

## L'importanza di un montaggio corretto dei cuscinetti a sezione sottile

I cuscinetti a sfere a sezione sottile hanno una sezione trasversale molto più sottile rispetto a quella dei cuscinetti standard dello stesso diametro. Tale caratteristica li rende più sensibili alle tolleranze dell'albero e dell'alloggiamento. Un montaggio adeguato è importante per garantire che il cuscinetto funzioni in modo appropriato. Vi sono diversi fattori da prendere in considerazione quando si monta un cuscinetto. Tra questi rientrano il tipo di cuscinetto e il suo orientamento, la direzione e l'ammontare dei carichi applicati, il gioco massimo all'interno del cuscinetto, la coppia massima di attrito consentita, le tolleranze di montaggio dell'albero e dell'alloggiamento, la temperatura operativa e quale dei