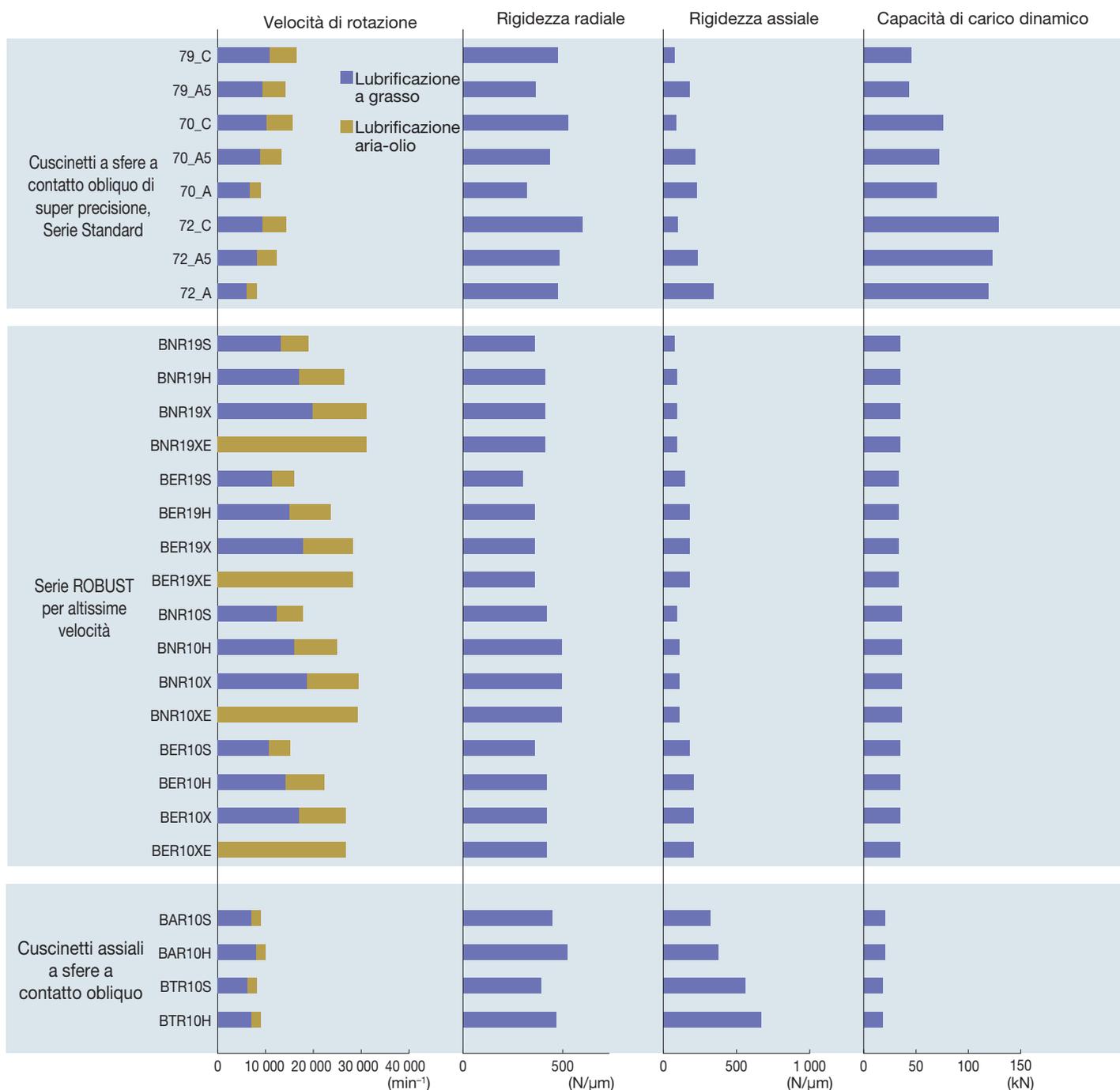
■ Utilizzo in gruppo con un determinato precarico

· Quando si selezionano i cuscinetti a sfere a contatto obliquo, è importante considerare attentamente le caratteristiche sopra evidenziate, poiché essi hanno caratteristiche e prestazioni specifiche.

· È quindi importante conoscere l'effetto dell'angolo di contatto e del precarico sulle prestazioni del cuscinetto ACBB per effettuare la scelta più adatta alla propria applicazione.

I grafici seguenti riassumono le diverse prestazioni di ogni tipo di cuscinetto ACBB (per serie e serie dimensionali), in base all'angolo di contatto, al precarico e alla disposizione.

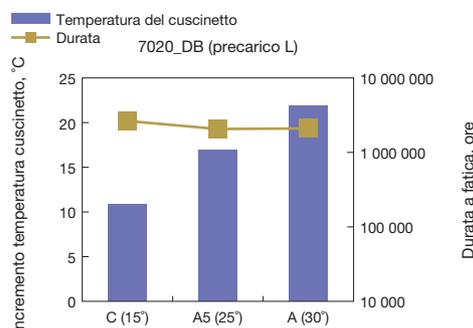
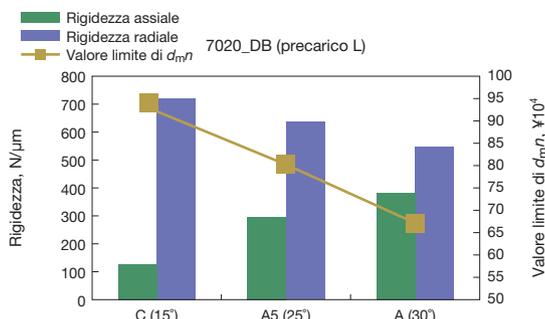
Confronto tra le Prestazioni dei Diversi Tipi di Cuscinetti (diametro foro 70 mm, disposizione DB, precarico L)



Effetti dovuti all'Angolo di Contatto

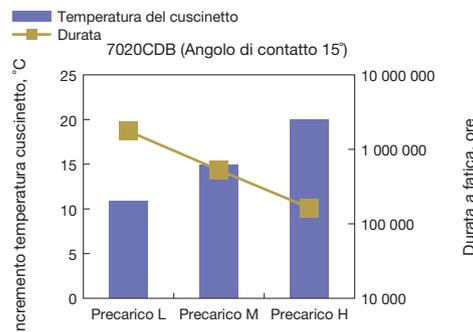
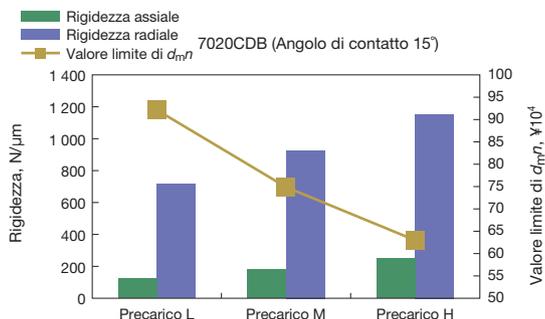
All'aumentare dell'angolo di contatto, nei cuscinetti a sfere a contatto obliquo aumenta la capacità di carico assiale, ma diminuisce la velocità massima ammissibile. Pertanto, nelle applicazioni dove è richiesta una elevata velocità di rotazione ed un'elevata capacità di carico radiale, è preferibile adottare cuscinetti a sfere a contatto obliquo con un angolo di contatto inferiore. I grafici di seguito riportati mettono a confronto la rigidezza, la velocità massima raggiungibile e l'innalzamento della temperatura di un cuscinetto a sfere a contatto obliquo 7020 con diversi angoli di contatto: C (15°), A5 (25°) e A (30°).

Con lo stesso livello di precarico leggero (L), il cuscinetto con angolo di contatto C ha una maggiore rigidezza radiale con un minore sviluppo di calore rispetto al cuscinetto con angolo di contatto A. Il cuscinetto con angolo di contatto A fornisce la massima rigidezza assiale, tre volte superiore a quella del cuscinetto con angolo di contatto C, ma la velocità massima raggiungibile è minore degli altri.



Effetti dovuti al Precarico

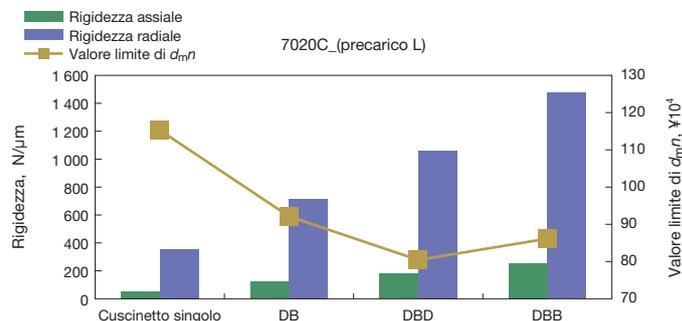
Il precarico influenza le prestazioni dei cuscinetti a sfere a contatto obliquo così come l'angolo di contatto. All'aumentare del precarico aumenta la rigidezza, a discapito della velocità massima raggiungibile. NSK ha definito dei valori di precarico standard. Essi sono: Extra Leggero (EL), Leggero (L), Medio (M) e Pesante (H). I grafici di seguito riportati mettono a confronto le prestazioni del cuscinetto 7020C_DB con i vari livelli di precarico. Anche mantenendo l'angolo di contatto costante, all'aumentare del precarico la rigidezza assiale e radiale aumenta. Aumenta anche la temperatura del cuscinetto, riducendo la velocità massima ammissibile e la durata calcolata. Per ottenere elevati valori di rigidezza è quindi necessario accettare una velocità massima inferiore. Analogamente, per raggiungere un'elevata velocità massima è necessario accettare una rigidezza inferiore. La selezione del precarico va fatta con molta cautela. Se il valore di precarico selezionato fosse eccessivo, combinato con un'elevata velocità di rotazione, esso potrebbe generare dei fenomeni di grippaggio.



Effetti dovuti alla Disposizione

I cuscinetti a sfere a contatto obliquo vengono normalmente impiegati in coppie o gruppi. Esistono 3 disposizioni – dorso a dorso (DB), faccia a faccia (DF) e tandem (DT).

Le disposizioni più comuni prevedono gruppi in coppia, terna e quaterna. Tenendo fisso il tipo di disposizione ed aumentando il numero di cuscinetti all'interno del gruppo, aumentano la rigidezza e la capacità di carico, mentre la velocità massima raggiungibile si riduce.

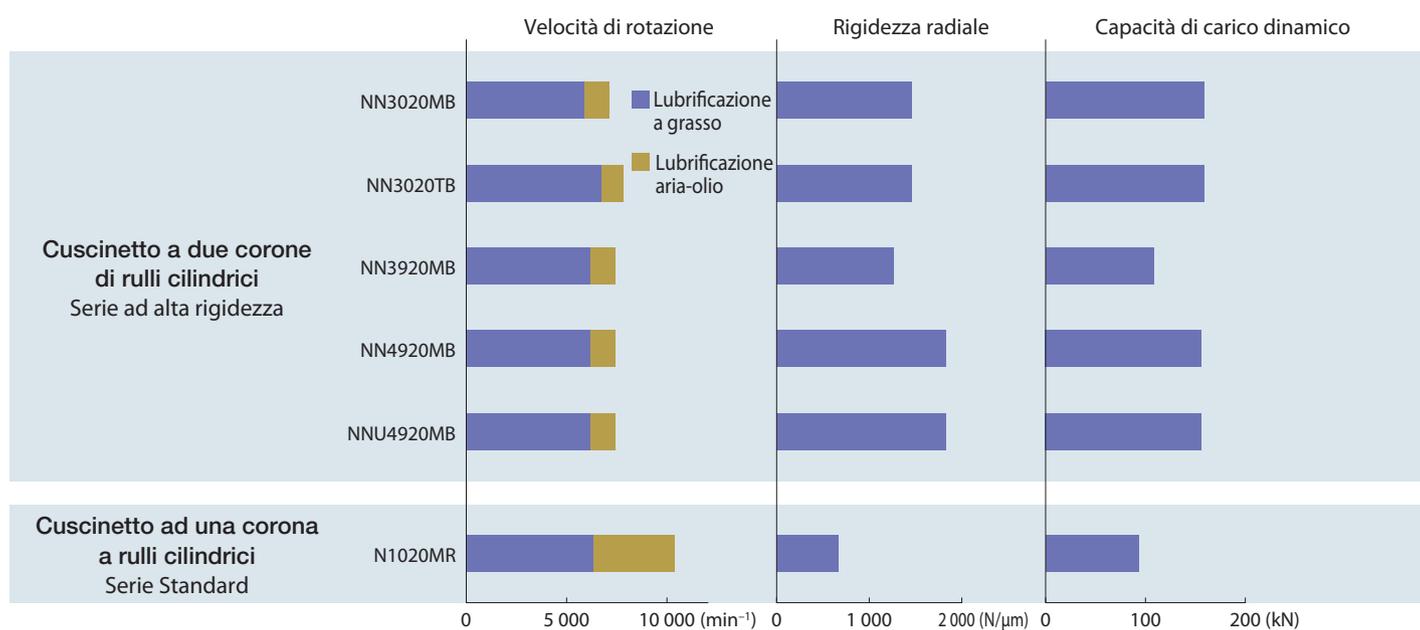


CARATTERISTICHE DEI CUSCINETTI A RULLI CILINDRICI

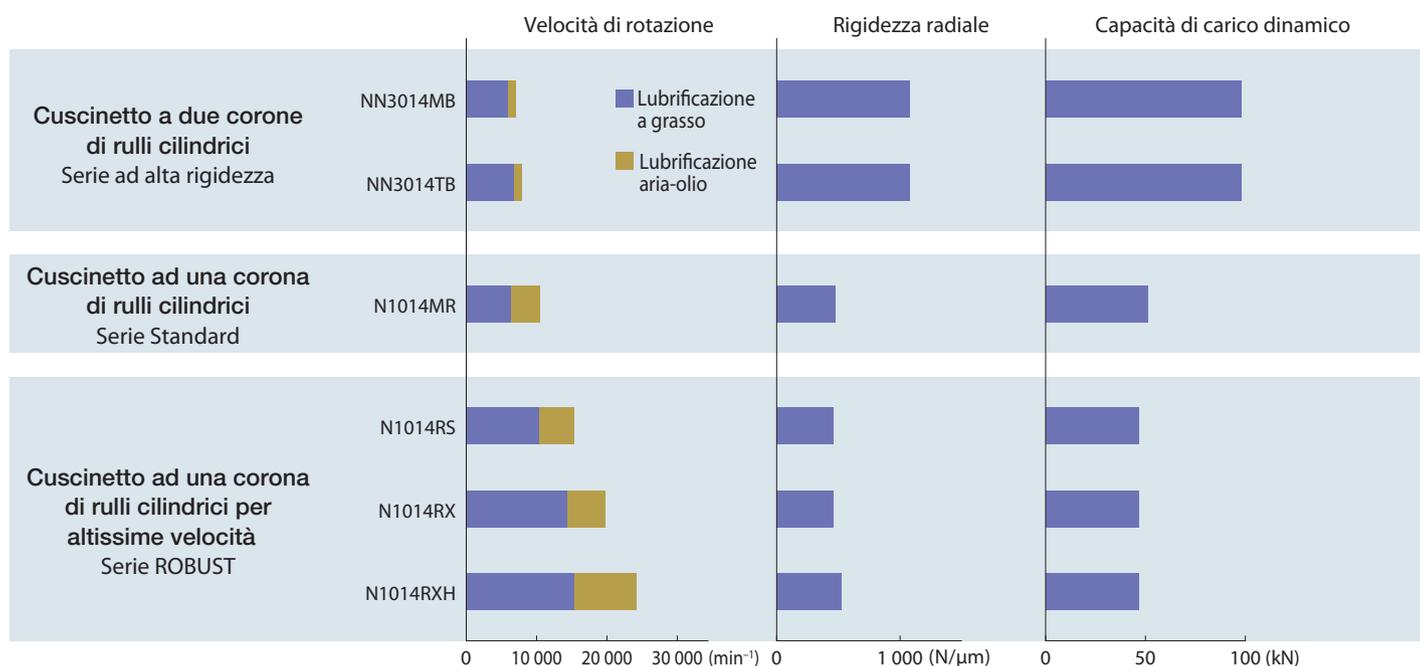
Principali Caratteristiche dei Cuscinetti a Rulli Cilindrici (CRB)

- I cuscinetti a rulli cilindrici supportano solo carichi radiali, ma presentano il vantaggio di una maggiore capacità di carico rispetto ai cuscinetti a sfere a contatto obliquo. Sono disponibili cuscinetti a due corone di rulli cilindrici (tipo NN o NNU) o cuscinetti ad una corona di rulli (tipo N).
- Normalmente, i cuscinetti a due corone di rulli cilindrici vengono impiegati in applicazioni ad elevata rigidità come torni, mentre l'esecuzione ad una corona di rulli viene impiegata nei centri di lavoro ad alta velocità. I grafici seguenti mostrano le caratteristiche dei cuscinetti a rulli cilindrici in base al tipo di cuscinetto (per serie e serie dimensionali) e al relativo gioco radiale.

Confronto tra le Prestazioni dei Diversi Tipi di Cuscinetti a Rulli Cilindrici (diametro foro 100 mm)



Confronto tra le Prestazioni dei Diversi Tipi di Cuscinetti a Rulli Cilindrici (diametro foro 70 mm)

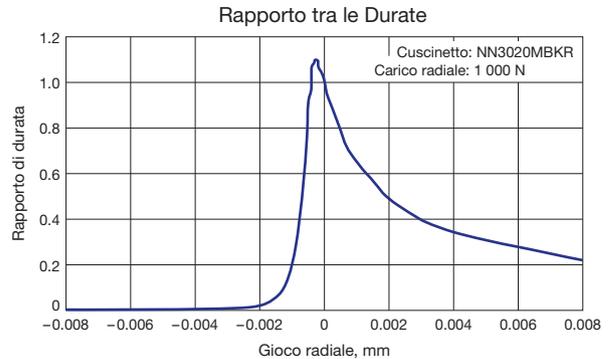
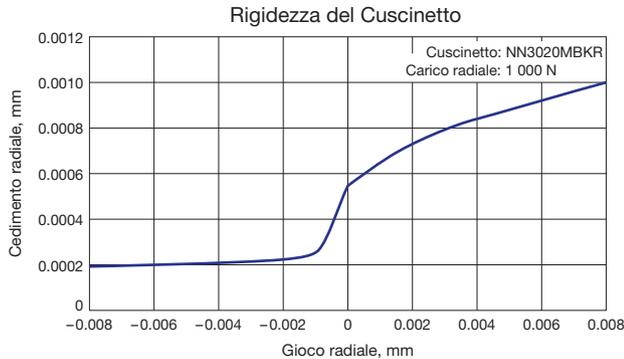


Effetti dovuti al Gioco Radiale

Quando si impiegano i cuscinetti a rulli cilindrici, è importante controllarne il gioco radiale perché esso ha un notevole impatto sulle prestazioni del cuscinetto.

Infatti all'aumentare del gioco radiale, diminuisce la rigidezza e si riduce la durata del cuscinetto. Inoltre, all'aumentare del gioco radiale anche la generazione di calore diminuisce. Viceversa, come mostrato nei grafici sottostanti, se il gioco radiale scende al di sotto di -0.003 mm la rigidezza non viene aumentata, mentre la durata a fatica continua a diminuire. Quindi, il target ottimale di gioco per ottenere elevata rigidezza e lunga durata è compreso tra gioco zero ed un gioco leggermente negativo.

Per applicazioni ad altissima velocità, è necessario verificare con precisione quale sarà il gioco effettivo durante il funzionamento. Adattare il gioco radiale durante il montaggio ad un valore ottimale permetterà di compensare gli effetti dovuti all'impiego del cuscinetto ad altissime velocità.



Relazione tra Gioco Radiale ed Innalzamento della Temperatura

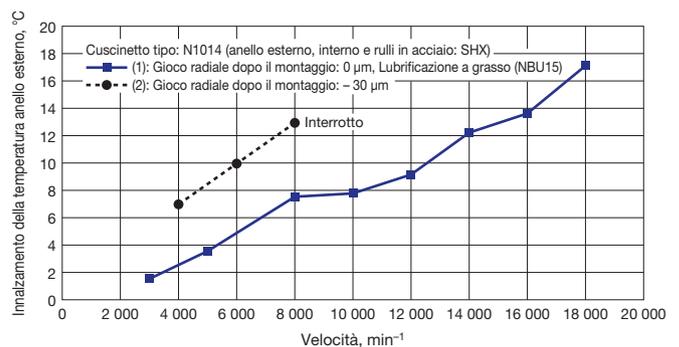
Il grafico a destra mostra il risultato di un test condotto per verificare l'innalzamento della temperatura in un cuscinetto a rulli cilindrici.

Gioco radiale dopo il montaggio:

Cuscinetto (1): $0 \mu\text{m}$

Cuscinetto (2): $-30 \mu\text{m}$

L'innalzamento della temperatura per il cuscinetto (2) è notevolmente superiore ed il limite di velocità massima raggiungibile risulta inferiore rispetto al cuscinetto (1). Ciò dimostra in modo chiaro quanto sia importante un accurato controllo del gioco radiale del cuscinetto.



I cuscinetti a rulli cilindrici con foro conico vengono utilizzati perché con essi è possibile registrare più facilmente il gioco radiale durante le fasi di assemblaggio del mandrino. Per i cuscinetti a rulli cilindrici con foro conico (con anelli non intercambiabili), i valori di gioco radiale prima del montaggio maggiormente diffusi sono CC9, CC0 e CC1. Le specifiche tecniche di tali classi di gioco sono descritte di seguito.

Gioco raccomandato da NSK

• CC0

Valore di gioco radiale inferiore a CC1. Questo valore si sovrappone per il suo limite inferiore con il gioco CC9 e per il suo limite superiore con il gioco CC1. Questo gioco facilita la registrazione da parte del cliente ed è perciò il gioco raccomandato da NSK per i cuscinetti a rulli cilindrici con foro conico.

• Gioco CC1

L'ampiezza del gioco è superiore al valore CC0. Non è un valore standard, ma è molto diffuso nel settore. Molta cura va posta quando l'ampiezza del gioco è prossima al valore massimo. In tale condizione, per ridurre il gioco si rischia durante il montaggio di generare una notevole espansione dell'anello interno, che in alcuni casi può causare la deformazione del cuscinetto o dell'albero stesso, in particolar modo quando esso presenta una sezione sottile.

• Gioco CC9

L'ampiezza del gioco è inferiore al valore CC0. Questo valore può aiutare a prevenire potenziali deformazioni dell'anello interno o dell'albero stesso quando vi è poco margine per l'espansione dell'anello esterno. Tuttavia, poiché il gioco radiale è ridotto al minimo, l'interferenza tra l'anello interno e l'albero si riduce. Nelle applicazioni ad alte velocità, ciò può causare l'allentamento dell'anello interno dall'albero, con conseguente danneggiamento da scorrimento di entrambe le parti.

1. CUSCINETTI A SFERE A CONTATTO OBLIQUO



Cuscinetti a Sfere a Contatto Obliquo di Alta Precisione

Serie Standard



Cuscinetti a Sfere a Contatto Obliquo per Altissime Velocità

Serie ROBUST



Cuscinetti a Sfere a Contatto Obliquo per Altissime Velocità

Spinshot™ II



Cuscinetti a Sfere a Contatto Obliquo di Altissima Precisione

Serie BGR

Cuscinetti a Sfere

Cuscinetti a Sfere a Contatto Obliquo

Cuscinetti a Sfere a Contatto Obliquo di Alta Precisione (Serie Standard)Pag. 48-60

Caratteristiche

Sistema di Designazione

Tabelle Dimensionali

Serie Miniature, Serie BSA per supporto viti a ricircolazione di sfere

Serie 79

Serie 70

Serie 72

Cuscinetti a Sfere a Contatto Obliquo per Altissime Velocità (Serie ROBUST) ...Pag. 62-79

Caratteristiche

Sistema di Designazione

Tabelle Dimensionali

Serie BNR19, BER19

Serie BNR10, BER10

Serie BNR19XE/10XE, BER19XE/10XE (Spinshot™ II)

Serie BNR29, BER29 (Serie Larga)

Serie BNR20, BER20 (Serie Larga)

Cuscinetti a Sfere a Contatto Obliquo di Altissima Precisione (Serie ROBUST-BGR) Pag. 80-84

Caratteristiche

Sistema di Designazione

Tabelle Dimensionali

Serie BGR19

Serie BGR10

Serie BGR02

a Contatto Obliquo

1. CUSCINETTI A SFERE A CONTATTO OBLIQUO

Cuscinetti a Sfere a Contatto Obliquo di Alta Precisione (Serie Standard)

Caratteristiche

I cuscinetti ad una corona di sfere a contatto obliquo hanno un angolo di contatto compreso tra l'asse verticale e l'asse che unisce i punti di contatto tra sfere e piste di rotolamento.

L'angolo di contatto permette al cuscinetto di sopportare carichi radiali, carichi assiali in una direzione ed anche carichi combinati.

Poiché un carico radiale applicato genera una forza assiale nel cuscinetto, questi cuscinetti normalmente sono utilizzati in coppie, terne, quaterne oppure in set multipli.

Angolo di Contatto

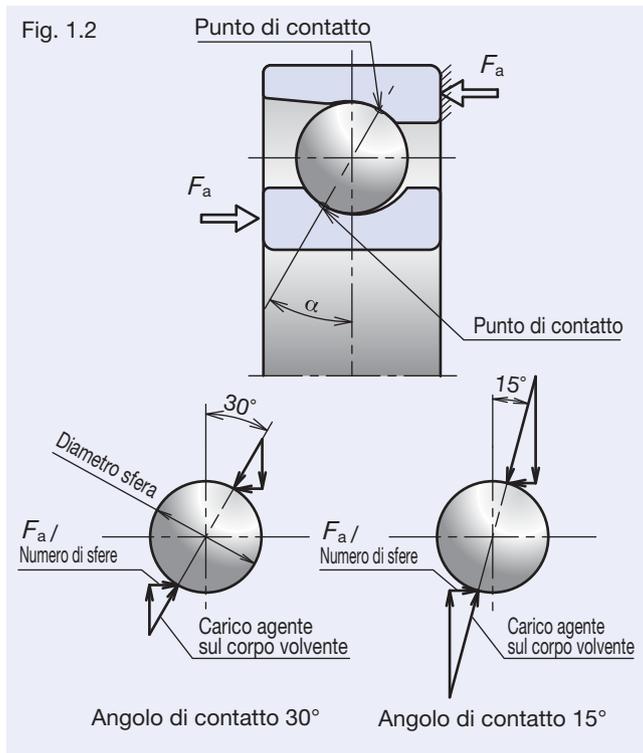
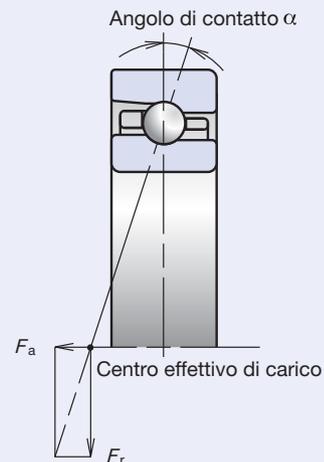


Fig. 1.1



Quando un carico è applicato ad un cuscinetto a sfere a contatto obliquo, la deformazione elastica e lo stress nel punto di contatto cambiano al variare delle condizioni di carico delle sfere, dell'anello interno e dell'anello esterno.

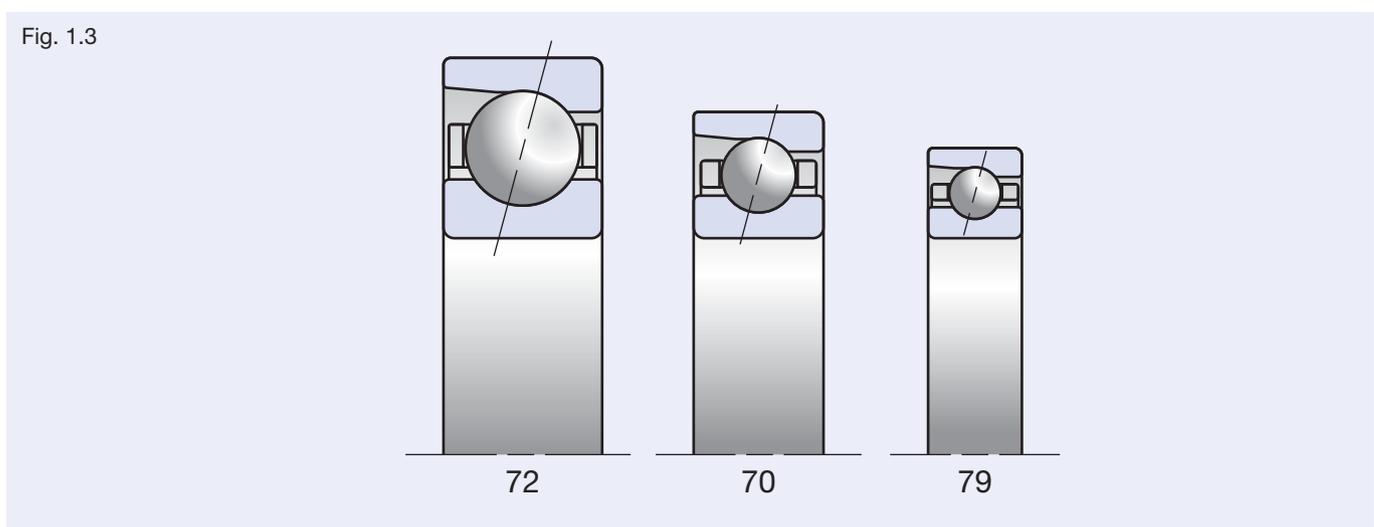
Nella figura 1.2 sono illustrati i carichi che agiscono su due corpi volventi nel caso di un angolo di contatto 30° e 15° . La relazione tra il carico assiale applicato al cuscinetto ed il carico risultante che agisce sul corpo volvente può essere così espressa:

$$F_a / (F_a / (\text{Numero di sfere} \times \sin \alpha)).$$

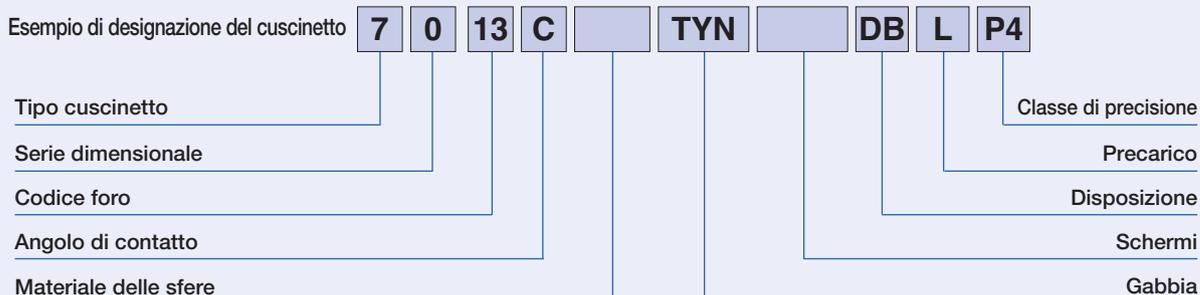
Quindi, maggiore è l'angolo di contatto minore è il carico che agisce sull'elemento volvente. Il carico nel punto di contatto e la conseguente deformazione si riducono a favore di un aumento della durata. Analogamente, quando è applicato un carico radiale, minore è l'angolo di contatto, minore è il carico agente sull'elemento volvente, con conseguente riduzione del carico nel punto di contatto.

(Consultare le pagine 42 e 43 per le caratteristiche dell'angolo di contatto.)

Serie Dimensionali



Sistema di Designazione dei Cuscinetti a Sfere a Contatto Obliquo (Serie Standard)



			Pagina
7	Tipo cuscinetto	7: cuscinetto ad una corona di sfere a contatto obliquo	42-43, 48
0	Serie dimensionale	9: serie 19, 0: serie 10, 2: serie 02	42-43, 48
13	Foro	Inferiore a 03, 00: 10 mm, 01: 12 mm, 02: 15 mm, 03: 17 mm 04 ed oltre: moltiplicare x 5 per ottenere il diametro in mm	50-60
C	Angolo di contatto	C: 15°, A5: 25°, A: 30°	42-43, 48
	Materiale	Nessun simbolo: acciaio per cuscinetti (SUJ2) SN24: sfere in ceramica (Si ₃ N ₄) ⁽¹⁾	14-17
TYN	Gabbia	TYN: gabbia in poliammide guidata sulle sfere; velocità limite $d_m n = 1.400.000$; temperatura massima di esercizio = 120° C TR: gabbia in resina fenolica guidata sull'anello esterno; temperatura massima di esercizio = 120° C	18-19
	Schermi	Nessun simbolo: cuscinetto aperto V1V: tenute in gomma non striscianti ⁽²⁾	32
DB	Disposizione	SU: singolo universale; DU: coppia universale DB: coppia dorso a dorso; DF: coppia faccia a faccia; DT: coppia in tandem DBD, DFD, DTD, DUD: set in terna; DBB, DFF, DBT, DFT, DTT, QU: set in quaterna	42-43 148-151
L	Precarico	EL: extra leggero, L: leggero, M: medio, H: pesante CP: precarico speciale, CA: gioco assiale speciale	42-43 152-160
P4	Classe di precisione	P2: classe ISO 2; P4: classe ISO 4; P5: classe ISO 5 P3: classe speciale (precisione dimensionale: classe ISO 4; precisione di rotazione: classe ISO 2) P4Y: classe speciale (diametro foro e diametro esterno secondo specifiche NSK; tutti gli altri valori secondo classe ISO 4)	151 176-179

⁽¹⁾ Cuscinetti a sfere a contatto obliquo ceramici delle serie 79 e 70: disponibili nella gamma ϕ foro 10-100 mm.

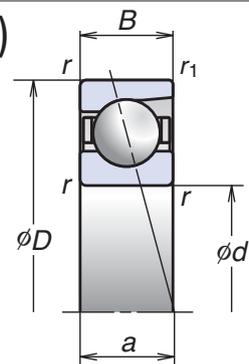
⁽²⁾ I cuscinetti a sfere a contatto obliquo schermati sono disponibili come standard nella versione singolo universale (SU) e classe ISO 3. Cuscinetti a sfere a contatto obliquo schermati delle serie 79 e 70: disponibili nella gamma ϕ foro 30-100 mm.

1. CUSCINETTI A SFERE A CONTATTO OBLIQUO

Cuscinetti a Sfere a Contatto Obliquo di Alta Precisione (Serie Miniatura)

Serie 70 Serie 72

Diametro foro 5-8 mm



Codice cuscinetto	Dimensioni (mm)					Capacità di carico (kN)		Carico assiale ammissibile ⁽¹⁾ (kN)	Centro effettivo di carico (mm) a	Massa (g) (circa)	Velocità limite ⁽²⁾ (min ⁻¹)	
	d	D	B	r (min.)	r ₁ (min.)	C _r (Dinamici)	C _{0r} (Statici)				Grasso	Olio
725C	5	16	5	0,3	0,15	1,700	0,660	0,545	3,91	4,5	110 000	167 000
725A	5	16	5	0,3	0,15	1,610	0,620	0,665	5,53	4,5	72 000	96 000
706C	6	17	6	0,3	0,15	2,150	0,845	0,765	4,54	5,5	100 000	153 000
706A	6	17	6	0,3	0,15	2,030	0,795	0,725	6,32	5,5	66 000	87 000
726C	6	19	6	0,3	0,15	2,390	1,000	0,835	4,67	7,8	92 000	140 000
726A	6	19	6	0,3	0,15	2,240	0,940	0,395	6,61	7,8	60 000	80 000
707C	7	19	6	0,3	0,15	2,390	1,000	0,835	4,67	7,4	89 000	135 000
707A	7	19	6	0,3	0,15	2,240	0,940	0,375	6,61	7,4	58 000	77 000
708C	8	22	7	0,3	0,15	3,550	1,540	1,300	5,51	12,0	77 000	117 000
708A	8	22	7	0,3	0,15	3,350	1,450	1,020	7,84	12,0	50 000	67 000
728C	8	24	8	0,3	0,15	3,600	1,580	1,330	6,14	16,0	72 000	110 000
728A	8	24	8	0,3	0,15	3,350	1,480	0,610	8,62	16,0	47 000	63 000

⁽¹⁾ Per il carico assiale ammissibile, consultare pagina 147.

⁽²⁾ Per l'applicazione della velocità limite, consultare pagina 170. Per cuscinetto con sfere in ceramica, moltiplicare per 1,25 il valore della velocità limite con sfere in acciaio indicato in tabella.

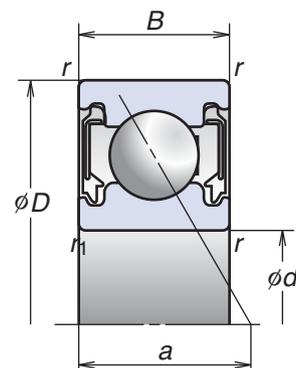
Note: Codice cuscinetto con suffisso "C": angolo di contatto nominale 15°

Codice cuscinetto con suffisso "A": angolo di contatto nominale 30°

Cuscinetti a Sfere a Contatto Obliquo di Alta Precisione (Serie BSA per Supporto Viti a Ricircolazione di Sfere)

Serie 10

Diametro foro 8-15 mm



Codice cuscinetto	Dimensioni (mm)					Capacità di carico (kN)		Carico assiale ammissibile ⁽¹⁾ (kN)	Centro effettivo di carico (mm) a	Massa (g) (circa)	Velocità limite ⁽²⁾ (min ⁻¹)
	d	D	B	r (min.)	r ₁ (min.)	C _r (Dinamico)	C _{0r} (Statico)				Grasso
8BSA10T1X	8	22	7	0,3	0,15	2,350	0,840	0,805	12,2	11,0	40 000
10BSA10T1X	10	26	8	0,3	0,15	3,250	1,200	0,960	14,4	16,6	33 300
12BSA10T1X	12	28	9	0,3	0,15	3,600	1,430	1,710	16,0	18,7	30 000
15BSA10T1X	15	32	10	0,3	0,15	3,900	1,690	1,950	18,6	27,7	25 500

⁽¹⁾ Per il carico assiale ammissibile, consultare pagina 147.

⁽²⁾ Per l'applicazione della velocità limite, consultare pagina 170. Per cuscinetto con sfere in ceramica, moltiplicare per 1,25 il valore della velocità limite con sfere in acciaio indicato in tabella.

Note: Cuscinetto BSA: angolo di contatto nominale 30°

Cuscinetti a Sfere a Contatto Obliquo di Alta Precisione (Serie Standard)

Serie 79

Diametro foro 10-55 mm

Per informazioni aggiuntive: Pagina

- Carico dinamico equivalente139
- Carico statico equivalente146
- Precarico e rigidità152
- Dimensioni delle parti adiacenti186
- Posizione degli ugelli di lubrificazione192
- Quantità di riempimento di grasso175

Cuscinetti a Sfere a Contatto Obliquo

Standard

Codice cuscinetto	Dimensioni (mm)					Capacità di carico (kN)		Carico assiale ammissibile ⁽¹⁾ (kN)	Fattore f_0	Centro effettivo di carico (mm) a	Massa (kg) (circa)	Versione schemata	Velocità limite ⁽²⁾ (min ⁻¹)	
	d	D	B	r (min.)	r_1 (min.)	C_r (Dinamico)	C_{0r} (Statico)						Grasso	Olio
7900C	10	22	6	0,3	0,15	3,00	1,52	1,23	14,1	5,1	0,010	–	71 900	109 400
7900A5	10	22	6	0,3	0,15	2,88	1,45	1,44	–	6,7	0,009	–	62 500	93 800
7901C	12	24	6	0,3	0,15	3,35	1,86	1,45	14,7	5,4	0,011	–	63 900	97 300
7901A5	12	24	6	0,3	0,15	3,20	1,77	1,71	–	7,2	0,011	–	55 600	83 400
7902C	15	28	7	0,3	0,15	4,75	2,64	1,93	14,5	6,4	0,016	–	53 500	81 400
7902A5	15	28	7	0,3	0,15	4,55	2,53	2,22	–	8,5	0,016	–	46 600	69 800
7903C	17	30	7	0,3	0,15	5,00	2,94	2,09	14,8	6,6	0,017	–	49 000	74 500
7903A5	17	30	7	0,3	0,15	4,75	2,80	2,21	–	9,0	0,017	–	42 600	63 900
7904C	20	37	9	0,3	0,15	6,95	4,25	3,20	14,9	8,3	0,036	–	40 400	61 500
7904A5	20	37	9	0,3	0,15	6,60	4,05	3,55	–	11,1	0,037	–	35 100	52 700
7905C	25	42	9	0,3	0,15	7,85	5,40	3,90	15,5	9,0	0,043	–	34 400	52 300
7905A5	25	42	9	0,3	0,15	7,45	5,15	4,40	–	12,3	0,043	–	29 900	44 800
7906C	30	47	9	0,3	0,15	8,30	6,25	4,40	15,9	9,7	0,049	○	29 900	45 500
7906A5	30	47	9	0,3	0,15	7,85	5,95	4,95	–	13,5	0,050	○	26 000	39 000
7907C	35	55	10	0,6	0,3	12,1	9,15	6,60	15,7	11,0	0,074	○	25 600	38 900
7907A5	35	55	10	0,6	0,3	11,4	8,70	7,20	–	15,5	0,075	○	22 300	33 400
7908C	40	62	12	0,6	0,3	15,1	11,7	8,40	15,7	12,8	0,109	○	22 600	34 400
7908A5	40	62	12	0,6	0,3	14,3	11,2	8,90	–	17,9	0,110	○	19 700	29 500
7909C	45	68	12	0,6	0,3	16,0	13,4	8,55	16,0	13,6	0,129	○	20 400	31 000
7909A5	45	68	12	0,6	0,3	15,1	12,7	9,95	–	19,2	0,130	○	17 700	26 600
7910C	50	72	12	0,6	0,3	16,9	15,0	9,45	16,2	14,2	0,130	○	18 900	28 700
7910A5	50	72	12	0,6	0,3	15,9	14,2	11,0	–	20,2	0,132	○	16 400	24 600
7911C	55	80	13	1,0	0,6	19,1	17,7	11,0	16,3	15,5	0,182	○	17 100	26 000
7911A5	55	80	13	1,0	0,6	18,1	16,8	12,5	–	22,2	0,184	○	14 900	22 300

⁽¹⁾ Per il carico assiale ammissibile, consultare pagina 147.

⁽²⁾ Per l'applicazione della velocità limite, consultare pagina 170. Per cuscinetto con sfere in ceramica, moltiplicare per 1,25 il valore della velocità limite con sfere in acciaio indicato in tabella

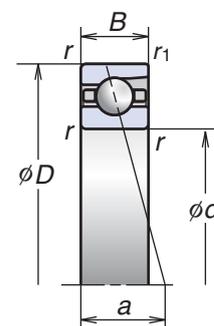
Note: Codice cuscinetto con suffisso "C": angolo di contatto nominale 15°
 Codice cuscinetto con suffisso "A5": angolo di contatto nominale 25°

1. CUSCINETTI A SFERE A CONTATTO OBLIQUO

Cuscinetti a Sfere a Contatto Obliquo di Alta Precisione (Serie Standard)

Serie 79

Diametro foro 60-280 mm



Codice cuscinetto	Dimensioni (mm)					Capacità di carico (kN)		Carico assiale ammissibile ⁽¹⁾ (kN)	Fattore f_0	Centro effettivo di carico (mm) a	Massa (kg) (circa)	Versione schermata	Velocità limite ⁽²⁾ (min ⁻¹)	
	d	D	B	r (min.)	r_1 (min.)	C_r (Dinamico)	C_{Or} (Statico)						Grasso	Olio
7912C	60	85	13	1,0	0,6	19,4	18,7	11,5	16,5	16,2	0,195	○	15 900	24 200
7912A5	60	85	13	1,0	0,6	18,3	17,7	13,0	–	23,4	0,198	○	13 800	20 700
7913C	65	90	13	1,0	0,6	20,2	20,5	12,5	16,7	16,9	0,208	○	14 900	22 600
7913A5	65	90	13	1,0	0,6	19,1	19,4	14,2	–	24,6	0,211	○	13 000	19 400
7914C	70	100	16	1,0	0,6	28,1	27,8	17,3	16,4	19,4	0,338	○	13 600	20 600
7914A5	70	100	16	1,0	0,6	26,5	26,3	20,3	–	27,8	0,341	○	11 800	17 700
7915C	75	105	16	1,0	0,6	28,6	29,3	18,0	16,6	20,1	0,358	○	12 800	19 500
7915A5	75	105	16	1,0	0,6	26,9	27,7	21,2	–	29,0	0,355	○	11 200	16 700
7916C	80	110	16	1,0	0,6	29,0	30,5	18,7	16,7	20,7	0,377	○	12 200	18 500
7916A5	80	110	16	1,0	0,6	27,3	29,0	22,1	–	30,2	0,381	○	10 600	15 800
7917C	85	120	18	1,1	0,6	39,0	40,5	25,9	16,5	22,7	0,534	○	11 300	17 100
7917A5	85	120	18	1,1	0,6	36,5	38,5	30,0	–	32,9	0,541	○	9 800	14 700
7918C	90	125	18	1,1	0,6	41,5	46,0	29,1	16,6	23,4	0,568	○	10 700	16 300
7918A5	90	125	18	1,1	0,6	39,5	43,5	33,5	–	34,1	0,560	○	9 400	14 000
7919C	95	130	18	1,1	0,6	42,5	48,0	30,0	16,7	24,1	0,597	○	10 300	15 600
7919A5	95	130	18	1,1	0,6	40,0	45,5	35,0	–	35,2	0,603	○	8 900	13 400
7920C	100	140	20	1,1	0,6	50,0	54,0	33,0	16,5	26,1	0,800	○	9 600	14 600
7920A5	100	140	20	1,1	0,6	47,5	51,5	39,5	–	38,0	0,808	○	8 400	12 500
7921C	105	145	20	1,1	0,6	51,0	57,0	34,5	16,6	26,7	0,831	–	9 200	14 000
7921A5	105	145	20	1,1	0,6	48,0	54,0	41,0	–	39,2	0,820	–	8 000	12 000
7922C	110	150	20	1,1	0,6	52,0	59,5	35,5	16,7	27,4	0,867	–	8 900	13 500
7922A5	110	150	20	1,1	0,6	49,0	56,0	43,0	–	40,3	0,877	–	7 700	11 600
7924C	120	165	22	1,1	0,6	72,0	81,0	50,5	16,5	30,1	1,160	–	8 100	12 300
7924A5	120	165	22	1,1	0,6	67,5	77,0	59,5	–	44,2	1,150	–	7 100	10 600

(¹) Per il carico assiale ammissibile, consultare pagina 147.

(²) Per l'applicazione della velocità limite, consultare pagina 170.

Per cuscinetto con sfere in ceramica, moltiplicare per 1,25 il valore della velocità limite con sfere in acciaio indicato in tabella.

Note: Codice cuscinetto con suffisso "C": angolo di contatto nominale 15°

Codice cuscinetto con suffisso "A5": angolo di contatto nominale 25°

Per informazioni aggiuntive: Pagina

- Carico dinamico equivalente139
- Carico statico equivalente146
- Precarico e rigidità152
- Dimensioni delle parti adiacenti186
- Posizione degli ugelli di lubrificazione192
- Quantità di riempimento di grasso175

Serie 79 (seguito)

Codice cuscinetto	Dimensioni (mm)					Capacità di carico (kN)		Carico assiale ammissibile ⁽¹⁾ (kN)	Fattore f_0	Centro effettivo di carico (mm) a	Massa (kg) (circa)	Versione schemata	Velocità limite ⁽²⁾ (min ⁻¹)	
	d	D	B	r (min.)	r_1 (min.)	C_r (Dinamico)	C_{Or} (Statico)						Grasso	Olio
7926C	130	180	24	1,5	1,0	78,5	91,0	55,0	16,5	32,8	1,500	–	7 500	11 300
7926A5	130	180	24	1,5	1,0	74,0	86,0	63,5	–	48,1	1,540	–	6 500	9 700
7928C	140	190	24	1,5	1,0	79,5	95,5	58,0	16,7	34,1	1,630	–	7 000	10 700
7928A5	140	190	24	1,5	1,0	75,0	90,0	68,0	–	50,5	1,630	–	6 100	9 100
7930C	150	210	28	2,0	1,0	102	122	74,0	16,6	38,1	2,960	–	6 400	9 800
7930A5	150	210	28	2,0	1,0	96,5	115	84,5	–	56,0	2,970	–	5 600	8 400
7932C	160	220	28	2,0	1,0	106	133	80,0	16,7	39,4	3,100	–	6 100	9 300
7932A5	160	220	28	2,0	1,0	100	125	93,5	–	58,3	3,120	–	5 300	7 900
7934C	170	230	28	2,0	1,0	113	148	88,5	16,8	40,8	3,360	–	5 800	8 800
7934A5	170	230	28	2,0	1,0	106	140	103	–	60,6	3,360	–	5 000	7 500
7936C	180	250	33	2,0	1,0	145	184	111	16,6	45,3	4,900	–	5 400	8 200
7936A5	180	250	33	2,0	1,0	137	174	127	–	66,6	4,940	–	4 700	7 000
7938C	190	260	33	2,0	1,0	147	192	115	16,7	46,6	4,980	–	5 200	7 800
7938A5	190	260	33	2,0	1,0	139	182	131	–	69,0	5,120	–	4 500	6 700
7940C	200	280	38	2,1	1,1	189	244	144	16,5	51,2	6,850	–	4 800	7 300
7940A5	200	280	38	2,1	1,1	178	231	169	–	75,0	6,920	–	4 200	6 300
7944C	220	300	38	2,1	1,1	190	256	235	16,7	53,8	6,665	–	4 500	6 800
7944A5	220	300	38	2,1	1,1	179	242	174	–	79,6	6,665	–	3 900	5 800
7948C	240	320	38	2,1	1,1	200	286	260	16,8	56,5	7,224	–	4 200	6 300
7948A5	240	320	38	2,1	1,1	189	270	193	–	84,3	7,224	–	3 600	5 400
7952C	260	360	46	2,1	1,1	256	365	340	16,6	64,5	11,936	–	3 800	5 700
7952A5	260	360	46	2,1	1,1	241	345	252	–	95,3	11,936	–	3 300	4 900
7956C	280	380	46	2,1	1,1	272	410	380	16,7	67,2	12,853	–	3 500	5 400
7956A5	280	380	46	2,1	1,1	256	390	283	–	99,9	12,853	–	3 100	4 600

(1) Per il carico assiale ammissibile, consultare pagina 147.

(2) Per l'applicazione della velocità limite, consultare pagina 170.

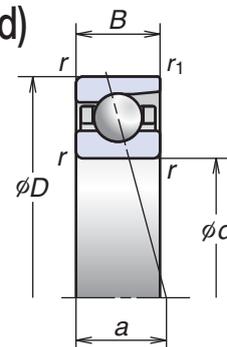
Note: Codice cuscinetto con suffisso "C": angolo di contatto nominale 15°
Codice cuscinetto con suffisso "A5": angolo di contatto nominale 25°

1.CUSCINETTI A SFERE A CONTATTO OBLIQUO

Cuscinetti a Sfere a Contatto Obliquo di Alta Precisione (Serie Standard)

Serie 70

Diametro foro 10-75 mm



Codice cuscinetto	Dimensioni (mm)					Capacità di carico (kN)		Carico assiale ammissibile ⁽¹⁾ (kN)	Fattore f_0	Centro effettivo di carico (mm) a	Massa (kg) (circa)	Versione schermata	Velocità limite ⁽²⁾ (min ⁻¹)	
	d	D	B	r (min.)	r_1 (min.)	C_r (Dinamico)	C_{Or} (Statico)						Grasso	Olio
7000C	10	26	8	0,3	0,15	5,30	2,49	2,16	12,6	6,4	0,019	–	63 900	97 300
7000A5	10	26	8	0,3	0,15	5,15	2,41	2,48	–	8,2	0,019	–	55 600	83 400
7000A	10	26	8	0,3	0,15	5,00	2,34	1,91	–	9,2	0,019	–	41 700	55 600
7001C	12	28	8	0,3	0,15	5,80	2,90	2,40	13,2	6,7	0,021	–	57 500	87 500
7001A5	12	28	8	0,3	0,15	5,60	2,79	2,82	–	8,7	0,021	–	50 000	75 000
7001A	12	28	8	0,3	0,15	5,40	2,71	2,13	–	9,8	0,021	–	37 500	50 000
7002C	15	32	9	0,3	0,15	6,25	3,40	2,63	14,1	7,6	0,030	–	49 000	74 500
7002A5	15	32	9	0,3	0,15	5,95	3,25	3,05	–	10,0	0,030	–	42 600	63 900
7002A	15	32	9	0,3	0,15	5,80	3,15	2,36	–	11,3	0,030	–	32 000	42 600
7003C	17	35	10	0,3	0,15	6,60	3,80	2,85	14,5	8,5	0,039	–	44 300	67 400
7003A5	17	35	10	0,3	0,15	6,30	3,65	3,35	–	11,1	0,040	–	38 500	57 700
7003A	17	35	10	0,3	0,15	6,10	3,50	2,59	–	12,5	0,040	–	28 900	38 500
7004C	20	42	12	0,6	0,3	11,1	6,55	4,80	14,0	10,1	0,067	–	37 100	56 500
7004A5	20	42	12	0,6	0,3	10,6	6,25	5,45	–	13,2	0,067	–	32 300	48 400
7004A	20	42	12	0,6	0,3	10,3	6,10	4,20	–	14,9	0,068	–	24 200	32 300
7005C	25	47	12	0,6	0,3	11,7	7,40	5,20	14,7	10,8	0,078	–	32 000	48 700
7005A5	25	47	12	0,6	0,3	11,1	7,10	5,95	–	14,4	0,077	–	27 800	41 700
7005A	25	47	12	0,6	0,3	10,7	6,85	4,55	–	16,4	0,079	–	20 900	27 800
7006C	30	55	13	1,0	0,6	15,1	10,3	6,85	14,9	12,2	0,114	○	27 100	41 200
7006A5	30	55	13	1,0	0,6	14,4	9,80	8,05	–	16,4	0,114	○	23 600	35 300
7006A	30	55	13	1,0	0,6	13,9	9,45	6,20	–	18,8	0,116	○	17 700	23 600
7007C	35	62	14	1,0	0,6	19,1	13,7	9,35	15,0	13,5	0,151	○	23 800	36 100
7007A5	35	62	14	1,0	0,6	18,2	13,0	11,4	–	18,3	0,151	○	20 700	31 000
7007A	35	62	14	1,0	0,6	17,5	12,6	8,75	–	21,0	0,153	○	15 500	20 700

(¹) Per il carico assiale ammissibile, consultare pagina 147.

(²) Per l'applicazione della velocità limite, consultare pagina 170.

Per cuscinetto con sfere in ceramica, moltiplicare per 1,25 il valore della velocità limite con sfere in acciaio indicato in tabella.

Note: Codice cuscinetto con suffisso "C": angolo di contatto nominale 15°

Codice cuscinetto con suffisso "A5": angolo di contatto nominale 25°

Codice cuscinetto con suffisso "A": angolo di contatto nominale 30°

Per informazioni aggiuntive: Pagina

- Carico dinamico equivalente139
- Carico statico equivalente146
- Precarico e rigidità152
- Dimensioni delle parti adiacenti186
- Posizione degli ugelli di lubrificazione192
- Quantità di riempimento di grasso175

Serie 70 (seguito)

Codice cuscinetto	Dimensioni (mm)					Capacità di carico (kN)		Carico assiale ammissibile ⁽¹⁾ (kN)	Fattore f_0	Centro effettivo di carico (mm) a	Massa (kg) (circa)	Versione schermata	Velocità limite ⁽²⁾ (min ⁻¹)	
	d	D	B	r (min.)	r_1 (min.)	C_r (Dinamico)	C_{Or} (Statico)						Grasso	Olio
7008C	40	68	15	1,0	0,6	20,6	15,9	10,6	15,4	14,7	0,189	○	21 300	32 500
7008A5	40	68	15	1,0	0,6	19,5	15,1	12,0	–	20,1	0,188	○	18 600	27 800
7008A	40	68	15	1,0	0,6	18,8	14,6	9,15	–	23,1	0,191	○	13 900	18 600
7009C	45	75	16	1,0	0,6	24,4	19,3	12,4	15,4	16,0	0,238	○	19 200	29 200
7009A5	45	75	16	1,0	0,6	23,1	18,3	14,5	–	22,0	0,250	○	16 700	25 000
7009A	45	75	16	1,0	0,6	22,3	17,7	11,1	–	25,3	0,241	○	12 500	16 700
7010C	50	80	16	1,0	0,6	26,0	21,9	13,9	15,7	16,7	0,259	○	17 700	27 000
7010A5	50	80	16	1,0	0,6	24,6	20,8	16,2	–	23,2	0,270	○	15 400	23 100
7010A	50	80	16	1,0	0,6	23,7	20,1	12,5	–	26,8	0,262	○	11 600	15 400
7011C	55	90	18	1,1	0,6	34,0	28,6	18,9	15,5	18,7	0,380	○	15 900	24 200
7011A5	55	90	18	1,1	0,6	32,5	27,2	21,8	–	25,9	0,383	○	13 800	20 700
7011A	55	90	18	1,1	0,6	31,0	26,3	16,6	–	29,9	0,385	○	10 400	13 800
7012C	60	95	18	1,1	0,6	35,0	30,5	19,9	15,7	19,4	0,405	○	14 900	22 600
7012A5	60	95	18	1,1	0,6	33,0	29,1	23,0	–	27,1	0,408	○	13 000	19 400
7012A	60	95	18	1,1	0,6	32,0	28,1	17,6	–	31,4	0,410	○	9 700	13 000
7013C	65	100	18	1,1	0,6	37,0	34,5	22,0	15,9	20,0	0,435	○	14 000	21 300
7013A5	65	100	18	1,1	0,6	35,0	32,5	25,4	–	28,2	0,455	○	12 200	18 200
7013A	65	100	18	1,1	0,6	33,5	31,5	19,5	–	32,8	0,441	○	9 100	12 200
7014C	70	110	20	1,1	0,6	47,0	43,0	26,8	15,7	22,1	0,606	○	12 800	19 500
7014A5	70	110	20	1,1	0,6	44,5	41,0	32,0	–	31,0	0,625	○	11 200	16 700
7014A	70	110	20	1,1	0,6	42,5	39,5	24,6	–	36,0	0,613	○	8 400	11 200
7015C	75	115	20	1,1	0,6	48,0	45,5	28,1	15,9	22,7	0,643	○	12 200	18 500
7015A5	75	115	20	1,1	0,6	45,5	43,5	33,5	–	32,1	0,652	○	10 600	15 800
7015A	75	115	20	1,1	0,6	43,5	41,5	25,9	–	37,4	0,650	○	7 900	10 600

(¹) Per il carico assiale ammissibile, consultare pagina 147.

(²) Per l'applicazione della velocità limite, consultare pagina 170.

Per cuscinetto con sfere in ceramica, moltiplicare per 1,25 il valore della velocità limite con sfere in acciaio indicato in tabella.

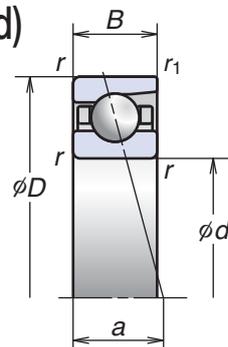
Note: Codice cuscinetto con suffisso "C": angolo di contatto nominale 15°
 Codice cuscinetto con suffisso "A5": angolo di contatto nominale 25°
 Codice cuscinetto con suffisso "A": angolo di contatto nominale 30°

1.CUSCINETTI A SFERE A CONTATTO OBLIQUO

Cuscinetti a Sfere a Contatto Obliquo di Alta Precisione (Serie Standard)

Serie 70

Diametro foro 80-200 mm



Codice cuscinetto	Dimensioni (mm)					Capacità di carico (kN)		Carico assiale ammissibile ⁽¹⁾ (kN)	Fattore f_0	Centro effettivo di carico (mm) a	Massa (kg) (circa)	Versione schermata	Velocità limite ⁽²⁾ (min ⁻¹)	
	d	D	B	r (min.)	r_1 (min.)	C_r (Dinamico)	C_{Or} (Statico)						Grasso	Olio
7016C	80	125	22	1,1	0,6	58,5	55,5	34,5	15,7	24,7	0,855	○	11 300	17 100
7016A5	80	125	22	1,1	0,6	55,5	52,5	41,0	–	34,9	0,880	○	9 800	14 700
7016A	80	125	22	1,1	0,6	53,5	50,5	31,5	–	40,6	0,864	○	7 400	9 800
7017C	85	130	22	1,1	0,6	60,0	58,5	38,0	15,9	25,4	0,898	○	10 700	16 300
7017A5	85	130	22	1,1	0,6	57,0	55,5	43,0	–	36,1	0,904	○	9 400	14 000
7017A	85	130	22	1,1	0,6	54,5	53,5	33,0	–	42,0	0,907	○	7 000	9 400
7018C	90	140	24	1,5	1,0	71,5	69,0	44,5	15,7	27,4	1,160	○	10 000	15 300
7018A5	90	140	24	1,5	1,0	68,0	65,5	52,0	–	38,8	1,170	○	8 700	13 100
7018A	90	140	24	1,5	1,0	65,0	63,5	40,5	–	45,2	1,180	○	6 600	8 700
7019C	95	145	24	1,5	1,0	73,5	73,0	47,0	15,9	28,1	1,210	○	9 600	14 600
7019A5	95	145	24	1,5	1,0	69,5	69,5	52,5	–	40,0	1,410	○	8 400	12 500
7019A	95	145	24	1,5	1,0	67,0	67,0	40,5	–	46,6	1,230	○	6 300	8 400
7020C	100	150	24	1,5	1,0	75,5	77,0	49,0	16,0	28,7	1,270	○	9 200	14 000
7020A5	100	150	24	1,5	1,0	71,0	73,5	57,5	–	41,1	1,450	○	8 000	12 000
7020A	100	150	24	1,5	1,0	68,5	70,5	44,5	–	48,1	1,280	○	6 000	8 000
7021C	105	160	26	2,0	1,0	88,0	89,5	57,0	15,9	30,7	1,580	–	8 700	13 300
7021A5	105	160	26	2,0	1,0	83,5	85,0	66,5	–	43,9	1,820	–	7 600	11 400
7021A	105	160	26	2,0	1,0	80,0	81,5	51,0	–	51,2	1,600	–	5 700	7 600
7022C	110	170	28	2,0	1,0	106	104	68,5	15,6	32,7	1,940	–	8 300	12 500
7022A5	110	170	28	2,0	1,0	100	99,0	79,5	–	46,6	2,260	–	7 200	10 800
7022A	110	170	28	2,0	1,0	96,5	95,5	61,0	–	54,4	1,960	–	5 400	7 200
7024C	120	180	28	2,0	1,0	112	117	75,5	15,8	34,1	2,090	–	7 700	11 700
7024A5	120	180	28	2,0	1,0	106	111	87,5	–	49,0	2,430	–	6 700	10 000
7024A	120	180	28	2,0	1,0	102	107	67,5	–	57,3	2,120	–	5 000	6 700

(¹) Per il carico assiale ammissibile, consultare pagina 147.

(²) Per l'applicazione della velocità limite, consultare pagina 170.

Per cuscinetto con sfere in ceramica, moltiplicare per 1,25 il valore della velocità limite con sfere in acciaio indicato in tabella.

Note: Codice cuscinetto con suffisso "C": angolo di contatto nominale 15°

Codice cuscinetto con suffisso "A5": angolo di contatto nominale 25°

Codice cuscinetto con suffisso "A": angolo di contatto nominale 30°

Per informazioni aggiuntive:	Pagina
• Carico dinamico equivalente	139
• Carico statico equivalente	146
• Precarico e rigidità	152
• Dimensioni delle parti adiacenti	186
• Posizione degli ugelli di lubrificazione	192
• Quantità di riempimento di grasso	175

Serie 70 (seguito)

Codice cuscinetto	Dimensioni (mm)					Capacità di carico (kN)		Carico assiale ammissibile ⁽¹⁾ (kN)	Fattore f_0	Centro effettivo di carico (mm) a	Massa (kg) (circa)	Versione schermata	Velocità limite ⁽²⁾ (min ⁻¹)	
	d	D	B	r (min.)	r_1 (min.)	C_r (Dinamico)	C_{Or} (Statico)						Grasso	Olio
7026C	130	200	33	2,0	1,0	129	137	86,0	15,9	38,6	3,220	–	7 000	10 700
7026A5	130	200	33	2,0	1,0	122	130	99,5	–	55,0	3,660	–	6 100	9 100
7026A	130	200	33	2,0	1,0	117	125	76,5	–	64,1	3,260	–	4 600	6 100
7028C	140	210	33	2,0	1,0	132	145	90,0	16,0	39,9	3,410	–	6 600	10 000
7028A5	140	210	33	2,0	1,0	125	138	104	–	57,3	3,870	–	5 800	8 600
7028A	140	210	33	2,0	1,0	120	133	80,5	–	67,0	3,440	–	4 300	5 800
7030C	150	225	35	2,1	1,1	151	168	105	16,0	42,6	4,150	–	6 200	9 400
7030A5	150	225	35	2,1	1,1	143	160	123	–	61,2	4,690	–	5 400	8 000
7030A	150	225	35	2,1	1,1	137	154	95,0	–	71,6	4,190	–	4 000	5 400
7032C	160	240	38	2,1	1,1	171	193	118	16,0	45,8	5,110	–	5 800	8 800
7032A5	160	240	38	2,1	1,1	162	183	138	–	65,6	5,710	–	5 000	7 500
7032A	160	240	38	2,1	1,1	155	176	106	–	76,7	5,160	–	3 800	5 000
7034C	170	260	42	2,1	1,1	205	234	149	15,9	49,8	6,880	–	5 400	8 200
7034A5	170	260	42	2,1	1,1	193	223	168	–	71,1	7,830	–	4 700	7 000
7034A	170	260	42	2,1	1,1	186	214	129	–	83,1	6,940	–	3 500	4 700
7036C	180	280	46	2,1	1,1	228	276	175	15,8	53,8	10,40	–	5 000	7 700
7036A5	180	280	46	2,1	1,1	216	262	195	–	76,6	10,40	–	4 400	6 600
7036A	180	280	46	2,1	1,1	207	252	151	–	89,4	9,270	–	3 300	4 400
7038C	190	290	46	2,1	1,1	247	305	192	15,9	55,2	11,20	–	4 800	7 300
7038A5	190	290	46	2,1	1,1	233	291	222	–	79,0	11,20	–	4 200	6 300
7038A	190	290	46	2,1	1,1	224	280	172	–	92,3	11,30	–	3 200	4 200
7040C	200	310	51	2,1	1,1	265	340	213	15,9	59,7	13,60	–	4 600	6 900
7040A5	200	310	51	2,1	1,1	250	325	245	–	85,0	13,70	–	4 000	5 900
7040A	200	310	51	2,1	1,1	240	310	190	–	99,1	13,70	–	3 000	4 000

(¹) Per il carico assiale ammissibile, consultare pagina 147.

(²) Per l'applicazione della velocità limite, consultare pagina 170.

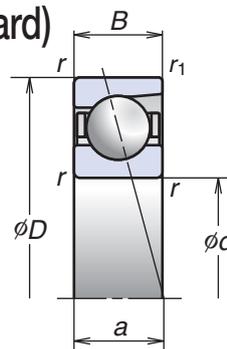
Note: Codice cuscinetto con suffisso "C": angolo di contatto nominale 15°
 Codice cuscinetto con suffisso "A5": angolo di contatto nominale 25°
 Codice cuscinetto con suffisso "A": angolo di contatto nominale 30°

1.CUSCINETTI A SFERE A CONTATTO OBLIQUO

Cuscinetti a Sfere a Contatto Obliquo di Alta Precisione (Serie Standard)

Serie 72

Diametro foro 10-105 mm



Codice cuscinetto	Dimensioni (mm)					Capacità di carico (kN)		Carico assiale ⁽¹⁾ ammissibile (kN)	Fattore f_0	Centro effettivo di carico (mm) a	Massa (kg) (circa)	Velocità limite ⁽²⁾ (min ⁻¹)	
	d	D	B	r (min.)	r_1 (min.)	C_r (Dinamico)	C_{Gr} (Statico)					Grasso	Olio
7200C	10	30	9	0,6	0,3	5,40	2,61	2,16	13,2	7,2	0,032	57 500	87 500
7200A5	10	30	9	0,6	0,3	5,20	2,51	2,49	—	9,2	0,031	50 000	75 000
7200A	10	30	9	0,6	0,3	5,05	2,44	1,92	—	10,3	0,032	37 500	50 000
7201C	12	32	10	0,6	0,3	7,90	3,85	3,45	12,5	7,9	0,036	52 300	79 600
7201A5	12	32	10	0,6	0,3	7,65	3,70	3,55	—	10,1	0,036	45 500	68 200
7201A	12	32	10	0,6	0,3	7,45	3,65	2,72	—	11,4	0,030	34 100	45 500
7202C	15	35	11	0,6	0,3	8,65	4,55	3,85	13,2	8,8	0,045	46 000	70 000
7202A5	15	35	11	0,6	0,3	8,35	4,35	3,95	—	11,3	0,044	40 000	60 000
7202A	15	35	11	0,6	0,3	8,10	4,25	3,00	—	12,7	0,045	30 000	40 000
7203C	17	40	12	0,6	0,3	10,9	5,85	4,85	13,3	9,8	0,065	40 400	61 500
7203A5	17	40	12	0,6	0,3	10,4	5,60	5,30	—	12,6	0,064	35 100	52 700
7203A	17	40	12	0,6	0,3	10,1	5,45	4,05	—	14,2	0,065	26 400	35 100
7204C	20	47	14	1,0	0,6	14,6	8,05	6,30	13,3	11,5	0,103	34 400	52 300
7204A5	20	47	14	1,0	0,6	14,0	7,75	7,40	—	14,8	0,102	29 900	44 800
7204A	20	47	14	1,0	0,6	13,6	7,55	5,75	—	16,7	0,104	22 400	29 900
7205C	25	52	15	1,0	0,6	16,6	10,2	7,50	14,0	12,7	0,127	29 900	45 500
7205A5	25	52	15	1,0	0,6	15,9	9,80	9,05	—	16,5	0,130	26 000	39 000
7205A	25	52	15	1,0	0,6	15,4	9,45	6,95	—	18,6	0,129	19 500	26 000
7206C	30	62	16	1,0	0,6	23,0	14,7	10,3	13,9	14,2	0,194	25 000	38 100
7206A5	30	62	16	1,0	0,6	22,1	14,1	12,0	—	18,7	0,194	21 800	32 700
7206A	30	62	16	1,0	0,6	21,3	13,6	9,20	—	21,3	0,197	16 400	21 800
7207C	35	72	17	1,1	0,6	30,5	19,9	14,4	13,9	15,7	0,280	21 500	32 800
7207A5	35	72	17	1,1	0,6	29,1	19,1	16,6	—	21,0	0,277	18 700	28 100
7207A	35	72	17	1,1	0,6	28,2	18,5	12,7	—	23,9	0,284	14 100	18 700
7208C	40	80	18	1,1	0,6	36,5	25,2	17,6	14,1	17,0	0,366	19 200	29 200
7208A5	40	80	18	1,1	0,6	34,5	24,1	20,6	—	23,0	0,362	16 700	25 000
7208A	40	80	18	1,1	0,6	33,5	23,3	15,8	—	26,3	0,370	12 500	16 700
7209C	45	85	19	1,1	0,6	41,0	28,8	19,6	14,2	18,2	0,406	17 700	27 000
7209A5	45	85	19	1,1	0,6	39,0	27,6	23,3	—	24,7	0,402	15 400	23 100
7209A	45	85	19	1,1	0,6	37,5	26,7	18,0	—	28,3	0,410	11 600	15 400
7210C	50	90	20	1,1	0,6	43,0	31,5	21,1	14,5	19,4	0,457	16 500	25 000
7210A5	50	90	20	1,1	0,6	41,0	30,5	25,2	—	26,3	0,453	14 300	21 500
7210A	50	90	20	1,1	0,6	39,5	29,3	19,4	—	30,2	0,462	10 800	14 300

(1) Per il carico assiale ammissibile, consultare pagina 147.

(2) Per l'applicazione della velocità limite, consultare pagina 170.

Note: Codice cuscinetto con suffisso "C": angolo di contatto nominale 15°
 Codice cuscinetto con suffisso "A5": angolo di contatto nominale 25°
 Codice cuscinetto con suffisso "A": angolo di contatto nominale 30°

Per informazioni aggiuntive: Pagina

- Carico dinamico equivalente139
- Carico statico equivalente146
- Precarico e rigidità152
- Dimensioni delle parti adiacenti186
- Posizione degli ugelli di lubrificazione192
- Quantità di riempimento di grasso175

Cuscinetti a Sfere a Contatto Obliquo
Standard

Serie 72 (seguito)

Codice cuscinetto	Dimensioni (mm)					Capacità di carico (kN)		Carico assiale ⁽¹⁾ ammissibile (kN)	Fattore f_0	Centro effettivo di carico (mm) a	Massa (kg) (circa)	Velocità limite ⁽²⁾ (min ⁻¹)	
	d	D	B	r (min.)	r_1 (min.)	C_r (Dinamico)	C_{0r} (Statico)					Grasso	Olio
7211C	55	100	21	1,5	1,0	53,0	40,0	27,6	14,5	20,9	0,601	14 900	22 600
7211A5	55	100	21	1,5	1,0	50,5	38,0	32,5	–	28,6	0,596	13 000	19 400
7211A	55	100	21	1,5	1,0	49,0	37,0	25,0	–	32,9	0,609	9 700	13 000
7212C	60	110	22	1,5	1,0	64,0	49,0	34,0	14,4	22,4	0,780	13 600	20 600
7212A5	60	110	22	1,5	1,0	61,0	47,0	40,0	–	30,8	0,773	11 800	17 700
7212A	60	110	22	1,5	1,0	59,0	45,5	30,5	–	35,5	0,789	8 900	11 800
7213C	65	120	23	1,5	1,0	73,0	58,5	40,0	14,6	23,9	1,010	12 500	19 000
7213A5	65	120	23	1,5	1,0	69,5	56,0	46,5	–	33,1	1,000	10 900	16 300
7213A	65	120	23	1,5	1,0	67,5	54,0	36,0	–	38,2	1,020	8 200	10 900
7214C	70	125	24	1,5	1,0	79,5	64,5	43,0	14,6	25,1	1,090	11 800	18 000
7214A5	70	125	24	1,5	1,0	76,0	61,5	49,5	–	34,7	1,080	10 300	15 400
7214A	70	125	24	1,5	1,0	73,0	59,5	38,0	–	40,1	1,100	7 700	10 300
7215C	75	130	25	1,5	1,0	83,0	70,0	46,0	14,8	26,2	1,190	11 300	17 100
7215A5	75	130	25	1,5	1,0	79,0	66,5	53,0	–	36,4	1,180	9 800	14 700
7215A	75	130	25	1,5	1,0	76,0	64,5	40,5	–	42,1	1,200	7 400	9 800
7216C	80	140	26	2,0	1,0	93,0	77,5	54,5	14,7	27,7	1,430	10 500	16 000
7216A5	80	140	26	2,0	1,0	88,5	74,0	62,0	–	38,6	1,420	9 100	13 700
7216A	80	140	26	2,0	1,0	85,5	71,5	47,5	–	44,8	1,450	6 900	9 100
7217C	85	150	28	2,0	1,0	107	90,5	60,5	14,7	29,7	1,790	9 800	14 900
7217A5	85	150	28	2,0	1,0	102	86,5	70,0	–	41,4	1,790	8 600	12 800
7217A	85	150	28	2,0	1,0	98,5	83,5	53,5	–	47,9	1,800	6 400	8 600
7218C	90	160	30	2,0	1,0	123	105	72,0	14,6	31,7	2,200	9 200	14 000
7218A5	90	160	30	2,0	1,0	117	100	83,5	–	44,1	2,310	8 000	12 000
7218A	90	160	30	2,0	1,0	113	96,5	64,5	–	51,1	2,230	6 000	8 000
7219C	95	170	32	2,1	1,1	133	112	76,0	14,6	33,7	2,640	8 700	13 300
7219A5	95	170	32	2,1	1,1	127	107	87,0	–	46,9	2,630	7 600	11 400
7219A	95	170	32	2,1	1,1	122	103	67,0	–	54,2	2,670	5 700	7 600
7220C	100	180	34	2,1	1,1	149	127	88,5	14,5	35,7	3,180	8 300	12 500
7220A5	100	180	34	2,1	1,1	142	121	103	–	49,6	3,160	7 200	10 800
7220A	100	180	34	2,1	1,1	137	117	79,5	–	57,4	3,210	5 400	7 200
7221C	105	190	36	2,1	1,1	162	143	97,5	14,5	37,7	3,780	7 800	11 900
7221A5	105	190	36	2,1	1,1	155	137	111	–	52,4	3,770	6 800	10 200
7221A	105	190	36	2,1	1,1	150	132	85,0	–	60,6	3,820	5 100	6 800

(1) Per il carico assiale ammissibile, consultare pagina 147.

(2) Per l'applicazione della velocità limite, consultare pagina 170.

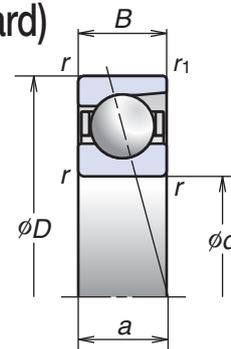
Note: Codice cuscinetto con suffisso "C": angolo di contatto nominale 15°
 Codice cuscinetto con suffisso "A5": angolo di contatto nominale 25°
 Codice cuscinetto con suffisso "A": angolo di contatto nominale 30°

1.CUSCINETTI A SFERE A CONTATTO OBLIQUO

Cuscinetti a Sfere a Contatto Obliquo di Alta Precisione (Serie Standard)

Serie 72

Diametro foro 110-150 mm



Codice cuscinetto	Dimensioni (mm)					Capacità di carico (kN)		Carico assiale ⁽¹⁾ ammissibile (kN)	Fattore f_0	Centro effettivo di carico (mm) a	Massa (kg) (circa)	Velocità limite ⁽²⁾ (min ⁻¹)	
	d	D	B	r (min.)	r_1 (min.)	C_r (Dinamico)	C_{Gr} (Statico)					Grasso	Olio
7222C	110	200	38	2,1	1,1	176	160	108	14,5	39,8	4,450	7 500	11 300
7222A5	110	200	38	2,1	1,1	168	153	126	–	55,1	4,450	6 500	9 700
7222A	110	200	38	2,1	1,1	162	148	97,0	–	63,7	4,490	4 900	6 500
7224C	120	215	40	2,1	1,1	199	192	132	14,6	42,4	5,420	6 900	10 500
7224A5	120	215	40	2,1	1,1	189	184	150	–	59,1	5,420	6 000	9 000
7224A	120	215	40	2,1	1,1	183	177	116	–	68,3	5,450	4 500	6 000
7226C	130	230	40	3,0	1,1	206	209	144	14,9	44,1	6,230	6 400	9 800
7226A5	130	230	40	3,0	1,1	196	199	163	–	62,0	6,220	5 600	8 400
7226A	130	230	40	3,0	1,1	189	193	127	–	72,0	6,280	4 200	5 600
7228C	140	250	42	3,0	1,1	238	254	172	14,8	47,1	7,910	5 900	9 000
7228A5	140	250	42	3,0	1,1	226	242	194	–	66,5	7,910	5 200	7 700
7228A	140	250	42	3,0	1,1	218	234	150	–	77,3	7,970	3 900	5 200
7230C	150	270	45	3,0	1,1	270	305	205	14,7	50,6	11,100	5 500	8 400
7230A5	150	270	45	3,0	1,1	258	290	231	–	71,5	11,100	4 800	7 200
7230A	150	270	45	3,0	1,1	248	280	179	–	83,1	11,200	3 600	4 800

⁽¹⁾ Per il carico assiale ammissibile, consultare pagina 147.

⁽²⁾ Per l'applicazione della velocità limite, consultare pagina 170.

Note: Codice cuscinetto con suffisso "C": angolo di contatto nominale 15°
 Codice cuscinetto con suffisso "A5": angolo di contatto nominale 25°
 Codice cuscinetto con suffisso "A": angolo di contatto nominale 30°

1.CUSCINETTI A SFERE A CONTATTO OBLIQUO

Cuscinetti a Sfere a Contatto Obliquo per Altissime Velocità (Serie ROBUST)

Caratteristiche

Disegno ottimizzato

Disegno ROBUST ottenuto con la esclusiva tecnologia analitica di NSK

L'ottimizzazione del disegno interno è stata raggiunta grazie alla simulazione computerizzata dell'incremento della temperatura risultante dall'analisi della cinematica dei corpi volventi.

Lunga durata

Nuovo acciaio speciale SHX con elevata resistenza all'usura e al calore

Maggiore durata in servizio grazie ad una maggiore resistenza al grippaggio in condizioni di alta velocità e scarsa lubrificazione.

Elevata precisione

Corpi volventi in materiale specifico per le varie applicazioni

Per i cuscinetti a sfere a contatto obliquo della serie ROBUST vengono usate sfere in ceramica.

Disponibile nella più elevata classe di precisione P2

L'esperienza ed il know-how NSK garantiscono delle caratteristiche di elevata precisione.

Alta velocità

Gabbia disegnata per impieghi ad alta velocità

I vantaggi indotti dal minor peso, dalla resistenza al calore, dalle elevate caratteristiche meccaniche e di rigidità della gabbia in resina fenolica, rendono questo tipo di gabbia indispensabile per le applicazioni ad alta velocità.

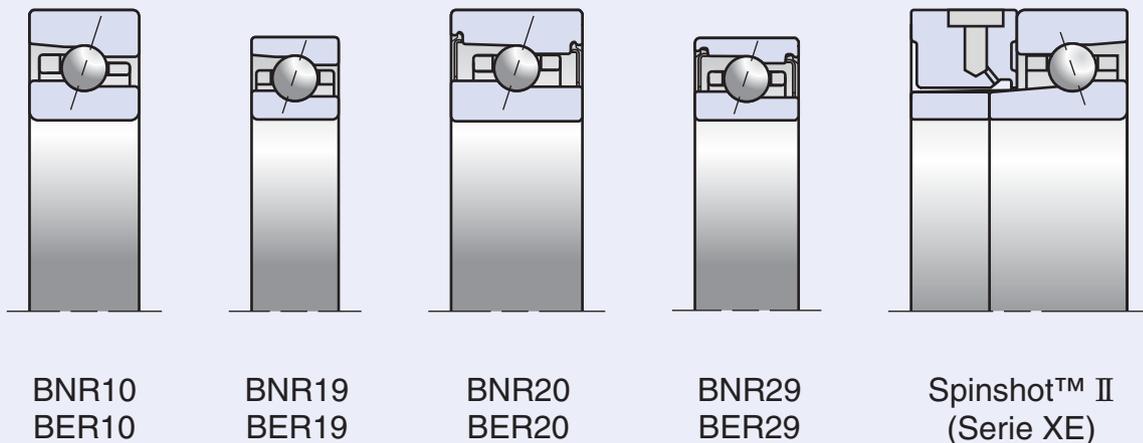
Bassa rumorosità

Funzionamento più silenzioso alle alte velocità con il sistema di lubrificazione Spinshot™ II

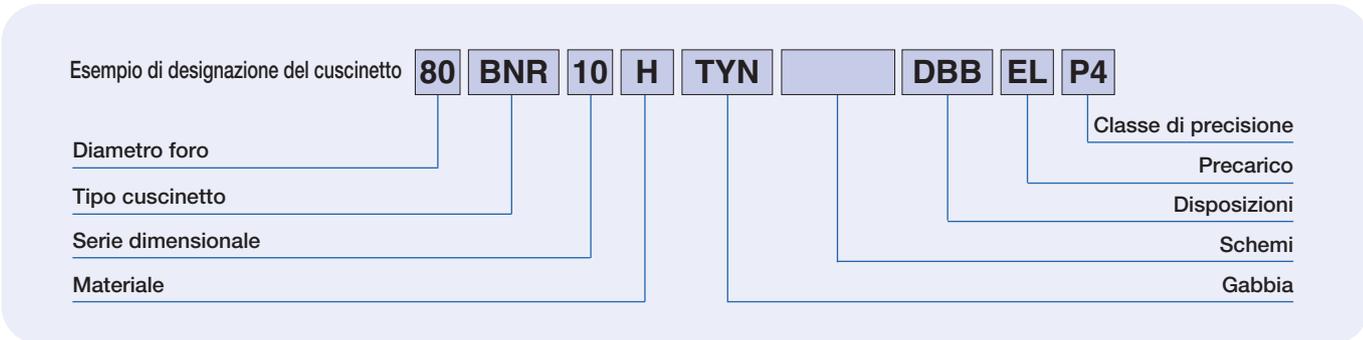
Elimina la rumorosità causata dall'aria ad alta pressione circolante nei sistemi di lubrificazione ad aria-olio.

Serie Dimensionali

Fig. 1.4



Sistema di Designazione dei Cuscinetti a Sfere a Contatto Obliquo per Altissime Velocità (Serie ROBUST)



			Pagina																	
80	Foro	Diametro foro (mm)	64-79																	
BNR	Tipo cuscinetto	BNR: angolo di contatto 18°; BER: angolo di contatto 25°	42-43, 48																	
10	Serie dimensionale	10: serie 10; 19: serie 19; 20: serie 20; 29: serie 29 (*)	42-43, 62																	
H	Materiale	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Versione</th> <th colspan="2">Materiale</th> </tr> <tr> <th>Anelli</th> <th>Corpi volventi</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>S</td> <td>Acciaio per cuscinetti (SUJ2)</td> <td>Acciaio per cuscinetti (SUJ2)</td> </tr> <tr> <td>H</td> <td>Acciaio per cuscinetti (SUJ2)</td> <td>Ceramica (Si₃N₄)</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>Acciaio speciale (SHX)</td> <td>Ceramica (Si₃N₄)</td> </tr> <tr> <td>XE (Spinshot™ II)</td> <td>Acciaio speciale (SHX)</td> <td>Ceramica (Si₃N₄)</td> </tr> </tbody> </table>	Versione	Materiale		Anelli	Corpi volventi	S	Acciaio per cuscinetti (SUJ2)	Acciaio per cuscinetti (SUJ2)	H	Acciaio per cuscinetti (SUJ2)	Ceramica (Si ₃ N ₄)	X	Acciaio speciale (SHX)	Ceramica (Si ₃ N ₄)	XE (Spinshot™ II)	Acciaio speciale (SHX)	Ceramica (Si ₃ N ₄)	14-17 24-25
		Versione		Materiale																
			Anelli	Corpi volventi																
		S	Acciaio per cuscinetti (SUJ2)	Acciaio per cuscinetti (SUJ2)																
		H	Acciaio per cuscinetti (SUJ2)	Ceramica (Si ₃ N ₄)																
X	Acciaio speciale (SHX)	Ceramica (Si ₃ N ₄)																		
XE (Spinshot™ II)	Acciaio speciale (SHX)	Ceramica (Si ₃ N ₄)																		
TYN	Gabbia	TYN: gabbia in poliammide guidata sulle sfere; velocità limite $d_{m,n} = 1\,400\,000$; temperatura massima di esercizio = 120°C TR: gabbia in resina fenolica guidata sull'anello esterno; temperatura massima di esercizio = 120°C	18-19																	
	Schemi	Nessun simbolo: cuscinetto aperto V1V: tenute in gomma non striscianti (‡)	32																	
DBB	Disposizione	SU: singolo universale; DU: coppia universale	42-43																	
		DB: coppia dorso a dorso; DF: coppia faccia a faccia; DT: coppia in tandem DBD, DFD, DTD, DUD: set in terna; DBB, DFF, DBT, DFT, DTT, QU: set in quaterna	148-151																	
EL	Precarico	EL: extra leggero, L: leggero, M: medio, H: pesante CP: precarico speciale, CA: gioco assiale speciale	42-43 152-155 161-164																	
P4	Classe di precisione	P2: classe ISO 2; P4: classe ISO 4; P5: classe ISO 5	151																	
		P3: classe speciale (precisione dimensionale: classe ISO 4; precisione di rotazione: classe ISO 2) P4Y: classe speciale (diametro foro e diametro esterno secondo specifiche NSK; tutti gli altri valori secondo classe ISO 4.)	176-179																	

(*) Le serie dimensionali 20 e 29 sono esclusivamente per cuscinetti a sfere a contatto obliquo schermati.

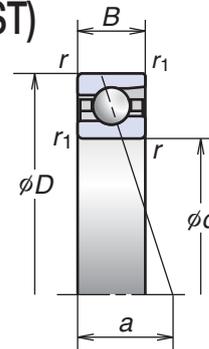
(‡) I cuscinetti a sfere a contatto obliquo schermati sono disponibili come standard nella versione singolo universale (SU) e classe ISO 3. Cuscinetti a sfere a contatto obliquo schermati delle serie BNR19, BNR29, BER19, BER29, BNR10, BNR20, BER10 e BER20: disponibili nella gamma diametro foro ϕ 30-100 mm.

1.CUSCINETTI A SFERE A CONTATTO OBLIQUO

Cuscinetti a Sfere a Contatto Obliquo per Altissime Velocità (Serie ROBUST)

Serie **BNR19**
Serie **BER19**

Diametro foro 25-80 mm



Codice cuscinetto	Dimensioni (mm)					Capacità di carico (kN)		Carico assiale ⁽¹⁾ ammissibile (kN)	Centro effettivo di carico (mm) a	Massa (kg) (circa)	Versione schermata	Velocità limite ⁽²⁾ (min ⁻¹)	
	d	D	B	r (min.)	r ₁ (min.)	C _r (Dinamico)	C _{or} (Statico)					Grasso	Olio
25BNR19S	25	42	9	0,3	0,15	5,95	3,50	4,95	9,9	0,042	—	41 800	59 800
25BNR19H	25	42	9	0,3	0,15			3,25		0,038	—	53 800	83 600
25BNR19X	25	42	9	0,3	0,15			5,90		0,038	—	62 700	98 600
25BER19S	25	42	9	0,3	0,15	5,70	3,40	5,90	12,3	0,042	—	35 900	50 800
25BER19H	25	42	9	0,3	0,15			3,95		0,038	—	47 800	74 700
25BER19X	25	42	9	0,3	0,15			6,80		0,038	—	56 800	89 600
30BNR19S	30	47	9	0,3	0,15	6,30	4,05	5,75	10,8	0,048	○	36 400	52 000
30BNR19H	30	47	9	0,3	0,15			3,80		0,043	○	46 800	72 800
30BNR19X	30	47	9	0,3	0,15			6,80		0,043	○	54 600	85 800
30BER19S	30	47	9	0,3	0,15	6,00	3,90	6,80	13,5	0,048	○	31 200	44 200
30BER19H	30	47	9	0,3	0,15			4,60		0,043	○	41 600	65 000
30BER19X	30	47	9	0,3	0,15			10,0		0,043	○	49 400	78 000
35BNR19S	35	55	10	0,6	0,3	9,20	6,00	8,55	12,3	0,072	○	31 200	44 500
35BNR19H	35	55	10	0,6	0,3			5,60		0,063	○	40 000	62 300
35BNR19X	35	55	10	0,6	0,3			10,0		0,063	○	46 700	73 400
35BER19S	35	55	10	0,6	0,3	8,80	5,75	10,0	15,5	0,072	○	26 700	37 800
35BER19H	35	55	10	0,6	0,3			6,80		0,063	○	35 600	55 600
35BER19X	35	55	10	0,6	0,3			10,8		0,063	○	42 300	66 700
40BNR19S	40	62	12	0,6	0,3	11,5	7,65	10,8	14,3	0,105	○	27 500	39 300
40BNR19H	40	62	12	0,6	0,3			7,10		0,092	○	35 300	55 000
40BNR19X	40	62	12	0,6	0,3			12,8		0,092	○	41 200	64 800
40BER19S	40	62	12	0,6	0,3	11,0	7,35	12,8	17,9	0,105	○	23 600	33 400
40BER19H	40	62	12	0,6	0,3			8,65		0,092	○	31 400	49 100
40BER19X	40	62	12	0,6	0,3			14,6		0,092	○	37 300	58 900
45BNR19S	45	68	12	0,6	0,3	12,1	8,70	12,4	15,2	0,125	○	24 800	35 400
45BNR19H	45	68	12	0,6	0,3			8,10		0,111	○	31 900	49 600
45BNR19X	45	68	12	0,6	0,3			14,6		0,111	○	37 200	58 500
45BER19S	45	68	12	0,6	0,3	11,6	8,35	14,6	19,2	0,125	○	21 300	30 100
45BER19H	45	68	12	0,6	0,3			9,85		0,111	○	28 400	44 300
45BER19X	45	68	12	0,6	0,3			13,9		0,111	○	33 700	53 100
50BNR19S	50	72	12	0,6	0,3	12,8	9,75	13,9	15,9	0,127	○	23 000	32 800
50BNR19H	50	72	12	0,6	0,3			9,10		0,111	○	29 600	46 000
50BNR19X	50	72	12	0,6	0,3			16,3		0,111	○	34 500	54 100
50BER19S	50	72	12	0,6	0,3	12,3	9,35	16,3	20,2	0,127	○	19 700	27 900
50BER19H	50	72	12	0,6	0,3			11,0		0,111	○	26 300	41 000
50BER19X	50	72	12	0,6	0,3			11,0		0,111	○	31 200	49 200

⁽¹⁾ Per il carico assiale ammissibile, consultare pagina 147.

⁽²⁾ Per l'applicazione della velocità limite, consultare pagina 170.

Note: Codice cuscinetto BNR: angolo di contatto nominale 18°

Codice cuscinetto BER: angolo di contatto nominale 25°

Per informazioni aggiuntive: Pagina

- Carico dinamico equivalente139
- Carico statico equivalente146
- Precarico e rigidità152
- Dimensioni delle parti adiacenti186
- Posizione degli ugelli di lubrificazione192
- Quantità di riempimento di grasso175

Serie BNR19
Serie BER19

(seguito)

Codice cuscinetto	Dimensioni (mm)					Capacità di carico (kN)		Carico assiale (1) ammissibile (kN)	Centro effettivo di carico (mm) a	Massa (kg) (circa)	Versione schermata	Velocità limite (2) (min ⁻¹)	
	d	D	B	r (min.)	r ₁ (min.)	C _r (Dinamico)	C _{0r} (Statico)					Grasso	Olio
55BNR19S	55	80	13	1,0	0,6	14,4	11,4	16,2	17,5	0,178	○	20 800	29 700
55BNR19H	55	80	13	1,0	0,6			10,6		0,158	○	26 700	41 500
55BNR19X	55	80	13	1,0	0,6			0,158		○	31 200	48 900	
55BER19S	55	80	13	1,0	0,6	13,8	10,9	16,1	22,2	0,178	○	17 800	25 200
55BER19H	55	80	13	1,0	0,6			12,9		0,158	○	23 800	37 100
55BER19X	55	80	13	1,0	0,6			0,158		○	28 200	44 500	
60BNR19S	60	85	13	1,0	0,6	14,6	12,0	17,1	18,3	0,190	○	19 400	27 600
60BNR19H	60	85	13	1,0	0,6			11,2		0,170	○	24 900	38 700
60BNR19X	60	85	13	1,0	0,6			0,170		○	29 000	45 600	
60BER19S	60	85	13	1,0	0,6	14,0	11,5	20,1	23,4	0,190	○	16 600	23 500
60BER19H	60	85	13	1,0	0,6			13,6		0,170	○	22 100	34 500
60BER19X	60	85	13	1,0	0,6			0,170		○	26 300	41 400	
65BNR19S	65	90	13	1,0	0,6	15,2	13,2	18,7	19,1	0,204	○	18 100	25 900
65BNR19H	65	90	13	1,0	0,6			12,3		0,181	○	23 300	36 200
65BNR19X	65	90	13	1,0	0,6			0,181		○	27 100	42 600	
65BER19S	65	90	13	1,0	0,6	14,5	12,6	22,1	24,6	0,204	○	15 500	22 000
65BER19H	65	90	13	1,0	0,6			14,9		0,181	○	20 700	32 300
65BER19X	65	90	13	1,0	0,6			0,181		○	24 600	38 800	
70BNR19S	70	100	16	1,0	0,6	21,3	18,1	26,1	21,8	0,328	○	16 500	23 600
70BNR19H	70	100	16	1,0	0,6			17,1		0,292	○	21 200	33 000
70BNR19X	70	100	16	1,0	0,6			0,292		○	24 800	38 900	
70BER19S	70	100	16	1,0	0,6	20,4	17,3	30,5	27,8	0,328	○	14 200	20 000
70BER19H	70	100	16	1,0	0,6			20,7		0,292	○	18 900	29 500
70BER19X	70	100	16	1,0	0,6			0,292		○	22 400	35 300	
75BNR19S	75	105	16	1,0	0,6	21,6	19,0	27,5	22,6	0,348	○	15 600	22 300
75BNR19H	75	105	16	1,0	0,6			18,0		0,310	○	20 000	31 200
75BNR19X	75	105	16	1,0	0,6			0,310		○	23 400	36 700	
75BER19S	75	105	16	1,0	0,6	20,7	18,2	32,5	29,0	0,348	○	13 400	18 900
75BER19H	75	105	16	1,0	0,6			21,7		0,310	○	17 800	27 800
75BER19X	75	105	16	1,0	0,6			0,310		○	21 200	33 400	
80BNR19S	80	110	16	1,0	0,6	22,0	19,9	28,9	23,4	0,366	○	14 800	21 100
80BNR19H	80	110	16	1,0	0,6			18,9		0,326	○	19 000	29 500
80BNR19X	80	110	16	1,0	0,6			0,326		○	22 200	34 800	
80BER19S	80	110	16	1,0	0,6	21,0	19,1	34,0	30,1	0,366	○	12 700	17 900
80BER19H	80	110	16	1,0	0,6			22,8		0,326	○	16 900	26 400
80BER19X	80	110	16	1,0	0,6			0,326		○	20 000	31 600	

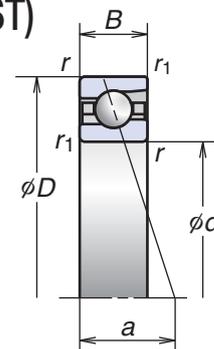
(1) Per il carico assiale ammissibile, consultare pagina 147.
 (2) Per l'applicazione della velocità limite, consultare pagina 170.
Note: Codice cuscinetto BNR: angolo di contatto nominale 18°
 Codice cuscinetto BER: angolo di contatto nominale 25°

1.CUSCINETTI A SFERE A CONTATTO OBLIQUO

Cuscinetti a Sfere a Contatto Obliquo per Altissime Velocità (Serie ROBUST)

Serie **BNR19**
Serie **BER19**

Diametro foro 85-150 mm



Codice cuscinetto	Dimensioni (mm)					Capacità di carico (kN)		Carico assiale ⁽¹⁾ ammissibile (kN)	Centro effettivo di carico (mm) a	Massa (kg) (circa)	Versione schermata	Velocità limite ⁽²⁾ (min ⁻¹)	
	d	D	B	r (min.)	r ₁ (min.)	C _r (Dinamico)	C _{0r} (Statico)					Grasso	Olio
85BNR19S	85	120	18	1,1	0,6	29,4	26,3	38,0	25,7	0,527	○	13 700	19 600
85BNR19H	85	120	18	1,1	0,6			24,8		0,456	○	17 600	27 400
85BNR19X	85	120	18	1,1	0,6			0,456		○	20 500	32 200	
85BER19S	85	120	18	1,1	0,6	28,1	25,2	35,5	32,9	0,527	○	11 800	16 600
85BER19H	85	120	18	1,1	0,6			30,0		0,456	○	15 700	24 400
85BER19X	85	120	18	1,1	0,6			0,456		○	18 600	29 300	
90BNR19S	90	125	18	1,1	0,6	31,5	29,7	43,0	26,5	0,552	○	13 100	18 700
90BNR19H	90	125	18	1,1	0,6			28,1		0,480	○	16 800	26 100
90BNR19X	90	125	18	1,1	0,6			0,480		○	19 600	30 700	
90BER19S	90	125	18	1,1	0,6	30,0	28,5	50,5	34,1	0,552	○	11 200	15 900
90BER19H	90	125	18	1,1	0,6			34,0		0,480	○	14 900	23 300
90BER19X	90	125	18	1,1	0,6			0,480		○	17 700	28 000	
95BNR19S	95	130	18	1,1	0,6	32,0	31,0	50,0	28,3	0,571	○	12 500	17 800
95BNR19H	95	130	18	1,1	0,6			32,5		0,497	○	16 000	24 900
95BNR19X	95	130	18	1,1	0,6			0,497		○	18 700	29 400	
95BER19S	95	130	18	1,1	0,6	30,5	29,7	58,5	36,7	0,571	○	10 700	15 200
95BER19H	95	130	18	1,1	0,6			39,5		0,497	○	14 300	22 300
95BER19X	95	130	18	1,1	0,6			0,497		○	16 900	26 700	
100BNR19S	100	140	20	1,1	0,6	38,0	35,0	50,5	29,5	0,770	○	11 700	16 700
100BNR19H	100	140	20	1,1	0,6			33,0		0,673	○	15 000	23 400
100BNR19X	100	140	20	1,1	0,6			0,673		○	17 500	27 500	
100BER19S	100	140	20	1,1	0,6	36,0	33,5	59,5	38,0	0,770	○	10 000	14 200
100BER19H	100	140	20	1,1	0,6			40,0		0,673	○	13 400	20 900
100BER19X	100	140	20	1,1	0,6			0,673		○	15 900	25 000	
105BNR19S	105	145	20	1,1	0,6	38,5	36,5	53,0	31,5	0,795	–	11 200	16 000
105BNR19H	105	145	20	1,1	0,6			39,0		0,693	–	14 400	22 400
105BNR19X	105	145	20	1,1	0,6			0,693		–	16 800	26 400	
105BER19S	105	145	20	1,1	0,6	37,0	35,0	62,0	40,9	0,795	–	9 600	13 600
105BER19H	105	145	20	1,1	0,6			42,0		0,693	–	12 800	20 000
105BER19X	105	145	20	1,1	0,6			0,693		–	15 200	24 000	

(1) Per il carico assiale ammissibile, consultare pagina 147.

(2) Per l'applicazione della velocità limite, consultare pagina 170.

Note: Codice cuscinetto BNR: angolo di contatto nominale 18°

Codice cuscinetto BER: angolo di contatto nominale 25°

Per informazioni aggiuntive: Pagina

- Carico dinamico equivalente139
- Carico statico equivalente146
- Precarico e rigidità152
- Dimensioni delle parti adiacenti186
- Posizione degli ugelli di lubrificazione192
- Quantità di riempimento di grasso175

Serie BNR19
Serie BER19

(seguito)

Codice cuscinetto	Dimensioni (mm)					Capacità di carico (kN)		Carico assiale (¹) ammissibile (kN)	Centro effettivo di carico (mm) a	Massa (kg) (circa)	Versione schermata	Velocità limite (²) (min⁻¹)	
	d	D	B	r (min.)	r₁ (min.)	C _r (Dinamico)	C _{0r} (Statico)					Grasso	Olio
110BNR19S	110	150	20	1,1	0,6	39,0	38,0	55,5	31,1	0,838	–	10 800	15 400
110BNR19H	110	150	20	1,1	0,6			42,0		0,733	–	13 900	21 600
110BNR19X	110	150	20	1,1	0,6			0,733		–	16 200	25 400	
110BER19S	110	150	20	1,1	0,6	37,5	36,5	65,0	40,3	0,838	–	9 300	13 100
110BER19H	110	150	20	1,1	0,6			44,0		0,733	–	12 400	19 300
110BER19X	110	150	20	1,1	0,6			0,733		–	14 700	23 100	
120BNR19S	120	165	22	1,1	0,6	54,0	52,0	75,0	34,2	1,124	–	9 900	14 100
120BNR19H	120	165	22	1,1	0,6			49,0		0,949	–	12 700	19 700
120BNR19X	120	165	22	1,1	0,6			0,949		–	14 800	23 200	
120BER19S	120	165	22	1,1	0,6	51,5	50,0	88,0	44,2	1,124	–	8 500	12 000
120BER19H	120	165	22	1,1	0,6			59,5		0,949	–	11 300	17 600
120BER19X	120	165	22	1,1	0,6			0,949		–	13 400	21 100	
130BNR19S	130	180	24	1,5	1,0	59,5	58,5	85,0	37,2	1,477	–	9 100	13 000
130BNR19H	130	180	24	1,5	1,0			56,0		1,265	–	11 700	18 100
130BER19S	130	180	24	1,5	1,0	57,0	56,5	100	48,1	1,477	–	7 800	11 000
130BER19H	130	180	24	1,5	1,0			67,5		1,265	–	10 400	16 200
140BNR19S	140	190	24	1,5	1,0	60,0	61,5	89,5	38,8	1,567	–	8 500	12 200
140BNR19H	140	190	24	1,5	1,0			58,5		1,353	–	11 000	17 000
140BER19S	140	190	24	1,5	1,0	57,5	59,0	105	50,5	1,567	–	7 300	10 400
140BER19H	140	190	24	1,5	1,0			70,5		1,353	–	9 700	15 200
150BNR19S	150	210	28	2,0	1,0	77,0	78,5	114	43,2	2,459	–	7 800	11 200
150BNR19H	150	210	28	2,0	1,0			75,0		2,139	–	10 000	15 600
150BER19S	150	210	28	2,0	1,0	73,5	75,5	134	55,9	2,459	–	6 700	9 500
150BER19H	150	210	28	2,0	1,0			90,5		2,139	–	8 900	13 900

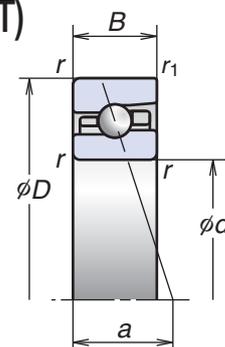
(¹) Per il carico assiale ammissibile, consultare pagina 147.
(²) Per l'applicazione della velocità limite, consultare pagina 170.
Note: Codice cuscinetto BNR: angolo di contatto nominale 18°
Codice cuscinetto BER: angolo di contatto nominale 25°

1.CUSCINETTI A SFERE A CONTATTO OBLIQUO

Cuscinetti a Sfere a Contatto Obliquo per Altissime Velocità (Serie ROBUST)

Serie **BNR10**
Serie **BER10**

Diametro foro 30-80 mm



Codice cuscinetto	Dimensioni (mm)					Capacità di carico (kN)		Carico assiale ⁽¹⁾ ammissibile (kN)	Centro effettivo di carico (mm) a	Massa (kg) (circa)	Versione schermata	Velocità limite ⁽²⁾ (min ⁻¹)	
	d	D	B	r (min.)	r ₁ (min.)	C _r (Dinamico)	C _{0r} (Statico)					Grasso	Olio
30BNR10S	30	55	13	1,0	0,6	8,65	5,75	8,20	13,3	0,124	○	33 000	47 100
30BNR10H	30	55	13	1,0	0,6			5,35		0,116	○	42 400	65 900
30BNR10X	30	55	13	1,0	0,6			5,35		0,116	○	49 500	77 700
30BER10S	30	55	13	1,0	0,6	8,30	5,50	9,65	16,3	0,124	○	28 300	40 000
30BER10H	30	55	13	1,0	0,6			6,50		0,116	○	37 700	58 900
30BER10X	30	55	13	1,0	0,6			6,50		0,116	○	44 800	70 600
35BNR10S	35	62	14	1,0	0,6	10,1	7,10	10,2	14,8	0,164	○	28 900	41 300
35BNR10H	35	62	14	1,0	0,6			6,70		0,154	○	37 200	57 800
35BNR10X	35	62	14	1,0	0,6			6,70		0,154	○	43 300	68 100
35BER10S	35	62	14	1,0	0,6	9,70	6,85	12,0	18,2	0,164	○	24 800	35 100
35BER10H	35	62	14	1,0	0,6			8,10		0,154	○	33 000	51 600
35BER10X	35	62	14	1,0	0,6			8,10		0,154	○	39 200	61 900
40BNR10S	40	68	15	1,0	0,6	10,6	7,95	11,5	16,2	0,204	○	26 000	37 100
40BNR10H	40	68	15	1,0	0,6			7,50		0,193	○	33 400	51 900
40BNR10X	40	68	15	1,0	0,6			7,50		0,193	○	38 900	61 200
40BER10S	40	68	15	1,0	0,6	10,1	7,65	13,5	19,9	0,204	○	22 300	31 500
40BER10H	40	68	15	1,0	0,6			9,10		0,193	○	29 700	46 300
40BER10X	40	68	15	1,0	0,6			9,10		0,193	○	35 200	55 600
45BNR10S	45	75	16	1,0	0,6	11,7	9,00	12,7	17,6	0,259	○	23 400	33 400
45BNR10H	45	75	16	1,0	0,6			8,35		0,246	○	30 000	46 700
45BNR10X	45	75	16	1,0	0,6			8,35		0,246	○	35 000	55 000
45BER10S	45	75	16	1,0	0,6	11,2	8,60	15,0	21,8	0,259	○	20 000	28 400
45BER10H	45	75	16	1,0	0,6			10,1		0,246	○	26 700	41 700
45BER10X	45	75	16	1,0	0,6			10,1		0,246	○	31 700	50 000
50BNR10S	50	80	16	1,0	0,6	12,2	9,90	14,0	18,4	0,281	○	21 600	30 800
50BNR10H	50	80	16	1,0	0,6			9,20		0,266	○	27 700	43 100
50BNR10X	50	80	16	1,0	0,6			9,20		0,266	○	32 400	50 800
50BER10S	50	80	16	1,0	0,6	11,6	9,50	16,5	23,0	0,281	○	18 500	26 200
50BER10H	50	80	16	1,0	0,6			11,1		0,266	○	24 700	38 500
50BER10X	50	80	16	1,0	0,6			11,1		0,266	○	29 300	46 200

⁽¹⁾ Per il carico assiale ammissibile, consultare pagina 147.

⁽²⁾ Per l'applicazione della velocità limite, consultare pagina 170.

Note: Codice cuscinetto BNR: angolo di contatto nominale 18°
Codice cuscinetto BER: angolo di contatto nominale 25°

Per informazioni aggiuntive: Pagina

- Carico dinamico equivalente 139
- Carico statico equivalente 146
- Precarico e rigidità 152
- Dimensioni delle parti adiacenti 186
- Posizione degli ugelli di lubrificazione 192
- Quantità di riempimento di grasso 175

Serie BNR10
Serie BER10 (seguito)

Codice cuscinetto	Dimensioni (mm)					Capacità di carico (kN)		Carico assiale (1) ammissibile (kN)	Centro effettivo di carico (mm) a	Massa (kg) (circa)	Versione schermata	Velocità limite (2) (min ⁻¹)	
	d	D	B	r (min.)	r ₁ (min.)	C _r (Dinamico)	C _{0r} (Statico)					Grasso	Olio
55BNR10S	55	90	18	1,1	0,6	15,1	12,5	17,8	20,6	0,414	○	19400	27600
55BNR10H	55	90	18	1,1	0,6			11,7		0,393	○	24 900	38 700
55BNR10X	55	90	18	1,1	0,6			0,393		○	29 000	45 600	
55BER10S	55	90	18	1,1	0,6	14,4	12,0	21,0	25,7	0,414	○	16 600	23 500
55BER10H	55	90	18	1,1	0,6			14,1		0,393	○	22 100	34 500
55BER10X	55	90	18	1,1	0,6			0,393		○	26 300	41 400	
60BNR10S	60	95	18	1,1	0,6	15,6	13,7	19,5	21,5	0,443	○	18 100	25 900
60BNR10H	60	95	18	1,1	0,6			12,8		0,419	○	23 300	36 200
60BNR10X	60	95	18	1,1	0,6			0,419		○	27 100	42 600	
60BER10S	60	95	18	1,1	0,6	15,0	13,1	22,9	26,9	0,443	○	15 500	22 000
60BER10H	60	95	18	1,1	0,6			15,5		0,419	○	20 700	32 300
60BER10X	60	95	18	1,1	0,6			0,419		○	24 600	38 800	
65BNR10S	65	100	18	1,1	0,6	16,2	14,8	21,1	22,3	0,472	○	17 000	24 300
65BNR10H	65	100	18	1,1	0,6			13,9		0,447	○	21 900	34 000
65BNR10X	65	100	18	1,1	0,6			0,447		○	25 500	40 000	
65BER10S	65	100	18	1,1	0,6	15,5	14,2	24,9	28,0	0,472	○	14 600	20 700
65BER10H	65	100	18	1,1	0,6			16,8		0,447	○	19 400	30 400
65BER10X	65	100	18	1,1	0,6			0,447		○	23 100	36 400	
70BNR10S	70	110	20	1,1	0,6	22,3	19,8	28,6	24,5	0,645	○	15 600	22 300
70BNR10H	70	110	20	1,1	0,6			18,8		0,605	○	20 000	31 200
70BNR10X	70	110	20	1,1	0,6			0,605		○	23 400	36 700	
70BER10S	70	110	20	1,1	0,6	21,3	18,9	33,5	30,8	0,645	○	13 400	18 900
70BER10H	70	110	20	1,1	0,6			22,6		0,605	○	17 800	27 800
70BER10X	70	110	20	1,1	0,6			0,605		○	21 200	33 400	
75BNR10S	75	115	20	1,1	0,6	22,6	20,7	30,0	25,3	0,679	○	14 800	21 100
75BNR10H	75	115	20	1,1	0,6			19,7		0,638	○	19 000	29 500
75BNR10X	75	115	20	1,1	0,6			0,638		○	22 200	34 800	
75BER10S	75	115	20	1,1	0,6	21,6	19,8	35,0	31,9	0,679	○	12 700	17 900
75BER10H	75	115	20	1,1	0,6			23,7		0,638	○	16 900	26 400
75BER10X	75	115	20	1,1	0,6			0,638		○	20 000	31 600	
80BNR10S	80	125	22	1,1	0,6	26,5	24,5	35,5	27,5	0,921	○	13 700	19 600
80BNR10H	80	125	22	1,1	0,6			23,4		0,867	○	17 600	27 400
80BNR10X	80	125	22	1,1	0,6			0,867		○	20 500	32 200	
80BER10S	80	125	22	1,1	0,6	25,3	23,5	42,0	34,6	0,921	○	11 800	16 600
80BER10H	80	125	22	1,1	0,6			28,2		0,867	○	15 700	24 400
80BER10X	80	125	22	1,1	0,6			0,867		○	18 600	29 300	

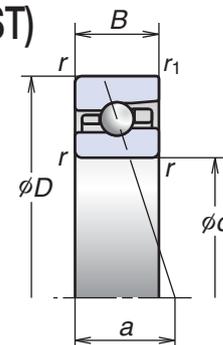
(1) Per il carico assiale ammissibile, consultare pagina 147.
 (2) Per l'applicazione della velocità limite, consultare pagina 170.
Note: Codice cuscinetto BNR: angolo di contatto nominale 18°
 Codice cuscinetto BER: angolo di contatto nominale 25°

1.CUSCINETTI A SFERE A CONTATTO OBLIQUO

Cuscinetti a Sfere a Contatto Obliquo per Altissime Velocità (Serie ROBUST)

Serie **BNR10**
Serie **BER10**

Diametro foro 85-150 mm



Codice cuscinetto	Dimensioni (mm)					Capacità di carico (kN)		Carico assiale ⁽¹⁾ ammissibile (kN)	Centro effettivo di carico (mm) a	Massa (kg) (circa)	Versione schermata	Velocità limite ⁽²⁾ (min ⁻¹)	
	d	D	B	r (min.)	r ₁ (min.)	C _r (Dinamico)	C _{or} (Statico)					Grasso	Olio
85BNR10S	85	130	22	1,1	0,6	26,8	25,7	37,5	28,4	0,962	○	13 100	18 700
85BNR10H	85	130	22	1,1	0,6			24,5		0,906	○	16 800	26 100
85BNR10X	85	130	22	1,1	0,6			24,5		0,906	○	19 600	30 700
85BER10S	85	130	22	1,1	0,6	25,6	24,6	43,5	36,1	0,962	○	11 200	15 900
85BER10H	85	130	22	1,1	0,6			29,5		0,906	○	14 900	23 300
85BER10X	85	130	22	1,1	0,6			29,5		0,906	○	17 700	28 000
90BNR10S	90	140	24	1,5	1,0	35,0	33,0	48,0	30,7	1,241	○	12 200	17 400
90BNR10H	90	140	24	1,5	1,0			31,5		1,155	○	15 700	24 400
90BNR10X	90	140	24	1,5	1,0			31,5		1,155	○	18 300	28 700
90BER10S	90	140	24	1,5	1,0	33,5	31,5	56,0	38,8	1,241	○	10 500	14 800
90BER10H	90	140	24	1,5	1,0			38,0		1,155	○	14 000	21 800
90BER10X	90	140	24	1,5	1,0			38,0		1,155	○	16 600	26 100
95BNR10S	95	145	24	1,5	1,0	35,5	34,5	50,0	31,3	1,298	○	11 700	16 700
95BNR10H	95	145	24	1,5	1,0			32,5		1,209	○	15 000	23 400
95BNR10X	95	145	24	1,5	1,0			32,5		1,209	○	17 500	27 500
95BER10S	95	145	24	1,5	1,0	34,0	33,0	58,5	39,7	1,298	○	10 000	14 200
95BER10H	95	145	24	1,5	1,0			39,5		1,209	○	13 400	20 900
95BER10X	95	145	24	1,5	1,0			39,5		1,209	○	15 900	25 000
100BNR10S	100	150	24	1,5	1,0	36,0	36,0	52,0	32,3	1,245	○	11 200	16 000
100BNR10H	100	150	24	1,5	1,0			34,0		1,253	○	14 400	22 400
100BNR10X	100	150	24	1,5	1,0			34,0		1,253	○	16 800	26 400
100BER10S	100	150	24	1,5	1,0	34,5	34,5	61,0	41,2	1,245	○	9 600	13 600
100BER10H	100	150	24	1,5	1,0			41,0		1,253	○	12 800	20 000
100BER10X	100	150	24	1,5	1,0			41,0		1,253	○	15 200	24 000
105BNR10S	105	160	26	2,0	1,0	41,0	41,0	59,5	34,5	1,698	—	10 600	15 100
105BNR10H	105	160	26	2,0	1,0			39,0		1,585	—	13 600	21 200
105BNR10X	105	160	26	2,0	1,0			39,0		1,585	—	15 900	25 000
105BER10S	105	160	26	2,0	1,0	39,0	39,5	70,0	43,9	1,698	—	9 100	12 900
105BER10H	105	160	26	2,0	1,0			47,5		1,585	—	12 100	18 900
105BER10X	105	160	26	2,0	1,0			47,5		1,585	—	14 400	22 700

⁽¹⁾ Per il carico assiale ammissibile, consultare pagina 147.

⁽²⁾ Per l'applicazione della velocità limite, consultare pagina 170.

Note: Codice cuscinetto BNR: angolo di contatto nominale 18°
Codice cuscinetto BER: angolo di contatto nominale 25°

Per informazioni aggiuntive: Pagina

- Carico dinamico equivalente 139
- Carico statico equivalente 146
- Precarico e rigidità 152
- Dimensioni delle parti adiacenti 186
- Posizione degli ugelli di lubrificazione 192
- Quantità di riempimento di grasso 175

Serie BNR10
Serie BER10 (seguito)

Codice cuscinetto	Dimensioni (mm)					Capacità di carico (kN)		Carico assiale ⁽¹⁾ ammissibile (kN)	Centro effettivo di carico (mm) <i>a</i>	Massa (kg) (circa)	Versione schermata	Velocità limite ⁽²⁾ (min ⁻¹)	
	<i>d</i>	<i>D</i>	<i>B</i>	<i>r</i> (min.)	<i>r</i> ₁ (min.)	<i>C</i> _r (Dinamico)	<i>C</i> _{0r} (Statico)					Grasso	Olio
110BNR10S	110	170	28	2,0	1,0	46,0	47,0	68,0	36,7	2,133	–	10 000	14 300
110BNR10H	110	170	28	2,0	1,0			44,5		1,996	–	12 900	20 000
110BNR10X	110	170	28	2,0	1,0			1,996		–	15 000	23 600	
110BER10S	110	170	28	2,0	1,0	44,0	45,0	79,5	46,7	2,133	–	8 600	12 200
110BER10H	110	170	28	2,0	1,0			54,0		1,996	–	11 500	17 900
110BER10X	110	170	28	2,0	1,0			1,996		–	13 600	21 500	
120BNR10S	120	180	28	2,0	1,0	47,5	50,5	73,5	38,4	2,286	–	9 400	13 400
120BNR10H	120	180	28	2,0	1,0			48,0		2,139	–	12 000	18 700
120BNR10X	120	180	28	2,0	1,0			2,139		–	14 000	22 000	
120BER10S	120	180	28	2,0	1,0	45,5	48,5	86,0	49,0	2,286	–	8 000	11 400
120BER10H	120	180	28	2,0	1,0			58,0		2,139	–	10 700	16 700
120BER10X	120	180	28	2,0	1,0			2,139		–	12 700	20 000	
130BNR10S	130	200	33	2,0	1,0	60,0	61,5	89,5	43,0	3,408	–	8 500	12 200
130BNR10H	130	200	33	2,0	1,0			58,5		3,194	–	11 000	17 000
130BER10S	130	200	33	2,0	1,0	57,5	59,0	105	54,6	3,408	–	7 300	10 400
130BER10H	130	200	33	2,0	1,0			70,5		3,194	–	9 700	15 200
140BNR10S	140	210	33	2,0	1,0	62,5	66,5	97,0	44,6	3,647	–	8 000	11 500
140BNR10H	140	210	33	2,0	1,0			63,5		3,419	–	10 300	16 000
140BER10S	140	210	33	2,0	1,0	59,5	64,0	113	56,9	3,647	–	6 900	9 800
140BER10H	140	210	33	2,0	1,0			76,5		3,419	–	9 200	14 300
150BNR10S	150	225	35	2,1	1,0	73,5	78,0	114	47,6	4,405	–	7 500	10 700
150BNR10H	150	225	35	2,1	1,0			74,5		4,129	–	9 600	15 000
150BER10S	150	225	35	2,1	1,0	70,0	75,0	99,5	60,8	4,405	–	6 400	9 100
150BER10H	150	225	35	2,1	1,0			90,0		4,129	–	8 600	13 400

⁽¹⁾ Per il carico assiale ammissibile, consultare pagina 147.
⁽²⁾ Per l'applicazione della velocità limite, consultare pagina 170.

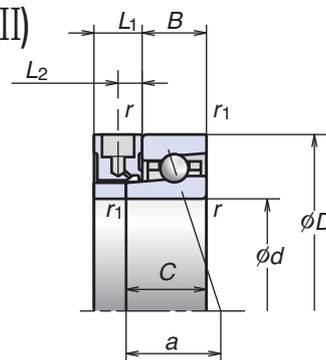
Note: Codice cuscinetto BNR: angolo di contatto nominale 18°
Codice cuscinetto BER: angolo di contatto nominale 25°

1.CUSCINETTI A SFERE A CONTATTO OBLIQUO

Cuscinetti a Sfere a Contatto Obliquo per Altissime Velocità (Serie Spinslot™ II)

Serie **BNR19XE**
Serie **BER19XE**

Diametro 40-110 mm



Codice cuscinetto	Dimensioni (mm)						Dimensioni del distanziale Spinslot (mm)		Capacità di carico (kN)		Carico assiale (1) ammissibile (kN)	Centro effettivo di carico di carico (mm) a	Massa (kg) (circa)	Velocità limite (2) (min ⁻¹) Olio
	d	D	B	C	r (min.)	r ₁ (min.)	L ₁ (circa)	L ₂ (circa)	C _r (Dinamico)	C _{0r} (Statico)				
40BNR19XE	40	62	12	17	0,6	0,3	15	7,5	11,5	7,65	7,10	19,3	0,106	64 800
40BER19XE	40	62	12	17	0,6	0,3	15	7,5	11,0	7,35	8,65	22,9	0,106	58 900
45BNR19XE	45	68	12	17	0,6	0,3	15	7,5	12,1	8,70	8,10	20,2	0,128	58 500
45BER19XE	45	68	12	17	0,6	0,3	15	7,5	11,6	8,35	9,85	24,2	0,128	53 100
50BNR19XE	50	72	12	17	0,6	0,3	15	7,5	12,8	9,75	9,10	20,9	0,129	54 100
50BER19XE	50	72	12	17	0,6	0,3	15	7,5	12,3	9,35	11,0	25,2	0,129	49 200
55BNR19XE	55	80	13	18	1,0	0,6	15	7,5	14,4	11,4	10,6	22,5	0,182	48 900
55BER19XE	55	80	13	18	1,0	0,6	15	7,5	13,8	10,9	12,9	27,2	0,182	44 500
60BNR19XE	60	85	13	18	1,0	0,6	15	7,5	14,6	12,0	11,2	23,3	0,196	45 600
60BER19XE	60	85	13	18	1,0	0,6	15	7,5	14,0	11,5	13,6	28,4	0,196	41 400
65BNR19XE	65	90	13	18	1,0	0,6	15	7,5	15,2	13,2	12,3	24,1	0,209	42 600
65BER19XE	65	90	13	18	1,0	0,6	15	7,5	14,5	12,6	14,9	29,6	0,209	38 800
70BNR19XE	70	100	16	21	1,0	0,6	15	7,5	21,3	18,1	17,1	26,8	0,328	38 900
70BER19XE	70	100	16	21	1,0	0,6	15	7,5	20,4	17,3	20,7	32,8	0,328	35 300
75BNR19XE	75	105	16	21	1,0	0,6	15	7,5	21,6	19,0	18,0	27,6	0,348	36 700
75BER19XE	75	105	16	21	1,0	0,6	15	7,5	20,7	18,2	21,7	34,0	0,348	33 400
80BNR19XE	80	110	16	21	1,0	0,6	15	7,5	22,0	19,9	18,9	28,4	0,366	34 800
80BER19XE	80	110	16	21	1,0	0,6	15	7,5	21,0	19,1	22,8	35,1	0,366	31 600
85BNR19XE	85	120	18	23	1,1	0,6	15	7,5	29,4	26,3	24,8	30,7	0,506	32 200
85BER19XE	85	120	18	23	1,1	0,6	15	7,5	28,1	25,2	30,0	37,9	0,506	29 300
90BNR19XE	90	125	18	23	1,1	0,6	15	7,5	31,5	29,7	28,1	31,5	0,532	30 700
90BER19XE	90	125	18	23	1,1	0,6	15	7,5	30,0	28,5	34,0	39,1	0,532	28 000
95BNR19XE	95	130	18	23	1,1	0,6	15	7,5	35,5	34,5	32,5	33,3	0,589	29 400
95BER19XE	95	130	18	23	1,1	0,6	15	7,5	34,0	33,0	39,5	41,7	0,589	26 700
100BNR19XE	100	140	20	25	1,1	0,6	15	7,5	38,0	35,0	33,0	34,5	0,739	27 500
100BER19XE	100	140	20	25	1,1	0,6	15	7,5	36,0	33,5	40,0	43,0	0,739	25 000
105BNR19XE	105	145	20	25	1,1	0,6	15	7,5	41,0	41,0	39,0	36,5	0,758	26 400
105BER19XE	105	145	20	25	1,1	0,6	15	7,5	39,0	39,5	47,5	45,9	0,758	24 000
110BNR19XE	110	150	20	25	1,1	0,6	15	7,5	39,0	38,0	36,5	36,1	0,804	25 400
110BER19XE	110	150	20	25	1,1	0,6	15	7,5	37,5	36,5	44,0	45,3	0,804	23 100

(1) Per il carico assiale ammissibile, consultare pagina 147.

(2) Per l'applicazione della velocità limite, consultare pagina 170.

Note: Codice cuscinetto BNR: angolo di contatto nominale 18°

Codice cuscinetto BER: angolo di contatto nominale 25°

Serie BNR10XE Serie BER10XE

Diametro foro 40-110 mm

Per informazioni aggiuntive: Pagina

- Carico dinamico equivalente 139
- Carico statico equivalente 146
- Precarico e rigidezza 152
- Dimensioni delle parti adiacenti 186

Cuscinetti a Sfere a Contatto Obliquo

ROBUST

Codice cuscinetto	Dimensioni (mm)						Dimensioni del distanziale Sproshot® (mm)		Capacità di carico (kN)		Carico assiale (¹) ammissibile (kN)	Centro effettivo di carico (mm) a	Massa (kg) (circa)	Velocità limite (²) (min⁻¹)
	d	D	B	C	r (min.)	r₁ (min.)	L₁ (circa)	L₂ (circa)	Cᵣ (Dinamico)	Cₒᵣ (Statico)				Olio
40BNR10XE	40	68	15	20	1,0	0,6	15	7,5	10,6	7,95	7,50	21,2	0,217	61 200
40BER10XE	40	68	15	20	1,0	0,6	15	7,5	10,1	7,65	9,10	24,9	0,217	55 600
45BNR10XE	45	75	16	21	1,0	0,6	15	7,5	11,7	9,00	8,35	22,6	0,273	55 000
45BER10XE	45	75	16	21	1,0	0,6	15	7,5	11,2	8,60	10,1	26,8	0,273	50 000
50BNR10XE	50	80	16	21	1,0	0,6	15	7,5	12,2	9,90	9,20	23,4	0,296	50 800
50BER10XE	50	80	16	21	1,0	0,6	15	7,5	11,6	9,50	11,1	28,0	0,296	46 200
55BNR10XE	55	90	18	23	1,1	0,6	15	7,5	15,1	12,5	11,7	25,6	0,433	45 600
55BER10XE	55	90	18	23	1,1	0,6	15	7,5	14,4	12,0	14,1	30,7	0,433	41 400
60BNR10XE	60	95	18	23	1,1	0,6	15	7,5	15,6	13,7	12,8	26,5	0,463	42 600
60BER10XE	60	95	18	23	1,1	0,6	15	7,5	15,0	13,1	15,5	31,9	0,463	38 800
65BNR10XE	65	100	18	23	1,1	0,6	15	7,5	16,2	14,8	13,9	27,3	0,493	40 000
65BER10XE	65	100	18	23	1,1	0,6	15	7,5	15,5	14,2	16,8	33,0	0,493	36 400
70BNR10XE	70	110	20	25	1,1	0,6	15	7,5	22,3	19,8	18,8	29,5	0,660	36 700
70BER10XE	70	110	20	25	1,1	0,6	15	7,5	21,3	18,9	22,6	35,8	0,660	33 400
75BNR10XE	75	115	22	27	1,1	0,6	15	7,5	22,6	20,7	19,7	30,3	0,697	34 800
75BER10XE	75	115	22	27	1,1	0,6	15	7,5	21,6	19,8	23,7	36,9	0,697	31 600
80BNR10XE	80	125	22	27	1,1	0,6	15	7,5	26,5	24,5	23,4	32,5	0,939	32 200
80BER10XE	80	125	22	27	1,1	0,6	15	7,5	25,3	23,5	28,2	39,6	0,939	29 300
85BNR10XE	85	130	22	27	1,1	0,6	15	7,5	26,8	25,7	24,5	33,4	0,988	30 700
85BER10XE	85	130	22	27	1,1	0,6	15	7,5	25,6	24,6	29,5	41,1	0,988	28 000
90BNR10XE	90	140	24	29	1,5	1,0	15	7,5	35,0	33,0	31,5	35,7	1,250	28 700
90BER10XE	90	140	24	29	1,5	1,0	15	7,5	33,5	31,5	38,0	43,8	1,250	26 100
95BNR10XE	95	145	24	29	1,5	1,0	15	7,5	35,5	34,5	32,5	36,3	1,300	27 500
95BER10XE	95	145	24	29	1,5	1,0	15	7,5	34,0	33,0	39,5	44,7	1,300	25 000
100BNR10XE	100	150	24	29	1,5	1,0	15	7,5	36,0	36,0	34,0	37,3	1,359	26 400
100BER10XE	100	150	24	29	1,5	1,0	15	7,5	34,5	34,5	41,0	46,2	1,359	24 000
105BNR10XE	105	160	26	31	2,0	1,0	15	7,5	41,0	41,0	39,0	39,5	1,707	25 000
105BER10XE	105	160	26	31	2,0	1,0	15	7,5	39,0	39,5	47,5	48,9	1,707	22 700
110BNR10XE	110	170	28	33	2,0	1,0	15	7,5	46,0	47,0	44,5	41,7	2,139	23 600
110BER10XE	110	170	28	33	2,0	1,0	15	7,5	44,0	45,0	54,0	51,7	2,139	21 500

(¹) Per il carico assiale ammissibile, consultare pagina 147.

(²) Per l'applicazione della velocità limite, consultare pagina 170.

Note: Codice cuscinetto BNR: angolo di contatto nominale 18°

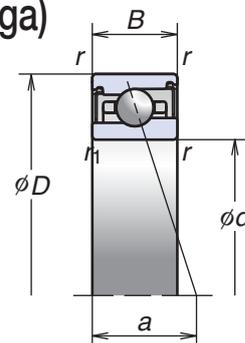
Codice cuscinetto BER: angolo di contatto nominale 25°

1.CUSCINETTI A SFERE A CONTATTO OBLIQUO

Cuscinetti a Sfere a Contatto Obliquo per Altissime Velocità (Serie Larga)

Serie **BNR29**
Serie **BER29**

Diametro foro 30-80 mm



Codice cuscinetto	Dimensioni (mm)					Capacità di carico (kN)		Carico assiale (1) ammissibile (kN)	Centro effettivo di carico (mm) a	Massa (kg) (circa)	Velocità limite (2) (min ⁻¹)
	d	D	B	r (min.)	r ₁ (min.)	C _r (Dinamico)	C _{0r} (Statico)				Grasso
30BNR29SV1V	30	47	11	0,3	0,15	6,30	4,05	5,75	11,8	0,057	36 400
30BNR29HV1V	30	47	11	0,3	0,15			3,80		0,053	46 800
30BNR29XV1V	30	47	11	0,3	0,15			3,80		0,053	54 600
30BER29SV1V	30	47	11	0,3	0,15	6,00	3,90	6,80	14,5	0,057	31 200
30BER29HV1V	30	47	11	0,3	0,15			4,60		0,053	41 600
30BER29XV1V	30	47	11	0,3	0,15			4,60		0,053	49 400
35BNR29SV1V	35	55	13	0,6	0,3	9,20	6,00	8,55	13,8	0,091	31 200
35BNR29HV1V	35	55	13	0,6	0,3			5,60		0,081	40 000
35BNR29XV1V	35	55	13	0,6	0,3			5,60		0,081	46 700
35BER29SV1V	35	55	13	0,6	0,3	8,80	5,75	10,0	17,0	0,091	26 700
35BER29HV1V	35	55	13	0,6	0,3			6,80		0,081	35 600
35BER29XV1V	35	55	13	0,6	0,3			6,80		0,081	42 300
40BNR29SV1V	40	62	14	0,6	0,3	11,5	7,65	10,8	15,3	0,120	27 500
40BNR29HV1V	40	62	14	0,6	0,3			7,10		0,107	35 300
40BNR29XV1V	40	62	14	0,6	0,3			7,10		0,107	41 200
40BER29SV1V	40	62	14	0,6	0,3	11,0	7,35	12,8	18,9	0,120	23 600
40BER29HV1V	40	62	14	0,6	0,3			8,65		0,107	31 400
40BER29XV1V	40	62	14	0,6	0,3			8,65		0,107	37 300
45BNR29SV1V	45	68	14	0,6	0,3	12,1	8,70	12,4	16,2	0,143	24 800
45BNR29HV1V	45	68	14	0,6	0,3			8,10		0,128	31 900
45BNR29XV1V	45	68	14	0,6	0,3			8,10		0,128	37 200
45BER29SV1V	45	68	14	0,6	0,3	11,6	8,35	14,6	20,2	0,143	21 300
45BER29HV1V	45	68	14	0,6	0,3			9,85		0,128	28 400
45BER29XV1V	45	68	14	0,6	0,3			9,85		0,128	33 700
50BNR29SV1V	50	72	14	0,6	0,3	12,8	9,75	13,9	16,9	0,144	23 000
50BNR29HV1V	50	72	14	0,6	0,3			9,10		0,128	29 600
50BNR29XV1V	50	72	14	0,6	0,3			9,10		0,128	34 500
50BER29SV1V	50	72	14	0,6	0,3	12,3	9,35	16,3	21,2	0,144	19 700
50BER29HV1V	50	72	14	0,6	0,3			11,0		0,128	26 300
50BER29XV1V	50	72	14	0,6	0,3			11,0		0,128	31 200

(1) Per il carico assiale ammissibile, consultare pagina 147.

(2) Per l'applicazione della velocità limite, consultare pagina 170.

Note: Codice cuscinetto BNR: angolo di contatto nominale 18°
Codice cuscinetto BER: angolo di contatto nominale 25°

Per informazioni aggiuntive: Pagina

- Carico dinamico equivalente139
- Carico statico equivalente146
- Precarico e rigidità152
- Dimensioni delle parti adiacenti186
- Posizione degli ugelli di lubrificazione192
- Quantità di riempimento di grasso175

Serie **BNR29**
Serie **BER29** (seguito)

Codice cuscinetto	Dimensioni (mm)					Capacità di carico (kN)		Carico assiale (1) ammissibile (kN)	Centro effettivo di carico di carico (mm) a	Massa (kg) (circa)	Velocità limite (2) (min ⁻¹)	
	d	D	B	r (min.)	r ₁ (min.)	C _r (Dinamico)	C _{0r} (Statico)				Grasso	
55BNR29SV1V	55	80	16	1,0	0,6	14,4	11,4	16,2	19,0	0,213	20 800	
55BNR29HV1V	55	80	16	1,0	0,6			10,6			26 700	
55BNR29XV1V	55	80	16	1,0	0,6			0,194			31 200	
55BER29SV1V	55	80	16	1,0	0,6	13,8	10,9	16,1	23,7	0,213	17 800	
55BER29HV1V	55	80	16	1,0	0,6			12,9			23 800	
55BER29XV1V	55	80	16	1,0	0,6			0,194			28 200	
60BNR29SV1V	60	85	16	1,0	0,6	14,6	12,0	17,1	19,8	0,228	19 400	
60BNR29HV1V	60	85	16	1,0	0,6			11,2			24 900	
60BNR29XV1V	60	85	16	1,0	0,6			0,208			29 000	
60BER29SV1V	60	85	16	1,0	0,6	14,0	11,5	20,1	24,9	0,228	16 600	
60BER29HV1V	60	85	16	1,0	0,6			13,6			22 100	
60BER29XV1V	60	85	16	1,0	0,6			0,208			26 300	
65BNR29SV1V	65	90	16	1,0	0,6	15,2	13,2	18,7	20,6	0,245	18 100	
65BNR29HV1V	65	90	16	1,0	0,6			12,3			23 300	
65BNR29XV1V	65	90	16	1,0	0,6			0,223			27 100	
65BER29SV1V	65	90	16	1,0	0,6	14,5	12,6	22,1	26,1	0,245	15 500	
65BER29HV1V	65	90	16	1,0	0,6			14,9			20 700	
65BER29XV1V	65	90	16	1,0	0,6			0,223			24 600	
70BNR29SV1V	70	100	19	1,0	0,6	21,3	18,1	26,1	23,3	0,381	16 500	
70BNR29HV1V	70	100	19	1,0	0,6			17,1			21 200	
70BNR29XV1V	70	100	19	1,0	0,6			0,344			24 800	
70BER29SV1V	70	100	19	1,0	0,6	20,4	17,3	30,5	29,3	0,381	14 200	
70BER29HV1V	70	100	19	1,0	0,6			20,7			18 900	
70BER29XV1V	70	100	19	1,0	0,6			0,344			22 400	
75BNR29SV1V	75	105	19	1,0	0,6	21,6	19,0	27,5	24,1	0,403	15 600	
75BNR29HV1V	75	105	19	1,0	0,6			18,0			20 000	
75BNR29XV1V	75	105	19	1,0	0,6			0,365			23 400	
75BER29SV1V	75	105	19	1,0	0,6	20,7	18,2	32,5	30,5	0,403	13 400	
75BER29HV1V	75	105	19	1,0	0,6			21,7			17 800	
75BER29XV1V	75	105	19	1,0	0,6			0,365			21 200	
80BNR29SV1V	80	110	19	1,0	0,6	22,0	19,9	28,9	24,9	0,425	14 800	
80BNR29HV1V	80	110	19	1,0	0,6			18,9			19 000	
80BNR29XV1V	80	110	19	1,0	0,6			0,385			22 200	
80BER29SV1V	80	110	19	1,0	0,6	21,0	19,1	34,0	31,6	0,425	12 700	
80BER29HV1V	80	110	19	1,0	0,6			22,8			16 900	
80BER29XV1V	80	110	19	1,0	0,6			0,385			20 000	

(1) Per il carico assiale ammissibile, consultare pagina 147.
(2) Per l'applicazione della velocità limite, consultare pagina 170.

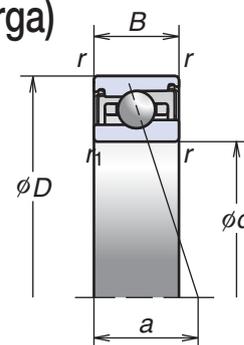
Note: Codice cuscinetto BNR: angolo di contatto nominale 18°
Codice cuscinetto BER: angolo di contatto nominale 25°

1.CUSCINETTI A SFERE A CONTATTO OBLIQUO

Cuscinetti a Sfere a Contatto Obliquo per Altissime Velocità (Serie Larga)

Serie **BNR29**
Serie **BER29**

Diametro foro 85-100 mm



Codice cuscinetto	Dimensioni (mm)					Capacità di carico (kN)		Carico assiale ⁽¹⁾ ammissibile (kN)	Centro effettivo di carico (mm) a	Massa (kg) (circa)	Velocità limite ⁽²⁾ (min ⁻¹)
	d	D	B	r (min.)	r ₁ (min.)	C _r (Dinamico)	C _{0r} (Statico)				Grasso
85BNR29SV1V	85	120	22	1,1	0,6	29,4	26,3	38,0	27,7	0,617	13 700
85BNR29HV1V	85	120	22	1,1	0,6			24,8		0,554	17 600
85BNR29XV1V	85	120	22	1,1	0,6			24,8		0,554	20 500
85BER29SV1V	85	120	22	1,1	0,6	28,1	25,2	35,5	34,9	0,617	11 800
85BER29HV1V	85	120	22	1,1	0,6			30,0		0,554	15 700
85BER29XV1V	85	120	22	1,1	0,6			30,0		0,554	18 600
90BNR29SV1V	90	125	22	1,1	0,6	31,5	29,7	43,0	28,5	0,653	13 100
90BNR29HV1V	90	125	22	1,1	0,6			28,1		0,582	16 800
90BNR29XV1V	90	125	22	1,1	0,6			28,1		0,582	19 600
90BER29SV1V	90	125	22	1,1	0,6	30,0	28,5	50,5	36,1	0,653	11 200
90BER29HV1V	90	125	22	1,1	0,6			34,0		0,582	14 900
90BER29XV1V	90	125	22	1,1	0,6			34,0		0,582	17 700
95BNR29SV1V	95	130	22	1,1	0,6	32,0	31,0	50,0	29,3	0,758	12 500
95BNR29HV1V	95	130	22	1,1	0,6			32,5		0,684	16 000
95BNR29XV1V	95	130	22	1,1	0,6			32,5		0,684	18 700
95BER29SV1V	95	130	22	1,1	0,6	30,5	29,7	58,5	37,2	0,758	10 700
95BER29HV1V	95	130	22	1,1	0,6			39,5		0,684	14 300
95BER29XV1V	95	130	22	1,1	0,6			39,5		0,684	16 900
100BNR29SV1V	100	140	24	1,1	0,6	38,0	35,0	50,5	31,5	0,770	11 700
100BNR29HV1V	100	140	24	1,1	0,6			33,0		0,673	15 000
100BNR29XV1V	100	140	24	1,1	0,6			33,0		0,673	17 500
100BER29SV1V	100	140	24	1,1	0,6	36,0	33,5	59,5	40,0	0,902	10 000
100BER29HV1V	100	140	24	1,1	0,6			40,0		0,805	13 400
100BER29XV1V	100	140	24	1,1	0,6			40,0		0,805	15 900

⁽¹⁾ Per il carico assiale ammissibile, consultare pagina 147.

⁽²⁾ Per l'applicazione della velocità limite, consultare pagina 170.

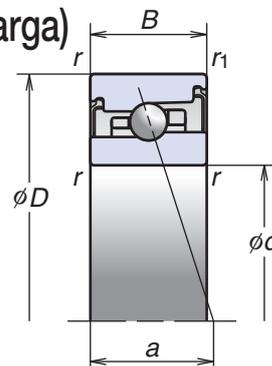
Note: Codice cuscinetto BNR: angolo di contatto nominale 18°

Codice cuscinetto BER: angolo di contatto nominale 25°

Cuscinetti a Sfere a Contatto Obliquo per Altissime Velocità (Serie Larga)

Serie **BNR20** Serie **BER20**

Diametro foro 30-50 mm



Cuscinetti a Sfere a Contatto Obliquo

ROBUST

Codice cuscinetto	Dimensioni (mm)					Capacità di carico (kN)		Carico assiale (*) ammissibile (kN)	Centro effettivo di carico di carico (mm) a	Massa (kg) (circa)	Velocità limite (²) (min⁻¹)
	d	D	B	r (min.)	r₁ (min.)	C _r (Dinamico)	C _{Or} (Statico)				Grasso
30BNR20SV1V	30	55	16	1,0	0,6	8,65	5,75	8,20	14,9	0,150	33 000
30BNR20HV1V	30	55	16	1,0	0,6			5,35		0,142	42 400
30BNR20XV1V	30	55	16	1,0	0,6			0,142		49 500	
30BER20SV1V	30	55	16	1,0	0,6	8,30	5,50	9,65	17,9	0,150	28 300
30BER20HV1V	30	55	16	1,0	0,6			6,50		0,142	37 700
30BER20XV1V	30	55	16	1,0	0,6			0,142		44 800	
35BNR20SV1V	35	62	17	1,0	0,6	10,1	7,10	10,2	16,4	0,197	28 900
35BNR20HV1V	35	62	17	1,0	0,6			6,70		0,187	37 200
35BNR20XV1V	35	62	17	1,0	0,6			0,187		43 300	
35BER20SV1V	35	62	17	1,0	0,6	9,70	6,85	12,0	19,8	0,197	24 800
35BER20HV1V	35	62	17	1,0	0,6			8,10		0,187	33 000
35BER20XV1V	35	62	17	1,0	0,6			0,187		39 200	
40BNR20SV1V	40	68	18	1,0	0,6	10,6	7,95	11,5	17,8	0,242	26 000
40BNR20HV1V	40	68	18	1,0	0,6			7,50		0,231	33 400
40BNR20XV1V	40	68	18	1,0	0,6			0,231		38 900	
40BER20SV1V	40	68	18	1,0	0,6	10,1	7,65	13,5	21,6	0,242	22 300
40BER20HV1V	40	68	18	1,0	0,6			9,10		0,231	29 700
40BER20XV1V	40	68	18	1,0	0,6			0,231		35 200	
45BNR20SV1V	45	75	19	1,0	0,6	11,7	9,00	12,7	19,2	0,305	23 400
45BNR20HV1V	45	75	19	1,0	0,6			8,35		0,291	30 000
45BNR20XV1V	45	75	19	1,0	0,6			0,291		35 000	
45BER20SV1V	45	75	19	1,0	0,6	11,2	8,60	15,0	23,5	0,305	20 000
45BER20HV1V	45	75	19	1,0	0,6			10,1		0,291	26 700
45BER20XV1V	45	75	19	1,0	0,6			0,291		31 700	
50BNR20SV1V	50	80	19	1,0	0,6	12,2	9,90	14,0	20,1	0,330	21 600
50BNR20HV1V	50	80	19	1,0	0,6			9,20		0,315	27 700
50BNR20XV1V	50	80	19	1,0	0,6			0,315		32 400	
50BER20SV1V	50	80	19	1,0	0,6	11,6	9,50	16,5	24,7	0,330	18 500
50BER20HV1V	50	80	19	1,0	0,6			11,1		0,315	24 700
50BER20XV1V	50	80	19	1,0	0,6			0,315		29 300	

(¹) Per il carico assiale ammissibile, consultare pagina 147.

(²) Per l'applicazione della velocità limite, consultare pagina 170.

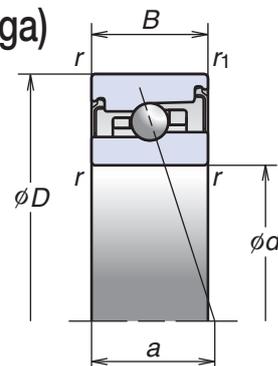
Note: Codice cuscinetto BNR: angolo di contatto nominale 18°
Codice cuscinetto BER: angolo di contatto nominale 25°

1.CUSCINETTI A SFERE A CONTATTO OBLIQUO

Cuscinetti a Sfere a Contatto Obliquo per Altissime Velocità (Serie Larga)

Serie **BNR20**
Serie **BER20**

Diametro foro 55-100 mm



Codice cuscinetto	Dimensioni (mm)					Capacità di carico (kN)		Carico assiale ⁽¹⁾ ammissibile (kN)	Centro effettivo di carico (mm) a	Massa (kg) (circa)	Velocità limite ⁽²⁾ (min ⁻¹)
	d	D	B	r (min.)	r ₁ (min.)	C _r (Dinamico)	C _{0r} (Statico)				Grasso
55BNR20SV1V	55	90	22	1,1	0,6	15,1	12,5	17,8	22,8	0,501	19 400
55BNR20HV1V	55	90	22	1,1	0,6			11,7		0,480	24 900
55BNR20XV1V	55	90	22	1,1	0,6					0,480	29 000
55BER20SV1V	55	90	22	1,1	0,6	14,4	12,0	21,0	27,9	0,501	16 600
55BER20HV1V	55	90	22	1,1	0,6			14,1		0,480	22 100
55BER20XV1V	55	90	22	1,1	0,6					0,480	26 300
60BNR20SV1V	60	95	22	1,1	0,6	15,6	13,7	19,5	23,6	0,535	18 100
60BNR20HV1V	60	95	22	1,1	0,6			12,8		0,512	23 300
60BNR20XV1V	60	95	22	1,1	0,6					0,512	27 100
60BER20SV1V	60	95	22	1,1	0,6	15,0	13,1	22,9	29,1	0,535	15 500
60BER20HV1V	60	95	22	1,1	0,6			15,5		0,512	20 700
60BER20XV1V	60	95	22	1,1	0,6					0,512	24 600
65BNR20SV1V	65	100	22	1,1	0,6	16,2	14,8	21,1	24,4	0,570	17 000
65BNR20HV1V	65	100	22	1,1	0,6			13,9		0,545	21 900
65BNR20XV1V	65	100	22	1,1	0,6					0,545	25 500
65BER20SV1V	65	100	22	1,1	0,6	15,5	14,2	24,9	30,2	0,570	14 600
65BER20HV1V	65	100	22	1,1	0,6			16,8		0,545	19 400
65BER20XV1V	65	100	22	1,1	0,6					0,545	23 100
70BNR20SV1V	70	110	24	1,1	0,6	22,3	19,8	28,6	26,6	0,764	15 600
70BNR20HV1V	70	110	24	1,1	0,6			18,8		0,724	20 000
70BNR20XV1V	70	110	24	1,1	0,6					0,724	23 400
70BER20SV1V	70	110	24	1,1	0,6	21,3	18,9	33,5	33,0	0,764	13 400
70BER20HV1V	70	110	24	1,1	0,6			22,6		0,724	17 800
70BER20XV1V	70	110	24	1,1	0,6					0,724	21 200
75BNR20SV1V	75	115	24	1,1	0,6	22,6	20,7	30,0	27,4	0,806	14 800
75BNR20HV1V	75	115	24	1,1	0,6			19,7		0,764	19 000
75BNR20XV1V	75	115	24	1,1	0,6					0,764	22 200
75BER20SV1V	75	115	24	1,1	0,6	21,6	19,8	35,0	34,1	0,806	12 700
75BER20HV1V	75	115	24	1,1	0,6			23,7		0,764	16 900
75BER20XV1V	75	115	24	1,1	0,6					0,764	20 000
80BNR20SV1V	80	125	27	1,1	0,6	26,5	24,5	35,5	30,2	1,115	13 700
80BNR20HV1V	80	125	27	1,1	0,6			23,4		1,061	17 600
80BNR20XV1V	80	125	27	1,1	0,6					1,061	20 500
80BER20SV1V	80	125	27	1,1	0,6	25,3	23,5	42,0	37,4	1,115	11 800
80BER20HV1V	80	125	27	1,1	0,6			28,2		1,061	15 700
80BER20XV1V	80	125	27	1,1	0,6					1,061	18 600

⁽¹⁾ Per il carico assiale ammissibile, consultare pagina 147.

⁽²⁾ Per l'applicazione della velocità limite, consultare pagina 170.

Note: Codice cuscinetto BNR: angolo di contatto nominale 18°

Codice cuscinetto BER: angolo di contatto nominale 25°

Per informazioni aggiuntive: Pagina

- Carico dinamico equivalente139
- Carico statico equivalente146
- Precarico e rigidità152
- Dimensioni delle parti adiacenti186
- Posizione degli ugelli di lubrificazione192
- Quantità di riempimento di grasso175

Serie BNR20
Serie BER20 (seguito)

Codice cuscinetto	Dimensioni (mm)					Capacità di carico (kN)		Carico assiale ⁽¹⁾ ammissibile (kN)	Centro effettivo di carico (mm) <i>a</i>	Massa (kg) (circa)	Velocità limite ⁽²⁾ (min ⁻¹)	
	<i>d</i>	<i>D</i>	<i>B</i>	<i>r</i> (min.)	<i>r</i> ₁ (min.)	<i>C</i> _r (Dinamico)	<i>C</i> _{0r} (Statico)				Grasso	
85BNR20SV1V	85	130	27	1,1	0,6	26,8	25,7	37,5	31,0	1,163	13 100	
85BNR20HV1V	85	130	27	1,1	0,6			24,5			1,107	16 800
85BNR20XV1V	85	130	27	1,1	0,6			1,107			19 600	
85BER20SV1V	85	130	27	1,1	0,6	25,6	24,6	43,5	38,6	1,163	11 200	
85BER20HV1V	85	130	27	1,1	0,6			29,5			1,107	14 900
85BER20XV1V	85	130	27	1,1	0,6			1,107			17 700	
90BNR20SV1V	90	140	30	1,5	1,0	35,0	33,0	48,0	33,7	1,521	12 200	
90BNR20HV1V	90	140	30	1,5	1,0			31,5			1,436	15 700
90BNR20XV1V	90	140	30	1,5	1,0			1,436			18 300	
90BER20SV1V	90	140	30	1,5	1,0	33,5	31,5	56,0	41,8	1,521	10 500	
90BER20HV1V	90	140	30	1,5	1,0			38,0			1,436	14 000
90BER20XV1V	90	140	30	1,5	1,0			1,436			16 600	
95BNR20SV1V	95	145	30	1,5	1,0	35,5	34,5	50,0	34,5	1,595	11 700	
95BNR20HV1V	95	145	30	1,5	1,0			32,5			1,506	15 000
95BNR20XV1V	95	145	30	1,5	1,0			1,506			17 500	
95BER20SV1V	95	145	30	1,5	1,0	34,0	33,0	58,5	43,0	1,595	10 000	
95BER20HV1V	95	145	30	1,5	1,0			39,5			1,506	13 400
95BER20XV1V	95	145	30	1,5	1,0			1,506			15 900	
100BNR20SV1V	100	150	30	1,5	1,0	36,0	36,0	52,0	35,3	1,650	11 200	
100BNR20HV1V	100	150	30	1,5	1,0			34,0			1,558	14 400
100BNR20XV1V	100	150	30	1,5	1,0			1,558			16 800	
100BER20SV1V	100	150	30	1,5	1,0	34,5	34,5	61,0	44,1	1,650	9 600	
100BER20HV1V	100	150	30	1,5	1,0			41,0			1,558	12 800
100BER20XV1V	100	150	30	1,5	1,0			1,558			15 200	

⁽¹⁾ Per il carico assiale ammissibile, consultare pagina 147.
⁽²⁾ Per l'applicazione della velocità limite, consultare pagina 170.

Note: Codice cuscinetto BNR: angolo di contatto nominale 18°
Codice cuscinetto BER: angolo di contatto nominale 25°

1.CUSCINETTI A SFERE A CONTATTO OBLIQUO

Cuscinetti a Sfere a Contatto Obliquo di Altissima Precisione (Serie ROBUST- BGR)

Caratteristiche

Disegno ottimizzato

L'impiego della gabbia guidata sull'anello esterno migliora gli effetti della lubrificazione. Lo scarico sull'anello interno consente un migliore afflusso del lubrificante e ne assicura un costante apporto.

Lunga durata

L'utilizzo dell'acciaio speciale termoresistente SHX e delle sfere in ceramica aumenta sensibilmente la durata (cuscinetti versione X).

Facilità di montaggio

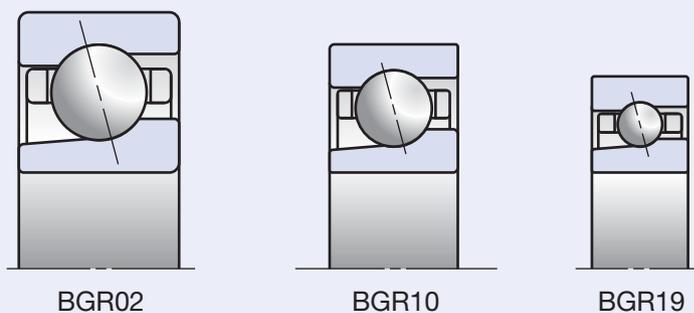
Il disegno con anello interno non separabile semplifica le operazioni di montaggio e smontaggio. Intercambiabilità di assemblaggio per consentire qualunque disposizione di montaggio secondo le necessità del cliente.

Elevata precisione

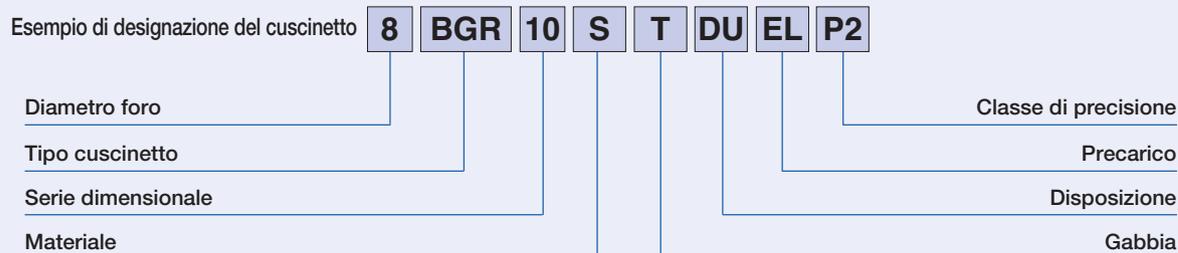
Le serie BGR sono prodotte esclusivamente in classe di precisione ISO 2 (ABMA ABEC 9).

Serie Dimensionali

Fig. 1.5



Sistema di Designazione dei Cuscinetti a Sfere a Contatto Obliquo per Altissime Velocità (Serie ROBUST - BGR)



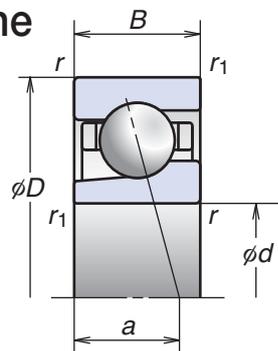
			Pagina														
8	Foro	Diametro foro (mm)	82-84														
BGR	Tipo cuscinetto	BGR: angolo di contatto 15°	42-43, 48														
10	Serie dimensionale	10: serie 10; 19: serie 19; 02: serie 02;	42-43, 80														
S	Materiale	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Versione</th> <th colspan="2">Materiale</th> </tr> <tr> <th>Anelli</th> <th>Corpi volventi</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>S</td> <td>Acciaio per cuscinetti (SUJ2)</td> <td>Acciaio per cuscinetti (SUJ2)</td> </tr> <tr> <td>H</td> <td>Acciaio per cuscinetti (SUJ2)</td> <td>Ceramica (Si₃N₄)</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>Acciaio speciale (SHX)</td> <td>Ceramica (Si₃N₄)</td> </tr> </tbody> </table>	Versione	Materiale		Anelli	Corpi volventi	S	Acciaio per cuscinetti (SUJ2)	Acciaio per cuscinetti (SUJ2)	H	Acciaio per cuscinetti (SUJ2)	Ceramica (Si ₃ N ₄)	X	Acciaio speciale (SHX)	Ceramica (Si ₃ N ₄)	14-17 29
		Versione		Materiale													
			Anelli	Corpi volventi													
		S	Acciaio per cuscinetti (SUJ2)	Acciaio per cuscinetti (SUJ2)													
H	Acciaio per cuscinetti (SUJ2)	Ceramica (Si ₃ N ₄)															
X	Acciaio speciale (SHX)	Ceramica (Si ₃ N ₄)															
T	Gabbia	T: gabbia in resina fenolica guidata sull'anello esterno; temperatura massima di esercizio = 120°C	18-19														
DU	Disposizione	SU: singolo universale; DU: coppia universale	42-43 148-151														
EL	Precarico	EL: extra leggero	42-43 152-155, 165														
P2	Classe di precisione	P2: classe ISO 2 P3: classe speciale (precisione dimensionale: classe ISO 4; precisione di rotazione: classe ISO 2)	176-179														

1.CUSCINETTI A SFERE A CONTATTO OBLIQUO

Cuscinetti a Sfere a Contatto Obliquo di Altissima Precisione
(Serie ROBUST - BGR)

Serie BGR19

Diametro foro 10-25 mm



Codice cuscinetto	Dimensioni (mm)					Capacità di carico (kN)		Carico assiale ⁽¹⁾ ammissibile (kN)	Centro effettivo di carico (mm) a	Massa (kg) (circa)	Velocità limite ⁽²⁾ (min ⁻¹)	
	d	D	B	r (min.)	r ₁ (min.)	C _r (Dinamico)	C _{0r} (Statico)				Grasso	Olio
10BGR19S	10	22	6	0,3	0,15	2,03	0,78	0,93	5,1	0,010	100 000	138 000
10BGR19H	10	22	6	0,3	0,15			0,61		0,009	119 000	175 000
10BGR19X	10	22	6	0,3	0,15			0,009		138 000	188 000	
12BGR19S	12	24	6	0,3	0,15	2,28	0,95	1,14	5,4	0,011	88 900	123 000
12BGR19H	12	24	6	0,3	0,15			0,74		0,010	106 000	156 000
12BGR19X	12	24	6	0,3	0,15			0,010		123 000	167 000	
15BGR19S	15	28	7	0,3	0,15	3,25	1,35	1,67	6,4	0,016	74 500	103 000
15BGR19H	15	28	7	0,3	0,15			1,09		0,014	88 400	131 000
15BGR19X	15	28	7	0,3	0,15			0,014		103 000	140 000	
17BGR19S	17	30	7	0,3	0,15	3,40	1,50	1,86	6,6	0,017	68 100	93 700
17BGR19H	17	30	7	0,3	0,15			1,21		0,015	80 900	120 000
17BGR19X	17	30	7	0,3	0,15			0,015		93 700	128 000	
20BGR19S	20	37	9	0,3	0,15	4,75	2,16	2,66	8,3	0,036	56 200	77 200
20BGR19H	20	37	9	0,3	0,15			1,73		0,033	66 700	98 300
20BGR19X	20	37	9	0,3	0,15			0,033		77 200	106 000	
25BGR19S	25	42	9	0,3	0,15	5,40	2,76	3,40	9,0	0,043	47 800	65 700
25BGR19H	25	42	9	0,3	0,15			2,22		0,039	56 800	83 600
25BGR19X	25	42	9	0,3	0,15			0,039		65 700	89 600	

⁽¹⁾ Per il carico assiale ammissibile, consultare pagina 147.

⁽²⁾ Per l'applicazione della velocità limite, consultare pagina 170.

Note: Codice cuscinetto BGR: angolo di contatto nominale 15°

Serie BGR10

Diametro foro 6-25 mm

Per informazioni aggiuntive: Pagina

- Carico dinamico equivalente139
- Carico statico equivalente146
- Precarico e rigidità152
- Dimensioni delle parti adiacenti186
- Posizione degli ugelli di lubrificazione192
- Quantità di riempimento di grasso175

Cuscinetti a Sfere a Contatto Obliquo

BGR

Codice cuscinetto	Dimensioni (mm)					Capacità di carico (kN)		Carico assiale ⁽¹⁾ ammissibile (kN)	Centro effettivo di carico (mm) <i>a</i>	Massa (kg) (circa)	Velocità limite ⁽²⁾ (min ⁻¹)	
	<i>d</i>	<i>D</i>	<i>B</i>	<i>r</i> (min.)	<i>r</i> ₁ (min.)	<i>C</i> _r (Dinamico)	<i>C</i> _{0r} (Statico)				Grasso	Olio
6BGR10S	6	17	6	0,3	0,15	1,42	0,43	0,51	4,5	0,006	140 000	192 000
6BGR10H	6	17	6	0,3	0,15			0,34		0,005	166 000	244 000
6BGR10X	6	17	6	0,3	0,15			0,005		192 000	261 000	
7BGR10S	7	19	6	0,3	0,15	1,60	0,52	0,62	4,7	0,008	124 000	170 000
7BGR10H	7	19	6	0,3	0,15			0,40		0,007	147 000	216 000
7BGR10X	7	19	6	0,3	0,15			0,007		170 000	231 000	
8BGR10S	8	22	7	0,3	0,15	2,37	0,80	0,97	5,5	0,012	107 000	147 000
8BGR10H	8	22	7	0,3	0,15			0,63		0,011	127 000	187 000
8BGR10X	8	22	7	0,3	0,15			0,011		147 000	200 000	
10BGR10S	10	26	8	0,3	0,15	3,50	1,27	1,55	6,4	0,019	88 900	123 000
10BGR10H	10	26	8	0,3	0,15			1,00		0,016	106 000	156 000
10BGR10X	10	26	8	0,3	0,15			0,016		123 000	167 000	
12BGR10S	12	28	8	0,3	0,15	3,85	1,48	1,80	6,7	0,021	80 000	110 000
12BGR10H	12	28	8	0,3	0,15			1,17		0,018	95 000	140 000
12BGR10X	12	28	8	0,3	0,15			0,018		110 000	150 000	
15BGR10S	15	32	9	0,3	0,15	4,20	1,72	2,12	7,6	0,029	68 100	93 700
15BGR10H	15	32	9	0,3	0,15			1,37		0,026	80 900	120 000
15BGR10X	15	32	9	0,3	0,15			0,026		93 700	128 000	
17BGR10S	17	35	10	0,3	0,15	4,45	1,93	2,39	8,5	0,038	61 600	84 700
17BGR10H	17	35	10	0,3	0,15			1,55		0,035	73 100	108 000
17BGR10X	17	35	10	0,3	0,15			0,035		84 700	116 000	
20BGR10S	20	42	12	0,6	0,3	7,45	3,35	4,10	10,2	0,066	51 700	71 000
20BGR10H	20	42	12	0,6	0,3			2,67		0,059	61 300	90 400
20BGR10X	20	42	12	0,6	0,3			0,059		71 000	96 800	
25BGR10S	25	47	12	0,6	0,3	7,90	3,75	4,65	10,8	0,076	44 500	61 200
25BGR10H	25	47	12	0,6	0,3			3,05		0,068	52 800	77 800
25BGR10X	25	47	12	0,6	0,3			0,068		61 200	83 400	

(¹) Per il carico assiale ammissibile, consultare pagina 147.

(²) Per l'applicazione della velocità limite, consultare pagina 170.

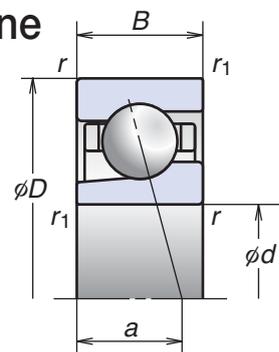
Note: Codice cuscinetto BGR: angolo di contatto nominale 15°

1.CUSCINETTI A SFERE A CONTATTO OBLIQUO

Cuscinetti a Sfere a Contatto Obliquo di Altissima Precisione
(Serie ROBUST - BGR)

Serie BGR02

Diametro foro 10-25 mm



Codice cuscinetto	Dimensioni (mm)					Capacità di carico (kN)		Carico assiale ⁽¹⁾ ammissibile (kN)	Centro effettivo di carico (mm) a	Massa (kg) (circa)	Velocità limite ⁽²⁾ (min ⁻¹)	
	d	D	B	r (min.)	r ₁ (min.)	C _r (Dinamico)	C _{0r} (Statico)				Grasso	Olio
10BGR02S	10	30	9	0,6	0,3	3,60	1,33	1,62	7,2	0,032	80 000	110 000
10BGR02H	10	30	9	0,6	0,3			0,029		95 000	140 000	
10BGR02X	10	30	9	0,6	0,3			0,029		110 000	150 000	
12BGR02S	12	32	10	0,6	0,3	5,30	1,99	2,46	7,9	0,036	72 800	100 000
12BGR02H	12	32	10	0,6	0,3			0,032		86 400	128 000	
12BGR02X	12	32	10	0,6	0,3			0,032		100 000	137 000	
15BGR02S	15	35	11	0,6	0,3	5,80	2,34	2,90	8,8	0,045	64 000	88 000
15BGR02H	15	35	11	0,6	0,3			0,040		76 000	112 000	
15BGR02X	15	35	11	0,6	0,3			0,040		88 000	120 000	
17BGR02S	17	40	12	0,6	0,3	7,25	2,98	3,65	9,8	0,065	56 200	77 200
17BGR02H	17	40	12	0,6	0,3			0,057		66 700	98 300	
17BGR02X	17	40	12	0,6	0,3			0,057		77 200	106 000	
20BGR02S	20	47	14	1,0	0,6	9,70	4,10	5,10	11,5	0,103	47 800	65 700
20BGR02H	20	47	14	1,0	0,6			0,091		56 800	83 600	
20BGR02X	20	47	14	1,0	0,6			0,091		65 700	89 600	
25BGR02S	25	52	15	1,0	0,6	11,1	5,20	6,45	12,7	0,127	41 600	57 200
25BGR02H	25	52	15	1,0	0,6			0,112		49 400	72 800	
25BGR02X	25	52	15	1,0	0,6			0,112		57 200	78 000	

⁽¹⁾ Per il carico assiale ammissibile, consultare pagina 147.

⁽²⁾ Per l'applicazione della velocità limite, consultare pagina 170.

Note: Codice cuscinetto BGR: angolo di contatto nominale 15°

2. CUSCINETTI A RULLI CILINDRICI



Cuscinetti a Due Corone di Rulli Cilindrici

Serie ad Elevata Rigidezza



Cuscinetti ad Una Corona di Rulli Cilindrici

Serie Standard



Cuscinetti ad Una Corona di Rulli Cilindrici per Altissime Velocità

Serie ROBUST

Cuscinetti a R

Cuscinetti a Rulli Cilindrici

Cuscinetti a Rulli CilindriciPag. 88-97

Caratteristiche

Sistema di Designazione

Tabelle Dimensionali

Cuscinetti a Due Corone di Rulli Cilindrici (Serie ad Elevata Rigidezza)

Serie 30

Serie 39

Serie 49

Cuscinetti ad Una Corona di Rulli Cilindrici (Serie Standard)

Serie 10

Cuscinetti ad Una Corona di Rulli Cilindrici per Altissime Velocità (Serie ROBUST)

Serie 10

Cuscinetti a Due Corone di Rulli Cilindrici (Serie Z a ridotta Generazione di Calore)

Serie 30

Cuscinetti ad Una Corona di Rulli Cilindrici per Altissime Velocità (Serie Z a ridotta Generazione di Calore)

Serie 10

ulli Cilindrici

2. CUSCINETTI A RULLI CILINDRICI

Caratteristiche

I cuscinetti NSK, grazie alla loro elevata rigidità, vengono largamente impiegati nei mandrini delle macchine utensili. I cuscinetti a rulli cilindrici ad una o due corone di rulli sono disponibili con foro cilindrico o conico. I cuscinetti a due corone di rulli cilindrici con foro conico sono molto utilizzati nel supporto libero di coda dei mandrini. La semplicità costruttiva delle parti adiacenti e la facilità nella registrazione del gioco radiale interno dopo il montaggio rendono questi cuscinetti molto diffusi tra i costruttori di macchine utensili.

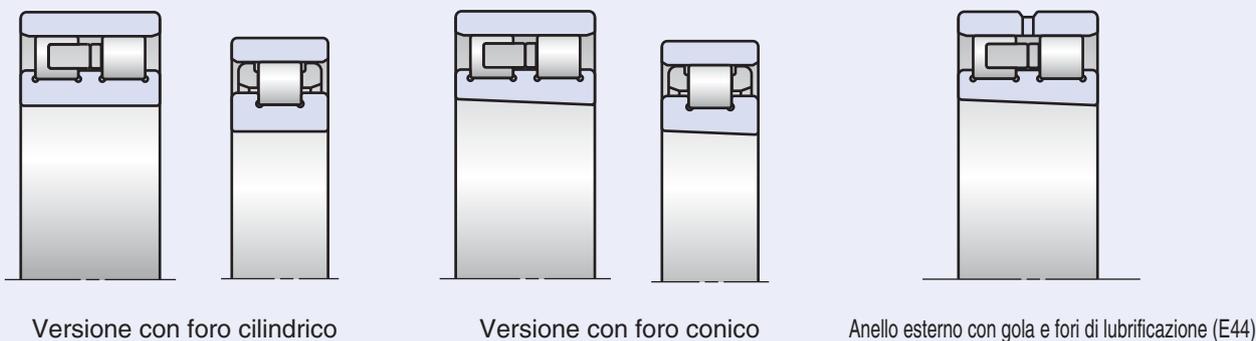
NSK è in grado di offrire diverse tipologie di cuscinetti a rulli cilindrici. Il cliente può richiedere l'esecuzione E44, che prevede sia la gola che i fori di lubrificazione sull'anello esterno del cuscinetto. Sono inoltre inclusi i cuscinetti della serie NNU, che prevedono due orletti di ritegno sull'anello esterno, e della serie NN, che favoriscono una eccellente fuoriuscita del grasso in eccesso durante il ciclo di rodaggio e, nel caso di lubrificazione ad olio, aiutano a favorire l'afflusso del lubrificante nel cuscinetto stesso.

Nei cuscinetti a sezione sottile, la serie NN39 è maggiormente diffusa rispetto alla serie NN49, grazie ad una maggiore stabilità dei corpi volventi ed una minore generazione di calore. Per questo tipo di cuscinetti, la gabbia più diffusa è quella massiccia in ottone. Per la serie NN30, NSK è in grado di offrire una gabbia in resina PPS (solfuro di polifenilene) guidata sui rulli, mentre per la serie N10 ad una corona di rulli ad altissima velocità è disponibile una gabbia in resina PEEK (polieterchetone) guidata sull'anello esterno.

Tipo cuscinetto	Simbolo gabbia	Caratteristiche	Gamma disponibile
NN	MB	Gabbia massiccia in ottone guidata sui rulli	NN3005, NN3026-NN3040 NN3920-NN3956 NN4920-NN4940
	TB	Gabbia in resina PPS guidata sui rulli	NN3006-NN3024
NNU	MB	Gabbia massiccia in ottone guidata sui rulli	NNU4920-NNU4940
N	MR	Gabbia massiccia in ottone guidata sui rulli	N1006-N1028
	TP	Gabbia in resina PEEK guidata sull'anello esterno	N1009-N1017

Caratteristiche del Foro e della Gola di Lubrificazione

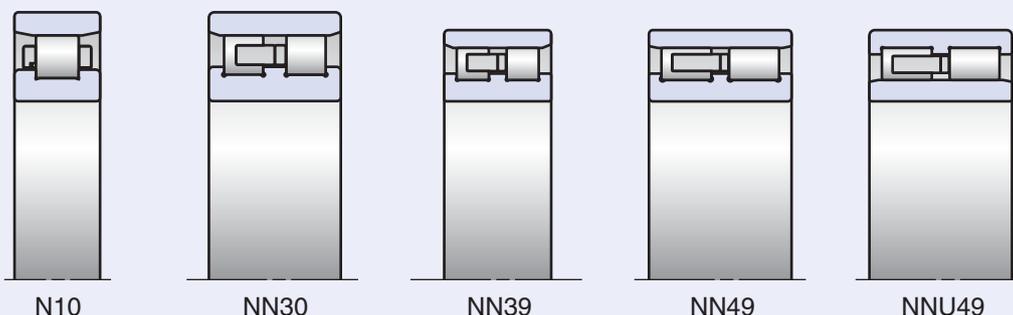
Fig. 2.1



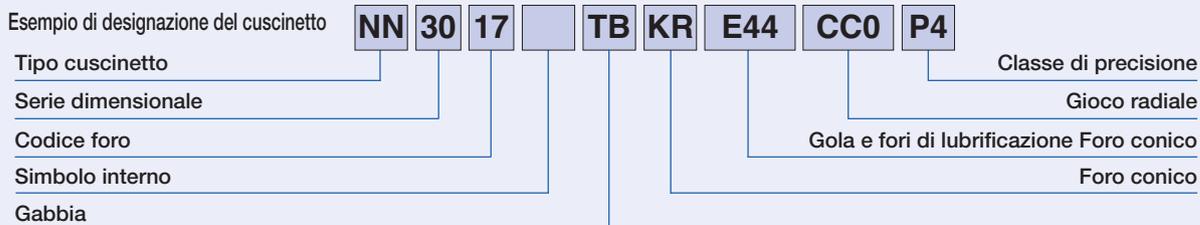
I cuscinetti ad una corona ed a due corone di rulli cilindrici sono disponibili sia con foro cilindrico che con foro conico. I cuscinetti a due corone di rulli cilindrici sono disponibili con la gola ed i fori di lubrificazione (migliore soluzione per lubrificazione ad olio).

Serie Dimensionali

Fig. 2.2

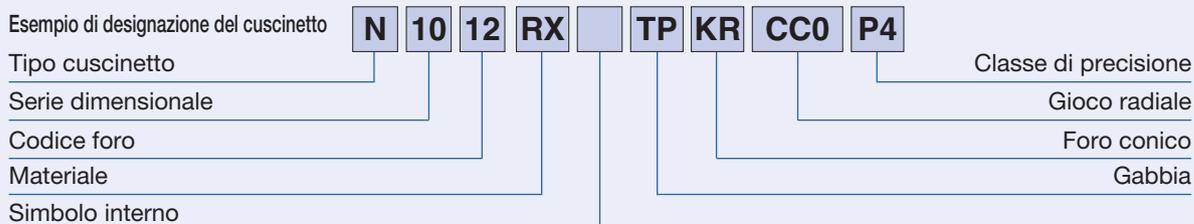


Sistema di Designazione dei Cuscinetti a Due Corone di Rulli Cilindrici (Serie ad Elevata Rigidezza)



			Pagine
NN	Tipo cuscinetto	NN: cuscinetto a due corone di rulli cilindrici con tre orletti di ritegno sull'anello interno, NNU: cuscinetto a due corone di rulli cilindrici con tre orletti di ritegno sull'anello esterno	44-45, 88
30	Serie dimensionale	30: serie 30; 39: serie 39; 49: serie 49	44-45, 88
17	Foro	Moltiplicare x 5 per ottenere il diametro foro in mm	90-93
	Simbolo interno	Nessun simbolo: versione standard; Z: versione a ridotta generazione di calore	96
TB	Gabbia	TB: gabbia in resina PPS guidata sui rulli; temperatura massima di esercizio = 220°C MB: gabbia massiccia in ottone; temperatura massima di esercizio = 300°C	18-19 26-27
KR	Foro conico	KR: foro conico 1:12 (Nessun simbolo: foro cilindrico)	180-181
E44	Fori di lubrificazione	E44: con gola e fori di lubrificazione sull'anello esterno (Nessun simbolo: senza gola e fori di lubrificazione)	90-93
CC0	Gioco radiale	CC1: gioco radiale standard per cuscinetti con foro cilindrico CC0: gioco radiale standard per cuscinetti con foro conico CCG: gioco radiale speciale	44-45 169
P4	Classe di precisione	P2: classe di precisione ISO 2, P4: Classe di precisione ISO 4, P4Y: classe di precisione speciale (tolleranza del foro e diametro esterno secondo specifiche NSK; tutti gli altri valori secondo classe ISO 4)	151 176-181

Sistema di Designazione dei Cuscinetti ad Una Corona di Rulli Cilindrici (Serie Standard e Serie ROBUST)



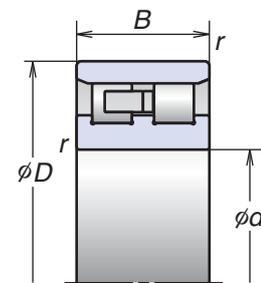
			Pagine														
N	Tipo cuscinetto	N: cuscinetto ad una corona di rulli cilindrici con due orletti di ritegno sull'anello interno	44-45, 88														
10	Serie dimensionale	10: serie 10	44-45, 88														
12	Foro	Moltiplicare x 5 per ottenere il diametro foro in mm	94-95														
RX	Materiale	Nessun simbolo: cuscinetto a rulli cilindrici standard (anelli e rulli in acciaio per cuscinetti SUJ2) RS-RX-RXH: cuscinetto ad una corona di rulli cilindrici per altissima velocità (serie ROBUST): <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Versione</th> <th colspan="2">Materiale</th> </tr> <tr> <th>Anelli</th> <th>Corpi volventi</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS</td> <td>Acciaio per cuscinetti (SUJ2)</td> <td>Acciaio per cuscinetti (SUJ2)</td> </tr> <tr> <td>RX</td> <td>Acciaio speciale (SHX)</td> <td>Acciaio speciale (SHX)</td> </tr> <tr> <td>RXH</td> <td>Acciaio speciale (SHX)</td> <td>Ceramica (Si₃N₄)</td> </tr> </tbody> </table>	Versione	Materiale		Anelli	Corpi volventi	RS	Acciaio per cuscinetti (SUJ2)	Acciaio per cuscinetti (SUJ2)	RX	Acciaio speciale (SHX)	Acciaio speciale (SHX)	RXH	Acciaio speciale (SHX)	Ceramica (Si ₃ N ₄)	14-17 26-27
Versione	Materiale																
	Anelli	Corpi volventi															
RS	Acciaio per cuscinetti (SUJ2)	Acciaio per cuscinetti (SUJ2)															
RX	Acciaio speciale (SHX)	Acciaio speciale (SHX)															
RXH	Acciaio speciale (SHX)	Ceramica (Si ₃ N ₄)															
	Interno	Nessun simbolo: versione standard; Z: versione a bassa generazione di calore	97														
TP	Gabbia	TP: gabbia in resina PEEK guidata sull'anello esterno; temperatura massima di esercizio = 240°C MR: gabbia massiccia in ottone guidata sui rulli; temperatura massima di esercizio = 300°C	18-19														
KR	Foro conico	KR: foro conico 1/12 (Nessun simbolo: foro cilindrico)	180-181														
CC0	Gioco radiale	CC1: gioco radiale standard per cuscinetti con foro cilindrico CC0: gioco radiale standard per cuscinetti con foro conico CCG: gioco radiale speciale	44-45 169														
P4	Classe di precisione	P2: classe di precisione ISO 2, P4: Classe di precisione ISO 4 P4Y: classe di precisione speciale (tolleranza del foro e diametro esterno secondo specifiche NSK; tutti gli altri valori secondo classe ISO 4)	151 176-181														

2. CUSCINETTI A RULLI CILINDRICI

Cuscinetti a Due Corone di Rulli Cilindrici (Serie ad Elevata Rigidezza)

Serie 30

Diametro foro 25-200 mm

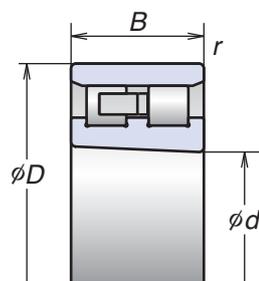


*Foro cilindrico

Codice Cuscinetto	Dimensioni (mm)				Capacità di carico (kN)		Diametro circoscritto del rullo (mm) (riferimento)	Massa (kg) (circa)	Velocità limite ⁽¹⁾ (min ⁻¹)	
	d	D	B	r	C _r (Dinamico)	C _{0r} (Statico)			Grasso	Olio
NN3005MBKR	25	47	16	0,6	25,8	30,0	41,3	0,127	20 900	25 000
NN3006MBKR	30	55	19	1,0	31,0	37,0	48,5	0,198	17 700	21 200
NN3006TBKR	30	55	19	1,0	31,0	37,0	48,5	0,172	20 000	23 600
NN3007MBKR	35	62	20	1,0	39,5	50,0	55	0,258	15 500	18 600
NN3007TBKR	35	62	20	1,0	39,5	50,0	55	0,224	17 600	20 700
NN3008MBKR	40	68	21	1,0	43,5	55,5	61	0,309	13 900	16 700
NN3008TBKR	40	68	21	1,0	43,5	55,5	61	0,283	15 800	18 600
NN3009MBKR	45	75	23	1,0	52,0	68,5	67,5	0,407	12 500	15 000
NN3009TBKR	45	75	23	1,0	50,0	65,5	67,5	0,373	14 200	16 700
NN3010MBKR	50	80	23	1,0	53,0	72,5	72,5	0,436	11 600	13 900
NN3010TBKR	50	80	23	1,0	53,0	72,5	72,5	0,402	13 100	15 400
NN3011MBKR	55	90	26	1,1	69,5	96,5	81	0,647	10 400	12 500
NN3011TBKR	55	90	26	1,1	69,5	96,5	81	0,592	11 800	13 800
NN3012MBKR	60	95	26	1,1	73,5	106	86,1	0,693	9 700	11 700
NN3012TBKR	60	95	26	1,1	73,5	106	86,1	0,635	11 000	13 000
NN3013MBKR	65	100	26	1,1	77,0	116	91	0,741	9 100	11 000
NN3013TBKR	65	100	26	1,1	77,0	116	91	0,681	10 400	12 200
NN3014MBKR	70	110	30	1,1	94,5	143	100	1,060	8 000	10 000
NN3014TBKR	70	110	30	1,1	94,5	143	100	0,988	9 500	11 200
NN3015MBKR	75	115	30	1,1	96,5	149	105	1,110	7 900	9 500
NN3015TBKR	75	115	30	1,1	96,5	149	105	1,030	9 000	10 600
NN3016MBKR	80	125	34	1,1	119	186	113	1,540	7 400	8 800
NN3016TBKR	80	125	34	1,1	119	186	113	1,440	8 300	9 800
NN3017MBKR	85	130	34	1,1	122	194	118	1,630	7 000	8 400
NN3017TBKR	85	130	34	1,1	122	194	118	1,520	8 000	9 400

⁽¹⁾ Per l'applicazione delle velocità limite, consultare pagina 170.

*Per cuscinetti con foro cilindrico, rimuovere il suffisso KR e lasciare lo spazio in bianco.



Foro conico

Serie 30 (seguito)

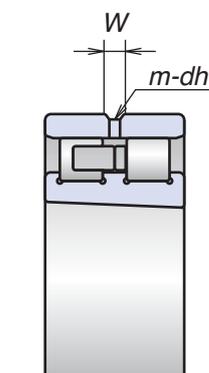
Codice Cuscinetto	Dimensioni (mm)				Capacità di carico (kN)		Diametro circoscritto del rullo (mm) (riferimento)	Massa (kg) (circa)	Velocità limite ⁽¹⁾ (min ⁻¹)	
	d	D	B	r	C _r (Dinamico)	C _{0r} (Statico)			Grasso	Olio
NN3018MBKR	90	140	37	1,5	143	228	127	2,090	6 600	7 900
NN3018TBKR	90	140	37	1,5	143	228	127	1,930	7 400	8 700
NN3019MBKR	95	145	37	1,5	146	238	132	2,190	6 300	7 500
NN3019TBKR	95	145	37	1,5	146	238	132	2,030	7 100	8 400
NN3020MBKR	100	150	37	1,5	149	247	137	2,280	6 000	7 200
NN3020TBKR	100	150	37	1,5	149	247	137	2,120	6 800	8 000
NN3021MBKR	105	160	41	2,0	192	310	146	2,880	5 700	6 800
NN3021TBKR	105	160	41	2,0	192	310	146	2,690	6 500	7 600
NN3022MBKR	110	170	45	2,0	222	360	155	3,710	5 400	6 500
NN3022TBKR	110	170	45	2,0	222	360	155	3,440	6 100	7 200
NN3024MBKR	120	180	46	2,0	233	390	165	4,040	5 000	6 000
NN3024TBKR	120	180	46	2,0	233	390	165	3,750	5 700	6 700
NN3026MBKR	130	200	52	2,0	284	475	182	5,880	4 600	5 500
NN3028MBKR	140	210	53	2,0	298	515	192	6,340	4 300	5 200
NN3030MBKR	150	225	56	2,1	335	585	206	7,760	4 000	4 800
NN3032MBKR	160	240	60	2,1	375	660	219	9,410	3 800	4 500
NN3034MBKR	170	260	67	2,1	450	805	236	12,80	3 500	4 200
NN3036MBKR	180	280	74	2,1	565	995	255	16,80	3 300	4 000
NN3038MBKR	190	290	75	2,1	595	1 080	265	17,80	3 200	3 800
NN3040MBKR	200	310	82	2,1	655	1 170	282	22,70	3 000	3 600

(¹) Per l'applicazione delle velocità limite, consultare pagina 170.

Dimensioni dei fori di lubrificazione (Suffisso E44)

Unità: mm

Larghezza anello esterno		Foro di lubrificazione dh	Larghezza gola di lubrificazione W	Numero fori di lubrificazione m
oltre	fino a			
-	030	02,0	03,5	4
30	040	02,5	05,0	
40	050	03,0	06,0	
50	060	04,0	08,0	
60	080	05,0	09,0	
80	120	06,0	12,0	
120	160	08,0	15,0	
160	200	10,0	18,0	
200	-	12,0	20,0	



Per informazioni aggiuntive Pagina

- Carico dinamico equivalente 139
- Carico statico equivalente 146
- Gioco radiale 169
- Dimensioni delle parti adiacenti 186
- Posizione degli ugelli di lubrificazione 192
- Quantità di riempimento di grasso 175

2. CUSCINETTI A RULLI CILINDRICI

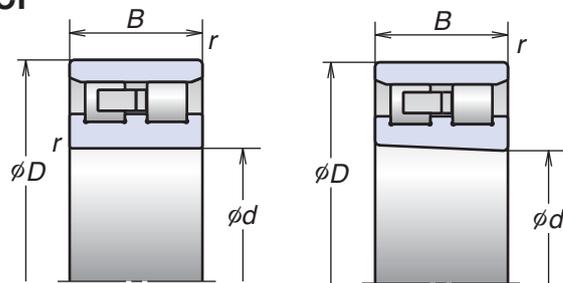
Cuscinetti a Due Corone di Rulli Cilindrici (Serie ad Elevata Rigidezza)

Serie 39

Diametro foro 100-280 mm

Serie 49

Diametro foro 100-200 mm



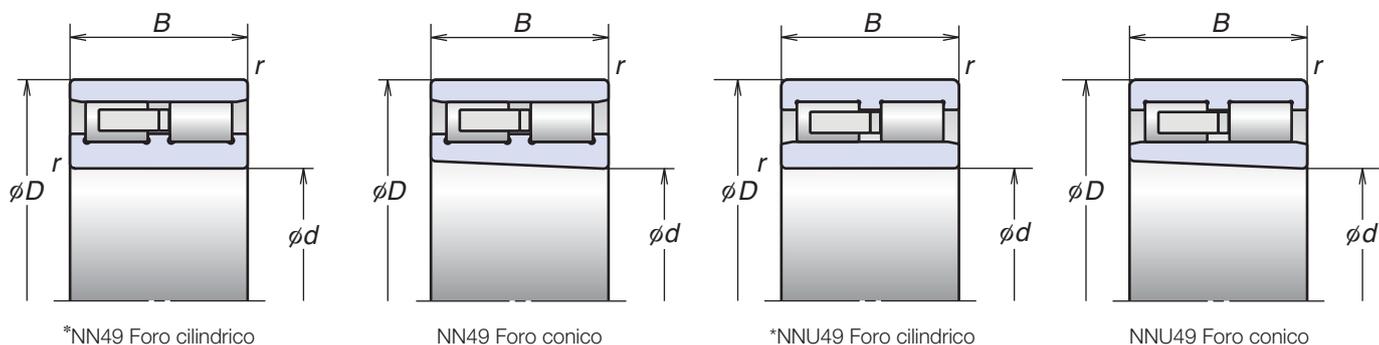
*NN39 Foro cilindrico

NN39 Foro conico

Codice Cuscinetto	Dimensioni (mm)				Capacità di carico (kN)		Diametro circoscritto del rullo (mm) (riferimento)	Massa (kg) (circa)	Velocità limite ⁽¹⁾ (min ⁻¹)	
	<i>d</i>	<i>D</i>	<i>B</i>	<i>r</i>	<i>C_r</i> (Dinamico)	<i>C_{0r}</i> (Statico)			Grasso	Olio
NN3920MBKR	100	140	30	1,1	106	182	130	1,32	6 300	7 500
NN3921MBKR	105	145	30	1,1	110	194	135	1,50	6 000	7 200
NN3922MBKR	110	150	30	1,1	114	207	140	1,41	5 800	7 000
NN3924MBKR	120	165	34	1,1	138	251	153,5	1,99	5 300	6 400
NN3926MBKR	130	180	37	1,5	173	325	167	2,64	4 900	5 900
NN3928MBKR	140	190	37	1,5	201	375	178	2,97	4 600	5 500
NN3930MBKR	150	210	45	2,0	262	490	195	4,47	4 200	5 000
NN3932MBKR	160	220	45	2,0	271	520	205	4,75	4 000	4 800
NN3934MBKR	170	230	45	2,0	280	550	215	5,01	3 800	4 500
NN3936MBKR	180	250	52	2,0	340	655	232	7,76	3 500	4 200
NN3938MBKR	190	260	52	2,0	345	680	243,5	7,46	3 400	4 000
NN3940MBKR	200	280	60	2,1	420	815	259	10,60	3 200	3 800
NN3944MBKR	220	300	60	2,1	440	895	279	11,40	2 900	3 500
NN3948MBKR	240	320	60	2,1	460	975	300	12,10	2 700	3 300
NN3952MBKR	260	360	75	2,1	670	1 380	335	21,40	2 500	3 000
NN3956MBKR	280	380	75	2,1	695	1 460	355	22,70	2 300	2 800

⁽¹⁾ Per l'applicazione delle velocità limite, consultare pagina 170.

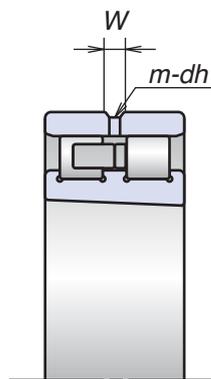
*Per cuscinetti con foro cilindrico, rimuovere il suffisso KR e lasciare lo spazio in bianco.



Codice Cuscinetto	Dimensioni (mm)				Capacità di carico (kN)		Diametro circoscritto del rullo (mm) (riferimento) (diametro inscritto nel caso della versione NNU)	Massa (kg) (circa)	Velocità limite (1) (min ⁻¹)	
	d	D	B	r	C _r (Dinamico)	C _{0r} (Statico)			Grasso	Olio
NN4920MBKR	100	140	40	1,1	155	295	130	01,76	6 300	7 500
NNU4920MBKR	100	140	40	1,1	155	295	112	01,90	6 300	7 500
NN4921MBKR	105	145	40	1,1	161	315	135	02,00	6 000	7 200
NNU4921MBKR	105	145	40	1,1	161	315	117	01,99	6 000	7 200
NN4922MBKR	110	150	40	1,1	167	335	140	02,10	5 800	7 000
NNU4922MBKR	110	150	40	1,1	167	335	122	02,07	5 800	7 000
NN4924MBKR	120	165	45	1,1	183	360	153,5	02,87	5 300	6 400
NNU4924MBKR	120	165	45	1,1	183	360	133,5	02,85	5 300	6 400
NN4926MBKR	130	180	50	1,5	274	545	168	03,84	4 900	5 900
NNU4926MBKR	130	180	50	1,5	274	545	144	03,85	4 900	5 900
NN4928MBKR	140	190	50	1,5	283	585	178	04,07	4 600	5 500
NNU4928MBKR	140	190	50	1,5	283	585	154	04,08	4 600	5 500
NN4930MBKR	150	210	60	2,0	350	715	195	06,36	4 200	5 000
NNU4930MBKR	150	210	60	2,0	350	715	167	06,39	4 200	5 000
NN4932MBKR	160	220	60	2,0	365	760	205	06,77	4 000	4 800
NNU4932MBKR	160	220	60	2,0	365	760	177	06,76	4 000	4 800
NN4934MBKR	170	230	60	2,0	375	805	215	07,13	3 800	4 500
NNU4934MBKR	170	230	60	2,0	375	805	187	07,12	3 800	4 500
NN4936MBKR	180	250	69	2,0	480	1 020	232	10,40	3 500	4 200
NNU4936MBKR	180	250	69	2,0	480	1 020	200	10,40	3 500	4 200
NN4938MBKR	190	260	69	2,0	485	1 060	243,5	10,90	3 400	4 000
NNU4938MBKR	190	260	69	2,0	485	1 060	211,5	10,90	3 400	4 000
NN4940MBKR	200	280	80	2,1	570	1 220	259	15,30	3 200	3 800
NNU4940MBKR	200	280	80	2,1	570	1 220	223	15,30	3 200	3 800

Dimensioni dei fori di lubrificazione (Suffisso E44) Unità: mm

Larghezza anello esterno oltre	Larghezza anello esterno fino a	Foro di lubrificazione dh	Larghezza gola di lubrificazione W	Numero fori di lubrificazione m
-	30	02,0	03,5	4
30	40	02,5	05,0	
40	50	03,0	06,0	
50	60	04,0	08,0	
60	80	05,0	09,0	
80	120	06,0	12,0	
120	160	08,0	15,0	
160	200	10,0	18,0	
200	-	12,0	20,0	



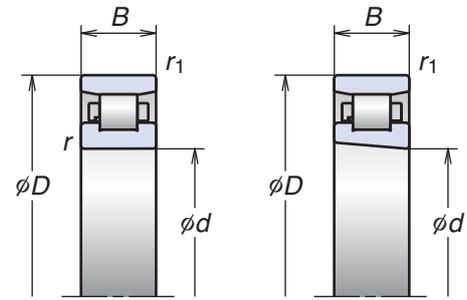
- Per informazioni aggiuntive Pagina
- Carico dinamico equivalente139
 - Carico statico equivalente146
 - Gioco radiale169
 - Dimensioni delle parti adiacenti186
 - Posizione degli ugelli di lubrificazione ...192
 - Quantità di riempimento di grasso ...175

2. CUSCINETTI A RULLI CILINDRICI

Cuscinetti ad Una Corona di Rulli Cilindrici (Serie Standard)

Serie 10

Diametro foro 30-140 mm



*Foro cilindrico

Foro conico

Codice cuscinetto	Dimensioni (mm)					Capacità di carico (kN)		Diametro circoscritto del rullo (mm) (riferimento)	Massa (kg) (circa)	Velocità limite ⁽¹⁾ (min ⁻¹)	
	d	D	B	r	r ₁	C _r (Dinamico)	C _{0r} (Statico)			Grasso	Olio
N1006MR1KR	30	55	13	1,0	0,6	19,7	19,6	48,5	0,133	19 000	31 000
N1007MRKR	35	62	14	1,0	0,6	22,6	23,2	55	0,153	17 000	27 000
N1008MRKR	40	68	15	1,0	0,6	27,3	29,0	61	0,192	15 000	25 000
N1009MRKR	45	75	16	1,0	0,6	32,5	35,5	67,5	0,318	14 000	22 000
N1010MRKR	50	80	16	1,0	0,6	32,0	36,0	72,5	0,339	13 000	20 000
N1011BMR1KR	55	90	18	1,1	1,0	37,5	44,0	81	0,487	12 000	18 000
N1012BMR1KR	60	95	18	1,1	1,0	40,0	48,5	86,1	0,519	11 000	17 000
N1013BMR1KR	65	100	18	1,1	1,0	41,0	51,0	91	0,541	10 000	16 000
N1014BMR1KR	70	110	20	1,1	1,0	50,0	63,0	100	0,752	9 000	15 000
N1015MRKR	75	115	20	1,1	1,0	60,0	74,5	105	0,935	8 500	13 700
N1016BMR1KR	80	125	22	1,1	1,0	63,5	82,0	113	1,038	7 900	12 700
N1017BMR1KR	85	130	22	1,1	1,0	65,0	86,0	118	1,067	7 500	12 100
N1018MRKR	90	140	24	1,5	1,1	88,0	114	127	1,200	7 000	11 400
N1019BMR1KR	95	145	24	1,5	1,1	83,0	114	132	1,260	6 700	10 900
N1020MRKR	100	150	24	1,5	1,1	93,0	126	137	1,320	6 400	10 400
N1021MRKR	105	160	26	2,0	1,1	109	149	145,5	1,670	6 100	9 900
N1022BMR1KR	110	170	28	2,0	1,1	126	173	155	2,070	5 800	9 300
N1024MRKR	120	180	28	2,0	1,1	139	191	165	2,190	5 400	8 700
N1026MRKR	130	200	33	2,0	1,1	172	238	182	3,320	4 900	7 900
N1028BMR1KR	140	210	33	2,0	1,1	164	240	192	3,810	4 600	7 500

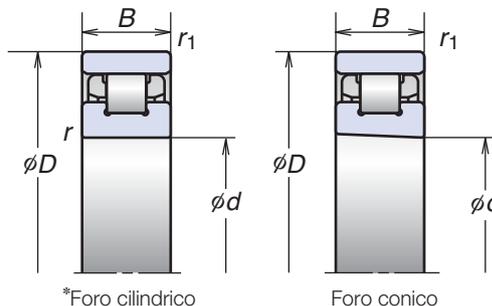
⁽¹⁾ Per l'applicazione delle velocità limite, consultare pagina 170.

*Per cuscinetti con foro cilindrico, rimuovere il suffisso KR e lasciare lo spazio in bianco.

Cuscinetti ad Una Corona di Rulli Cilindrici per Altissime Velocità (Serie ROBUST)

Serie 10

Diametro foro 45-85 mm



Per informazioni aggiuntive: Pagina

- Carico dinamico equivalente139
- Carico statico equivalente146
- Gioco radiale169
- Dimensioni delle parti adiacenti186
- Posizione degli ugelli di lubrificazione ...192
- Quantità di riempimento di grasso ...175

Codice cuscinetto	Dimensioni (mm)					Capacità di carico (kN)		Diametro circoscritto del rullo (mm) (riferimento)	Massa (kg) (circa)	Velocità limite ⁽¹⁾ (min ⁻¹)	
	d	D	B	r	r ₁	C _r (Dinamico)	C _{0r} (Statico)			Grasso	Olio
N1009RSTPKR	45	75	16	1,0	0,6	24,6	26,1	67,5	0,262	16 000	23 000
N1009RXTPKR	45	75	16	1,0	0,6	24,6	26,1	67,5	0,262	21 000	30 000
N1009RXHTPKR	45	75	16	1,0	0,6	24,6	26,1	67,5	0,228	23 000	36 000
N1010RSTPKR	50	80	16	1,0	0,6	28,8	33,0	72,5	0,283	15 000	21 000
N1010RXTPKR	50	80	16	1,0	0,6	28,8	33,0	72,5	0,283	20 000	27 000
N1010RXHTPKR	50	80	16	1,0	0,6	28,8	33,0	72,5	0,246	21 000	34 000
N1011RSTPKR	55	90	18	1,1	1,0	35,0	39,5	81	0,372	13 000	19 000
N1011RXTPKR	55	90	18	1,1	1,0	35,0	39,5	81	0,372	18 000	25 000
N1011RXHTPKR	55	90	18	1,1	1,0	35,0	39,5	81	0,324	19 000	30 000
N1012RSTPKR	60	95	18	1,1	1,0	37,5	44,0	86,1	0,442	12 000	18 000
N1012RXTPKR	60	95	18	1,1	1,0	37,5	44,0	86,1	0,442	17 000	23 000
N1012RXHTPKR	60	95	18	1,1	1,0	37,5	44,0	86,1	0,385	18 000	28 000
N1013RSTPKR	65	100	18	1,1	1,0	39,5	49,0	91	0,518	11 000	17 000
N1013RXTPKR	65	100	18	1,1	1,0	39,5	49,0	91	0,518	16 000	22 000
N1013RXHTPKR	65	100	18	1,1	1,0	39,5	49,0	91	0,451	17 000	27 000
N1014RSTPKR	70	110	20	1,1	1,0	46,5	57,0	100	0,648	10 000	16 000
N1014RXTPKR	70	110	20	1,1	1,0	46,5	57,0	100	0,648	15 000	20 000
N1014RXHTPKR	70	110	20	1,1	1,0	46,5	57,0	100	0,564	16 000	24 000
N1015RSTPKR	75	115	20	1,1	1,0	49,5	63,0	105	0,672	9 900	15 000
N1015RXTPKR	75	115	20	1,1	1,0	49,5	63,0	105	0,672	14 000	19 000
N1015RXHTPKR	75	115	20	1,1	1,0	49,5	63,0	105	0,585	15 000	23 000
N1016RSTPKR	80	125	22	1,1	1,0	61,5	81,5	113	0,926	9 200	14 000
N1016RXTPKR	80	125	22	1,1	1,0	61,5	81,5	113	0,926	13 000	17 000
N1016RXHTPKR	80	125	22	1,1	1,0	61,5	81,5	113	0,812	14 000	21 000
N1017RSTPKR	85	130	22	1,1	1,0	65,0	86,0	118	0,943	8 800	13 000
N1017RXTPKR	85	130	22	1,1	1,0	65,0	86,0	118	0,943	12 000	17 000
N1017RXHTPKR	85	130	22	1,1	1,0	65,0	86,0	118	0,826	13 000	20 000

(¹) Per l'applicazione delle velocità limite, consultare pagina 170.

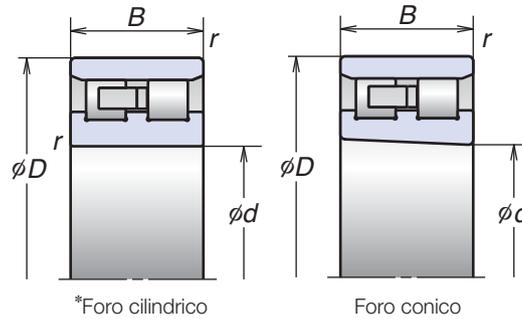
*Per cuscinetti con foro cilindrico, rimuovere il suffisso KR e lasciare lo spazio in bianco.

2. CUSCINETTI A RULLI CILINDRICI

Cuscinetti a Due Corone di Rulli Cilindrici (Serie Z a ridotta generazione di calore)

Serie 30

Diametro foro 30-120 mm



Per informazioni aggiuntive: Pagina

- Carico dinamico equivalente139
- Carico statico equivalente146
- Gioco radiale169
- Dimensioni delle parti adiacenti186
- Posizione degli ugelli di lubrificazione ...192
- Quantità di riempimento di grasso ...175

Codice Cuscinetto	Dimensioni (mm)				Capacità di carico (kN)		Diametro circoscritto del rullo (mm) (riferimento)	Massa (kg) (circa)	Velocità limite ⁽¹⁾ (min ⁻¹)	
	<i>d</i>	<i>D</i>	<i>B</i>	<i>r</i>	<i>C_r</i> (Dinamico)	<i>C_{0r}</i> (Statico)			Grasso	Olio
NN3006ZTBKR	30	55	19	1,0	18,3	18,6	48,5	0,154	23 300	27 900
NN3007ZTBKR	35	62	20	1,0	23,3	25,0	55,0	0,198	20 400	24 500
NN3008ZTBKR	40	68	21	1,0	25,7	27,7	61,0	0,250	18 300	22 000
NN3009ZTBKR	45	75	23	1,0	29,7	32,5	67,5	0,331	16 500	19 800
NN3010ZTBKR	50	80	23	1,0	31,5	36,5	72,5	0,356	15 300	18 300
NN3011ZTBKR	55	60	26	1,1	41,0	48,5	81,0	0,523	13 700	16 400
NN3012ZTBKR	60	95	26	1,1	43,5	53,0	86,1	0,560	12 800	15 400
NN3013ZTBKR	65	100	26	1,1	46,0	58,0	91,0	0,600	12 000	14 500
NN3014ZTBKR	70	110	30	1,1	58,0	74,0	100,0	0,873	11 000	13 200
NN3015ZTBKR	75	115	30	1,1	57,5	74,5	105,0	0,915	10 400	12 500
NN3016ZTBKR	80	125	34	1,1	71,0	93,0	113,0	1,282	9 700	11 700
NN3017ZTBKR	85	130	34	1,1	74,5	101	118,0	1,350	9 300	11 100
NN3018ZTBKR	90	140	37	1,5	85,0	114	127,0	1,719	8 600	10 300
NN3019ZTBKR	95	145	37	1,5	89,0	123	132,0	1,803	8 300	9 900
NN3020ZTBKR	100	150	37	1,5	93,5	133	137,0	1,877	7 900	9 500
NN3021ZTBKR	105	160	41	2,0	118	161	146,0	2,342	7 500	9 000
NN3022ZTBKR	110	170	45	2,0	136	188	155,0	3,006	7 100	8 500
NN3024ZTBKR	120	180	46	2,0	142	203	165,0	3,282	6 600	7 900

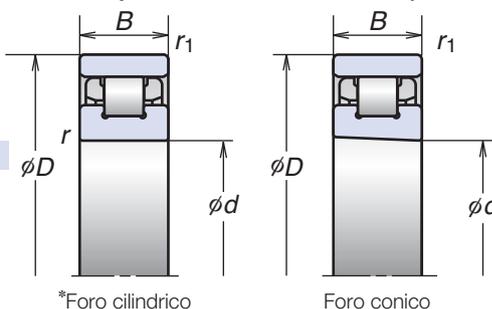
⁽¹⁾ Per l'applicazione delle velocità limite, consultare pagina 170.

*Per cuscinetti con foro cilindrico, rimuovere il suffisso KR e lasciare lo spazio in bianco.

Cuscinetti ad Una Corona di Rulli Cilindrici per Altissime Velocità (Serie Z a ridotta generazione di calore)

10 Series

Bore Diameter 45-85 mm



Per informazioni aggiuntive: Pagina

- Carico dinamico equivalente139
- Carico statico equivalente146
- Gioco radiale169
- Dimensioni delle parti adiacenti186
- Posizione degli ugelli di lubrificazione ...192
- Quantità di riempimento di grasso ...175

Codice Cuscinetto	Dimensioni (mm)				Capacità di carico (kN)		Diametro circoscritto del rullo (mm) (riferimento)	Massa (kg) (circa)	Velocità limite ⁽¹⁾ (min ⁻¹)	
	d	D	B	r	C _r (Dinamico)	C _{0r} (Statico)			Grasso	Olio
N1009RSZTPKR	45	75	16	1,0	16,0	14,7	67,5	0,243	16 000	23 000
N1009RXZTPKR	45	75	16	1,0	16,0	14,7	67,5	0,243	21 000	30 000
N1009RXHZTPKR	45	75	16	1,0	16,0	14,7	67,5	0,220	23 000	36 000
N1010RSZTPKR	50	80	16	1,0	17,1	16,5	72,5	0,262	15 000	21 000
N1010RXZTPKR	50	80	16	1,0	17,1	16,5	72,5	0,262	20 000	27 000
N1010RXHZTPKR	50	80	16	1,0	17,1	16,5	72,5	0,237	21 000	34 000
N1011RSZTPKR	55	90	18	1,1	20,7	19,7	81,0	0,344	13 000	19 000
N1011RXZTPKR	55	90	18	1,1	20,7	19,7	81,0	0,344	18 000	25 000
N1011RXHZTPKR	55	90	18	1,1	20,7	19,7	81,0	0,313	19 000	30 000
N1012RSZTPKR	60	95	18	1,1	22,2	22,1	86,1	0,411	12 000	18 000
N1012RXZTPKR	60	95	18	1,1	22,2	22,1	86,1	0,411	17 000	23 000
N1012RXHZTPKR	60	95	18	1,1	22,2	22,1	86,1	0,372	18 000	28 000
N1013RSZTPKR	65	100	18	1,1	23,6	24,5	91,0	0,484	11 000	17 000
N1013RXZTPKR	65	100	18	1,1	23,6	24,5	91,0	0,484	16 000	22 000
N1013RXHZTPKR	65	100	18	1,1	23,6	24,5	91,0	0,437	17 000	27 000
N1014RSZTPKR	70	110	20	1,1	27,8	28,5	100,0	0,604	10 000	16 000
N1014RXZTPKR	70	110	20	1,1	27,8	28,5	100,0	0,604	15 000	20 000
N1014RXHZTPKR	70	110	20	1,1	27,8	28,5	100,0	0,546	16 000	24 000
N1015RSZTPKR	75	115	20	1,1	29,6	31,5	105,0	0,623	9 900	15 000
N1015RXZTPKR	75	115	20	1,1	29,6	31,5	105,0	0,536	14 000	19 000
N1015RXHZTPKR	75	115	20	1,1	29,6	31,5	105,0	0,565	15 000	23 000
N1016RSZTPKR	80	125	22	1,1	36,5	39,5	113,0	0,859	9 200	14 000
N1016RXZTPKR	80	125	22	1,1	36,5	39,5	113,0	0,859	13 000	17 000
N1016RXHZTPKR	80	125	22	1,1	36,5	39,5	113,0	0,785	14 000	21 000
N1017RSZTPKR	85	130	22	1,1	38,5	43,0	118,0	0,870	8 800	13 000
N1017RXZTPKR	85	130	22	1,1	38,5	43,0	118,0	0,870	12 000	17 000
N1017RXHZTPKR	85	130	22	1,1	38,5	43,0	118,0	0,796	13 000	20 000

⁽¹⁾ Per l'applicazione delle velocità limite, consultare pagina 170.

*Per cuscinetti con foro cilindrico, rimuovere il suffisso KR e lasciare lo spazio in bianco.

3. CUSCINETTI ASSIALI A SFERE A CONTATTO OBLIQUO



Cuscinetti Assiali a Sfere a Contatto Obliquo per Alte Velocità

Serie ROBUST



Cuscinetti Assiali a Sfere a Doppio Effetto a Contatto Obliquo

Serie TAC

Cuscinetti Assiali a Sfe

Cuscinetti Assiali a Sfere a Contatto Obliquo

Cuscinetti Assiali a Sfere a Contatto ObliquoPag. 100-105

Caratteristiche

Sistema di Designazione

Tabelle Dimensionali

Cuscinetti Assiali a Sfere a Contatto Obliquo per Alta Velocità (Serie ROBUST)

Serie BAR10

Serie BTR10

Cuscinetti Assiali a Sfere a Doppio Effetto a Contatto Obliquo (Serie TAC)

Serie TAC29D

Serie TAC20D

re a Contatto Obliquo

3. CUSCINETTI ASSIALI A SFERE A CONTATTO OBLIQUO

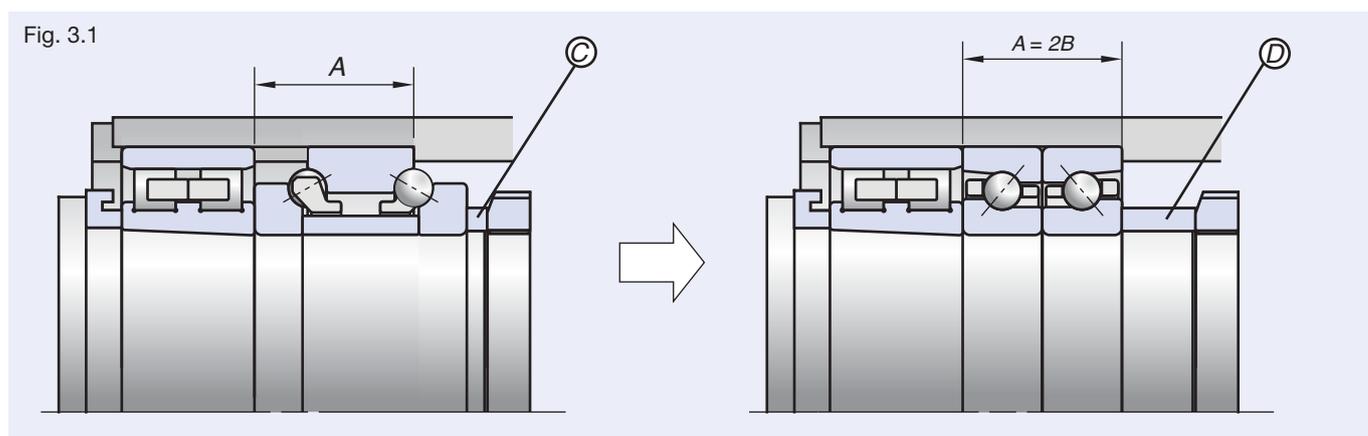
Caratteristiche

Nei mandrini delle macchine utensili viene richiesta elevata velocità di rotazione ed elevata rigidezza per i cuscinetti a sfere abbinati ai cuscinetti a due corone di rulli cilindrici. NSK fornisce tre tipologie diverse di cuscinetti per queste applicazioni, per offrire il prodotto più idoneo alle caratteristiche della macchina utensile.

Tutte le tre tipologie prevedono una tolleranza speciale del diametro esterno (classe P4A e classe P2A) per garantire gioco tra l'anello esterno e l'alloggiamento, e quindi non trasferire carichi radiali sui cuscinetti. La NSK ROBUST di cuscinetti assiali a sfere a contatto obliquo per alte velocità garantisce elevate velocità di rotazione mantenendo un'elevata rigidezza. La dimensione dei corpi volventi ed il loro numero sono identici a quelli adottati nella serie TAC. La serie BTR prevede l'angolo di contatto di 40° e la Serie BAR prevede l'angolo di contatto di 30°. Il risultato è una velocità di rotazione superiore, minimizzando l'innalzamento di temperatura.

Intercambiabilità

I clienti possono sostituire facilmente i cuscinetti della TAC20D con quelli della Serie BAR o BTR, senza modificare le dimensioni dell'albero e dell'alloggiamento del mandrino della macchina utensile. Entrambi i tipi di cuscinetti prevedono un'unica larghezza, tale da dover realizzare solo un nuovo distanziale \textcircled{D} al posto del vecchio distanziale \textcircled{C} (vedi Fig. 3.1)



Angolo di Contatto

Visto il diverso angolo di contatto, la rigidezza offerta dai cuscinetti della Serie TAC è la più elevata, seguita dalla Serie BTR e quindi dalla Serie BAR, che ha il valore di rigidezza inferiore. Per l'innalzamento della temperatura, l'ordine dei valori è invece inverso. Assicurarsi di selezionare il prodotto che meglio soddisfi i requisiti applicativi della vostra specifica applicazione.

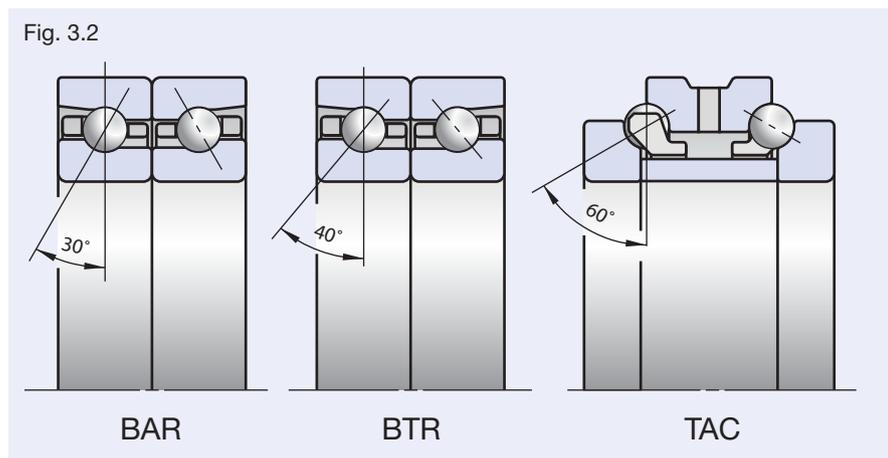
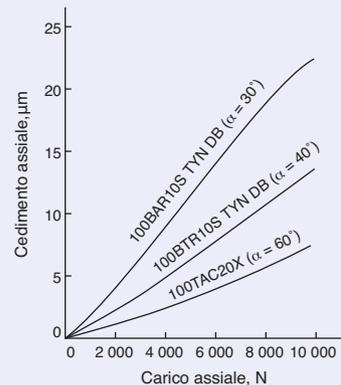
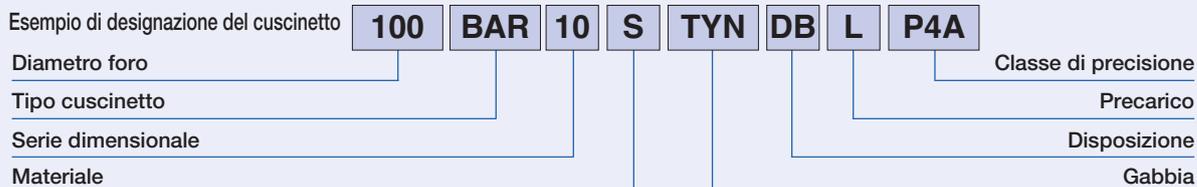


Fig. 3.3 Carico Assiale e Cedimento Assiale



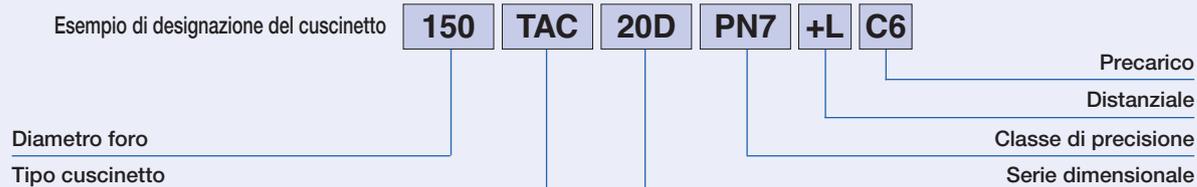
Sistema di Designazione dei Cuscinetti Assiali a Sfere a Contatto Obliquo per Alte Velocità (Serie ROBUST)



			Pagine											
100	Foro	Diametro foro (mm)	102-104											
BAR	Tipo cuscinetto	BAR: angolo di contatto 30° BTR: angolo di contatto 40°	28, 42-43, 100											
10	Serie dimensionale	10: serie 10 (foro e diametro esterno, ma larghezza secondo specifiche dimensionali NSK)	42-43, 100											
S	Materiale	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Type</th> <th colspan="2">Materiale</th> </tr> <tr> <th>Anelli</th> <th>Corpi volventi</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>S</td> <td>Acciaio per cuscinetti (SUJ2)</td> <td>Acciaio per cuscinetti (SUJ2)</td> </tr> <tr> <td>H</td> <td>Acciaio per cuscinetti (SUJ2)</td> <td>Ceramica (Si₃N₄)</td> </tr> </tbody> </table>	Type	Materiale		Anelli	Corpi volventi	S	Acciaio per cuscinetti (SUJ2)	Acciaio per cuscinetti (SUJ2)	H	Acciaio per cuscinetti (SUJ2)	Ceramica (Si ₃ N ₄)	14-17, 28
		Type		Materiale										
			Anelli	Corpi volventi										
S	Acciaio per cuscinetti (SUJ2)	Acciaio per cuscinetti (SUJ2)												
H	Acciaio per cuscinetti (SUJ2)	Ceramica (Si ₃ N ₄)												
TYN	Gabbia	TYN: gabbia in resina poliammidica guidata sulle sfere; velocità limite $d_m n = 1\,400\,000$ temperatura massima di esercizio = 120° C (solo per la serie ISO 10, fino a diametro foro 150 mm) Nessun simbolo: gabbia massiccia in ottone	18-19											
DB	Disposizione	DB: coppia dorso a dorso	42-43, 148-151											
L	Precarico	EL: precarico extra leggero; L: precarico leggero	42-43,											
		CP: precarico speciale; CA: gioco assiale speciale	152-155, 166											
P4A	Classe di precisione	P2A: classe di precisione ISO 2 (eccetto il diametro esterno) P4A: classe di precisione ISO 4 (eccetto il diametro esterno)	182											

Cuscinetti Assiali a Sfere a Contatto Obliquo

Sistema di Designazione dei Cuscinetti Assiali a Sfere a Doppio Effetto a Contatto Obliquo (Serie TAC)



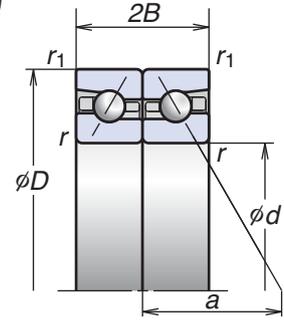
			Pagine
100	Foro	Diametro foro (mm)	105
TAC	Tipo cuscinetto	Cuscinetto assiale a sfere a contatto obliquo: angolo di contatto 60°	28, 42-43, 100
20D	Serie dimensionale	20D: da utilizzare in combinazione con i cuscinetti della serie NN30 29D: da utilizzare in combinazione con i cuscinetti delle serie NN39 e NN49	42-43, 100
PN7	Classe di precisione	PN7: classe di precisione speciale	182
+L	Distanziale	Distanziale sull'anello interno	-
C6	Precarico	C6: precarico standard per lubrificazione a grasso	42-43
		C7: precarico standard per lubrificazione a olio	152-155 167

3. CUSCINETTI ASSIALI A SFERE A CONTATTO OBLIQUO

Cuscinetti Assiali a Sfere a Contatto Obliquo per Alte Velocità (Serie ROBUST)

Serie **BAR10**
Serie **BTR10**

Diametro foro 50-105 mm



Codice cuscinetto	Dimensioni (mm)					Capacità di carico (kN)		Carico assiale ⁽¹⁾ ammissibile (kN)	Centro effettivo di carico (mm) a	Massa (kg) (circa)	Velocità limite ⁽²⁾ (min ⁻¹)	
	d	D	2B	r (min.)	r ₁ (min.)	C _a (Dinamico)	C _{0a} (Statico)				Grasso	Olio
50BAR10S	50	80	28,5	1,0	0,6	14,7	27,7	18,4	25,7	0,272	11 600	14 700
50BAR10H	50	80	28,5	1,0	0,6			12,6		0,257	13 100	16 200
50BTR10S	50	80	28,5	1,0	0,6	17,4	31,5	21,5	34,1	0,272	10 000	13 100
50BTR10H	50	80	28,5	1,0	0,6			15,5		0,257	11 600	14 700
55BAR10S	55	90	33,0	1,1	0,6	18,2	35,0	23,4	28,9	0,412	10 400	13 200
55BAR10H	55	90	33,0	1,1	0,6			16,0		0,391	11 800	14 500
55BTR10S	55	90	33,0	1,1	0,6	21,6	40,0	26,4	38,3	0,412	9 000	11 800
55BTR10H	55	90	33,0	1,1	0,6			19,7		0,391	10 400	13 200
60BAR10S	60	95	33,0	1,1	0,6	18,9	38,0	25,5	30,4	0,420	9 700	12 300
60BAR10H	60	95	33,0	1,1	0,6			17,5		0,397	11 000	13 600
60BTR10S	60	95	33,0	1,1	0,6	22,4	43,5	25,8	40,4	0,420	8 400	11 000
60BTR10H	60	95	33,0	1,1	0,6			21,5		0,397	9 700	12 300
65BAR10S	65	100	33,0	1,1	0,6	19,5	41,5	27,7	31,8	0,447	9 100	11 600
65BAR10H	65	100	33,0	1,1	0,6			19,0		0,406	10 400	12 800
65BTR10S	65	100	33,0	1,1	0,6	23,1	47,0	27,3	42,5	0,447	7 900	10 400
65BTR10H	65	100	33,0	1,1	0,6			23,3		0,406	9 100	11 600
70BAR10S	70	110	36,0	1,1	0,6	26,9	55,0	37,5	34,7	0,601	8 400	10 600
70BAR10H	70	110	36,0	1,1	0,6			25,5		0,561	9 500	11 700
70BTR10S	70	110	36,0	1,1	0,6	32,0	63,0	35,0	46,3	0,601	7 300	9 500
70BTR10H	70	110	36,0	1,1	0,6			31,5		0,561	8 400	10 600
75BAR10S	75	115	36,0	1,1	0,6	27,3	58,0	39,0	36,1	0,634	7 900	10 000
75BAR10H	75	115	36,0	1,1	0,6			26,7		0,592	9 000	11 100
75BTR10S	75	115	36,0	1,1	0,6	32,5	65,5	36,5	48,4	0,634	6 900	9 000
75BTR10H	75	115	36,0	1,1	0,6			33,0		0,592	7 900	10 000

(¹) Per il carico assiale ammissibile, consultare pag. 147.

(²) Per l'applicazione delle velocità limite, consultare pag. 170.

I valori indicati delle velocità limite sono riferiti alla disposizione dorso a dorso (DB) con precarico extra leggero (EL).

Utilizzare l'85% del valore indicato se si seleziona il precarico leggero (L).

Note: BAR10: angolo di contatto nominale 30°

BTR10: angolo di contatto nominale 40°

Per informazioni aggiuntive: Pagina

- Carico dinamico equivalente139
- Carico dinamico equivalente146
- Precarico e rigidezza152
- Dimensioni delle parti adiacenti186
- Posizione degli ugelli di lubrificazione192
- Quantità di riempimento di grasso175

Serie BAR10
Serie BTR10 (seguito)

Codice cuscinetto	Dimensioni (mm)					Capacità di carico (kN)		Carico assiale ⁽¹⁾ ammissibile (kN)	Centro effettivo di carico di carico (mm) <i>a</i>	Massa (kg) (circa)	Velocità limite ⁽²⁾ (min ⁻¹)	
	<i>d</i>	<i>D</i>	<i>2B</i>	<i>r</i> (min.)	<i>r</i> ₁ (min.)	<i>C</i> _a (Dinamico)	<i>C</i> _{0a} (Statico)				Grasso	Olio
80BAR10S	80	125	40,5	1,1	0,6	32,0	68,5	46,5	39,4	0,875	7 400	9 300
80BAR10H	80	125	40,5	1,1	0,6			32,0		68,5	32,0	0,821
80BTR10S	80	125	40,5	1,1	0,6	38,0	78,0	43,0	52,7	0,875	6 400	8 300
80BTR10H	80	125	40,5	1,1	0,6			38,0		78,0	39,0	0,821
85BAR10S	85	130	40,5	1,1	0,6	32,5	71,5	48,5	41,1	0,971	7 000	8 900
85BAR10H	85	130	40,5	1,1	0,6			32,5		71,5	33,0	0,915
85BTR10S	85	130	40,5	1,1	0,6	38,5	81,5	50,5	55,2	0,971	6 100	8 000
85BTR10H	85	130	40,5	1,1	0,6			38,5		81,5	41,0	0,915
90BAR10S	90	140	45	1,5	1,0	42,5	92,5	62,5	44,4	1,198	6 600	8 300
90BAR10H	90	140	45	1,5	1,0			42,5		92,5	43,0	1,124
90BTR10S	90	140	45	1,5	1,0	50,0	105	58,0	59,5	1,198	5 700	7 400
90BTR10H	90	140	45	1,5	1,0			50,0		105	52,5	1,124
95BAR10S	95	145	45	1,5	1,0	43,0	96,5	65,0	45,5	1,320	6 300	8 000
95BAR10H	95	145	45	1,5	1,0			43,0		96,5	44,5	1,231
95BTR10S	95	145	45	1,5	1,0	51,0	110	69,0	61,0	1,320	5 500	7 100
95BTR10H	95	145	45	1,5	1,0			51,0		110	55,0	1,231
100BAR10S	100	150	45	1,5	1,0	43,5	100	68,0	47,3	1,399	6 000	7 600
100BAR10H	100	150	45	1,5	1,0			43,5		100	46,5	1,307
100BTR10S	100	150	45	1,5	1,0	51,5	114	66,5	63,7	1,399	5 200	6 800
100BTR10H	100	150	45	1,5	1,0			51,5		114	57,0	1,307
105BAR10S	105	160	49,5	2,0	1,0	49,5	115	78,0	50,6	1,740	5 700	7 200
105BAR10H	105	160	49,5	2,0	1,0			49,5		115	53,5	1,624
105BTR10S	105	160	49,5	2,0	1,0	58,5	131	84,0	68,0	1,740	5 000	6 500
105BTR10H	105	160	49,5	2,0	1,0			58,5		131	65,5	1,624

(¹) Per il carico assiale ammissibile, consultare pag. 147.

(²) Per l'applicazione delle velocità limite, consultare pag. 170.

I valori indicati delle velocità limite sono riferiti alla disposizione dorso a dorso (DB) con precarico extra leggero (EL).

Utilizzare l'85% del valore indicato se si seleziona il precarico leggero (L).

Note: BAR10: angolo di contatto nominale 30°

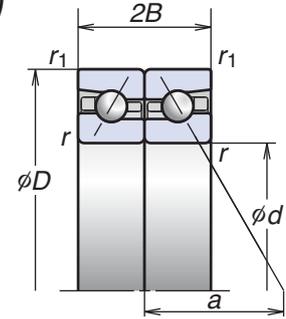
BTR10: angolo di contatto nominale 40°

3. CUSCINETTI ASSIALI A SFERE A CONTATTO OBLIQUO

Cuscinetti Assiali a Sfere a Contatto Obliquo per Alte Velocità (Serie ROBUST)

Serie **BAR10**
Serie **BTR10**

Diametro foro 110-200 mm



Codice cuscinetto	Dimensioni (mm)					Capacità di carico (kN)		Carico assiale ⁽¹⁾ ammissibile (kN)	Centro effettivo di carico (mm) a	Massa (kg) (circa)	Velocità limite ⁽²⁾ (min ⁻¹)	
	d	D	2B	r (min.)	r ₁ (min.)	C _a (Dinamico)	C _{0a} (Statico)				Grasso	Olio
110BAR10S	110	170	54,0	2,0	1,0	55,5	131	89,0	53,9	2,11	5 400	6 800
110BAR10H	110	170	54,0	2,0	1,0			60,5			1 972	6 100
110BTR10S	110	170	54,0	2,0	1,0	66,0	148	82,5	72,2	2,11	4 700	6 100
110BTR10H	110	170	54,0	2,0	1,0			74,5			1 972	5 400
120BAR10S	120	180	54,0	2,0	1,0	57,0	141	96,0	56,8	2,262	5 000	6 400
120BAR10H	120	180	54,0	2,0	1,0			65,5			2 114	5 700
120BTR10S	120	180	54,0	2,0	1,0	68,0	160	88,5	76,4	2,262	4 400	5 700
120BTR10H	120	180	54,0	2,0	1,0			80,5			2 114	5 000
130BAR10S	130	200	63,0	2,0	1,0	72,5	172	117	63,4	3,362	4 600	5 800
130BAR10H	130	200	63,0	2,0	1,0			79,5			3 148	5 200
130BTR10S	130	200	63,0	2,0	1,0	86,0	195	106	85,0	3,362	4 000	5 200
130BTR10H	130	200	63,0	2,0	1,0			98,0			3 148	4 600
140BAR10S	140	210	63,0	2,0	1,0	78,5	200	135	66,2	3,558	4 300	5 500
140BTR10S	140	210	63,0	2,0	1,0	93,0	227	84,0	89,1	3,558	3 800	4 900
150BAR10S	150	225	67,5	2,1	1,1	92,5	234	160	71	4,354	4 000	5 100
150BTR10S	150	225	67,5	2,1	1,1	110	267	104	95,5	4,354	3 500	4 600
160BAR10S	160	240	72,0	2,1	1,1	98,5	250	175	75,7	5,64	3 800	4 800
160BTR10S	160	240	72,0	2,1	1,1	117	284	184	101,9	5,64	3 300	4 300
170BAR10S	170	260	81,0	2,1	1,1	115	295	207	82,3	7,90	3 500	4 500
170BTR10S	170	260	81,0	2,1	1,1	136	335	220	110,5	7,90	3 100	4 000
180BAR10S	180	280	90,0	2,1	1,1	151	385	262	88,8	10,2	3 300	4 200
180BTR10S	180	280	90,0	2,1	1,1	179	440	255	118,9	10,2	2 900	3 700
190BAR10S	190	290	90,0	2,1	1,1	151	390	273	91,8	10,7	3 200	4 000
190BTR10S	190	290	90,0	2,1	1,1	179	445	281	123,2	10,7	2 800	3 600
200BAR10S	200	310	99,0	2,1	1,1	169	444	300	98,3	13,8	3 000	3 800
200BTR10S	200	310	99,0	2,1	1,1	201	505	310	131,7	13,8	2 600	3 400

⁽¹⁾ Per il carico assiale ammissibile, consultare pag. 147.

⁽²⁾ Per l'applicazione delle velocità limite, consultare pag. 170.

I valori indicati delle velocità limite sono riferiti alla disposizione dorso a dorso (DB) con precarico extra leggero (EL).

Utilizzare l'85% del valore indicato se si seleziona il precarico leggero (L).

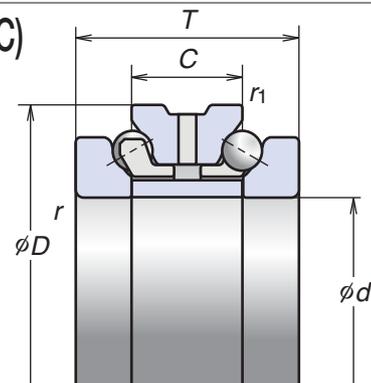
Note: BAR10: angolo di contatto nominale 30°

BTR10: angolo di contatto nominale 40°

Cuscinetti Assiali a Sfere a Doppio Effetto a Contatto Obliquo (Serie TAC)

Serie TAC29D Serie TAC20D

Diametro foro 140-280 mm



Codice cuscinetto	Dimensioni (mm)						(kN)		Massa (kg) (circa)	Velocità limite (*) (min ⁻¹)	
	d	D	T	C	r (min.)	r ₁ (min.)	C _a (Dinamico)	C _{0a} (Statico)		Grasso	Olio
140TAC20D+L	140	210	84	42	2,0	1,0	145	525	8,750	2 600	2 900
150TAC29D+L	150	210	72	36	2,0	1,0	116	465	6,600	2 500	2 800
150TAC20D+L	150	225	90	45	2,1	1,1	172	620	10,700	2 400	2 700
160TAC29D+L	160	220	72	36	2,0	1,0	118	490	7,000	2 400	2 700
160TAC20D+L	160	240	96	48	2,1	1,1	185	680	13,000	2 300	2 500
170TAC29D+L	170	230	72	36	2,0	1,0	120	520	7,350	2 300	2 500
170TAC20D+L	170	260	108	54	2,1	1,1	218	810	17,700	2 100	2 400
180TAC29D+L	180	250	84	42	2,0	1,0	158	655	10,700	2 100	2 400
180TAC20D+L	180	280	120	60	2,1	1,1	281	1 020	23,400	2 000	2 200
190TAC29D+L	190	260	84	42	2,0	1,0	161	695	11,200	2 000	2 300
190TAC20D+L	190	290	120	60	2,1	1,1	285	1 060	24,400	1 900	2 100
200TAC29D+L	200	280	96	48	2,1	1,1	204	855	15,700	1 900	2 100
200TAC20D+L	200	310	132	66	2,1	1,1	315	1 180	31,500	1 800	2 000
220TAC29D+L	220	300	96	48	2,1	1,1	210	930	17,000	1 800	2 000
240TAC29D+L	240	320	96	48	2,1	1,1	213	980	18,300	1 700	1 800
260TAC29D+L	260	360	120	60	2,1	1,1	315	1 390	31,500	1 500	1 700
280TAC29D+L	280	380	120	60	2,1	1,1	320	1 470	33,500	1 400	1 600

(*) I valori indicati delle velocità limite sono basati sui valori di precarico raccomandati (C6 & C7)

Note: TAC29D: angolo di contatto nominale 60°

TAC20D: angolo di contatto nominale 60°

Cuscinetti Assiali a Sfere a Contatto Obliquo

ROBUST Doppio Effetto

4. CUSCINETTI PER SUPPORTO VITI A RICIRCOLAZIONE DI SFERE



Applicazioni in Macchine Utensili

Serie TAC B



Applicazioni in Macchine per Stampaggio ad Iniezione

Serie TAC02 e TAC03



Applicazioni in Macchine Utensili

Unità Supporto Viti a Ricircolazione di Sfere

Cuscinetti per Supporto Vi

Cuscinetti per Supporto Viti a Ricircolazione di Sfere

Cuscinetti Assiali a Sfere a Contatto Obliquo per Supporto Viti a Ricircolazione di Sfere ...Pag. 108-113

Caratteristiche

Sistema di Designazione

Tabelle Dimensionali

Applicazioni in Macchine Utensili

Serie TAC B

Applicazioni in Macchine per Stampaggio ad Iniezione

Serie TAC02 e TAC03

Unità di Supporto Viti a Ricircolazione di Sfere ...Pag. 114-115

Caratteristiche

Sistema di Designazione

Tabelle Dimensionali

ti a Ricircolazione di Sfere

4. CUSCINETTI PER SUPPORTO VITI A RICIRCOLAZIONE DI SFERE

Cuscinetti Assiali a Sfere a Contatto Obliquo per Supporto Viti a Ricircolazione di Sfere

Caratteristiche

I cuscinetti assiali a sfere a contatto obliquo di alta precisione per supporto viti a ricircolazione di sfere hanno prestazioni superiori rispetto alle combinazioni con cuscinetti a sfere a contatto obliquo o con cuscinetti assiali. Sono inoltre molto indicati per le applicazioni nei meccanismi di movimentazione delle macchine utensili ad alta precisione e simili.

Serie TAC B (Macchine Utensili)

La rigidità assiale è molto elevata grazie all'elevato numero di sfere ed all'angolo di contatto di 60°. Confrontati con i cuscinetti a rulli conici o a rulli cilindrici, questa serie di cuscinetti presenta una minore coppia d'attrito, rendendo così la rotazione più regolare e con minori assorbimenti di potenza.

La Serie TAC B prevede l'utilizzo dell'innovativa gabbia stampata in resina poliammidica NSK. Viene inoltre impiegato per gli anelli interni ed esterni il nuovo acciaio EP ad elevata purezza che garantisce una maggiore durata a fatica. L'acciaio EP, sviluppato da NSK, è ottenuto con un processo speciale che consente di controllare e limitare notevolmente le inclusioni non metalliche, arrivando così ad un acciaio con purezza superiore rispetto all'acciaio VAR.

Questa serie con tenute "DG", striscianti a bassa coppia e con grasso "WPH", un grasso resistente all'acqua, aumenta l'affidabilità e garantisce un semplice montaggio.

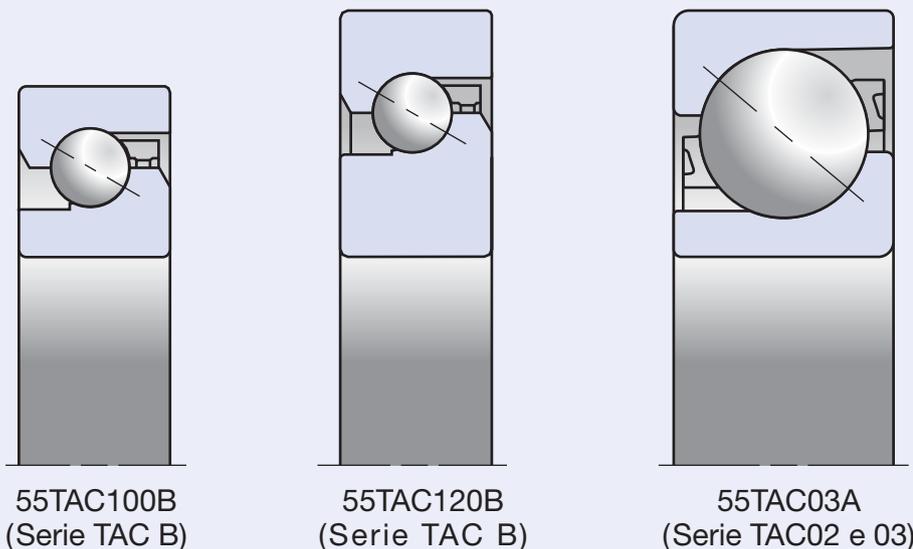
Serie TAC02 e Serie TAC03 (Macchine per Stampaggio ad Iniezione)

Le Serie TAC02 e TAC03 sono costituite da cuscinetti a sfere a contatto obliquo tipicamente impiegati come supporto delle viti a ricircolazione di sfere di grosse dimensioni, che operano in condizione di elevati carichi dovuti ai meccanismi di azionamento delle macchine per stampaggio ad iniezione. Il basso valore della coppia di rotolamento è ottenuto grazie al loro disegno interno ottimale. Impiegando queste serie, si può quindi ridurre significativamente l'elevata coppia, tipica dei cuscinetti a rulli.

Differenze tra Serie TAC02, 03 e Serie TAC B

Le viti a ricircolazione di sfere impiegate nelle macchine per stampaggio ad iniezione generano un carico maggiore sui cuscinetti di supporto rispetto a quelle impiegate nelle macchine utensili. Le serie TAC02 e 03 sono disegnate per soddisfare i requisiti di resistenza ai carichi elevati, mentre la serie TAC B è disegnata per permettere l'innalzamento della capacità di carico attraverso l'aumento del numero di corpi volventi e della larghezza dei cuscinetti.

Fig. 4.1

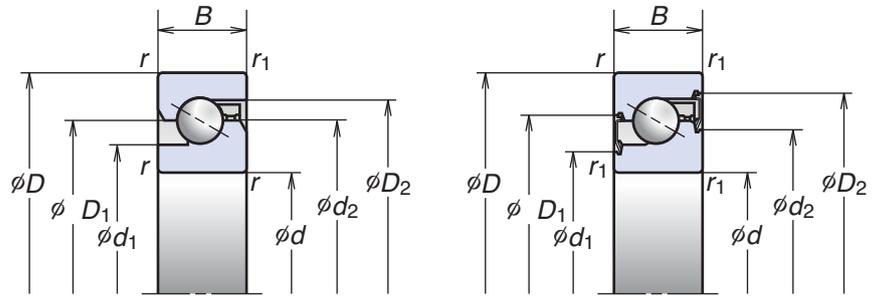


4. CUSCINETTI PER SUPPORTO VITI A RICIRCOLAZIONE DI SFERE

Per applicazioni in Macchine Utensili

Series TAC B

Diametro foro 15-60 mm



(Cuscinetto aperto)

Cuscinetto aperto

Cuscinetto con tenute

Codice cuscinetto	Dimensioni (mm)					Dimensioni delle parti adiacenti (mm)				Quantità consigliate di grasso (cc)	Velocità limite ⁽¹⁾ (min ⁻¹)	
	d	D	B	r (min.)	r ₁ (min.)	d ₁	d ₂	D ₁	D ₂		Grasso	Olio
15 TAC 47B	15	47	15	1,0	0,6	27,2	34	34	39,6	2,2	6 000	8 000
17 TAC 47B	17	47	15	1,0	0,6	27,2	34	34	39,6	2,2	6 000	8 000
20 TAC 47B	20	47	15	1,0	0,6	27,2	34	34	39,6	2,2	6 000	8 000
25 TAC 62B	25	62	15	1,0	0,6	37	45	45	50,7	3,0	4 500	6 000
30 TAC 62B	30	62	15	1,0	0,6	39,5	47	47	53,2	3,2	4 300	5 600
35 TAC 72B	35	72	15	1,0	0,6	47	55	55	60,7	3,8	3 600	5 000
40 TAC 72B	40	72	15	1,0	0,6	49	57	57	62,7	3,9	3 600	4 800
40 TAC 90B	40	90	20	1,0	0,6	57	68	68	77,2	8,8	3 000	4 000
45 TAC 75B	45	75	15	1,0	0,6	54	62	62	67,7	4,2	3 200	4 300
45 TAC 100B	45	100	20	1,0	0,6	64	75	75	84,2	9,7	2 600	3 600
50 TAC 100B	50	100	20	1,0	0,6	67,5	79	79	87,7	10,2	2 600	3 400
55 TAC 100B	55	100	20	1,0	0,6	67,5	79	79	87,7	10,2	2 600	3 400
55 TAC 120B	55	120	20	1,0	0,6	82	93	93	102,2	12	2 200	3 000
60 TAC 120B	60	120	20	1,0	0,6	82	93	93	102,2	12	2 200	3 000

(Cuscinetto con tenute)

Codice cuscinetto	Dimensioni (mm)					Dimensioni delle parti adiacenti (mm)				Velocità limite ⁽¹⁾ (min ⁻¹)
	d	D	B	r (min.)	r ₁ (min.)	d ₁	d ₂	D ₁	D ₂	Grasso
15 TAC 47B DDG	15	47	15	1,0	0,6	25,1	30,8	36	41,8	6 000
17 TAC 47B DDG	17	47	15	1,0	0,6	25,1	30,8	36	41,8	6 000
20 TAC 47B DDG	20	47	15	1,0	0,6	25,1	30,8	36	41,8	6 000
25 TAC 62B DDG	25	62	15	1,0	0,6	34,3	40,5	46,5	52,9	4 500
30 TAC 62B DDG	30	62	15	1,0	0,6	36,8	43	49	55,4	4 300
35 TAC 72B DDG	35	72	15	1,0	0,6	44,3	50,5	56,5	62,9	3 600
40 TAC 72B DDG	40	72	15	1,0	0,6	46,3	52,5	58,5	64,9	3 600
40 TAC 90B DDG	40	90	20	1,0	0,6	54	64	70	79,4	3 000
45 TAC 100B DDG	45	100	20	1,0	0,6	61	71	77	86,4	2 600

⁽¹⁾ I valori delle velocità limite sono riferiti al precarico C10. Nel caso di precarico C9, moltiplicare il valore indicato in tabella per 1,3.

Inoltre, i valori non fanno riferimento al tipo di disposizione.

Note: Codice cuscinetto TAC B: angolo di contatto nominale 60°

Capacità di carico dinamico assiale C_a			Carico assiale limite ⁽²⁾			Massa (kg) (circa)
Carico su una corona di sfere DF, DB (kN)	Carico su due corone di sfere DT, DFD, DBD, DFF, DBB (kN)	Carico su tre corone di sfere DTD, DFT, DBT (kN)	Carico su una corona di sfere DF, DB (kN)	Carico su due corone di sfere DT, DFD, DBD, DFF, DBB (kN)	Carico su tre corone di sfere DTD, DFT, DBT (kN)	
21,9	35,5	47,5	26,6	53,0	79,5	0,144
21,9	35,5	47,5	26,6	53,0	79,5	0,144
21,9	35,5	47,5	26,6	53,0	79,5	0,135
28,5	46,5	61,5	40,5	81,5	122	0,252
29,2	47,5	63,0	43,0	86,0	129	0,224
31,0	50,5	67,0	50,0	100	150	0,310
31,5	51,5	68,5	52,0	104	157	0,275
59,0	95,5	127	89,5	179	269	0,674
33,0	53,5	71,0	57,0	114	170	0,270
61,5	100	133	99,0	198	298	0,842
63,0	102	136	104	208	310	0,778
63,0	102	136	104	208	310	0,714
67,5	109	145	123	246	370	1,230
67,5	109	145	123	246	370	1,160

Capacità di carico dinamico assiale C_a			Carico assiale limite ⁽²⁾			Massa (kg) (circa)
Carico su una corona di sfere DF, DB (kN)	Carico su due corone di sfere DT, DFD, DBD, DFF, DBB (kN)	Carico su tre corone di sfere DTD, DFT, DBT (kN)	Carico su una corona di sfere DF, DB (kN)	Carico su due corone di sfere DT, DFD, DBD, DFF, DBB (kN)	Carico su tre corone di sfere DTD, DFT, DBT (kN)	
21,9	35,5	47,5	26,6	53,0	79,5	0,144
21,9	35,5	47,5	26,6	53,0	79,5	0,144
21,9	35,5	47,5	26,6	53,0	79,5	0,135
28,5	46,5	61,5	40,5	81,5	122	0,252
29,2	47,5	63,0	43,0	86,0	129	0,224
31,0	50,5	67,0	50,0	100	150	0,310
31,5	51,5	68,5	52,0	104	157	0,275
59,0	95,5	127	89,5	179	269	0,674
61,5	100	133	99,0	198	298	0,842

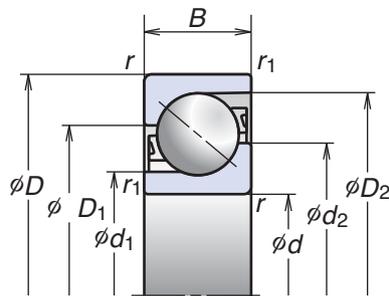
⁽²⁾ Per il carico assiale ammissibile, moltiplicare per 0,7 il carico assiale limite.

4. CUSCINETTI PER SUPPORTO VITI A RICIRCOLAZIONE DI SFERE

Per applicazioni in Macchine per Stampaggio ad Iniezione

Series TAC02 e 03

Diametro foro 15-120 mm



Codice cuscinetto	Dimensioni (mm)					Dimensioni delle parti adiacenti (mm)				Quantità consigliate di grasso (cc)	Angolo di contatto (gradi)	Velocità limite (min ⁻¹)
	<i>d</i>	<i>D</i>	<i>B</i>	<i>r</i> (min.)	<i>r</i> ₁ (min.)	<i>d</i> ₁	<i>d</i> ₂	<i>D</i> ₁	<i>D</i> ₂			
15TAC02AT85	15	35	11	0,6	0,3	19,5	23,5	26,5	31,9	0,98	50	12 000
25TAC02AT85	25	52	15	1,0	0,6	30,5	36,6	40,4	47,4	3	50	7 700
TAC35-2T85	35	90	23	1,5	1,0	49,7	61,4	68,6	81,9	15	50	4 600
40TAC03AT85	40	90	23	1,5	1,0	49,7	61,4	68,6	81,9	15	50	4 600
45TAC03AT85	45	100	25	1,5	1,0	55,8	68,6	76,4	91,0	19	50	4 100
TAC45-2T85	45	110	27	2,0	1,0	60,3	75,6	84,5	100,9	27	50	3 700
50TAC03AT85	50	110	27	2,0	1,0	60,3	75,6	84,5	100,9	27	50	3 700
55TAC03AT85	55	120	29	2,0	1,0	67,1	82,7	92,3	110,1	32	50	3 400
60TAC03AT85	60	130	31	2,1	1,1	72,1	89,8	100,2	119,4	54	50	3 100
80TAC03AM	80	170	39	2,1	1,1	94,0	118,5	131,5	152,5	82	50	2 400
100TAC03CMC	100	215	47	3,0	1,1	122,5	156,9	158,1	188,1	120	55	1 900
120TAC03CMC	120	260	55	3,0	1,1	153,0	189,3	190,7	223,5	170	55	1 500

Capacità di carico dinamico assiale C_a			Carico assiale limite ⁽¹⁾		
Carico su una corona di sfere DF, DB (kN)	Carico su due corone di sfere DT, DFD, DBD, DFF, DBB (kN)	Carico su tre corone di sfere DTD, DFT, DBT (kN)	Carico su una corona di sfere DF, DB (kN)	Carico su due corone di sfere DT, DFD, DBD, DFF, DBB (kN)	Carico su tre corone di sfere DTD, DFT, DBT (kN)
18,8	30,5	40,5	11,5	22,9	34,5
33,5	54,5	72,0	22,7	45,5	68,0
102	166	220	75,5	151	226
102	166	220	75,5	151	226
120	195	259	91,5	183	274
150	243	325	116	232	350
150	243	325	116	232	350
171	278	370	133	266	400
196	320	425	152	305	455
274	445	590	238	475	715
365	595	795	231	460	690
430	700	930	295	590	885

⁽¹⁾ Per il carico assiale ammissibile, moltiplicare per 0,7 il carico assiale limite.

4. CUSCINETTI PER SUPPORTO VITI A RICIRCOLAZIONE DI SFERE

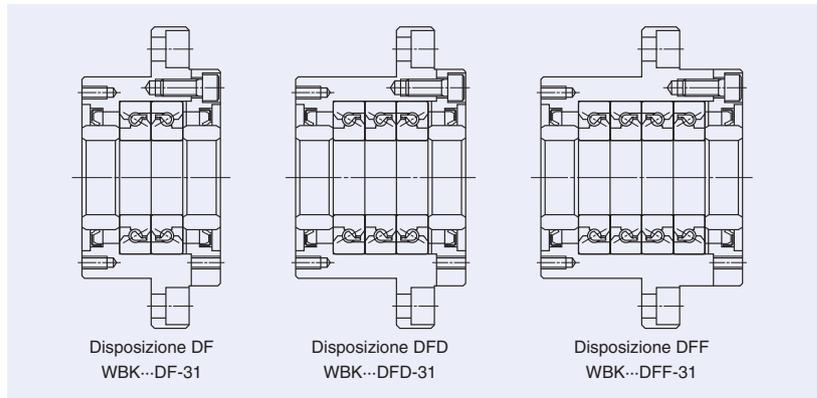
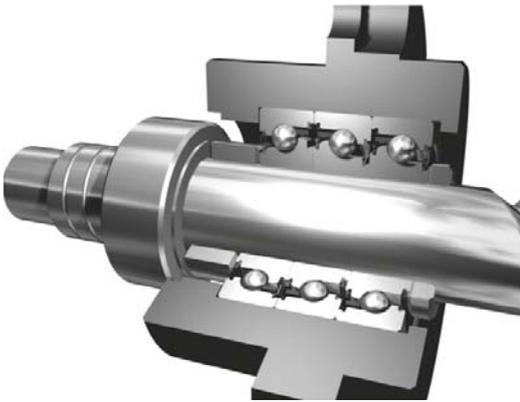
Unità di Supporto Viti a Ricircolazione di Sfere



L'unità di supporto per macchine utensili con elevato carico utilizza i cuscinetti assiali a contatto obliquo ad elevata precisione e rigidità (serie TAC), strutturati per funzionare in modo ottimale come cuscinetti per supportare una vite a ricircolazione di sfere. Come descritto nella figura seguente, sono disponibili tre differenti disposizioni:

Caratteristiche

- Il design antipolvere consente all'utente di progettare facilmente il lato di supporto di una vite a ricircolazione di sfere.
- Poiché nell'unità di supporto sono incorporati cuscinetti con precarico controllato, è possibile omettere il processo del loro montaggio.



Codici unità di supporto	Dimensioni																
	d	D	D_1	D_2	L	L_1	L_2	A	W	X	Y	Z	d_1^*	l^*	V^*	P^*	Q^*
WBK17DF-31	17	70	106	72	60	32	15	80	88	9	14	8.5	45	3	58	M5	10
WBK20DF-31	20	70	106	72	60	32	15	80	88	9	14	8.5	45	3	58	M5	10
WBK25DF-31	25	85	130	90	66	33	18	100	110	11	17,5	11	57	4	70	M6	12
WBK25DFD-31					81	48											
WBK30DF-31	30	85	130	90	66	33	18	100	110	11	17,5	11	57	4	70	M6	12
WBK30DFD-31					81	48											
WBK35DF-31	35	95	142	102	66	33	18	106	121	11	17,5	11	69	4	80	M6	12
WBK35DFD-31					81	48											
WBK35DFF-31					96	48											
WBK40DF-31	40	95	142	102	66	33	18	106	121	11	17,5	11	69	4	80	M6	12
WBK40DFD-31					81	48											
WBK40DFF-31					96	48											

- Note:
1. Rigidità: i valori di rigidità indicati in tabella si riferiscono ai valori teorici calcolati del cedimento elastico tra pista e sfere in acciaio.
 2. Coppia di spunto: in tabella è indicata la coppia di spunto necessaria per il cuscinetto precaricato, e non comprende la coppia dovuta alle tenute.
 3. Tolleranza dell'albero consigliata: h5.

Sistema di Designazione delle Unità di Supporto

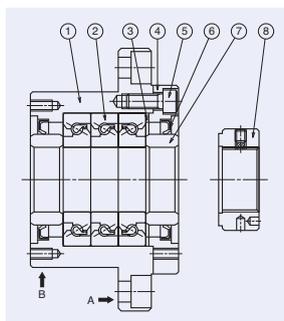
Esempio di designazione unità di supporto

WBK 30 DFD - 31

Unità di supporto

Foro cuscinetto

Numeri di serie
 Disposizione
 DF: disposizione a due corone
 DFD: disposizione a tre corone
 DFF: disposizione a quattro corone



Componenti unità di supporto

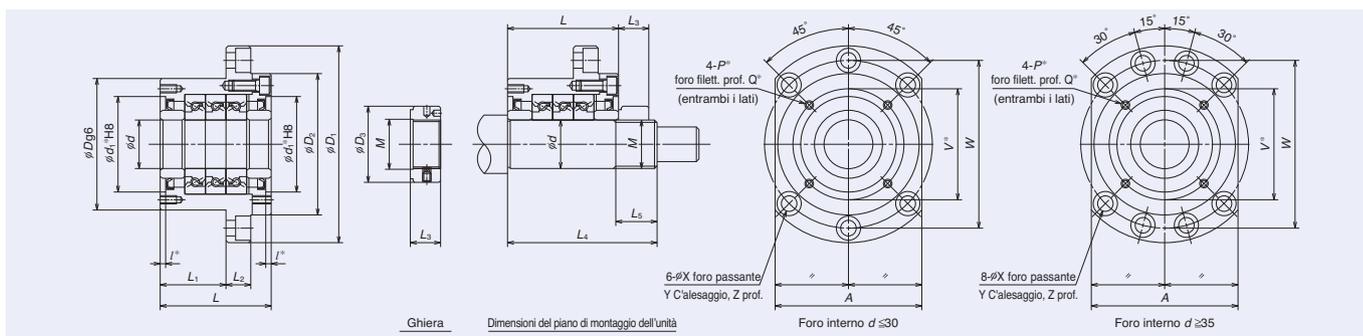
Parte N°	Nome parte	Quantità
①	Alloggiamento	1
②	Flangia di chiusura	1
③	Cuscinetti assiali a sfere a contatto obliquo per supporto viti a ricircolazione di sfere	1 set
④	Parapolvere	2
⑤	Collare	2
⑥	Vite sicurezza precarico	6 o 8
⑦	Spessore	1 set
⑧	Ghiera	1

1. Per montare l'unità di supporto ad una base della macchina utilizzare i piani di appoggio A e B.
2. Non tentare di disassemblare l'unità di supporto NSK, poiché il suo precarico è regolato con elevata precisione e i componenti numerati ①, ②, ③, ④, ⑥ e ⑦ sono integrati in uno specifico supporto.
3. I cuscinetti sono già pre-ingrassati.
4. La ghiera ⑧ è specificamente progettata per viti a ricircolazione di sfere, con perpendicolarità proprie rispetto alla filettatura triangolare della vite.

Per evitare l'allentamento, stringere la ghiera per mezzo di piccole viti anti-svitamento.

La ghiera è disponibile anche separatamente.

Per i cuscinetti assiali a sfere a contatto obliquo per supporto viti a ricircolazione di sfere, consultare pag. 110.



Capacità di carico dinamico C_a (N)	Carico assiale limite (N)	Precarico (N)	Rigidezza assiale (N/ μ m)	Coppia di spunto (N·cm)	Ghiera			Dimensioni per la messa in opera		
					M	D_3	L_3	d	L_4	L_5
21 900	26 600	2 150	750	14,0	M17×1	37	18	17	81	23
21 900	26 600	2 150	750	14,0	M20×1	40	18	20	81	23
28 500	40 500	3 150	1 000	23,0	M25×1,5	45	20	25	89	26
46 500	81 500	4 300	1 470	31,0					104	
29 200	43 000	3 350	1 030	24,0	M30×1,5	50	20	30	89	26
47 500	86 000	4 500	1 520	33,0					104	
31 000	50 000	3 800	1 180	28,0	M35×1,5	55	22	35	92	30
50 500	100 000	5 200	1 710	37,0					107	
50 500	100 000	7 650	2 350	55,0					122	
31 500	52 000	3 900	1 230	28,0	M40×1,5	60	22	40	92	30
51 500	104 000	5 300	1 810	38,0					107	
51 500	104 000	7 800	2 400	57,0					122	

Note: 4. Dimensioni contrassegnate con * Il giunto e le parti della vite contrassegnate con * sono utilizzate per il montaggio di una unità di tenuta per l'albero cavo standard della vite a ricircolazione di sfere NSK nonché per il montaggio di un coperchio antipolvere e di un ammortizzatore.
 5. I cuscinetti sono già pre-ingrassati e sono quindi pronti all'uso.

Supporto Viti a Ricircolazione di Sfere

Unità di Supporto

5. CUSCINETTI RADIALI RIGIDI A SFERE DI PRECISIONE



Cuscinetti Radiali Rigidi a Sfere di Precisione

Gabbia in Resina Poliammidica

Gabbia in Resina Fenolica

Cuscinetti Radiali Rigidi

Cuscinetti Radiali Rigidi a Sfere di Precisione

Cuscinetti Radiali Rigidi a Sfere di PrecisionePag. 118-120

Caratteristiche

Sistema di Designazione

Tabelle Dimensionali

Versione T1X (Gabbia in Resina Poliammidica)

Versione T (Gabbia in Resina Fenolica)

Serie 60, 62 e 63

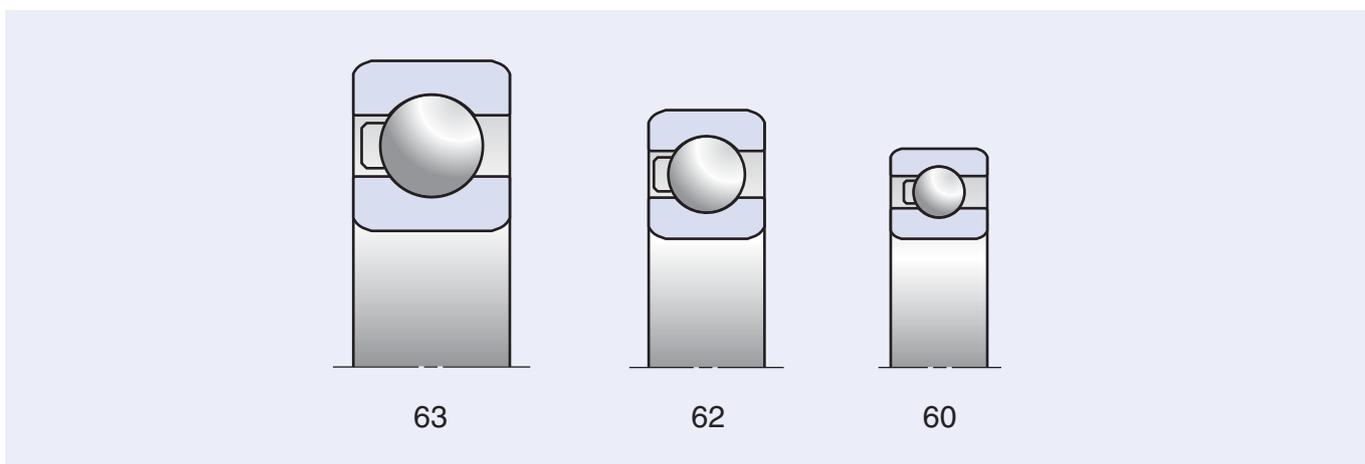
di a Sfere di Precisione

5. CUSCINETTI RADIALI RIGIDI A SFERE DI PRECISIONE

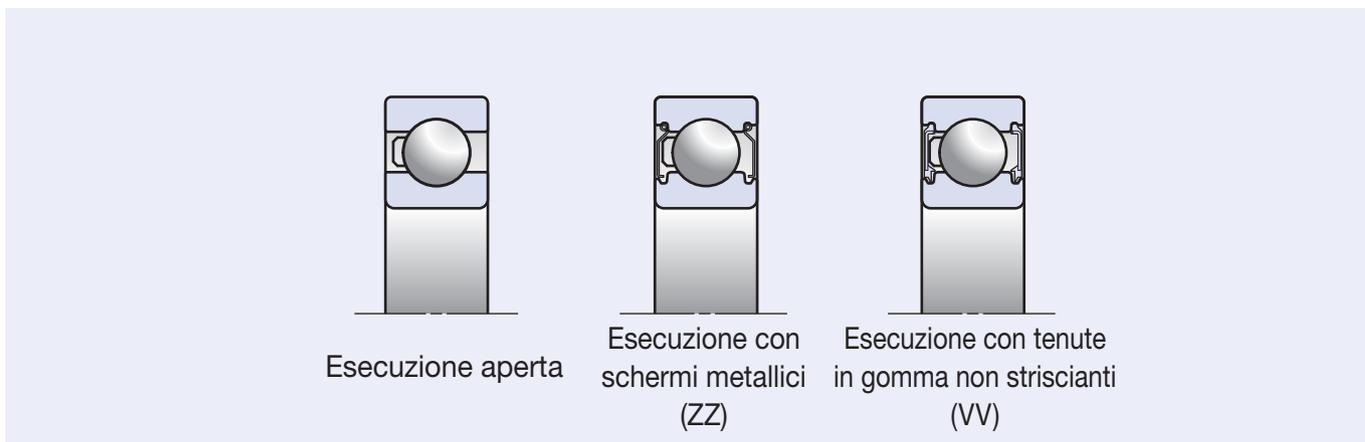
Caratteristiche

- Ottima capacità di carico radiale e buona capacità di carico assiale in entrambe le direzioni.
- Bassa coppia di rotolamento, utile in applicazioni ad alta velocità, basse rumorosità e vibrazioni.
- Disponibili in tre esecuzioni: aperta, con schermi metallici e con tenute in gomma non striscianti.

Serie Dimensionali



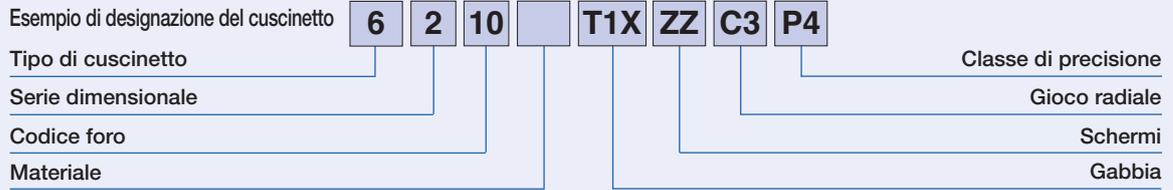
Forme Costruttive



Gabbie

- T1X** Gabbia in resina poliammidica (PA66) guidata sulle sfere: caratterizzata da un'elevata resistenza all'usura, è indicata per l'impiego in motori elettrici.
- TYA** Gabbia in resina poliammidica (PA46) guidata sulle sfere: prevede le stesse caratteristiche delle gabbie adottate nei cuscinetti a sfere a contatto obliquo. Indicata per l'impiego in motori elettrici ad alta velocità.
- T** Gabbia in resina fenolica guidata sull'anello interno: ottimo bilanciamento delle vibrazioni grazie al profilo simmetrico, offre una superiore resistenza alla temperatura in applicazioni ad alta velocità, come mandrini di macchine per la lavorazione del legno.

Sistema di Designazione dei Cuscinetti Radiali Rigidi a Sfere di Precisione



			Reference pages
6	Tipo cuscinetto	6: cuscinetto radiale rigido a sfere ad una corona	118
2	Serie dimensionale	0: serie 10; 2 : serie 02; 3 : serie 03	118
10	Codice foro	00: 10 mm, 01: 12 mm, 02: 15 mm, 03: 17 mm 04 ed oltre: moltiplicare x 5 per ottenere il diametro in mm	120
	Materiale	Nessun simbolo: acciaio per cuscinetti (SUJ2) SN24: sfere in ceramica (Si ₃ N ₄)	14-17
T1X	Gabbia	T1X: gabbia in resina poliammidica (PA66) guidata sulle sfere TYA: gabbia in resina poliammidica (PA46) per alta velocità guidata sulle sfere T: gabbia in resina fenolica guidata sull'anello interno	118
ZZ	Schermi	Nessun simbolo: esecuzione aperta; ZZ: esecuzione con schermi metallici; VV: esecuzione con tenute in gomma non striscianti	118
C3	Gioco radiale	Nessun simbolo: gioco standard C3: gioco superiore allo standard CM: gioco speciale per motori elettrici CG: gioco radiale speciale	-
P4	Classe di precisione	P2: classe ISO 2 P4: classe ISO 4 P5: classe ISO 5	176-179

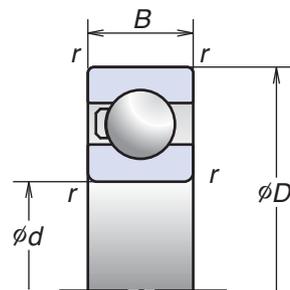
5. CUSCINETTI RADIALI RIGIDI A SFERE DI PRECISIONE

Versione T1X (Gabbia in Resina Poliammidica)

Serie 60, 62 e 63

Diametro foro 10-50 mm

Aperto Schermato Tenute
6000 ZZ VV



Codice ⁽¹⁾ cuscinetto	Schermato	Tenute	Dimensioni (mm)				Capacità di carico (kN)		Velocità limite ⁽²⁾ (min ⁻¹)
			d	D	B	r	C _r (Dinamico)	C _{0r} (Statico)	
6000T1X	ZZ	VV	10	26	8	0,3	4,55	1,87	38 900
6200T1X	ZZ	VV	10	30	9	0,6	5,10	2,39	35 000
6001T1X	ZZ	VV	12	28	8	0,3	5,10	2,37	35 000
6201T1X	ZZ	VV	12	32	10	0,6	6,80	3,05	31 900
6301T1X	ZZ	VV	12	37	12	1,0	9,70	4,20	28 600
6002T1X	ZZ	VV	15	32	9	0,3	5,60	2,83	29 800
6202T1X	ZZ	VV	15	35	11	0,6	7,65	3,75	28 000
6302T1X	ZZ	VV	15	42	13	1,0	11,4	5,45	24 600
6003T1X	ZZ	VV	17	35	10	0,3	6,00	3,25	27 000
6203T1X	ZZ	VV	17	40	12	0,6	9,55	4,80	24 600
6303T1X	ZZ	VV	17	47	14	1,0	13,6	6,65	21 900
6004T1X	ZZ	VV	20	42	12	0,6	9,40	5,00	22 600
6204T1X	ZZ	VV	20	47	14	1,0	12,8	6,60	20 900
6005T1X	ZZ	VV	25	47	12	0,6	10,1	5,85	19 500
6205T1X	ZZ	VV	25	52	15	1,0	14,0	7,85	18 200
6305T1X	ZZ	VV	25	62	17	1,5	20,6	11,2	16 100
6006T1X	ZZ	VV	30	55	13	1,0	13,2	8,30	16 500
6206T1X	ZZ	VV	30	62	16	1,0	19,5	11,3	15 300
6306T1X	ZZ	VV	30	72	19	2,0	26,7	14,1	13 800
6007T1X	ZZ	VV	35	62	14	1,0	16,0	10,3	14 500
6207T1X	ZZ	VV	35	72	17	1,0	25,7	15,3	13 100
6307T1X	ZZ	VV	35	80	21	2,5	33,5	18,0	12 200
6008T1X	ZZ	VV	40	68	15	1,0	16,8	11,5	13 000
6208T1X	ZZ	VV	40	80	18	1,0	29,1	17,9	11 700
6308T1X	ZZ	VV	40	90	23	2,5	40,5	22,6	10 800
6009T1X	ZZ	VV	45	75	16	1,0	20,9	15,2	11 700
6209T1X	ZZ	VV	45	85	19	1,0	31,5	20,4	10 800
6010T1X	ZZ	VV	50	80	16	1,0	21,8	16,6	10 800

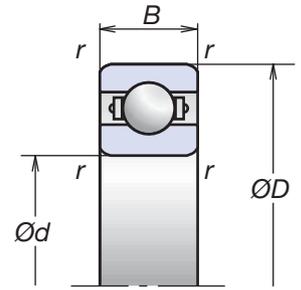
⁽¹⁾ La gabbia TYA è disponibile per applicazioni in motori ad alta velocità. Contattare NSK per maggiori informazioni.

⁽²⁾ I valori delle velocità limite indicati sono riferiti alla versione con gabbia T1X. Per gabbia TYA, incrementare tali valori del 15%.

Versione T (Gabbia in Resina Fenolica)

Serie 60 e 62

Diametro foro 20-120 mm



Codice cuscinetto	Dimensioni (mm)				Capacità di carico (kN)		Velocità limite (1) (min ⁻¹)	
	d	D	B	r	C _r (Dinamico)	C _{or} (Statico)	Grasso	Olio
6004T	20	42	12	0,6	9,38	5,03	32 000	48 000
6204T	20	47	14	1,0	12,80	6,58	35 000	44 000
6005T	25	47	12	0,6	10,10	5,85	27 000	45 200
6205T	25	52	15	1,0	14,00	7,83	26 000	42 800
6006T	30	55	13	1,0	13,20	8,27	23 000	40 000
6206T	30	62	16	1,0	19,50	11,30	21 000	37 300
6007T	35	62	14	1,0	16,00	10,30	22 000	35 800
6207T	35	72	17	1,0	25,70	15,30	18 500	32 700
6008T	40	68	15	1,0	16,80	11,50	21 000	32 400
6208T	40	80	18	1,0	29,10	17,90	16 600	26 700
6009T	45	75	16	1,0	19,90	14,00	18 800	29 000
6209T	45	85	19	1,0	32,70	20,40	15 300	26 000
6010T	50	80	16	1,0	20,80	15,40	17 300	26 700
6210T	50	90	20	1,0	35,10	23,20	14 300	24 200
6011T	55	90	18	1,0	28,30	21,20	16 700	23 800
6211T	55	100	21	1,5	43,40	29,20	12 000	21 900
6012T	60	95	18	1,0	29,40	23,20	15 700	21 900
6212T	60	110	22	1,5	52,50	36,00	11 700	19 700
6013T	65	100	18	1,0	29,20	23,50	13 300	20 600
6213T	65	120	23	1,5	57,50	40,00	10 800	17 800
6014T	70	110	20	1,0	38,10	30,90	11 900	18 400
6214T	70	125	24	1,5	62,00	44,00	10 200	16 700
6015T	75	115	20	1,0	37,80	31,20	11 100	17 200
6215T	75	130	25	1,5	66,00	49,00	10 100	15 600
6016T	80	125	22	1,0	47,60	39,70	10 200	15 700
6216T	80	140	26	2,0	72,50	53,00	9 200	14 300
6017T	85	130	22	1,0	47,50	40,00	9 500	14 700
6217T	85	150	28	2,0	84,00	62,00	8 500	13 100
6018T	90	140	24	1,5	58,20	49,60	8 700	13 500
6019T	95	145	24	1,5	58,00	50,00	8 100	12 600
6020T	100	150	24	1,5	60,00	54,00	7 800	12 000
6022T	110	170	28	2,0	85,00	73,00	6 500	10 100
6024T	120	180	28	2,0	88,00	80,00	6 100	9 400

Cuscinetti Radiali Rigidi a Sfere di Precisione

6. DISPOSITIVI PERIFERICI



Dispositivi Peri

Dispositivi Periferici

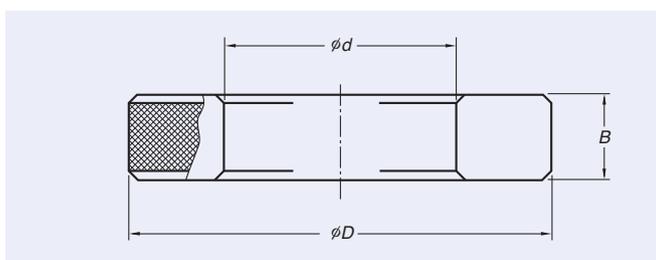
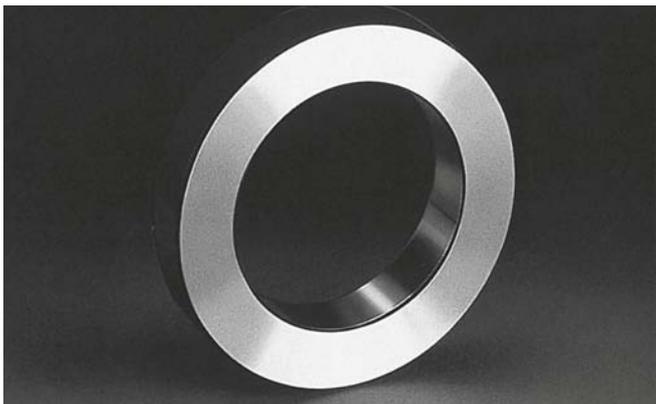
Strumenti di Misura.....	Pag. 124-127
Serie GR	
Caratteristiche	
Sistema di Designazione	
Serie GTR	
Caratteristiche	
Sistema di Designazione	
Serie GN	
Caratteristiche	
Sistema di Designazione	
Bearing Monitor	Pag. 128
Riscaldatore per Cuscinetti	Pag. 129
Centralina di Lubrificazione a Grasso	Pag. 130-131
Centralina di Lubrificazione Aria-Olio	Pag. 132-133
Distanziali di Precisione Schermati	Pag. 134-135

ferici

6. DISPOSITIVI PERIFERICI

Calibri a Tampone - Serie GR

Calibri di precisione per la misura del diametro del foro di alloggiamento



Per ottenere elevate prestazioni dai cuscinetti di precisione per mandrini di macchine utensili, è importante disporre di accoppiamenti accurati con l'albero e con l'alloggiamento.

Per garantire un accoppiamento accurato, è necessario misurare con precisione il diametro dell'albero ed il diametro del foro dell'alloggiamento.

I calibri a tampone NSK della Serie GR sono calibri campione per la misurazione del diametro del foro dell'alloggiamento, con una precisione di 0,001 mm.

Caratteristiche

- Il design di questi calibri garantisce un settaggio affidabile del calibro cilindrico.
- Il loro spessore elimina ogni deformazione provocata dal carico di misura.
- Il trattamento termico cui vengono sottoposti elimina ogni effetto dell'invecchiamento e quindi eventuali deformazioni delle loro dimensioni.
- La perfetta calibrazione è resa possibile grazie a dimensioni misurate accuratamente, marcate sul calibro in unità di 0,001 mm in entrambe le direzioni X ed Y.

Tipo Cuscinetto					Codice calibro	Dimensioni (mm)			Massa (kg) (circa)
79 69 NN39 NN49	BNR19 BER19	70 60 N10 NN30	BNR10 BER10	72 62 N2		d	D	B	
—	—	00	—	—	GR 26	26	75	20	0,6
02	—	01	—	—	GR 28	28	75	20	0,6
03	—	—	—	00	GR 30	30	80	20	0,7
—	—	02	—	01	GR 32	32	80	20	0,7
—	—	03	—	02	GR 35	35	85	20	0,7
04	—	—	—	—	GR 37	37	85	20	0,7
—	—	—	—	03	GR 40	40	90	20	0,8
05	—	04	—	—	GR 42	42	95	20	0,9
06	—	05	—	04	GR 47	47	95	20	0,8
07	—	—	—	05	GR 52	52	100	20	0,9
—	—	06	30	—	GR 55	55	100	20	0,9
08	—	07	35	06	GR 62	62	100	20	0,8
09	—	08	40	—	GR 68	68	110	20	0,9
10	50	—	—	07	GR 72	72	115	20	1,0
—	—	09	45	—	GR 75	75	115	20	0,9
11	55	10	50	08	GR 80	80	120	25	1,2
12	60	—	—	09	GR 85	85	130	25	1,5
13	65	11	55	10	GR 90	90	135	25	1,5
—	—	12	60	—	GR 95	95	140	25	1,6
14	70	13	65	11	GR 100	100	145	25	1,7
15	75	—	—	—	GR 105	105	150	25	1,8
16	80	14	70	12	GR 110	110	160	25	2,1
—	—	15	75	—	GR 115	115	165	25	2,1
17	85	—	—	13	GR 120	120	170	25	2,2
18	90	16	80	14	GR 125	125	175	25	2,3
19	95	17	85	15	GR 130	130	180	25	2,4
20	100	18	90	16	GR 140	140	190	25	2,5
21	105	19	95	—	GR 145	145	200	30	3,5
22	110	20	100	17	GR 150	150	205	30	3,6
—	—	21	105	18	GR 160	160	215	30	3,8
24	120	—	—	—	GR 165	165	220	30	3,9
—	—	22	110	19	GR 170	170	225	30	4,0
26	130	24	120	20	GR 180	180	230	30	3,8
28	140	—	—	21	GR 190	190	240	30	4,0
—	—	26	130	22	GR 200	200	250	30	4,1

Calibri Conici – Serie GTR30

Calibri per la misura della conicità dell'albero

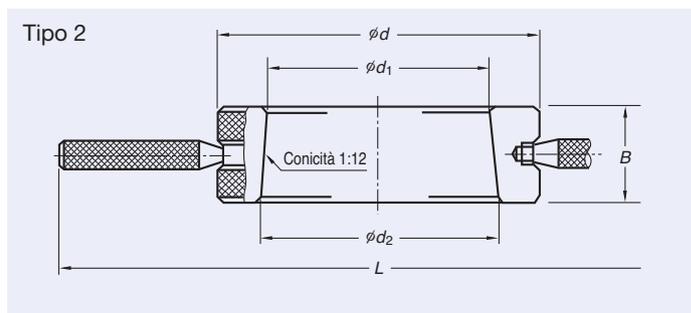
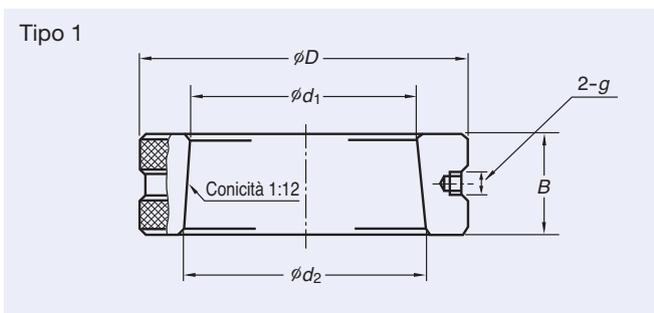


I cuscinetti della serie NN30xxKR sono cuscinetti a doppia corona di rulli cilindrici con foro conico ad elevata rigidità e sono ideali per le alte velocità, tanto che sono frequentemente impiegati nei mandrini delle macchine utensili.

Per utilizzare al meglio questi cuscinetti, è importante accoppiare esattamente la conicità del foro del cuscinetto con quella dell'albero del mandrino. La conicità dei cuscinetti (1:12) è realizzata con elevata precisione ed è accuratamente controllata da NSK. Un calibro conico GTR30 è realizzato con un foro conico la cui precisione e finitura superficiale è identica a quella di un cuscinetto di precisione NSK. Per garantire un accoppiamento perfetto con il cuscinetto, la parte conica dell'albero dovrà essere a sua volta accoppiata con precisione al foro conico del calibro.

Caratteristiche

- Il loro spessore elimina ogni deformazione provocata dal carico di misura.
- Il trattamento termico cui vengono sottoposti elimina ogni effetto dell'invecchiamento e quindi eventuali deformazioni delle loro dimensioni.

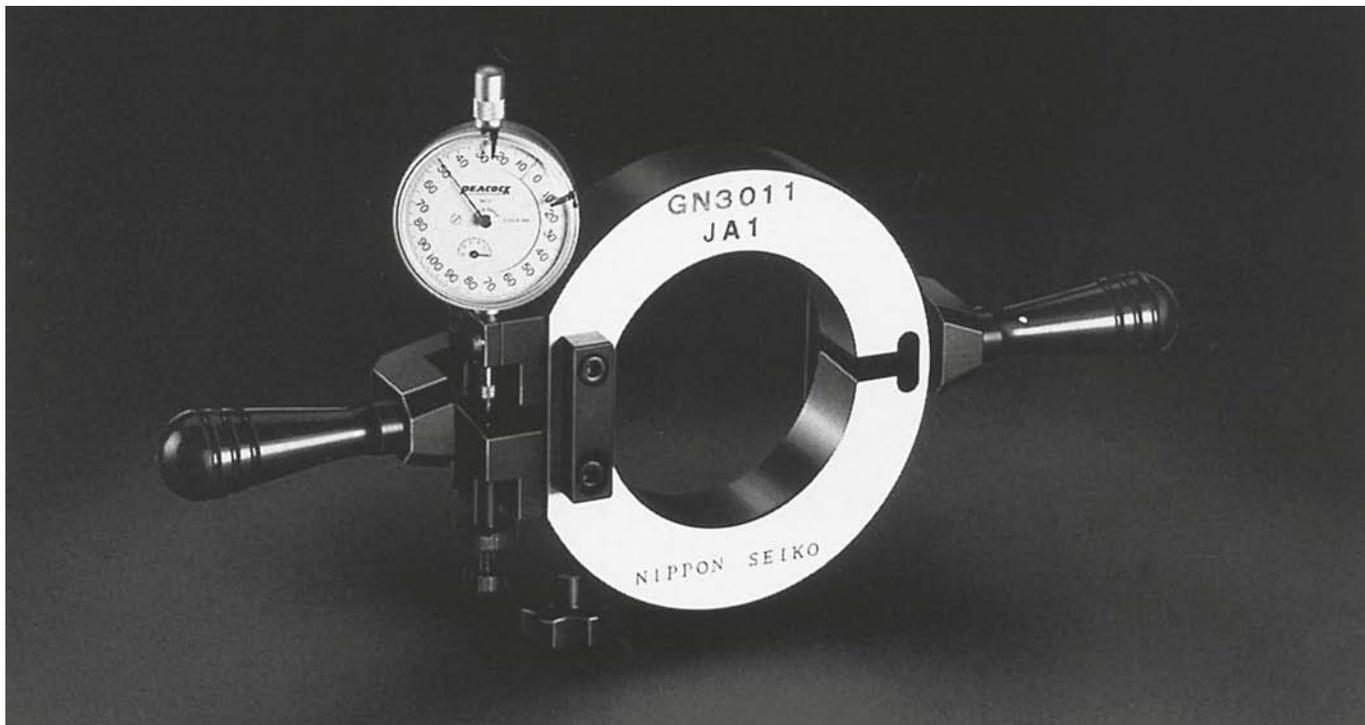


Tipo Cuscinetto	Codice Calibro	Tipo Calibro	Dimensioni (mm)					Massa (kg) (circa)	
			d_1	d_2	D	B	L		g
NN3006KR	GTR3006	1	30	31,583	70	19	—	M3 × 0,5	0,5
NN3007KR	GTR3007	1	35	36,667	75	20	—	M3 × 0,5	0,5
NN3008KR	GTR3008	1	40	41,750	80	21	—	M3 × 0,5	0,6
NN3009KR	GTR3009	1	45	46,917	85	23	—	M5 × 0,8	0,7
NN3010KR	GTR3010	1	50	51,917	90	23	—	M5 × 0,8	0,8
NN3011KR	GTR3011	1	55	57,167	95	26	—	M5 × 0,8	0,9
NN3012KR	GTR3012	1	60	62,167	100	26	—	M5 × 0,8	1,0
NN3013KR	GTR3013	1	65	67,167	105	26	—	M5 × 0,8	1,0
NN3014KR	GTR3014	1	70	72,500	110	30	—	M5 × 0,8	1,3
NN3015KR	GTR3015	1	75	77,500	115	30	—	M5 × 0,8	1,3
NN3016KR	GTR3016	1	80	82,833	125	34	—	M5 × 0,8	1,8
NN3017KR	GTR3017	1	85	87,833	130	34	—	M5 × 0,8	1,9
NN3018KR	GTR3018	2	90	93,083	140	37	358	—	2,5
NN3019KR	GTR3019	2	95	98,083	145	37	363	—	2,6
NN3020KR	GTR3020	2	100	103,083	150	37	368	—	2,7
NN3021KR	GTR3021	2	105	108,417	160	41	376	—	3,5
NN3022KR	GTR3022	2	110	113,750	165	45	381	—	4,0
NN3024KR	GTR3024	2	120	123,833	170	46	386	—	3,9
NN3026KR	GTR3026	2	130	134,333	180	52	396	—	4,6
NN3028KR	GTR3028	2	140	144,417	190	53	406	—	5,0
NN3030KR	GTR3030	2	150	154,667	210	56	426	—	7,0
NN3032KR	GTR3032	2	160	165,000	220	60	436	—	7,8

6. DISPOSITIVI PERIFERICI

Strumenti di Misura GN - Serie GN30

Strumenti di precisione per la misura del gioco radiale residuo nei cuscinetti a doppia corona di rulli cilindrici (NN30XX)



Quando si monta un cuscinetto a doppia corona di rulli cilindrici con foro conico su un albero, è importante accoppiare molto accuratamente la conicità dell'albero del mandrino con quella del cuscinetto e garantire che si sia raggiunto il necessario gioco radiale residuo dopo il montaggio.

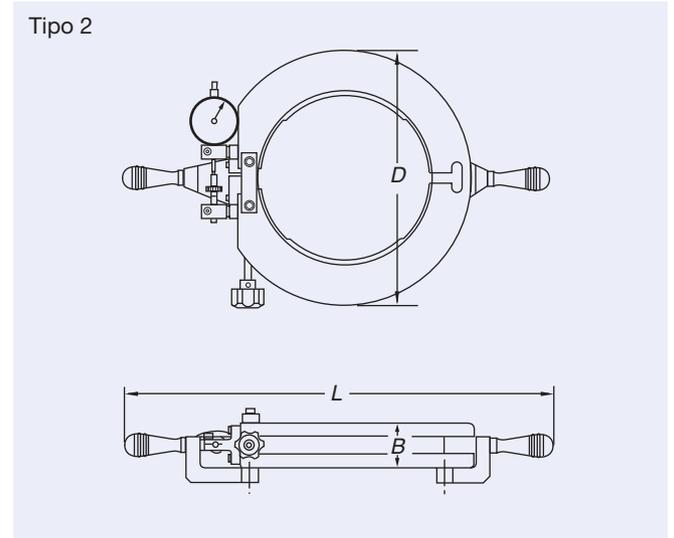
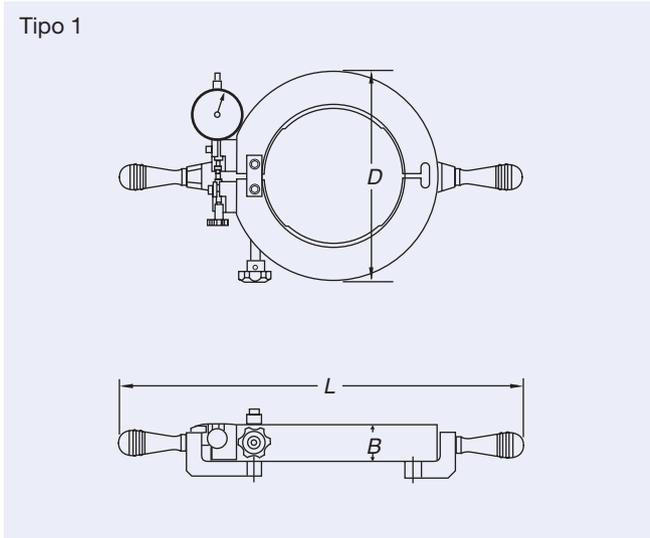
Nel caso in cui il gioco radiale residuo fosse eccessivo, l'albero del mandrino avrà gioco e la precisione della lavorazione sarà di conseguenza influenzata negativamente. Se il gioco non fosse sufficiente, malgrado il minimo o addirittura inesistente cambiamento di rigidità, il calore generato dal cuscinetto risulterà eccessivo e la sua durata verrà significativamente ridotta (vedere pagina 155).

Con l'attuale tendenza a velocità e precisioni sempre maggiori, è necessario controllare il gioco radiale residuo con la massima accuratezza. In passato, i metodi di misurazione del gioco radiale risultavano particolarmente complicati e richiedevano notevoli capacità da parte dell'operatore.

Gli strumenti di misura GN, sviluppati da NSK per la misura del gioco radiale residuo dei cuscinetti a doppia corona di rulli cilindrici, semplificano il montaggio dei cuscinetti, migliorando al tempo stesso la precisione di montaggio (l'utilizzo degli strumenti GN richiede un calibro cilindrico di misura del foro).

Caratteristiche

- È possibile effettuare le misurazioni in modo semplice, affidabile ed accurato.
- Non sono più necessari i complicati calcoli per la correzione del gioco, basati sull'interferenza dell'anello esterno con l'alloggiamento.
- È possibile misurare sia gioco positivo che gioco negativo (precarico).
- È possibile effettuare misurazioni molto precise, poiché gli strumenti GN sono stati tarati accuratamente tenendo conto del carico di misura.



Tipo cuscinetto	Codice calibro	Tipo Calibro	Dimensioni (mm)			Massa (kg) (circa)
			D	B	L	
NN3007	GN3007	1	102	23	292	1,3
NN3008	GN3008	1	108	23	297	1,4
NN3009	GN3009	1	115	23	305	1,5
NN3010	GN3010	1	120	23	310	1,6
NN3011	GN3011	1	131	26	324	2,1
NN3012	GN3012	1	138	26	329	2,2
NN3013	GN3013	1	145	26	335	2,4
NN3014	GN3014	1	156	30	347	3,0
NN3015	GN3015	1	162	30	353	3,1
NN3016	GN3016	1	175	33	374	4,2
NN3017	GN3017	1	185	33	381	4,3
NN3018	GN3018	1	195	35	393	5,2
NN3019	GN3019	1	204	35	399	5,6
NN3020	GN3020	1	210	35	411	6,1
NN3021	GN3021	1	224	39	419	7,1
NN3022	GN3022	1	233	44	433	8,5
NN3024	GN3024	2	254	44	470	7,5
NN3026	GN3026	2	280	50	492	9,5
NN3028	GN3028	2	289	50	500	9,5
NN3030	GN3030	2	314	54	520	12,0
NN3032	GN3032	2	329	54	540	13,0

6. DISPOSITIVI PERIFERICI

Bearing Monitor NB-4



Grazie all'impiego di dispositivi microelettronici, il Bearing Monitor NB-4 (rilevatore di vibrazioni) è di dimensioni portatili. Molto sensibile e con una vasta gamma di funzioni incorporate, è in grado di rilevare rapidamente e in modo affidabile ogni insolita vibrazione su cuscinetti o macchine e quindi di segnalare i possibili inconvenienti.

Caratteristiche

- Le vibrazioni possono essere misurate, registrate (mediante personal computer o altro dispositivo) e poi visualizzate sotto forma di onda.
- La funzione involuppo consente di rilevare qualsiasi danno sulle piste di rotolamento del cuscinetto.

Corpo Principale NB-4

Spia di Avvertimento
Il LED lampeggia nel caso di difetti riscontrati nel cuscinetto

Interruttore Funzione
Per selezionare spostamento, velocità o accelerazione

Interruttore Modalità
Per selezionare letture rms o di picco e i segnali di uscita

Interruttore Sensibilità
Per selezionare sensibilità alta o bassa o per spegnere il dispositivo

Cavo a Spirale

Un cavo estensibile e anti-attorcigliamento, che può essere usato per collegare il rilevatore di vibrazioni e che può essere anche collegato direttamente al corpo principale



Rilevatore opzionale fisso
Fissato a vite o con magnete (impermeabile)

Display a Cristalli Liquidi
Visualizza i dati relativi alle vibrazioni e indica anche tensione batteria scarica, segnale di ingresso eccessivo e selezione modalità picco

Tasto Memoria
Vengono mantenuti i dati relativi alla vibrazione visualizzati sul display (LCD)

Uscita Cuffia
Il suono delle vibrazioni può essere ascoltato in cuffia con controllo del volume

Morsetto Uscita
Mostra la forma d'onda della vibrazione o il segnale di involuppo della forma d'onda

Cavo a spirale collegato alla sonda portatile

Rilevatore a Sonda



Rilevatore Portatile di Vibrazioni
L'ottima risposta ad alta frequenza consente una precoce rilevazione del danno al cuscinetto o ad altre parti meccaniche



Corpo principale NB-4 collegato al rilevatore portatile di vibrazioni

Riscaldatore per Cuscinetti



Il riscaldatore riscalda il cuscinetto rapidamente e in modo uniforme, rendendo così possibile un montaggio sull'albero pulito senza olio. Il riscaldatore può essere utilizzato per riscaldare non soltanto i cuscinetti, ma anche le parti in metallo a forma di anello, come ad esempio gli ingranaggi.

Caratteristiche

- Riscaldamento rapido e uniforme
- Non è necessario alcun riscaldamento ad olio, quindi non c'è sporco unto
- Adatto per accoppiamento a caldo dei cuscinetti e delle parti in metallo a forma di anello

Pannello di controllo intuitivo

Insieme ad un sensore di temperatura ultra compatto ad elevata sensibilità, il riscaldatore indica le esatte temperature in tempo reale mediante un display digitale indipendentemente dalla velocità di riscaldamento o dalla zona di rilevamento.

Il riscaldatore è comandato da un tasto.

Il timer può essere impostato per un massimo di 100 minuti.

*I morsetti esterni di entrata/uscita per il controllo a distanza on-line sono del tipo standard, adatto anche per automazione industriale.

Un livello di sicurezza superiore

Il riscaldatore si interrompe automaticamente se il calore viene applicato senza impostazione del sensore di temperatura o nel caso di guasto del dispositivo.

Compatibile con numerose dimensioni di foro

Selezionando un nucleo ad L che combacia con il foro di un cuscinetto, un riscaldatore può essere compatibile con cuscinetti di numerose dimensioni.

Riscaldamento automatico in condizioni ottimali

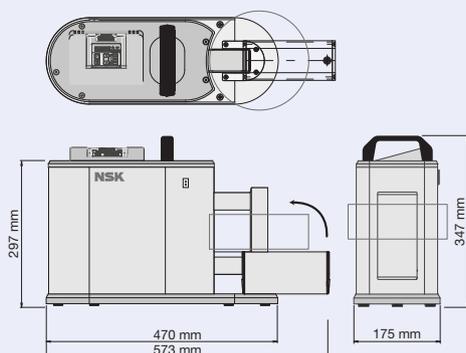
Le caratteristiche elettriche variano in base al tipo di cuscinetto e al nucleo ad L utilizzato. Il riscaldatore rileva automaticamente queste variazioni e applica quindi sempre il calore in modo ottimale.

Inoltre, poiché l'uscita è regolabile da 50% a 100% con incrementi del 10%, il riscaldatore è ideale per cuscinetti delicati che necessitano di un riscaldamento di tipo graduale.



Dimensioni

0110/0120

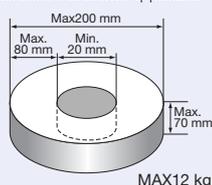


Tipo/Capacità Tensione alimentazione

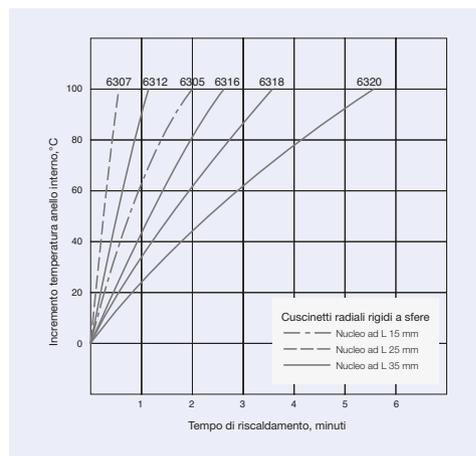
0110 100 V 1ø
1KVA Adatto per 50/60 Hz

0120 200 V 1ø
1KVA Adatto per 50/60 Hz

Dimensioni cuscinetto applicabili



Curva di Rendimento del Riscaldamento (esempio)



6. DISPOSITIVI PERIFERICI

Centralina di Lubrificazione a Grasso FINE-LUB II



Fino a poco tempo fa, i mandrini ad alta velocità utilizzavano una lubrificazione aria-olio o a nebbia d'olio. L'attuale interesse globale per l'ambiente richiede un nuovo sistema atto a ridurre la rumorosità e la nebbia d'olio, oltre che favorire nel contempo il risparmio energetico e un ambiente di lavoro pulito. In risposta a questa esigenza, NSK ha sviluppato FINE-LUB II, il primo sistema al mondo di rifornimento di grasso per mandrini di macchine utensili ad alta velocità.

FINE-LUB II fornisce una piccola quantità di grasso all'interno dei cuscinetti ad alta velocità ad intervalli regolari, scaricando il grasso usato attraverso un apposito distanziale sagomato fino ad un deposito di grasso posto nell'alloggiamento. Questa tecnologia realizza il primo sistema al mondo di rifornimento di grasso per mandrini di macchine utensili ad alta velocità aumentando, allo stesso tempo, la durata di esercizio. Questo rivoluzionario prodotto cambia completamente il concetto di lubrificazione a grasso. FINE-LUB II apre la strada ad una nuova tipologia di lubrificazione a grasso, più veloce, comoda e accurata.

Caratteristiche

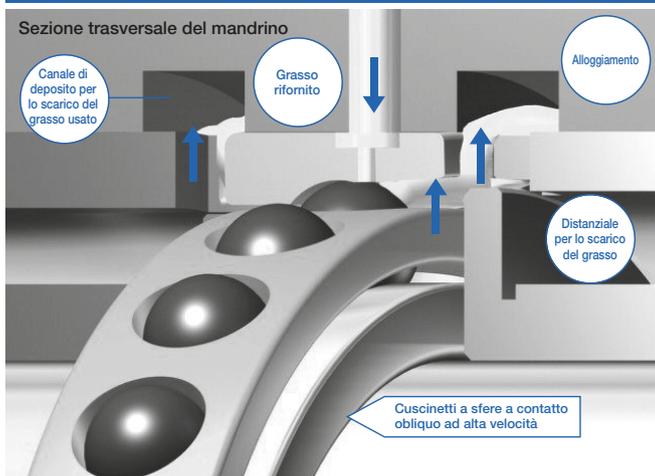
Durata di esercizio maggiore per la lubrificazione a grasso

La durata di esercizio del grasso è di numerose centinaia di ore, a rotazione continua e ad una velocità di $1,8 M d_m n$ (utensile #40 20.000 min⁻¹). FINE-LUB II è stata sviluppata con lo scopo di rifornire una quantità adeguata di grasso in base alla velocità di rotazione e alla dimensione del cuscinetto in modo da evitare il grippaggio, assicurando al contempo più di 10.000 ore di funzionamento senza alcuna manutenzione.

Controllare lo scarico del grasso di lubrificazione per prevenire l'aumento della temperatura

L'eccessivo rifornimento di grasso all'interno di un cuscinetto può provocare un aumento della temperatura dovuto alla coagulazione del grasso. Per impedire ciò, FINE-LUB II presenta un dispositivo incorporato che garantisce lo scarico di una appropriata quantità di grasso.

Meccanismo di Rifornimento del Grasso ai Cuscinetti



Forma del cuscinetto progettato specificamente per il rifornimento del grasso

• Metodo di rifornimento del grasso

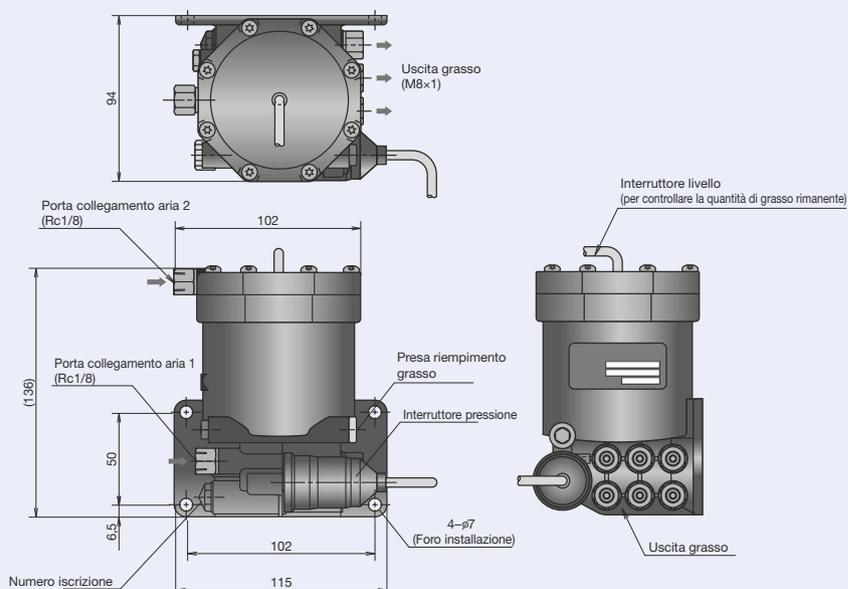
Una piccola quantità di grasso viene fornita all'interno di un cuscinetto, ad intervalli regolari, mediante un foro di entrata del grasso posto vicino alla pista di rotolamento dell'anello esterno.

Il grasso è rifornito in piccole quantità, per impedire l'aumento della temperatura del cuscinetto.

• Metodo di scarico del grasso

Un distanziale sagomato in modo particolare per lo scarico del grasso, posto sul lato opposto al foro del cuscinetto, dirige il grasso usato all'interno di un canale di deposito, evitando che esso possa rientrare all'interno del cuscinetto.

Dimensioni



Numero Modello

EGU - **2P1** - **4P2**
 Due porte P1 Quattro porte P2

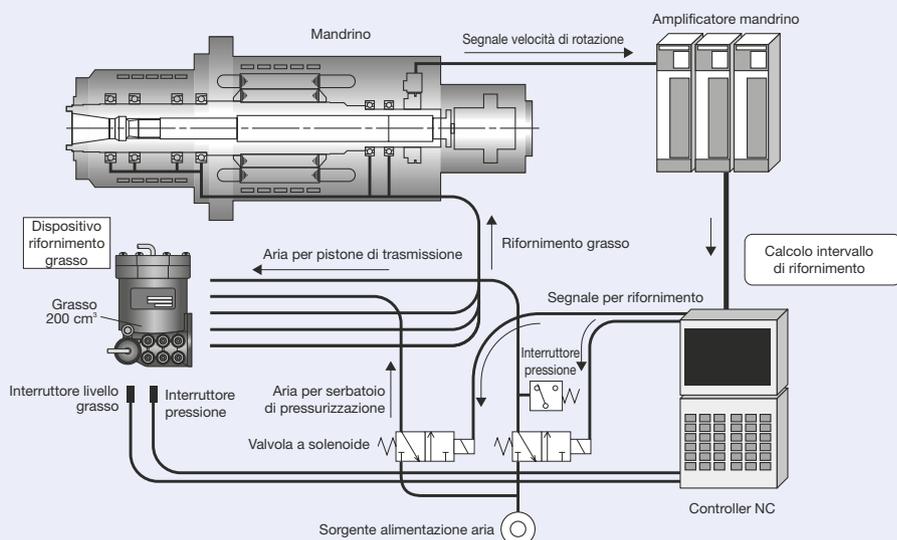
EGU - **6P1**
 Sei porte P1

Quantità	Codice
0,01	P1
0,02	P2

Specifiche

Articolo	Specifica
Pressione alimentazione aria	da 0,25 a 0,4 MPa
Quantità	0,01 o 0,02/cuscinetto in una corona
Capacità del serbatoio	200 cc
Funzione monitoraggio	Rilevamento della quantità di grasso residua, rilevamento della pressione (controllo aumento pressione)
Lunghezza tubazione	2,5 m o inferiore
Tipologia di grasso	Grasso MTE

Schema del Sistema



6. DISPOSITIVI PERIFERICI

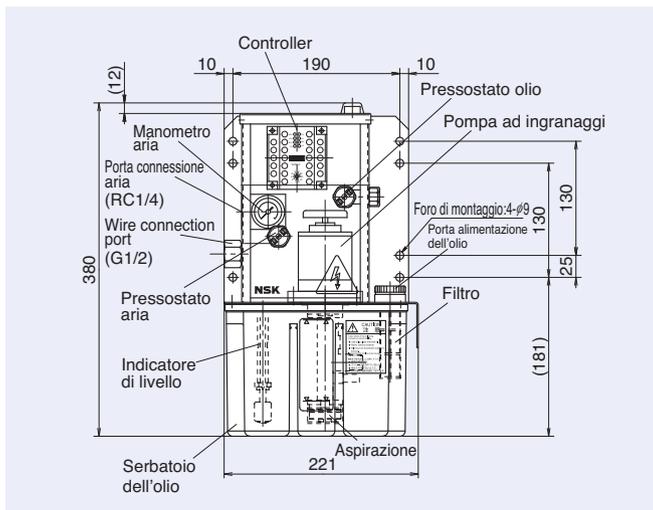
• Centralina di Lubrificazione Aria-Olio FINE-LUB Caratteristiche

Nel settore delle macchine utensili vengono costantemente introdotte importanti innovazioni tecnologiche; in particolare, gli elettromandri funzionano a velocità sempre più elevate. Risulta quindi vitale, per garantire velocità superiori, qualsiasi nuovo sviluppo mirato a migliorare sia i cuscinetti che i metodi di lubrificazione.

NSK ha introdotto molti miglioramenti negli impianti di lubrificazione aria-olio e nelle apparecchiature di alimentazione dell'olio. Nel 1984 NSK ha introdotto sul mercato la centralina di lubrificazione aria-olio FINE-LUB, che continua ad essere un prodotto di enorme successo. La centralina FINE-LUB è stata modificata nel tempo, in modo da poter essere utilizzata in diverse macchine utensili, diventando nel tempo un prodotto sicuro in termini di prestazioni ed affidabilità.

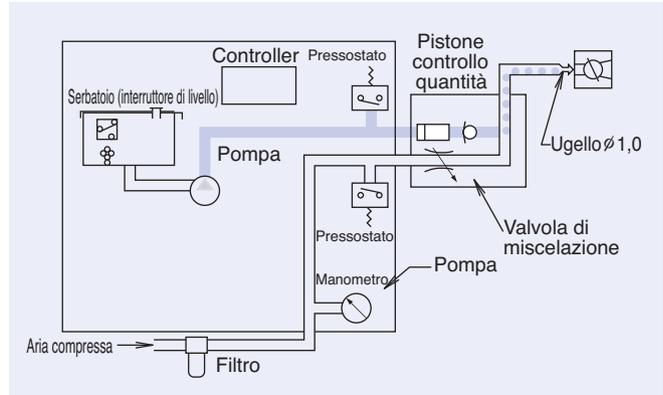
La centralina FINE LUB risulta essere uno dei prodotti di maggiore successo nel mercato della lubrificazione aria-olio. Questa unità garantisce la lubrificazione attraverso un impianto equipaggiato con una pompa, una valvola di miscelazione ed un'unità di comando. L'affidabilità è ulteriormente migliorata dalla presenza di dispositivi di sicurezza.

• Unità Pompa OAEM



Caratteristiche

- L'unità OAEM è dotata di un'innovativa pompa ad ingranaggi a bassa viscosità.
(range di viscosità dell'olio in esercizio: da 10–68 mm²/s)
- Un controller speciale viene utilizzato per impostare gli intervalli di lubrificazione a 1, 2, 4, 8, 16, 24, 32, 48, 64 o 128 minuti.
- I dispositivi di sicurezza standard comprendono:
 - ① Indicatore di livello dell'olio
 - ② Spia di avvertimento mancanza alimentazione
 - ③ Pressostato aria
 - ④ Pressostato olio



Precauzioni

- Utilizzare aria compressa pulita e secca ad una pressione pari a 0,2-0,4 MPa.
- Utilizzare olio pulito e nuovo con una viscosità superiore o uguale a ISO VG 10. Prestare la massima attenzione per evitare qualsiasi possibile contaminazione dell'olio, che potrebbe ridurre la durata dell'apparecchiatura e dei cuscinetti.
- Prestare molta attenzione nella scelta dei tubi dell'olio da utilizzare tra la pompa e le valvole di miscelazione. Contattare NSK nel caso in cui i tubi dell'olio dovessero superare i 5 m di lunghezza.
- I tubi dell'olio dalla valvola di miscelazione al mandrino dovrebbero avere una lunghezza compresa tra 1,5 e 5 metri.



Designazione dei modelli:
OAEM (con controller)
OAEM-N (senza controller)

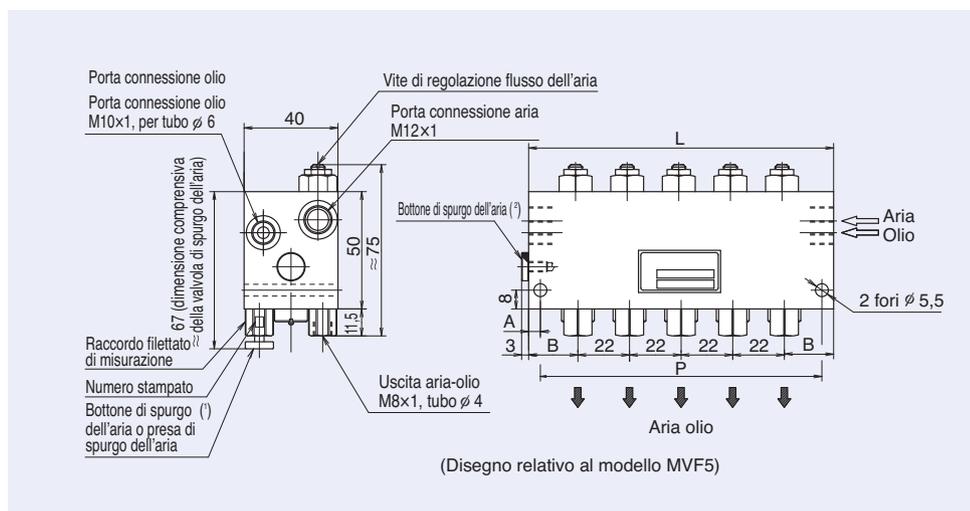
- Lubrificazione: olio per mandrino ad alta velocità
- Alimentazione: 100 V
- Capacità del serbatoio: 2,7 L
- Livello effettivo dell'olio: 1,7 L

- Componenti della pompa: controller, pressostato aria, pressostato olio ed indicatore di livello.

NSK può fornire anche un'unità pompa decisamente più economica, con marchio di approvazione CE.

La pompa potrà essere controllata unicamente dal controller originale o da un sequenziatore.

• Valvola di Miscelazione MVF



Caratteristiche

- Utilizza un controllo a pistone per scaricare piccole e ben definite quantità d'olio.
- È possibile selezionare quantità pari a 0,01, 0,03 e 0,06 cc. per ogni corsa.
- Il numero di uscite e le quantità scaricate possono essere selezionate in funzione delle specifiche necessità.

Note (1) Nel caso in cui la quantità di scarico sia pari a 0,01 cc., per la procedura di spurgo dell'aria utilizzare la presa di spurgo. Nel caso in cui la quantità di scarico sia pari a 0,03 o 0,06 cc., per la procedura di spurgo collegare al posto della presa di spurgo il bottone di spurgo dell'aria.

(2) Nel caso in cui la quantità di scarico sia pari a 0,03 o 0,06 cc., durante il funzionamento collegare il bottone di spurgo dell'aria a questa posizione.

Modello	Numero di valvole	L	A	P	B
MVF1	1	42	10,0	22	21,0
MVF2	2	64	9,5	45	21,0
MVF3	3	86	8,0	70	21,0
MVF4	4	108	6,5	95	21,0
MVF5	5	130	5,0	120	21,0
MVF6	6	155	5,0	145	22,5

Quantità scaricata (cc./corsa)	Numero stampato	Codice
0,01	1	P1
0,03	3	P2
0,06	6	P3

• Componenti Opzionali

Pressostato

OAG

- Controlla gli aumenti della pressione dell'aria e dell'olio, oltre che qualsiasi caduta di pressione dell'olio (in dotazione su OAEM).



Sensore Aria-Olio

- Il sensore aria-olio consente di migliorare l'affidabilità della lubrificazione aria-olio, controllando le particelle d'olio fornite al cuscinetto da una valvola di miscelazione.



Filtro dell'Olio

OAV-02/03

- I filtri permettono di rimuovere anche le piccolissime particelle estranee sospese nell'olio.
- Sono disponibili due modelli: 3µm e 20µm di filtraggio.



[Valvola di Spurgo dell'Aria]

OAV-01

- Le valvole facilitano lo spurgo dell'aria dopo aver scollegato i condotti dell'olio per la manutenzione della centralina.



6. DISPOSITIVI PERIFERICI

Distanziali di Precisione Schermati



Caratteristiche

Nel passato, per impedire l'ingresso di corpi estranei nei cuscinetti dei mandrini venivano utilizzati dei distanziali con tenute a labirinto. Tuttavia, dato che il gioco tra gli anelli distanziali interno ed esterno è ampio, è impossibile prevenire del tutto l'ingresso dei corpi estranei. NSK è riuscita a restringere questo spazio fissando ai distanziali delle ulteriori tenute. La doppia struttura di un distanziale con tenuta a labirinto più una seconda tenuta, ne migliora l'affidabilità.

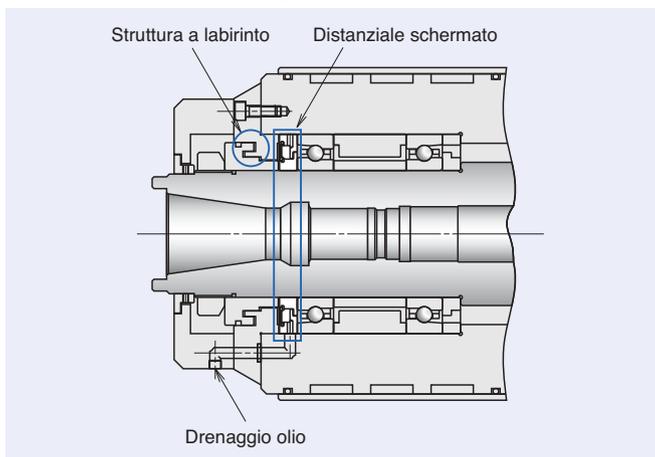
· Ecologicamente sicuro

Le tenute impediscono la fuoriuscita del grasso

· Aumentata affidabilità

Per la lubrificazione a grasso, la struttura a doppio strato del distanziale, con tenuta a labirinto più una seconda tenuta, garantisce una maggiore resistenza all'ingresso di polvere e di fluido refrigerante.

Esempio di Configurazione

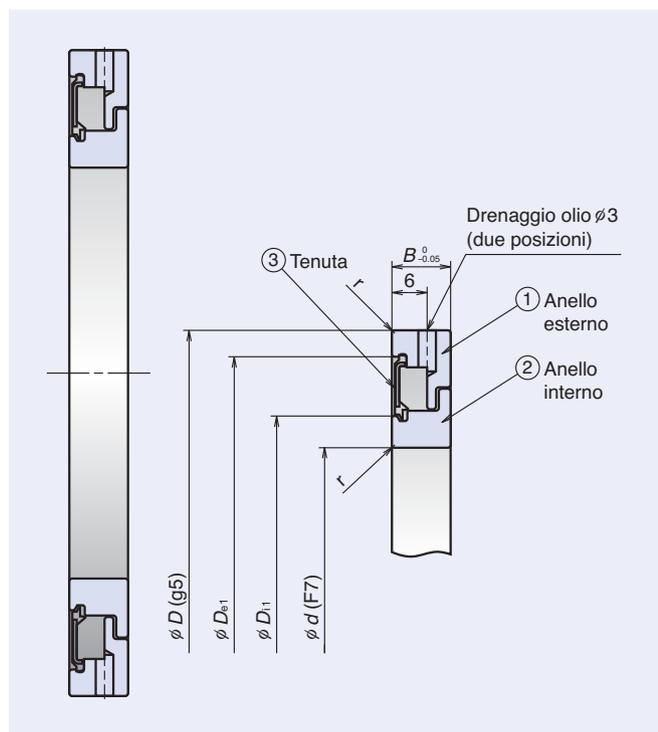


L'esempio della figura a sinistra mostra una configurazione a tripla tenuta: la struttura a labirinto compresa nella flangia di chiusura e l'anello distanziale interno che provvedono ad una prima tenuta, seguiti dal distanziale di precisione schermato con incorporata una tenuta a labirinto aggiuntiva.

Dimensioni (Serie 19)

Codice distanziale	Diametro foro ϕd (mm)	Diametro esterno ϕD (mm)	Larghezza B (mm)	D_{i1} (mm)	D_{e1} (mm)	Raggio raccordo r (mm)
X30-MTV19	30	47	10	34,3	43,0	0,3
X35-MTV19	35	55	10	39,2	50,5	0,6
X40-MTV19	40	62	10	46,4	58,0	0,6
X45-MTV19	45	68	10	50,0	63,5	0,6
X50-MTV19	50	72	10	55,2	67,4	0,6
X55-MTV19	55	80	10	61,7	74,6	1,0
X60-MTV19	60	85	10	66,0	80,0	1,0
X65-MTV19	65	90	10	71,7	84,0	1,0
X70-MTV19	70	100	10	77,5	93,0	1,0
X75-MTV19	75	105	10	82,2	98,5	1,0
X80-MTV19	80	110	10	87,5	103,0	1,0
X85-MTV19	85	120	10	94,8	111,6	1,1
X90-MTV19	90	125	10	98,8	118,0	1,1
X95-MTV19	95	130	10	103,8	122,8	1,1
X100-MTV19	100	140	10	111,0	131,0	1,1
X105-MTV19	105	145	10	116,0	135,4	1,1
X110-MTV19	110	150	10	121,0	140,4	1,1

Specifiche



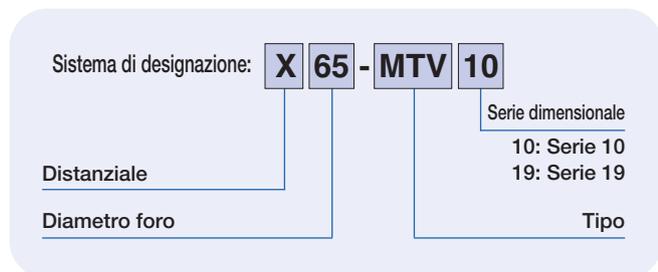
Materiale anello esterno	SUJ2
Materiale anello interno	SUJ2
Materiale tenuta	Gomma nitrilica, SECC

Precauzioni

L'anello interno e l'anello esterno possono essere separati; fare attenzione che la tenuta in gomma non cada o si danneggi durante la manipolazione.

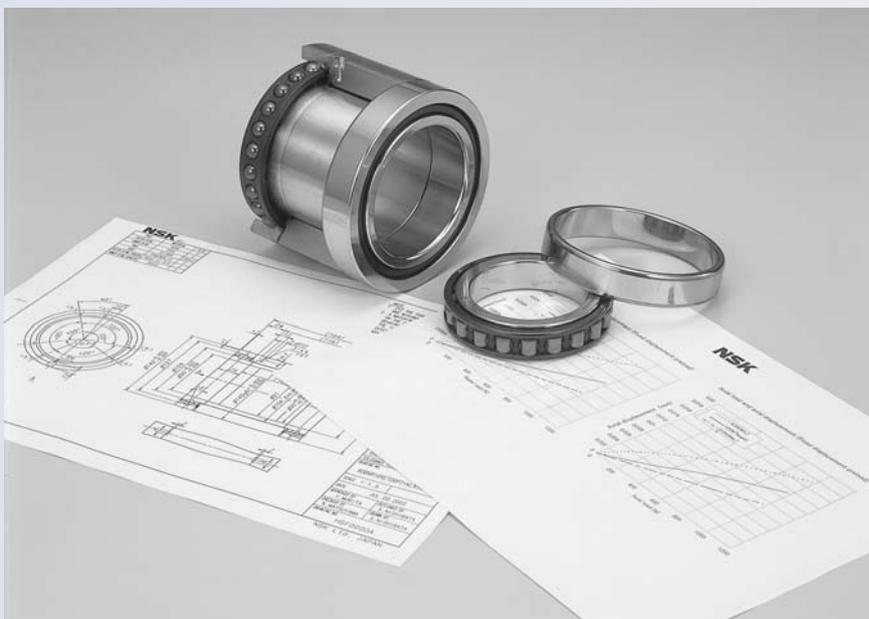
I distanziali di precisione schermati devono essere utilizzati con cuscinetti universali (vedi pagg. 150-151).

Sistema di Designazione dei Distanziali



Dimensioni (Serie 10)

Codice distanziale	Diametro foro ϕd (mm)	Diametro esterno ϕD (mm)	Larghezza B (mm)	D_{i1} (mm)	D_{e1} (mm)	Raggio raccordo r (mm)
X30-MTV10	30	55	10	36,8	49,2	0,5
X35-MTV10	35	62	10	41,6	56,0	0,5
X40-MTV10	40	68	10	47,5	62,0	0,5
X45-MTV10	45	75	10	53,5	69,0	0,5
X50-MTV10	50	80	10	58,5	74,0	0,5
X55-MTV10	55	90	10	64,4	82,0	0,5
X60-MTV10	60	95	10	69,4	87,0	0,5
X65-MTV10	65	100	10	73,0	92,0	0,5
X70-MTV10	70	110	10	80,8	101,0	0,5
X75-MTV10	75	115	10	85,8	106,0	0,5
X80-MTV10	80	125	10	91,4	114,6	0,5
X85-MTV10	85	130	10	96,4	119,6	0,5
X90-MTV10	90	140	10	103,0	127,8	0,8
X95-MTV10	95	145	10	108,5	134,5	0,8
X100-MTV10	100	150	10	112,5	137,8	0,8



Guida Tecnica

Guida Tecnica

1. DurataPag. 138-145

- Durata a Fatica e Capacità di Carico
- Nuova Teoria della Durata

2. Capacità di Carico Statico e Carico Statico Equivalente Pag. 146-147

3. Disposizione dei Cuscinetti a Sfere a Contatto Obliquo ...Pag. 148-151

- Caratteristiche delle Disposizioni
- Disposizione Universale

4. Precarico e RigidezzaPag. 152-169

- Tipologie di Precarico e Rigidezza
- Tabelle di Precarico e Rigidezza

5. Velocità LimitePag. 170-171

6. LubrificazionePag. 172-175

7. Precisione del Cuscinetto.....Pag. 176-183

- Precisione Radiale dei Cuscinetti
- Precisione del Foro Conico
- Precisione del Cuscinetto Assiale a Sfere a Contatto Obliquo

8. Progettazione dell'Albero e dell'Alloggiamento Pag. 184-188

- Tolleranze dell'Albero e dell'Alloggiamento
- Precisione dell'Albero e dell'Alloggiamento
- Dimensione degli Spallamenti
- Dimensione degli Smussi

9. DistanzialiPag. 189-193

- Dimensione dei Distanziali
- Posizione dell'Ugello di Lubrificazione

Durata

Capacità di Carico Statico e Carico Statico Equivalente

Disposizione dei Cuscinetti a Sfere a Contatto Obliquo

Precarico e Rigidezza

Velocità Limite

Lubrificazione

Precisione del Cuscinetto

Progettazione dell'Albero e dell'Alloggiamento

Distanziali

1. DURATA

Durata a Fatica e Capacità di Carico

Durata del Cuscinetto

Le diverse funzioni richieste ad un cuscinetto volvente variano in relazione alle applicazioni e devono essere garantite per un lungo periodo di tempo. Anche se i cuscinetti sono montati con cura ed operano correttamente, nel tempo può verificarsi un decadimento delle loro prestazioni dovuto ad una diminuzione della precisione di rotazione, un deterioramento del lubrificante, oppure uno sfaldamento per fatica delle superfici di rotolamento, evidenziati da un aumento del livello di rumorosità e vibrazioni.

La “durata del cuscinetto”, nel senso più ampio del termine, corrisponde al periodo durante il quale il cuscinetto continua a funzionare ed è in grado di svolgere in maniera soddisfacente le funzioni richieste. La durata del cuscinetto si può anche definire come la durata al rumore, all’abrasione, del lubrificante oppure a fatica, a seconda del fattore che causa la perdita delle caratteristiche funzionali del cuscinetto.

Oltre ai fenomeni di cedimento sopra esaminati dovuti al deterioramento, i cuscinetti possono avere cedimenti quando si verificano condizioni particolari quali grippaggi, rotture, cricche, rigature degli anelli, usura delle tenute o danneggiamenti vari. Queste condizioni non devono essere considerate normali cedimenti del cuscinetto, in quanto sono spesso il risultato di errori di selezione del cuscinetto, di progettazione o costruzione impropria delle parti adiacenti il cuscinetto, montaggio non corretto o manutenzione insufficiente.

Durata a Fatica e Durata Nominale a Fatica

Quando i cuscinetti volventi operano sotto carico, le piste di rotolamento dell’anello interno, esterno ed i corpi volventi sono soggetti ad uno sforzo ciclico. A causa della fatica del materiale sulle superfici di contatto delle piste di rotolamento e dei corpi volventi, può accadere che si possano staccare dal cuscinetto delle particelle simili a piccole scaglie. Questo fenomeno si definisce “sfaldamento”. La “durata a fatica” è rappresentata dal numero totale di giri oltre il quale sulle superfici del cuscinetto inizierà il fenomeno di sfaldamento dovuto alla sollecitazione ciclica. Anche per cuscinetti apparentemente identici, appartenenti alla stessa tipologia, con le medesime dimensioni, stesso materiale e trattamento termico, il valore della durata a fatica varia enormemente persino quando sono sottoposti a condizioni operative identiche. Tutto ciò è dovuto al fatto che lo sfaldamento dei materiali per fatica risulta essere soggetto a molte altre variabili. Conseguentemente, è preferibile usare la “durata nominale a fatica” rispetto alla durata a fatica, in quanto quest’ultima viene trattata come fenomeno statistico. Ipotizzando che vengano fatti funzionare nelle medesime condizioni operative un certo numero di cuscinetti, dopo un determinato lasso di tempo il 10% di detti cuscinetti subisce un cedimento in seguito alla sfaldatura per fatica del materiale. In questo caso, la durata nominale a fatica si esprime come il numero totale dei giri oppure, se la velocità risulta costante, come il numero totale delle ore di lavoro completate nel momento in cui il 10% dei cuscinetti diventa inutilizzabile a causa del cedimento per fatica.

Nella determinazione della durata del cuscinetto, spesso l’unico fattore considerato viene rappresentato dalla durata nominale a fatica. Si deve però tenere conto anche di altri fattori, tra i quali la durata del lubrificante dei cuscinetti pre-ingrassati. Poiché la durata al rumore e la durata alle abrasioni sono determinate in base a standard diversi in funzione delle singole applicazioni, valori specifici sia per la durata al rumore sia per la durata all’abrasione devono essere determinati empiricamente.

Capacità di Carico Dinamico

Si definisce “capacità di carico dinamico” quel carico stazionario costante che applicato ai cuscinetti determina una durata a fatica nominale di un milione di giri (10^6 giri).

La capacità di carico dinamico dei cuscinetti radiali viene definita come quel carico radiale di direzione ed intensità costanti, mentre per i cuscinetti assiali è quel carico assiale di intensità costante agente nella stessa direzione dell’asse centrale. Le capacità di carico dinamico sono riportate nelle tabelle dimensionali sotto i simboli C_r per i cuscinetti radiali, e C_a per i cuscinetti assiali.

Durata Nominale a Fatica

Tra il carico agente sul cuscinetto e la durata nominale a fatica sussiste la seguente relazione:

$$\begin{aligned} \text{per i cuscinetti} & L_{10} = \left(\frac{C}{P}\right)^3 \\ \text{a sfere} & L_{10} = \frac{10^6}{60n} \left(\frac{C}{P}\right)^3 \quad (\text{h}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{per i cuscinetti} & L_{10} = \left(\frac{C}{P}\right)^{10/3} \\ \text{a rulli} & L_{10} = \frac{10^6}{60n} \left(\frac{C}{P}\right)^{10/3} \quad (\text{h}) \end{aligned}$$

dove

- L_{10} : durata nominale a fatica (106 giri, ore)
- P : carico dinamico equivalente sul cuscinetto (N)
(vedere pagina 139)
- C : capacità di carico dinamico (N)
(per i cuscinetti radiali, C sta per C_r)
(per i cuscinetti assiali, C sta per C_a)
- n : velocità di rotazione (min^{-1})

Se i cuscinetti funzionano a velocità costante, è conveniente esprimere la durata a fatica in ore.

Carico Dinamico Equivalente

In alcuni casi i carichi applicati sui cuscinetti risultano puramente radiali o assiali; nella maggior parte dei casi, invece, si tratta di una combinazione di entrambi. In relazione al fatto che tali carichi generalmente variano per intensità e direzione, non si possono utilizzare i carichi realmente applicati ai cuscinetti per determinare la durata nominale dei cuscinetti stessi. Si deve quindi calcolare un carico ipotetico che abbia un'intensità costante, si scarichi attraverso il centro del cuscinetto e che determini la stessa durata nominale che si otterrebbe nelle condizioni di carico e rotazione reali.

Questo carico ipotetico viene definito "carico dinamico equivalente". Definendo P_r il carico radiale dinamico equivalente, F_r il carico radiale, F_a il carico assiale ed α l'angolo di contatto del cuscinetto, la relazione tra il carico radiale dinamico equivalente ed i carichi agenti sul cuscinetto può essere espressa dalla seguente formula:

$$P_r = XF_r + YF_a$$

dove $\left. \begin{array}{l} X : \text{fattore di carico radiale} \\ Y : \text{fattore di carico assiale} \end{array} \right\} \text{ vedere tabella 1.1}$

Il fattore di carico assiale varia in funzione dell'angolo di contatto. Nel caso dei cuscinetti a rulli, l'angolo di contatto rimane lo stesso indipendentemente dall'intensità del carico assiale. Nel caso dei cuscinetti radiali rigidi ad una corona di sfere e dei cuscinetti a sfere a contatto obliquo, l'angolo di contatto aumenta quando aumenta il carico assiale. Questo cambiamento dell'angolo di contatto può essere espresso dal rapporto tra la capacità di carico statico C_{or} ed il carico assiale F_a . La tabella 1.1 presenta il fattore di carico assiale e l'angolo di contatto corrispondente a questo rapporto.

Per quanto riguarda i cuscinetti a sfere a contatto obliquo, l'effetto del cambiamento dell'angolo di contatto sul fattore di carico può non essere considerato, in condizioni di esercizio normali, anche se l'angolo di contatto è pari a 25°, 30° o 40°.

Per i cuscinetti assiali con angolo di contatto $\alpha \neq 90^\circ$ soggetti simultaneamente a carichi sia radiali che assiali, il carico assiale equivalente P_a sarà il seguente:

$$P_a = XF_r + YF_a$$

Tabella 1.1 - Valori dei Fattori di Carico X ed Y

Angolo di contatto	$\frac{if_0 F_a^*}{C_{or}}$	e	Singolo, DT				DB o DF			
			$F_a/F_r \leq e$		$F_a/F_r > e$		$F_a/F_r \leq e$		$F_a/F_r > e$	
			X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
15	0,178	0,38				1,47		1,65		2,39
	0,357	0,40				1,40		1,57		2,28
	0,714	0,43				1,30		1,46		2,11
	1,070	0,46				1,23		1,38		2,00
	1,430	0,47	1	0	0,44	1,19	1,00	1,34	0,72	1,93
	2,140	0,50				1,12		1,26		1,82
	3,570	0,55				1,02		1,14		1,66
5,350	0,56				1,00		1,12		1,63	
18	-	0,57	1	0	0,43	1,00	1,00	1,09	0,70	1,63
25	-	0,68	1	0	0,41	0,87	1,00	0,92	0,67	1,41
30	-	0,80	1	0	0,39	0,76	1,00	0,78	0,63	1,24
40	-	1,14	1	0	0,35	0,57	1,00	0,55	0,57	0,93
50	-	1,49	-	-	0,73	1,00	1,37	0,57	0,73	1,00
55	-	1,79	-	-	0,81	1,00	1,60	0,56	0,81	1,00
60	-	2,17	-	-	0,92	1,00	1,90	0,55	0,92	1,00

*Per le disposizioni DB e DF $i = 2$; per disposizione DT o cuscinetto singolo, $i = 1$

Tabella 1.2 - Capacità di Carico dei Cuscinetti a Sfere a Contatto Obliquo in Disposizione Multipla

Coppia		Terna		Quaterna	
C_r	C_{or}	C_r	C_{or}	C_r	C_{or}
1,62 volte rispetto ad una corona	2 volte rispetto ad una corona	2,15 volte rispetto ad una corona	3 volte rispetto ad una corona	2,64 volte rispetto ad una corona	4 volte rispetto ad una corona

1. DURATA

Calcolo della Durata di un Gruppo di Cuscinetti in Disposizione Multipla

Quando vengono utilizzati più cuscinetti nella stessa macchina, la durata a fatica dei singoli cuscinetti può essere determinata se si conosce il carico agente sui singoli cuscinetti. In generale, però, la macchina non funziona se uno dei cuscinetti si guasta. Potrebbe essere quindi necessario in alcuni casi conoscere la durata a fatica di un gruppo (set) di cuscinetti utilizzati nella stessa macchina.

La durata a fatica dei cuscinetti varia molto e l'equazione per il calcolo della durata a fatica $L_{10} = \left(\frac{C}{P}\right)^3$ permette di determinare il 90% della durata, detta anche "durata a fatica nominale", che rappresenta o il numero dei giri o le ore che può raggiungere il 90% di un certo numero di cuscinetti simili sottoposti alle medesime condizioni di esercizio.

In altre parole, la durata a fatica calcolata per un cuscinetto ha una probabilità pari al 90%. Dato che la probabilità di durata di un gruppo di cuscinetti multipli per un dato periodo è rappresentata dal prodotto della probabilità di durata dei singoli cuscinetti per lo stesso lasso di tempo, la durata a fatica nominale di un gruppo di cuscinetti multipli non è determinata unicamente dalla durata a fatica nominale più breve tra i singoli cuscinetti.

Infatti, la durata del gruppo è decisamente inferiore alla durata del singolo cuscinetto con la durata a fatica minore. Supponendo che la durata a fatica nominale di cuscinetti singoli corrisponda a $L_1, L_2, L_3 \dots L_n$ e che la durata a fatica nominale dell'intero gruppo di cuscinetti corrisponda a L , si otterrà l'equazione riportata in seguito:

$$\frac{1}{L^e} = \frac{1}{L_1^e} + \frac{1}{L_2^e} + \frac{1}{L_3^e} + \dots + \frac{1}{L_n^e}$$

dove $e = 1,1$ (sia per cuscinetti a sfere che per cuscinetti a rulli)

Calcolo della Durata di Cuscinetti a Sfere a Contatto Obliquo Precaricati

Per stabilire le componenti totali del carico radiale (F_r) e del carico assiale (F_a) su ogni cuscinetto in una disposizione multipla di cuscinetti a sfere a contatto obliquo precaricati, è necessario tenere conto del carico radiale (F_{re}) e del carico assiale (F_{ae}) applicati esternamente, del precarico assiale (F_{ao}) e della distribuzione del carico.

Quest'ultima dipende da come il corpo volvente deforma la pista di rotolamento, ed è proporzionale al (carico)^{2/3}. La procedura di calcolo per le più diffuse disposizioni di cuscinetti è riportata in seguito.

Quando $F_{a2} < 0$ non c'è precarico e pertanto $F_{a1} = F_{ae}$, e $F_{a2} = 0$

La componente radiale complessiva del carico (F_r) su ogni cuscinetto è proporzionale al rapporto del carico assiale su ogni cuscinetto rispetto al carico assiale totale, in cui ogni componente è elevato alla potenza 2/3:

$$F_{r1} = \frac{F_{a1}^{2/3}}{F_{a1}^{2/3} + F_{a2}^{2/3}} \times F_{re}$$

$$F_{r2} = \frac{F_{a2}^{2/3}}{F_{a1}^{2/3} + F_{a2}^{2/3}} \times F_{re}$$

Il carico radiale equivalente dinamico (P_{r1}) e (P_{r2}) per ogni cuscinetto è calcolato in base alle seguenti formule:

$$P_{r1} = XF_{r1} + YF_{a1}$$

$$P_{r2} = XF_{r2} + YF_{a2}$$

I valori di X ed Y sono ricavati dalla tabella 1.1 (pagina 139).

La durata nominale a fatica (L_{10}) di ogni cuscinetto corrisponde a:

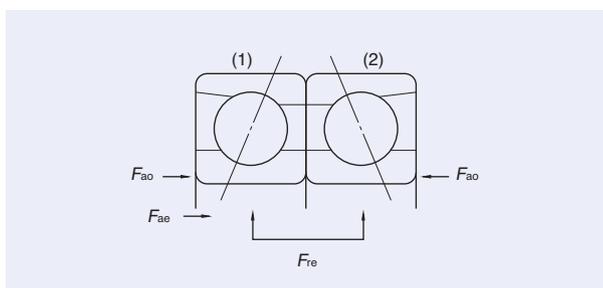
$$L_{10(1)} = \frac{16\,667}{n} \left(\frac{C_r}{P_{r1}}\right)^3 \quad (h)$$

$$L_{10(2)} = \frac{16\,667}{n} \left(\frac{C_r}{P_{r2}}\right)^3 \quad (h)$$

I due cuscinetti devono essere considerati un gruppo e, conformemente alla teoria della probabilità, la durata della coppia di cuscinetti risulterà inferiore rispetto alla minore delle durate nominali dei singoli cuscinetti. Di conseguenza:

$$L_{10} = \frac{1}{\left(\frac{1}{L_{10(1)}^{1.1}} + \frac{1}{L_{10(2)}^{1.1}}\right)^{1.1}} \quad (h)$$

Coppia di Cuscinetti, Disposizione Dorso a Dorso DB



Con carico radiale esterno (F_{re}), il precarico totale (F_{ap}) diventa:

$$F_{ap} = \frac{F_{re} \times 1.2 \times \tan \alpha + F_{ao}}{2}$$

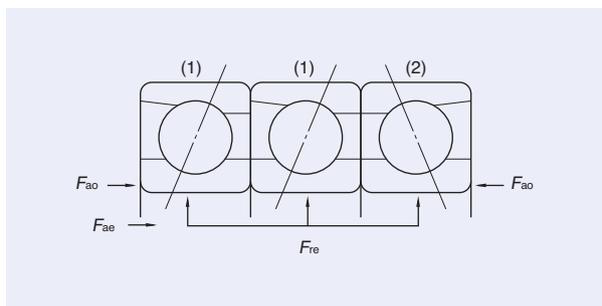
quando $F_{ap} < F_{ao}$, utilizzare $F_{ap} = F_{ao}$

La componente assiale complessiva di (F_{a1}, F_{a2}) con carico assiale applicato su ogni cuscinetto (1 e 2) diventa:

$$F_{a1} = 2/3 F_{ae} + F_{ap}$$

$$F_{a2} = F_{ap} - 1/3 F_{ae}$$

Terna di Cuscinetti, Disposizione DBB



Con carico radiale esterno (F_{re}), il precarico totale (F_{ap}) è il seguente:

$$F_{ap1} = \frac{F_{re} \times 1.2 \times \tan \alpha + F_{ao}}{4}$$

$$F_{ap2} = \frac{F_{re} \times 1.2 \times \tan \alpha + F_{ao}}{2}$$

se $F_{ap1} < F_{ao}/2$, utilizzare $F_{ap1} = F_{ao}/2$

e $F_{ap2} < F_{ao}$, utilizzare $F_{ap2} = F_{ao}$

La componente assiale totale del carico (F_{a1} e F_{a2}) agente su ogni cuscinetto soggetto a carico assiale è la seguente:

$$F_{a1} = 0.4F_{ae} + F_{ap1}$$

$$F_{a2} = F_{ap2} - 0.2F_{ae}$$

Se $F_{a2} < 0$ il precarico viene annullato e quindi

$$F_{a1} = \frac{F_{ae}}{2} \text{ e } F_{a2} = 0$$

La componente radiale totale del carico (F_r) agente su ogni cuscinetto è la seguente:

$$F_{r1} = \frac{F_{a1}^{2/3}}{2F_{a1}^{2/3} + F_{a2}^{2/3}} \times F_{re}$$

$$F_{r2} = \frac{F_{a2}^{2/3}}{2F_{a1}^{2/3} + F_{a2}^{2/3}} \times F_{re}$$

Il carico radiale dinamico equivalente (P_{r1}) e (P_{r2}) per ogni cuscinetto è il seguente:

$$P_{r1} = XF_{r1} + YF_{a1}$$

$$P_{r2} = XF_{r2} + YF_{a2}$$

I valori X ed Y sono ricavati dalla tabella 1.1 (pagina 139).

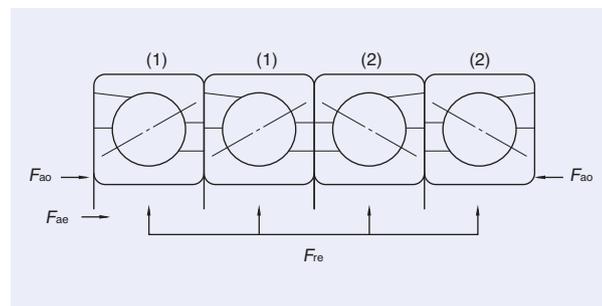
La durata nominale a fatica (L_{10}) di ogni cuscinetto e del gruppo di cuscinetti è la seguente:

$$L_{10(1)} = \frac{16\,667}{n} \left(\frac{C_r}{P_{r1}} \right)^3 \quad (\text{ore})$$

$$L_{10(2)} = \frac{16\,667}{n} \left(\frac{C_r}{P_{r2}} \right)^3 \quad (\text{ore})$$

$$L_{10 \text{ gruppo}} = \frac{1}{\left(\frac{2}{L_{10(1)}^{1.1}} + \frac{2}{L_{10(2)}^{1.1}} \right)^{1.1}} \quad (\text{ore})$$

Quaterna di Cuscinetti, Disposizione DBB



Con carico radiale esterno (F_{re}), il precarico totale (F_{ap}) è il seguente:

$$F_{ap} = \frac{F_{re} \times 1.2 \times \tan \alpha + F_{ao}}{4}$$

Quando $F_{ap} < F_{ao}/2$, utilizzare $F_{ap} = F_{ao}/2$

La componente assiale totale del carico (F_{a1} e F_{a2}) agente su ogni cuscinetto soggetto a carico assiale è la seguente:

$$F_{a1} = 1/3F_{ae} + F_{ap}$$

$$F_{a2} = F_{ap} - 1/6F_{ae}$$

Quando $F_{a2} < 0$, il precarico viene annullato e quindi

$$F_{a1} = \frac{F_{ae}}{2} \text{ e } F_{a2} = 0$$

La componente radiale totale del carico (F_r) agente su ogni cuscinetto è la seguente:

$$F_{r1} = \frac{F_{a1}^{2/3}}{F_{a1}^{2/3} + F_{a2}^{2/3}} \times \frac{F_{re}}{2}$$

$$F_{r2} = \frac{F_{a2}^{2/3}}{F_{a1}^{2/3} + F_{a2}^{2/3}} \times \frac{F_{re}}{2}$$

Il carico radiale dinamico equivalente (P_{r1}) and (P_{r2}) per ogni cuscinetto è il seguente:

$$P_{r1} = XF_{r1} + YF_{a1}$$

$$P_{r2} = XF_{r2} + YF_{a2}$$

I valori X ed Y sono ricavati dalla tabella 1.1 (pagina 139).

La durata a fatica nominale (L_{10}) di ogni cuscinetto e del gruppo di cuscinetti è la seguente:

$$L_{10(1)} = \frac{16\,667}{n} \left(\frac{C_r}{P_{r1}} \right)^3 \quad (\text{ore})$$

$$L_{10(2)} = \frac{16\,667}{n} \left(\frac{C_r}{P_{r2}} \right)^3 \quad (\text{ore})$$

$$L_{10 \text{ gruppo}} = \frac{1}{\left(\frac{2}{L_{10(1)}^{1.1}} + \frac{2}{L_{10(2)}^{1.1}} \right)^{1.1}} \quad (\text{ore})$$

1. DURATA

Nuova Teoria della Durata

Introduzione

La tecnologia di produzione dei cuscinetti ha compiuto passi da gigante recentemente, soprattutto per quanto riguarda la precisione dimensionale e la purezza dei materiali. Di conseguenza i cuscinetti possono ora avere una durata a fatica decisamente superiore, in ambienti più puliti, rispetto alla durata ottenuta con la formula tradizionale ISO per il calcolo della durata. Questa maggiore durata dipende anche dai notevoli progressi riscontrati nella tecnologia di utilizzo dei cuscinetti, quali la migliore pulizia e filtraggio del lubrificante.

La formula tradizionale per il calcolo della durata, basata sulle teorie di G. Lundberg e A. Palmgren (in seguito detta teoria L-P), considera unicamente la sfaldatura originata sotto la superficie. Si tratta di un fenomeno in cui cricche e sfaldature si generano, inizialmente per tensioni dinamiche di taglio, immediatamente sotto la superficie di rotolamento e poi progressivamente raggiungono la superficie sotto forma di sfogliature.

$$1n \frac{1}{S} \propto \frac{\tau_0^c \cdot N^e \cdot V}{Z_0^n}$$

La nuova formula NSK prevede che la durata a fatica rappresenti la somma degli effetti combinati della sfaldatura, che ha origine sotto la superficie, e della sfogliatura, che si origina simultaneamente sulla superficie di rotolamento.

Nuova Formula NSK per il Calcolo della Durata

(1) Sfaldatura sub-superficiale

Una condizione necessaria affinché si verifichi la sfaldatura sub-superficiale dei cuscinetti volventi è rappresentata dal contatto dei corpi volventi con la pista di rotolamento attraverso uno strato di olio sufficiente e continuo, in condizioni di lubrificazione pulita.

Nella figura 1.1 è rappresentata la durata L_{10} per ogni condizione di prova con la massima pressione superficiale di contatto (P_{max}) ed il numero di sollecitazioni ripetute applicate, rispettivamente sulle ordinate e sulle ascisse.

In questa figura, la linea L_{10} rappresenta la durata teorica ottenuta utilizzando la formula convenzionale di calcolo della durata. Alla diminuzione della massima pressione superficiale di contatto, la linea di durata effettiva diverge dalla linea creata utilizzando il calcolo convenzionale e si sposta verso una maggiore durata. Questa separazione suggerisce la presenza di un carico limite a fatica P_u al di sotto del quale non si verifica alcuna fatica.

Quanto esposto in parole è meglio illustrato nella figura 1.2.

Figura 1.1 - Risultati delle Prove di Durata in Condizioni di Lubrificazione Pulita

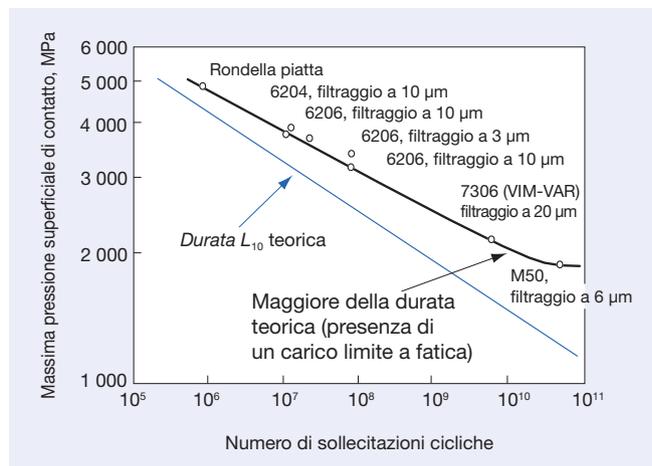
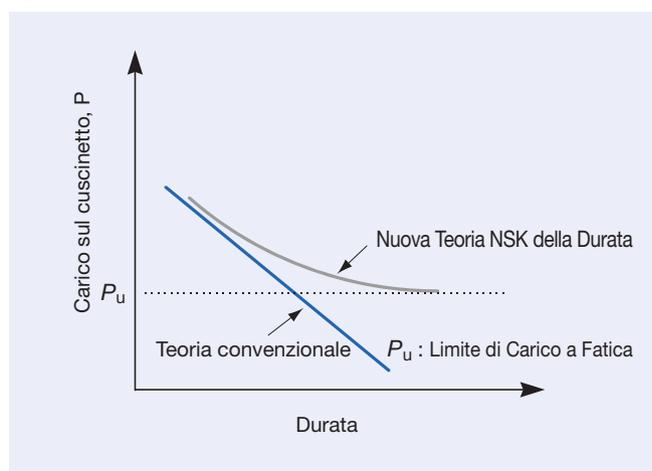


Figura 1.2 - Nuova Teoria NSK della Durata, che considera il Limite di Fatica



(2) Sfogliatura superficiale

Nelle effettive condizioni di utilizzo dei cuscinetti, il lubrificante molto spesso è contaminato da particelle estranee, quali piccole scaglie di metallo, bave, sabbia di fusione ed altro.

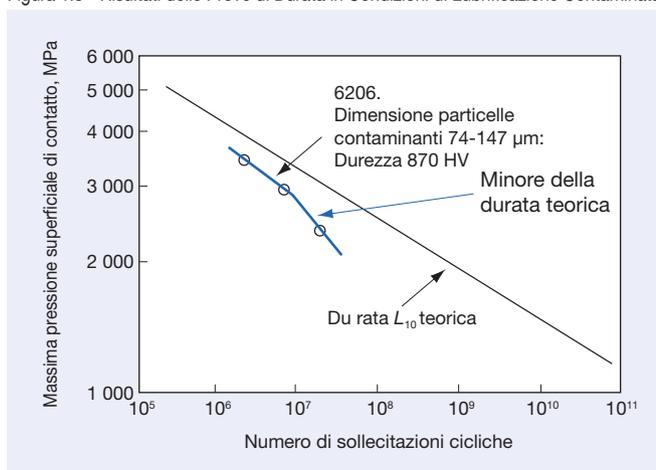
Quando le particelle contaminanti si mescolano al lubrificante, sono pressate sulle piste di rotolamento dai corpi volventi, tanto che alla fine si producono incisioni sulle superfici delle piste e dei corpi volventi stessi. La concentrazione della sollecitazione si verifica sul bordo delle incisioni, tanto che compaiono cricche e con il tempo si propagano fino alla sfogliatura delle piste e dei corpi volventi.

Come illustrato nella figura 1.3, in condizioni di lubrificazione contaminata la durata effettiva risulta inferiore rispetto alla durata calcolata seguendo il metodo tradizionale, anche ad una inferiore pressione superficiale massima. La linea della durata effettiva diverge dalla linea tracciata in base ai calcoli tradizionali della durata e si sposta verso una durata inferiore. Questo risultato mostra che la durata effettiva in condizioni di lubrificazione contaminata potrebbe essere ulteriormente ridotta rispetto alla durata teorica, a causa della riduzione della pressione massima di contatto sulla superficie.

Tabella 1.3 - Valori del Fattore di Contaminazione a_c

	Molto pulita	Pulita	Normale	Contaminata	Molto contaminata
Fattore a_c	1	0,8	0,5	0,4-0,1	0,05
Applicabilità	Filtraggio 10µm	Filtraggio da 10 a 30 µm	Filtraggio da 30 a 100 µm	Filtraggio superiore a 100 µm o assenza di filtraggio (lubrificazione a bagno d'olio, circolazione forzata, ecc.)	Nessun filtraggio, presenza di numerose particelle sottili
Esempi applicativi	Cuscinetti schermati lubrificati a grasso per applicazioni elettriche ed apparecchiature dell'industria informatica, ecc.	Cuscinetti schermati lubrificati a grasso per motori elettrici, per boccole ferroviarie e macchine utensili, ecc.	Utilizzo normale. Cuscinetti mozzo ruota, ecc.	Cuscinetti per trasmissioni automobilistiche. Cuscinetti per riduttori industriali e per macchine edili, ecc.	—

Figura 1.3 - Risultati delle Prove di Durata in Condizioni di Lubrificazione Contaminata



Il nuovo metodo di calcolo NSK considera la tendenza dei risultati delle prove di durata in condizione di lubrificante pulito ed a basso carico. In base a questi risultati, la nuova equazione della durata è una funzione di $(P-P_0)/C$, che è influenzato dalle specifiche condizioni di lubrificazione identificate dai parametri della lubrificazione stessa. Si ipotizza inoltre che gli effetti dei diversi tipi e forme di particelle contaminanti siano pesantemente influenzati dai carichi agenti sul cuscinetto e dalle condizioni di lubrificazione, e che tale rapporto possa essere espresso in funzione del carico. Questa relazione per il nuovo calcolo della durata è definita pertanto dalla formula $(P-P_0)/C \cdot 1/a_c$.

La formula per il calcolo della sfogliatura superficiale, in base al concetto espresso in precedenza, è la seguente:

$$1_n \frac{1}{S} \propto N^e \int_V \frac{(\tau - \tau_w)^c}{Z_0^h} dV \times \left\{ \frac{1}{f(a_c, a_L)} - 1 \right\}$$

dove V = ammontare della sollecitazione

Il fattore di contaminazione a_c è riportato nella tabella 1.3, al variare della pulizia del lubrificante. I risultati delle numerose prove di durata su cuscinetti a sfere e su cuscinetti a rulli mostrano che la durata con lubrificazione a grasso od olio pulito è ben superiore rispetto alla durata calcolata in condizioni di lubrificazione contaminata. Inoltre, quando la particella contaminante risulta più dura di 350 HV, tale durezza diventa un fattore determinante e sulla pista di rotolamento compaiono incisioni localizzate. Il danneggiamento che ne consegue può progredire in breve periodo fino allo sfaldamento. I risultati delle prove a fatica eseguite su numerosi cuscinetti a sfere ed a rulli, in condizioni di lubrificazione contaminata, mostrano una durata decisamente inferiore, da 1/3 a 1/10 della durata calcolata con le formule tradizionali.

In base a questi risultati sperimentali, il fattore di contaminazione a_c per la nuova teoria di calcolo NSK della durata viene classificato in cinque livelli.

(3) Nuova formula di calcolo della durata

Per quanto riguarda la nuova formula di calcolo della durata, viene proposta la seguente formula che combina lo sfaldamento sub-superficiale con la sfogliatura in superficie.

$$1_n \frac{1}{S} \propto N^e \int_V \frac{(\tau - \tau_w)^c}{Z_0^h} dV \times \left\{ \frac{1}{f(a_c, a_L)} \right\}$$

$$L_{able} = a_1 \cdot a_{NSK} \cdot L_{10}$$

1. DURATA

Fattore di Correzione della Durata a_{NSK}

Il fattore di correzione della durata a_{NSK} è funzione del parametro di lubrificazione $(P-P_u)/C \cdot 1/a_c$ come illustrato in seguito:

$$a_{NSK} \propto F \left\{ a_L, \left(\frac{P-P_u}{C \cdot a_c} \right) \right\}$$

La nuova teoria NSK sulla durata a fatica considera la durata come un'estensione dell'effetto delle miglie a livello di materiale e di trattamento termico, correggendo il fattore di contaminazione a_c . Questa teoria utilizza anche il rapporto di viscosità k ($k = v/v_1$ dove v rappresenta la viscosità operativa e v_1 la viscosità richiesta), poiché il parametro di lubrificazione a_L cambia in funzione dello strato di olio, a seconda del lubrificante e della temperatura di esercizio. La teoria indica che migliori sono le condizioni di lubrificazione (k più elevato), maggiore sarà la durata.

Le figure 1.4 e 1.5 mostrano i diagrammi del fattore di correzione a_{NSK} in funzione della nuova formula di calcolo della durata. In questa nuova formula, inoltre, si considerano separatamente il contatto puntiforme o il contatto lungo una linea, rispettivamente per i cuscinetti a sfere e per i cuscinetti a rulli.

Nuova Formula di Calcolo della Durata L_{able}

Il concetto alla base della nuova formula di calcolo della durata è ulteriormente semplificato in un fattore, come illustrato chiaramente nella formula seguente, in cui la tradizionale formula di calcolo della durata (L_{10}) è moltiplicata per un fattore di correzione (a_{NSK}) e per un fattore di affidabilità (a_1 , secondo la tabella 1.4).

$$L_{able} = a_1 \cdot a_{NSK} \cdot L_{10}$$

Tabella 1.4 - Fattore di Affidabilità

Affidabilità (%)	90	95	96	97	98	99
Fattore di affidabilità	1	0,62	0,53	0,44	0,33	0,21

Figura 1.4 - Nuovo Diagramma per il Calcolo della Durata dei Cuscinetti a Sfere

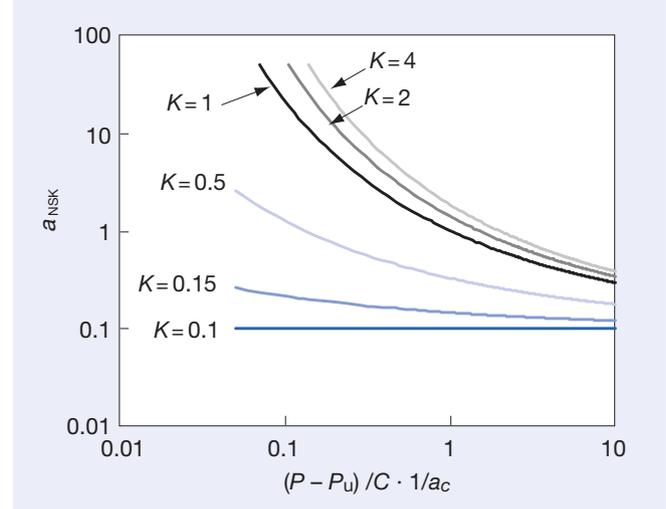
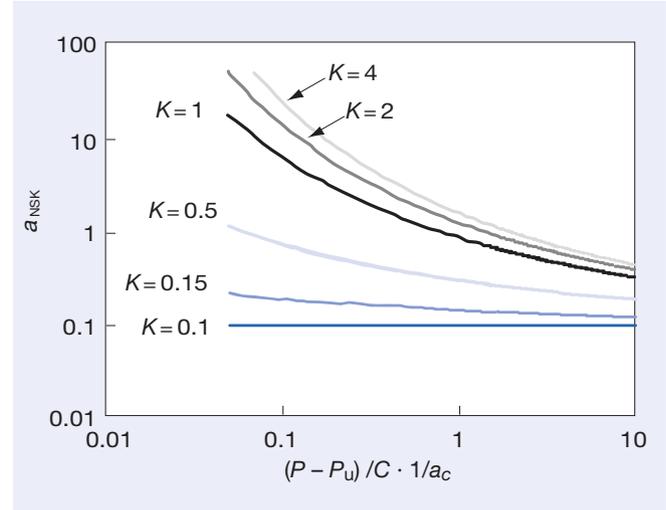


Figura 1.5 - Nuovo Diagramma per il Calcolo della Durata dei Cuscinetti a Rulli



Per Accedere agli Strumenti di Calcolo NSK

Visitate il sito web al seguente indirizzo: www.nsk.com

Durata dei Cuscinetti per Alta Velocità

Quando i cuscinetti funzionano ad alta velocità, oltre al carico esterno è da considerare anche il carico interno generato dalla forza centrifuga che agisce sui corpi volventi.

Si dovrebbe utilizzare un computer per calcolare le condizioni di carico sui cuscinetti che funzionano ad alta velocità (oltre 800.000 $d_m n$).

È possibile ottenere un equilibrio tra le forze che agiscono sui corpi volventi e sugli anelli interno/esterno, così come il cambiamento dell'angolo di contatto, utilizzando metodi di calcolo di convergenza (¹⁾), in base alle condizioni di carico sul cuscinetto (carico radiale, carico assiale, forza centrifuga sui corpi volventi, ecc.).

La durata viene inizialmente calcolata su ogni singolo corpo volvente sotto carico tra l'anello interno e l'anello esterno, e successivamente si ottiene la durata di ogni singola corona di sfere o rulli.

(¹) Il metodo di calcolo di convergenza permette a NSK di calcolare con buona precisione la forza centrifuga sulle sfere e di effettuare con efficacia i calcoli del carico su ogni corpo volvente.

Per i calcoli della durata sui cuscinetti utilizzati per applicazioni ad alta velocità, contattare NSK.

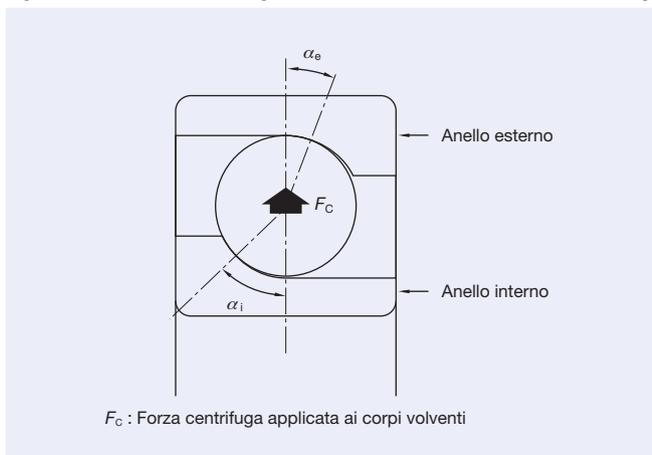
Durata dei Cuscinetti Ibridi in Ceramica

I valori C_r , C_{or} e di durata L_{10} non esistono nella norma ISO281 per i cuscinetti con corpi volventi in ceramica.

Tuttavia, la durata dei cuscinetti con corpi volventi in ceramica tende ad essere maggiore della durata dei cuscinetti in acciaio, a parità di condizioni di esercizio.

Questo vale soprattutto per applicazioni in cui la forza centrifuga agente sui cuscinetti risulta essere particolarmente significativa.

Figura 1.6 - Variazione dell'Angolo di Contatto a Causa della Forza Centrifuga



2. CAPACITÀ DI CARICO STATICO E CARICO STATICO EQUIVALENTE

Capacità di Carico Statico

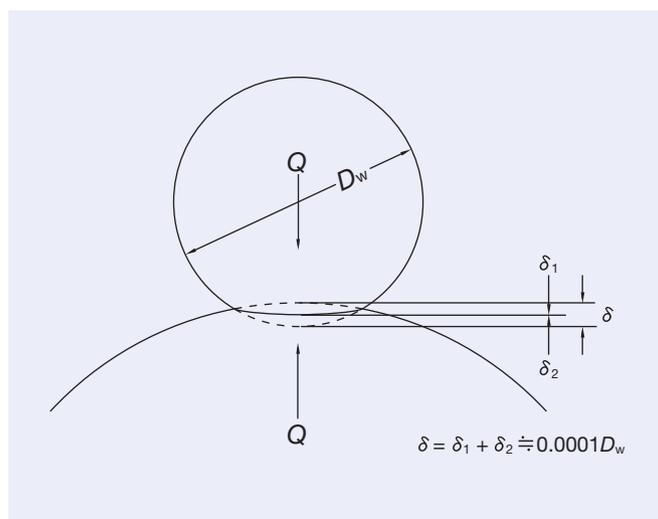
Se sottoposti ad un carico eccessivo che superi il limite elastico o ad un carico d'urto eccessivo, i cuscinetti volventi possono subire una deformazione permanente locale dei corpi volventi e della superficie della pista di rotolamento. La deformazione non elastica aumenta per area e per profondità all'aumentare del carico e, quando il carico supera un dato limite, il cuscinetto non è più in grado di ruotare in modo regolare.

Il valore nominale della capacità di carico statico è definito come quel carico statico che produce le seguenti sollecitazioni da contatto calcolate al centro dell'area di contatto tra il corpo volvente sottoposto alla massima sollecitazione di carico e la pista di rotolamento.

per cuscinetti a sfere: 4200MPa
per cuscinetti a rulli: 4000MPa

Nel punto sottoposto al maggior carico di contatto, la somma delle deformazioni permanenti del corpo volvente e della pista di rotolamento risulta pari a circa 0,0001 volte il diametro del corpo volvente. Il valore nominale della capacità di carico statico C_0 corrisponde a C_{or} per i cuscinetti radiali ed a C_{oa} per i cuscinetti assiali. Tali valori sono indicati nelle tabelle dei cuscinetti.

Fig. 2.1 - Rapporto tra le Deformazioni ed il Valore Nominale della Capacità di Carico Statico



Carico Statico Equivalente

Si definisce carico statico equivalente quel carico ipotetico che produce una sollecitazione da contatto corrispondente alla sollecitazione massima prima menzionata nelle condizioni reali di funzionamento. Se non vi sono anche carichi assiali applicati, nel caso di cuscinetti radiali il carico statico radiale che passa attraverso il centro del cuscinetto può essere considerato come il carico statico equivalente. Analogamente, il carico statico assiale nella direzione che coincide con l'asse del cuscinetto può essere considerato come il carico statico equivalente per i cuscinetti assiali.

Carico Statico Equivalente nei Cuscinetti Radiali

Nel caso invece vi fossero applicati sul cuscinetto sia carichi radiali che assiali, il più alto dei due valori ottenuti dalle seguenti equazioni dovrà essere adottato come carico statico equivalente sui cuscinetti radiali.

$$P_0 = X_0 F_r + Y_0 F_a$$

$$P_0 = F_r$$

Carico Statico Equivalente nei Cuscinetti Assiali

$$P_0 = X_0 F_r + F_a \quad \alpha \neq 90^\circ$$

Tabella 2.1 - Carico Statico Equivalente $P_0 = X_0 F_r + Y_0 F_a$

Angolo di contatto	Singolo DT		DB o DF		dove
	X_0	Y_0	X_0	Y_0	
15	0,5	0,46	1	0,92	P_0 : Carico statico equivalente (N) F_r : Carico radiale (N) F_a : Carico assiale (N) X_0 : Fattore di carico radiale statico Y_0 : Fattore di carico assiale statico
18	0,5	0,42	1	0,84	
25	0,5	0,38	1	0,76	
30	0,5	0,33	1	0,66	
40	0,5	0,26	1	0,52	
40	0,5	0,26	1	0,52	

Nel caso di cuscinetto singolo o con disposizione DT quando $F_r > 0,5F_r + Y_0 F_{a1}$ considerare $P_0 = F_r$

Fattore di Carico Statico Ammissibile

Il carico statico equivalente ammissibile varia a seconda della capacità di carico statico del cuscinetto ma anche a seconda del tipo di applicazione e delle condizioni di esercizio.

Il fattore di carico statico ammissibile è un fattore di sicurezza con cui si corregge la capacità di carico statico ed è definito dal rapporto indicato nella seguente equazione:

$$f_s = (C_0 / P_0)$$

dove

C_0 : Capacità di carico statico (N)
 P_0 : Carico statico equivalente (N)

Tabella 2.2 - Valori del Fattore di Carico Statico Ammissibile f_s

Condizioni di esercizio	Valore minimo di f_s	
	Cuscinetti a sfere	Cuscinetti a rulli
Applicazioni a bassa rumorosità	2,0	3,0
Cuscinetti soggetti a vibrazioni e carichi d'urto	1,5	2,0
Condizioni di esercizio normali	1,0	1,5

Carichi Assiali Ammissibili

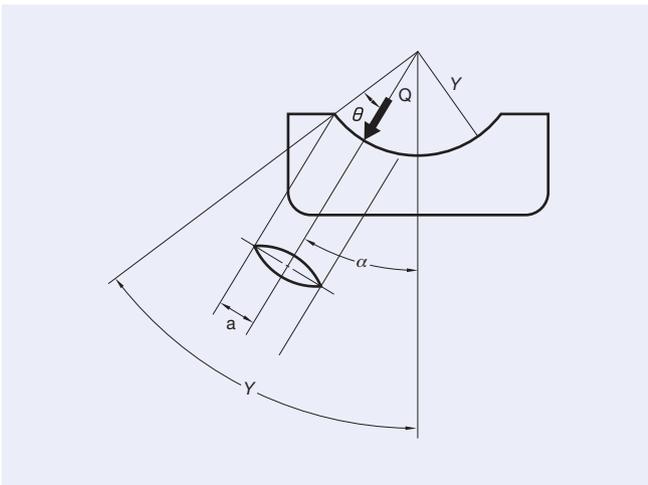
Per ottimizzare le prestazioni dei cuscinetti, NSK ha definito statisticamente i carichi assiali ammissibili per ogni tipologia di cuscinetto, basandosi sulle due seguenti condizioni:

- 1 - il carico in corrispondenza del quale l'ellisse di contatto, che si genera dal contatto tra la sfera e la pista di rotolamento, rimane all'interno della pista di rotolamento, nonostante il cambiamento dell'angolo di contatto dovuto all'azione del carico assiale applicato sul cuscinetto.
- 2 - il carico statico equivalente P_0 che è determinato partendo dal valore nominale della capacità di carico statico C_0 ed utilizzando il fattore di carico assiale statico Y_0 .

Il valore minore tra le due condizioni sopra descritte risulta essere il carico assiale ammissibile.

Questo valore è il risultato dell'esperienza acquisita da NSK ed include un fattore di sicurezza. Per quanto riguarda i carichi assiali ammissibili, fare riferimento alle tabelle relative ai cuscinetti.

Figura 2.2 - Ellisse di Contatto e Carico Assiale Ammissibile



3. DISPOSIZIONI DI CUSCINETTI A SFERE A CONTATTO OBLIQUO

Accoppiamenti Disponibili per Cuscinetti a Sfere a Contatto Obliquo

NSK produce i cuscinetti di super precisione a contatto obliquo pre-accoppiati in gruppi di 2, 3 o 4 cuscinetti. Le combinazioni utilizzate per l'estremità fissa dei mandrini sono solitamente composte da coppie (DB), terne (DBD) o quaterne (DBB). Tuttavia, nel caso di disposizioni in terna, poiché la distribuzione del precarico su ogni cuscinetto non è uniforme, il livello di precarico selezionabile è piuttosto limitato, tanto da non rendere questo accoppiamento adatto per applicazioni ad alta velocità.

I cuscinetti NSK disposti in gruppi generano, dopo il montaggio, un dato precarico. La variazione sulla misura effettiva sia dei diametri dei fori che dei diametri esterni per una coppia di cuscinetti viene mantenuta entro valori pari a meno di 1/3 del campo di tolleranza previsto su quella data dimensione.

Tabella 3.1 - Caratteristiche di ogni Disposizione

	DB	DF	DT	DBD	DBB
Direzione del carico	↔	↔	→	↔	↔
Momento ribaltante	◎	○	△	◎	◎
Velocità ammissibile	◎	◎	◎	△	○
Generazione di calore	◎	◎	◎	△	○
Rigidezza	○	○	△	◎	◎

◎Eccellente ◎Molto buono ○Buono △Modesto → In una sola direzione ↔ In entrambe le direzioni

Caratteristiche di ogni Disposizione

• Disposizione in Coppia Dorso a Dorso, DB

Possono essere sostenuti carichi assiali in entrambe le direzioni e carichi radiali. Poiché la distanza dei centri di carico effettivi è notevole, questa disposizione risulta adatta in caso di forti momenti ribaltanti. Tuttavia, se la precisione dell'alloggiamento non fosse sufficiente e nel caso di disallineamento nel mandrino, i carichi che si genererebbero all'interno dei cuscinetti potrebbero essere sufficienti a provocare un cedimento prematuro a causa dell'eccessiva rigidezza del sistema.

• Disposizione in Coppia Faccia a Faccia, DF

Rispetto alla disposizione DB, la distanza tra i centri di carico effettivi è ridotta, quindi la capacità di sostenere momenti ribaltanti è inferiore rispetto alla disposizione DB. Al contrario, questa disposizione è adatta per un utilizzo con alloggiamenti che presentano una precisione inferiore o nel caso in cui si possano manifestare maggiori flessioni dell'albero a causa della minore rigidezza dell'albero stesso.

• Disposizione in Coppia Tandem, DT

Possono essere sostenuti carichi assiali in una sola direzione e carichi radiali.

Poiché la rigidezza assiale di questa disposizione è doppia rispetto alla configurazione con un solo cuscinetto, essa viene utilizzata in caso di forti carichi assiali in una sola direzione.

• Disposizione in Terna, DBD

Possono essere sostenuti carichi assiali in entrambe le direzioni e carichi radiali.

Tuttavia, la distribuzione del precarico su ogni cuscinetto non è uniforme. Il valore del precarico sul cuscinetto contrapposto alla coppia in Tandem è doppio rispetto a quello degli altri due cuscinetti.

Di conseguenza, questa disposizione non è sempre adatta per impieghi ad alta velocità a causa del considerevole aumento del carico interno nel cuscinetto singolo, con conseguente rischio di cedimento prematuro.

• Disposizione in Quaterna, DBB

Possono essere sostenuti carichi assiali in entrambe le direzioni e carichi radiali.

In situazioni che presentino lo stesso gioco assiale della disposizione DB, il precarico e la rigidezza sono doppi rispetto a quanto ottenuto con la disposizione DB. Inoltre, il carico assiale ammissibile di una disposizione a 4 cuscinetti è molto superiore rispetto alla disposizione DB.

Fig. 3.1 - Distanza tra i Centri di Carico Effettivo nelle Disposizioni Dorso a Dorso e Faccia a Faccia

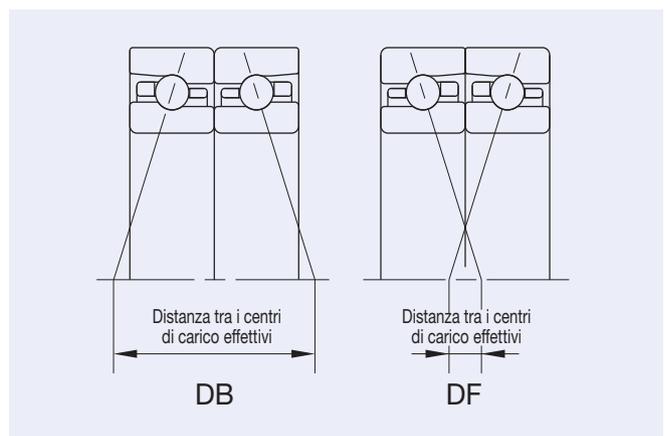


Fig. 3.2 - Direzione del Carico nelle Disposizioni Dorso a Dorso e Tandem

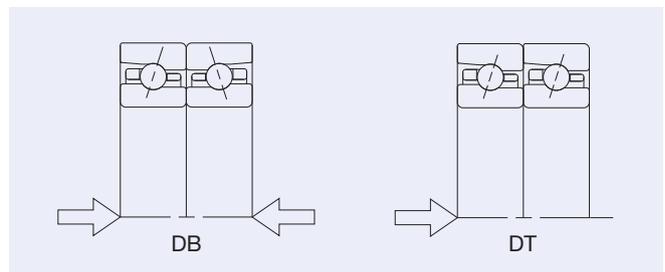
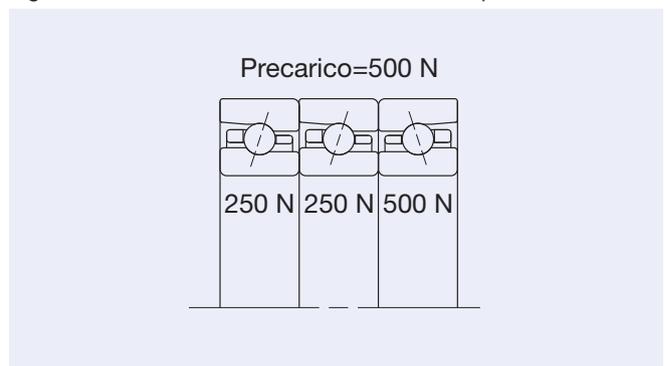


Fig. 3.3 - Precarico Interno Risultante nella Disposizione DBD



Confronto della Flessione dell'Albero tra le Disposizioni Dorso a Dorso e Faccia a Faccia

La rigidità di una disposizione Dorso a Dorso è diversa da quella di una disposizione Faccia a Faccia, come di seguito illustrato nell'esempio relativo al calcolo della flessione dell'albero. In questo esempio sono stati considerati, come supporti sul naso mandrino, cuscinetti a sfere a contatto obliquo tipo 75BNR10XET. Le flessioni dell'albero sono illustrate per le configurazioni DB e DF. Quando viene applicato un carico radiale pari a 1000 N sul naso del mandrino, i cedimenti radiali su tale punto possono essere calcolati come segue.

$$\sigma_{DB} = 2,4079 \times 10^{-2}$$

$$\sigma_{DF} = 2,9853 \times 10^{-2}$$

Questo dimostra gli importanti effetti sulla flessione del mandrino della disposizione DB rispetto a quella DF.

Istruzioni di Montaggio per i Cuscinetti a Sfere a Contatto Obliquo - Metodo di Disposizione

Direzione della Disposizione

Per cuscinetti disposti in gruppo, l'ordine di montaggio e la direzione di applicazione del carico risultano particolarmente importanti. Sulla superficie del diametro esterno dell'anello esterno dei cuscinetti è riportata una "V" d'allineamento in corrispondenza del punto di massima eccentricità, come illustrato nella figura sulla destra. Affinché i cuscinetti siano correttamente disposti ed allineati, le incisioni sui diametri esterni devono formare una "V" unica per tutti i cuscinetti del gruppo.

Il simbolo "O" presente sul fianco o sulla parte smussata dell'anello interno coincide con il punto di massima eccentricità. Per ottenere la massima precisione di rotazione, tale punto deve essere disposto a 180° rispetto al punto di massima eccentricità dell'albero.

Fig. 3.5 - Simbolo del Punto di Massima Eccentricità dell'Anello Interno

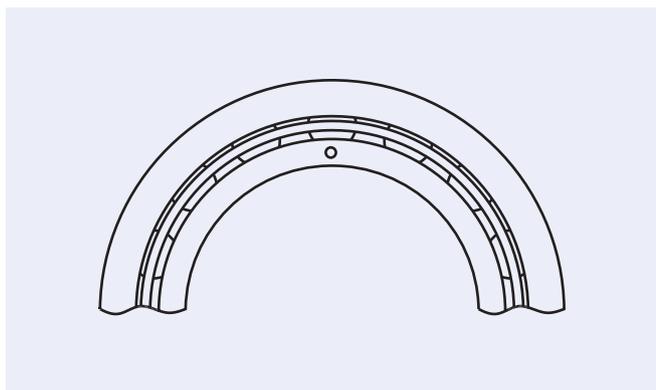
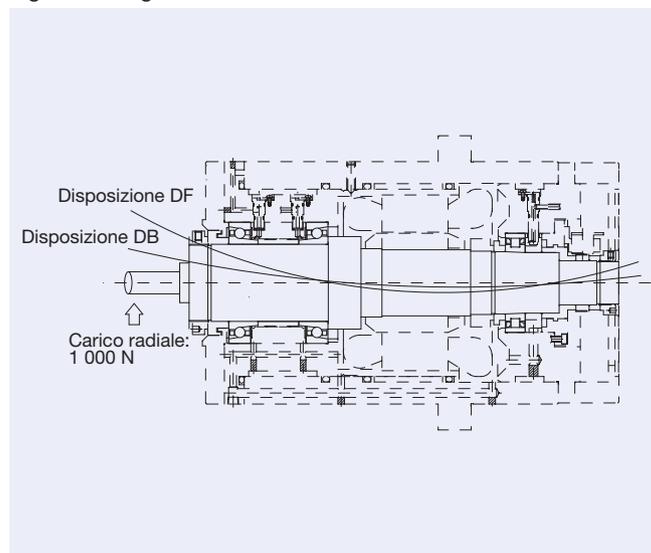
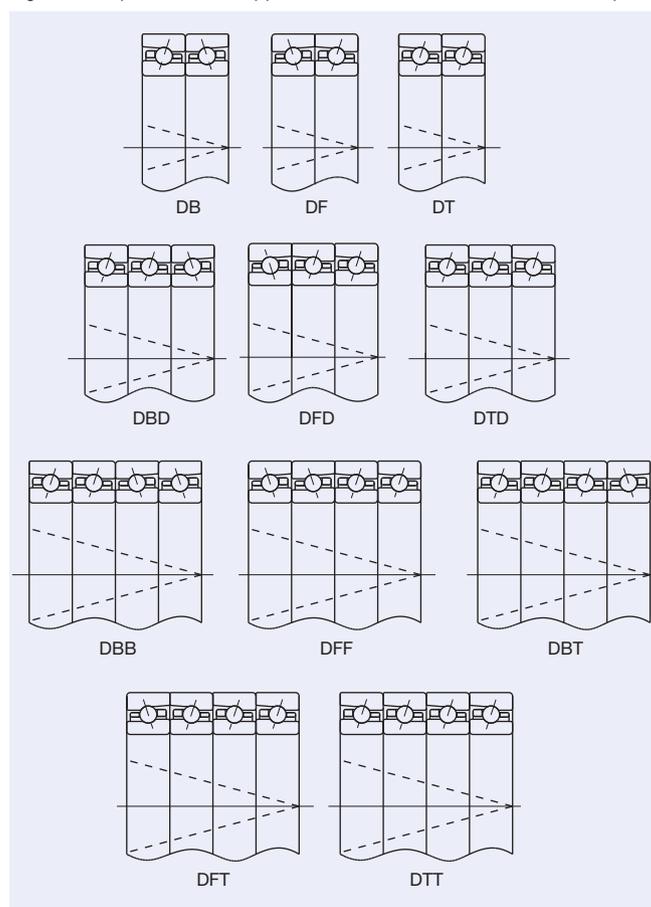


Fig. 3.4 - Diagramma del Cedimento del Mandrino



Disposizioni di Cuscinetti a Sfere a Contatto Obliquo

Fig. 3.6 - Disposizioni in Gruppo di Cuscinetti a Sfere a Contatto Obliquo

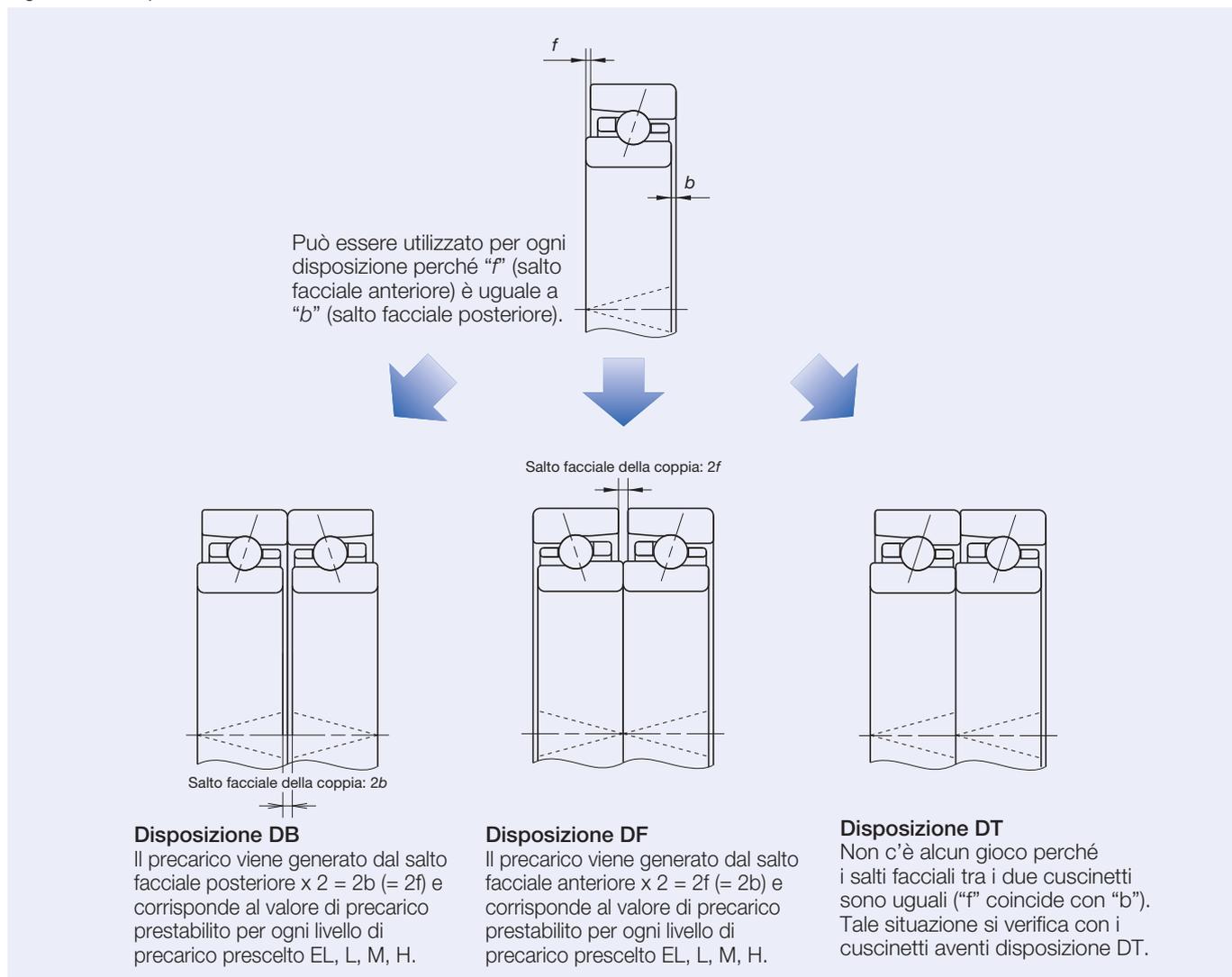


3. DISPOSIZIONI DI CUSCINETTI A SFERE A CONTATTO OBLIQUO

Disposizione Universale

NSK fornisce anche cuscinetti a sfere a contatto obliquo per disposizioni universali, che hanno lo stesso salto facciale su entrambe le facce. Ciò significa che qualsiasi possa essere la disposizione, una volta accoppiati tra di loro, il precarico prestabilito si divide equamente ed in modo automatico tra i cuscinetti componenti la coppia, la terna, la quaterna, etc. Ovviamente, tali cuscinetti devono avere lo stesso codice prodotto. Per i cuscinetti singoli universali è prevista una "V" d'allineamento sulla superficie del diametro esterno dell'anello esterno, che permette di identificare il verso di disposizione dei cuscinetti impedendo così possibili errori, oltre che indicare la direzione dell'angolo di contatto ed il punto di massima eccentricità dell'anello esterno.

Figura 3.7 - Disposizione Universale



Differenza tra Cuscinetti SU e DU

Esistono due tipi di cuscinetti a disposizione universale NSK, come illustrato nella seguente tabella.

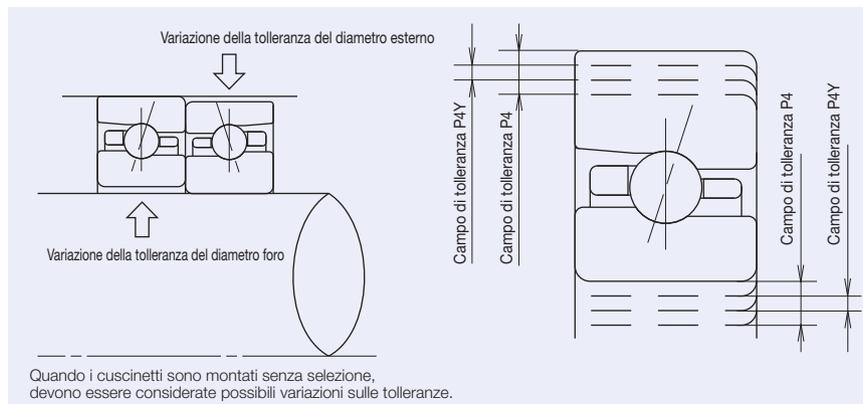
Tabella 3.2 - Caratteristiche dei Cuscinetti SU e DU

	SU	DU
Numero dei cuscinetti	1	2
Variatione della tolleranza del diametro foro e del diametro esterno	-	Compresa entro 1/3 del campo di tolleranza previsto per una certa dimensione

Indicazioni sull'Utilizzo dei Cuscinetti Singoli Universali (SU)

- Quando questi cuscinetti vengono montati in disposizioni multiple, è raccomandabile che le tolleranze del diametro foro e del diametro esterno siano entro 1/3 del campo di tolleranza previsto.
- Esistono anche cuscinetti con precisione speciale "classe 4Y", che offrono variazioni molto ridotte della tolleranza del diametro foro e del diametro esterno. La precisione "classe 4Y" presenta la stessa precisione di rotazione della classe 4, ma con un campo di tolleranza del diametro foro e del diametro esterno più ristretto rispetto alla classe 4, permettendo così di disporre i cuscinetti singoli universali senza la necessità di dover eseguire la selezione sopra raccomandata.
- La "classe 4Y" permette quindi di disporre facilmente i cuscinetti Singoli Universali. Tuttavia, quando questi cuscinetti sono utilizzati a velocità superiori a $1.500.000 d_m n$, è possibile che queste pur piccole variazioni della tolleranza del diametro foro e del diametro esterno possano generare un accoppiamento con albero e sede non perfettamente omogeneo. Tale fenomeno può successivamente dar luogo ad una distribuzione non equa del precarico tra i singoli cuscinetti. Pertanto, se i cuscinetti in classe "4Y" vengono utilizzati a velocità elevate tale aspetto deve essere tenuto in considerazione.

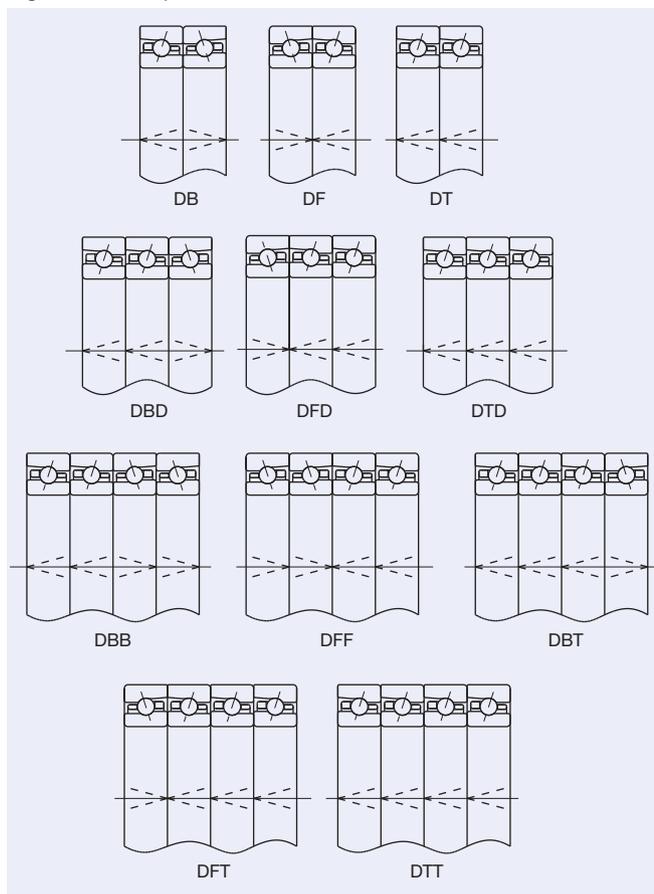
Figura 3.8 - Tolleranza delle Classi di Precisione P4 e P4Y



Disposizioni di Cuscinetti a Sfera a Contatto Obliquo

Metodo di Disposizione e "V" di Allineamento dei Cuscinetti Singoli Universali (SU)

Figura 3.9 - Disposizione di Cuscinetti Universali



Tolleranza Diametro Foro e Diametro Esterno (Classe 4Y)

Tabella 3.3 - Tolleranza del Diametro Foro dell'Anello Interno Unità: μm

Diametro foro		Classe 4		Classe 4Y (controllato entro un valore medio)	
Oltre	Fino a	Superiore	Inferiore	Superiore	Inferiore
30	50	0	-6	-1	-3
50	80	0	-7	-2	-5
80	120	0	-8	-3	-6
120	150	0	-10	-3	-7

*Tolerances for bearings under 30 mm bore are the same as values quoted between 30-50 mm bore.

Tabella 3.4 - Tolleranza del Diametro Est. dell'Anello Esterno Unità: μm

Diametro foro		Classe 4		Classe 4Y (controllato entro un valore medio)	
Oltre	Fino a	Superiore	Inferiore	Superiore	Inferiore
50	80	0	-7	-2	-6
80	120	0	-8	-2	-6
120	150	0	-9	-3	-7
150	180	0	-10	-3	-7
180	200	0	-11	-4	-9
200	214	0	-11	-2	-9

*La tolleranza dei cuscinetti con diametro esterno inferiore a 50 mm corrisponde ai valori indicati per i cuscinetti con diametro esterno compreso tra 50 e 80 mm.

4. PRECARICO E RIGIDEZZA

Per quanto riguarda la rigidità dei mandrini delle macchine utensili, è possibile pensare ai cuscinetti come a delle molle. Quando si applica un carico assiale sul mandrino, il cedimento assiale è determinato dalla rigidità assiale del gruppo di cuscinetti bloccati assialmente.

Quando è richiesta una elevata rigidità radiale, è buona norma utilizzare cuscinetti a rulli cilindrici. I carichi assiali, invece, sono sostenuti da cuscinetti a sfere a contatto obliquo. Maggiore è l'angolo di contatto dei cuscinetti a contatto obliquo, maggiore è la rigidità assiale. A parità di dimensioni esterne, i cuscinetti con un maggior numero di corpi volventi (serie dimensionale 0 o 9, oppure serie BNR10 o BNR19) presentano una maggiore rigidità, anche se il diametro dei loro corpi volventi è minore. Per aumentare la rigidità del mandrino della macchina utensile, solitamente i cuscinetti vengono utilizzati precaricati; ma se il precarico è eccessivamente elevato è possibile che si manifesti un prematuro sfaldamento delle piste di rotolamento e persino il grippaggio dei cuscinetti. Molti utilizzatori aumentano la rigidità adottando una combinazione di due o più cuscinetti a contatto obliquo. Questo vale soprattutto per i cuscinetti per supporto di viti a ricircolazione di sfere, dove è richiesta una elevata rigidità assiale e dove l'angolo di contatto ed il precarico sono maggiori rispetto ai cuscinetti per mandrini. In queste applicazioni i carichi assiali sono sostenuti solitamente da almeno due o tre cuscinetti.

Finalità

Gli scopi principali per cui si precaricano i cuscinetti di un mandrino per macchina utensile sono i seguenti:

- Migliorare e mantenere la precisione di rotazione dell'albero.
- Aumentare la rigidità del cuscinetto.
- Diminuire la rumorosità provocata dalle vibrazioni assiali e dalla risonanza.
- Evitare il fenomeno di falsa brinellatura.
- Prevenire lo slittamento dei corpi volventi sulle piste di rotolamento dovuto a momenti giroscopici.
- Mantenere i corpi volventi nella loro corretta posizione.

Solitamente viene applicato un precarico ai cuscinetti utilizzando due o più cuscinetti accoppiati tra loro, come nel caso dei cuscinetti a sfere a contatto obliquo o dei cuscinetti a rulli conici. I cuscinetti a rulli cilindrici possono invece essere precaricati radialmente rendendo negativo il loro gioco radiale interno.

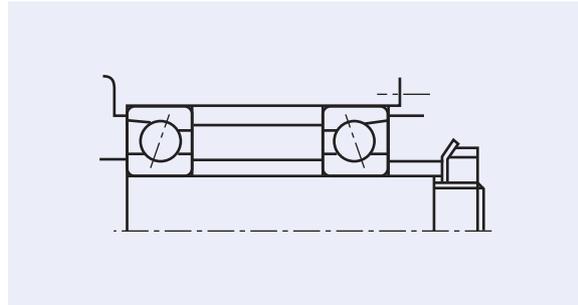
1. Precarico Rigido

Un precarico rigido si ottiene bloccando due cuscinetti assialmente opposti tra loro, in una posizione che rimane inalterata anche durante l'esercizio. In pratica, per ottenere un precarico rigido generalmente si adottano i tre seguenti metodi:

1. Installando una serie di cuscinetti accoppiabili con salto facciale e gioco assiale predefinito
2. Utilizzando distanziali o spessori aventi dimensioni tali da ottenere la spaziatura ed il precarico richiesti (vedere la figura 4.1)
3. Utilizzando ghiera di bloccaggio o rasamenti con viti per consentire la regolazione del precarico assiale. In questo caso, per verificare che il precarico sia corretto, deve essere misurata la coppia di spunto.

Le difficoltà legate a tale operazione, con conseguente elevato rischio di generare disallineamento verticale (tilting) tra i cuscinetti, non rendono consigliabile questo metodo in applicazioni per mandrini di macchine utensili di alta precisione.

Figura 4.1 - Precarico Rigido

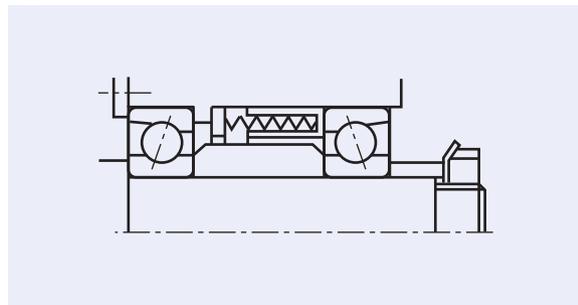


2. Precarico Costante

È possibile ottenere un precarico costante utilizzando un sistema di molle.

Anche se la posizione relativa dei cuscinetti dovesse cambiare al variare delle condizioni di funzionamento, il precarico rimarrà costante. In figura 4.2 è illustrato un esempio di disposizione di cuscinetti a sfere a contatto obliquo per applicazioni ad alta velocità.

Figura 4.2 - Precarico Costante



Variazione della Rigidezza attraverso il Precarico

Precarico Rigido e Rigidezza Assiale

Quando una coppia di cuscinetti universali A e B vengono bloccati assialmente come illustrato nella figura 4.3, gli anelli interni vengono spostati di δ_{aoA} e δ_{aoB} e portati a contatto tra loro azzerando lo spazio assiale δ_{ao} originariamente esistente tra le loro facce. Imponendo questa condizione, viene generato un precarico F_{ao} su ogni cuscinetto. La relazione tra il carico assiale F_a ed il cedimento di una coppia di cuscinetti è illustrata nella figura 4.4. Le figure 4.5 e 4.6 invece, illustrano lo stesso concetto ma per una disposizione in terna DBD.

Disposizione Dorso a Dorso (DB)

Figura 4.3 - Coppia DB Precaricata

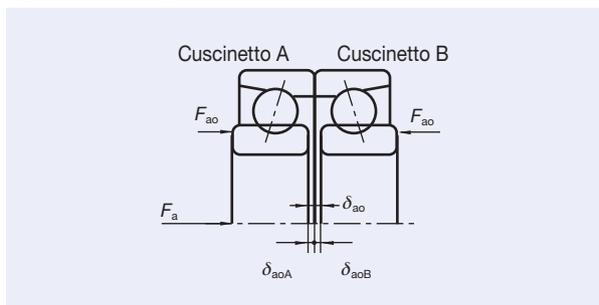
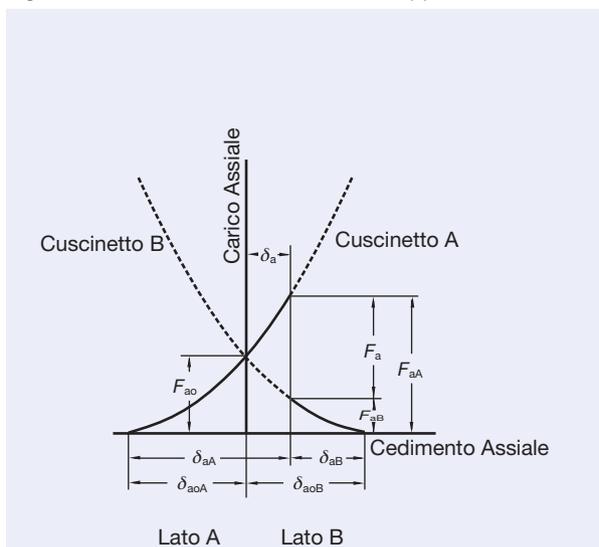


Figura 4.4 - Cedimento Assiale di una Coppia DB Precaricata



- F_a : Carico assiale applicato dall'esterno
- F_{aA} : Carico assiale applicato sul cuscinetto A
- F_{aB} : Carico assiale applicato sul cuscinetto B
- δ_a : Cedimento della coppia di cuscinetti
- δ_{aA} : Cedimento del cuscinetto A
- δ_{aB} : Cedimento del cuscinetto B

Disposizione in Terna DBD

Figura 4.5 - Terna DBD Precaricata

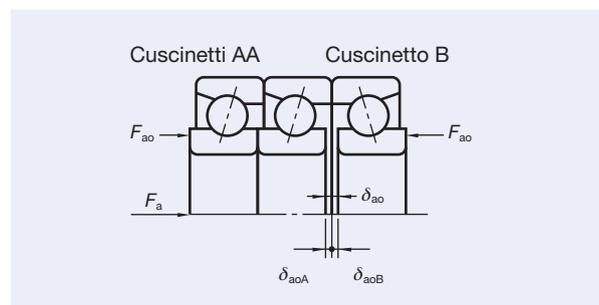
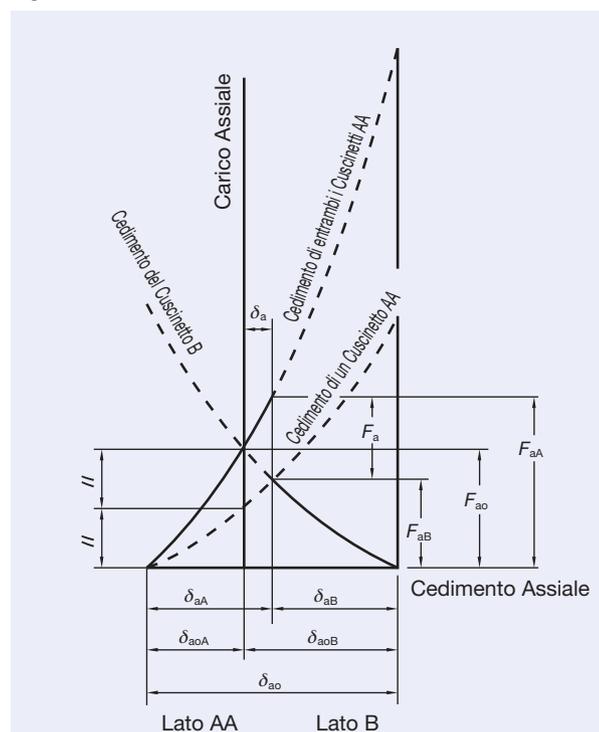


Figura 4.6 - Cedimento Assiale di una Terna DBD Precaricata



- F_a : Carico assiale applicato dall'esterno
- F_{aA} : Carico assiale applicato sui cuscinetti AA
- F_{aB} : Carico assiale applicato sul cuscinetto B
- δ_a : Cedimento della terna di cuscinetti
- δ_{aA} : Cedimento dei cuscinetti AA
- δ_{aB} : Cedimento del cuscinetto B

Precarico e Rigidezza

4. PRECARICO E RIGIDEZZA

Precarico Costante e Rigidezza Assiale

La figura 4.7 illustra una coppia di cuscinetti universali con precarico costante. La curva del cedimento della molla è quasi parallela all'asse orizzontale. Ciò deriva dal fatto che la rigidezza delle molle risulta inferiore alla rigidezza dei cuscinetti. Come conseguenza, la rigidezza con precarico costante corrisponde circa alla rigidezza di un singolo cuscinetto con un precarico F_{a0} applicato.

La figura 4.8 confronta la rigidezza di un cuscinetto con precarico rigido con quella di un cuscinetto con precarico costante.

Figura 4.7 - Cedimento Assiale con Precarico Costante

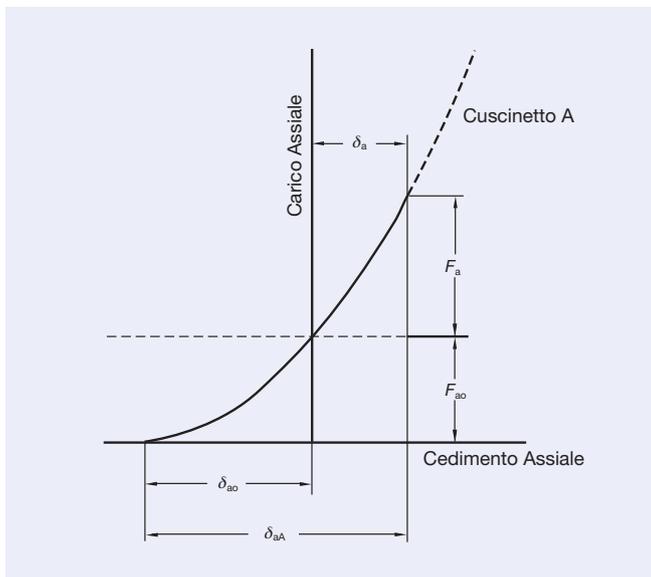
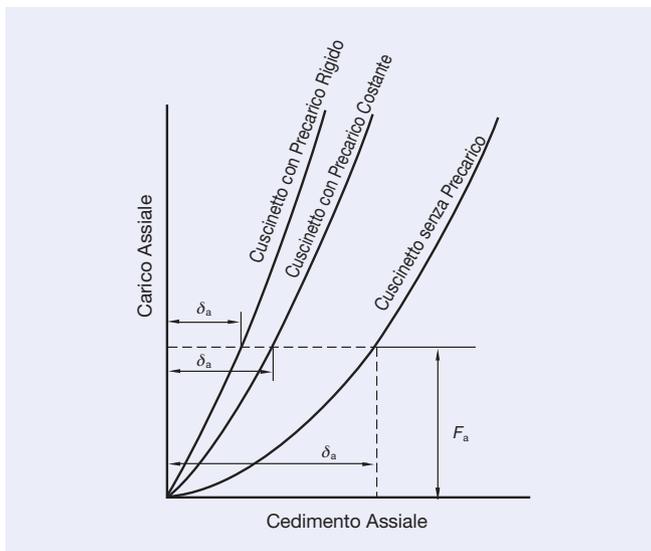


Figura 4.8 - Confronto tra Rigidezza e Precarico



Confronto tra i Metodi di Precarico

Il precarico rigido ed il precarico costante possono essere confrontati come segue:

1. A parità di precarico applicato, il precarico rigido offre una maggiore rigidezza del cuscinetto. In altre parole, nel caso di cuscinetti con precarico rigido il cedimento in presenza di carichi esterni è inferiore.
2. In caso di precarico rigido, il precarico varia a seconda di diversi fattori, quali la differenza di espansione termica assiale dovuta ad una differenza di temperatura tra l'albero e l'alloggiamento, una differenza di espansione termica radiale dovuta ad una differenza di temperatura tra l'anello interno ed esterno, un cedimento dovuto al carico esterno. Con il precarico costante è possibile ridurre al minimo queste variazioni di precarico, poiché la variazione del precarico generato dalla compressione o distensione delle molle in seguito all'espansione o contrazione dell'albero risulta del tutto trascurabile.

Si deduce quindi che, come regola generale, i precarichi rigidi sono preferibili per aumentare la rigidezza, mentre i precarichi costanti sono più adatti per le applicazioni ad alta velocità.

Valore del Precarico

Un precarico maggiore genera una maggiore rigidezza. Tuttavia, se il precarico risultasse eccessivo, verrebbe generato un calore anomalo che ridurrebbe la durata a fatica dei cuscinetti. Nei casi estremi potrebbe anche prodursi un'eccessiva usura e persino il grippaggio. Quindi, l'entità del precarico deve essere attentamente selezionata in funzione sia del tipo di applicazione che delle condizioni di esercizio.

Mandri ad Alta Velocità e Precarico

Quando i cuscinetti ruotano ad alta velocità, la pressione specifica sulla superficie di contatto tra le sfere e le piste di rotolamento degli anelli interno ed esterno aumenta, a causa della generazione di un carico assiale interno provocato dalla forza centrifuga sulle sfere e dalla differenza di temperatura tra gli anelli interno ed esterno. Nei cuscinetti aventi un angolo di contatto, come i cuscinetti a sfere a contatto obliquo, durante la rotazione si può generare un rotolamento con slittamento delle sfere dovuto al loro momento giroscopico. Lo slittamento aumenta all'aumentare della velocità del cuscinetto. Come conseguenza, il calore generato nelle aree di contatto aumenta e la viscosità del lubrificante diminuisce. In alcuni casi si può verificare la rottura del meato di lubrificante e successivamente un grippaggio del cuscinetto. In altre parole, se la pressione specifica sulla superficie di contatto nel caso di funzionamento a bassa velocità coincide con la pressione specifica nel caso di funzionamento ad alta velocità, allora la generazione di calore dovuta allo slittamento delle sfere alle alte velocità diventerà più elevata. Questo concetto può essere espresso quantitativamente come il valore Pv , dove "P" rappresenta la pressione specifica sulla superficie di contatto e "v" il rapporto di scorrimento.

Il valore P_v può essere applicato all'area di contatto di rotolamento del cuscinetto. Se il valore P_v è costante, lo slittamento nel caso di funzionamento ad alta velocità risulta superiore rispetto al funzionamento a bassa velocità. Quindi, se si aumenta la velocità, è necessario ridurre la pressione sulla superficie di contatto. NSK è in grado di calcolare con programmi avanzati la pressione specifica sulla superficie di contatto ed il rapporto di scorrimento generati durante il funzionamento alle alte velocità. Grazie alla notevole quantità di dati ottenuti da simulazioni e di risultati riscontrati sul campo, è possibile determinare il precarico più indicato in funzione dei fattori limitanti, quali il metodo di lubrificazione e la velocità di rotazione. Per funzionamenti che superano un fattore $d_{nr}n$ pari a 800.000, contattare direttamente NSK.

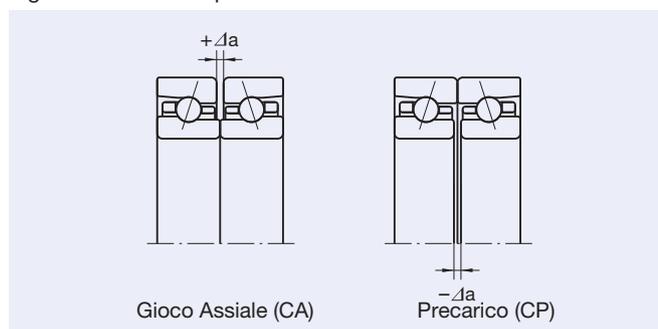
Gioco Assiale Speciale

NSK può offrire cuscinetti a sfere a contatto obliquo accoppiati con giochi o precarichi dedicati. Essi sono indicati con CA e CP, dove:

CA gioco assiale (cioè con gioco positivo in direzione assiale)

CP: precarico (cioè con gioco negativo in direzione assiale).

Figura 4.9 - Gioco Speciale



Modifica del Precarico

Per modificare il precarico (per esempio da "EL" ad "L"), bisogna variare il salto facciale originale dei cuscinetti attraverso l'inserimento di un distanziale o la modifica del distanziale esistente. Quando si vuole aumentare il precarico, di una coppia DB si deve ridurre lo spessore del distanziale interno. Viceversa, per ridurre il precarico si deve ridurre lo spessore del distanziale esterno. Per quanto riguarda la differenza tra i salti facciali per i diversi livelli di precarico, fare riferimento alle tabelle da pagina 156 a pagina 166. La tabella 4.1 definisce invece il carico assiale da applicare al cuscinetto per la misura del suo gioco assiale.

Tabella 4.1 - Carico da applicare per la Misura del Gioco Assiale

Diametro esterno (mm)		Carico di misura (N)
oltre	fino a	
10*	50	24,5
50	120	49,0
120	200	98,0
200	—	196,0

* Applicato al cuscinetto con diametro esterno inferiore a 10 mm.

Fig. 4.10 - Gioco Radiale nei Cuscinetti a Rulli Cilindrici a due Corone e Variazione della Durata a Fatica

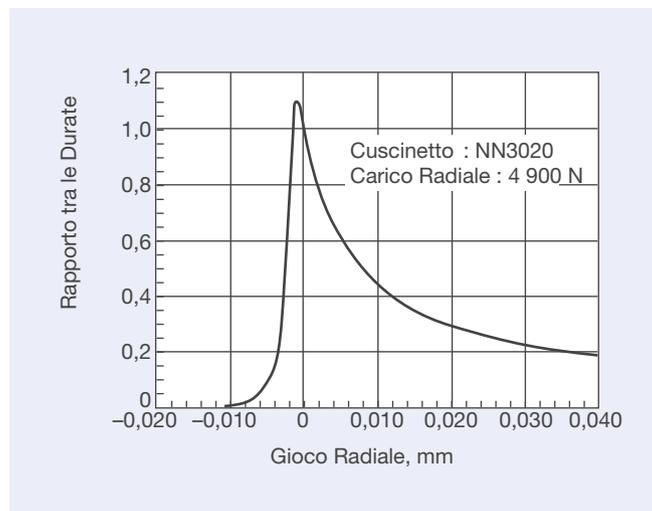
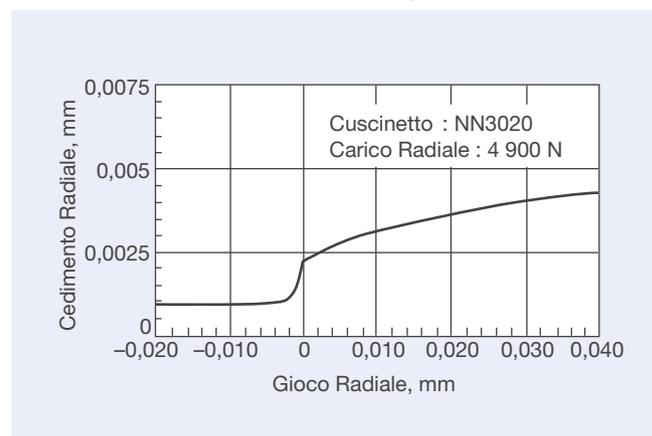


Fig. 4.11 - Gioco Radiale nei Cuscinetti a Rulli Cilindrici a due Corone e Variazione della Rigidezza



Gioco Radiale Interno nei Cuscinetti a Rulli Cilindrici

Affinché i mandrini delle macchine utensili abbiano una precisione ed una rigidezza di esercizio idonea, i cuscinetti vengono utilizzati con un gioco interno minimo o, in alcuni casi, con un precarico dopo il montaggio.

Per permettere una più semplice regolazione del gioco radiale interno, i cuscinetti a rulli cilindrici a due corone vengono impiegati generalmente nell'esecuzione con foro conico. Solitamente, i cuscinetti montati sul lato anteriore del mandrino (estremità bloccata assialmente) vengono registrati al montaggio in modo da avere poi un precarico in condizione d'esercizio. I cuscinetti montati sul lato posteriore del mandrino (estremità libera assialmente) vengono registrati al montaggio in modo da avere poi durante il funzionamento un leggero gioco residuo. Quindi, il valore del gioco dopo il montaggio dipende dalle condizioni di funzionamento previste per il mandrino, come la velocità, il carico, il tipo di lubrificazione, la dimensione del cuscinetto, la rigidezza e la durata richiesta, ecc.

La figura 4.10 illustra la relazione tra il gioco radiale interno e la durata di un cuscinetto.

La figura 4.11 illustra la relazione tra il gioco radiale interno ed il cedimento radiale di un cuscinetto NN3020 (diametro interno 100 mm, diametro esterno 150 mm, larghezza 37 mm).

4. PRECARICO E RIGIDEZZA

Precarico e Rigidezza (disposizioni DB e DF)

Cuscinetti a Sfere a Contatto Obliquo di Alta Precisione

(Serie Standard)

Calcolo della Rigidezza Radiale Tabella A
Moltiplicare il valore della rigidezza assiale per i fattori in tabella A

	EL	L	M	H
15°	6,5	6,0	5,0	4,5
18°	4,5			
25°	2,0			
30°	1,4			
40°	0,7			

Serie 79, Angolo C

Angolo di Contatto: 15° Sfere in Acciaio e Sfere in Ceramica*

Codice foro	Diametro foro (mm)	EL		L		M		H	
		Precarico (N)	Rigidezza assiale (N/μm)						
00	10	7	(5)	15	(2)	29	(-1)	59	(-6)
01	12	9	(4)	15	(2)	39	(-3)	78	(-8)
02	15	12	(3)	25	(0)	49	(-4)	100	(-11)
03	17	12	(3)	25	(0)	59	(-5)	120	(-12)
04	20	19	(1)	39	(-3)	78	(-8)	150	(-15)
05	25	19	(1)	39	(-2)	100	(-9)	200	(-17)
06	30	24	(0)	49	(-3)	100	(-9)	200	(-16)
07	35	34	(2)	69	(-2)	150	(-9)	290	(-18)
08	40	39	(1)	78	(-3)	200	(-12)	390	(-22)
09	45	50	(0)	100	(-5)	200	(-12)	390	(-21)
10	50	50	(0)	100	(-4)	250	(-14)	490	(-24)
11	55	60	(-1)	120	(-6)	290	(-15)	590	(-26)
12	60	60	(-1)	120	(-5)	290	(-14)	590	(-25)
13	65	75	(-2)	150	(-7)	340	(-16)	690	(-27)
14	70	100	(-4)	200	(-10)	490	(-22)	980	(-35)
15	75	100	(-4)	200	(-10)	490	(-21)	980	(-35)
16	80	100	(-4)	200	(-9)	490	(-21)	980	(-34)
17	85	145	(-6)	290	(-13)	640	(-25)	1 270	(-41)
18	90	145	(-3)	290	(-9)	740	(-23)	1 470	(-39)
19	95	145	(-3)	290	(-9)	780	(-24)	1 570	(-40)
20	100	195	(-5)	390	(-13)	880	(-27)	1 770	(-46)
21	105	195	(-5)	390	(-13)	880	(-27)	1 770	(-45)
22	110	195	(-5)	390	(-13)	930	(-27)	1 860	(-45)
24	120	270	(-8)	540	(-17)	1 270	(-35)	2 550	(-56)
26	130	320	(-10)	640	(-20)	1 470	(-38)	2 940	(-61)
28	140	320	(-10)	640	(-19)	1 470	(-37)	2 940	(-60)
30	150	395	(-7)	790	(-18)	1 790	(-38)	3 560	(-63)
32	160	425	(-8)	855	(-19)	1 930	(-39)	3 840	(-64)
34	170	485	(-9)	970	(-20)	2 180	(-40)	4 310	(-65)
36	180	595	(-12)	1 190	(-25)	2 650	(-48)	5 340	(-78)
38	190	605	(-12)	1 210	(-25)	2 790	(-49)	5 600	(-79)
40	200	785	(-16)	1 570	(-31)	3 570	(-58)	7 110	(-92)
44	220	845	(-17)	1 680	(-32)	3 770	(-59)	7 480	(-93)
48	240	910	(-17)	1 820	(-32)	4 120	(-59)	8 200	(-93)
52	260	1 180	(-24)	2 360	(-43)	5 290	(-77)	10 650	(-121)
56	280	1 320	(-25)	2 650	(-44)	6 020	(-78)	11 970	(-122)

Serie 79, Angolo A5

Angolo di Contatto: 25° Sfere in Acciaio e Sfere in Ceramica*

Codice foro	Diametro foro (mm)	EL		L		M		H	
		Precarico (N)	Rigidezza assiale (N/μm)						
00	10	10	(2)	20	(1)	49	(-3)	100	(-6)
01	12	16	(1)	29	(-1)	59	(-3)	120	(-7)
02	15	16	(1)	39	(-1)	78	(-4)	150	(-9)
03	17	19	(1)	39	(-1)	78	(-4)	150	(-8)
04	20	29	(0)	59	(-3)	120	(-6)	250	(-12)
05	25	34	(-1)	69	(-3)	150	(-7)	290	(-12)
06	30	39	(-1)	78	(-3)	150	(-6)	290	(-11)
07	35	50	(0)	100	(-3)	250	(-8)	490	(-15)
08	40	60	(-1)	120	(-3)	290	(-9)	590	(-16)
09	45	75	(-1)	150	(-4)	340	(-10)	690	(-17)
10	50	75	(-1)	150	(-4)	390	(-10)	780	(-18)
11	55	100	(-2)	200	(-5)	440	(-11)	880	(-18)
12	60	100	(-2)	200	(-5)	440	(-10)	880	(-18)
13	65	100	(-2)	200	(-5)	490	(-11)	980	(-18)
14	70	145	(-3)	290	(-7)	690	(-14)	1 370	(-24)
15	75	145	(-3)	290	(-7)	740	(-15)	1 470	(-24)
16	80	170	(-4)	340	(-8)	780	(-15)	1 570	(-25)
17	85	220	(-5)	440	(-9)	980	(-17)	1 960	(-29)
18	90	245	(-4)	490	(-8)	1 080	(-16)	2 160	(-27)
19	95	245	(-3)	490	(-8)	1 180	(-17)	2 350	(-28)
20	100	295	(-5)	590	(-10)	1 270	(-19)	2 550	(-31)
21	105	295	(-4)	590	(-9)	1 370	(-19)	2 750	(-32)
22	110	320	(-5)	640	(-10)	1 470	(-20)	2 940	(-33)
24	120	440	(-7)	880	(-13)	1 960	(-24)	3 920	(-39)
26	130	490	(-7)	980	(-14)	2 160	(-25)	4 310	(-41)
28	140	490	(-7)	980	(-13)	2 260	(-26)	4 510	(-42)
30	150	625	(-7)	1 250	(-14)	2 880	(-28)	5 860	(-47)
32	160	665	(-7)	1 330	(-14)	3 230	(-29)	6 290	(-47)
34	170	775	(-8)	1 550	(-15)	3 520	(-29)	7 110	(-48)
36	180	1 010	(-10)	2 020	(-19)	4 420	(-35)	8 830	(-57)
38	190	1 035	(-10)	2 070	(-19)	4 550	(-35)	9 110	(-57)
40	200	1 280	(-12)	2 560	(-22)	5 840	(-41)	11 620	(-66)
44	220	1 310	(-12)	2 620	(-22)	6 020	(-41)	11 990	(-66)
48	240	1 430	(-12)	2 670	(-22)	6 620	(-41)	13 220	(-66)
52	260	1 930	(-17)	3 870	(-30)	8 700	(-54)	17 380	(-86)
56	280	2 110	(-17)	4 220	(-30)	9 680	(-54)	19 260	(-85)

Calcolo del Precarico e della Rigidezza Assiale per Cuscinetti accoppiati
 Moltiplicare per i fattori indicati in tabella B. Per la rigidezza radiale, moltiplicare i valori ottenuti dalla tabella A per i fattori in tabella B.

Tabella B		DBD	DBB
Fattore di precarico		1,36	2
Rigidezza assiale		1,48	2
Rigidezza radiale		1,54	2

Precarico e Rigidezza

Serie 70, Angolo C
Angolo di Contatto: 15° Sfere in Acciaio e Sfere in Ceramica*

Codice foro	Diametro foro (mm)	EL		L		M		H	
		Precarico (N)	Rigidezza assiale (N/μm)						
00	10	12	(3) 12	25	(0) 17	49	(-5) 23	100	(-12) 32
01	12	12	(3) 14	25	(0) 18	59	(-6) 26	120	(-14) 37
02	15	14	(3) 16	29	(-1) 20	69	(-7) 29	150	(-16) 43
03	17	14	(2) 16	29	(-1) 21	69	(-7) 31	150	(-16) 45
04	20	24	(0) 21	49	(-4) 28	120	(-12) 42	250	(-22) 59
05	25	29	(-1) 24	59	(-5) 32	150	(-14) 48	290	(-24) 68
06	30	39	(1) 29	78	(-3) 39	200	(-13) 59	390	(-24) 83
07	35	60	(-1) 36	120	(-7) 49	250	(-16) 68	490	(-28) 94
08	40	60	(-1) 39	120	(-6) 51	290	(-17) 77	590	(-30) 110
09	45	75	(-3) 43	150	(-8) 58	340	(-19) 85	690	(-33) 121
10	50	75	(-2) 46	150	(-8) 63	390	(-20) 96	780	(-34) 136
11	55	100	(-4) 51	200	(-11) 69	490	(-24) 102	980	(-40) 145
12	60	100	(-4) 53	200	(-11) 70	540	(-26) 110	1 080	(-42) 158
13	65	125	(-6) 61	250	(-13) 82	540	(-24) 117	1 080	(-39) 164
14	70	145	(-7) 68	290	(-14) 88	740	(-30) 135	1 470	(-48) 190
15	75	145	(-7) 70	290	(-14) 92	780	(-31) 144	1 570	(-49) 202
16	80	195	(-6) 76	390	(-14) 103	930	(-31) 152	1 860	(-52) 216
17	85	195	(-6) 78	390	(-14) 106	980	(-32) 161	1 960	(-52) 225
18	90	245	(-8) 87	490	(-18) 117	1 180	(-37) 172	2 350	(-60) 242
19	95	270	(-9) 93	540	(-19) 124	1 180	(-36) 176	2 350	(-58) 246
20	100	270	(-9) 97	540	(-18) 127	1 270	(-37) 187	2 550	(-60) 264
21	105	320	(-11) 103	640	(-21) 134	1 470	(-42) 198	2 940	(-67) 277
22	110	370	(-13) 104	740	(-25) 137	1 770	(-49) 203	3 530	(-78) 286
24	120	415	(-14) 116	830	(-26) 153	1 960	(-50) 225	3 920	(-79) 317
26	130	490	(-16) 126	980	(-29) 167	2 260	(-54) 244	4 510	(-85) 344
28	140	500	(-11) 132	1 000	(-24) 174	2 210	(-47) 248	4 420	(-77) 349
30	150	575	(-13) 141	1 150	(-27) 187	2 560	(-52) 267	5 100	(-84) 374
32	160	625	(-14) 147	1 250	(-29) 197	2 930	(-57) 288	5 840	(-90) 403
34	170	780	(-18) 160	1 560	(-35) 213	3 560	(-66) 309	7 150	(-104) 435
36	180	930	(-21) 179	1 860	(-39) 238	4 160	(-71) 342	8 320	(-111) 479
38	190	1 030	(-23) 188	2 060	(-42) 251	4 640	(-76) 360	9 340	(-119) 507
40	200	1 150	(-25) 198	2 300	(-45) 264	5 170	(-81) 379	10 350	(-126) 533

Serie 70, Angolo A5
Angolo di Contatto: 25° Sfere in Acciaio e Sfere in Ceramica*

Codice foro	Diametro foro (mm)	EL		L		M		H	
		Precarico (N)	Rigidezza assiale (N/μm)						
00	10	19	(1) 29	39	(-2) 41	78	(-5) 51	150	(-10) 67
01	12	19	(1) 31	39	(-2) 45	100	(-6) 60	200	(-12) 81
02	15	19	(1) 33	39	(-1) 43	100	(-6) 65	200	(-11) 84
03	17	24	(0) 41	49	(-2) 52	120	(-7) 75	250	(-13) 99
04	20	39	(-1) 51	78	(-4) 68	200	(-10) 97	390	(-17) 128
05	25	50	(-2) 61	100	(-5) 79	200	(-9) 99	390	(-16) 133
06	30	60	(-1) 68	120	(-4) 89	290	(-10) 129	590	(-18) 171
07	35	75	(-1) 78	150	(-5) 107	390	(-12) 149	780	(-21) 198
08	40	100	(-2) 95	200	(-6) 127	440	(-12) 168	880	(-21) 223
09	45	100	(-2) 99	200	(-6) 132	490	(-13) 181	980	(-22) 238
10	50	120	(-3) 118	250	(-7) 154	590	(-14) 208	1 180	(-24) 278
11	55	170	(-4) 127	340	(-9) 170	780	(-18) 235	1 570	(-29) 307
12	60	170	(-4) 134	340	(-9) 179	780	(-17) 241	1 570	(-28) 317
13	65	195	(-5) 157	390	(-9) 196	880	(-18) 272	1 770	(-29) 356
14	70	245	(-6) 170	490	(-11) 218	1 080	(-20) 293	2 160	(-33) 390
15	75	245	(-6) 179	490	(-11) 229	1 180	(-21) 316	2 350	(-34) 418
16	80	320	(-6) 187	640	(-11) 245	1 470	(-23) 343	2 940	(-37) 448
17	85	320	(-5) 196	640	(-11) 257	1 470	(-22) 352	2 940	(-36) 462
18	90	390	(-7) 218	780	(-13) 275	1 770	(-25) 374	3 530	(-41) 494
19	95	415	(-7) 227	830	(-13) 287	1 860	(-25) 392	3 730	(-42) 525
20	100	415	(-7) 235	830	(-13) 299	1 960	(-26) 417	3 920	(-42) 548
21	105	490	(-8) 246	980	(-15) 317	2 260	(-28) 430	4 510	(-46) 571
22	110	590	(-10) 258	1 180	(-18) 330	2 650	(-33) 447	5 300	(-53) 588
24	120	635	(-10) 281	1 270	(-18) 361	2 940	(-33) 491	5 880	(-54) 654
26	130	785	(-12) 305	1 570	(-20) 396	3 430	(-36) 536	6 860	(-58) 710
28	140	785	(-9) 317	1 570	(-18) 413	3 660	(-35) 569	7 270	(-56) 750
30	150	930	(-11) 351	1 850	(-20) 446	4 070	(-37) 601	8 250	(-61) 800
32	160	1 080	(-12) 376	2 160	(-22) 482	4 700	(-40) 649	9 380	(-65) 858
34	170	1 270	(-14) 401	2 550	(-25) 514	5 900	(-47) 707	11 600	(-75) 929
36	180	1 550	(-16) 450	3 100	(-28) 577	6 820	(-50) 779	13 560	(-80) 1 028
38	190	1 660	(-17) 460	3 320	(-29) 599	7 560	(-53) 819	15 130	(-85) 1 084
40	200	1 850	(-18) 493	3 700	(-31) 631	8 360	(-56) 860	16 820	(-90) 1 141

* Nel caso di cuscinetti con sfere in ceramica, i valori del precarico e della rigidezza assiale si ottengono moltiplicando per 1,2 i valori corrispondenti per i cuscinetti con sfere in acciaio. Il valore riportato in parentesi () indica il gioco assiale misurato.

4. PRECARICO E RIGIDEZZA

Precarico e Rigidezza (disposizioni DB e DF)

Cuscinetti a Sfere a Contatto Obliquo di Alta Precisione

(Serie Standard)

Calcolo della Rigidezza Radiale
Moltiplicare il valore della rigidezza
assiale per i fattori in tabella A

Tabella A

	EL	L	M	H
15°	6,5	6,0	5,0	4,5
18°	4,5			
25°	2,0			
30°	1,4			
40°	0,7			

Serie 70, Angolo A

Angolo di Contatto: 30° Sfere in Acciaio

Codice foro	Diametro foro (mm)	EL		L		M		H					
		Precarico (N)	Rigidezza assiale (N/μm)										
00	10	25	(0)	44	100	(-5)	71	210	(-10)	94	330	(-15)	115
01	12	25	(0)	48	110	(-5)	78	220	(-10)	104	360	(-15)	127
02	15	25	(0)	50	110	(-5)	85	240	(-10)	113	390	(-15)	139
03	17	25	(0)	52	120	(-5)	91	250	(-10)	122	420	(-15)	151
04	20	25	(0)	58	130	(-5)	103	280	(-10)	139	470	(-15)	170
05	25	25	(0)	61	140	(-5)	111	290	(-10)	149	510	(-15)	183
06	30	50	(0)	85	190	(-5)	138	390	(-10)	180	640	(-15)	217
07	35	50	(0)	92	210	(-5)	150	420	(-10)	196	700	(-15)	237
08	40	50	(0)	100	220	(-5)	168	460	(-10)	220	760	(-15)	267
09	45	50	(0)	103	230	(-5)	175	480	(-10)	230	1 180	(-20)	324
10	50	50	(0)	110	250	(-5)	194	530	(-10)	255	1 270	(-20)	360
11	55	50	(0)	112	250	(-5)	196	880	(-15)	311	1 270	(-20)	360
12	60	50	(0)	116	250	(-5)	205	930	(-15)	327	1 370	(-20)	380
13	65	50	(0)	124	270	(-5)	224	980	(-15)	360	1 470	(-20)	417
14	70	50	(0)	127	270	(-5)	230	1 080	(-16)	370	2 060	(-25)	482
15	75	50	(0)	131	280	(-5)	241	1 080	(-15)	387	2 160	(-25)	505
16	80	100	(0)	168	760	(-10)	340	1 770	(-20)	464	3 040	(-30)	572
17	85	100	(0)	173	780	(-10)	355	1 860	(-20)	486	3 240	(-30)	600
18	90	100	(0)	174	780	(-10)	358	2 450	(-25)	542	3 920	(-35)	650
19	95	100	(0)	180	810	(-10)	372	2 550	(-25)	568	4 120	(-35)	680
20	100	100	(0)	185	840	(-10)	368	2 750	(-25)	595	4 310	(-35)	713
21	105	100	(0)	185	840	(-10)	388	2 750	(-25)	591	4 310	(-35)	707
22	110	100	(0)	180	1 320	(-15)	443	3 330	(-30)	620	5 980	(-45)	774
24	120	100	(0)	193	1 470	(-15)	486	3 630	(-30)	683	6 570	(-45)	853
26	130	100	(0)	200	1 470	(-15)	507	4 710	(-35)	772	7 940	(-50)	942
28	140	200	(0)	206	1 770	(-15)	557	5 300	(-35)	828	8 730	(-50)	1 005
30	150	200	(0)	256	1 830	(-15)	573	5 850	(-37)	876	11 700	(-60)	1 146
32	160	200	(0)	260	1 880	(-15)	591	5 545	(-35)	870	12 070	(-60)	1 143
34	170	200	(0)	262	2 669	(-20)	669	6 024	(-37)	899	12 048	(-60)	1 178
36	180	200	(0)	273	3 580	(-24)	778	7 157	(-40)	1 001	14 314	(-64)	1 311
38	190	200	(0)	276	3 851	(-25)	809	8 081	(-43)	1 060	16 162	(-69)	1 389
40	200	200	(0)	279	5 012	(-30)	902	13 314	(-60)	1 294	26 628	(-95)	1 708

Il valore riportato in parentesi () indica il gioco assiale misurato.

Calcolo del Precarico e della Rigidezza Assiale per Cuscinetti accoppiati
 Moltiplicare per i fattori indicati in tabella B. Per la rigidezza radiale, moltiplicare i valori ottenuti dalla tabella A per i fattori in tabella B.

	DBD	DBB
Fattore di precarico	1,36	2
Rigidezza assiale	1,48	2
Rigidezza radiale	1,54	2

Serie 72, Angolo C
Angolo di Contatto: 15° Sfere in Acciaio

Codice foro	Diametro foro (mm)	EL		L		M		H	
		Precarico (N)	Rigidezza assiale (N/μm)						
00	10	14	(3) 13	29	(-1) 18	69	(-8) 27	150	(-18) 38
01	12	19	(1) 16	39	(-3) 21	100	(-12) 33	200	(-22) 46
02	15	19	(1) 17	39	(-3) 23	100	(-11) 34	200	(-21) 48
03	17	24	(0) 19	49	(-4) 25	150	(-16) 42	290	(-28) 59
04	20	34	(-2) 23	69	(-7) 30	200	(-20) 49	390	(-33) 70
05	25	39	(1) 26	78	(-4) 36	200	(-15) 53	390	(-26) 76
06	30	60	(-1) 32	120	(-8) 43	290	(-20) 66	590	(-35) 94
07	35	75	(-3) 37	150	(-10) 50	390	(-25) 75	780	(-43) 108
08	40	100	(-5) 44	200	(-13) 60	490	(-29) 90	980	(-47) 126
09	45	125	(-7) 49	250	(-16) 67	540	(-30) 94	1 080	(-49) 132
10	50	125	(-7) 52	250	(-15) 69	590	(-31) 102	1 180	(-50) 143
11	55	145	(-8) 56	290	(-17) 74	780	(-38) 117	1 570	(-60) 163
12	60	195	(-11) 64	390	(-22) 86	930	(-42) 126	1 860	(-67) 179
13	65	220	(-12) 71	440	(-23) 95	1 080	(-44) 141	2 160	(-70) 200
14	70	245	(-9) 75	490	(-20) 100	1 180	(-43) 148	2 350	(-69) 210
15	75	270	(-10) 81	540	(-21) 108	1 230	(-42) 157	2 450	(-68) 220
16	80	295	(-12) 83	590	(-24) 109	1 370	(-47) 159	2 750	(-76) 224
17	85	345	(-14) 88	690	(-27) 120	1 670	(-53) 177	3 330	(-85) 251
18	90	390	(-15) 97	780	(-29) 126	1 860	(-57) 187	3 730	(-90) 263
19	95	440	(-18) 98	880	(-33) 130	2 060	(-63) 192	4 120	(-99) 271
20	100	490	(-20) 101	980	(-36) 137	2 350	(-68) 202	4 710	(-107) 285
21	105	540	(-21) 108	1 080	(-38) 144	2 650	(-73) 216	5 300	(-114) 305
22	110	635	(-24) 117	1 270	(-43) 156	2 940	(-78) 228	5 880	(-121) 321
24	120	700	(-19) 128	1 400	(-38) 170	3 210	(-73) 247	6 350	(-116) 345
26	130	760	(-20) 138	1 520	(-39) 183	3 400	(-73) 262	6 740	(-116) 367
28	140	925	(-24) 152	1 850	(-45) 202	4 110	(-82) 288	8 300	(-131) 406
30	150	1 110	(-28) 167	2 220	(-51) 222	4 960	(-92) 318	9 970	(-145) 447

Serie 72, Angolo A5
Angolo di Contatto: 25° Sfere in Acciaio

Codice foro	Diametro foro (mm)	EL		L		M		H	
		Precarico (N)	Rigidezza assiale (N/μm)						
00	10	19	(1) 29	39	(-2) 41	100	(-7) 58	200	(-13) 73
01	12	29	(-1) 36	59	(-3) 49	150	(-9) 70	290	(-16) 92
02	15	34	(-1) 43	69	(-4) 57	200	(-11) 83	390	(-19) 111
03	17	39	(-1) 46	78	(-4) 60	200	(-11) 87	390	(-18) 116
04	20	60	(-3) 59	120	(-6) 73	290	(-14) 104	590	(-24) 140
05	25	75	(-2) 68	150	(-5) 90	340	(-12) 124	690	(-22) 167
06	30	100	(-3) 85	200	(-7) 107	440	(-15) 147	880	(-25) 192
07	35	125	(-4) 95	250	(-8) 118	590	(-18) 167	1 180	(-30) 218
08	40	145	(-4) 104	290	(-9) 136	740	(-20) 195	1 470	(-33) 258
09	45	170	(-5) 115	340	(-10) 147	880	(-22) 212	1 770	(-37) 280
10	50	195	(-6) 129	390	(-11) 163	980	(-23) 233	1 960	(-37) 306
11	55	245	(-7) 141	490	(-13) 181	1 180	(-26) 255	2 350	(-42) 337
12	60	295	(-8) 155	590	(-15) 202	1 470	(-29) 281	2 940	(-47) 374
13	65	345	(-9) 177	690	(-15) 221	1 670	(-30) 314	3 330	(-48) 414
14	70	390	(-8) 188	780	(-15) 238	1 860	(-30) 331	3 730	(-49) 438
15	75	415	(-8) 199	830	(-15) 253	1 960	(-30) 352	3 920	(-49) 466
16	80	465	(-9) 200	930	(-17) 258	2 160	(-33) 356	4 310	(-54) 472
17	85	540	(-10) 217	1 080	(-19) 283	2 450	(-35) 383	4 900	(-57) 507
18	90	635	(-12) 239	1 270	(-21) 304	2 940	(-39) 416	5 880	(-64) 556
19	95	685	(-13) 240	1 370	(-23) 308	3 140	(-42) 419	6 280	(-68) 557
20	100	785	(-14) 251	1 570	(-25) 325	3 530	(-45) 441	7 060	(-73) 587
21	105	885	(-15) 267	1 770	(-27) 348	3 920	(-48) 471	7 850	(-77) 624
22	110	980	(-16) 280	1 960	(-29) 368	4 410	(-51) 496	8 830	(-82) 660
24	120	1 140	(-15) 315	2 280	(-28) 409	5 180	(-52) 559	10 350	(-85) 739
26	130	1 200	(-15) 334	2 410	(-28) 435	5 500	(-52) 595	11 000	(-83) 788
28	140	1 480	(-18) 373	2 970	(-32) 481	6 650	(-58) 654	13 480	(-93) 870
30	150	1 810	(-21) 416	3 620	(-36) 532	7 990	(-64) 719	16 350	(-104) 960

Il valore riportato in parentesi () indica il gioco assiale misurato.

Precarico e Rigidezza

4. PRECARICO E RIGIDEZZA

Precarico e Rigidezza (disposizioni DB e DF)

Cuscinetti a Sfere a Contatto Obliquo di Alta Precisione

(Serie Standard)

Calcolo della Rigidezza Radiale
Moltiplicare il valore della rigidezza
assiale per i fattori in tabella A

Tabella A

	EL	L	M	H
15°	6,5	6,0	5,0	4,5
18°		4,5		
25°		2,0		
30°		1,4		
40°	0,7			

Serie 72, Angolo A

Angolo di Contatto: 30° Sfere in Acciaio

Codice foro	Diametro foro (mm)	EL		L		M		H					
		Precarico (N)	Rigidezza assiale (N/μm)										
00	10	25	(0)	44	100	(-5)	71	210	(-10)	94	-	-	
01	12	25	(0)	47	110	(-5)	78	220	(-10)	103	360	(-15)	125
02	15	25	(0)	50	110	(-5)	85	240	(-10)	114	390	(-15)	139
03	17	25	(0)	52	190	(-5)	108	250	(-10)	120	410	(-15)	145
04	20	25	(0)	55	260	(-10)	128	440	(-15)	155	650	(-20)	180
05	25	50	(0)	79	350	(-10)	160	580	(-15)	193	840	(-20)	223
06	30	50	(0)	85	380	(-10)	175	630	(-15)	210	910	(-20)	423
07	35	50	(0)	88	400	(-10)	184	660	(-15)	220	1 270	(-25)	285
08	40	50	(0)	95	440	(-10)	205	730	(-15)	246	1 470	(-26)	318
09	45	50	(0)	98	450	(-10)	212	1 080	(-20)	292	1 860	(-30)	363
10	50	50	(0)	103	480	(-10)	227	1 180	(-20)	314	2 060	(-30)	390
11	55	50	(0)	106	490	(-10)	235	1 670	(-26)	364	2 650	(-35)	438
12	60	50	(0)	110	510	(-10)	246	1 670	(-25)	380	2 750	(-35)	455
13	65	50	(0)	117	550	(-10)	270	1 860	(-25)	416	3 040	(-35)	500
14	70	100	(0)	150	1 080	(-15)	345	2 650	(-30)	480	3 920	(-40)	562
15	75	100	(0)	157	1 080	(-15)	366	2 750	(-30)	512	4 220	(-40)	598
16	80	100	(0)	154	1 080	(-15)	355	2 650	(-30)	494	4 020	(-40)	575
17	85	100	(0)	160	1 180	(-16)	370	3 430	(-35)	560	5 790	(-50)	678
18	90	100	(0)	162	1 670	(-20)	434	4 310	(-40)	615	5 980	(-50)	697
19	95	360	(-5)	248	1 670	(-20)	421	4 220	(-40)	595	6 670	(-55)	710
20	100	370	(-5)	252	1 670	(-20)	430	5 100	(-45)	645	7 650	(-60)	758
21	105	380	(-5)	260	2 260	(-25)	493	5 200	(-45)	665	8 920	(-65)	818
22	110	380	(-5)	266	2 350	(-25)	504	6 180	(-50)	720	10 200	(-70)	871
24	120	550	(-5)	320	2 840	(-25)	570	8 140	(-55)	843	11 570	(-70)	964
26	130	560	(-5)	340	3 730	(-30)	660	9 810	(-60)	942	13 530	(-75)	1 068
28	140	580	(-5)	352	5 000	(-36)	750	11 470	(-65)	1 022	15 490	(-80)	1 150
30	150	600	(-5)	366	5 000	(-35)	772	12 100	(-66)	1 063	16 500	(-81)	1 194

Cuscinetti a Sfere a Contatto Obliquo di Alta Precisione

(Serie Miniatura)

Cuscinetti a Sfere a Contatto Obliquo di Piccole Dimensioni

Serie 70 e 72, Angolo A oppure C

Angolo di Contatto A= 30°; C= 15° Sfere in Acciaio

Codice Cuscinetto	EL		L		M		H					
	Precarico (N)	Rigidezza assiale (N/μm)										
725C	1,3	(10)	4,0	5,5	(7)	7,3	12,1	(4)	10,3	24,2	(0)	14,4
725A	5,0	(3)	18,5	10,3	(2)	23,8	24,5	(0)	32,6	49,0	(-3)	42,5
706C	1,5	(10)	4,3	7,9	(6)	8,3	15,1	(3)	11,1	30,3	(-2)	15,4
706A	4,9	(3)	18,6	16,8	(1)	28,7	24,4	(0)	32,8	48,8	(-3)	42,4
726C	1,8	(9)	5,1	9,2	(5)	9,6	17,6	(2)	12,8	35,2	(-3)	27,8
726A	3,7	(3)	18,4	16,2	(1)	30,8	34,0	(-1)	40,3	68,0	(-4)	52,4
707C	1,8	(9)	5,1	9,2	(5)	9,6	17,6	(2)	12,8	35,2	(-3)	17,8
707A	3,7	(3)	18,4	16,2	(1)	30,8	34,0	(-1)	40,3	68,0	(-4)	52,4
708C	4,2	(7)	7,5	14,1	(3)	12,2	28,6	(-1)	16,7	57,1	(-7)	23,3
708A	8,1	(2)	26,3	24,5	(0)	38,8	46,4	(-2)	48,9	92,8	(-5)	63,4
728C	4,2	(7)	7,5	14,1	(3)	12,2	28,5	(-1)	16,7	57,0	(-7)	23,3
728A	8,1	(2)	26,3	24,5	(-1)	38,8	46,4	(-2)	48,9	92,9	(-5)	63,4

Il valore riportato in parentesi () indica il gioco assiale misurato.

Serie BSA10 (per Supporto Viti RDS)

Angolo di Contatto: 30° Sfere in Acciaio

Codice Cuscinetto	Diametro foro (mm)	Precarico (N)	L Rigidezza Assiale (N/μm)
8BSA10T1X	8	32	(-1) 33
10BSA10T1X	10	75	(-5) 48
12BSA10T1X	12	80	(-5) 53
15BSA10T1X	15	86	(-5) 59

Cuscinetti a Sfere a Contatto Obliquo per Altissime Velocità (Serie ROBUST)

Calcolo del Precarico e della Rigidezza Assiale per Cuscinetti accoppiati

Moltiplicare per i fattori indicati in tabella B. Per la rigidezza radiale, moltiplicare i valori ottenuti dalla tabella A per i fattori in tabella B.

	DBD	DBB
Fattore di precarico	1,36	2
Rigidezza assiale	1,48	2
Rigidezza radiale	1,54	2

Serie BNR19S e BNR29S

Angolo di Contatto: 18° Sfere in Acciaio

Diametro foro (mm)	EL		L		M				
	Precarico (N)	Rigidezza assiale (N/μm)	Precarico (N)	Rigidezza assiale (N/μm)	Precarico (N)	Rigidezza assiale (N/μm)			
25	25	(0)	26	94	(-8)	43	188	(-16)	57
30	50	(0)	36	100	(-8)	48	200	(-15)	63
35	50	(0)	37	140	(-8)	55	280	(-17)	73
40	50	(0)	38	140	(-8)	57	280	(-16)	74
45	50	(0)	41	150	(-8)	62	300	(-16)	82
50	50	(0)	44	160	(-8)	68	320	(-16)	89
55	50	(0)	46	170	(-8)	71	340	(-16)	94
60	50	(0)	47	170	(-8)	74	340	(-16)	97
65	50	(0)	50	180	(-8)	79	360	(-16)	104
70	50	(0)	50	180	(-8)	80	360	(-16)	104
75	50	(0)	52	180	(-8)	83	460	(-19)	117
80	50	(0)	53	190	(-8)	86	474	(-19)	121
85	50	(0)	54	190	(-8)	88	646	(-24)	138
90	100	(0)	75	280	(-8)	110	709	(-21)	154
95	100	(0)	76	290	(-8)	110	768	(-22)	163
100	100	(0)	72	330	(-10)	110	871	(-26)	161
105	100	(0)	74	330	(-10)	120	898	(-26)	166
110	100	(0)	76	400	(-12)	130	925	(-26)	172
120	100	(0)	78	410	(-12)	130	1 275	(-33)	198
130	100	(0)	80	712	(-20)	160	1 408	(-35)	209
140	100	(0)	82	732	(-20)	160	1 508	(-36)	220
150	200	(0)	110	930	(-20)	185	1 894	(-38)	242

Serie BER19S e BER29S

Angolo di Contatto: 25° Sfere in Acciaio

Diametro foro (mm)	EL		L		M				
	Precarico (N)	Rigidezza assiale (N/μm)	Precarico (N)	Rigidezza assiale (N/μm)	Precarico (N)	Rigidezza assiale (N/μm)			
25	25	(0)	42	150	(-8)	80	300	(-14)	105
30	25	(0)	58	160	(-8)	90	320	(-14)	116
35	50	(0)	61	210	(-8)	100	420	(-15)	132
40	50	(0)	63	220	(-8)	110	440	(-15)	137
45	50	(0)	67	240	(-8)	120	480	(-15)	152
50	50	(0)	72	250	(-8)	130	500	(-15)	164
55	50	(0)	75	260	(-8)	140	520	(-15)	174
60	50	(0)	78	270	(-8)	140	540	(-15)	181
65	50	(0)	82	290	(-8)	150	580	(-15)	196
70	50	(0)	83	290	(-8)	150	598	(-15)	198
75	50	(0)	86	300	(-8)	160	619	(-15)	206
80	50	(0)	88	310	(-8)	170	639	(-15)	214
85	50	(0)	90	310	(-8)	170	889	(-19)	245
90	100	(0)	120	430	(-8)	210	968	(-17)	273
95	100	(0)	130	440	(-8)	210	996	(-17)	282
100	100	(0)	120	520	(-10)	210	1 131	(-20)	279
105	100	(0)	120	530	(-10)	220	1 169	(-20)	290
110	100	(0)	130	550	(-10)	230	1 206	(-20)	301
120	100	(0)	130	680	(-12)	250	1 743	(-26)	351
130	100	(0)	135	972	(-16)	289	1 880	(-27)	368
140	100	(0)	135	1 002	(-16)	300	1 944	(-27)	381
150	200	(0)	175	1 308	(-17)	336	2 555	(-30)	428

Il valore riportato in parentesi () indica il gioco assiale misurato.

4. PRECARICO E RIGIDEZZA

Precarico e Rigidezza (disposizioni DB e DF)

Cuscinetti a Sfere a Contatto Obliquo per Altissime Velocità

(Serie ROBUST)

Calcolo della Rigidezza Radiale
Moltiplicare il valore della rigidezza
assiale per i fattori in tabella A

	EL	L	M	H
15°	6,5	6,0	5,0	4,5
18°		4,5		
25°		2,0		
30°		1,4		
40°	0,7			

Serie BNR19H, BNR19X, BNR19XE, BNR29H, BNR29X

Angolo di Contatto: 18° Sfere in Ceramica

Diametro foro (mm)	EL		L			M			
	Precarico (N)	Rigidezza assiale (N/μm)	Precarico (N)	Rigidezza assiale (N/μm)	Precarico (N)	Rigidezza assiale (N/μm)			
25	25	(0)	29	105	(-8)	51	210	(-15)	67
30	50	(0)	40	110	(-8)	55	220	(-15)	72
35	50	(0)	41	150	(-8)	64	300	(-16)	83
40	50	(0)	42	160	(-8)	66	320	(-17)	87
45	50	(0)	45	170	(-8)	72	340	(-16)	95
50	50	(0)	49	180	(-8)	78	360	(-16)	103
55	50	(0)	51	180	(-8)	82	360	(-15)	106
60	50	(0)	52	190	(-8)	85	380	(-16)	112
65	50	(0)	55	200	(-8)	91	400	(-16)	120
70	50	(0)	56	200	(-8)	92	400	(-16)	120
75	50	(0)	58	200	(-8)	96	525	(-19)	137
80	50	(0)	59	210	(-8)	99	542	(-19)	142
85	50	(0)	61	210	(-8)	100	744	(-24)	162
90	100	(0)	83	310	(-8)	130	804	(-21)	180
95	100	(0)	85	310	(-8)	130	873	(-22)	190
100	100	(0)	81	360	(-10)	130	994	(-26)	188
105	100	(0)	83	370	(-10)	130	1 026	(-26)	194
110	100	(0)	85	450	(-12)	150	1 058	(-26)	201
120	100	(0)	87	460	(-12)	150	1 469	(-33)	233
130	100	(0)	90	809	(-20)	158	1 625	(-35)	245
140	100	(0)	92	833	(-20)	195	1 744	(-36)	259
150	200	(0)	120	1 040	(-20)	214	2 166	(-38)	284

Serie BER19H, BER19X, BER19XE, BER29H, BER29X

Angolo di Contatto: 25° Sfere in Ceramica

Diametro foro (mm)	EL		L			M			
	Precarico (N)	Rigidezza assiale (N/μm)	Precarico (N)	Rigidezza assiale (N/μm)	Precarico (N)	Rigidezza assiale (N/μm)			
25	25	(0)	47	172	(-8)	96	342	(-14)	124
30	50	(0)	65	180	(-8)	100	360	(-14)	134
35	50	(0)	68	240	(-8)	120	480	(-15)	153
40	50	(0)	70	250	(-8)	120	500	(-15)	160
45	50	(0)	75	260	(-8)	140	520	(-15)	174
50	50	(0)	80	280	(-8)	150	560	(-15)	190
55	50	(0)	84	300	(-8)	160	600	(-15)	203
60	50	(0)	87	300	(-8)	160	600	(-14)	209
65	50	(0)	92	320	(-8)	180	640	(-14)	225
70	50	(0)	93	330	(-8)	180	689	(-15)	233
75	50	(0)	96	340	(-8)	190	713	(-15)	243
80	50	(0)	98	350	(-8)	190	738	(-15)	252
85	50	(0)	100	360	(-8)	200	1 032	(-19)	290
90	100	(0)	140	480	(-8)	240	1 110	(-17)	321
95	100	(0)	140	490	(-8)	250	1 143	(-17)	332
100	100	(0)	130	580	(-10)	250	1 302	(-20)	328
105	100	(0)	140	600	(-10)	260	1 346	(-20)	341
110	100	(0)	140	620	(-10)	260	1 390	(-20)	354
120	100	(0)	150	780	(-12)	300	2 023	(-26)	414
130	100	(0)	150	1 115	(-16)	340	2 185	(-27)	434
140	100	(0)	150	1 151	(-16)	353	2 261	(-27)	450
150	200	(0)	198	1 484	(-17)	393	2 948	(-30)	504

Il valore riportato in parentesi () indica il gioco assiale misurato.

Calcolo del Precarico e della Rigidezza Assiale per Cuscinetti accoppiati

Moltiplicare per i fattori indicati in tabella B. Per la rigidezza radiale, moltiplicare i valori ottenuti dalla tabella A per i fattori in tabella B.

Tabella B		DBD	DBB
Fattore di precarico		1,36	2
Rigidezza assiale		1,48	2
Rigidezza radiale		1,54	2

Serie BNR10S e BNR20S
Angolo di Contatto: 18° Sfere in Acciaio

Diametro foro (mm)	EL		L		M				
	Precarico (N)	Rigidezza assiale (N/μm)	Precarico (N)	Rigidezza assiale (N/μm)	Precarico (N)	Rigidezza assiale (N/μm)			
30	50	(0)	39	110	(-5)	52	220	(-13)	69
35	50	(0)	41	110	(-5)	55	220	(-12)	73
40	50	(0)	44	110	(-5)	60	220	(-11)	77
45	50	(0)	44	110	(-5)	60	220	(-11)	77
50	50	(0)	47	120	(-5)	64	249	(-12)	85
55	50	(0)	48	120	(-5)	67	302	(-14)	95
60	50	(0)	51	130	(-5)	71	345	(-15)	104
65	50	(0)	53	130	(-5)	75	364	(-15)	111
70	50	(0)	53	230	(-10)	93	505	(-20)	125
75	50	(0)	54	240	(-10)	96	520	(-20)	129
80	100	(0)	71	330	(-10)	110	606	(-19)	141
85	100	(0)	73	330	(-10)	110	622	(-19)	145
90	100	(0)	74	340	(-10)	120	823	(-24)	163
95	100	(0)	76	350	(-10)	120	846	(-24)	168
100	100	(0)	78	350	(-10)	120	870	(-24)	174
105	100	(0)	80	420	(-12)	130	1 054	(-27)	195
110	100	(0)	81	540	(-15)	150	1 144	(-29)	200
120	100	(0)	85	560	(-15)	160	1 208	(-29)	213
130	100	(0)	85	732	(-20)	166	1 508	(-36)	220
140	200	(0)	105	775	(-15)	178	1 606	(-30)	236
150	200	(0)	110	916	(-18)	190	1 917	(-35)	253

Serie BER10S e BER20S
Angolo di Contatto: 25° Sfere in Acciaio

Diametro foro (mm)	EL		L		M				
	Precarico (N)	Rigidezza assiale (N/μm)	Precarico (N)	Rigidezza assiale (N/μm)	Precarico (N)	Rigidezza assiale (N/μm)			
30	50	(0)	63	220	(-8)	110	440	(-15)	140
35	50	(0)	67	240	(-8)	120	480	(-15)	153
40	50	(0)	72	250	(-8)	130	500	(-15)	165
45	50	(0)	73	250	(-8)	130	500	(-15)	166
50	50	(0)	77	270	(-8)	140	540	(-15)	180
55	50	(0)	80	350	(-10)	160	700	(-18)	205
60	50	(0)	84	380	(-10)	170	760	(-18)	222
65	50	(0)	88	400	(-10)	180	800	(-18)	235
70	50	(0)	88	400	(-10)	180	800	(-18)	235
75	50	(0)	90	510	(-12)	200	1 020	(-21)	263
80	100	(0)	120	620	(-12)	220	1 240	(-22)	290
85	100	(0)	120	640	(-12)	230	1 280	(-22)	300
90	100	(0)	120	650	(-12)	240	1 300	(-22)	305
95	100	(0)	130	670	(-12)	240	1 340	(-22)	316
100	100	(0)	130	690	(-12)	250	1 380	(-22)	327
105	100	(0)	130	910	(-15)	290	1 820	(-26)	369
110	100	(0)	130	930	(-15)	290	1 860	(-26)	379
120	100	(0)	140	980	(-15)	310	1 960	(-26)	403
130	100	(0)	140	1 002	(-16)	310	2 004	(-27)	389
140	200	(0)	180	1 098	(-13)	325	2 196	(-23)	421
150	200	(0)	180	1 274	(-15)	345	2 562	(-28)	444

Il valore riportato in parentesi () indica il gioco assiale misurato.

Precarico e Rigidezza

4. PRECARICO E RIGIDEZZA

Precarico e Rigidezza (disposizioni DB e DF)

Cuscinetti a Sfere a Contatto Obliquo per Altissime Velocità

(Serie ROBUST)

Calcolo della Rigidezza Radiale
Moltiplicare il valore della rigidezza
assiale per i fattori in tabella A

Tabella A

	EL	L	M	H
15°	6,5	6,0	5,0	4,5
18°		4,5		
25°		2,0		
30°		1,4		
40°	0,7			

Serie BNR10H, BNR10X, BNR10XE, BNR20H, BNR20X

Angolo di Contatto: 18° Sfere in Ceramica

Diametro foro (mm)	EL		L			M			
	Precarico (N)	Rigidezza assiale (N/μm)	Precarico (N)	Rigidezza assiale (N/μm)	Precarico (N)	Rigidezza assiale (N/μm)			
30	50	(0)	43	110	(-5)	59	220	(-11)	79
35	50	(0)	46	120	(-5)	63	240	(-12)	83
40	50	(0)	49	120	(-5)	68	240	(-11)	88
45	50	(0)	49	120	(-5)	69	240	(-11)	88
50	50	(0)	52	130	(-5)	73	279	(-12)	99
55	50	(0)	54	130	(-5)	76	341	(-14)	110
60	50	(0)	57	140	(-5)	82	391	(-15)	121
65	50	(0)	60	140	(-5)	87	413	(-15)	130
70	50	(0)	59	260	(-10)	110	578	(-20)	147
75	50	(0)	61	270	(-10)	110	597	(-20)	151
80	100	(0)	80	360	(-10)	130	684	(-19)	164
85	100	(0)	82	370	(-10)	130	703	(-19)	169
90	100	(0)	83	370	(-10)	130	938	(-24)	191
95	100	(0)	85	380	(-10)	140	965	(-24)	197
100	100	(0)	87	390	(-10)	140	993	(-24)	204
105	100	(0)	89	470	(-12)	160	1 209	(-28)	229
110	100	(0)	91	600	(-15)	170	1 315	(-29)	235
120	100	(0)	95	630	(-15)	180	1 391	(-29)	250
130	100	(0)	95	833	(-20)	195	1 745	(-36)	260
140	200	(0)	125	860	(-15)	206	1 829	(-30)	276
150	200	(0)	125	1 025	(-18)	221	2 194	(-35)	297

Serie BER10H, BER10X, BER10XE, BER20H, BER20X

Angolo di Contatto: 25° Sfere in Ceramica

Diametro foro (mm)	EL		L			M			
	Precarico (N)	Rigidezza assiale (N/μm)	Precarico (N)	Rigidezza assiale (N/μm)	Precarico (N)	Rigidezza assiale (N/μm)			
30	50	(0)	71	250	(-8)	130	500	(-15)	163
35	50	(0)	75	260	(-8)	140	520	(-15)	175
40	50	(0)	80	280	(-8)	150	560	(-15)	191
45	50	(0)	81	280	(-8)	150	590	(-15)	197
50	50	(0)	86	300	(-8)	160	630	(-15)	213
55	50	(0)	89	400	(-10)	190	800	(-18)	240
60	50	(0)	94	430	(-10)	200	860	(-18)	260
65	50	(0)	99	450	(-10)	210	950	(-18)	280
70	50	(0)	98	450	(-10)	210	950	(-18)	280
75	50	(0)	100	580	(-12)	240	1 160	(-21)	306
80	100	(0)	130	700	(-12)	260	1 460	(-22)	343
85	100	(0)	130	720	(-12)	270	1 510	(-22)	355
90	100	(0)	140	740	(-12)	280	1 540	(-22)	362
95	100	(0)	140	760	(-12)	290	1 590	(-22)	375
100	100	(0)	150	780	(-12)	300	1 640	(-22)	388
105	100	(0)	150	1 040	(-15)	330	2 080	(-26)	430
110	100	(0)	150	1 060	(-15)	340	2 120	(-26)	440
120	100	(0)	160	1 120	(-15)	370	2 240	(-26)	469
130	100	(0)	160	1 150	(-16)	370	2 302	(-27)	469
140	200	(0)	200	1 240	(-13)	380	2 476	(-23)	489
150	200	(0)	200	1 444	(-15)	403	2 957	(-28)	552

Il valore riportato in parentesi () indica il gioco assiale misurato.

Cuscinetti a Sferi a Contatto Obliquo per Altissime Velocità (Serie ROBUST)

Serie BGR19S Angolo di Contatto: 15° Sfere in Acciaio

Diametro foro (mm)	Precarico (N)	EL	
			Rigidezza assiale (N/μm)
10	25	(0)	15,2
12	25	(0)	16,8
15	25	(0)	16,6
17	25	(0)	17,5
20	25	(0)	18,1
25	25	(0)	20,6

Serie BGR10S Angolo di Contatto 15° Sfere in Acciaio

Diametro foro (mm)	Precarico (N)	EL	
			Rigidezza assiale (N/μm)
6	25	(0)	11,0
7	25	(0)	12,0
8	25	(0)	13,0
10	25	(0)	14,0
12	25	(0)	15,0
15	25	(0)	16,0
17	25	(0)	17,0
20	25	(0)	18,0
25	25	(0)	19,0

Serie BGR02S Angolo di Contatto 15° Sfere in Acciaio

Diametro foro (mm)	Precarico (N)	EL	
			Rigidezza assiale (N/μm)
10	25	(0)	14,5
12	25	(0)	15,2
15	25	(0)	16,2
17	25	(0)	16,7
20	25	(0)	17,4
25	50	(0)	25,3

Il valore riportato in parentesi () indica il gioco assiale misurato.

Calcolo del Precarico e della Rigidezza Assiale per Cuscinetti accoppiati

Moltiplicare per i fattori indicati in tabella B. Per la rigidezza radiale, moltiplicare i valori ottenuti dalla tabella A per i fattori in tabella B.

	DBD	DBB
Fattore di precarico	1,36	2
Rigidezza assiale	1,48	2
Rigidezza radiale	1,54	2

BGR19H, BGR19X Angolo di Contatto 15° Sfere in Ceramica

Diametro foro (mm)	Precarico (N)	EL	
			Rigidezza assiale (N/μm)
10	25	(0)	16,8
12	25	(0)	18,5
15	25	(0)	18,4
17	25	(0)	19,3
20	25	(0)	20,1
25	25	(0)	22,9

Serie BGR10H e BGR10X Angolo di Contatto 15° Sfere in Ceramica

Diametro foro (mm)	Precarico (N)	EL	
			Rigidezza assiale (N/μm)
6	25	(0)	12,6
7	25	(0)	13,7
8	25	(0)	14,4
10	25	(0)	15,9
12	25	(0)	16,9
15	25	(0)	18,0
17	25	(0)	19,0
20	25	(0)	20,0
25	25	(0)	21,6

Serie BGR02H e BGR02X Angolo di Contatto 15° Sfere in Ceramica

Diametro foro (mm)	Precarico (N)	EL	
			Rigidezza assiale (N/μm)
10	25	(0)	16,0
12	25	(0)	17,0
15	25	(0)	18,0
17	25	(0)	18,6
20	25	(0)	19,4
25	50	(0)	28,1

4. PRECARICO E RIGIDEZZA

Precarico e Rigidezza (disposizione DB)

Cuscinetti a Sfere a Contatto Obliquo per Alte Velocità

(Serie ROBUST)

Serie BAR10S

Angolo di Contatto 30° Sfere in Acciaio

Diametro foro (mm)	EL		L	
	Precarico (N)	Rigidezza assiale (N/μm)	Precarico (N)	Rigidezza assiale (N/μm)
40	210	(-5) 150	430	(-10) 200
45	210	(-5) 150	430	(-10) 200
50	220	(-5) 170	460	(-10) 220
55	230	(-5) 180	600	(-12) 250
60	240	(-5) 190	650	(-12) 270
65	250	(-5) 200	690	(-12) 290
70	250	(-5) 200	910	(-15) 320
75	260	(-5) 210	940	(-15) 330
80	340	(-5) 240	1 100	(-15) 360
85	350	(-5) 240	1 130	(-15) 370
90	360	(-5) 250	1 660	(-20) 430
95	360	(-5) 260	1 720	(-20) 450
100	370	(-5) 270	1 770	(-20) 460
105	380	(-5) 280	1 820	(-20) 470
110	390	(-5) 280	1 870	(-20) 490
120	390	(-5) 300	1 980	(-20) 520
130	390	(-5) 300	2 530	(-25) 550
140	580	(-5) 360	3 190	(-25) 655
150	580	(-5) 360	3 690	(-28) 690
160	590	(-5) 370	4 080	(-30) 720
170	600	(-5) 380	4 210	(-30) 750
180	605	(-5) 385	5 200	(-35) 800
190	610	(-5) 390	5 370	(-35) 830
200	610	(-5) 390	5 990	(-38) 860

BAR10H

Angolo di Contatto 30° Sfere in Ceramica

Diametro foro (mm)	EL		L	
	Precarico (N)	Rigidezza assiale (N/μm)	Precarico (N)	Rigidezza assiale (N/μm)
40	230	(-5) 175	485	(-10) 230
45	230	(-5) 180	490	(-10) 235
50	245	(-5) 195	525	(-10) 255
55	255	(-5) 200	690	(-12) 290
60	270	(-5) 220	750	(-12) 320
65	285	(-5) 240	800	(-12) 340
70	285	(-5) 240	1 060	(-15) 375
75	290	(-5) 245	1 090	(-15) 390
80	380	(-5) 275	1 260	(-15) 420
85	390	(-5) 280	1 280	(-15) 430
90	400	(-5) 290	1 930	(-20) 510
95	405	(-5) 300	1 970	(-20) 520
100	420	(-5) 310	2 060	(-20) 550
105	420	(-5) 315	2 090	(-20) 555
110	440	(-5) 330	2 180	(-20) 580
120	455	(-5) 350	2 310	(-20) 620
130	455	(-5) 350	2 960	(-25) 650

Serie BTR10S

Angolo di Contatto 40° Sfere in Acciaio

Diametro foro (mm)	EL		L	
	Precarico (N)	Rigidezza assiale (N/μm)	Precarico (N)	Rigidezza assiale (N/μm)
40	310	(-5) 260	700	(-10) 350
45	310	(-5) 260	700	(-10) 350
50	330	(-5) 290	760	(-10) 390
55	350	(-5) 310	800	(-10) 410
60	370	(-5) 330	860	(-10) 440
65	390	(-5) 350	910	(-10) 470
70	390	(-5) 350	1 560	(-15) 560
75	400	(-5) 360	1 610	(-15) 590
80	510	(-5) 400	1 820	(-15) 630
85	520	(-5) 420	1 880	(-15) 650
90	530	(-5) 430	2 830	(-20) 770
95	550	(-5) 450	2 930	(-20) 790
100	560	(-5) 460	3 030	(-20) 820
105	570	(-5) 470	3 120	(-20) 850
110	580	(-5) 490	3 210	(-20) 870
120	610	(-5) 520	3 420	(-20) 930
130	610	(-5) 520	4 410	(-25) 980
140	810	(-5) 600	5 310	(-25) 1 140
150	820	(-5) 605	5 370	(-25) 1 160
160	830	(-5) 615	5 480	(-25) 1 180
170	850	(-5) 635	7 280	(-30) 1 330
180	855	(-5) 640	9 080	(-35) 1 450
190	875	(-5) 660	9 390	(-35) 1 500
200	875	(-5) 660	11 290	(-38) 1 600

Serie BTR10H

Angolo di Contatto 40° Sfere in Ceramica

Diametro foro (mm)	EL		L	
	Precarico (N)	Rigidezza assiale (N/μm)	Precarico (N)	Rigidezza assiale (N/μm)
40	350	(-5) 300	800	(-10) 410
45	355	(-5) 310	810	(-10) 415
50	375	(-5) 335	875	(-10) 450
55	395	(-5) 350	915	(-10) 475
60	425	(-5) 390	1 000	(-10) 520
65	450	(-5) 415	1 060	(-10) 560
70	450	(-5) 415	1 830	(-15) 670
75	460	(-5) 430	1 890	(-15) 700
80	570	(-5) 475	2 120	(-15) 745
85	580	(-5) 475	2 160	(-15) 780
90	600	(-5) 505	3 320	(-20) 910
95	605	(-5) 505	3 390	(-20) 940
100	630	(-5) 540	3 560	(-20) 980
105	640	(-5) 540	3 610	(-20) 1 010
110	665	(-5) 575	3 770	(-20) 1 040
120	700	(-5) 615	4 020	(-20) 1 115
130	700	(-5) 615	5 200	(-25) 1 170

Il valore riportato in parentesi () indica il gioco assiale misurato.

Precarico e Rigidezza

Cuscinetti Assiali a Sfere a Contatto Obliquo a Doppio Effetto

(Serie TAC)

Serie TAC20

Angolo di Contatto 60° Sfere in Acciaio

Diametro foro (mm)	C6		C7		C8	
	Precarico (N)	Rigidezza assiale (N/μm)	Precarico (N)	Rigidezza assiale (N/μm)	Precarico (N)	Rigidezza assiale (N/μm)
140	980	1 200	3 626	1 900	9 310	2 600
150	980	1 210	4 704	2 060	9 408	2 640
160	1 274	1 370	4 802	2 140	10 780	2 830
170	2 058	1 650	6 762	2 450	13 720	3 120
180	2 940	1 875	6 762	2 475	15 680	3 265
190	3 038	1 940	7 056	2 560	18 620	3 560
200	3 038	1 950	7 056	2 570	18 620	3 570

Serie TAC29

Angolo di Contatto 60° Sfere in Acciaio

Diametro foro (mm)	C6		C7		C8	
	Precarico (N)	Rigidezza assiale (N/μm)	Precarico (N)	Rigidezza assiale (N/μm)	Precarico (N)	Rigidezza assiale (N/μm)
150	196	775	4 116	2 150	7 056	2 590
160	196	800	4 410	2 260	7 448	2 720
170	196	800	4 410	2 370	7 742	2 860
180	1 078	1 470	4 410	2 320	9 800	3 040
190	1 078	1 440	4 606	2 440	10 290	3 200
200	1 078	1 500	4 606	2 430	11 760	3 340
220	1 176	1 615	4 900	2 620	12 740	3 615
240	1 176	1 690	5 096	2 750	13 230	3 800
260	1 176	1 670	5 096	2 720	13 230	3 750
280	1 274	1 755	5 390	2 865	13 720	3 950

4. PRECARICO E RIGIDEZZA

Precarico e Rigidezza

Cuscinetti Assiali a Contatto Obliquo per Viti a Ricircolazione di Sfere

Serie TAC B (per Macchine Utensili)

Angolo di Contatto 60° Sfere in Acciaio

Precarico C9

Codice cuscinetto	Coppia (DB o DF)			Terna (DBD o DFD)			Quaterna (DBB o DFF)		
	Precarico (N)	Rigidità assiale (N/μm)	Coppia di spunto (N·m)	Precarico (N)	Rigidità assiale (N/μm)	Coppia di spunto (N·m)	Precarico (N)	Rigidità assiale (N/μm)	Coppia di spunto (N·m)
15TAC47B	1 000	555	0,05	1 370	795	0,07	2 010	1 110	0,11
17TAC47B	1 000	555	0,05	1 370	795	0,07	2 010	1 110	0,11
20TAC47B	1 000	555	0,05	1 370	795	0,07	2 010	1 110	0,11
25TAC62B	1 490	733	0,09	2 030	1 050	0,12	2 980	1 465	0,17
30TAC62B	1 563	772	0,09	2 130	1 105	0,12	3 130	1 545	0,18
35TAC72B	1 785	890	0,10	2 430	1 275	0,14	3 570	1 780	0,21
40TAC72B	1 860	930	0,11	2 530	1 330	0,14	3 720	1 860	0,21
40TAC90B	2 365	1015	0,18	3 220	1 465	0,24	4 730	2 030	0,36
45TAC75B	2 005	1005	0,12	2 730	1 445	0,16	4 015	2 015	0,23
45TAC100B	2 880	1160	0,23	3 920	1 670	0,31	5 760	2 320	0,46
50TAC100B	3 010	1210	0,24	4 095	1 745	0,32	6 020	2 425	0,48
55TAC100B	3 010	1210	0,24	4 095	1 745	0,32	6 020	2 425	0,48
55TAC120B	3 520	1430	0,28	4 790	2 055	0,37	7 040	2 855	0,56
60TAC120B	3 520	1430	0,28	4 790	2 055	0,37	7 040	2 855	0,56

Precarico C10

Codice cuscinetto	Coppia (DB o DF)			Terna (DBD o DFD)			Quaterna (DBB o DFF)		
	Precarico (N)	Rigidità assiale (N/μm)	Coppia di spunto (N·m)	Precarico (N)	Rigidità assiale (N/μm)	Coppia di spunto (N·m)	Precarico (N)	Rigidità assiale (N/μm)	Coppia di spunto (N·m)
15TAC47B	2 150	750	0,14	2 950	1 080	0,20	4 300	1 470	0,29
17TAC47B	2 150	750	0,14	2 950	1 080	0,20	4 300	1 470	0,29
20TAC47B	2 150	750	0,14	2 950	1 080	0,20	4 300	1 470	0,29
25TAC62B	3 150	1 000	0,23	4 300	1 470	0,31	6 250	1 960	0,46
30TAC62B	3 350	1 030	0,24	4 500	1 520	0,33	6 650	2 010	0,49
35TAC72B	3 800	1 180	0,28	5 200	1 710	0,37	7 650	2 350	0,55
40TAC72B	3 900	1 230	0,28	5 300	1 810	0,38	7 850	2 400	0,57
40TAC90B	5 000	1 320	0,48	6 750	1 960	0,65	10 300	2 650	0,96
45TAC75B	4 100	1 270	0,29	5 600	1 910	0,40	8 250	2 550	0,59
45TAC100B	5 900	1 520	0,58	8 050	2 210	0,78	11 800	3 000	1,16
50TAC100B	6 100	1 570	0,60	8 250	2 300	0,80	12 300	3 100	1,18
55TAC100B	6 100	1 570	0,60	8 250	2 300	0,80	12 300	3 100	1,18
55TAC120B	6 650	1 810	0,64	9 100	2 650	0,86	13 200	3 550	1,27
60TAC120B	6 650	1 810	0,64	9 100	2 650	0,86	13 200	3 550	1,27

Serie TAC 02, 03 (per Macchine per Stampaggio ad Iniezione)

Angolo di Contatto 50°-55° Sfere in Acciaio

Precarico M

Codice cuscinetto	Coppia (DB o DF)			Terna (DBD o DFD)			Quaterna (DBT o DFT)		
	Precarico (N)	Rigidità assiale (N/μm)	Coppia di spunto (N·m)	Precarico (N)	Rigidità assiale (N/μm)	Coppia di spunto (N·m)	Precarico (N)	Rigidità assiale (N/μm)	Coppia di spunto (N·m)
15TAC02AT85	365	262	0,017	495	385	0,024	575	490	0,027
25TAC02AT85 ⁽¹⁾	1 440	520	0,113	1 960	755	0,153	2 260	950	0,175
TAC35-2T85	2 270	705	0,266	3 100	1 020	0,360	3 550	1 280	0,415
40TAC03AT85	2 270	705	0,266	3 100	1 020	0,360	3 550	1 280	0,415
45TAC03AT85	2 740	775	0,355	3 750	1 120	0,480	4 300	1 410	0,550
TAC45-2T85	3 550	880	0,520	4 850	1 270	0,705	5 600	1 600	0,810
50TAC03AT85	3 550	880	0,520	4 850	1 270	0,705	5 600	1 600	0,810
55TAC03AT85	4 100	945	0,650	5 600	1 370	0,880	6 500	1 720	1,000
60TAC03AT85	4 750	1 020	0,810	6 450	1 480	1,100	7 450	1 850	1,250
80TAC03AM	7 350	1 270	1,550	10 000	1 840	2,100	11 500	2 330	2,450
100TAC03CMC ⁽²⁾	1 000	830	0,105	1 400	1 240	0,147	1 600	1 575	0,166
120TAC03CMC ⁽²⁾	1 100	930	0,120	1 500	1 378	0,163	1 800	1 775	0,196

⁽¹⁾ I valori indicati per la tipologia 25TAC02AT85 si riferiscono al precarico H.

⁽²⁾ I valori indicati per le tipologie 100TAC03CMC e 120TAC03CMC si riferiscono al precarico EL.

Gioco Radiale Interno dei Cuscinetti a Rulli Cilindrici

Gioco dei Cuscinetti con Anelli Non Intercambiabili a Foro Conico

Unità: µm

Diametro foro (mm)		Gioco dei cuscinetti con anelli non intercambiabili a foro conico															
		CC9 ⁽¹⁾		CC0		CC1		CC2		CC ⁽²⁾		CC3		CC4		CC5	
oltre	fino a	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.
24	30	5	10	8	15	10	25	25	35	40	50	50	60	60	70	80	95
30	40	5	12	8	15	12	25	25	40	45	55	55	70	70	80	95	110
40	50	5	15	10	20	15	30	30	45	50	65	65	80	80	95	110	125
50	65	5	15	10	20	15	35	35	50	55	75	75	90	90	110	130	150
65	80	10	20	15	30	20	40	40	60	70	90	90	110	110	130	150	170
80	100	10	25	20	35	25	45	45	70	80	105	105	125	125	150	180	205
100	120	10	25	20	35	25	50	50	80	95	120	120	145	145	170	205	230
120	140	15	30	25	40	30	60	60	90	105	135	135	160	160	190	230	260
140	160	15	35	30	50	35	65	65	100	115	150	150	180	180	215	260	295
160	180	15	35	30	50	35	75	75	110	125	165	165	200	200	240	285	320
180	200	20	40	30	50	40	80	80	120	140	180	180	220	220	260	315	355
200	225	20	45	35	60	45	90	90	135	155	200	200	240	240	285	350	395
225	250	25	50	40	65	50	100	100	150	170	215	215	265	265	315	380	430
250	280	25	55	40	70	55	110	110	165	185	240	240	295	295	350	420	475

(¹) Applicabile ai cuscinetti con precisione in Classe ISO 4 ed ISO 5 e foro conico.

(²) Gioco radiale standard per cuscinetti a rulli cilindrici con anelli non intercambiabili.

Gioco dei Cuscinetti con Anelli Non Intercambiabili a Foro Cilindrico

Unità: µm

Diametro foro (mm)		Gioco dei cuscinetti con anelli non intercambiabili a foro cilindrico											
		CC1		CC2		CC ⁽³⁾		CC3		CC4		CC5	
over	incl	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.
24	30	5	15	10	25	25	35	40	50	50	60	70	80
30	40	5	15	12	25	25	40	45	55	55	70	80	95
40	50	5	18	15	30	30	45	50	65	65	80	95	110
50	65	5	20	15	35	35	50	55	75	75	90	110	130
65	80	10	25	20	40	40	60	70	90	90	110	130	150
80	100	10	30	25	45	45	70	80	105	105	125	155	180
100	120	10	30	25	50	50	80	95	120	120	145	180	205
120	140	10	35	30	60	60	90	105	135	135	160	200	230
140	160	10	35	35	65	65	100	115	150	150	180	225	260
160	180	10	40	35	75	75	110	125	165	165	200	250	285
180	200	15	45	40	80	80	120	140	180	180	220	275	315
200	225	15	50	45	90	90	135	155	200	200	240	305	350
225	250	15	50	50	100	100	150	170	215	215	265	330	380
250	280	20	55	55	110	110	165	185	240	240	295	370	420

(³) Gioco radiale standard per cuscinetti a rulli cilindrici con anelli non intercambiabili.

Precarico e Rigidezza

5. VELOCITÀ LIMITE

Velocità Limite

Le velocità limite riportate nelle tabelle dimensionali dei cuscinetti rappresentano valori di riferimento. Esse si riferiscono ad un singolo cuscinetto precaricato tramite molle con un valore risultante di precarico pari al livello leggero L, soggetto a carichi relativamente bassi e con buona dissipazione del calore.

Le velocità limite con lubrificazione a grasso sono state determinate utilizzando un grasso di elevata qualità, specifico per l'applicazione e nella quantità prevista. Le velocità limite indicate per la lubrificazione ad olio si basano sull'utilizzo di una lubrificazione aria-olio (oppure nebbia d'olio). In situazioni in cui l'olio di lubrificazione venga utilizzato anche allo scopo di asportare calore, si potranno raggiungere velocità superiori. Tuttavia, in questo caso sarà necessario introdurre nel cuscinetto un elevato quantitativo d'olio in pressione, generando così anche elevate perdite per attrito.

Quando i cuscinetti sono disposti in coppie, terne o quaterne, oppure quando il precarico viene aumentato per migliorare la rigidità del mandrino, le velocità limite risulteranno inferiori rispetto ai valori riportati nelle tabelle.

Per la lubrificazione a grasso consultare NSK, poiché è necessario tenere in considerazione anche la durata del grasso stesso.

Fattori Correttivi della Velocità Limite

La velocità limite di un set di cuscinetti accoppiati con precarico rigido, viene calcolata moltiplicando la velocità limite del singolo cuscinetto indicata in tabella per un fattore correttivo legato al livello di precarico ed al numero di cuscinetti accoppiati.

Tali valori sono indicati nella tabella 5.1.

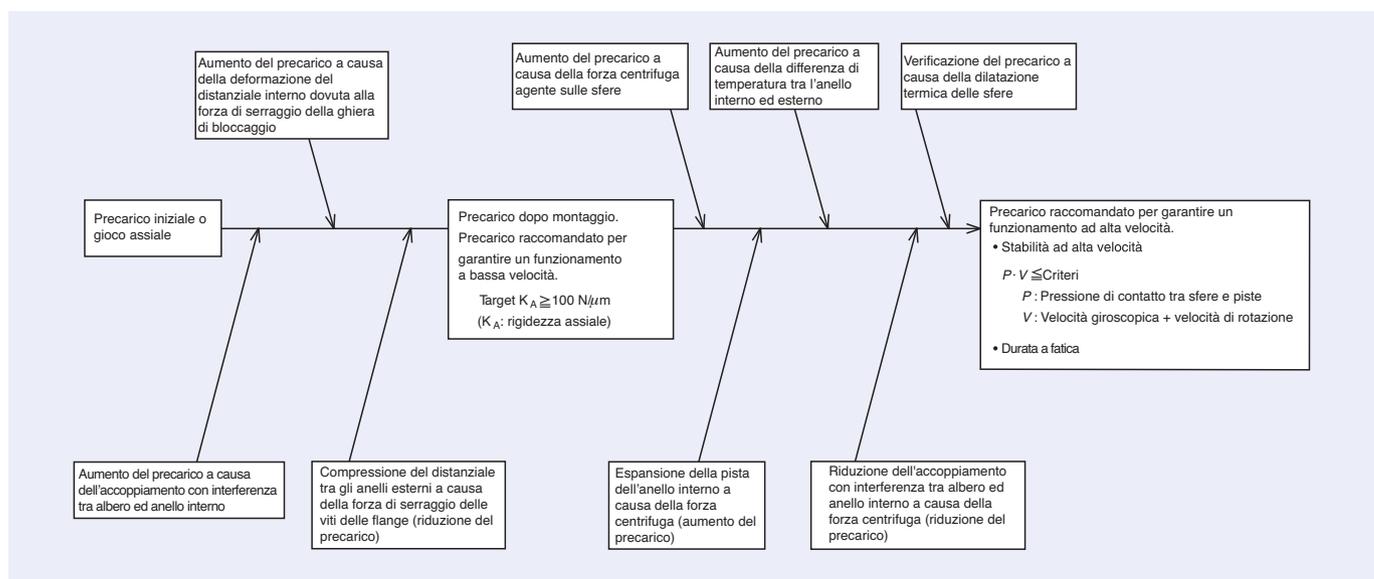
In questa tabella, i valori di precarico si riferiscono al precarico dopo montaggio. Il precarico dopo montaggio risulta diverso dal precarico al banco. Tale differenza è dovuta in larga parte all'accoppiamento con interferenza tra albero e cuscinetto, necessario per le applicazioni ad alta velocità, ed inoltre alla compressione degli eventuali distanziali dovuta alla forza di serraggio. Nel caso di applicazioni ad alta velocità, è necessario introdurre un salto facciale tra il distanziale interno ed esterno per compensare la variazione di precarico dei cuscinetti dopo il montaggio.

Tabella 5.1 – Fattori di Velocità

	Disposizioni	EL	L	M	H
DB		0,85	0,80	0,65	0,55
DBB		0,80	0,75	0,60	0,45
DBD		0,75	0,70	0,55	0,40

Fattori che influenzano il Precarico

Figura 5.1 – Diagramma di Flusso relativo alla Variazione del Precarico



Fattori che influenzano la Velocità Limite

La velocità limite di un cuscinetto utilizzato in un mandrino è influenzata dai seguenti fattori applicativi:

1. Sistema di Lubrificazione

Lo spessore della pellicola di lubrificante generata da un sistema di lubrificazione aria-olio o a nebbia d'olio è maggiore di quello generato da un sistema di lubrificazione a grasso. Quindi la velocità limite è maggiore quando è impiegato un sistema di lubrificazione ad aria-olio o a nebbia d'olio.

Nel caso della lubrificazione a getto d'olio, la grande quantità di olio che attraversa il cuscinetto per lubrificarlo ne asporta anche il calore, consentendo di raggiungere velocità ancora superiori.

2. Disposizione

Quando si accoppiano cuscinetti singoli per formare un gruppo, la velocità limite risultante per il gruppo stesso sarà inferiore a causa della minore possibilità per i singoli cuscinetti di dissipare il calore. Per tale ragione, la velocità limite di un gruppo di cuscinetti è inferiore a quella del singolo cuscinetto.

3. Precarico

Se il precarico dopo montaggio è elevato, la pressione di contatto tra le sfere e le piste aumenta, causando una notevole generazione di calore. Come risultato, il precarico aumenterà ulteriormente durante il funzionamento ed il rischio di cedimenti dei cuscinetti sarà elevato. Per escludere tale evenienza, la velocità limite viene ridotta all'aumentare del precarico dopo montaggio. La stessa regola deve essere osservata anche nelle applicazioni di cuscinetti a rulli cilindrici.

4. Azionamento del Mandrino

La velocità limite di un cuscinetto è influenzata anche dal tipo di azionamento del mandrino. Nel caso di elettromandri, il calore generato all'interno del mandrino è maggiore. Se poi è utilizzato anche un sistema di raffreddamento, la differenza di temperatura tra anello interno ed esterno aumenta, generando un aumento del precarico. In tali casi, la velocità limite è inferiore (vedere la figura 5.2). Il raffreddamento del mandrino modifica anche il gioco tra il cuscinetto e l'alloggiamento (vedere la figura 5.3). In alcuni casi esso può anche diventare negativo, con conseguente aumento del precarico.

Figura 5.2 - Influenza del Raffreddamento sulla Velocità Limite

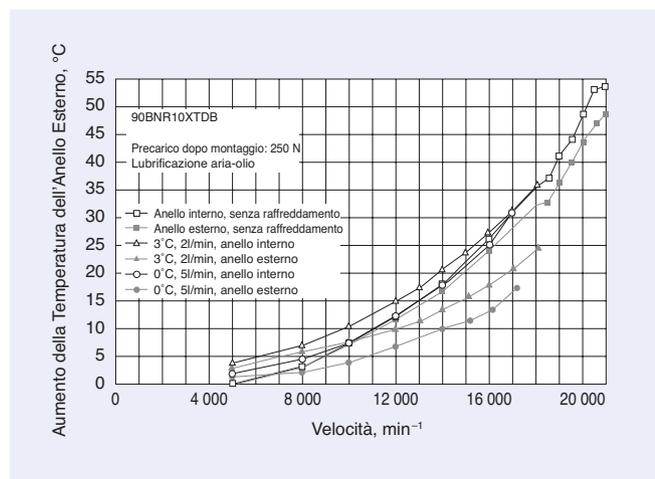
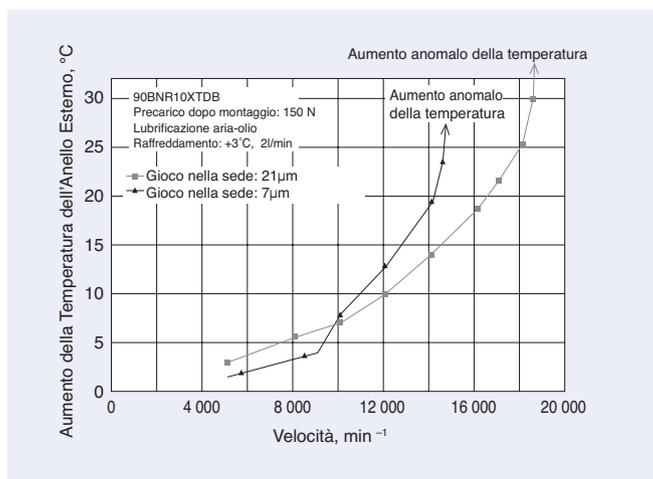


Figura 5.3 - Influenza del Gioco tra Cuscinetto e Sede sulla Velocità Limite



Velocità Limite

6. LUBRIFICAZIONE

Finalità della Lubrificazione

Scopo fondamentale della lubrificazione è ridurre l'attrito e l'usura all'interno del cuscinetto, poiché questi fenomeni potrebbero causare un cedimento prematuro. Gli effetti della lubrificazione possono essere così riassunti:

1. Riduzione dell'attrito e dell'usura

Il contatto metallico diretto tra le piste di rotolamento, i corpi volventi e la gabbia, che rappresentano i componenti fondamentali di un cuscinetto, si previene grazie alla presenza di un film d'olio che riduce l'attrito e l'usura nelle aree di contatto.

2. Prolungamento della durata a fatica

La durata a fatica dei cuscinetti dipende considerevolmente dalla viscosità e dallo spessore del film lubrificante tra le superfici di contatto. Generalmente, un elevato spessore di questo film determina una maggiore durata a fatica. Viceversa, invece, uno spessore ridotto dovuto ad un'insufficiente viscosità la induce.

3. Dissipazione del calore

La lubrificazione a circolazione di olio può essere adottata per asportare il calore generato dalla rotazione del cuscinetto o il calore indotto dagli elementi adiacenti, prevenendo così sia il surriscaldamento del cuscinetto e dell'olio che il conseguente decadimento della viscosità.

4. Ulteriori finalità

Una corretta lubrificazione previene l'ingresso di impurità, oltre ad evitare la formazione di ruggine od ossidazione.

Metodi di Lubrificazione

Nei mandrini di macchine utensili dove è richiesta un'elevata precisione di funzionamento, per ridurre le deformazioni termiche del mandrino è necessario evitare un eccessivo innalzamento della temperatura.

La generazione di calore all'interno di un cuscinetto è influenzata dal fattore "carico", che dipende dal tipo di cuscinetto e dal carico applicato, e dal fattore "velocità", che dipende dal metodo di lubrificazione e dalla velocità massima di rotazione. Generalmente, il fattore "velocità" è quello predominante; se però viene adottato un metodo di lubrificazione che genera un basso fattore "velocità", allora l'influenza del fattore "carico" può diventare quello maggiormente penalizzante.

E' quindi importante selezionare un cuscinetto a bassa generazione di calore (fattore "carico") ed un appropriato metodo di lubrificazione (fattore "velocità").

Sia il metodo di lubrificazione che la quantità di lubrificante utilizzata sono molto importanti al fine della generazione di calore.

La lubrificazione a grasso è la più comune, in quanto economica, esente da manutenzione e con bassa generazione di calore. Per le alte velocità, è stato sviluppato il metodo di lubrificazione minimale aria-olio, che richiede una quantità limitata di olio e consente di mantenere costante la temperatura operativa.

La relazione tra quantità di olio e generazione di calore, cioè potenza dissipata per attrito ed innalzamento della temperatura, è nota ed è illustrata nella figura 6.1. Per evitare un eccessivo innalzamento della temperatura nei mandrini delle macchine utensili, pertanto, è necessario adottare un metodo di lubrificazione definito nelle aree A oppure B.

Tali metodi di lubrificazione sono riassunti nella tabella 6.1.

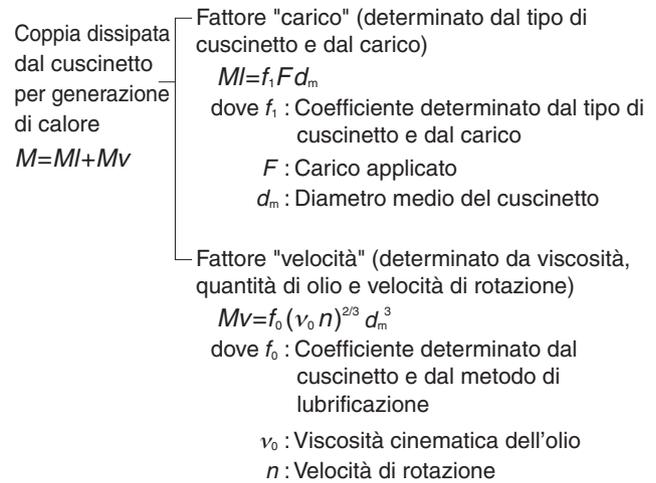


Figura 6.1 - Quantità di Olio ed Innalzamento della Temperatura

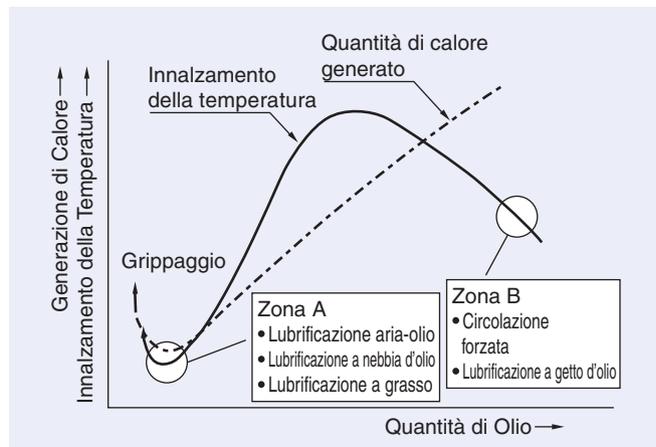


Tabella 6.1 - Confronto dei Metodi di Lubrificazione

Metodo di Lubrificazione	Vantaggi	Svantaggi
Lubrificazione a grasso	<input type="checkbox"/> Costo limitato <input type="checkbox"/> Bassa generazione di calore <input type="checkbox"/> Esente da manutenzione	<input type="checkbox"/> Se si deteriora il grasso, il cuscinetto si danneggia <input type="checkbox"/> E' possibile che sporcizia o liquido da taglio penetrino nei cuscinetti
Lubrificazione a nebbia d'olio	<input type="checkbox"/> Nessun rischio di deterioramento dell'olio, se viene sostituito regolarmente <input type="checkbox"/> Sporcizia o liquido da taglio difficilmente possono penetrare	<input type="checkbox"/> Contaminazione ambientale <input type="checkbox"/> La quantità di olio varia in funzione della sua viscosità e temperatura, ed è quindi difficile gestire basse portate <input type="checkbox"/> Difficile determinare se l'olio è stato sostituito recentemente
Lubrificazione a getto d'olio	<input type="checkbox"/> Se la portata di olio è elevata, sporcizia o liquido da taglio difficilmente possono penetrare <input type="checkbox"/> Poiché l'olio viene refrigerato, la temperatura dei cuscinetti può essere controllata	<input type="checkbox"/> Elevate perdite per attrito <input type="checkbox"/> Difficile adozione nei mandrini verticali, causa il trafileamento dell'olio <input type="checkbox"/> Costi elevati
Lubrificazione aria-olio	<input type="checkbox"/> Grazie alla possibilità di controllo della quantità di olio, la generazione di calore è bassa <input type="checkbox"/> Il flusso di aria aiuta la dissipazione del calore, pertanto la temperatura operativa è bassa <input type="checkbox"/> Nessun rischio di deterioramento dell'olio, se viene sostituito regolarmente <input type="checkbox"/> Sporcizia o liquido da taglio difficilmente possono penetrare <input type="checkbox"/> Si riesce a limitare la contaminazione ambientale	<input type="checkbox"/> Costi piuttosto elevati <input type="checkbox"/> Difficile verificare se la corretta quantità di olio arriva ai cuscinetti

Lubrificazione a Grasso

1. Grassi raccomandati

Grassi a base di litio ed olio minerale hanno ottime proprietà di adesività ed eccellenti caratteristiche di lubrificazione. Sono normalmente utilizzabili in un campo di temperatura compresa tra -10°C e +110°C.

Per i mandrini di macchine utensili, dove è richiesto un basso innalzamento della temperatura ed una lunga durata, si raccomanda un grasso di consistenza 2 con olio di base sintetico (diestere, diestere + olio minerale, etc.).

La tabella 6.2 elenca una serie di grassi, con i relativi produttori, normalmente utilizzati nelle macchine utensili per lubrificare sia i cuscinetti dei mandrini che quelli di supporto delle viti a ricircolazione di sfere.

2. Durata del grasso

La durata del grasso dipende prevalentemente dalla temperatura di esercizio; quindi, al fine di aumentare la durata, è quindi necessario mantenere più bassa possibile la temperatura del cuscinetto (incluso la temperatura ambiente).

Nei cuscinetti per mandrini o elettromandrini sono normalmente utilizzati grassi ad elevate prestazioni e ad ampio campo d'impiego.

La seguente equazione determina la durata media di questi tipi di grasso:

$$\log t = 6,12 - 1,4n/N_{\max} - (0,018 - 0,006n/N_{\max}) T$$

- dove t : Durata media del grasso (ore)
 N_{\max} : Velocità limite del cuscinetto (min⁻¹)
 n : Velocità di funzionamento (min⁻¹)
 T : Temperatura del cuscinetto (°C)

3. Quantità di grasso raccomandata

Per un buon funzionamento dei cuscinetti per mandrini ad alta velocità lubrificati a grasso, si raccomanda una quantità di riempimento compresa tra il 10 ed il 20% del volume libero del cuscinetto stesso. Se il riempimento di grasso è eccessivo, durante il rodaggio si manifesta un anomalo innalzamento della temperatura che può deteriorare il grasso stesso. Per eliminare tale rischio, è necessario prolungare il rodaggio del mandrino per il tempo sufficiente ad espellere il grasso in eccesso. Grazie alle numerose esperienze acquisite, NSK ha definito accuratamente le quantità di grasso che permettono un funzionamento regolare garantendo una corretta lubrificazione. Le quantità raccomandate di grasso sono indicate a pagina 175.

Lubrificazione

Tabella 6.2 - Principali Caratteristiche dei Grassi Raccomandati

Tipo	Produttore	Addensante	Olio di base	Viscosità olio di base mm ² /s(40°C)	Punto di goccia (°C)	Temperatura di esercizio (°C)	Applicazioni
MTE	NSK	Complesso al Bario	Estere	23	200	-30 +120	Cuscinetti per mandrini ad alta velocità a sfere ed a rulli cilindrici
MTS	NSK	Urea	Estere+Idrocarburi sintetici	22	220	-40 +130	Cuscinetti per mandrini ad alta velocità
Isoflex NBU15	Klüber	Complesso al Bario	Diestere + Minerale	20	250	-30 +120	Cuscinetti per mandrini
Multemps PS No.2	Kyodo Yushi	Litio	Diestere + Minerale	16	189	-50 +110	Cuscinetti per mandrini
Mobilux 2	Mobil	Litio	Minerale	26	196	-10 +110	Cuscinetti per teste di foratura e contropunte
Multemp LRL3	Kyodo Yushi	Litio	Poliestere	37	208	-30 +130	Cuscinetti per mandrini
Staburags NBU8EP	Klüber	Complesso al Bario	Minerale	105	220	-30 +130	Cuscinetti a rulli cilindrici per carichi elevati
Alvania 2	Shell	Litio	Minerale	130	182	-10 +110	Cuscinetti supporto viti a ricircolazione di sfere
ENS	NSK	Urea	Poliestere	32	260	-40 +160	Cuscinetti per motori elettrici
WPH	NSK	Diurea	Polialfaolefine	96	259	-40 +150	Cuscinetti supporto viti a ricircolazione di sfere

6. LUBRIFICAZIONE

Lubrificazione ad Olio

1. Lubrificazione a nebbia d'olio e lubrificazione aria-olio (lubrificazione minimale)

Nebulizzare olio consiste nel lubrificare grazie ad un flusso d'aria compressa in cui viene atomizzato l'olio. Questo metodo è chiamato anche lubrificazione a nebbia d'olio.

La lubrificazione minimale aria-olio è un metodo in cui l'olio viene costantemente iniettato in un flusso d'aria compressa attraverso un valvola miscelatrice che, per mezzo di un pistone, alimenta ciclicamente l'olio.

La figura 6.2 illustra la quantità di olio raccomandata per il singolo cuscinetto nei metodi di lubrificazione precedentemente descritti.

Nel caso di lubrificazione a nebbia d'olio, è necessario correggere la quantità stimata conseguentemente agli effetti della perdita di carico nelle sezioni dei condotti e dei distanziali.

Nei casi in cui la velocità è superiore a $1.800.000 d_m n$, la quantità indicata deve essere aumentata (contattare NSK per ulteriori informazioni). Per la posizione degli ugelli, fare riferimento a pag. 192.

2. Lubrificazione a getto d'olio

La lubrificazione a getto d'olio viene normalmente adottata nei cuscinetti con velocità pari a $1.000.000 d_m n$. L'alimentazione giunge ad ogni singolo cuscinetto attraverso una serie di ugelli a loro volta alimentati da un ugello principale. Alle alte velocità, l'aria introdotta nel cuscinetto ruota assieme al cuscinetto stesso e genera un muro di sovrappressione. La velocità di alimentazione di ogni singolo ugello deve essere il 20% superiore alla velocità periferica del diametro esterno dell'anello interno. Poiché tale metodo di lubrificazione implica l'impiego di un'elevata quantità di olio, la resistenza dovuta allo sbattimento dello stesso è elevata ed è pertanto necessario aiutare la dissipazione del calore con un dimensionamento generoso dei fori di drenaggio ed attraverso il forzamento dello scarico. Questo metodo viene adottato per rendere termicamente stabili le applicazioni nei mandrini di macchine utensili ad elevatissima velocità di rotazione (vedere figura 6.3).

Per la posizione degli ugelli di lubrificazione, fare riferimento a pag. 192.

Figura 6.2 – Quantità Raccomandata di Olio in relazione al Foro del Cuscinetto (per lubrificazione minimale aria-olio)

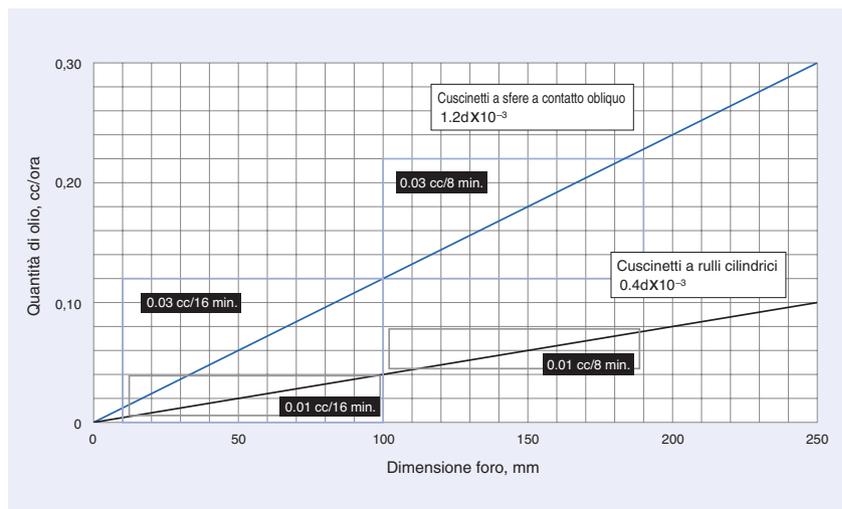
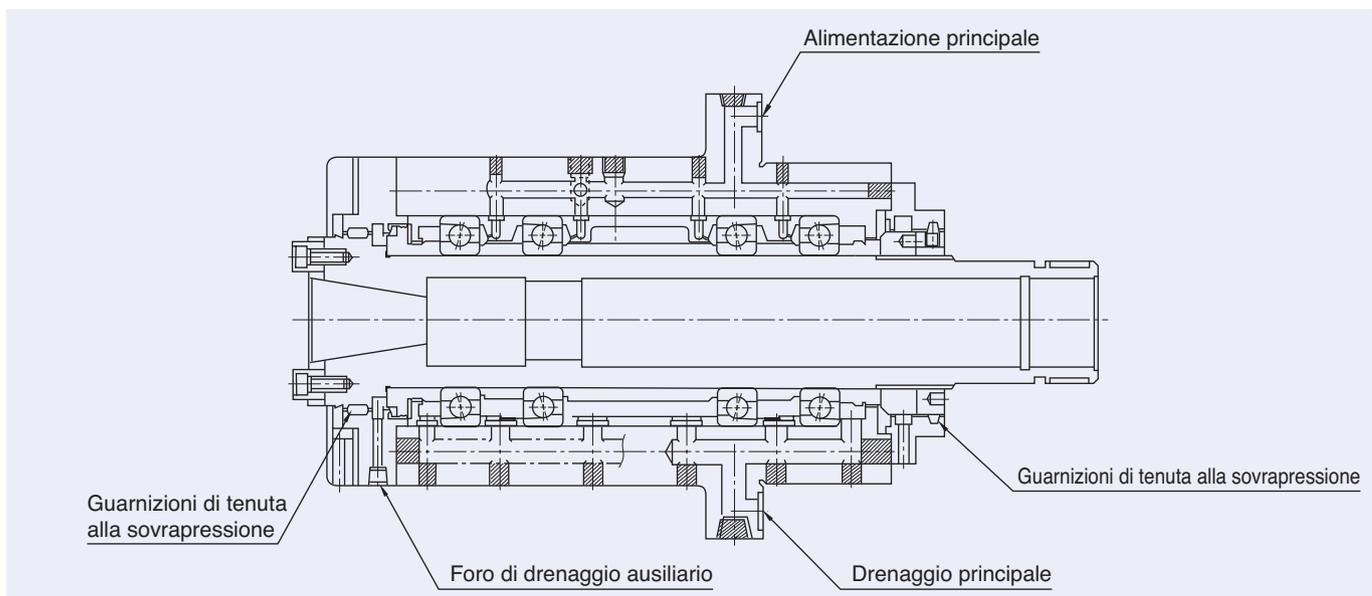


Figura 6.3 – Struttura tipica di un Mandrino con Lubrificazione a Getto d'Olio



Quantità Raccomandata di Grasso per Cuscinetti di Mandrini ad Alta Velocità

Unità: cc/cuscinetto

Codice foro	Diametro foro (mm)	Cuscinetti a sfere a contatto obliquo: 15% del volume interno				Cuscinetti a rulli cilindrici: 10% del volume interno			
		BNR19 BGR19 79xx	BGR10 70xx	BGR02 72xx	BNR10 BAR10 BTR10	NN49	NN39	NN30	N10
		Quantità X	Quantità X	Quantità X	Quantità X	Quantità X	Quantità X	Quantità X	Quantità X
5	5	–	–	0,03	–	–	–	–	–
6	6	–	0,04	0,07	–	–	–	–	–
7	7	–	0,07	–	–	–	–	–	–
8	8	–	0,12	0,10	–	–	–	–	–
00	10	0,06	0,13	0,16	–	–	–	–	–
01	12	0,06	0,14	0,23	–	–	–	–	–
02	15	0,11	0,18	0,29	–	–	–	–	–
03	17	0,13	0,24	0,41	–	–	–	–	–
04	20	0,23	0,44	0,68	–	–	–	–	–
05	25	0,27	0,52	0,85	–	–	–	0,4	–
06	30	0,31	0,69	1,20	0,58	–	–	0,6	0,4
07	35	0,48	0,98	1,70	0,78	–	–	0,8	0,6
08	40	0,75	1,20	2,10	0,92	–	–	1,0	0,7
09	45	0,83	1,50	2,60	1,20	–	–	1,3	1,0
10	50	0,91	1,60	3,00	1,20	–	–	1,4	1,1
11	55	1,10	2,40	3,90	1,70	–	–	2,0	1,5
12	60	1,20	2,60	4,80	1,80	–	–	2,1	1,6
13	65	1,30	2,60	5,70	1,90	–	–	2,2	1,6
14	70	2,10	3,60	6,50	2,80	–	–	3,2	2,4
15	75	2,30	3,60	7,00	2,90	–	–	3,5	2,5
16	80	2,40	5,10	8,70	3,80	–	–	4,7	3,5
17	85	3,50	5,30	11,00	4,00	–	–	4,9	3,7
18	90	3,60	6,60	13,00	5,50	–	–	6,5	4,5
19	95	3,60	6,80	16,00	5,70	–	–	6,6	4,7
20	100	4,90	7,20	19,00	6,10	5,4	4,5	6,8	4,9
21	105	5,10	9,00	23,00	7,60	5,6	4,6	9,3	5,9
22	110	5,20	12,00	27,00	9,10	5,7	4,8	11,0	7,5
24	120	7,90	12,00	31,00	9,80	8,4	6,5	12,5	8,1
26	130	9,00	18,00	34,00	15,00	11,0	8,5	18,0	12,4
28	140	9,90	20,00	42,00	17,00	12,0	9,3	20,0	12,9
30	150	14,00	25,00	53,00	22,00	24,0	14,0	23,0	–
32	160	16,00	34,00	–	26,00	20,0	15,0	29,0	–
34	170	14,00	42,00	–	33,00	21,0	15,0	38,0	–
36	180	22,00	51,00	–	46,00	28,0	23,0	51,0	–
38	190	27,00	47,00	–	50,00	30,0	24,0	54,0	–
40	200	39,00	76,00	–	61,00	44,0	35,0	69,0	–
44	220	42,00	–	–	–	–	37,0	–	–
48	240	41,00	–	–	–	–	40,0	–	–
52	260	77,00	–	–	–	–	70,0	–	–
56	280	80,00	–	–	–	–	75,0	–	–

Lubrificazione

Le quantità di grasso per i cuscinetti "XXTAC20D(29D)" devono essere le stesse previste per i cuscinetti a due corone di rulli cilindrici insieme ai quali vengono utilizzati.
 Le quantità di grasso per cuscinetti assiali a sfere a contatto obliquo per supporto viti a ricircolazione di sfere sono indicate nelle relative tabelle dimensionali (pagg. 110-113).
 Utilizzare i grassi raccomandati a pag. 173; per ottenere il peso (in grammi) del grasso, moltiplicare le quantità sopra elencate per 0,93 (densità).

7. PRECISIONE DEI CUSCINETTI

La precisione dei cuscinetti volventi NSK è determinata dalle tolleranze dimensionali e dalla precisione di rotazione; tali valori sono conformi a quanto riportato nelle norme ISO 492, 199, 582 e 1132-1 e nella norma JIS B 1514. In aggiunta alle tolleranze sopra descritte, NSK produce cuscinetti a sfere a contatto obliquo in classe di precisione ABEC 5, 7 e 9 come specificato dalla American Bearing Manufacturers Association (ABMA) nella norma 20. Le principali definizioni dei simboli relativi alla precisione in rotazione ed ai loro metodi di misurazione sono descritti nella figura 7.1 e nella tabella 7.1. Ulteriori dettagli sono disponibili nella norma ISO 5593, il Vocabolario dei cuscinetti volventi nella norma JIS B 0104 ed i Metodi di misurazione dei cuscinetti volventi nella norma JIS B 1515.

Tabella 7.1

Precisione di rotazione	Anello interno	Anello esterno	Comparatore millesimale
Concentricità (precisione radiale) di rotazione dell'anello interno di un cuscinetto completo - K_{ia}	Rotante	Stazionario	A
Concentricità (precisione radiale) di rotazione dell'anello esterno di un cuscinetto completo - K_{ea}	Stazionario	Rotante	A
Planarità (precisione assiale) di rotazione della faccia laterale dell'anello interno rispetto alla pista di rotolamento dell'anello interno di un cuscinetto completo - S_{ia}	Rotante	Stazionario	B_1
Planarità (precisione assiale) di rotazione della faccia laterale dell'anello esterno rispetto alla pista di rotolamento dell'anello esterno di un cuscinetto completo - S_{ea}	Stazionario	Rotante	B_2
Planarità di rotazione (errore di quadratura) della superficie di riferimento dell'anello interno rispetto al foro - S_d	Rotante	Stazionario	C
Variazione d'inclinazione (errore di quadratura) della superficie cilindrica esterna rispetto alla faccia laterale di riferimento dell'anello esterno - S_q	N/A	Rotante	D

Precisione dei Cuscinetti Radiali

Anello Interno

Tabella 7.2 - Anello Interno (Precisione in Classe 5)

Unità: μm

Diametro foro d (mm)		Scostamento del diametro medio del foro in un singolo piano $\Delta_{dmp}(\epsilon)$		Variazione del diametro del foro in un singolo piano radiale $V_{dp}(\epsilon)$		Variazione del diametro medio del foro $V_{dmp}(\epsilon)$	Concentricità di rotazione dell'anello interno K_{ia}	Errore di quadratura dell'anello interno S_d	Errore di quadratura della faccia dell'anello interno $S_{ia}(\epsilon)$	Scostamento di una singola misura della larghezza dell'anello interno Δ_{Bs}			Variazione della larghezza dell'anello interno V_{Bs}
oltre	fino a	sup.	inf.	Serie Diametri 9 0, 2, 3						max.	max.	max.	
2,5	10	0	-5	4	3	4	7	7	0		-40	-250	5
10	18	0	-5	5	4	3	4	7	7	0	-80	-250	5
18	30	0	-6	6	5	3	4	8	8	0	-120	-250	5
30	50	0	-8	8	6	4	5	8	8	0	-120	-250	5
50	80	0	-9	9	7	5	5	8	8	0	-150	-250	6
80	120	0	-10	10	8	5	6	9	9	0	-200	-380	7
120	180	0	-13	13	10	7	8	10	10	0	-250	-380	8
180	250	0	-15	15	12	8	10	11	13	0	-300	-500	10
250	315	0	-18	18	14	9	13	13	15	0	-350	-500	13

Tabella 7.3 - Anello Interno (Precisione in Classe 4)

Unità: μm

Diametro foro d (mm)		Scostamento del diametro medio del foro in un singolo piano $\Delta_{dmp}(\epsilon)$		Scostamento della singola misura del diametro interno $\Delta_{dS}(\epsilon)$		Variazione del diametro del foro in un singolo piano radiale $V_{dp}(\epsilon)$		Variazione del diametro medio del foro $V_{dmp}(\epsilon)$	Concentricità di rotazione dell'anello interno K_{ia}	Errore di quadratura dell'anello interno S_d	Errore di quadratura della faccia dell'anello interno $S_{ia}(\epsilon)$	Scostamento di una singola misura della larghezza dell'anello interno Δ_{Bs}			Variazione della larghezza dell'anello interno V_{Bs}
oltre	fino a	sup.	inf.	sup.	inf.	Serie Diametri 9 0, 2, 3						max.	max.	max.	
2,5	10	0	-4	0	-4	4	3	2,0	2,5	3	3	0	-40	-250	2,5
10	18	0	-4	0	-4	4	3	2,0	2,5	3	3	0	-80	-250	2,5
18	30	0	-5	0	-5	5	4	2,5	3,0	4	4	0	-120	-250	2,5
30	50	0	-6	0	-6	6	5	3,0	4,0	4	4	0	-120	-250	3,0
50	80	0	-7	0	-7	7	5	3,5	4,0	5	5	0	-150	-250	4,0
80	120	0	-8	0	-8	8	6	4,0	5,0	5	5	0	-200	-380	4,0
120	180	0	-10	0	-10	10	8	5,0	6,0	6	7	0	-250	-380	5,0
180	250	0	-12	0	-12	12	9	6,0	8,0	7	8	0	-300	-500	6,0

(¹) Valido per singoli anelli prodotti per cuscinetti universali.

(²) Valido per cuscinetti con foro cilindrico.

(³) La precisione in Classe 3 è stata definita da NSK. Le tolleranze del diametro del foro e del diametro dell'anello esterno sono in Classe 4, mentre le altre precisioni sono in Classe 2.

(⁴) Valido per cuscinetti a sfere.

Note: 1. Il limite (superiore) di tolleranza del foro cilindrico, lato "non-passa" di un calibro a tampone come specificato in tabella, generalmente non si applica al di sotto di una distanza dalla faccia dell'anello interno pari a 1,2 volte il valore del raggio r (max) del raggio di raccordo.

2. Le Classi di precisione ABMA ABEC 5, ABEC 7 e ABEC 9 sono equivalenti rispettivamente alle Classi ISO (JIS) 5, 4 e 2. Le normative ABMA sono applicabili ai cuscinetti a sfere a contatto obliquo.

Figura 7.1 - Metodi di misurazione della precisione di rotazione

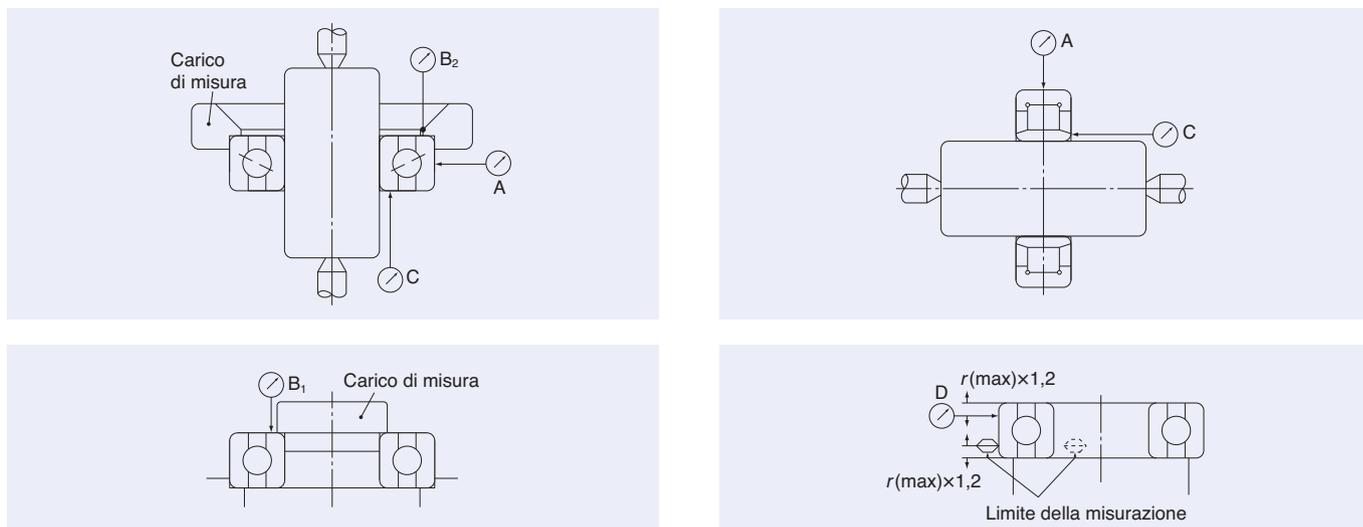


Tabella 7.4 - Anello Interno (Precisione in Classe 3) (6)

Unità: μm

Diametro foro <i>d</i> (mm)		Scostamento del diametro medio del foro in un singolo piano $\Delta_{dmp}(\mu^2)$		Scostamento della singola misura del diametro interno $\Delta_{ds}(\mu^2)$		Variazione del diametro del foro in un singolo piano radiale $V_{dp}(\mu^2)$	Variazione del diametro medio del foro $V_{dmp}(\mu^2)$	Errore di quadratura dell'anello interno K_{ia}	Errore di quadratura della faccia dell'anello interno S_d	Errore di quadratura della faccia dell'anello interno $S_{ia}(\mu^4)$	Scostamento di una singola misura della larghezza dell'anello interno Δ_{Bs}			Variazione della larghezza dell'anello interno V_{Bs}
oltre	fino a	sup.	inf.	max.	max.	max.	max.	max.	max.	max.	sup.	inf.	(1)	max.
2,5	10	0	-4	0	-4	2,5	1,5	1,5	1,5	1,5	0	-40	-250	1,5
10	18	0	-4	0	-4	2,5	1,5	1,5	1,5	1,5	0	-80	-250	1,5
18	30	0	-5	0	-5	2,5	1,5	2,5	1,5	2,5	0	-120	-250	1,5
30	50	0	-6	0	-6	2,5	1,5	2,5	1,5	2,5	0	-120	-250	1,5
50	80	0	-7	0	-7	4,0	2,0	2,5	1,5	2,5	0	-150	-250	1,5
80	120	0	-8	0	-8	5,0	2,5	2,5	2,5	2,5	0	-200	-380	2,5
120	150	0	-10	0	-10	7,0	3,5	2,5	2,5	2,5	0	-250	-380	2,5
150	180	0	-10	0	-10	7,0	3,5	5,0	4,0	5,0	0	-250	-380	4,0
180	250	0	-12	0	-12	8,0	4,0	5,0	5,0	5,0	0	-300	-500	5,0

Tabella 7.5 - Anello Interno (Precisione in Classe 2)

Unità: μm

Diametro foro <i>d</i> (mm)		Scostamento del diametro medio del foro in un singolo piano $\Delta_{dmp}(\mu^2)$		Scostamento della singola misura del diametro interno $\Delta_{ds}(\mu^2)$		Variazione del diametro del foro in un singolo piano radiale $V_{dp}(\mu^2)$	Variazione del diametro medio del foro $V_{dmp}(\mu^2)$	Concentricità di rotazione dell'anello interno K_{ia}	Errore di quadratura dell'anello interno S_d	Errore di quadratura della faccia dell'anello interno $S_{ia}(\mu^4)$	Scostamento di una singola misura della larghezza dell'anello interno Δ_{Bs}			Variazione della larghezza dell'anello interno V_{Bs}
oltre	fino a	sup.	inf.	max.	max.	max.	max.	max.	max.	max.	sup.	inf.	(1)	max.
2,5	10	0	-2,5	0	-2,5	2,5	1,5	1,5	1,5	1,5	0	-40	-250	1,5
10	18	0	-2,5	0	-2,5	2,5	1,5	1,5	1,5	1,5	0	-80	-250	1,5
18	30	0	-2,5	0	-2,5	2,5	1,5	2,5	1,5	2,5	0	-120	-250	1,5
30	50	0	-2,5	0	-2,5	2,5	1,5	2,5	1,5	2,5	0	-120	-250	1,5
50	80	0	-4,0	0	-4,0	4,0	2,0	2,5	1,5	2,5	0	-150	-250	1,5
80	120	0	-5,0	0	-5,0	5,0	2,5	2,5	2,5	2,5	0	-200	-380	2,5
120	150	0	-7,0	0	-7,0	7,0	3,5	2,5	2,5	2,5	0	-250	-380	2,5
150	180	0	-7,0	0	-7,0	7,0	3,5	5,0	4,0	5,0	0	-250	-380	4,0
180	250	0	-8,0	0	-8,0	8,0	4,0	5,0	5,0	5,0	0	-300	-500	5,0

Anello Interno (Precisione in Classe 4Y)

Per la Classe 4Y (P4Y), la precisione dimensionale del diametro del foro e del diametro esterno sono speciali.

Tabella 7.6 - Precisione del Diametro del Foro dell'Anello Interno Unità: μm

Diametro foro (mm)		Classe 4		Classe 4Y (controllato al valore medio)	
oltre	fino a	sup.	inf.	sup.	inf.
30	50	0	-6	-1	-3
50	80	0	-7	-2	-5
80	120	0	-8	-3	-6
120	150	0	-10	-3	-7

Per fori inferiori a 30 mm i valori della precisione sono gli stessi dei cuscinetti con fori tra 30 e 50 mm. La precisione in Classe 4Y è uno standard definito da NSK, in cui la precisione del diametro del foro e del diametro esterno sono in classe speciale (controllata al valore medio) e le altre precisioni sono in Classe 4.

La Classe 4Y presenta la stessa precisione di rotazione della Classe 4 ma con un campo di tolleranza del diametro foro e del diametro esterno più ristretto rispetto alla Classe 4. È adatta a cuscinetti singoli universali.

7. PRECISIONE DEI CUSCINETTI

Precisione dei Cuscinetti Radiali

Anello Esterno

Tabella 7.6 - Anello Esterno (Precisione in Classe 5)

Unità: μm

Diametro esterno D (mm)		Scostamento del diametro medio esterno in un singolo piano Δ_{Dmp}		Variazione del diametro esterno in un singolo piano radiale V_{Dp}		Variazione del diametro esterno medio V_{Dmp}	Concentricità di rotazione dell'anello esterno K_{ea}	Errore di quadratura dell'anello esterno S_D	Errore di quadratura della faccia dell'anello esterno $S_{ea}(^\circ)$	Scostamento di una singola misura della larghezza dell'anello esterno Δ_{Cs}	Variazione della larghezza dell'anello esterno V_{Cs}
				Serie Diametri 9 0, 2							
oltre	fino a	sup.	inf.	sup.	inf.	max.	max.	max.	max.	max.	max.
6	18	0	-5	5	4	3	5	8	8	I valori sono uguali a quello (Δ_{Bs}) dell'anello interno dello stesso cuscinetto	5
18	30	0	-6	6	5	3	6	8	8		5
30	50	0	-7	7	5	4	7	8	8		5
50	80	0	-9	9	7	5	8	8	10		6
80	120	0	-10	10	8	5	10	9	11		8
120	150	0	-11	11	8	6	11	10	13		8
150	180	0	-13	13	10	7	13	10	14		8
180	250	0	-15	15	11	8	15	11	15		10
250	315	0	-18	18	14	9	18	13	18		11
315	400	0	-20	20	15	10	20	13	20		13

Tabella 7.7 - Anello Esterno (Precisione in Classe 4)

Unità: μm

Diametro esterno D (mm)		Scostamento del diametro medio esterno in un singolo piano Δ_{Dmp}		Scostamento di una singola misura del diametro esterno Δ_{Ds}		Variazione del diametro esterno in un singolo piano radiale V_{Dp}		Variazione del diametro esterno medio V_{Dmp}	Concentricità di rotazione dell'anello esterno K_{ea}	Errore di quadratura dell'anello esterno S_D	Errore di quadratura della faccia dell'anello esterno $S_{ea}(^\circ)$	Scostamento di una singola misura della larghezza dell'anello esterno Δ_{Cs}	Variazione della larghezza dell'anello esterno V_{Cs}
						Serie diametri 9 0, 2							
oltre	fino a	sup.	inf.	sup.	inf.	sup.	inf.	max.	max.	max.	max.	max.	max.
6	18	0	-4	0	-4	4	3	2,0	3	4	5	I valori sono uguali a quello (Δ_{Bs}) dell'anello interno dello stesso cuscinetto	2,5
18	30	0	-5	0	-5	5	4	2,5	4	4	5		2,5
30	50	0	-6	0	-6	6	5	3,0	5	4	5		2,5
50	80	0	-7	0	-7	7	5	3,5	5	4	5		3,0
80	120	0	-8	0	-8	8	6	4,0	6	5	6		4,0
120	150	0	-9	0	-9	9	7	5,0	7	5	7		5,0
150	180	0	-10	0	-10	10	8	5,0	8	5	8		5,0
180	250	0	-11	0	-11	11	8	6,0	10	7	10		7,0
250	315	0	-13	0	-13	13	10	7,0	11	8	10		7,0
315	400	0	-15	0	-15	15	11	8,0	13	10	13		8,0

(¹) Valido per cuscinetti a sfere.

(²) La precisione in Classe 3 è stata definita da NSK. Le tolleranze del diametro del foro e del diametro dell'anello esterno sono in Classe 4, mentre le altre precisioni sono in Classe 2.

Note: 1. Il limite (superiore) di tolleranza del foro cilindrico, lato "non-passa" di un calibro a tampone come specificato in tabella, generalmente non si applica al di sotto di una distanza dalla faccia dell'anello interno pari a 1,2 volte il valore del raggio r (max.) del raggio di raccordo.

2. Le Classi di precisione ABMA ABEC 5, ABEC 7 e ABEC 9 sono equivalenti rispettivamente alle Classi ISO (JIS) 5, 4 e 2. Le normative ABMA sono applicabili ai cuscinetti a sfere a contatto obliquo.

Tabella 7.8 - Anello Esterno (Precisione in Classe 3)^(c)

Unità: µm

Diametro esterno <i>D</i> (mm)		Scostamento del diametro medio esterno in un singolo piano ΔD_{mp}		Scostamento di una singola misura del diametro esterno ΔD_s		Variazione del diametro esterno in un singolo piano radiale V_{Dp}	Variazione del diametro esterno medio V_{Dmp}	Concentricità di rotazione dell'anello esterno K_{ea}	Errore di quadratura dell'anello esterno S_D	Errore di quadratura della faccia dell'anello esterno $S_{ea}(')$	Scostamento di una singola misura della larghezza dell'anello esterno ΔC_s	Variazione della larghezza dell'anello esterno V_{Cs}
oltre	fino a	sup	inf	max	max	max	max	max	max	max	max	max.
6	18	0	-4	0	-4	2,5	1,5	1,5	1,5	1,5	I valori sono uguali a quello (ΔB_s) dell'anello interno dello stesso cuscinetto	1,5
18	30	0	-5	0	-5	4,0	2,0	2,5	1,5	2,5		1,5
30	50	0	-6	0	-6	4,0	2,0	2,5	1,5	2,5		1,5
50	80	0	-7	0	-7	4,0	2,0	4,0	1,5	4,0		1,5
80	120	0	-8	0	-8	5,0	2,5	5,0	2,5	5,0		2,5
120	150	0	-9	0	-9	5,0	2,5	5,0	2,5	5,0		2,5
150	180	0	-10	0	-10	7,0	3,5	5,0	2,5	5,0		2,5
180	250	0	-11	0	-11	8,0	4,0	7,0	4,0	7,0		4,0
250	315	0	-13	0	-13	8,0	4,0	7,0	5,0	7,0		5,0
315	400	0	-15	0	-15	10,0	5,0	8,0	7,0	8,0		7,0

Tabella 7.9 - Anello Esterno (Precisione in Classe 2)^(c)

Unità: µm

Diametro esterno <i>D</i> (mm)		Scostamento del diametro medio esterno in un singolo piano ΔD_{mp}		Scostamento di una singola misura del diametro esterno ΔD_s		Variazione del diametro esterno in un singolo piano radiale V_{Dp}	Variazione del diametro esterno medio V_{Dmp}	Concentricità di rotazione dell'anello esterno K_{ea}	Errore di quadratura dell'anello esterno S_D	Errore di quadratura della faccia dell'anello esterno $S_{ea}(')$	Scostamento di una singola misura della larghezza dell'anello esterno ΔC_s	Variazione della larghezza dell'anello esterno V_{Cs}
oltre	fino a	sup	inf	max	max	max	max	max	max	max	max	max.
6	18	0	-2,5	0	-2,5	2,5	1,5	1,5	1,5	1,5	I valori sono uguali a quello (ΔB_s) dell'anello interno dello stesso cuscinetto	1,5
18	30	0	-4,0	0	-4,0	4,0	2,0	2,5	1,5	2,5		1,5
30	50	0	-4,0	0	-4,0	4,0	2,0	2,5	1,5	2,5		1,5
50	80	0	-4,0	0	-4,0	4,0	2,0	4,0	1,5	4,0		1,5
80	120	0	-5,0	0	-5,0	5,0	2,5	5,0	2,5	5,0		2,5
120	150	0	-5,0	0	-5,0	5,0	2,5	5,0	2,5	5,0		2,5
150	180	0	-7,0	0	-7,0	7,0	3,5	5,0	2,5	5,0		2,5
180	250	0	-8,0	0	-8,0	8,0	4,0	7,0	4,0	7,0		4,0
250	315	0	-8,0	0	-8,0	8,0	4,0	7,0	5,0	7,0		5,0
315	400	0	-10,0	0	-10,0	10,0	5,0	8,0	7,0	8,0		7,0

Anello Esterno (Precisione in Classe 4Y)

Tabella 7.11 - Tolleranza del Diametro Esterno

Unità: µm

Diametro esterno (mm)		Classe 4		Classe 4Y (controllato al valore medio)	
oltre	fino a	sup.	inf.	sup.	inf.
50	80	0	-7	-2	-6
80	120	0	-8	-2	-6
120	150	0	-9	-3	-7
150	180	0	-10	-3	-7
180	200	0	-11	-4	-9
200	215	0	-11	-2	-9

Per cuscinetti con diametri esterni inferiori a 50 mm i valori della precisione sono gli stessi dei cuscinetti con diametri esterni tra 50 e 80 mm.

La precisione in Classe 4Y è uno standard definito da NSK, in cui la precisione del diametro del foro e del diametro esterno sono in classe speciale (controllata al valore medio) e le altre precisioni sono in Classe 4.

La Classe 4Y presenta la stessa precisione di rotazione della Classe 4 ma con un campo di tolleranza del diametro foro e del diametro esterno più ristretto rispetto alla Classe 4. È adatta a cuscinetti universali.

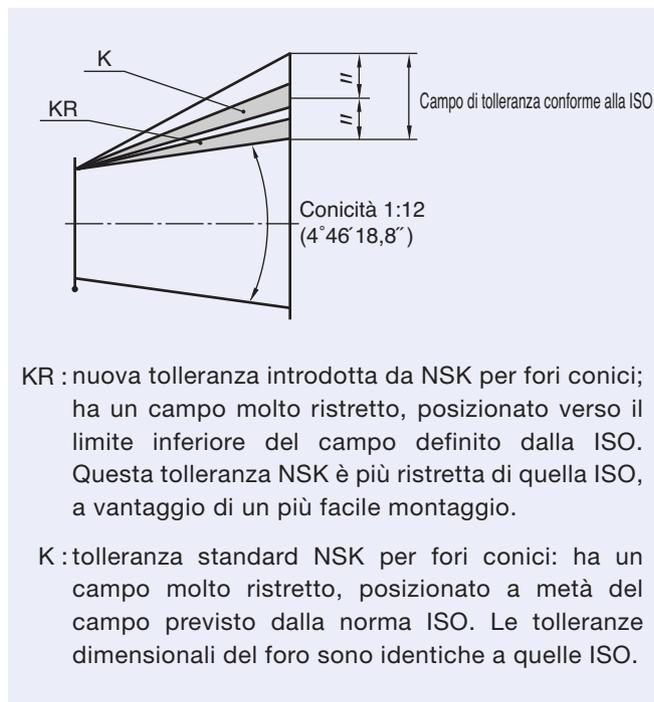
7. PRECISIONE DEI CUSCINETTI

Precisione dei Cuscinetti a Rulli Cilindrici con Foro Conico

Precisione del Foro Conico

La precisione del foro conico dei cuscinetti a rulli cilindrici è definita dalle norme ISO. Tuttavia, le tolleranze definite da questa norma sono piuttosto ampie. Per i cuscinetti a rulli cilindrici di precisione, NSK ha definito proprie tolleranze (specifica KR, vedere figura 7.2) di costruzione che risultano più ristrette. NSK sta concentrando le produzioni dei cuscinetti con foro conico con specifica KR. Alcune tipologie potrebbero essere ancora disponibili con la specifica K standard; è quindi facoltà del cliente selezionare la specifica più idonea alla propria applicazione, qualora fossero disponibili entrambe le versioni.

Figura 7.2 - Tolleranze



KR : nuova tolleranza introdotta da NSK per fori conici; ha un campo molto ristretto, posizionato verso il limite inferiore del campo definito dalla ISO. Questa tolleranza NSK è più ristretta di quella ISO, a vantaggio di un più facile montaggio.

K : tolleranza standard NSK per fori conici: ha un campo molto ristretto, posizionato a metà del campo previsto dalla norma ISO. Le tolleranze dimensionali del foro sono identiche a quelle ISO.

Figura 7.3 - Tolleranze del Foro Conico

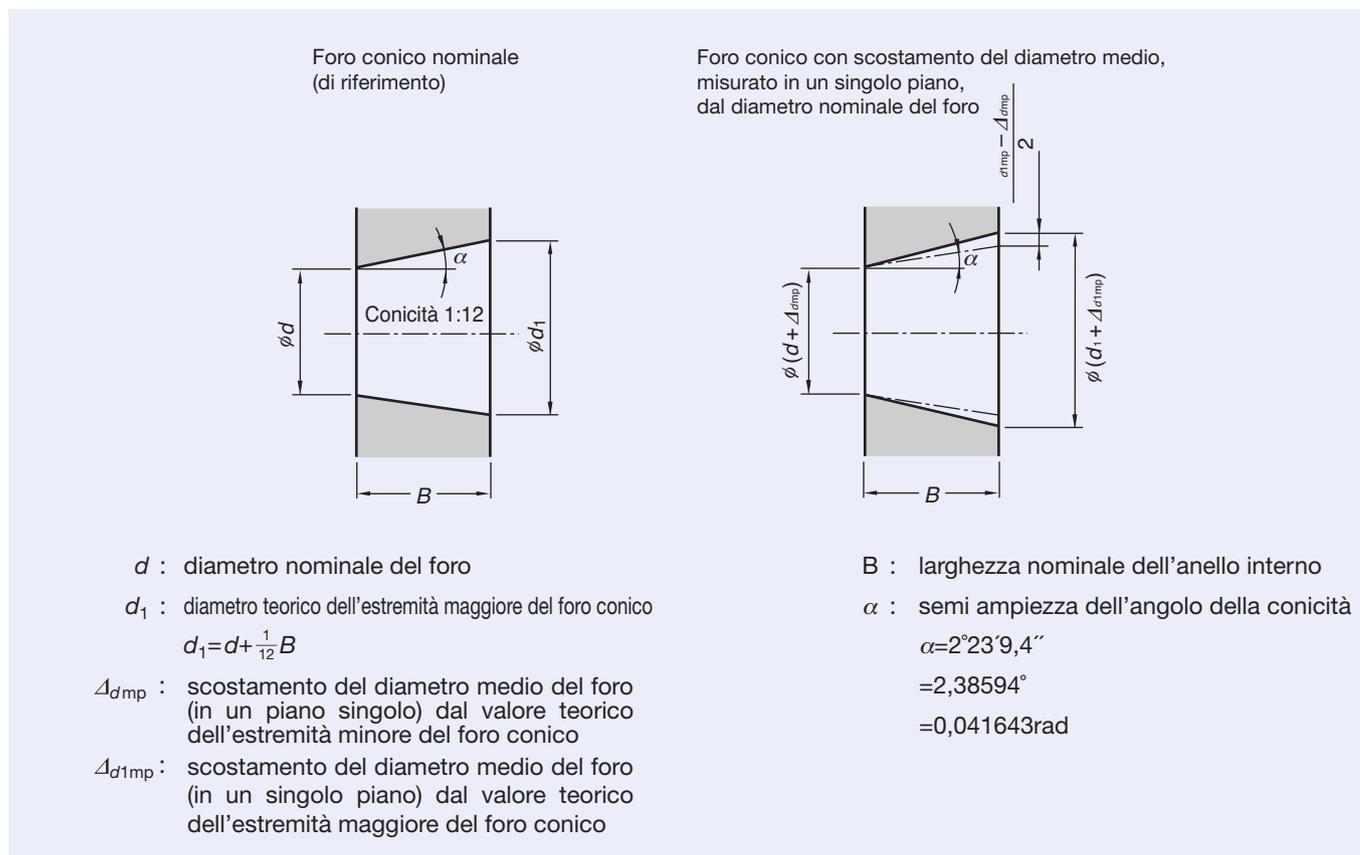


Tabella 7.10 - Foro Conico KR

Unità: μm

d (mm)		Δ_{dmp}		(Riferimento) ^(*) $\Delta_{d1mp} - \Delta_{dmp}$		V_{dp} ⁽¹⁾
oltre	fino a	sup	inf	sup	inf	max
18	30	+13	0	+3	0	4
30	50	+16	0	+3	0	5
50	80	+19	0	+4	0	6
80	120	+22	0	+5	0	7
120	180	+25	0	+7	0	9
180	250	+29	0	+9	0	12

(1) Variazione del diametro del foro in un singolo piano radiale, applicabile a tutti i piani radiali dei fori conici.

(*) Tolleranza dell'angolo di conicità $4^{\circ}46'18,8''_{0}^{25}$

Tabella 7.11 - Foro Conico K

Unità: μm

d (mm)		Δ_{dmp}		$\Delta_{d1mp} - \Delta_{dmp}$		V_{dp} ⁽¹⁾
oltre	fino a	sup	inf	sup	inf	max
18	30	+21	0	+21	0	4
30	50	+25	0	+25	0	5
50	80	+30	0	+30	0	6
80	120	+35	0	+35	0	7
120	180	+40	0	+40	0	9
180	250	+46	0	+46	0	12
250	315	+52	0	+52	0	14
315	400	+57	0	+57	0	16
400	500	+63	0	+63	0	18

(1) Variazione del diametro del foro in un singolo piano radiale, applicabile a tutti i piani radiali dei fori conici.

7. PRECISIONE DEI CUSCINETTI

Precisione dei Cuscinetti Assiali a Sfere a Contatto Obliquo

Precisione dei Cuscinetti Assiali a Sfere a Contatto Obliquo - Serie BAR e BTR in Classe 4A ⁽¹⁾

Tabella 7.14 - Anello Interno

Unità: μm

Diametro foro d (mm)	Scostamento del diametro medio del foro in un singolo piano Δ_{dmp}		Scostamento della singola misura del diametro interno Δ_{ds}		Variazione del diametro del foro in un singolo piano radiale V_{dp}		Variazione del diametro medio del foro V_{dmp}	Concentricità di rotazione dell'anello interno K_{ia}	Errore di quadratura dell'anello interno S_d	Errore di quadratura della faccia dell'anello interno S_{ia}	Variazione della larghezza dell'anello interno V_{Bs}	Scostamento di una singola misura della larghezza dell'anello interno $\Delta_{Bs} (\Delta_{Cs})$						
					Serie Diametri							max	max	max	max	max	max	max
					9	0												
oltre	fino a	sup	inf	sup	inf	max	max	max	max	max	max	max	max					
-	50	0	-6	0	-6	6	5	3,0	4	4	4	3	0	-300				
50	80	0	-7	0	-7	7	5	3,5	4	5	5	4	0	-500				
80	120	0	-8	0	-8	8	6	4,0	5	5	5	4	0	-500				
120	150	0	-10	0	-10	10	8	5,0	6	6	7	5	0	-750				
150	180	0	-10	0	-10	10	8	5,0	6	6	7	5	0	-750				
180	250	0	-12	0	-12	12	9	6,0	8	7	8	6	0	-1 000				

Tabella 7.15 - Anello Esterno

Unità: μm

Diametro esterno D (mm)	Scostamento del diametro esterno medio in un singolo piano Δ_{Dmp}		Scostamento della singola misura del diametro esterno Δ_{Ds}		Variazione del diametro esterno in un singolo piano radiale V_{Dp}		Variazione del diametro esterno medio V_{Dmp}	Concentricità di rotazione dell'anello esterno K_{ea}	Errore di quadratura dell'anello esterno S_D	Errore di quadratura della faccia dell'anello esterno S_{ea}	Variazione della larghezza dell'anello esterno V_{Cs}						
					Serie Diametri							max	max	max	max	max	max
					9	0											
oltre	fino a	sup	inf	sup	inf	max	max	max	max	max	max						
-	80	-30	-37	-30	-37	7	5	3,5	5	4	5	3					
80	120	-40	-48	-40	-48	8	6	4,0	6	5	6	4					
120	150	-50	-59	-50	-59	9	7	5,0	7	5	7	5					
150	180	-50	-60	-50	-60	10	8	5,0	8	5	8	5					
180	250	-50	-61	-50	-61	11	8	6,0	10	7	10	7					
250	315	-60	-73	-60	-73	13	10	7,0	11	8	10	7					

⁽¹⁾ Specifica NSK. Equivalente alla Classe ISO 4 ad eccezione della tolleranza del diametro esterno dell'anello esterno.

Precisione dei Cuscinetti Assiali a Sfere a Doppio Effetto a Contatto Obliquo - Serie TAC in Classe 7 ⁽²⁾

Tabella 7.16 - Precisione dell'Anello Interno, dell'Anello Esterno e della Larghezza del Cuscinetto

Tabella 7.17 - Tolleranze dell'Anello Esterno

Unità: μm

Unità: μm

Diametro foro d (mm)	Scostamento della singola misura del foro Δ_{ds}		Scostamento dell'altezza effettiva del cuscinetto Δ_{Ts}		Errore radiale di rotazione dell'anello interno (anello esterno) di un cuscinetto assemblato K_{ia} (K_{ea})	Errore di rotazione dell'anello interno rispetto al foro S_d	Errore di quadratura della faccia dell'anello interno (anello esterno) rispetto alla pista S_{ia} (S_{ea})	
								sup
oltre	fino a	sup	inf	sup	inf	max	max	max
-	30	0	-5	0	-300	5	4	3
30	50	0	-5	0	-400	5	4	3
50	80	0	-8	0	-500	6	5	5
80	120	0	-8	0	-600	6	5	5
120	180	0	-10	0	-700	8	8	5
180	250	0	-13	0	-800	8	8	6
250	315	0	-15	0	-900	10	10	6
315	400	0	-18	0	-1200	10	12	7

Diametro esterno D (mm)	Scostamento di un singolo diametro esterno Δ_{Ds}		
	sup	inf	
oltre	fino a	sup	inf
30	50	-25	-41
50	80	-30	-49
80	120	-36	-58
120	180	-43	-68
180	250	-50	-79
250	315	-56	-88
315	400	-62	-98
400	500	-68	-108
500	630	-76	-120

⁽²⁾ Specifica NSK

Precisione dei Cuscinetti a Sfere a Contatto Obliquo per Supporto Viti a Ricircolazione di Sfere

Applicazioni per Macchine Utensili

Tabella 7.18 - Serie TAC B

Diametro foro o esterno (mm)		Scostamento del diametro del foro				Scostamento del diametro esterno				Scostamento della larghezza dell'anello interno		Errore radiale di rotazione dell'anello interno o esterno
		Classi di Precisione				Classi di Precisione				Classi di Precisione		Classi di Precisione
		PN7A		PN7B		PN7A		PN7B		PN7A PN7B		PN7A PN7B
oltre	fino a	sup	inf	sup	inf	sup	inf	sup	inf	sup	inf	max
10	18	0	-4	0	-4	-	-	-	-	0	-120	2,5
18	30	0	-5	0	-4	-	-	-	-	0	-120	2,5
30	50	0	-6	0	-4	0	-6	0	-4	0	-120	2,5
50	80	0	-7	0	-5	0	-7	0	-5	0	-150	2,5
80	120	0	-8	0	-6	0	-8	0	-6	0	-200	2,5

Nota: lo scostamento della larghezza dell'anello esterno è uguale a quello dell'anello interno dello stesso cuscinetto.

La Classe PN7A è la classe di precisione standard di questi cuscinetti. Corrisponde alla Classe ISO 4 per cuscinetti radiali a sfere, ma con tolleranze più ristrette sugli errori di rotazione dell'anello interno ed esterno.

La Classe PN7B è più precisa e si applica alle tolleranze dei diametri del foro ed esterno dei cuscinetti singoli universali ad una corona (SU).

Applicazioni per Macchine per Stampaggio ad Iniezione

Tabella 7.19 - Serie TAC 02 e 03

Diametro foro o esterno (mm)		Scostamento del diametro del foro		Scostamento del diametro esterno		Scostamento della larghezza dell'anello interno		Errore radiale di rotazione dell'anello interno o esterno
		Classi di Precisione						max
		PN5D						
oltre	fino a	sup	inf	sup	inf	sup	inf	max
10	18	0	-5	-	-	0	-80	5
18	30	0	-6	-	-	0	-120	5
30	50	0	-8	0	-7	0	-120	8
50	80	0	-9	0	-9	0	-150	8
80	120	0	-10	0	-10	0	-200	8
120	150	-	-	0	-11	-	-	-
150	180	-	-	0	-13	-	-	-
180	250	-	-	0	-15	-	-	-
250	315	-	-	0	-18	-	-	-

Nota: lo scostamento della larghezza dell'anello esterno è uguale a quello dell'anello interno dello stesso cuscinetto.

La Classe PN5D è la classe di precisione standard di questi cuscinetti. Corrisponde alla Classe ISO 5 per cuscinetti radiali a sfere, ma con tolleranze più ristrette sugli errori di rotazione dell'anello interno ed esterno.

8. PROGETTAZIONE DELL'ALBERO E DELL'ALLOGGIAMENTO

Tolleranze di Montaggio dell'Albero e dell'Alloggiamento

Per poter sfruttare appieno le capacità dei cuscinetti in termini di precisione di rotazione, velocità massima raggiungibile e bassa generazione di calore, è estremamente importante che albero ed alloggiamento vengano realizzati in modo molto accurato.

Quando l'anello interno o l'anello esterno sono montati sull'albero o nell'alloggiamento con una certa interferenza, l'errore di forma dell'albero o dell'alloggiamento viene trasferito alle piste di rotolamento del cuscinetto, alterandone la sua precisione di rotazione.

Quando si impiegano disposizioni multiple di cuscinetti a sfere a contatto obliquo, la cilindricità influisce sulla corretta distribuzione del precarico in ogni singolo cuscinetto. Pertanto, le parti adiacenti ai cuscinetti devono essere realizzate con la massima accuratezza possibile. Un montaggio poco accurato può causare la formazione di spigoli o punti di eccentricità lungo l'albero del mandrino, che possono a loro volta determinare un decadimento della qualità del pezzo lavorato.

Tabella 8.1 - Tolleranze dell'Albero (*)

Tipo cuscinetto	Diametro esterno albero (mm)		Tolleranza diametro esterno albero (°) (mm)		Accoppiamento ideale (°) (°) (mm)	
	oltre	fino a	min	max	min	max
Cuscinetto per mandrino di macchina utensile (°)	10	18	-0,003	0	0	0,0020 T
	18	50	-0,004	0	0	0,0025 T
	50	80	-0,005	0	0	0,0030 T
	80	120	-0,003	0,003	0	0,0040 T
	120	180	-0,004	0,004	0	0,0040 T
	180	250	-0,005	0,005	0	0,0050 T
Cuscinetto assiale a contatto obliquo per supporto di vite a ricircolazione di sfere	10	18	-0,008	0	-	-
	18	30	-0,009	0	-	-
	30	50	-0,011	0	-	-
	50	80	-0,013	0	-	-
	80	120	-0,015	0	-	-

Tabella 8.2 - Tolleranze dell'Alloggiamento (*)

Tipo cuscinetto	Diametro foro alloggiamento (mm)		Tolleranza diametro foro alloggiamento (°) (mm)		Accoppiamento ideale (°) (°) (mm)	
	oltre	fino a	min	max	min	max
Cuscinetto a sfere a contatto obliquo (lato bloccato)	18	50	-0,0020	0,0020	0,002 L	0,006 L
	50	80	-0,0025	0,0025	0,002 L	0,006 L
	80	120	-0,0030	0,0030	0,003 L	0,008 L
	120	180	-0,0040	0,0040	0,003 L	0,008 L
	180	250	-0,0050	0,0050	0,005 L	0,010 L
Cuscinetto a sfere a contatto obliquo (lato libero)	18	50	0	0,0040	0,006 L	0,011 L
	50	80	0	0,0050	0,006 L	0,011 L
	80	120	0	0,0060	0,009 L	0,015 L
	120	180	0	0,0080	0,009 L	0,015 L
	180	250	0	0,0100	0,015 L	0,022 L
Cuscinetto a rulli cilindrici	18	50	-0,0060	0	0,002 L	0,002 T
	50	80	-0,0070	0	0,002 L	0,002 T
	80	120	-0,0080	0	0,002 L	0,002 T
	120	180	-0,0090	0	0,002 L	0,002 T
	180	250	-0,0110	0	0,002 L	0,002 T
Cuscinetto assiale a contatto obliquo per supporto di vite a ricircolazione di sfere	10	18	-	-	-	-
	18	30	-	-	-	-
	30	50	0	0,0160	-	-
	50	80	0	0,0190	-	-
	80	120	0	0,0220	-	-

(*) I valori riportati in tabella forniscono un'indicazione generale per mandrini di macchine utensili con utilizzo normale e velocità di rotazione pari o inferiore a $800.000 d_m n$. Per applicazioni ad alta velocità, carichi elevati o anello esterno rotante, si prega di contattare NSK.

(°) Utilizzare i valori di accoppiamento ideale quando è possibile effettuare una selezione; per accoppiamenti senza selezione, utilizzare i valori minimi e massimi indicati in tabella.

(°) Applicabile per i cuscinetti a sfere a contatto obliquo (70xx, 79xx, 72xx, BNR e BER), per i cuscinetti assiali a sfere a contatto obliquo (BAR, BTR e TAC) e per i cuscinetti a rulli cilindrici (N10xx, NN30xx, NN39xx, NN49xx e NNU49x).

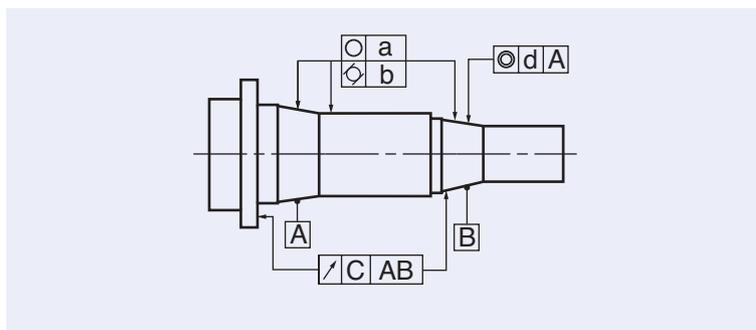
(°) T = Accoppiamento con interferenza

L = Accoppiamento con gioco

Se la conicità dell'anello interno nei cuscinetti a due corone di rulli cilindrici con foro conico non si accoppia correttamente con la conicità dell'albero, il gioco residuo tra le due corone dopo la registrazione sarà differente. Pertanto, il carico non sarà ripartito equamente tra le due corone e di conseguenza anche la rigidezza verrà compromessa, generando un movimento anomalo dei rulli dovuto alla conicità della pista di rotolamento. Si raccomanda pertanto di verificare, con i calibri specifici, la correttezza della conicità delle parti per eseguire un perfetto accoppiamento con il cuscinetto. Il contatto superficiale deve essere superiore all'80% della superficie totale (si può verificare con il Blu di Prussia).

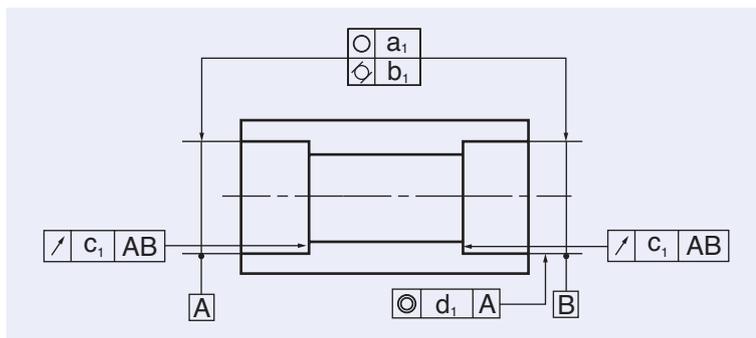
Le tolleranze e le rugosità superficiali raccomandate sono indicate nelle tabelle di seguito:

Tabella 8.3 - Tolleranze e Rugosità Medie Raccomandate per l'Albero



Diametro Albero (mm)		Tolleranze e rugosità medie (μm)									
		Circolarità (○)		Cilindricità (○)		Concentricità Rotazione (↗)		Coassialità (◎)		Rugosità	
		a		b		c		d		R _a	
		Classi di precisione		Classi di precisione		Classi di precisione		Classi di precisione		Classi di precisione	
oltre	fino a	P5, P4	P3, P2	P5, P4	P3, P2	P5, P4	P3, P2	P5, P4	P3, P2	P5, P4	P3, P2
-	10	0,7	0,5	0,7	0,5	2,0	1,2	4,0	2,5	0,2	0,1
10	18	1,0	0,6	1,0	0,6	2,5	1,5	5,0	3,0	0,2	0,1
18	30	1,2	0,7	1,2	0,7	3,0	2,0	6,0	4,0	0,2	0,1
30	50	1,2	0,7	1,2	0,7	3,5	2,0	7,0	4,0	0,2	0,1
50	80	1,5	1,0	1,5	1,0	4,0	2,5	8,0	5,0	0,2	0,1
80	120	2,0	1,2	2,0	1,2	5,0	3,0	10	6,0	0,4	0,2
120	180	2,5	1,7	2,5	1,7	6,0	4,0	12	8,0	0,4	0,2
180	250	3,5	2,2	3,5	2,2	7,0	5,0	14	10	0,4	0,2
250	315	4,0	3,0	4,0	3,0	8,0	6,0	16	12	0,4	0,2

Tabella 8.4 - Tolleranze e Rugosità Medie Raccomandate per l'Alloggiamento



Dimensione foro alloggiamento (mm)		Tolleranze e rugosità medie (μm)									
		Circolarità (○)		Cilindricità (○)		Concentricità Rotazione (↗)		Coassialità (◎)		Rugosità	
		a ₁		b ₁		c ₁		d ₁		R _a	
		Classi di precisione		Classi di precisione		Classi di precisione		Classi di precisione		Classi di precisione	
oltre	fino a	P5, P4	P3, P2	P5, P4	P3, P2	P5, P4	P3, P2	P5, P4	P3, P2	P5, P4	P3, P2
10	18	1,0	0,6	1,0	0,6	2,5	1,5	5,0	3,0	0,4	0,2
18	30	1,2	0,7	1,2	0,7	3,0	2,0	6,0	4,0	0,4	0,2
30	50	1,2	0,7	1,2	0,7	3,5	2,0	7,0	4,0	0,4	0,2
50	80	1,5	1,0	1,5	1,0	4,0	2,5	8,0	5,0	0,4	0,2
80	120	2,0	1,2	2,0	1,2	5,0	3,0	10	6,0	0,8	0,4
120	180	2,5	1,7	2,5	1,7	6,0	4,0	12	8,0	0,8	0,4
180	250	3,5	2,2	3,5	2,2	7,0	5,0	14	10	0,8	0,4
250	315	4,0	3,0	4,0	3,0	8,0	6,0	16	12	1,6	0,8
315	400	4,5	3,5	4,5	3,5	9,0	6,5	18	13	1,6	0,8

8. PROGETTAZIONE DELL'ALBERO E DELL'ALLOGGIAMENTO

Dimensione degli Spallamenti e dei Raggi di Raccordo

Tabella 8.5 - Dimensione degli Spallamenti e dei Raggi di Raccordo per Cuscinetti a Sfere a Contatto Obliquo

Unità: mm

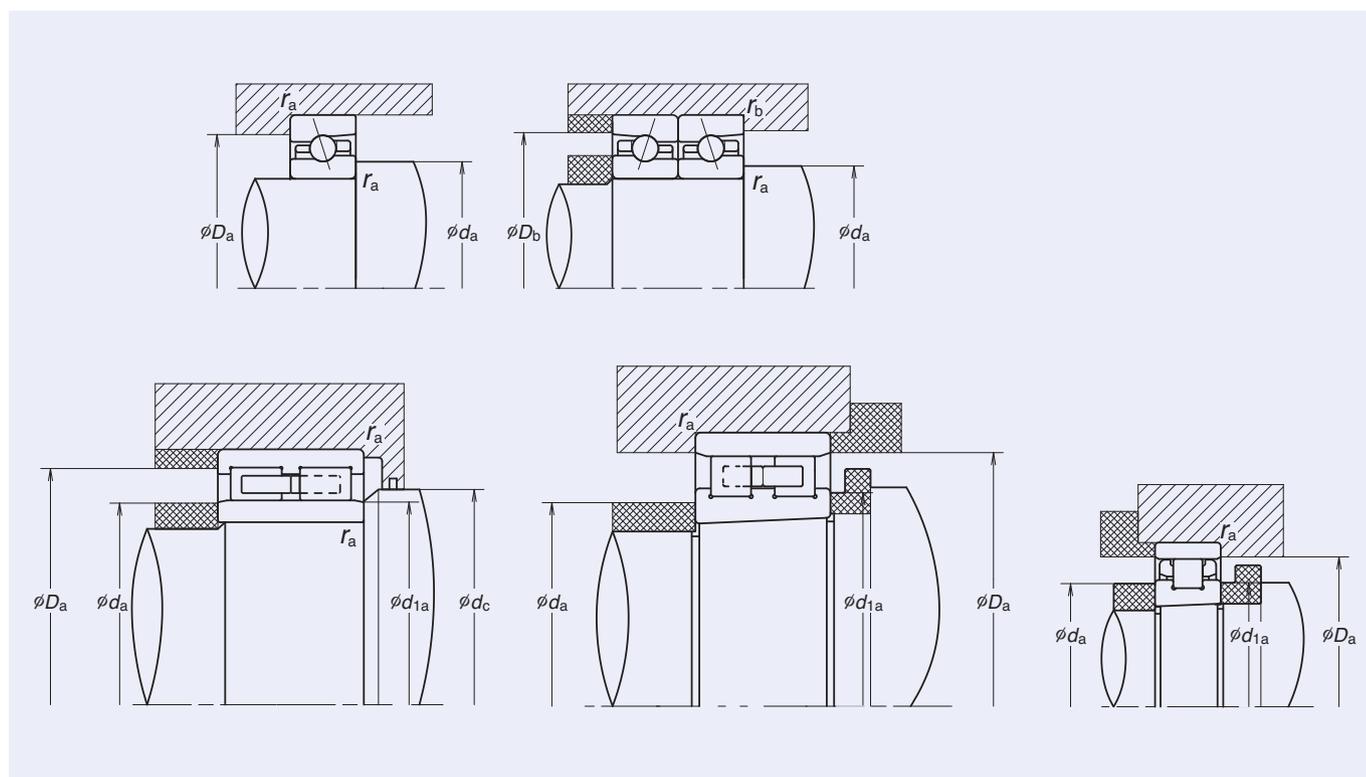
Diametro foro	Serie dimensionale ISO 19 79xx, BNR19, BER19, BAR19, BTR19, BGR19, TAC29x					Serie dimensionale ISO 10 70xx, BNR10, BER10, BAR10, BTR10, BGR10, TAC20x					Serie dimensionale ISO 02 72xx, BGR02				
	d_a (min)	D_a (max)	D_b (max)	r_a (max)	r_b (max)	d_a (min)	D_a (max)	D_b (max)	r_a (max)	r_b (max)	d_a (min)	D_a (max)	D_b (max)	r_a (max)	r_b (max)
5	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	7,5	13,5	–	0,3	–
6	–	–	–	–	–	8,5	14,5	–	0,3	–	8,5	16,5	–	0,3	–
7	–	–	–	–	–	9,5	16,5	–	0,3	–	–	–	–	–	–
8	–	–	–	–	–	10,5	19,5	–	0,3	–	10,5	21,5	–	0,3	–
10	12,5	19,5	20,8	0,3	0,15	12,5	23,5	24,8	0,3	0,15	15	25	27,5	0,6	0,3
12	14,5	21,5	22,8	0,3	0,15	14,5	25,5	26,8	0,3	0,15	17	27	29,5	0,6	0,3
15	17,5	25,5	26,8	0,3	0,15	17,5	29,5	30,8	0,3	0,15	20	30	32,5	0,6	0,3
17	19,5	27,5	28,8	0,3	0,15	19,5	32,5	33,8	0,3	0,15	22	35	37,5	0,6	0,3
20	22,5	34,5	35,8	0,3	0,15	25	37	39,5	0,6	0,3	26	41	42	1,0	0,5
25	27,5	39,5	40,8	0,3	0,15	30	42	44,5	0,6	0,3	31	46	47	1,0	0,5
30	32,5	44,5	45,8	0,3	0,15	36	49	50	1,0	0,5	36	56	57	1,0	0,5
35	40	50	52,5	0,6	0,3	41	56	57	1,0	0,5	42	65	67	1,0	0,6
40	45	57	59,5	0,6	0,3	46	62	63	1,0	0,5	47	73	75	1,0	0,6
45	50	63	65,5	0,6	0,3	51	69	70	1,0	0,5	52	78	80	1,0	0,6
50	55	67	69,5	0,6	0,3	56	74	75	1,0	0,5	57	83	85	1,0	0,6
55	61	74	75	1,0	0,5	62	83	85	1,0	0,6	64	91	94	1,5	0,8
60	66	79	80	1,0	0,5	67	88	90	1,0	0,6	69	101	104	1,5	0,8
65	71	84	85	1,0	0,5	72	93	95	1,0	0,6	74	111	114	1,5	0,8
70	76	94	95	1,0	0,5	77	103	105	1,0	0,6	79	116	119	1,5	0,8
75	81	99	100	1,0	0,5	82	108	110	1,0	0,6	84	121	124	1,5	0,8
80	86	104	105	1,0	0,5	87	118	120	1,0	0,6	90	130	134	2,0	1,0
85	92	113	115	1,0	0,6	92	123	125	1,0	0,6	95	140	144	2,0	1,0
90	97	118	120	1,0	0,6	99	131	134	1,5	0,8	100	150	154	2,0	1,0
95	102	123	125	1,0	0,6	104	136	139	1,5	0,8	107	158	163	2,0	1,0
100	107	133	135	1,0	0,6	109	141	144	1,5	0,8	112	168	173	2,0	1,0
105	112	138	140	1,0	0,6	115	150	154	2,0	1,0	117	178	183	2,0	1,0
110	117	143	145	1,0	0,6	120	160	164	2,0	1,0	122	188	193	2,0	1,0
120	127	158	160	1,0	0,6	130	170	174	2,0	1,0	132	203	208	2,0	1,0
130	139	171	174	1,5	0,8	140	190	194	2,0	1,0	144	216	223	2,5	1,0
140	149	181	184	1,5	0,8	150	200	204	2,0	1,0	154	236	243	2,5	1,0
150	160	200	204	2,0	1,0	162	213	218	2,0	1,0	164	256	263	2,5	1,0
160	170	210	214	2,0	1,0	172	228	233	2,0	1,0	174	276	283	2,5	1,0
170	180	220	224	2,0	1,0	182	248	253	2,0	1,0	188	292	301	3,0	1,5
180	190	240	244	2,0	1,0	192	268	273	2,0	1,0	198	302	311	3,0	1,5
190	200	250	254	2,0	1,0	202	278	283	2,0	1,0	208	322	331	3,0	1,5
200	212	268	273	2,0	1,0	212	298	303	2,0	1,0	218	342	351	3,0	1,5
220	242	282	287	2,0	1,0	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
240	263	301	306	2,0	1,0	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
260	283	341	345	2,0	1,0	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
280	304	360	365	2,0	1,0	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Tabella 8.6 - Dimensione degli Spallamenti e dei Raggi di Raccordo per Cuscinetti a Rulli Cilindrici

Unità: mm

Diametro foro	Serie dimensionale ISO 19 NN39, NN49, NNU49						Serie dimensionale ISO 10 (a due corone) NN30xx					Serie dimensionale ISO 10 (a una corona) N10xx				
	d_a (min)	d_{1a} (min)	d_c (min)	D_a (max)	r_a (max)		d_a (min)	d_{1a} (min)	D_a (max)	r_a (max)		d_a (min)	d_{1a} (min)	D_a (max)	r_a (max)	
25	-	-	-	-	-	-	29	29	43	42	0,6	-	-	-	-	
30	-	-	-	-	-	-	35	36	50	50	1,0	35	36	51	49	0,5
35	-	-	-	-	-	-	40	41	57	56	1,0	40	41	57	56	0,5
40	-	-	-	-	-	-	45	46	63	62	1,0	45	46	63	62	0,6
45	-	-	-	-	-	-	50	51	70	69	1,0	50	51	70	69	0,6
50	-	-	-	-	-	-	55	56	75	74	1,0	55	56	75	74	0,6
55	-	-	-	-	-	-	61,5	62	83,5	83	1,0	61,5	61	83,5	83	1,0
60	-	-	-	-	-	-	66,5	67	88,5	88	1,0	66,5	66	88,5	88	1,0
65	-	-	-	-	-	-	71,5	72	93,5	93	1,0	71,5	71	93,5	93	1,0
70	-	-	-	-	-	-	76,5	77	103,5	102	1,0	76,5	76	103,5	102	1,0
75	-	-	-	-	-	-	81,5	82	108,5	107	1,0	81,5	81	108,5	107	1,0
80	-	-	-	-	-	-	86,5	87	118,5	115	1,0	86,5	86	118,5	115	1,0
85	-	-	-	-	-	-	91,5	92	123,5	120	1,0	91,5	91	123,5	120	1,0
90	-	-	-	-	-	-	98	99	132	129	1,5	98	97	132	129	1,0
95	-	-	-	-	-	-	103	104	137	134	1,5	103	102	137	134	1,0
100	106,5	108	115	133,5	131	1,0	108	109	142	139	1,5	108	107	142	139	1,0
105	111,5	113	120	138,5	136	1,0	114	115	151	148	2,0	114	114	151	148	1,0
110	116,5	118	125	143,5	141	1,0	119	121	161	157	2,0	119	119	161	157	1,0
120	126,5	128	137	158,5	154,5	1,0	129	131	171	167	2,0	129	129	171	167	1,0
130	138	140	148	172	169	1,5	139	141	191	185	2,0	139	140	191	185	1,0
140	148	150	158	182	180	1,5	149	151	201	195	2,0	149	150	203,5	194	1,0
150	159	162	171	201	197	2,0	161	162	214	209	2,0	-	-	-	-	-
160	169	172	182	211	207	2,0	171	172	229	222	2,0	-	-	-	-	-
170	179	182	192	221	217	2,0	181	183	249	239	2,0	-	-	-	-	-
180	189	193	205	241	234	2,0	191	193	269	258	2,0	-	-	-	-	-
190	199	203	217	251	245,5	2,0	201	203	279	268	2,0	-	-	-	-	-
200	211	214	228	269	261	2,0	211	214	299	285	2,0	-	-	-	-	-
220	231	234	-	289	281	2,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
240	251	254	-	309	302	2,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
260	271	275	-	349	338	2,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
280	291	295	-	369	358	2,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

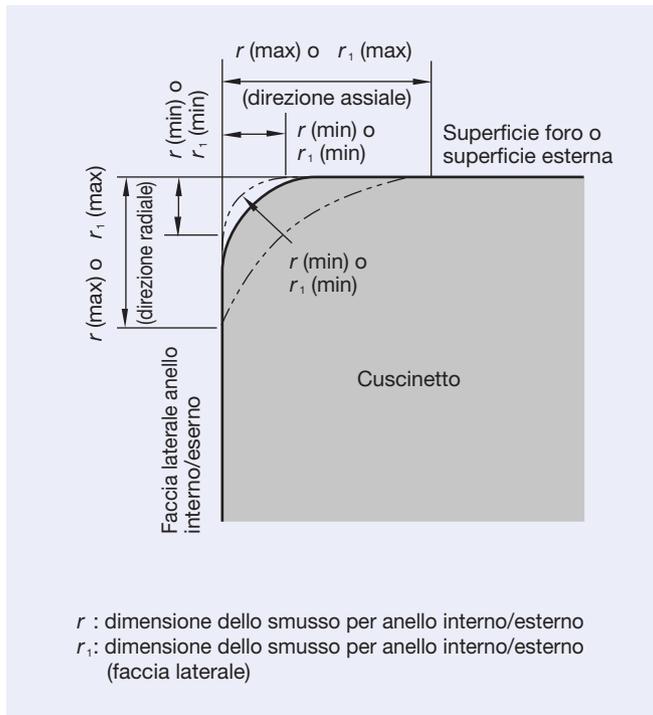
Figura 8.1 - Illustrazioni degli Spallamenti e dei Raggi di Raccordo



8. PROGETTAZIONE DELL'ALBERO E DELL'ALLOGGIAMENTO

Dimensioni Limite degli Smussi dei Cuscinetti e dei Raggi di Raccordo di Albero ed Alloggiamento

Figura 8.2 - Dimensioni degli Smussi dei Cuscinetti



Nota: La forma esatta della superficie del raccordo non viene prescritta; tuttavia, il suo profilo sul piano assiale non deve sporgere oltre l'arco circolare immaginario formato dal raggio r (min.) or r_1 (min.) tangente alla faccia laterale dell'anello interno e della superficie del foro, o alla faccia laterale dell'anello esterno e della superficie esterna.

Tabella 8.7 - Dimensioni Limite degli Smussi

Unità: mm

Dimensione ammissibile degli smussi per anello interno/esterno r (min) o r_1 (min)	Diametro foro d		Dimensione ammissibile degli smussi per anello interno/esterno r (max) o r_1 (max)		Riferimento
	oltre	fino a	Direzione radiale	Direzione assiale (*)	max.
0,05	–	–	0,10	0,2	0,05
0,08	–	–	0,16	0,3	0,08
0,10	–	–	0,20	0,4	0,10
0,15	–	–	0,30	0,6	0,15
0,20	–	–	0,50	0,8	0,20
0,30	–	40	0,60	1,0	0,30
0,30	40	–	0,80	1,0	0,30
0,60	–	40	1,00	2,0	0,60
0,60	40	–	1,30	2,0	0,60
1,00	–	50	1,50	3,0	1,00
1,00	50	–	1,90	3,0	1,00
1,10	–	120	2,00	3,5	1,00
1,10	120	–	2,50	4,0	1,00
1,50	–	120	2,30	4,0	1,50
1,50	120	–	3,00	5,0	1,50

Unità: mm

Dimensione ammissibile degli smussi per anello interno/esterno r (min) o r_1 (min)	Diametro foro d		Dimensione ammissibile degli smussi per anello interno/esterno r (max) o r_1 (max)		Riferimento
	oltre	fino a	Direzione radiale	Direzione assiale (*)	max.
2,0	–	80	3,0	4,5	2,0
2,0	80	220	3,5	5,0	2,0
2,0	220	–	3,8	6,0	2,0
2,1	–	280	4,0	6,5	2,0
2,1	280	–	4,5	7,0	2,0
2,5	–	100	3,8	6,0	2,0
2,5	100	280	4,5	6,0	2,0
2,5	280	–	5,0	7,0	2,0
3,0	–	280	5,0	8,0	2,5
3,0	280	–	5,5	8,0	2,5
4,0	–	–	6,5	9,0	3,0
5,0	–	–	8,0	10,0	4,0
6,0	–	–	10,0	13,0	5,0
7,5	–	–	12,5	17,0	6,0
9,5	–	–	15,0	19,0	8,0
12,0	–	–	18,0	24,0	10,0
15,0	–	–	21,0	30,0	12,0
19,0	–	–	25,0	38,0	15,0

(*) Per cuscinetti con larghezza nominale inferiore a 2 mm, il valore r (max.) in direzione assiale è uguale a quello in direzione radiale.

Dimensioni dei Distanziali

Le dimensioni dei distanziali suggerite per i cuscinetti a sfere a contatto obliquo (serie 19, 29, 10, 20 e 02) sono riportate nelle tabelle di seguito.

Informazioni aggiuntive:

Materiale dei distanziali: acciaio SUJ2 o acciaio SxxC.

Quando si utilizzano i distanziali, il parallelismo delle loro facce deve essere inferiore a 0,003 mm.

Serie 19 o 29

Distanziali per Cuscinetti delle Serie Dimensionali 19 e 29 (79, BNR19, BER19, BNR29, BER29, BGR19) Unità: mm

Codice foro	Diametro foro	Diametro esterno	Distanziale Anello Esterno		Distanziale Anello Interno		Smussi dei Distanziali
			Diametro Esterno (°)	Diametro Interno	Diametro Esterno	Diametro Interno (°)	
00	10	22	21,5	17,5	14,5	10,5	0,2
01	12	24	23,5	19,5	16,5	12,5	0,2
02	15	28	27,5	23,5	19,5	15,5	0,2
03	17	30	29,5	25,5	21,5	17,5	0,2
04	20	37	36,5	31,5	26,0	20,5	0,2
05	25	42	41,5	36,0	31,0	25,5	0,2
06	30	47	46,5	41,0	36,0	30,5	0,2
07	35	55	54,5	48,0	42,0	35,5	0,3
08	40	62	61,5	54,5	47,5	40,5	0,3
09	45	68	67,5	60,0	53,0	45,5	0,3
10	50	72	71,5	66,0	56,0	50,5	0,3
11	55	80	79,5	72,0	64,0	55,5	0,5
12	60	85	84,5	77,0	68,0	60,5	0,5
13	65	90	89,5	82,0	73,0	65,5	0,5
14	70	100	99,5	91,5	79,0	70,5	0,5
15	75	105	104,5	96,5	84,0	75,5	0,5
16	80	110	109,5	101,5	89,5	80,5	0,5
17	85	120	119,5	110,0	95,0	85,5	0,5
18	90	125	124,2	116,0	100,0	90,5	0,5
19	95	130	129,2	120,0	106,0	95,5	0,5
20	100	140	139,2	129,0	112,0	100,5	0,5
21	105	145	144,2	133,0	117,0	105,5	0,5
22	110	150	149,2	138,0	122,0	110,5	0,5
24	120	165	164,2	152,0	133,0	120,5	0,5
26	130	180	179,2	166,0	144,0	130,8	0,8
28	140	190	189,2	176,0	154,0	140,8	0,8
30	150	210	209,2	193,0	167,0	150,8	1,0
32	160	220	219,2	213,0	175,0	160,8	1,0
34	170	230	229,2	214,0	188,0	170,8	1,0
36	180	250	249,2	231,0	200,0	180,8	1,0
38	190	260	259,2	242,0	206,0	190,8	1,0
40	200	280	279,2	255,0	225,0	200,8	1,0

(°) In presenza di lubrificazione a nebbia d'olio od a getto d'olio, il diametro esterno del distanziale dell'anello esterno è pari al diametro esterno del cuscinetto; si raccomanda di adottare una tolleranza "g5" o migliore.

(°) Per applicazioni con velocità di rotazione superiore a 700.000 $d_{m1}n$, il diametro interno del distanziale per l'anello interno è pari al diametro interno del cuscinetto; si raccomanda di adottare una tolleranza "F6" o migliore.

9. DISTANZIALI

Informazioni aggiuntive:

Materiale dei distanziali: acciaio (SUJ2) o acciaio SxxC

Quando si impiegano i distanziali, il parallelismo delle loro facce deve essere inferiore a 0,003 mm.

Serie 10 o 20

Distanziali per Cuscinetti delle Serie Dimensionali 10 e 20 (70, BNR10, BER10, BNR20, BER20, BGR10) Unità: mm

Codice foro	Diametro foro	Diametro esterno	Distanziale Anello Esterno		Distanziale Anello Interno		Smussi dei differenziali
			Diametro Esterno (¹)	Diametro Interno	Diametro Esterno	Diametro Interno (²)	
00	10	26	25,5	21,5	14,5	10,5	0,2
01	12	28	27,5	23,5	17,0	12,5	0,2
02	15	32	31,5	27,0	20,0	15,5	0,2
03	17	35	34,5	29,5	23,0	17,5	0,2
04	20	42	41,5	35,0	27,0	20,5	0,3
05	25	47	46,5	40,5	32,0	25,5	0,3
06	30	55	54,5	47,5	38,0	30,5	0,5
07	35	62	61,5	54,0	43,0	35,5	0,5
08	40	68	67,5	60,0	48,0	40,5	0,5
09	45	75	74,5	66,0	55,0	45,5	0,5
10	50	80	79,5	71,0	60,0	50,5	0,5
11	55	90	89,5	81,0	66,0	55,5	0,5
12	60	95	94,5	86,0	69,0	60,5	0,5
13	65	100	99,5	91,0	74,0	65,5	0,5
14	70	110	109,5	98,0	83,0	70,5	0,5
15	75	115	114,5	105,0	85,0	75,5	0,5
16	80	125	124,2	112,0	93,0	80,5	0,5
17	85	130	129,2	117,0	99,0	85,5	0,5
18	90	140	139,2	126,0	104,0	90,5	0,8
19	95	145	144,2	131,0	109,0	95,5	0,8
20	100	150	149,2	136,0	114,0	100,5	0,8
21	105	160	159,2	144,0	121,0	105,5	1,0
22	110	170	169,2	153,0	128,0	110,5	1,0
24	120	180	179,2	166,0	136,0	120,5	1,0
26	130	200	199,2	177,0	150,0	130,8	1,0
28	140	210	209,2	190,0	160,0	140,8	1,0
30	150	225	224,2	203,0	172,0	150,8	1,2
32	160	240	239,2	217,0	183,0	160,8	1,2
34	170	260	259,2	230,5	199,5	170,8	1,2
36	180	280	279,2	250,0	210,0	180,8	1,2
38	190	290	289,2	261,0	221,0	190,8	1,2
40	200	310	309,2	278,0	232,0	200,8	1,2

(¹) In presenza di lubrificazione a nebbia d'olio od a getto d'olio, il diametro esterno del distanziale dell'anello esterno è pari al diametro esterno del cuscinetto; si raccomanda di adottare una tolleranza "g5" o migliore.

(²) Per applicazioni con velocità di rotazione superiore a 700.000 d_{m1}/n , il diametro interno del distanziale per l'anello interno è pari al diametro interno del cuscinetto; si raccomanda di adottare una tolleranza "F6" o migliore.

Serie 02

Distanziali per Cuscinetti della Serie Dimensionale 02 (72, BGR02)

Unità: mm

Codice foro	Diametro foro	Diametro esterno	Distanziale Anello Esterno		Distanziale Anello Interno		Smussi dei differenziali
			Diametro Esterno ⁽¹⁾	Diametro Interno	Diametro Esterno	Diametro Interno ⁽²⁾	
00	10	30	29,5	25	17	10,5	0,3
01	12	32	31,5	27	18	12,5	0,3
02	15	35	34,5	29	21	15,5	0,3
03	17	40	39,5	33	24	17,5	0,3
04	20	47	46,5	39	28	20,5	0,5
05	25	52	51,5	44	33	25,5	0,5
06	30	62	61,5	53	40	30,5	0,5
07	35	72	71,5	62	46	35,5	0,5
08	40	80	79,5	68	52	40,5	0,5
09	45	85	84,5	75	56	45,5	0,5
10	50	90	89,5	80	60	50,5	0,5
11	55	100	99,5	90	65	55,5	0,8
12	60	110	109,5	95	75	60,5	0,8
13	65	120	119,5	105	80	65,5	0,8
14	70	125	124,2	110	85	70,5	0,8
15	75	130	129,2	115	90	75,5	0,8
16	80	140	139,2	125	95	80,5	1,0
17	85	150	149,2	135	105	85,5	1,0
18	90	160	159,2	140	110	90,5	1,0
19	95	170	169,2	150	115	95,5	1,0
20	100	180	179,2	160	125	100,5	1,0
21	105	190	189,2	170	132	105,5	1,0
22	110	200	199,2	175	135	110,5	1,0
24	120	215	214,2	190	145	120,5	1,0
26	130	230	229,2	203	157	130,8	1,2
28	140	250	249,2	220	170	140,8	1,2
30	150	270	269,2	233	189	150,8	1,2

⁽¹⁾ In presenza di lubrificazione a nebbia d'olio od a getto d'olio, il diametro esterno del distanziale dell'anello esterno è pari al diametro esterno del cuscinetto; si raccomanda di adottare una tolleranza "g5" o migliore.

⁽²⁾ Per applicazioni con velocità di rotazione superiore a 700.000 $d_{m,n}$, il diametro interno del distanziale per l'anello interno è pari al diametro interno del cuscinetto; si raccomanda di adottare una tolleranza "F6" o migliore.

9. DISTANZIALI

Posizione degli Ugelli

La tabella seguente riporta la corretta posizione diametrale per gli ugelli nei casi di lubrificazione aria-olio, a nebbia d'olio ed a getto d'olio.

Unità: mm

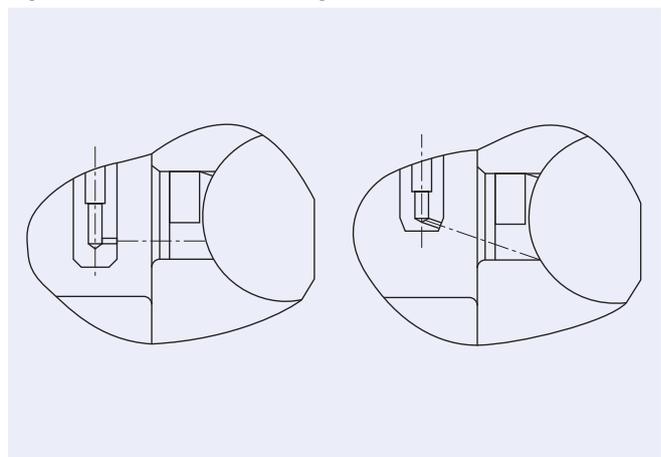
Codice foro	Diametro foro	7Serie 79		Serie 70		Serie 72		N10xxMR (Serie Standard)		N10xxR (Serie ROBUST)	
		ϕA (°)	B	ϕA (°)	B	ϕA (°)	B	ϕA	B	ϕA	B
00	10	14,5	0,4	16,1	0,5	18,1	0,5	–	–	–	–
01	12	16,5	0,4	18,3	0,5	19,6	0,5	–	–	–	–
02	15	20,0	0,5	21,3	0,5	22,6	0,7	–	–	–	–
03	17	21,8	0,5	23,5	1,0	25,9	0,7	–	–	–	–
04	20	26,1	0,5	28,2	1,0	30,5	1,0	–	–	–	–
05	25	31,1	0,5	32,9	1,0	35,5	1,0	–	–	–	–
06	30	36,1	0,5	39,5	1,0	42,4	1,0	39,7	1,2	–	–
07	35	42,6	0,5	44,6	1,0	49,2	0,7	45,4	1,5	–	–
08	40	47,9	0,5	50,0	1,0	55,5	0,7	50,6	1,5	–	–
09	45	53,4	0,5	55,6	1,0	60,2	0,7	56,5	2,0	60,0	0,6
10	50	57,9	0,5	60,6	1,0	65,2	1,0	61,5	2,0	64,5	1,3
11	55	64,0	0,5	67,3	1,0	72,0	1,0	69,2	2,5	71,0	1,2
12	60	69,0	0,5	72,5	1,0	79,0	0,7	74,3	2,5	76,5	1,2
13	65	74,0	0,5	77,5	1,0	86,2	0,7	79,2	2,5	81,5	1,2
14	70	80,9	0,7	83,7	1,0	90,9	0,7	86,6	3,0	89,0	1,5
15	75	85,5	0,7	89,4	1,0	95,9	0,7	90,0	2,5	94,5	1,5
16	80	90,5	0,7	96,5	1,0	102,8	0,7	98,5	3,0	101,0	2,0
17	85	98,8	0,7	101,5	1,0	109,8	1,0	103,5	3,0	106,0	2,0
18	90	102,8	0,7	108,6	1,0	116,7	1,0	109,0	3,0	–	–
19	95	107,7	0,7	113,3	1,0	123,6	1,0	115,5	2,5	–	–
20	100	116,0	0,7	118,6	1,0	130,6	1,0	119,0	2,5	–	–
21	105	119,5	0,7	125,1	0,7	137,4	1,0	125,5	3,0	–	–
22	110	124,5	0,7	131,9	0,7	144,4	1,0	134,0	3,0	–	–
24	120	136,3	0,7	142,3	0,7	156,3	1,0	142,0	3,0	–	–
26	130	149,3	0,7	156,2	1,0	168,9	1,0	156,0	4,5	–	–
28	140	158,1	0,7	165,7	2,5	182,6	1,0	168,0	4,5	–	–
30	150	171,8	0,7	178,1	2,5	196,5	1,0	–	–	–	–
32	160	181,8	0,7	190,4	2,5	–	–	–	–	–	–
34	170	191,8	0,7	203,4	2,5	–	–	–	–	–	–
36	180	205,6	0,7	217,1	2,5	–	–	–	–	–	–
38	190	215,4	0,7	227,1	2,5	–	–	–	–	–	–
40	200	229,0	0,7	240,9	2,5	–	–	–	–	–	–

(°) Conformi alla norma DIN 628-6.

Importante

- Per cuscinetti che operano a velocità normali, l'ugello di lubrificazione può essere posizionato orizzontalmente rispetto alla faccia laterale del cuscinetto. Per applicazioni ad elevata velocità di rotazione, è vantaggioso posizionare l'ugello con un'inclinazione compresa tra 15° e 20° rispetto al piano orizzontale. Per ulteriori dettagli, contattare NSK.
- È necessario prevedere un drenaggio corretto e ben proporzionato, al fine di evitare innalzamenti anomali della temperatura dovuti ad un eccesso di stagnazione dell'olio lubrificante, che può determinare il cedimento prematuro dei cuscinetti.
- Si raccomanda l'impiego di filtri con valore massimo di 5 micron nell'alimentazione dell'olio.

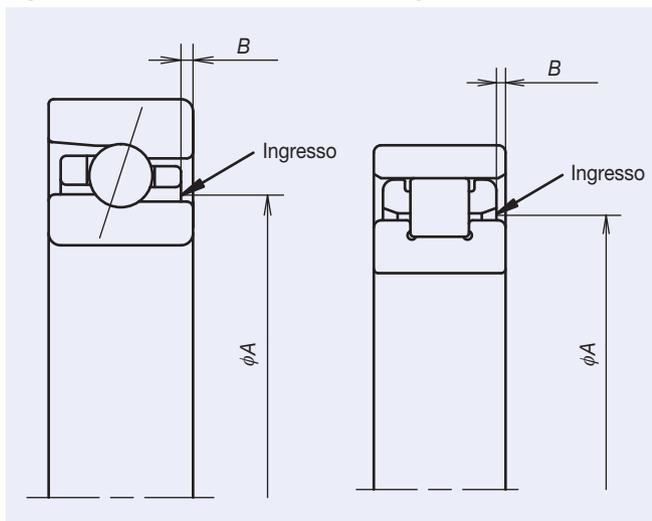
Figura 9.1 - Inclinazione dell'Ugello



Unità: mm

Diametro foro	BNR19 BER19		BNR10 BER10		BGR19		BGR10		BGR02		BAR10 BTR10	
	ϕA	B	ϕA	B	ϕA	B	ϕA	B	ϕA	B	ϕA	B
6	-	-	-	-	-	-	9,0	0,4	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-	-	10,5	0,4	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	12,0	0,5	-	-	-	-
10	-	-	-	-	13,5	0,4	14,5	0,5	17,0	1,0	-	-
12	-	-	-	-	15,5	0,4	16,5	0,5	18,0	0,5	-	-
15	-	-	-	-	18,5	0,5	20,0	1,0	21,0	1,0	-	-
17	-	-	-	-	20,5	0,5	22,5	1,5	24,0	0,5	-	-
20	-	-	-	-	25,0	0,8	26,5	0,8	28,3	0,5	-	-
25	31,0	0,5	-	-	30,0	0,8	31,5	0,8	33,2	1,0	-	-
30	35,5	0,5	39,0	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-
35	42,0	0,5	44,5	1,2	-	-	-	-	-	-	-	-
40	48,0	0,5	50,0	1,5	-	-	-	-	-	-	-	-
45	53,0	0,5	55,5	1,7	-	-	-	-	-	-	-	-
50	57,5	0,5	60,5	1,7	-	-	-	-	-	-	60,5	0,9
55	63,5	0,5	67,5	1,5	-	-	-	-	-	-	67,5	0,7
60	68,5	0,5	73,0	1,5	-	-	-	-	-	-	73,5	0,7
65	73,5	0,5	77,5	1,5	-	-	-	-	-	-	77,5	0,7
70	80,5	0,7	84,0	1,7	-	-	-	-	-	-	84,0	0,7
75	85,0	0,7	89,0	1,7	-	-	-	-	-	-	89,0	0,7
80	90,5	0,7	96,0	1,7	-	-	-	-	-	-	96,0	0,9
85	98,5	0,7	102,0	1,7	-	-	-	-	-	-	102,0	0,9
90	102,0	0,7	109,0	1,7	-	-	-	-	-	-	108,5	1,2
95	107,0	0,7	112,0	1,7	-	-	-	-	-	-	112,5	1,2
100	113,5	0,7	118,5	2,5	-	-	-	-	-	-	118,5	1,7
105	119,0	0,7	125,0	1,7	-	-	-	-	-	-	126,0	1,4
110	124,0	0,7	132,5	1,7	-	-	-	-	-	-	132,5	1,2
120	136,0	0,7	143,0	1,7	-	-	-	-	-	-	142,5	1,2
130	149,0	0,7	156,5	1,7	-	-	-	-	-	-	155,5	1,7
140	157,5	0,7	166,0	1,7	-	-	-	-	-	-	167,0	1,7
150	171,5	0,7	178,5	1,7	-	-	-	-	-	-	179,5	1,9
160	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	190,0	2,0
170	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	205,0	1,7
180	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	218,0	2,0
190	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	228,0	2,0
200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	242,0	2,2

Figura 9.2 - Posizione e Direzione dell'Ugello



MONTAGGIO, MANUTENZIONE E RODAGGIO



Montaggio, Manute

Montaggio, Manutenzione e Rodaggio

1. Montaggio	Pag. 196-209
1. Pulizia dei Cuscinetti e delle Parti Adiacenti	
2. Controllo delle Dimensioni delle Parti Adiacenti	
3. Procedure di Montaggio	
4. Verifiche dopo il Montaggio	
2. Verifiche dopo il Montaggio	Pag. 210-211
3. Procedure di Rodaggio	Pag. 212-213

Introduzione

Procedure di Montaggio

Il metodo con cui si montano i cuscinetti ne influenza notevolmente la precisione, la durata e le prestazioni. Si raccomanda di analizzare a fondo le procedure di montaggio da progettisti e tecnici al fine di stabilire regole precise a cui attenersi relativamente ai seguenti punti:

1. Pulizia dei cuscinetti e delle parti adiacenti
2. Controllo dimensionale delle parti adiacenti
3. Procedure di montaggio
4. Ispezione dopo il montaggio

I cuscinetti non devono essere rimossi dalla loro confezione originale fino al momento del montaggio. Nel caso di utilizzo in strumentazioni di precisione o macchine a velocità elevate, i cuscinetti devono essere lavati prima del montaggio con un olio di lavaggio finemente filtrato, oppure con cherosene per rimuovere il protettivo anticorrosione presente.

Dopo tale operazione, essi devono essere adeguatamente protetti per evitarne la corrosione.

I cuscinetti forniti pre-ingrassati, invece, non devono essere lavati prima del montaggio.

Le procedure di montaggio dei cuscinetti variano a seconda della loro tipologia e del tipo di montaggio.

L'utilizzo più diffuso dei cuscinetti di precisione è con alberi rotanti, ed i loro anelli interni devono essere quindi montati con interferenza sull'albero.

I cuscinetti con foro cilindrico sono montati solitamente tramite una pressa o attraverso un preriscaldamento che determina un'espansione dell'anello interno. L'anello esterno viene invece inserito libero nell'alloggiamento. Nel caso in cui sia previsto un accoppiamento forzato anche per l'anello esterno, il montaggio potrà essere effettuato tramite una pressa.

Precauzioni per il Corretto Montaggio dei Cuscinetti

Poiché i cuscinetti sono parti di macchinari di alta precisione, devono essere maneggiati con la dovuta cautela ed attenzione. In caso contrario, anche con cuscinetti di alta qualità non si otterrebbero appieno le prestazioni previste. Le principali precauzioni da seguire sono:

■ Tenere puliti i cuscinetti e l'area circostante

Le particelle estranee, anche se non visibili ad occhio nudo, possono avere effetti particolarmente dannosi sui cuscinetti. Mantenere quindi pulito l'ambiente di lavoro, prestando la massima attenzione per evitare che sporco e particelle esterne possano contaminarli.

■ Maneggiare i cuscinetti con cura

Evitare colpi o urti mentre si maneggiano i cuscinetti, che possono generare rigature o danneggiamenti ed innescare un conseguente successivo guasto o rottura. Un impatto eccessivamente forte può provocare incisioni, fratture o cricche.

■ Utilizzo degli strumenti adeguati

Utilizzare sempre strumenti adeguati per maneggiare i cuscinetti. Evitare l'utilizzo di utensili generici od impropri.

■ Evitare la corrosione

Maneggiare i cuscinetti a mani nude può provocarne la corrosione delle superfici, a causa dell'umidità acida o di altri contaminanti presenti sulle mani. Lavarsi quindi le mani prima di toccarli ed indossare, quando possibile, guanti anti-polvere. Adottare tutte le corrette misure per evitare che i cuscinetti possano ossidarsi a causa della presenza di umidità o di gas corrosivi.

Metodo di Stoccaggio

■ Anche se i cuscinetti sono rivestiti con un protettivo anticorrosivo e poi adeguatamente confezionati, è impossibile evitare completamente l'esposizione all'aria che li circonda.

E' importante quindi stocarli in un locale asciutto, evitando il più possibile la loro esposizione all'umidità.

■ I cuscinetti devono essere conservati in un ambiente pulito, asciutto e ben ventilato, che garantisca la massima protezione dai raggi diretti del sole, su scaffali o ripiani posizionati ad almeno 30 cm da terra.

■ L'eventuale ispezione dei cuscinetti al loro ricevimento che preveda la rimozione del confezionamento originale, deve essere eseguita con idonee misure atte a prevenire una loro possibile contaminazione o corrosione.

Dopo l'ispezione, seguire le indicazioni date in precedenza per garantire il loro corretto stoccaggio.

1. Pulizia dei Cuscinetti

I cuscinetti sono forniti rivestiti da un strato protettivo anticorrosione, che evita l'accumulo di polvere e la corrosione durante il trasporto e lo stoccaggio.

Dopo averne aperto l'imballo, i cuscinetti devono essere lavati per rimuovere tale agente. Alcune tipologie di cuscinetti, come i cuscinetti schermati ed i cuscinetti forniti pre-ingrassati, devono invece essere utilizzati senza lavaggio.

■ Metodi di Lavaggio

1. Per il lavaggio utilizzare cherosene od un olio leggero, finemente filtrato.
2. Prevedere due serbatoi separati per il lavaggio iniziale e per quello finale, che dovranno essere muniti di una rastrelliera in metallo per evitare il contatto diretto del cuscinetto con qualsiasi contaminazione eventualmente depositata sul fondo.
3. Evitare la rotazione dei cuscinetti durante il loro lavaggio iniziale. Dopo averne pulito le superfici esterne con una spazzola, immergerli nel serbatoio previsto per il lavaggio finale.
4. Eseguire manualmente numerose rotazioni del cuscinetto, verificando continuamente ed accuratamente la pulizia del fluido utilizzato per il lavaggio finale.
5. Al termine del lavaggio, rimuovere il liquido in eccesso dai cuscinetti.
I cuscinetti che utilizzano una lubrificazione a grasso, devono essere ingrassati prima del loro montaggio. I cuscinetti invece lubrificati ad olio devono essere montati sul mandrino senza farli ruotare. Prima del loro montaggio, ricoprirne le superfici interne ed esterne con un leggero strato d'olio lubrificante.

2. Controllo delle Dimensioni delle Parti Adiacenti Verifica dell'Albero e dell'Alloggiamento

- Le superfici di accoppiamento dell'alloggiamento e dell'albero devono essere accuratamente pulite, verificando l'eventuale presenza di difetti o bave.
- Controllare le dimensioni degli alberi e degli alloggiamenti, per ottenere il corretto accoppiamento con i cuscinetti. Le tolleranze di esecuzione consigliate per gli alberi e le sedi sono riportate a pagina 184.
- Effettuare le misurazioni ed il montaggio dei cuscinetti in un ambiente a temperatura controllata. Le parti devono stazionare nell'ambiente fino a quando non avranno raggiunto una temperatura omogenea e stabile, in equilibrio termico con l'ambiente stesso. Effettuare le misurazioni su punti diversi, per assicurarsi che non ci siano differenze significative tra i rilievi effettuati.

Verifica dei Distanziali

Si consiglia un errore di parallelismo dei distanziali inferiore a 0,003 mm. Un errore superiore provocherà un disallineamento dei cuscinetti, con una conseguente loro rotazione irregolare e rumorosa.

3. Procedure di Montaggio

I cuscinetti lubrificati sia con grasso che con aria-olio (nebbia d'olio) vengono messi in opera dopo essere stati sottoposti al lavaggio. Le procedure di montaggio variano in funzione delle specifiche condizioni di accoppiamento dell'anello interno ed esterno. Poiché normalmente in una macchina utensile ruota l'albero, l'anello interno con foro cilindrico viene posizionato sull'albero attraverso un montaggio a caldo o tramite una pressa.

I cuscinetti con foro conico vengono invece montati direttamente sull'albero conico. Per funzionamenti ad alta velocità, per ottenere il corretto gioco radiale durante il montaggio, si consiglia di utilizzare i calibri GN. Informazioni dettagliate sul corretto utilizzo dei calibri GN sono riportate a pagina 202.

Poiché gli anelli esterni sono solitamente montati con un leggero gioco radiale, non è necessario l'utilizzo di specifici strumenti di montaggio. Per facilitare il loro inserimento, l'alloggiamento potrà comunque essere riscaldato.

1. MONTAGGIO

3.1. Montaggio dei Cuscinetti con Foro Cilindrico

(1) Accoppiamento con Interferenza a Freddo

I cuscinetti di piccole dimensioni sono solitamente montati con una pressa. E' consigliabile applicare inizialmente un leggero strato d'olio sulle superfici di contatto prima del montaggio, in modo tale da ridurre la forza necessaria al montaggio stesso.

In seguito, posizionare contro gli anelli interni una boccola per il montaggio, come illustrato nella figura 1.1. Applicare una pressione costante e continua finché il cuscinetto non è completamente appoggiato allo spallamento dell'albero, evitando sovraccarichi, urti o colpi dovuti all'utilizzo di attrezzi impropri quali il martello.

Nel caso di cuscinetti scomponibili, come i cuscinetti a rulli cilindrici, gli anelli interni ed esterni possono essere montati separatamente sull'albero e nell'alloggiamento come singole unità.

Quando poi le due unità si assemblano tra loro, è necessario prestare la massima attenzione all'allineamento corretto tra gli anelli interni ed esterni. Un montaggio effettuato senza la dovuta precisione o addirittura un montaggio forzato può provocare la formazione di crepe sulle superfici delle piste di rotolamento.

(2) Accoppiamento con Interferenza a Caldo

Poiché nel caso di accoppiamento con interferenza di cuscinetti di dimensioni maggiori è necessario applicare una forza elevata, solitamente si utilizza il metodo di accoppiamento a caldo. Il cuscinetto viene inizialmente scaldato, in modo da favorire l'espansione dell'anello interno prima del suo montaggio sull'albero.

Questo metodo evita la necessità di esercitare una forza eccessiva sui cuscinetti e permette una loro più veloce messa in opera.

La dilatazione dell'anello interno in funzione della temperatura del cuscinetto e delle sue dimensioni è illustrata nella figura 1.2.

Nel caso di accoppiamento a caldo, è necessario adottare le seguenti precauzioni:

1. Non scaldare i cuscinetti oltre i 120°C.
2. Scaldare i cuscinetti ad una temperatura superiore di 20° o 30°C rispetto alla temperatura minima richiesta per l'accoppiamento senza interferenza, poiché l'anello interno si raffredderà velocemente durante il montaggio.
3. Dopo il montaggio, raffreddandosi, i cuscinetti si restringeranno sia in direzione assiale che radiale. Bisogna quindi accertarsi che, a cuscinetto freddo, non vi sia luce residua tra lo spallamento dell'albero ed il fianco dell'anello interno.

Figura 1.1 - Accoppiamento Forzato dell'Anello Interno

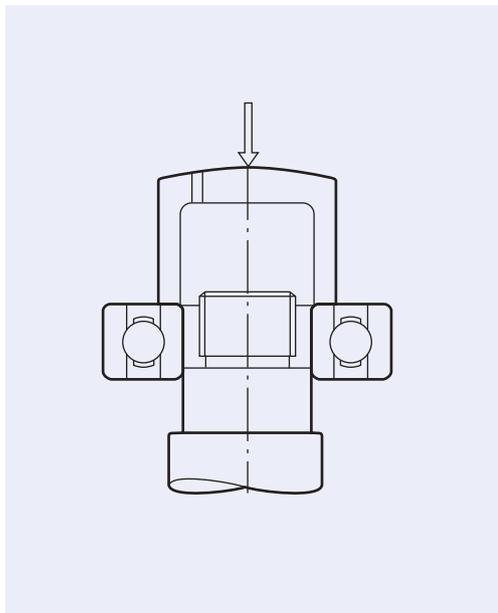
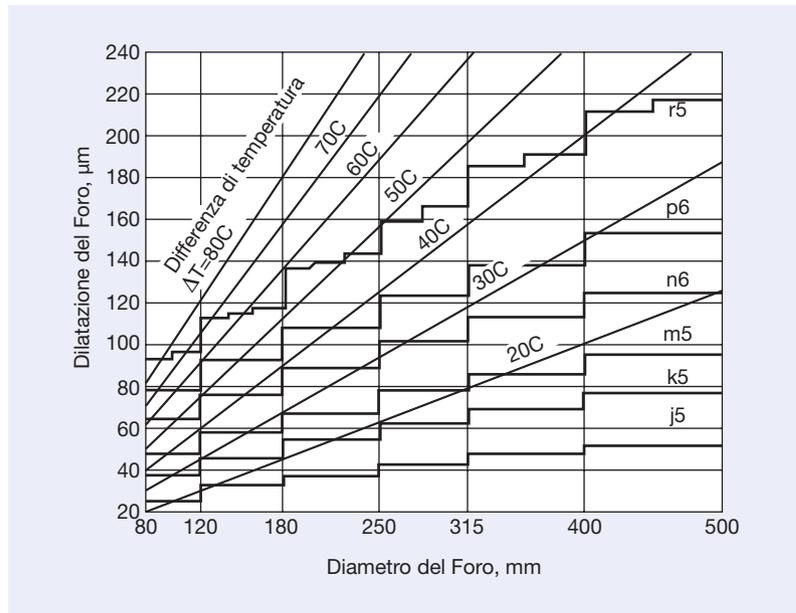


Figura 1.2 - Temperatura e Dilatazione Termica dell'Anello Interno



3.2. Precauzioni per il Montaggio dei Cuscinetti a Sfere a Contatto Obliquo

A causa del suo disegno interno, un cuscinetto a sfere a contatto obliquo può sostenere carichi assiali in una sola direzione. Di conseguenza, quando si montano i cuscinetti a sfere a contatto obliquo sull'albero o nell'alloggiamento, va verificato che la direzione dei carichi assiali sia conforme alla loro disposizione.

Prestare particolare attenzione all'ordine di montaggio sull'albero per i cuscinetti disposti in gruppo. Tale ordine è diverso per la disposizione dorso a dorso rispetto a quella faccia a faccia.

Disposizione Dorso a Dorso

- ① Calettare i cuscinetti sull'albero.
- ② Serrare la ghiera di bloccaggio dei cuscinetti in modo da garantire il precarico.
- ③ Inserire l'albero ed i cuscinetti nell'alloggiamento e montare la flangia di chiusura.

Disposizione Faccia a Faccia

- ① Calettare i cuscinetti nell'alloggiamento.
- ② Montare la flangia di chiusura e serrare le viti in modo da garantire il precarico.
- ③ Inserire l'albero negli anelli interni e serrare la ghiera di bloccaggio.

Invertire l'ordine di ogni fase se i cuscinetti devono essere smontati.

Figura 1.3 - Direzione del Carico per i Cuscinetti a Sfere a Contatto Obliquo

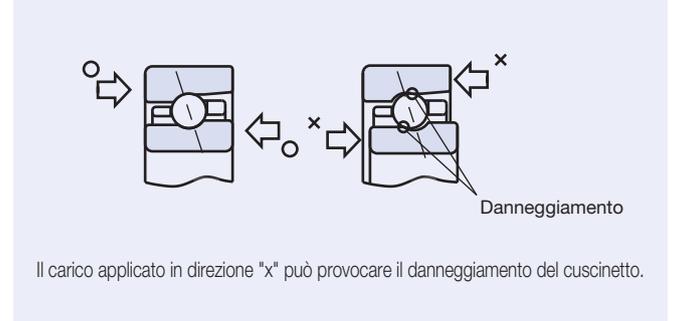


Figura 1.4 - Montaggio con Disposizione Dorso a Dorso

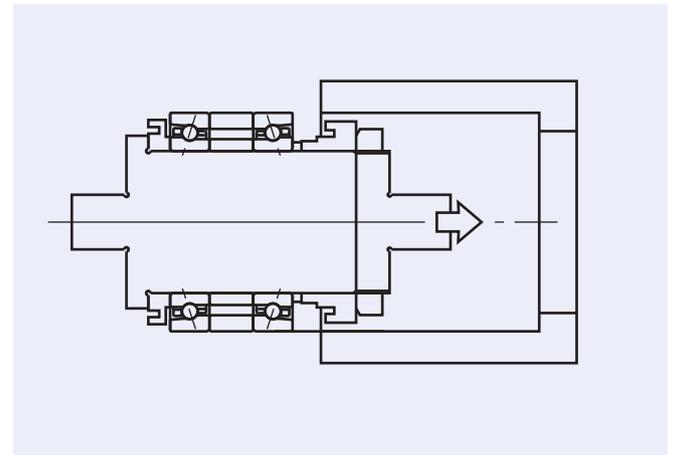
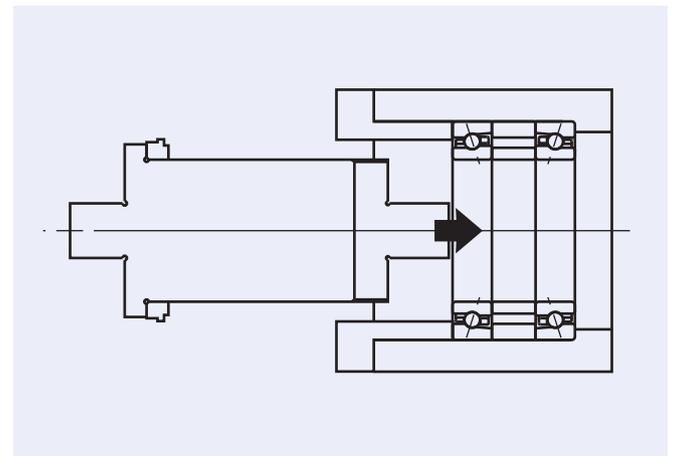


Figura 1.5 - Montaggio con Disposizione Faccia a Faccia



1. MONTAGGIO

3.3. Bloccaggio dei Cuscinetti.

(1) Bloccaggio dell'Anello Interno.

L'anello interno è solitamente bloccato sull'albero con l'utilizzo di una ghiera di bloccaggio, la cui perpendicolarità tra la filettatura e la faccia di appoggio è molto importante. Anche se la precisione di ogni singolo elemento fosse buona, la distanza tra l'albero e la ghiera di bloccaggio potrebbe determinare un errore di rotazione della ghiera stessa e una conseguente flessione dell'albero e del cuscinetto (vedere la figura 1.21 a pagina 207). E' necessario, quindi, procedere alle regolazioni opportune per garantire una precisione di rotazione regolare.

E' anche importante che la ghiera di bloccaggio sia ben serrata, in modo da eliminare la possibilità che si allenti. Per maggiori informazioni sulla corretta coppia di serraggio della ghiera, fare riferimento alla tabella 1.1.

Occorre anche ridurre al minimo il rischio di squilibrio dovuto alle superfici ed all'errore di rotazione della ghiera oltre che ad imprecisioni delle parti accoppiate. Nelle macchine utensili ad alte velocità ed elevate precisioni, per assicurare il cuscinetto sull'albero sono comunemente utilizzate delle bussole montate con forte interferenza sull'albero stesso. Nel tempo, tuttavia, le bussole tendono ad allentarsi e richiedono quindi una verifica periodica.

Quando tra i cuscinetti a sfere a contatto obliquo disposti in gruppo viene utilizzato un distanziale di grandi dimensioni e quando la coppia di serraggio della ghiera è eccessiva, il distanziale dell'anello interno potrebbe deformarsi e determinare quindi un incremento del precarico sui cuscinetti stessi. Quando si seleziona il precarico, quindi, è necessario considerare questo possibile fenomeno.

(2) Bloccaggio dell'Anello Esterno

Per il fissaggio assiale dell'anello esterno del cuscinetto viene solitamente utilizzata una flangia. Se la coppia di serraggio delle viti è eccessiva, oppure le viti non sono serrate in maniera uniforme, tale anello può subire una deformazione.

Come esempio, nella figura 1.6 è rappresentata la possibile deformazione della pista di rotolamento dell'anello esterno provocata da un serraggio non uniforme delle viti della flangia, allorché la faccia dell'anello esterno va in appoggio con la flangia stessa.

La figura 1.7 mostra, invece, la deformazione dell'anello esterno di un cuscinetto bloccato assialmente conseguente a una chiusura non corretta della flangia.

Nella figura 1.8 è illustrata la deformazione della superficie di rotolamento dell'anello esterno di un cuscinetto a due corone di rulli cilindrici causata dal serraggio eccessivo delle viti.

La possibile deformazione dipende dal gioco esistente tra le parti di accoppiamento. Si consiglia di lasciare tra la flangia e la faccia dell'alloggiamento un gioco compreso tra 0,01 e 0,05 mm, misurato prima di serrare le viti in funzione delle dimensioni del cuscinetto (vedere la tabella 1.1).

Figura 1.6 - Deformazione della Superficie di Rotolamento per un Serraggio Non Uniforme

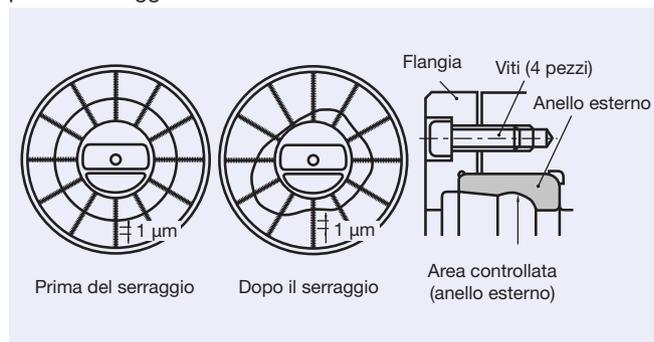


Figura 1.7 - Deformazione della Superficie di Rotolamento per un Serraggio Eccessivo

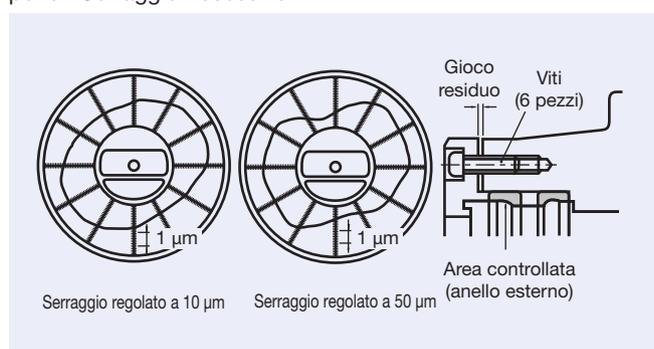


Figura 1.8 - Deformazione dell'Anello Esterno di un Cuscinetto a Due Corone di Rulli Cilindrici per un Serraggio Eccessivo

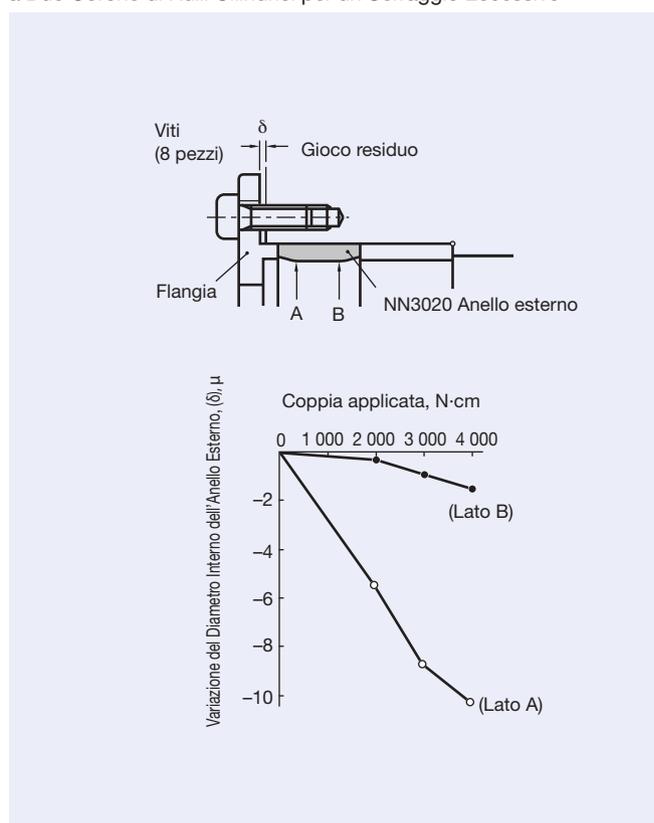


Tabella 1.1 - Coppia di Serraggio della Ghiera e Gioco tra Flangia ed Alloggiamento

Diametro foro (mm)	Forza di Serraggio della Ghiera (N)	Coppia di Serraggio della Ghiera (N·m)	Gioco tra Flangia e Alloggiamento (mm)	
6	1 500	2	0,01÷0,03	
8		2		
10		3		
12	3 000	7		
15		8		
17		9		
20	4 900	17		
25		21		
30		25		
35	9 800	57		
40		64		
45		72		
50		80		
55		132		
60	14 700	142		
65		153		
70		166		
75		176		
80		251		
85	19 600	267		
90		281		
95		296		
100		311		
105		327		
110		343		
120		371		
130	403			
140	29 400	649		0,03÷0,05
150		695		
160		745		
170		796		
180		841		
190		886		
200		932		
220	39 200	–		
240		–		
260		–		
280		–		
300		–		

Per le applicazioni ad alta velocità che prevedano un aumento dell'interferenza di accoppiamento, il valore della coppia di serraggio deve essere aumentato in proporzione.

La forza di serraggio dei cuscinetti assiali a contatto obliquo per viti a ricircolazione di sfere deve essere 2,5-3 volte il precarico.

■ Formula per la conversione della coppia di serraggio della ghiera:

$$T=0,5F \{ d_p \cdot \tan(\rho^*+\beta)+d_w \cdot \mu_w \} \quad [\text{N}\cdot\text{mm}]$$

I valori delle coppie di serraggio delle ghiera indicati in tabella sono stati calcolati prevedendo un coefficiente di attrito pari a 0,15.

T Coppia di serraggio della ghiera (N·mm)

F Forza di serraggio della ghiera (N)

d_p Diametro effettivo della ghiera (mm)

*ρ** Coefficiente d'attrito della superficie della ghiera $\rho^*=\tan^{-1}\mu_S$

μ_S Coefficiente d'attrito sulla superficie della ghiera

d_w Diametro equivalente della coppia di attrito sulla superficie della ghiera (mm)

μ_w Coefficiente d'attrito sulla superficie della ghiera

β Angolo della filettatura delle viti
 $\beta=\tan^{-1}(\text{passo}/(3,142\cdot d_p))$

■ Formula della forza di pressione:

$$K=\mu \cdot p_m \cdot \pi \cdot d \cdot B \quad (\text{N})$$

$$p_m = \frac{E \cdot \Delta d}{2 \cdot d} \cdot \frac{(1-k^2)(1-k_0^2)}{1-k^2 k_0^2}$$

μ Coefficiente di attrito sulla superficie di contatto (=0,12)

p_m Pressione superficiale (MPa)

d Diametro dell'albero (mm)

B Larghezza del cuscinetto (mm)

Δd Interferenza effettiva (mm)

E Modulo elastico dell'acciaio (MPa)

k Rapporto tra i diametri ($k=d/D_i$)

D_i Diametro della pista di rotolamento dell'anello interno (mm)

k₀ apporto dello spessore della parete dell'albero cavo ($k_0=d_0/d$)

d₀ Diametro interno dell'albero cavo (mm)

1. MONTAGGIO

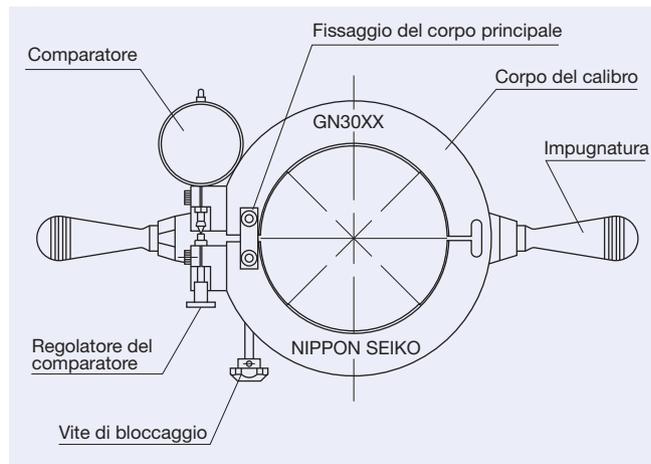
3.4. Montaggio dei Cuscinetti a Rulli Cilindrici

(1) Come misurare il Gioco Radiale dei Cuscinetti a Rulli Cilindrici

Il calibro ad anello della serie GN è uno strumento che permette di accoppiare in modo ottimale la conicità di un albero con il foro conico di un cuscinetto a rulli cilindrici, durante il suo montaggio sul mandrino. Dopo il montaggio, il calibro ad anello GN viene utilizzato per permettere la verifica precisa ed accurata del gioco radiale interno residuo del cuscinetto. Questo strumento risulta essere particolarmente utile per il montaggio di cuscinetti a rulli cilindrici utilizzati con un precarico radiale.

La figura 1.9 rappresenta e descrive i diversi componenti di un calibro ad anello della serie GN.

Figura 1.9 - Calibro ad Anello serie GN



Come utilizzare un calibro GN

① Inserire l'anello esterno del cuscinetto nell'alloggiamento

L'accoppiamento consigliato tra l'anello esterno e l'alloggiamento è:

da gioco $2 \mu\text{m}$ a interferenza $2 \mu\text{m}$

② Azzeramento del comparatore

Accertarsi che le temperature siano le stesse per l'anello esterno (inserito nell'alloggiamento), l'anello interno e l'albero. Con un comparatore millesimale da interni misurare il diametro interno dell'anello esterno in almeno quattro diversi punti. Determinare la media delle misurazioni ed azzerare il comparatore sul valore medio (figura 1.10).

③ Regolazione dell'alesaggio del calibro GN

Allentare la vite di bloccaggio del calibro GN. Inserire il comparatore millesimale nel diametro interno del calibro GN e regolare la vite di bloccaggio fino ad ottenere lo 0 (zero) sul suo comparatore (vedi fase ②). Al fine di evitare imprecisioni dovute al peso proprio, si raccomanda di effettuare tale operazione tenendo in posizione verticale il calibro GN.

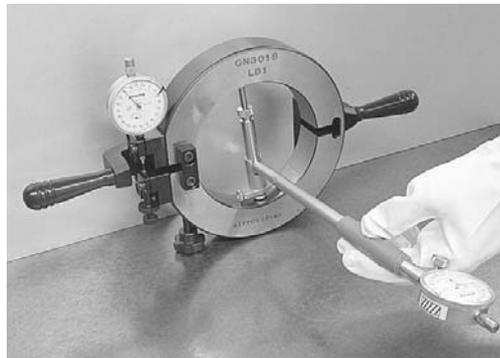
④ Impostazione della correzione sul calibro GN

Partendo dai risultati ottenuti nella fase ③, utilizzare il regolatore del comparatore, e regolare la freccia del calibro fino alla tacca rossa per correggere la misurazione. Verificare che la freccia del comparatore si trovi sullo strumento vicino al 2. La correzione dell'indicatore permette di compensare la deformazione elastica del rullo dovuta alla pressione di misurazione. Per ogni singolo calibro, la correzione è stata determinata da NSK.

Figura 1.10 - Azzeramento del Comparatore



Figura 1.11 - Regolazione dell'Alesaggio del Calibro GN



⑤ Montaggio dell'anello interno

Montare l'anello interno sull'albero e serrare leggermente la ghiera di bloccaggio. In questa fase, i cuscinetti dovranno essere stati lavati ma non ancora ingrassati.

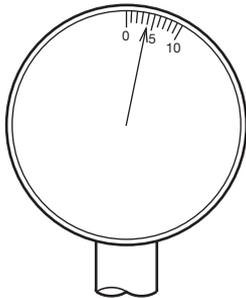
⑥ Impostazione del calibro GN

Regolare la vite di bloccaggio sul calibro GN (da 0,2 mm a 0,3 mm sullo strumento) per allentare il comparatore del calibro. Il calibro GN va ora posizionato al centro dell'anello interno con la vite di arresto allentata (figura 1.13).

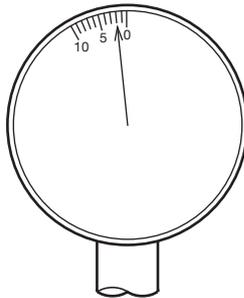
⑦ Lettura della scala

A questo punto leggere il valore sul comparatore del calibro GN (figura 1.14). Esempio 1: mezzo giro del quadrante in senso orario, rispetto allo zero, indica un gioco radiale positivo.

Esempio 2: mezzo giro del quadrante in senso antiorario, rispetto allo zero, indica un gioco radiale negativo (precarico).



Esempio 1: il posizionamento su "4" in senso orario indica un gioco radiale pari a + 0,002 mm



Esempio 2: il posizionamento su "2" in senso antiorario indica un gioco radiale pari a - 0,001 mm (precarico)

⑧ Regolazione

Giunti alle istruzioni descritte nella fase ⑥, allentare il calibro GN, rimuoverlo dall'anello interno e stringere la ghiera di bloccaggio. Ripetere le fasi da ⑥ a ⑧ fino a quando sul comparatore millesimale non si leggerà il valore di gioco e/o precarico desiderato.

⑨ Regolazione del distanziale

Utilizzando blocchetti tarati di riscontro, misurare la distanza tra lo spallamento dell'albero e la faccia laterale dell'anello interno del cuscinetto NN30xxKR.

Effettuare la misurazione in almeno tre punti della circonferenza e calcolare il valore medio; inserire quindi un distanziale avente larghezza di pari valore.

Figura 1.12 - Montaggio dell'Anello Interno

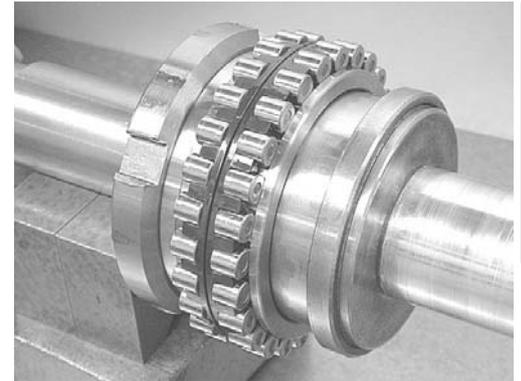


Figura 1.13 - Impostazione del Calibro GN

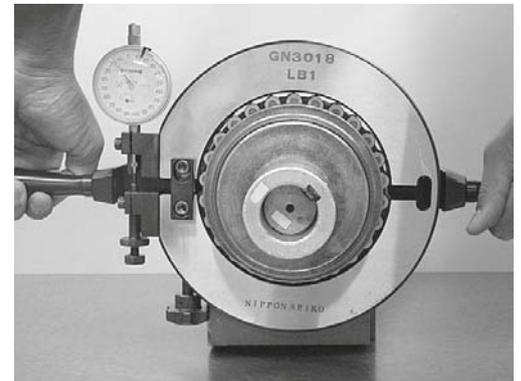
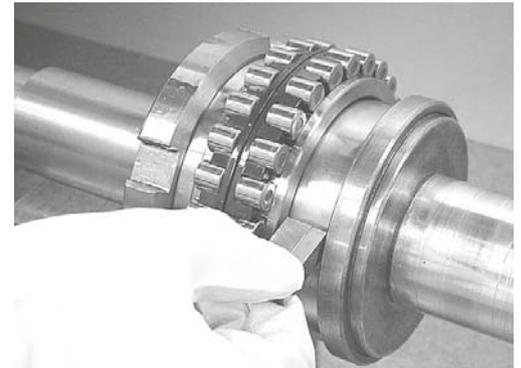


Figura 1.14 - Lettura della Scala



Figura 1.15 - Misurazione della Larghezza del Distanziale



1. MONTAGGIO

(2) Come misurare il Gioco Radiale dei Cuscinetti a Rulli Cilindrici (quando non viene utilizzato un Calibro GN)

Quando non viene utilizzato un calibro GN, la larghezza del distanziale deve essere determinata considerando i due seguenti fattori:

- compressione del diametro della pista di rotolamento dell'anello esterno a causa del montaggio nell'alloggiamento (Δr_e)
- espansione del diametro della pista di rotolamento dell'anello interno a causa del montaggio sull'albero, tenendo conto del rapporto tra i diversi diametri in caso di albero cavo (Δr_i)

■ Calcolo del Gioco Radiale Δr

La larghezza finale (L_a) del distanziale che verrà utilizzato per impostare il gioco radiale e/o precarico voluto Δr dopo il montaggio può essere calcolata come segue:

$$L_a = L - (K (\Delta r_m - \Delta r + \Delta r_e))$$

Tabella 1.2 - Rapporto k_0 per Albero Cavo e Coefficiente K

Rapporto k_0 dell'albero cavo	Coefficiente K
45-55%	14
55-65%	15
65-75%	16

■ Calcolo della Compressione Δr_e

$$\Delta r_e = (D_h - D) \times h$$

quando $\Delta r_e \geq 0$ considerare $\Delta r_e = 0$

L_a	Dimensione finale del distanziale per l'impostazione del gioco radiale e/o precarico voluto dopo il montaggio
L	Larghezza dei blocchetti tarati di riscontro (risultato delle misurazioni della fase ⑤ di pagina 205).
Δr_m	Movimento dell'anello esterno in direzione radiale (risultato delle misurazioni della fase ④ di pagina 205.)
Δr	Gioco radiale e/o precarico voluto dopo il montaggio
Δr_e	Compressione del diametro della pista di rotolamento dell'anello esterno a causa del montaggio nell'alloggiamento
K	Coefficiente (valore convertito che considera la compressione dell'albero cavo avente una conicità 1/12)
k_0	$A/B \times 100$ (A: diametro interno dell'albero B: diametro esterno dell'albero)

D_h	Diametro dell'alloggiamento
D	Diametro esterno dell'anello esterno (fare riferimento al documento relativo all'ispezione dei cuscinetti)
h	Coefficiente di compressione del diametro della pista di rotolamento dell'anello esterno (0,62 per le serie NN30 e N10) (0,70 per le serie NN39 e NN49)

Come misurare il Gioco Radiale di Δr_m

- ① Montare l'anello interno del cuscinetto sulla sezione conica dell'albero, rimuovendo preventivamente tutto il grasso eventualmente presente tra le superfici a contatto con un solvente organico.
- ② Posizionare l'anello esterno sui rulli ed applicare il calibro GN sul diametro esterno dell'anello esterno.
- ③ Battere leggermente sul distanziale o serrare la ghiera di bloccaggio per espandere l'anello interno (figura 1.16).
- ④ Muovere l'anello esterno in direzione radiale verso l'alto e verso il basso e misurare con un comparatore (*1) tale movimento. Ripetere le fasi ③ e ④ fino a quando il gioco dell'anello esterno (Δr_m) non raggiunge 0,005 mm circa (*2) (figura 1.17).
- ⑤ Quando Δr_m è impostato su circa 0,005 mm, misurare con i blocchetti tarati di riscontro (*3) la distanza tra lo spallamento dell'albero e la faccia laterale dell'anello interno (dimensione L) (figura 1.18).

Commenti:

(*1) Se la misurazione durasse troppo tempo, la temperatura dell'anello esterno potrebbe raggiungere la temperatura delle mani dell'operatore, con conseguente imprecisione della misurazione stessa. Per effettuare una misurazione più accurata, quindi, è consigliabile indossare un paio di guanti.

(*2) Nel caso in cui il gioco radiale fosse eccessivo, premendo l'anello esterno potrebbe generarsi una deformazione che gli farebbe assumere una forma ellittica e conseguentemente una misurazione imprecisa. Pertanto, un gioco radiale pari a 0,005 mm è accettabile (0,005 mm è il valore target, ma valori da 0,001 a 0,002 mm sono comunque ammessi).

(*3) La misurazione della dimensione L deve essere ottenuta inserendo i blocchetti tarati di riscontro tra lo spallamento dell'albero ed il cuscinetto, come indicato nella parte sinistra della fig. 1.18, al fine di verificare un'eventuale inclinazione dell'anello interno procurata al montaggio.

Figura 1.16 - Inserimento dell'Anello Esterno

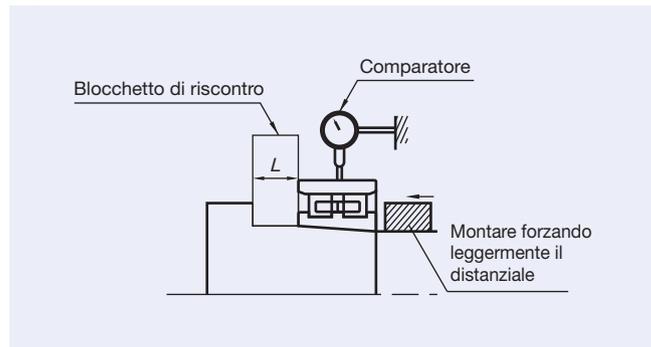


Figura 1.17 - Misurazione del Movimento dell'Anello Esterno

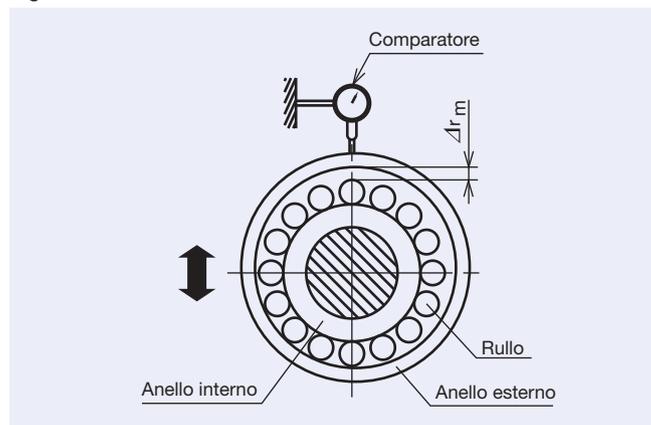
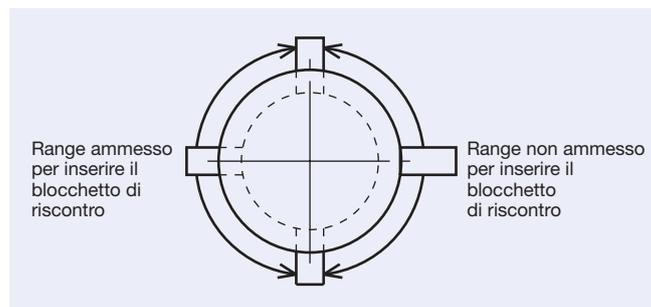


Figura 1.18 - Misurazione della Larghezza con i Blocchetti tarati di Riscontro



Esempio di calcolo

- Impostazione del gioco radiale per il cuscinetto NN3020MBKR con $\Delta r = -0,002$ mm (precarico) dopo il montaggio
- Compressione del diametro della pista di rotolamento dell'anello esterno a causa del montaggio nell'alloggiamento $\Delta r_e = -0,004$ mm (interferenza) (quando $\Delta r_e \geq 0$ considerare $\Delta r_e = 0$)
- Movimento radiale dell'anello esterno (valore misurato nel corso della fase ④): $\Delta r_m = 0,007$ mm
- Larghezza del blocchetto di riscontro (valore misurato nel corso della fase ⑤): $L = 20,55$ mm
- Larghezza finale del distanziale:

$$L_a = 20,55 - 15 \times (0,007 - (-0,002) + (-0,004))$$

$$= 20,55 - 0,075$$

$$= 20,475 \text{ mm}$$

Attenzione ai segni algebrici

1. MONTAGGIO

3.5. Ingrassaggio

Procedura di Ingrassaggio dopo il Lavaggio dei Cuscinetti

Al momento dell'avviamento iniziale del mandrino, potrebbe verificarsi un rapido aumento della temperatura causato da un errato ingrassaggio. Questo potrebbe poi richiedere un eccessivo allungamento del periodo di rodaggio, oppure provocare il grippaggio o la rottura del cuscinetto. E' quindi necessario prestare la massima attenzione, seguendo correttamente la procedura di ingrassaggio ed utilizzando il corretto quantitativo di grasso. La procedura consigliata è di seguito descritta:

1. Pre-ispezione

I cuscinetti, confezionati in fabbrica in condizioni di assoluta pulizia, devono essere sconfezionati solo immediatamente prima del loro montaggio. Dovranno essere ingrassati solo dopo averli puliti accuratamente rimuovendo il loro olio protettivo.

2. Distributore di grasso

Utilizzare un distributore di grasso, come una siringa in plastica, per distribuire il grasso con precisione. Se possibile, utilizzare un distributore che abbia in dotazione un indicatore per dosare il quantitativo corretto di grasso.

3. Quantitativo di grasso

I quantitativi consigliati di grasso per i cuscinetti di precisione sono i seguenti:

- Cuscinetti a sfere a contatto obliquo per mandrini di macchine utensili ad alta velocità: $15\% \pm 2\%$ del volume libero interno.
- Cuscinetti a rulli cilindrici per mandrini per macchine utensili ad alta velocità: $10\% \pm 2\%$ del volume libero interno.
- Cuscinetti a sfere per motori: da 20% a 30% del volume libero interno. I quantitativi esatti di grasso in funzione dei diversi tipi di cuscinetto sono riportati a pagina 175.

■ Metodo di Ingrassaggio per Cuscinetti a Sfere

1. Distribuire uniformemente il grasso anche tra le sfere. Se si utilizzano cuscinetti con la gabbia guidata sull'anello esterno, come nel caso della gabbia in resina fenolica, applicare un leggero strato di grasso sulla superficie di guida della gabbia.
2. Ruotare il cuscinetto manualmente per favorire la distribuzione uniforme del grasso sulle superfici delle piste di rotolamento, delle sfere e della gabbia.

■ Metodo di Ingrassaggio per i Cuscinetti a Rulli Cilindrici

1. Distribuire uniformemente sulla pista di rotolamento interna dei rulli circa l'80% del quantitativo di grasso prestabilito. Evitare di introdurre troppo grasso nelle tasche della gabbia poiché, essendo poi di difficile distribuzione durante il funzionamento, potrebbe provocare un rapido aumento della temperatura o richiedere un periodo di rodaggio molto prolungato.
2. Distribuire un leggero strato di grasso sulle superfici dei rulli, includendone le facce, i punti di contatto con la gabbia ed i bordi della superficie di ogni tasca della gabbia.
3. Utilizzare il rimanente 20% del quantitativo di grasso prestabilito, distribuendolo uniformemente sulla superficie della pista di rotolamento dell'anello esterno.

Figura 1.19 - Cuscinetti a Sfere Contatto Obliquo Ingrassati



Figura 1.20 - Cuscinetti a Rulli Cilindrici Ingrassati



4. Ispezione dopo il Montaggio

4.1. Precisione di Rotazione

Un montaggio accurato e la precisione delle relative parti sono indispensabili per garantire un'accuratezza ed una precisione di lavorazione del mandrino di una macchina utensile. Prestare quindi la massima attenzione a:

- 1: Errore di rotazione tra la faccia dell'anello esterno e la pista di rotolamento per i cuscinetti a contatto obliquo dopo l'assemblaggio:
regolare ad un valore di 0,002 mm od inferiore con una leggera pressione sulla faccia dell'anello esterno.
- 2: Variazione della superficie esterna del cuscinetto con la superficie della faccia di riferimento dell'anello esterno per i cuscinetti a sfere a contatto obliquo:
regolare ad un valore di 0,005 mm od inferiore inclinando la ghiera di bloccaggio (figura 1.21).
- 3: Concentricità della parte posteriore dell'alloggiamento.
Portare ad un valore di 0,010 mm o inferiore.

Se non è possibile raggiungere le precisioni richieste, smontare i cuscinetti e controllare nuovamente l'accuratezza delle singole parti.

Figura 1.21 - Inclinazione della Ghiera di Bloccaggio dell'Albero

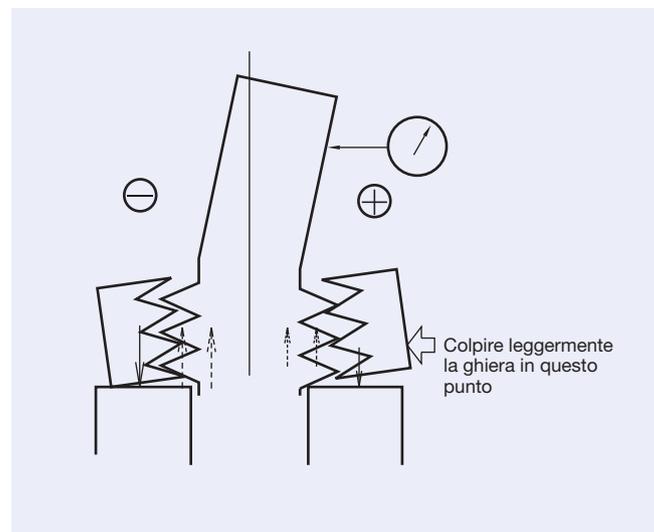
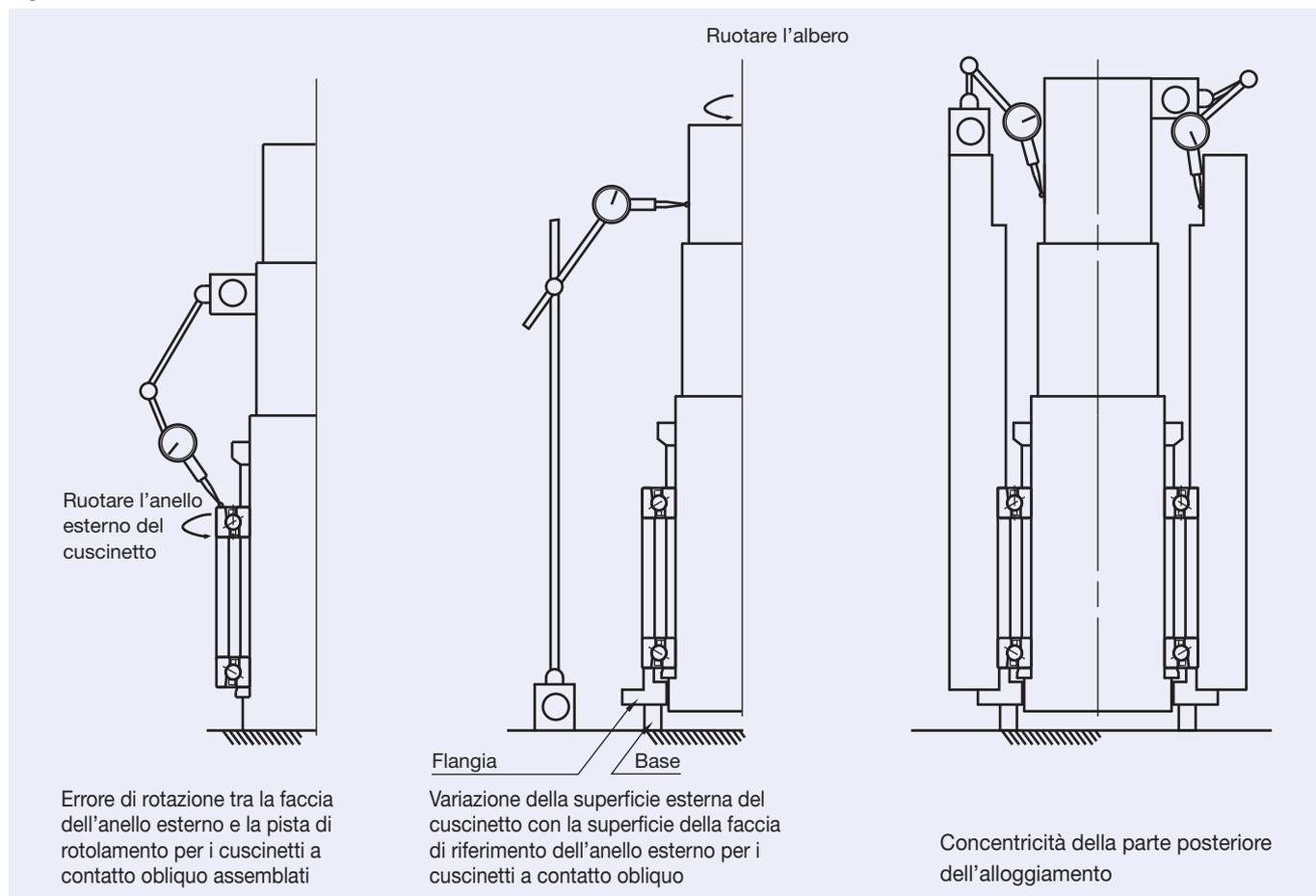


Figura 1.22 - Precisione di Rotazione del Mandrino di una Macchina Utensile



1. MONTAGGIO

4.2. Controllo del Precarico dopo il Montaggio del Cuscinetto

Se il precarico del cuscinetto è troppo elevato, la rigidità del cuscinetto aumenta ma con essa aumenta anche la generazione di calore e, nei casi estremi, può verificarsi il grippaggio del cuscinetto. E' quindi necessario determinare il precarico ottimale con la massima attenzione, in funzione delle specifiche condizioni di esercizio.

I metodi di misurazione del precarico dei cuscinetti a sfere a contatto obliquo sono precisati in seguito. La verifica del precarico dei cuscinetti a rulli cilindrici, invece, deve essere eseguita prevedendo l'utilizzo di un calibro GN e secondo la procedura descritta a pagina 202.

Misurazione del Precarico di un Cuscinetto a Sfere a Contatto Obliquo

Per il controllo del precarico dei cuscinetti a sfere a contatto obliquo, dopo il loro montaggio sull'albero, è possibile adottare tre diversi metodi: misurando la coppia di spunto, misurando la rigidità assiale statica, o attraverso la misurazione della frequenza naturale. Le caratteristiche di questi tre metodi sono riassunte nella tabella 1.3.

Tabella 1.3 - Metodi di Misurazione del Precarico

	Coppia di spunto	Rigidità assiale statica	Frequenza naturale
Vantaggi	Da utilizzarsi in caso di precarico elevato Se la coppia di spunto è elevata, l'errore di misurazione risulterà trascurabile.	Da utilizzarsi in caso di precarico leggero	Elevata precisione di misurazione Buona ripetitività
Svantaggi	Da non utilizzarsi in caso di precarico leggero Se la coppia di spunto è bassa, l'errore di misurazione risulterà importante.	Da non utilizzarsi in caso di precarico elevato L'apparecchiatura di carico avrebbe una scala troppo ampia e la misura sarebbe falsata dalle deformazioni delle parti adiacenti al cuscinetto.	Influenza non trascurabile della condizione di fissaggio del mandrino

1. Misurazione della Coppia di Spunto

Caratteristiche

I cuscinetti per mandrini ad alta velocità molto spesso sono utilizzati con precarico leggero. Quindi la coppia di spunto è bassa e l'errore di misurazione risulta essere piuttosto rilevante.

Metodo

La coppia di spunto si ottiene attraverso la misurazione della forza tangenziale (figura 1.23). Il precarico dopo il montaggio si ottiene dal rapporto tra la coppia di spunto rilevata ed il precarico iniziale (figura 1.24).

Quando la pellicola di lubrificante genera un leggero incollaggio tra le piste ed i corpi volventi, una forza tangenziale anche superiore al valore realmente necessario non è sufficiente a generare la rotazione, salvo averne poi un improvviso avviamento. In tal caso, il valore misurato non deve essere considerato, perché è sicuramente superiore al reale valore.

Figura 1.23 - Metodo di Misurazione della Coppia di Spunto

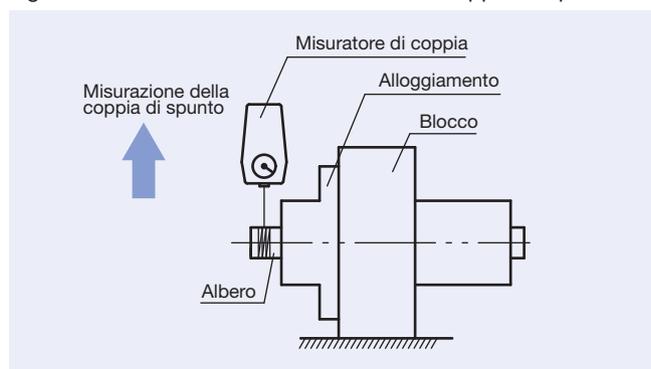
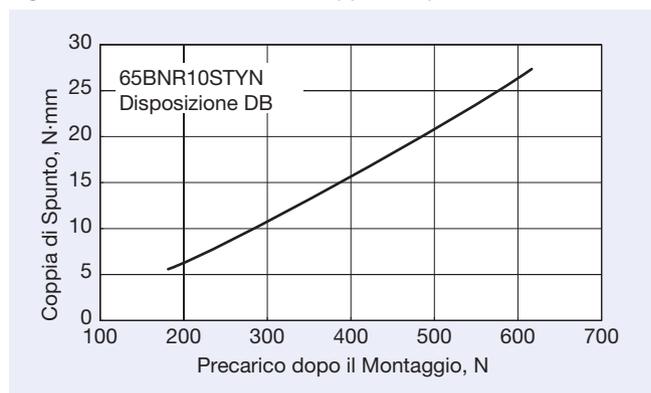


Figura 1.24 - Relazione tra la Coppia di Spunto e il Precarico



2. Misurazione della Rigidezza Assiale Statica

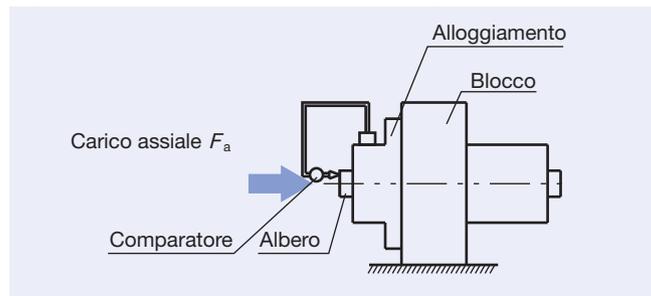
Caratteristiche

Quando la rigidezza assiale del cuscinetto è elevata, la forza assiale necessaria per la misurazione diventa molto alta ed è necessaria un'apparecchiatura di carico. Se ad esempio la rigidezza assiale corrisponde a 200N/μm, è necessario un carico pari a 2000N per generare uno spostamento pari a 10μm. Quando il carico di misurazione è molto alto, alla deformazione elastica del cuscinetto si aggiungono anche effetti evidenti di deformazione superficiale e di deformazione elastica delle parti adiacenti. La rigidezza misurata è quindi tendenzialmente inferiore rispetto al valore teorico e spesso si verificano errori.

Metodo

Per misurare il precarico, viene applicato un carico assiale sull'albero e viene rilevato il suo spostamento assiale (figura 1.25 e 1.26).

Figura 1.25 - Metodo di Misurazione della Rigidezza Assiale Statica



3. Misurazione della Frequenza Naturale

Caratteristiche

La sensibilità di misurazione è la più elevata e la ripetitività è buona, ma tende ad essere influenzata dalle condizioni di fissaggio del mandrino.

Metodo

L'albero viene fatto vibrare in direzione assiale e contemporaneamente viene rilevata la frequenza di risonanza dell'albero. E' possibile ottenere il precarico dopo il montaggio attraverso la seguente formula della frequenza di risonanza (figura 1.27 e 1.28):

Figura 1.26 - Rapporto tra Spostamento Assiale e Precarico

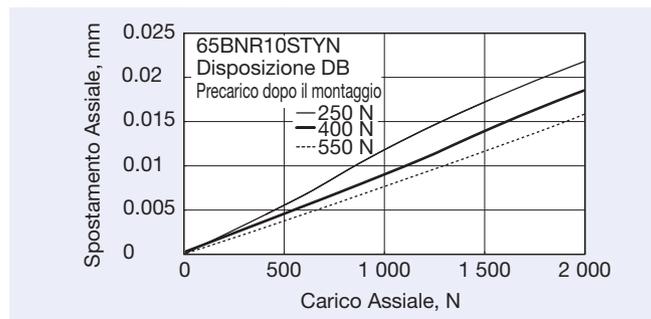


Figura 1.27 - Metodo di Misurazione della Frequenza Naturale

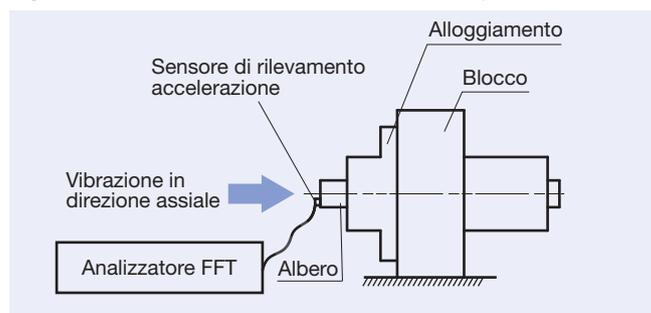
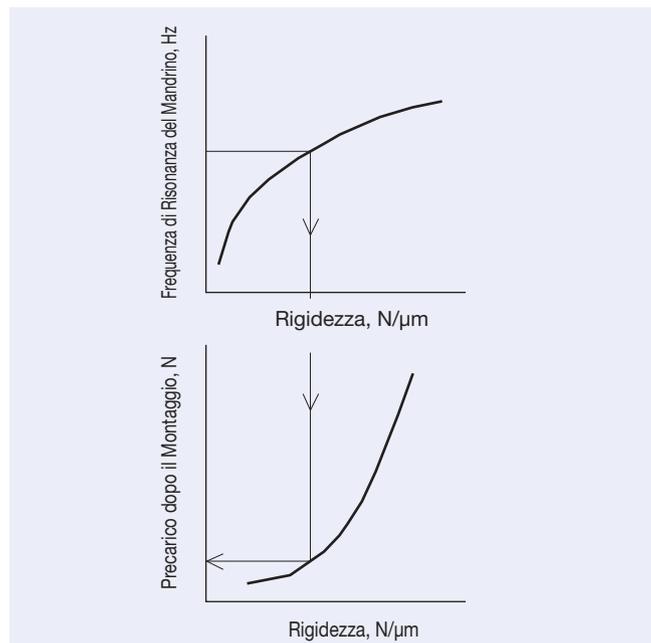


Figura 1.28 - Rapporto tra Frequenza di Risonanza del Mandrino e Rigidezza



Misurazione della frequenza di risonanza (F_z) dell'albero principale in direzione assiale

$$F_z = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{K_a}{m}} \approx 1000$$

Conversione

Rigidezza assiale del mandrino

K_a : Rigidezza del cuscinetto (N/μm)
 F_z : Frequenza di risonanza (Hz)
 m : Massa del corpo rotante (kg)

Conversione (contattare il Servizio Tecnico NSK per ulteriori dettagli)

Precarico dopo il montaggio

2. ISPEZIONE OPERATIVA

Ispezione Operativa

A montaggio completato è necessario condurre un test di funzionamento per verificare se i cuscinetti sono stati installati correttamente. Ruotare manualmente piccoli gruppi, verificando che i diversi componenti ruotino regolarmente, che non vi siano impedimenti dovuti alla presenza di corpi estranei oppure a difetti evidenti o visibili e che la coppia di rotazione risulti non omogenea a causa di un montaggio non corretto o ad un improprio accoppiamento tra le superfici a contatto. Va inoltre verificato che la coppia di rotazione non sia eccessiva a causa di un gioco non adeguato o all'attrito generato dai sistemi di tenuta.

Se non si rilevano anomalie, si può attivare il test di funzionamento. Per le applicazioni ad alta velocità, si consiglia di effettuare la procedura di rodaggio prima del test di funzionamento (pagine 212 - 213), avviando lentamente senza carichi esterni la macchina ed osservando accuratamente che non si verificano anomalie. In seguito, aumentare progressivamente la velocità ed i carichi fino a raggiungere le normali condizioni di esercizio.

Durante il ciclo di rodaggio, controllare l'eventuale presenza di rumorosità anomala, l'eccessivo aumento della temperatura dei cuscinetti, perdite o contaminazione del lubrificante, etc. Nel caso fosse rilevata un'anomalia, interrompere immediatamente il ciclo di rodaggio ed ispezionare il mandrino e, se necessario, smontare i cuscinetti per un loro accurato controllo. Rilevare la temperatura della superficie esterna dell'alloggiamento può, solitamente, rivelarsi utile per determinare la temperatura dei cuscinetti ma, ovviamente, sarebbe opportuno poterla rilevare direttamente sugli anelli esterni accedendo, per esempio, dai fori di adduzione dell'olio. La temperatura dei cuscinetti dovrebbe aumentare gradualmente fino a stabilizzarsi entro una o due ore ma, nel caso sia stato commesso un errore durante l'assemblaggio, potrebbe incrementare rapidamente ed in modo anomalo.

La causa potrebbe essere ricercata in un quantitativo eccessivo del lubrificante, nel gioco insufficiente, nel montaggio non corretto oppure nell'eccessivo attrito del sistema di tenuta. In caso di funzionamento ad alta velocità, anche la selezione non corretta del tipo di cuscinetto o del metodo di lubrificazione possono essere la causa scatenante di tale anomalia. La rumorosità dei cuscinetti può essere rilevata grazie a strumentazioni acustiche oppure con altri strumenti adeguati. Condizioni di funzionamento anomale generano spesso un suono metallico molto forte oppure una rumorosità irregolare. Le possibili cause includono una lubrificazione impropria, l'allineamento non corretto dell'albero e dell'alloggiamento oppure la contaminazione da corpi estranei. Le possibili anomalie e gli eventuali provvedimenti da adottarsi sono descritti nella tabella 2.1.

Tabella 2.1 - Irregolarità di Esercizio e Provvedimenti da Adottare

Tipo di irregolarità		Possibile causa	Soluzione
Rumorosità	Forte suono metallico (*)	Carichi anomali	Migliorare l'accoppiamento, il gioco interno od il precarico, la posizione dello spallamento dell'alloggiamento
		Montaggio non corretto	Migliorare la precisione delle lavorazioni, l'allineamento tra albero e alloggiamento e la procedura del metodo di montaggio
		Lubrificante insufficiente o non idoneo	Aggiungere lubrificante o selezionare un lubrificante diverso
		Contatto tra le parti in movimento	Modificare i sistemi di tenuta del labirinto, etc.
	Suono forte e regolare	Incisioni generate dall'ingresso di corpi estranei, corrosione, incrinature o cricche sulle piste di rotolamento	Sostituire o pulire i cuscinetti, migliorare i sistemi di tenuta ed utilizzare del lubrificante pulito
		Brinellatura	Sostituire i cuscinetti, prestando la massima attenzione durante la loro manipolazione e montaggio
		Sfaldamento sulle piste di rotolamento	Sostituire i cuscinetti
	Suono irregolare	Gioco eccessivo	Migliorare l'accoppiamento, il gioco interno od il precarico
		Ingresso di corpi estranei	Sostituire o pulire i cuscinetti, migliorare i sistemi di tenuta ed utilizzare del lubrificante pulito
Incrinature o sfaldamento sulle sfere		Sostituire i cuscinetti	
Aumento anomalo della temperatura	Eccessivo quantitativo di lubrificante	Ridurre il quantitativo di lubrificante o selezionare un grasso più consistente	
	Lubrificante insufficiente o non idoneo	Aggiungere lubrificante o selezionarne uno di qualità superiore	
	Carichi anomali	Migliorare l'accoppiamento, il gioco interno od il precarico, la posizione dello spallamento dell'alloggiamento	
	Montaggio non corretto	Migliorare la precisione di lavorazione e l'allineamento tra albero e alloggiamento, e la precisione di montaggio o il metodo di montaggio	
	Scorrimento tra le superfici di accoppiamento, eccessivo attrito dei dispositivi di tenuta	Correggere i dispositivi di tenuta, sostituire i cuscinetti, migliorare l'accoppiamento o il montaggio	
Vibrazioni (errore di rotazione dell'albero)	Brinellatura	Sostituire i cuscinetti, prestando la massima attenzione durante la loro manipolazione e montaggio	
	Sfaldamento	Sostituire i cuscinetti	
	Montaggio non corretto	Correggere l'ortogonalità tra lo spallamento dell'albero e dell'alloggiamento o le facce del distanziale	
	Ingresso di corpi estranei	Sostituire i cuscinetti e migliorare i dispositivi di tenuta	
Perdite o imbrunimento del lubrificante	Lubrificante in eccesso, ingresso di corpi estranei o particelle abrasive	Ridurre il quantitativo di lubrificante o selezionarne uno più denso. Sostituire i cuscinetti o il lubrificante. Pulire l'alloggiamento e le parti adiacenti.	

Nota (*) I cuscinetti a sfere ed i cuscinetti a rulli cilindrici lubrificati a grasso ed aventi dimensioni da medie a grandi, possono emettere un suono irregolare, chiamato "squeaking".

Questo può verificarsi soprattutto in inverno, quando le temperature sono più basse. In generale, in questi casi la temperatura dei cuscinetti non è destinata ad aumentare lasciando inalterate la durata a fatica o la durata del grasso. Pertanto, anche in presenza di questo fenomeno si potrà continuare ad utilizzare la macchina. Contattare NSK se tale rumorosità dovesse aumentare sensibilmente.

3. PROCEDURE DI RODAGGIO

Preparazione alla Fase di Rodaggio

Dopo il corretto montaggio dei cuscinetti, è necessario attenersi alle seguenti procedure di rodaggio:

■ Bilanciamento dell'Albero e del Gruppo Cuscinetti

Qualsiasi squilibrio dei componenti rotanti provocherà una sollecitazione ripetuta e vibrazioni eccessive, a causa della forza centrifuga. Questo vale soprattutto per i mandrini operanti ad un valore $d_m n$ pari o superiore a 1.000.000. È quindi fondamentale che il gruppo cuscinetti e l'albero siano perfettamente bilanciati.

■ Unità Mandrino

Le unità mandrino con trasmissione a cinghia devono avere un disallineamento massimo tra il centro della puleggia del mandrino ed il centro della puleggia del motore pari a 0,1 mm. In caso di utilizzo di giunti di collegamento, il disallineamento massimo tra i due alberi deve essere pari a 0,01 mm.

Metodo di Rodaggio

Un funzionamento ad alta velocità dei cuscinetti subito dopo il montaggio causerebbe un brusco innalzamento della loro temperatura, con possibili danni o addirittura con grippaggio. I cuscinetti lubrificati a grasso, soprattutto, richiedono una corretta procedura di rodaggio. La velocità di rotazione deve essere progressivamente aumentata per permettere una regolare distribuzione del grasso al loro interno. L'avviamento deve avvenire a temperatura ambiente (da 15°C a 25°C) tenendo sotto controllo la temperatura dei cuscinetti. La temperatura massima d'esercizio del corpo esterno del mandrino corrispondente alla zona dei cuscinetti, deve essere impostata a circa 50°C e non deve mai superare i 55°C. Se invece si verifica un rapido aumento della temperatura, è necessario interrompere temporaneamente la rotazione o decelerare per permettere un suo abbassamento. Per i mandrini equipaggiati sia con cuscinetti a rulli cilindrici che con cuscinetti a sfere a contatto obliquo, il rodaggio deve essere effettuato sulla base delle tempistiche richieste dai cuscinetti a rulli, poiché tendenzialmente subiscono aumenti di temperatura più rapidi rispetto a quelli a sfere.

Attenzione

Se i mandrini funzionanti con lubrificazione a nebbia d'olio ed aria-olio non sono stati attivati per un certo periodo di tempo, al loro avviamento possono subire un brusco innalzamento della temperatura, causato dalla improvvisa adduzione ai cuscinetti dell'eventuale olio in eccesso raccolto nei condotti dell'impianto di lubrificazione. Il rodaggio con questo tipo di lubrificazione risulta comunque essere più breve rispetto a quello con lubrificazione a grasso ed è quindi consigliato.

1. Procedura di Rodaggio in Continuo

Caratteristiche

Il rodaggio in continuo si esegue partendo da una velocità di rotazione molto bassa ed aumentandola gradualmente. Anche se piuttosto lunga, questa procedura permette all'operatore di rilevare potenziali problemi di funzionamento legati all'albero principale, evitando così costosi danni ai cuscinetti.

Metodo

La massima velocità di rotazione deve essere raggiunta solo dopo la ripetizione ciclica di diverse fasi:

Fase 1. Avviare il mandrino ad una velocità di rotazione relativamente bassa.

Fase 2. Monitorare la temperatura.

Fase 3. Attendere che la temperatura si stabilizzi.

Fase 4. Aumentare leggermente la velocità di rotazione.

Dividendo per dieci la velocità massima di rotazione del mandrino, si stabiliscono le dieci fasi di velocità target che dovranno essere raggiunte durante il rodaggio. Il ciclo sopra descritto va ripetuto per una o due ore, fino a quando non si sarà raggiunta la velocità target di ogni singola fase. Si continua a ripetere tale procedura fino a quando non viene ottenuta una temperatura di equilibrio alla velocità massima di rotazione (figura 3.2).

Figura 3.1 - Variazione della Temperatura con Procedura di Rodaggio in Continuo

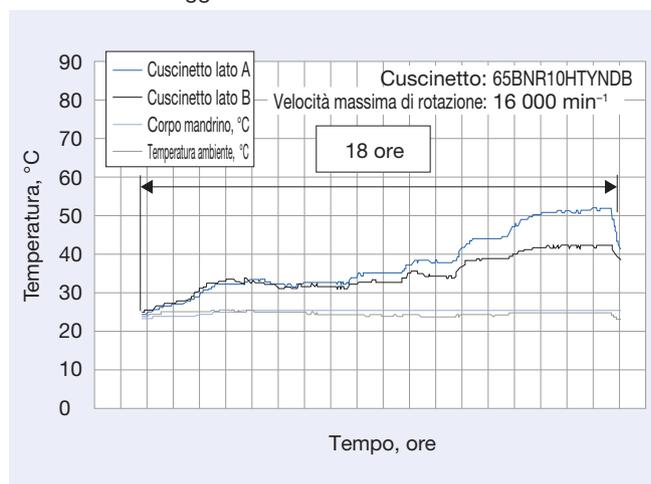
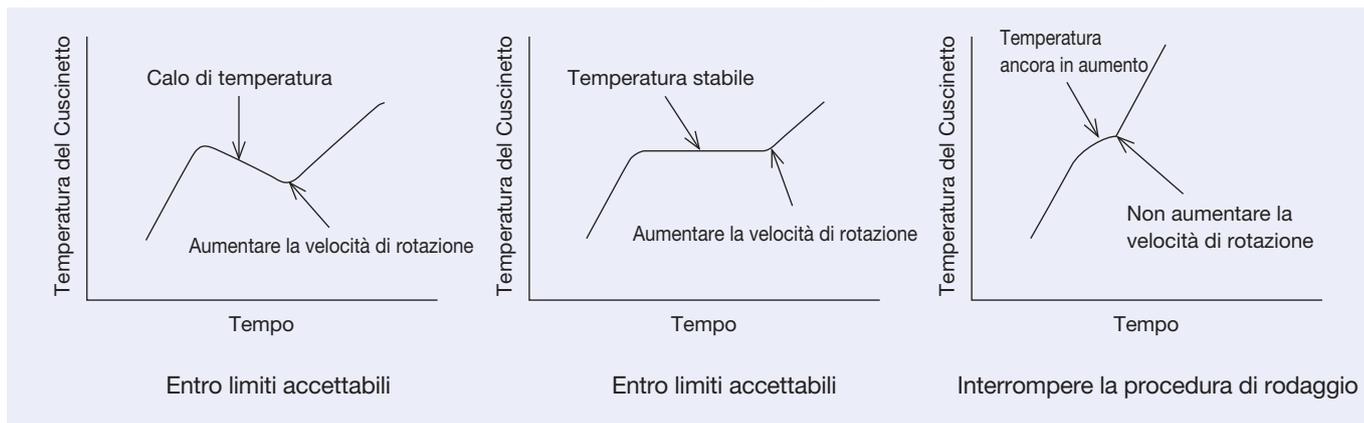


Figura 3.2 - Aumento della Velocità di Rotazione durante la Procedura di Rodaggio in Continuo



Aumentare la velocità di rotazione solo quando la temperatura operativa si è stabilizzata.

2. Procedura di Rodaggio ad Intermittenza

Caratteristiche

La procedura di rodaggio ad intermittenza consiste nell'interrompere il funzionamento e stabilizzando la temperatura, prima che si verifichi un suo rapido aumento provocato dall'improvviso ingresso del grasso all'interno dei corpi volenti del cuscinetto. Questa procedura, che può variare da macchina a macchina ed a seconda della disposizione dei cuscinetti, riduce il tempo normalmente necessario per il rodaggio. Verificare attentamente, quindi, l'esatta disposizione dei cuscinetti per ogni singola applicazione.

Metodo

Dividere la velocità massima di rotazione prevista per il mandrino in otto o dieci fasi, per determinare la velocità target massima di ogni fase. Ogni fase va poi divisa in ulteriori dieci cicli, della durata di circa un minuto ciascuno. Durante ogni ciclo, da ripetersi per circa dieci volte, occorre accelerare rapidamente il gruppo mandrino alla velocità target prevista per quel ciclo e poi decelerare fino a fermare il mandrino. Passare quindi alla fase successiva, ripetendo il ciclo per altre dieci volte, fino a raggiungere la velocità target prevista per tale fase. Nella figura 3.3 sono rappresentati i dati relativi all'aumento della temperatura per un cuscinetto operante ad una velocità massima di rotazione di 16.000 min⁻¹. La velocità massima è divisa in otto fasi, con dieci cicli ciascuna di rapida accelerazione e decelerazione. La figura 3.4 mostra un esempio di un singolo ciclo. Prima di avviare il rodaggio, è consigliabile ruotare il mandrino lentamente a circa 500 min⁻¹ per 15 minuti, al fine di facilitare una iniziale distribuzione uniforme del grasso all'interno dei cuscinetti e scongiurare eventuali problemi al gruppo.

A rodaggio ultimato, inoltre, si consiglia di lasciare per circa 1 ora il mandrino in rotazione continua alla velocità massima.

Figura 3.3 - Variazione della Temperatura con Procedura di Rodaggio ad Intermittenza

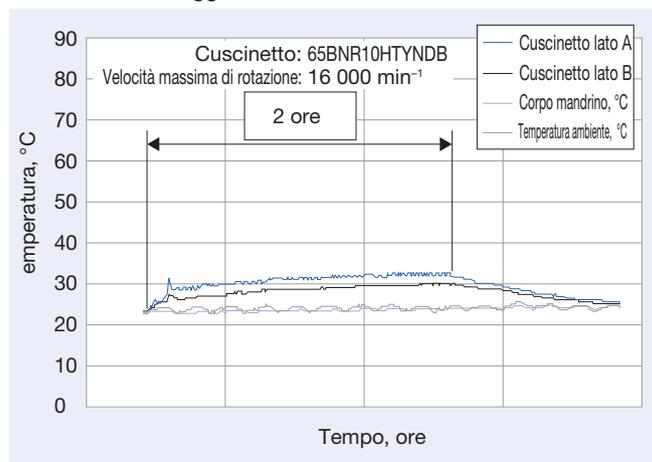


Figura 3.4 - Un Ciclo per la Procedura di Rodaggio ad Intermittenza



Procedure di Rodaggio

DIAGNOSI DANNI AI CUSCINETTI



Diagnosi Danni

Diagnosi Danni ai Cuscinetti

1. Danni ai Cuscinetti e Provvedimenti da AdottarePag. 216-219
2. Diagnosi con Suono e VibrazioniPag. 220-225

ai Cuscinetti

1. DANNI AI CUSCINETTI E PROVVEDIMENTI DA ADOTTARE

Manutenzione, Ispezione e Correzione Irregolarità

Per garantire il più a lungo possibile le prestazioni originali dei cuscinetti, è necessario effettuare l'ispezione e la manutenzione opportuna. Se ci si attiene correttamente alle procedure, è possibile evitare molti potenziali problemi ai cuscinetti, migliorando al tempo stesso l'affidabilità, la produttività ed i costi di esercizio delle diverse apparecchiature che li contengono. È consigliabile effettuare la manutenzione periodica, che prevede la supervisione delle condizioni di esercizio, la distribuzione o la sostituzione dei lubrificanti e l'ispezione dei diversi componenti. Di norma, durante l'esercizio è necessario controllare la rumorosità, le vibrazioni, la temperatura operativa e la lubrificazione dei cuscinetti. Qualora fossero rilevate irregolarità, è importante determinarne le cause e possibilmente adottare poi le necessarie misure correttive, come precisato nella tabella 1.1.

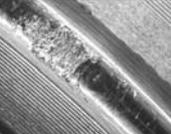
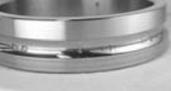
Se necessario, smontare ed esaminare dettagliatamente i cuscinetti.

Danneggiamenti Tipici e Provvedimenti da Adottare

In generale, i cuscinetti volventi utilizzati correttamente possono raggiungere e superare la durata prevista. Tuttavia, in caso di errori spesso facilmente evitabili, essi potrebbero cedere prematuramente. Rispetto alla loro durata a fatica calcolata, la possibile rottura o guasto prematuro potrebbe dipendere dal montaggio, dalla lubrificazione non corretta, dall'ingresso di corpi estranei o dall'anomala generazione di calore. Per esempio, la presenza di abrasioni continue potrebbe dipendere dall'utilizzo di un lubrificante non corretto, da un sistema di lubrificazione difettoso, dall'ingresso di corpi estranei, da errori di montaggio, dall'eccessiva flessione dell'albero o da una combinazione di tutte queste cause. Di conseguenza, non è sempre facile determinare la reale causa di alcuni cedimenti prematuri. Se si è a conoscenza di tutte le condizioni al momento del guasto e precedenti al guasto stesso, sarà possibile evitare il ripetersi in futuro di inconvenienti simili.

Nella tabella 1.1 sono elencati i danni più frequenti che si possono verificare nei cuscinetti, insieme alle principali cause ed alle azioni correttive più appropriate da intraprendere.

Tabella 1.1 - Danni Tipici e Provvedimenti da Adottare

Danneggiamento	Anomalie	Foto	Possibile causa	Soluzione
Sfaldamento	Sfaldamento di un lato della pista di rotolamento del cuscinetto		Carico assiale anomalo (slittamento non consentito del cuscinetto del supporto libero)	Prevedere un accoppiamento più libero dell'anello esterno dei cuscinetti nel supporto flottante e un'estremità libera per permettere la dilatazione termica assiale dell'albero
	Sfaldamento obliquo della pista di rotolamento dei cuscinetti radiali a sfere, sfaldamento vicino al bordo della pista di rotolamento dei cuscinetti a rulli		Montaggio non corretto, flessione dell'albero, tolleranze non adeguate tra albero ed alloggiamento	Prestare la massima cura nel corso del montaggio e del centraggio delle parti, selezionare un cuscinetto con maggiore gioco radiale e migliorare gli spallamenti dell'albero e dell'alloggiamento
	Sfaldamento della pista di rotolamento con interasse pari a quello dei corpi volventi		Importante carico da urto durante il montaggio, corrosione quando il cuscinetto non è utilizzato per un periodo prolungato, difetti (incrinature) di montaggio dei cuscinetti a rulli cilindrici	Prestare la massima cura durante il montaggio ed applicare un prodotto per evitare la formazione di ruggine quando il funzionamento della macchina è sospeso per un prolungato periodo di tempo
	Sfaldamento prematuro della pista di rotolamento e dei corpi volventi		Gioco insufficiente, carico eccessivo, lubrificazione non corretta, corrosione, etc.	Migliorare l'accoppiamento, il gioco dei cuscinetti ed il tipo di lubrificante
	Sfaldamento prematuro dei cuscinetti accoppiati		Preacarico eccessivo	Regolare il precarico
Abrasione	Abrasione o rigatura tra la pista di rotolamento e la superficie di rotolamento		Lubrificazione iniziale non corretta, grasso troppo denso ed eccessiva accelerazione durante l'avviamento	Utilizzare un grasso meno denso ed evitare accelerazioni troppo rapide

Danneggiamento	Anomalie	Foto	Possibile Causa	Soluzione
Abrasione	Abrasione o rigatura tra la faccia dei rulli e gli orletti di ritegno		Lubrificazione non adeguata, montaggio non corretto, carico assiale eccessivo	Utilizzare un lubrificante corretto e modificare il montaggio
Cricche	Cricche sull'anello interno od esterno		Eccessivo carico da urto, eccessiva interferenza di accoppiamento, insufficiente cilindricità della superficie, conicità non ottimale, eccessivo raggio di raccordo dello spallamento e sviluppo dello sfaldamento.	Esaminare le condizioni di carico, modificare l'accoppiamento del cuscinetto e della bussola, il raggio di raccordo dello spallamento deve essere inferiore a quello del cuscinetto
	Cricche sui corpi volenti, rottura degli orletti di ritegno		Sviluppo di sfaldamento, urto sugli orletti durante il montaggio, caduta del cuscinetto durante la sua manipolazione	Prestare la massima cura durante il montaggio
	Rottura della gabbia		Carico eccessivo sulla gabbia dovuto a montaggio non corretto o lubrificazione impropria	Eliminare gli errori di montaggio e riesaminare il metodo di lubrificazione ed il lubrificante utilizzato
Incisioni	Incisioni sulle piste di rotolamento con interasse pari a quello dei corpi volenti (brinellatura)		Importante carico da urto durante il montaggio, eccessivo carico in condizioni stazionarie	Prestare la massima cura durante il montaggio
	Incisioni dele piste e dei corpi volenti		Ingresso di corpi estranei come particelle o polveri metalliche	Pulire l'alloggiamento, migliorare i dispositivi di tenuta ed utilizzare un lubrificante pulito
Usura anomala	Falsa brinellatura (fenomeno con caratteristiche simili alla brinellatura)		Vibrazioni in condizioni stazionarie (durante il trasporto) o oscillazioni di piccola ampiezza	Fissare con sicurezza albero ed alloggiamento, utilizzare olio come lubrificante e ridurre le vibrazioni applicando un precarico
	Usura da strisciamento, usura irregolare delle superfici di accoppiamento, con generazione di polvere di limatura di colore bruno-rossastro sulle superfici di accoppiamento.		Leggera usura delle superfici di accoppiamento	Aumentare l'interferenza di montaggio ed utilizzare olio
	Usura della pista di rotolamento, degli orletti di ritegno e della gabbia		Ingresso di corpi estranei, lubrificazione non corretta e ruggine	Migliorare i dispositivi di tenuta, pulire l'alloggiamento ed utilizzare un lubrificante pulito
	Rotazione ed usura da abrasione delle superfici di accoppiamento		Interferenza insufficiente, manicotto non serrato correttamente	Aumentare l'interferenza di montaggio, serrare il manicotto in modo corretto
Grippaggio	Imbrunimento e micro saldature delle piste di rotolamento, dei corpi volenti e degli orletti di ritegno		Gioco insufficiente, lubrificazione impropria o montaggio non corretto	Riesaminare il gioco interno e l'accoppiamento dei cuscinetti, prevedere l'utilizzo di un quantitativo adeguato di lubrificante e migliorare il metodo di montaggio delle parti
Corrosione e Ruggine	Ruggine e corrosione delle superfici di accoppiamento delle parti interne del cuscinetto		Condensa ed accumulo di acqua dall'aria o usura da strisciamento, contatto con sostanze corrosive (soprattutto vapori di resine, etc.)	Prestare la massima cura nello stoccaggio, evitando elevate temperature ed eccessiva umidità, se si interrompe il funzionamento per un periodo prolungato è necessario prevedere un trattamento antiruggine, selezionare correttamente le resine ed il lubrificante impiegati

1. DANNI AI CUSCINETTI E PROVVEDIMENTI DA ADOTTARE

Tracce di Rotolamento e Carichi Applicati

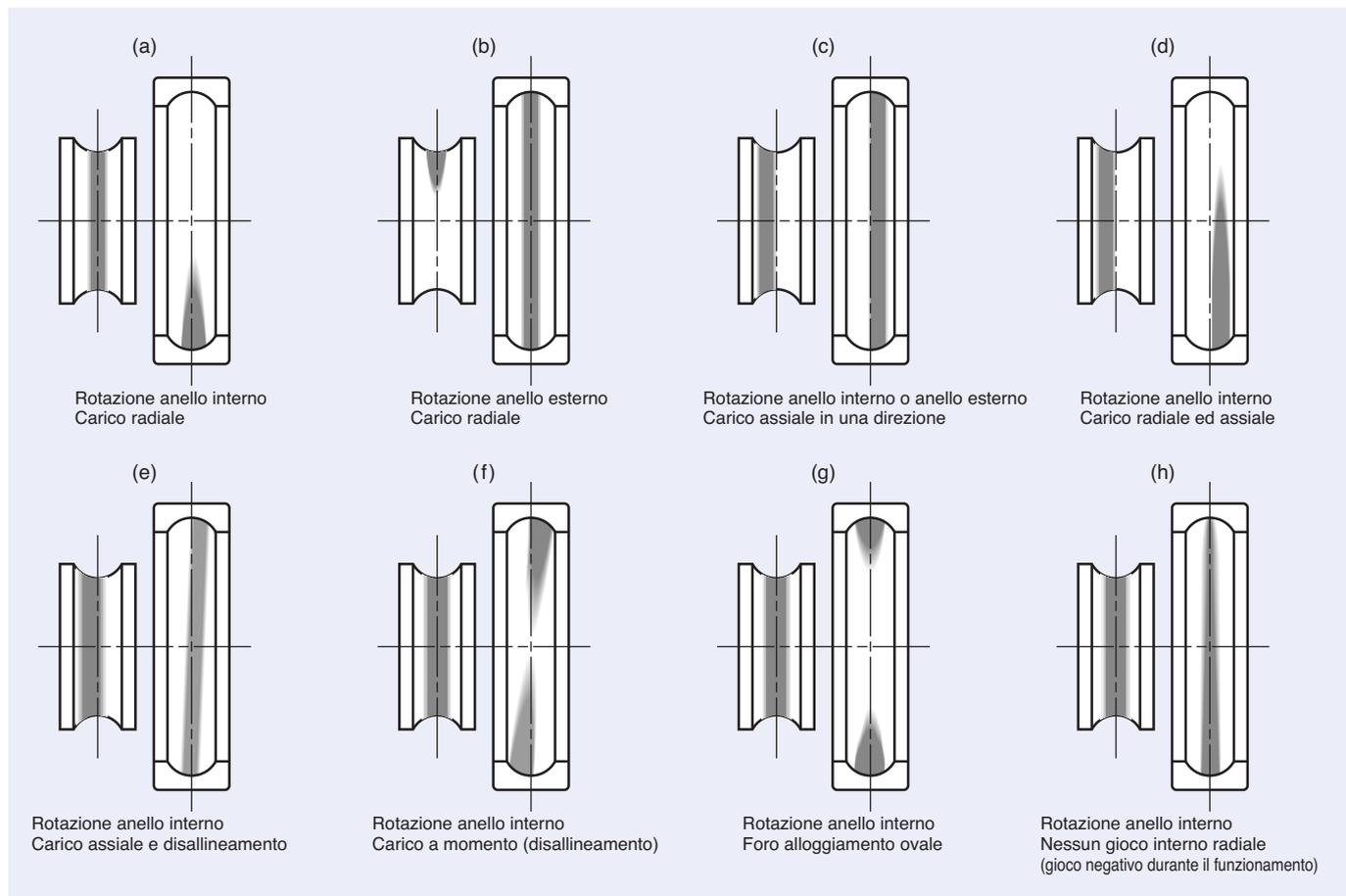


Figura 1.1 - Tracce Tipiche di Rotolamento dei Cuscinetti a Sfere

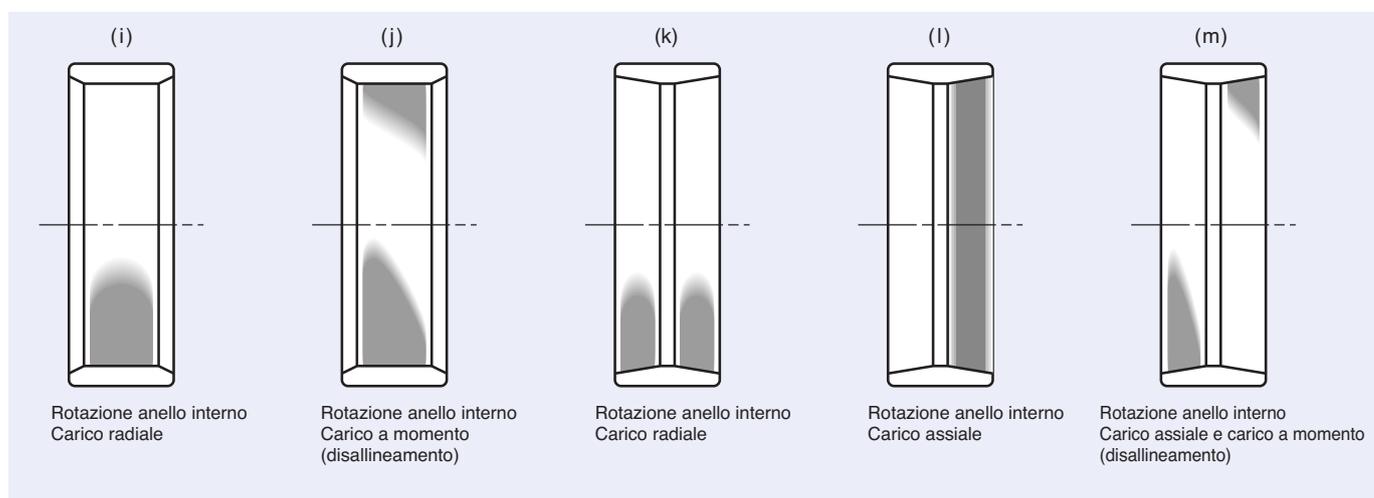


Figura 1.2 - Tracce Tipiche di Rotolamento dei Cuscinetti a Rulli

Tabella 1.2 - Schema Diagnostico dei Cuscinetti

Danneggiamento	Posizione (Fenomeno)	Causa tipica											Note		
		Manipolazione		Parti adiacenti al cuscinetto			Lubrificazione		Carico			Velocità			
		Stoccaggio, spedizione	Montaggio	Albero, alloggiamento	Dispositivo di tenuta, acqua, detriti	Temperatura	Lubrificante	Metodo di lubrificazione	Carico eccessivo	Carico a momento	Carico troppo leggero	Elevata velocità, elevata accelerazione		Oscillazione, vibrazione, stazionario	Selezione cuscinetto
1. Sfaldatura	Superficie rotolamento pista e volventi		○	○	○		○	○	○	○				○	
2. Spellatura	Pista di rotolamento, superficie volvente di contatto				○		○	○			○	○			
	Superfici diametro esterno cuscinetto			*	○		○	○							Parte di accoppiamento
3. Abrasione	Superficie estremità rullo, superficie orletto di ritegno		○	○	○		○	○	○	○		○			
	Guida gabbia, superficie tasca		○		○		○	○							
4. Smerigliatura	Superficie rotolamento pista e volventi				○		○	○			○	○			
5. Rottura	Collare pista di rotolamento, rulli	○	○	○					○	○					
6. Cricche	Anelli pista di rotolamento, corpi volventi		○	○		○			○	○					
	Superficie orletto di ritegno, faccia del rullo, superficie guida gabbia (cricca termica)			○				○	○	○					
7. Danneggiamento della gabbia	(Deformazione), (Rottura)		○	○					○	○					
	(Usura)		○		○		○	○	○	○		○			
8. Indentatura	Superficie rotolamento pista e volventi (innumerevoli piccole incisioni)				○			○							
	Pista di rotolamento (detriti sull'interasse dei corpi volventi)	○	○						○				○		
9. Corrosione localizzata	Superficie rotolamento pista e volventi				○		○	○							
10. Usura	Superficie rotolamento pista e volventi, superficie orletto di ritegno, faccia del rullo		○		○		○	○							
11. Usura da strisciamento	Superficie rotolamento pista e volventi	○	○	○			○	○	○			○	○		
	Superficie Foro e/o esterna, superficie laterale (contatto con alloggiamento e albero)		○	○					○						
12. Falsa brinellatura	Superficie rotolamento pista e volventi	○					○	○					○		
13. Scorrimento	Superficie rotolamento pista e volventi		○	○		○	○*	○*	○			○			Accoppiamento con gioco
14. Grippaggio	Superficie di accoppiamento		○	○	○		○	○	○	○		○		○	
15. Corrosione elettrica	Superficie rotolamento pista e volventi		○*	○*											Passaggio di elettricità attraverso i corpi volventi
16. Ruggine e corrosione	Anello pista di rotolamento, corpo volvente, gabbia	○	○		○	○	○	○							
17. Difetti di montaggio	Superficie rotolamento pista e volventi		○	○											
18. Imbrunimento	Anello pista di rotolamento, corpo volvente, gabbia					○	○	○							

Nota: questa tabella elenca soltanto i più comuni guasti, cause e posizioni.

Danni ai Cuscinetti e Provvedimenti da Adottare

2. DIAGNOSI CON SUONO E VIBRAZIONE

Classificazione di Suoni e Vibrazioni

Suono e vibrazione accompagnano la rotazione dei cuscinetti volventi. Il tono e l'ampiezza del suono e della vibrazione dipendono dal tipo di cuscinetto, dalle condizioni di montaggio e di esercizio, etc. Come descritto nella tabella 2.1, il suono e la vibrazione di un cuscinetto volvente possono essere classificati in base a quattro categorie principali ed ogni categoria in numerose sotto-categorie. I confini tra i diversi gruppi non sono comunque ben definiti. Anche se alcune tipologie di rumori o vibrazioni sono tipiche dei cuscinetti, il volume potrebbe essere legato ai processi di produzione, mentre alcune tipologie di suoni o vibrazioni, anche se dovuti alla produzione, non possono essere eliminati neanche in condizioni normali.

Registrando i suoni e le vibrazioni di una macchina rotante ed analizzandoli, è possibile determinarne la causa.

Come evidenziato nelle figure della pagina successiva, un cuscinetto meccanicamente normale mostra una forma d'onda stabile. Tuttavia, un cuscinetto con una rigatura, ad esempio, mostra una forma d'onda con ampie oscillazioni che stanno ad indicare dei suoni di grande ampiezza ad intervalli regolari. NSK produce il Bearing Monitor NB-4, un rilevatore per la misurazione delle vibrazioni, in grado di diagnosticare eventuali irregolarità in una macchina rotante e di desumerne le cause, unitamente ad un dispositivo di registrazione come un personal computer.

Tabella 2.1 - Classificazione dei Suoni e delle Vibrazioni in un Cuscinetto Volvente

	Suono	Vibrazione	Caratteristiche	
Strutturale	Rumore di rotolamento	Vibrazione libera dell'anello della pista di rotolamento	Rumore continuo, rumore base inevitabile generato da tutti i cuscinetti	
	Rumore di click	Vibrazione libera dell'anello della pista di rotolamento, vibrazione libera della gabbia	Rumore regolare ad un determinato intervallo, cuscinetti di grandi dimensioni e albero orizzontale, carico radiale e basso regime di giri	
	Stridio (Squeal)	Vibrazione libera dell'anello della pista di rotolamento	Rumore continuo o intermittente, soprattutto cuscinetti a rulli cilindrici di grandi dimensioni, carico radiale, lubrificazione a grasso, a determinate velocità	
	Rumore gabbia	Rumore "CK"	Vibrazione libera della gabbia	Rumore regolare ad un determinato intervallo, prodotto da tutte le tipologie di cuscinetti
		Rumore "CG"	Vibrazione della gabbia	Rumore continuo o intermittente, lubrificazione con grasso particolare
		Picchietto	Vibrazione libera della gabbia	Rumore ad un determinato intervallo, ma leggermente irregolare sotto carico radiale e durante la fase iniziale
—	Vibrazione passaggio corpo volvente	Rumore continuo, tutte le tipologie di cuscinetti sotto carico radiale		
Produzione	Rumore da ondulazione	Vibrazione dovuta ad ondulazione	Anello interno	Rumore continuo
			Anello esterno	Rumore continuo
			Corpo volvente	Rumore continuo con i rulli, occasionale con le sfere
Manipolazione	Rumore da incisione	Vibrazione dovuta ad incisione	Anello interno	Rumore regolare ad un determinato intervallo
			Anello esterno	
			Corpo volvente	
Rumore da contaminazione	Vibrazione da contaminazione	Irregolare		
Altro	Rumore da tenuta	Vibrazione libera della tenuta	Tenuta radiale a strisciamento	
	Rumore da lubrificante	—	Irregolare	
	—	Errore di rotazione	f_r	Continuo
			f_c	Continuo
$f_r - 2f_c$			Continuo	

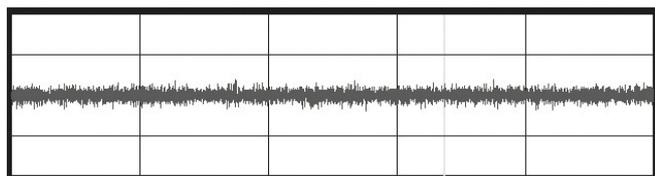
n : Intero positivo (1, 2, 3...)

Z : Numero dei corpi volventi

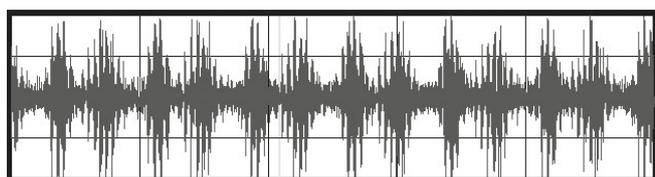
f_{RN} : Frequenza naturale dell'anello nella modalità di flessione radiale, Hz

f_{MI} : Frequenza naturale nella modalità di vibrazione angolare di inerzia del sistema molla-anello esterno, Hz

f_r : Frequenza di rotazione dell'anello interno, Hz



Forma d'onda del suono di un cuscinetto normale



Forma d'onda di un cuscinetto rigato



Monitor cuscinetti NB-4, dispositivo di misurazione delle vibrazioni (vedi pagina 128)

Frequenza generata (analisi della frequenza)			Sorgente	Soluzioni da adottare
FFT dell'onda originale		FFT dopo involuppo (n° base)		
Direzione radiale (angolare)	Direzione assiale			
$f_{RIN} \cdot f_{MI}$	$f_{AIN} \cdot f_{AM}$	—	Risonanza selettiva dell'ondulazione (attrito volvente)	Migliorare la rigidezza attorno ai cuscinetti, adeguato gioco radiale, lubrificante ad elevata viscosità, cuscinetti di alta qualità
$f_{RIN} \cdot f_{MI}$ Frequenza naturale della gabbia	$f_{AIN} \cdot f_{AM}$	Zf_c	Collisione dei corpi volventi con anello interno o gabbia	Ridurre il gioco radiale, applicare il precarico e utilizzare olio ad alta viscosità
$(\approx f_{R2N} \cdot f_{R3N})$	—	?	Vibrazione auto-indotta causata dall'attrito di slittamento sulla superficie volvente	Ridurre il gioco radiale, applicare il precarico, cambiare il grasso, sostituire con cuscinetti adeguati
Frequenza naturale della gabbia	—	f_c	Collisione della gabbia con i corpi volventi o gli anelli	Applicare il precarico, lubrificante ad alta viscosità, ridurre gli errori di montaggio
Frequenza naturale della gabbia	—	?	Vibrazione auto-indotta causata da attrito sulla superficie di guida della gabbia	Cambiare il tipo di grasso, sostituire con gabbia adeguata
Frequenza naturale della gabbia	—	Zf_c	Collisione della gabbia e del corpo volvente causata dalla resistenza del grasso	Ridurre il gioco radiale, applicare il precarico e lubrificante a bassa viscosità
Zf_c	—	—	Cedimento dell'anello interno dovuto al passaggio del corpo volvente	Ridurre il gioco radiale e applicare il precarico
$nZf_i \pm f_r (nZ \pm 1 \text{ picchi})$	$nZf_i (nZ \text{ picchi})$	—	Ondulazione della pista di rotolamento dell'anello interno, irregolarità della parte esterna dell'albero	Cuscinetti di alta qualità, migliorare la precisione dell'albero
$nZf_c (nZ \pm 1 \text{ picchi})$	$nZf_c (nZ \text{ picchi})$	—	Ondulazione della pista di rotolamento dell'anello esterno, foro irregolare dell'alloggiamento	Cuscinetti di alta qualità, migliorare la precisione del foro dell'alloggiamento
$2nf_b \pm f_c (2n \text{ picchi})$	$2nf_b (2n \text{ picchi})$	—	Ondulazione del corpo volvente	Cuscinetti di alta qualità
$f_{RIN} \cdot f_{MI}$	$f_{AIN} \cdot f_{AM}$	Zf_i	Incisioni, ruggine, sfaldamento sulla pista di rotolamento dell'anello interno	Sostituzione e attenta manipolazione dei cuscinetti
		Zf_c	Incisioni, ruggine, sfaldamento sulla pista di rotolamento dell'anello interno	Sostituzione e attenta manipolazione dei cuscinetti
		$2f_b$	Incisioni, ruggine, sfaldamento sui corpi volventi	Sostituzione e attenta manipolazione dei cuscinetti
$f_{RIN} \cdot f_{MI}$	$f_{AIN} \cdot f_{AM}$	Irregolare	Ingresso di sporcizia e detriti	Lavaggi e miglioramento della tenuta
Frequenza naturale della tenuta	—	(f_r)	Vibrazione auto-indotta a causa dell'attrito sulla zona di contatto della tenuta	Cambiare la tenuta, cambiare il grasso
?	?	Irregolare	Lubrificante o bolle di lubrificante schiacciate tra i corpi volventi e le piste di rotolamento	Cambiare il grasso
f_r	—	—	Sezione trasversale irregolare dell'anello interno	Cuscinetti di alta qualità
f_c	—	—	Variazione della sfera nel cuscinetto, corpi volventi non equidistanti	Cuscinetti di alta qualità
$f_r - 2f_c$	—	—	Vibrazione non lineare dovuta a variazione rigida per variazione della sfera	Cuscinetti di alta qualità

f_c : Frequenza orbitale di rotazione dei corpi volventi, Hz

f_{AIN} : Frequenza naturale dell'anello nella modalità di flessione assiale, Hz

f_{AM} : Frequenza naturale nella modalità di vibrazione assiale nella massa del sistema molla-anello esterno, Hz

f_i : $f_i = f_r - f_c$, Hz

f_b : Frequenza di rotazione del corpo volvente attorno al suo centro, Hz

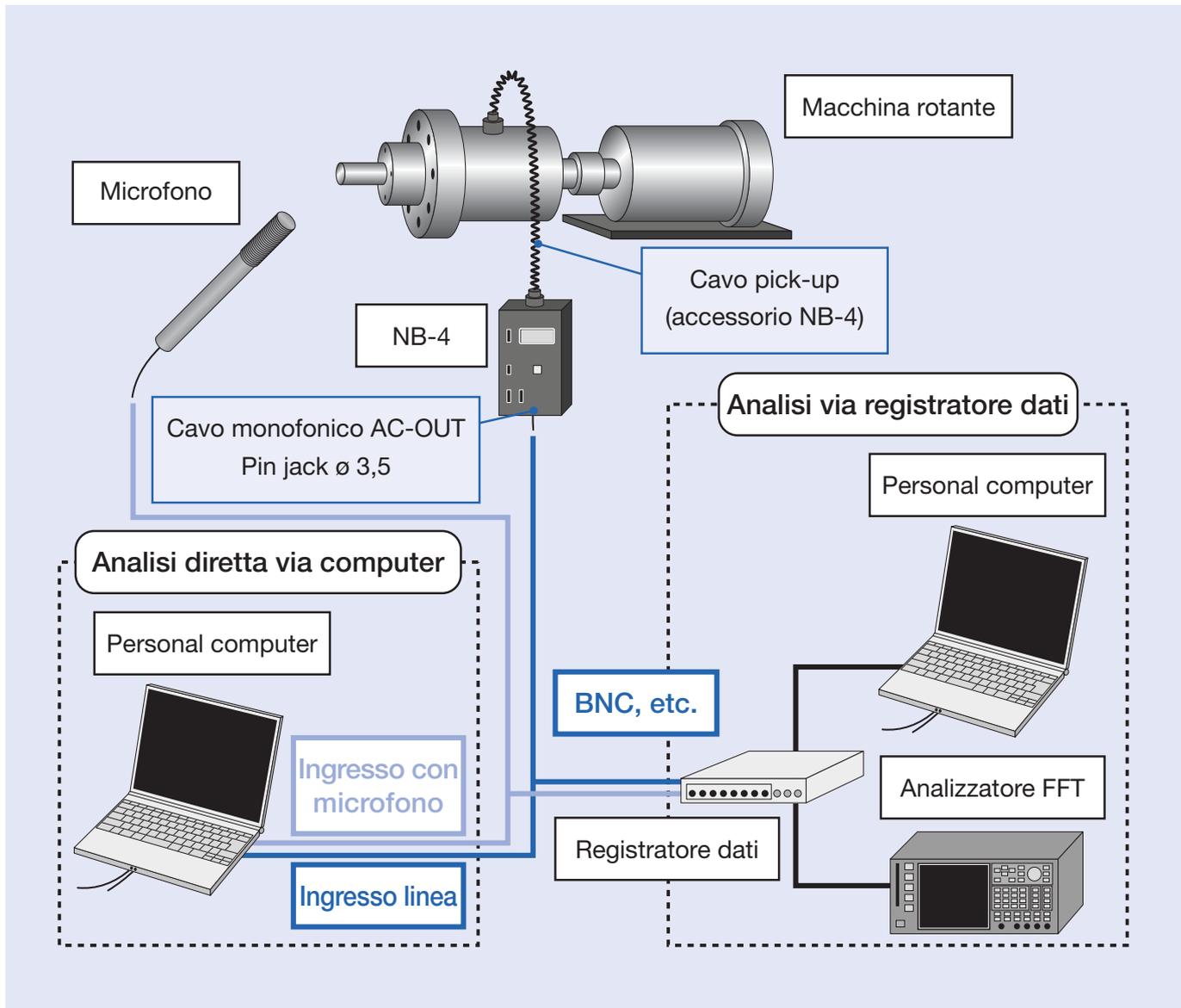
2. DIAGNOSI CON SUONO E VIBRAZIONE

Come Registrare le Forme d'Onda di Suono e Vibrazione

Attraverso l'analisi del suono o della vibrazione di una macchina rotante, è possibile desumere la causa di un comportamento anomalo. Descriveremo ora come registrare le vibrazioni con il Bearing Monitor NB-4 (vedi pagina 128) e come registrare i suoni con un microfono.

Per individuare le cause di eventuali irregolarità, suoni e vibrazioni devono essere registrati sia in condizioni normali che in condizioni anomale.

Figura 2.1 - Configurazione per la Registrazione delle Forme d'Onda di Suono e Vibrazione



Avvertenze per la registrazione delle forme d'onda di suono e vibrazione

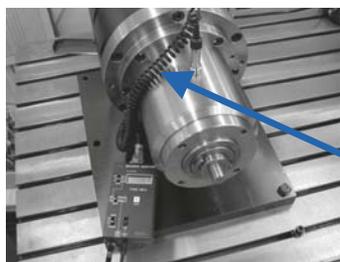
Analizzare i dati dopo la registrazione è semplice, purché vengano adottate le seguenti precauzioni:

- 1) Interrompere il funzionamento dei macchinari vicini, in modo da eliminare rumori e vibrazioni ambientali
- 2) Raccogliere i dati di suono e vibrazione sia in condizioni normali che anomale
- 3) Ascoltare la riproduzione dei suoni registrati per verificare le eventuali irregolarità
- 4) Raccogliere i dati di suono e vibrazione durante la variazione del numero di giri della macchina (ad esempio 100 min⁻¹, 800 min⁻¹, e 2000 min⁻¹)

Come Registrare le Vibrazioni quando la Registrazione delle Forma d'Onda avviene direttamente tramite Computer

Attrezzatura necessaria:

- Bearing Monitor NB-4
- Personal computer (con morsetto ingresso linea e software di registrazione forme d'onda)
- Cavo monofonico per la registrazione dati forme d'onda (pin jack $\varnothing 3,5$ ad una estremità)



Cavo pick-up

Collegare il cavo pick-up al Bearing Monitor NB-4 e attaccare il morsetto pick-up alla macchina da verificare. Per misurare la vibrazione è preferibile collegare il morsetto in un punto più vicino possibile al cuscinetto.



Uscita AC



Ingresso linea

Collegare l'NB-4 (AC-OUT) e l'impianto di registrazione (nell'immagine a sinistra, l'ingresso del microfono di un personal computer*1) per mezzo di un cavo monofonico (pin-jack 3,5 sul lato del NB-4).

*1 In sostituzione è possibile utilizzare un morsetto di ingresso del microfono, anche se in base all'ampiezza della vibrazione è possibile non riuscire a gestire l'ingresso che avviene all'infuori di un determinato range.



Registrazione delle vibrazioni di rotazione (NORMALE)



Registrazione delle vibrazioni provocate da una rigatura all'interno di un cuscinetto (INVILUPPO)

Impostare NB-4 su ACC-NORMAL per la misurazione delle vibrazioni di rotazione di una macchina. Impostare NB-4 su ACCENVELOPE (analisi dell'inviluppo*2) per la misurazione delle vibrazioni dovute ad una rigatura all'interno di un cuscinetto.

Avviare la registrazione dei dati della forma d'onda della vibrazione mediante il software di registrazione audio. Regolare il livello di registrazione del personal computer per mantenere il segnale di ingresso entro un determinato range. Si consiglia di effettuare la registrazione per almeno 20 secondi.



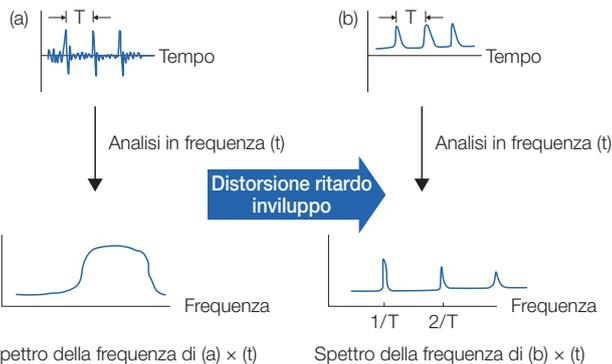
Salvare i dati della forma d'onda della vibrazione (alcuni dati relativi alla vibrazione possono essere persi a causa del formato del file).



Analizzare i dati della forma d'onda della vibrazione per verificare eventuali irregolarità.

*2 Analisi dell'inviluppo

Danni alla superficie della pista di rotolamento o del corpo volvente possono produrre una vibrazione ad impatto ad intervalli regolari. In questo caso, l'analisi FFT delle forme d'onda della vibrazione non può individuare i componenti della frequenza che ha provocato il danno. In queste circostanze, l'analisi dell'inviluppo, che fornisce la distorsione del ritardo di inviluppo alle forme d'onda originali per analizzare le frequenze, può individuare tali componenti di frequenza. Per l'analisi dell'inviluppo, l'impianto deve essere dotato della funzione di elaborazione dell'inviluppo.



2. DIAGNOSI CON SUONO E VIBRAZIONE

Come Registrare i Suoni quando la Registrazione avviene direttamente tramite Computer

Attrezzatura necessaria:

- Microfono per la misurazione del suono
- Personal computer (dotato di un morsetto di ingresso del microfono e del software per la registrazione audio)



Collegare un microfono all'impianto di registrazione. Si consiglia un microfono con caratteristiche di frequenza *3 idonee alla registrazione dei suoni di una macchina, in quanto il microfono incorporato nel personal computer normalmente è adatto solo per la registrazione delle voci umane.



Tenere il microfono ad una distanza appropriata dalla macchina rotante da ispezionare (se troppo vicina, verranno registrati anche i suoni dell'aria coinvolta e se troppo distante il livello del suono sarà troppo basso). Si consiglia di interrompere il funzionamento dei macchinari vicini, in modo da eliminare i rumori ambientali che potrebbero rendere difficile l'analisi dei suoni registrati. Per eliminare i rumori ambientali, utilizzare, se disponibile, un microfono unidirezionale.

*3 Caratteristiche di frequenza del microfono

Le caratteristiche di frequenza variano dal tipo di microfono. Ad esempio, a 60 Hz o meno, un microfono (vedi figura 2.2) mostra una bassa sensibilità mentre un altro microfono (vedi figura 2.3) mostra delle caratteristiche di stabilità in grado di mantenere una buona sensibilità su una vasta gamma di bande di frequenza.

Il microfono della figura 2.3, grazie alle sue caratteristiche di stabilità su una vasta gamma di bande di frequenza, risulta quindi adatto alla misurazione dei suoni di una macchina.

Figura 2.2

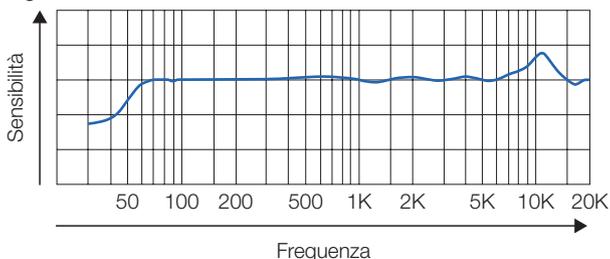
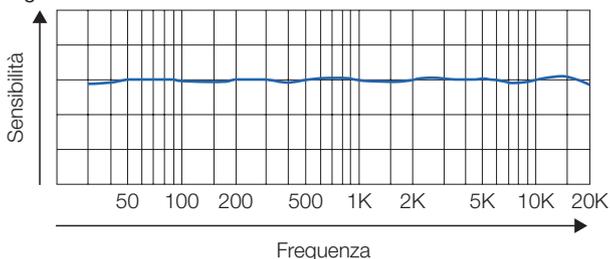


Figura 2.3



Avviare la registrazione con l'impianto di registrazione. Regolare il livello di registrazione del personal computer in modo da mantenere il segnale di ingresso entro un determinato range.

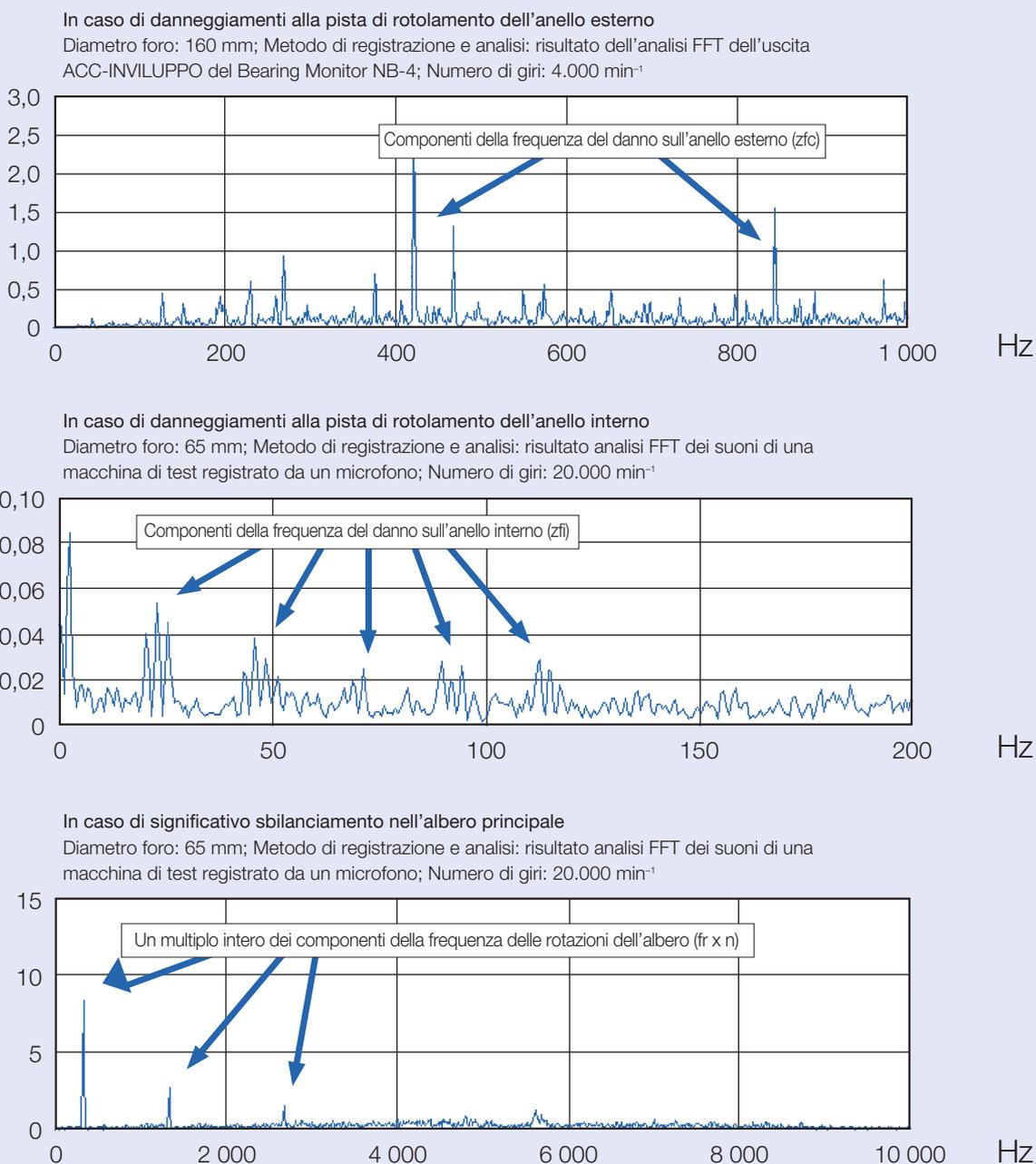
Salvare i dati di registrazione del suono (alcuni dati relativi al suono possono essere persi a causa del formato del file).

Ascoltare la riproduzione dei suoni registrati per verificare le eventuali irregolarità.

I suoni registrati in questo modo, e salvati in un file WAV, possono essere analizzati in frequenza con un software FFT disponibile in commercio. È possibile così ottenere (vedi figura 2.4) le frequenze della vibrazione e del suono associate a danni come incisioni o ondulazione sulla superficie della pista di rotolamento del cuscinetto. Quando, grazie all'analisi in frequenza condotta con il software FFT, vengono individuati i componenti in frequenza, è possibile che la superficie del cuscinetto sia danneggiata.

Su richiesta, NSK sarà in grado di analizzare i suoni memorizzati in un file WAV; in tal caso è necessaria la registrazione dei suoni sia in condizioni normali che in condizioni anomale. Quando le condizioni di registrazione non sono state sufficientemente soddisfatte, può accadere che l'analisi della frequenza delle forme d'onda di suono e vibrazione di una macchina rotante non sia possibile.

Figura 2.4 - Esempi dei Risultati di Analisi in Frequenza di Suono e Vibrazione condotti con Software FFT



Appendici Te

Appendici Tecniche

Tolleranze per il Diametro dell'Albero.....	Pag. 228-229
Tolleranze per il Diametro dell'Alloggiamento	Pag. 230-231
Tolleranze per la Qualità di Lavorazione - Gradazioni IT.....	Pag. 232-233
Tabella di Conversione delle Durezze	Pag. 234
Proprietà Fisiche e Meccaniche dei Materiali.....	Pag. 235-236
Tabella di Conversione tra Vecchia e Nuova Designazione NSK.....	Pag. 237
Metodo di Misurazione del Gioco Assiale dei Cuscinetti a Sfere a Contatto Obliquo in Disposizioni Multiple	Pag. 238
Modulo per la Richiesta di Verifiche Tecniche	Pag. 240

cniche

APPENDICI TECNICHE

Tolleranze per il Diametro dell'Albero

Diametro albero (mm)		d6	e6	f6	g5	g6	h5	h6	h7	h8	h9	h10	js5	js6
oltre	fino a													
3	6	-30	-20	-10	-4	-4	0	0	0	0	0	0	±2,5	±4,0
		-38	-28	-18	-9	-12	-5	-8	-12	-18	-30	-48		
6	10	-40	-25	-13	-5	-5	0	0	0	0	0	0	±3,0	±4,5
		-49	-34	-22	-11	-14	-6	-9	-15	-22	-36	-58		
10	18	-50	-32	-16	-6	-6	0	0	0	0	0	0	±4,0	±5,5
		-61	-43	-27	-14	-17	-8	-11	-18	-27	-43	-70		
18	30	-65	-40	-20	-7	-7	0	0	0	0	0	0	±4,5	±6,5
		-78	-53	-33	-16	-20	-9	-13	-21	-33	-52	-84		
30	50	-80	-50	-25	-9	-9	0	0	0	0	0	0	±5,5	±8,0
		-96	-66	-41	-20	-25	-11	-16	-25	-39	-62	-100		
50	80	-100	-60	-30	-10	-10	0	0	0	0	0	0	±6,5	±9,5
		-119	-79	-49	-23	-29	-13	-19	-30	-46	-74	-120		
80	120	-120	-72	-36	-12	-12	0	0	0	0	0	0	±7,5	±11,0
		-142	-94	-58	-27	-34	-15	-22	-35	-54	-87	-140		
120	180	-145	-85	-43	-14	-14	0	0	0	0	0	0	±9,0	±12,5
		-170	-110	-68	-32	-39	-18	-25	-40	-63	-100	-160		
180	250	-170	-100	-50	-15	-15	0	0	0	0	0	0	±10,0	±14,5
		-199	-129	-79	-35	-44	-20	-29	-46	-72	-115	-185		
250	315	-190	-110	-56	-17	-17	0	0	0	0	0	0	±11,5	±16,0
		-222	-142	-88	-40	-49	-23	-32	-52	-81	-130	-210		
315	400	-210	-125	-62	-18	-18	0	0	0	0	0	0	±12,5	±18,0
		-246	-161	-98	-43	-54	-25	-36	-57	-89	-140	-230		
400	500	-230	-135	-68	-20	-20	0	0	0	0	0	0	±13,5	±20,0
		-270	-175	-108	-47	-60	-27	-40	-63	-97	-155	-250		
500	630	-260	-145	-76	-	-22	-	0	0	0	0	0	-	±22,0
		-304	-189	-120	-	-66	-	-44	-70	-110	-175	-280		
630	800	-290	-160	-80	-	-24	-	0	0	0	0	0	-	±25,0
		-340	-210	-130	-	-74	-	-50	-80	-125	-200	-320		
800	1 000	-320	-170	-86	-	-26	-	0	0	0	0	0	-	±28,0
		-376	-226	-142	-	-82	-	-56	-90	-140	-230	-360		
1 000	1 250	-350	-195	-98	-	-28	-	0	0	0	0	0	-	±33,0
		-416	-261	-164	-	-94	-	-66	-105	-165	-260	-420		
1 250	1 600	-390	-220	-110	-	-30	-	0	0	0	0	0	-	±39,0
		-468	-298	-188	-	-108	-	-78	-125	-195	-310	-500		
1 600	2 000	-430	-240	-120	-	-32	-	0	0	0	0	0	-	±46,0
		-522	-332	-212	-	-124	-	-92	-150	-230	-370	-600		

Unità: µm

j5	j6	j7	k5	k6	k7	m5	m6	n6	p6	r6	r7	Diametro albero (mm)	
												oltre	fino a
+3	+6	+8	+6	+9	+13	+9	+12	+16	+20	+23	+27	3	6
-2	-2	-4	+1	+1	+1	+4	+4	+8	+12	+15	+15		
+4	+7	+10	+7	+10	+16	+12	+15	+19	+24	+28	+34	6	10
-2	-2	-5	+1	+1	+1	+6	+6	+10	+15	+19	+19		
+5	+8	+12	+9	+12	+19	+15	+18	+23	+29	+34	+41	10	18
-3	-3	-6	+1	+1	+1	+7	+7	+12	+18	+23	+23		
+5	+9	+13	+11	+15	+23	+17	+21	+28	+35	+41	+49	18	30
-4	-4	-8	+2	+2	+2	+8	+8	+15	+22	+28	+28		
+6	+11	+15	+13	+18	+27	+20	+25	+33	+42	+50	+59	30	50
-5	-5	-10	+2	+2	+2	+9	+9	+17	+26	+34	+34		
+6	+12	+18	+15	+21	+32	+24	+30	+39	+51	+60	+71	50	65
-7	-7	-12	+2	+2	+2	+11	+11	+20	+32	+41	+41		
+6	+12	+18	+15	+21	+32	+24	+30	+39	+51	+62	+73	65	80
-7	-7	-12	+2	+2	+2	+11	+11	+20	+32	+43	+43		
+6	+13	+20	+18	+25	+38	+28	+35	+45	+59	+73	+86	80	100
-9	-9	-15	+3	+3	+3	+13	+13	+23	+37	+51	+51		
+6	+13	+20	+18	+25	+38	+28	+35	+45	+59	+76	+89	100	120
-9	-9	-15	+3	+3	+3	+13	+13	+23	+37	+54	+54		
+7	+14	+22	+21	+28	+43	+33	+40	+52	+68	+88	+103	120	140
-11	-11	-18	+3	+3	+3	+15	+15	+27	+43	+63	+63		
+7	+14	+22	+21	+28	+43	+33	+40	+52	+68	+90	+105	140	160
-11	-11	-18	+3	+3	+3	+15	+15	+27	+43	+65	+65		
+7	+14	+22	+21	+28	+43	+33	+40	+52	+68	+93	+108	160	180
-11	-11	-18	+3	+3	+3	+15	+15	+27	+43	+68	+68		
+7	+16	+25	+24	+33	+50	+37	+46	+60	+79	+106	+123	180	200
-13	-13	-21	+4	+4	+4	+17	+17	+31	+50	+77	+77		
+7	+16	+25	+24	+33	+50	+37	+46	+60	+79	+109	+126	200	225
-13	-13	-21	+4	+4	+4	+17	+17	+31	+50	+80	+80		
+7	+16	+25	+24	+33	+50	+37	+46	+60	+79	+113	+130	225	250
-13	-13	-21	+4	+4	+4	+17	+17	+31	+50	+84	+84		
+7	+16	+26	+27	+36	+56	+43	+52	+66	+88	+126	+146	250	280
-16	+16	+26	+4	+4	+4	+20	+20	+34	+56	+94	+94		
+7	+16	+26	+27	+36	+56	+43	+52	+66	+88	+130	+150	280	315
-16	+16	+26	+4	+4	+4	+20	+20	+34	+56	+98	+98		
+7	+18	+29	+29	+40	+61	+46	+57	+73	+98	+144	+165	315	355
-18	+18	-28	+4	+4	+4	+21	+21	+37	+62	+108	+108		
+7	+18	+29	+29	+40	+61	+46	+57	+73	+98	+150	+171	355	400
-18	+18	-28	+4	+4	+4	+21	+21	+37	+62	+114	+114		
+7	+20	+31	+32	+45	+68	+50	+63	+80	+108	+166	+189	400	450
-20	+20	-32	+5	+5	+5	+23	+23	+40	+68	+126	+126		
+7	+20	+31	+32	+45	+68	+50	+63	+80	+108	+172	+195	450	500
-20	+20	-32	+5	+5	+5	+23	+23	+40	+68	+132	+132		
-	-	-	-	+44	+70	-	+70	+88	+122	+194	+220	500	560
-	-	-	-	0	0	-	+26	+44	+78	+150	+150		
-	-	-	-	+44	+70	-	+70	+88	+122	+199	+225	560	630
-	-	-	-	0	0	-	+26	+44	+78	+155	+155		
-	-	-	-	+50	+80	-	+80	+100	+138	+225	+255	630	710
-	-	-	-	0	0	-	+30	+50	+88	+175	+175		
-	-	-	-	+50	+80	-	+80	+100	+138	+235	+265	710	800
-	-	-	-	0	0	-	+30	+50	+88	+185	+185		
-	-	-	-	+56	+90	-	+90	+112	+156	+266	+300	800	900
-	-	-	-	0	0	-	+34	+56	+100	+210	+210		
-	-	-	-	+56	+90	-	+90	+112	+156	+276	+310	900	1 000
-	-	-	-	0	0	-	+34	+56	+100	+220	+220		
-	-	-	-	+66	+105	-	+106	+132	+186	+316	+355	1 000	1 120
-	-	-	-	0	0	-	+40	+66	+120	+250	+250		
-	-	-	-	+66	+105	-	+106	+132	+186	+326	+365	1 120	1 250
-	-	-	-	0	0	-	+40	+66	+120	+260	+260		
-	-	-	-	+78	+125	-	+126	+156	+218	+378	+425	1 250	1 400
-	-	-	-	0	0	-	+48	+78	+140	+300	+300		
-	-	-	-	+78	+125	-	+126	+156	+218	+408	+455	1 400	1 600
-	-	-	-	0	0	-	+48	+78	+140	+330	+330		
-	-	-	-	+92	+150	-	+150	+184	+262	+462	+520	1 600	1 800
-	-	-	-	0	0	-	+58	+92	+170	+370	+370		
-	-	-	-	+92	+150	-	+150	+184	+262	+492	+550	1 800	2 000
-	-	-	-	0	0	-	+58	+92	+170	+400	+400		

APPENDICI TECNICHE

Tolleranze per il Diametro dell'Alloggiamento

Diametro alloggiamento (mm)		E6	F6	F7	G6	G7	H6	H7	H8	J6	J7	JS6	JS7
oltre	fino a												
10	18	+43 +32	+27 +16	+34 +16	+17 +6	+24 +6	+11 0	+18 0	+27 0	+6 -5	+10 -8	±5,5	±9,0
18	30	+53 +40	+33 +20	+41 +20	+20 +7	+28 +7	+13 0	+21 0	+33 0	+8 -5	+12 -9	±6,5	±10,5
30	50	+66 +50	+41 +25	+50 +25	+25 +9	+34 +9	+16 0	+25 0	+39 0	+10 -6	+14 -11	±8,0	±12,5
50	80	+79 +60	+49 +30	+60 +30	+29 +10	+40 +10	+19 0	+30 0	+46 0	+13 -6	+18 -12	±9,5	±15,0
80	120	+94 +72	+58 +36	+71 +36	+34 +12	+47 +12	+22 0	+35 0	+54 0	+16 -6	+22 -13	±11,0	±17,5
120	180	+110 +85	+68 +43	+83 +43	+39 +14	+54 +14	+25 0	+40 0	+63 0	+18 -7	+26 -14	±12,5	±20,0
180	250	+129 +100	+79 +50	+96 +50	+44 +15	+61 +15	+29 0	+46 0	+72 0	+22 -7	+30 -16	±14,5	±23,0
250	315	+142 +110	+88 +56	+108 +56	+49 +17	+69 +17	+32 0	+52 0	+81 0	+25 -7	+36 -16	±16,0	±26,0
315	400	+161 +125	+98 +62	+119 +62	+54 +18	+75 +18	+36 0	+57 0	+89 0	+29 -7	+39 -18	±18,0	±28,5
400	500	+175 +135	+108 +68	+131 +68	+60 +20	+83 +20	+40 0	+63 0	+97 0	+33 -7	+43 -20	±20,0	±31,5
500	630	+189 +145	+120 +76	+146 +76	+66 +22	+92 +22	+44 0	+70 0	+110 0	-	-	±22,0	±35,0
630	800	+210 +160	+130 +80	+160 +80	+74 +24	+104 +24	+50 0	+80 0	+125 0	-	-	±25,0	±40,0
800	1 000	+226 +170	+142 +86	+176 +86	+82 +26	+116 +26	+56 0	+90 0	+140 0	-	-	±28,0	±45,0
1 000	1 250	+261 +195	+164 +98	+203 +98	+94 +28	+133 +28	+66 0	+105 0	+165 0	-	-	±33,0	±52,5
1 250	1 600	+298 +220	+188 +110	+235 +110	+108 +30	+155 +30	+78 0	+125 0	+195 0	-	-	±39,0	±62,5
1 600	2 000	+332 +240	+212 +120	+270 +120	+124 +32	+182 +32	+92 0	+150 0	+230 0	-	-	±46,0	±75,0
2 000	2 500	+370 +260	+240 +130	+305 +130	+144 +34	+209 +34	+110 0	+175 0	+280 0	-	-	±55,0	±87,5

Unità: µm

K5	K6	K7	M5	M6	M7	N5	N6	N7	P6	P7	Diametro alloggiamento (mm)	
											oltre	fino a
+2 -6	+2 -9	+6 -12	-4 -12	-4 -15	0 -18	-9 -17	-9 -20	-5 -23	-15 -26	-11 -29	10	18
+1 -8	+2 -11	+6 -15	-5 -14	-4 -17	0 -21	-12 -21	-11 -24	-7 -28	-18 -31	-14 -35	18	30
+2 -9	+3 -13	+7 -18	-5 -16	-4 -20	0 -25	-13 -24	-12 -28	-8 -33	-21 -37	-17 -42	30	50
+3 -10	+4 -15	+9 -21	-6 -19	-5 -24	0 -30	-15 -28	-14 -33	-9 -39	-26 -45	-21 -51	50	80
+2 -13	+4 -18	+10 -25	-8 -23	-6 -28	0 -35	-18 -33	-16 -38	-10 -45	-30 -52	-24 -59	80	120
+3 -15	+4 -21	+12 -28	-9 -27	-8 -33	0 -40	-21 -39	-20 -45	-12 -52	-36 -61	-28 -68	120	180
+2 -18	+5 -24	+13 -33	-11 -31	-8 -37	0 -46	-25 -45	-22 -51	-14 -60	-41 -70	-33 -79	180	250
+3 -20	+5 -27	+16 -36	-13 -36	-9 -41	0 -52	-27 -50	-25 -57	-14 -66	-47 -79	-36 -88	250	315
+3 -22	+7 -29	+17 -40	-14 -39	-10 -46	0 -57	-30 -55	-26 -62	-16 -73	-51 -87	-41 -98	315	400
+2 -25	+8 -32	+18 -45	-16 -43	-10 -50	0 -63	-33 -60	-27 -67	-17 -80	-55 -95	-45 -108	400	500
-	0 -44	0 -70	-	-26 -70	-26 -96	-	-44 -88	-44 -114	-78 -122	-78 -148	500	630
-	0 -50	0 -80	-	-30 -80	-30 -110	-	-50 -100	-50 -130	-88 -138	-88 -168	630	800
-	0 -56	0 -90	-	-34 -90	-34 -124	-	-56 -112	-56 -146	-100 -156	-100 -190	800	1 000
-	0 -66	0 -105	-	-40 -106	-40 -145	-	-66 -132	-66 -171	-120 -186	-120 -225	1 000	1 250
-	0 -78	0 -125	-	-48 -126	-48 -173	-	-78 -156	-78 -203	-140 -218	-140 -265	1 250	1 600
-	0 -92	0 -150	-	-58 -150	-58 -208	-	-92 -184	-92 -242	-170 -262	-170 -320	1 600	2 000
-	0 -110	0 -175	-	-68 -178	-68 -243	-	-110 -220	-110 -285	-195 -305	-195 -370	2 000	2 500

APPENDICI TECNICHE

Valori delle Tolleranze per la Qualità di Lavorazione - Gradazioni IT

Dimensione base (mm)		Qualità di lavorazione								
		IT1	IT2	IT3	IT4	IT5	IT6	IT7	IT8	IT9
oltre	fino a	Tolleranze (μm)								
–	3	0,8	1,2	2,0	3	4	6	10	14	25
3	6	1,0	1,5	2,5	4	5	8	12	18	30
6	10	1,0	1,5	2,5	4	6	9	15	22	36
10	18	1,2	2,0	3,0	5	8	11	18	27	43
18	30	1,5	2,5	4,0	6	9	13	21	33	52
30	50	1,5	2,5	4,0	7	11	16	25	39	62
50	80	2,0	3,0	5,0	8	13	19	30	46	74
80	120	2,5	4,0	6,0	10	15	22	35	54	87
120	180	3,5	5,0	8,0	12	18	25	40	63	100
180	250	4,5	7,0	10,0	14	20	29	46	72	115
250	315	6,0	8,0	12,0	16	23	32	52	81	130
315	400	7,0	9,0	13,0	18	25	36	57	89	140
400	500	8,0	10,0	15,0	20	27	40	63	97	155
500	630	9,0	11,0	16,0	22	32	44	70	110	175
630	800	10,0	13,0	18,0	25	36	50	80	125	200
800	1 000	11,0	15,0	21,0	28	40	56	90	140	230
1 000	1 250	13,0	18,0	24,0	33	47	66	105	165	260
1 250	1 600	15,0	21,0	29,0	39	55	78	125	195	310
1 600	2 000	18,0	25,0	35,0	46	65	92	150	230	370
2 000	2 500	22,0	30,0	41,0	55	78	110	175	280	440
2 500	3 150	26,0	36,0	50,0	68	96	135	210	330	540

Note 1. Per dimensioni inferiori a 1 mm, non devono essere utilizzate le qualità di lavorazione da IT14 a IT18.

2. Per dimensioni superiori a 500 mm, i valori relativi alle qualità di lavorazione da IT1 a IT5 sono stati riportati solo a titolo sperimentale.

Qualità di lavorazione									Dimensione base (mm)	
IT10	IT11	IT12	IT13	IT14	IT15	IT16	IT17	IT18		
Tolleranze (mm)									oltre	fino a
40	60	0,10	0,14	0,25	0,40	0,60	1,0	1,4	–	3
48	75	0,12	0,18	0,30	0,48	0,75	1,2	1,8	3	6
58	90	0,15	0,22	0,36	0,58	0,90	1,5	2,2	6	10
70	110	0,18	0,27	0,43	0,70	1,10	1,8	2,7	10	18
84	130	0,21	0,33	0,52	0,84	1,30	2,1	3,3	18	30
100	160	0,25	0,39	0,62	1,00	1,60	2,5	3,9	30	50
120	190	0,30	0,46	0,74	1,20	1,90	3,0	4,6	50	80
140	220	0,35	0,54	0,87	1,40	2,20	3,5	5,4	80	120
160	250	0,40	0,63	1,00	1,60	2,50	4,0	6,3	120	180
185	290	0,46	0,72	1,15	1,85	2,90	4,6	7,2	180	250
210	320	0,52	0,81	1,30	2,10	3,20	5,2	8,1	250	315
230	360	0,57	0,89	1,40	2,30	3,60	5,7	8,9	315	400
250	400	0,63	0,97	1,55	2,50	4,00	6,3	9,7	400	500
280	440	0,70	1,10	1,75	2,80	4,40	7,0	11,0	500	630
320	500	0,80	1,25	2,00	3,20	5,00	8,0	12,5	630	800
360	560	0,90	1,40	2,30	3,60	5,60	9,0	14,0	800	1 000
420	660	1,05	1,65	2,60	4,20	6,60	10,5	16,5	1 000	1 250
500	780	1,25	1,95	3,10	5,00	7,80	12,5	19,5	1 250	1 600
600	920	1,50	2,30	3,70	6,00	9,20	15,0	23,0	1 600	2 000
700	1 100	1,75	2,80	4,40	7,00	11,00	17,5	28,0	2 000	2 500
860	1 350	2,10	3,30	5,40	8,60	13,50	21,0	33,0	2 500	3 150

APPENDICI TECNICHE

Tabella di Conversione delle Durezze (Riferimento)

Durezza Rockwell Scala C Carico 1471 N	Durezza Vickers	Durezza Brinell		Durezza Rockwell		Durezza Shore
		Sfera standard	Sfera in carburo di tungsteno	Scala A	Scala B	
				Carico 588,4 N Cono di diamante	Carico 980,7 N Sfera da 1,588 mm	
68	940	–	–	85,6	–	97
67	900	–	–	85,0	–	95
66	865	–	–	84,5	–	92
65	832	–	739	83,9	–	91
64	800	–	722	83,4	–	88
63	772	–	705	82,8	–	87
62	746	–	688	82,3	–	85
61	720	–	670	81,8	–	83
60	697	–	654	81,2	–	81
59	674	–	634	80,7	–	80
58	653	–	615	80,1	–	78
57	633	–	595	79,6	–	76
56	613	–	577	79,0	–	75
55	595	–	560	78,5	–	74
54	577	–	543	78,0	–	72
53	560	–	525	77,4	–	71
52	544	500	512	76,8	–	69
51	528	487	496	76,3	–	68
50	513	475	481	75,9	–	67
49	498	464	469	75,2	–	66
48	484	451	455	74,7	–	64
47	471	442	443	74,1	–	63
46	458	432	432	73,6	–	62
45	446	421	421	73,1	–	60
44	434	409	409	72,5	–	58
43	423	400	400	72,0	–	57
42	412	390	390	71,5	–	56
41	402	381	381	70,9	–	55
40	392	371	371	70,4	–	54
39	382	362	362	69,9	–	52
38	372	353	353	69,4	–	51
37	363	344	344	68,9	–	50
36	354	336	336	68,4	(109,0)	49
35	345	327	327	67,9	(108,5)	48
34	336	319	319	67,4	(108,0)	47
33	327	311	311	66,8	(107,5)	46
32	318	301	301	66,3	(107,0)	44
31	310	294	294	65,8	(106,0)	43
30	302	286	286	65,3	(105,5)	42
29	294	279	279	64,7	(104,5)	41
28	286	271	271	64,3	(104,0)	41
27	279	264	264	63,8	(103,0)	40
26	272	258	258	63,3	(102,5)	38
25	266	253	253	62,8	(101,5)	38
24	260	247	247	62,4	(101,0)	37
23	254	243	243	62,0	100,0	36
22	248	237	237	61,5	99,0	35
21	243	231	231	61,0	98,5	35
20	238	226	226	60,5	97,8	34
(18)	230	219	219	–	96,7	33
(16)	222	212	212	–	95,5	32
(14)	213	203	203	–	93,9	31
(12)	204	194	194	–	92,3	29
(10)	196	187	187	–	90,7	28
(8)	188	179	179	–	89,5	27
(6)	180	171	171	–	87,1	26
(4)	173	165	165	–	85,5	25
(2)	166	158	158	–	83,5	24
(0)	160	152	152	–	81,7	24

Proprietà Fisiche e Meccaniche dei Materiali

Utilizzo	Materiale	Trattamento termico	Densità g/cm ³	Calore specifico KJ/(kg·K)	Conducibilità termica W/(m·K)	Resistenza elettrica μΩ·cm	Coefficiente dilatazione lineare (0°-100°C) ×10 ⁻⁶ /°C	Modulo di elasticità	Limite di snervamento	Resistenza a trazione	Allungamento %	Durezza	Note	
Cuscinetto	SUJ2	Tempra e rinvenimento	7,83	0,47	46	22,0	12,5	208 000	1 370	1 570 -1 960	Max 0,5	650 -740	Acciaio al cromo ad alto tenore di carbonio - tipo 2	
	SUJ2	Ricottura di globulizzazione	7,86											11,9
	SCr420	Tempra e rinvenimento a bassa temperatura	7,83		48	21,0		12,8	882	1 225	15	370		Acciaio al cromo
	SAE4320 (SNM420)	Tempra e rinvenimento a bassa temperatura			44	20,0		11,7	902	1 009	16	**293 -375		Acciaio al Ni-Cr-Mo
	SNM815	Tempra e rinvenimento a bassa temperatura	7,89	40	35,0	-	-	Min *1 080	Min *12	*311 -375	Acciaio al Ni-Cr-Mo			
	SUS440C	Tempra e rinvenimento a bassa temperatura	7,68	0,46	24	60,0	10,1	200 000	1 860	1 960	-	**580	Acciaio inossidabile martensitico	
	SPCC	Ricottura	7,86	0,47	59	15,0	11,6	206 000	-	Min *275	Min *32	-	Acciaio laminato a freddo	
	S25C	Ricottura		0,48	50	17,0	11,8		323	431	33	120	Acciaio da costruzione	
HB _s C1			8,50	0,38	123	6,2	19,1	103 000	-	Min *431	Min *20	-	Ottone ad elevata resistenza	

Note * I valori riportati sono quelli delle norme JIS o valori di riferimento.

** La durezza è generalmente espressa in valori Rockwell C ma, per una migliore comparabilità, in questa tabella sono proposti valori di durezza Brinell.

Informazione: il limite di proporzionalità elastica degli acciai SUJ2 e Scr420 è rispettivamente 833 MPa (85kgf/mm²) e 440 MPa (45kgf/mm²).

APPENDICI TECNICHE

Proprietà Fisiche e Meccaniche dei Materiali

Utilizzo	Materiale	Trattamento termico	Densità g/cm ³	Calore specifico KJ/ (kg·K)	Conducibilità termica W/(m·K)	Resistenza elettrica μΩ·cm	Coefficiente dilatazione lineare (0°-100°C) ×10 ⁻⁶ /°C	Modulo di elasticità	Limite di snervamento	Resistenza a trazione	Allungamento %	Durezza	Note			
Albero	S45C	Tempra e rinvenimento a 650°C	7,83	0,48	47	18,0	12,8	207 000	440	735	25	217	Acciaio da costruzione			
	SCr430	Tempra e rinvenimento a 520-620°C				22,0	12,5	208 000	Min. *637	Min. *784	Min. *18	*229 -293	Acciaio al cromo			
	SCr440	Tempra e rinvenimento a 520-620°C				23,0			Min. *784	Min. *930	Min. *13	*269 -331	Acciaio al cromo			
	SCM420	Tempra e rinvenimento a 150-200°C				0,47	48	21,0	12,8	—	Min. *930	Min. *14	*262 -352	Acciaio al Cr-Mo		
	SNCM439	Tempra e rinvenimento a 650°C					38	30,0	11,3	207 000	920	1 030	18	320	Acciaio al Ni-Cr-Mo	
	SC46	Normalizzazione				—	—	—	—	—	206 000	294	520	27	143	Acciaio a basso tenore di carbonio
	SUS420J2	Raffreddamento ad olio a 1038°C, raffreddamento ad aria a 400°C				7,75	0,46	22	55,0	10,4	200 000	1 440	1 650	10	400	Acciaio inossidabile martensitico
FC200	N/A	7,30	0,50	43	—	—	98 000	Min. *200	—		Max. *217	Ghisa grigia				
FCD400	N/A	7,00	0,48	20	—	11,7		Min. *250	Min. *400	Min. *12	Max. *201	Ghisa grafitica sferoidale				
Alloggiamento	A1100	Ricottura	2,69	0,90	222	3,0	23,7	70 000	34	78	35	—	Lega d'alluminio			
	AC4C	N/A	2,68	0,88	151	4,2	21,5	72 000	88	167	7	—	Lega d'alluminio per fusioni in sabbia			
	ADC10	N/A	2,74	0,96	96	7,5	22,0	71 000	167	323	4	—	Lega d'alluminio per pressofusioni			
	SUS304	Ricottura	8,03	0,50	15	72,0	15,7- 16,8	193 000	245	588	60	150	Acciaio inossidabile austenitico			

Notes * I valori riportati sono quelli delle norme JIS o valori di riferimento.

** La durezza è generalmente espressa in valori Rockwell C ma, per una migliore comparabilità, in questa tabella sono proposti valori di durezza Brinell.

Informazione: il limite di proporzionalità elastica degli acciai SUJ2 e Scr420 è rispettivamente 833 MPa (85kgf/mm²) e 440 MPa (45kgf/mm²)

Tabella di Conversione tra Vecchia e Nuova Designazione NSK

Cuscinetti	Nuova designazione	Vecchia designazione	Note
Cuscinetti a sfere a contatto obliquo di super precisione	79xxCTYNDBL	79xxCTYDBC7	TYN: Gabbia in resina poliammidica 46 guidata sulle sfere TY: Gabbia in resina poliammidica 66 guidata sulle sfere EL←C2; L←C7 M←C8; H←C9
	70xxCTYNDBL	70xxCTYDBC7	
	72xxCTYNDBL	72xxCTYDBC7	
	70xxATYNDBL	70xxATYDBC7	
	72xxATYNDBL	72xxATYDBC7	
	79xxA5TYN	79xxA5TY	TYN: Gabbia in resina poliammidica 46 guidata sulle sfere TY: Gabbia in resina poliammidica 66 guidata sulle sfere
	70xxA5TYN	70xxA5TY	
	72xxA5TYN	72xxA5TY	
Cuscinetti a sfere a contatto obliquo per altissime velocità	xxBNR19STYN	xxBNC19TY	TYN: Gabbia in resina poliammidica 46 guidata sulle sfere TY: Gabbia in resina poliammidica 66 guidata sulle sfere
	xxBNR10STYN	xxBNC10TY	
	xxBNR19HTYN	xxBNC19SN24TY	
	xxBNR10HTYN	xxBNC10SN24TY	
Cuscinetti a sfere a contatto obliquo di altissima precisione	xxBGR10S	xxBNT10F	BGR: Cuscinetto non separabile BNT: Cuscinetto separabile
	xxBGR10H	xxBNT10FSN24	
Cuscinetti a rulli cilindrici a doppia corona	NN30xxTB	NN30xxT	TB: Gabbia in resina PPS guidata sui rulli TP: Gabbia in resina PEEK guidata sull'anello esterno T: Gabbia in resina poliammidica 66 guidata sui rulli
Cuscinetti a rulli cilindrici ad una corona per altissime velocità	N10xxRSTP	N10xxBT	
Cuscinetti assiali a sfere a contatto obliquo	xxBAR10STYN	xxBA10XTY	TYN: Gabbia in resina poliammidica 46 guidata sulle sfere TY: Gabbia in resina poliammidica 66 guidata sulle sfere
	xxBTR10STYN	xxBT10XTY	
	xxBAR10S	xxTAC20	TAC20(29): Cuscinetti assiali a sfere a contatto obliquo a doppio effetto BTR10S, BAR10S: Cuscinetti assiali a sfere a contatto obliquo
	–	xxTAC29	

In caso di codici non riportati, contattare direttamente NSK.

APPENDICI TECNICHE

Metodo di Misurazione del Gioco Assiale dei Cuscinetti a Sfere a Contatto Obliquo in Disposizioni Multiple

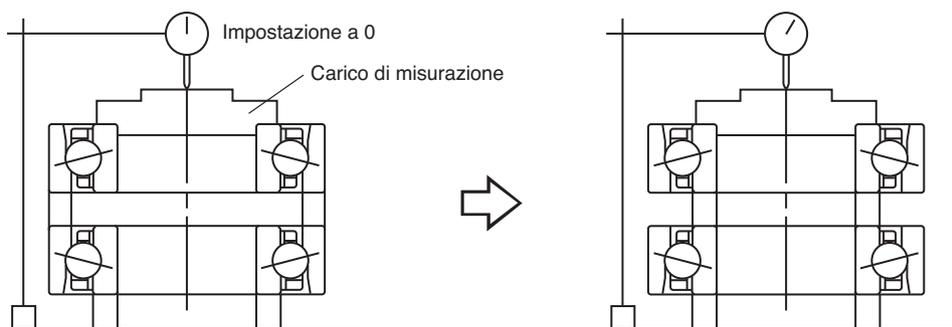
Nel caso di disposizione DB (dorso-dorso), collocare il cuscinetto senza il distanziale dell'anello interno sul telaio come descritto nella figura seguente ed applicare il carico di misurazione sull'anello interno. Dopo che il cuscinetto è sufficientemente stabilizzato, azzerare il comparatore millesimale impostandolo a zero.

Poi, dopo aver rimosso il distanziale dell'anello esterno, collocare il cuscinetto con il distanziale dell'anello interno sul telaio ed applicare il carico di misurazione come descritto in precedenza. La lettura del comparatore millesimale questa volta indica il gioco assiale. Una lettura positiva significa un gioco CA (gioco in direzione assiale), mentre una lettura negativa mostra un gioco CP, che genera precarico. Nel caso di disposizione DF (faccia-faccia), il gioco assiale viene misurato come per la disposizione DB, sebbene le posizioni dei distanziali e dei telai siano differenti.

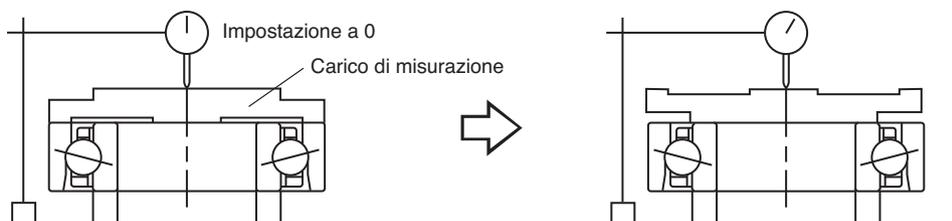
Nel caso di disposizione ad una corona, il valore di una disposizione a doppia corona può essere calcolato sommando ogni valore. Per l'entità del carico di misurazione, fare riferimento alla tabella 4.1 a pagina 155.

Disposizione DB

Con disposizione a due corone

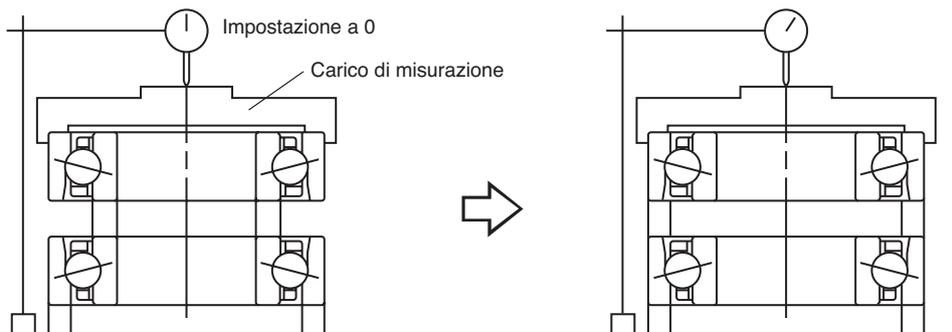


Con disposizione ad una corona

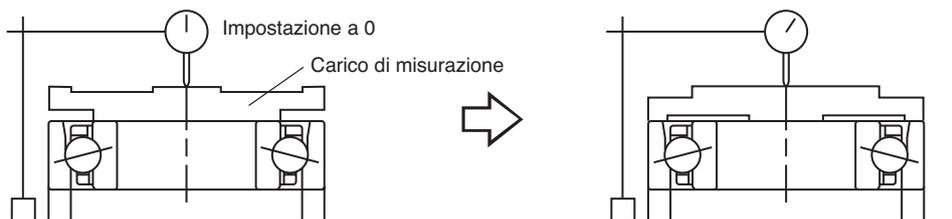


Disposizione DF

Con disposizione a due corone



Con disposizione ad una corona



Modulo per la Richiesta di Verifiche Tecniche

Per richiedere una verifica tecnica, siete pregati di rivolgerVi alla filiale NSK più vicina fornendo le seguenti informazioni:

Richiesta di Verifica Tecnica di Cuscinetti di Super Precisione

Nome dell'azienda _____

● **Condizioni operative**

Tipo di macchina [Centro di lavoro, tornio, rettificatrice per interni, motore, altro (_____)]

Modello _____

Posizione cuscinetto [Mandrino, Supporto vite a ricircolazione di sfere] [Supporto bloccato, Supporto libero]

Posizione dell'albero [Verticale, Orizzontale, altro (_____)]

Tipo di cuscinetto (cerchiare l'opzione di vs. interesse)

Cuscinetti a sfere a contatto obliquo [Serie Standard, serie ROBUST BNR, BER, BGR]

Cuscinetti a rulli cilindrici [Cuscinetti ad una corona di rulli cilindrici, cuscinetti a due corone di rulli cilindrici Serie ROBUST per altissime velocità]

Cuscinetti assiali a sfere a contatto obliquo [Serie TAC, serie ROBUST BAR, BTR]

Cuscinetti radiali rigidi a sfere [Cuscinetti radiali rigidi a sfere di super precisione per motori]

Cuscinetti per supporto viti RDS [Per macchine utensili, per macchine per stampaggio ad iniezione]

Disposizione [DB, DBD, DBB, DF, DFD, DFF, altro (_____)]

Codice NSK _____

Codice della concorrenza _____

Foro _____ mm Diametro esterno _____ mm Larghezza totale _____ mm

Larghezza anello esterno _____ mm Larghezza anello interno _____ mm Classe di precisione _____ classe

Gioco/Precarico _____

● **Condizioni di carico**

Velocità di rotazione _____ min⁻¹ Carico radiale _____ N Carico assiale _____ N

Momento _____ N-mm Forza di sbloccaggio _____ N

● **Albero ed alloggiamento**

Tolleranza albero _____ Tolleranza alloggiamento _____ Diametro esterno alloggiamento _____ mm

Materiale albero _____ Materiale alloggiamento _____ Diametro interno albero cavo _____ mm

Motorizzazione _____ Metodo di raffreddamento (raffreddamento esterno: si, no) _____ Tipo di precarico (precarico rigido, precarico costante) _____

Lunghezza distanziale _____ mm Temperatura ambiente _____ °C

● **Requisiti**

Rigidità _____ N/μm Precarico _____ N Durata _____ ore

● **Commenti**

Indicare requisiti particolari, domande o commenti:

Allegati: (Si) (No)

FILIALI NSK IN EUROPA

ITALIA

NSK Italia S.p.A.
Via Garibaldi 215 - C.P. 103
20024 Garbagnate
Milanese (MI)
Tel. +39 02 995191
Fax +39 02 99025778
info-it@nsk.com

FRANCIA

NSK France S.A.S.
Quartier de l'Europe
2, Rue Georges Guynemer
78283 Guyancourt Cedex
Tel. +33 (0) 1 30573939
Fax +33 (0) 1 30570001
info-fr@nsk.com

GERMANIA

NSK Deutschland GmbH
Harkortstraße 15
40880 Ratingen
Tel. +49 (0) 2102 4810
Fax +49 (0) 2102 4812290
info-de@nsk.com

NORVEGIA

Filiale Paesi Nordici

NSK Europe Norwegian Branch NUF
Østre Kullerød 5
N-3241 Sandefjord
Tel. +47 33 293160
Fax +47 33 429002
info-n@nsk.com

POLONIA & CEE

NSK Polska Sp. z o.o.
Warsaw Branch
Ul. Migdałowa 4/73
02-796 Warszawa
Tel. +48 22 6451525
Fax +48 22 6451529
info-pl@nsk.com

REGNO UNITO

NSK UK Ltd.
Northern Road, Newark
Nottinghamshire NG24 2JF
Tel. +44 (0) 1636 605123
Fax +44 (0) 1636 602775
info-uk@nsk.com

SPAGNA

NSK Spain, S.A.
C/ Tarragona, 161 Cuerpo Bajo
2ª Planta, 08014 Barcelona
Tel. +34 93 2892763
Fax +34 93 4335776
info-es@nsk.com

SVEZIA

NSK Sweden Office
Karolinen Företagscenter
Våxnäsgratan 10
SE-65340 Karlstad
Tel. +46 5410 3545
Fax +46 5410 3544
info-de@nsk.com

TURCHIA

NSK Rulmanları Orta Doğu Tic. Ltd. Şti
19 Mayıs Mah. Atatürk Cad.
Ulya Engin İş Merkezi No: 68 Kat. 6
P.K.: 34734 - Kozyatağı - İstanbul
Tel. +90 216 3550398
Fax +90 216 3550399
turkey@nsk.com

Visitate anche i nostri siti web:
NSK in Europa: www.nskeurope.it
NSK nel mondo: www.nsk.com

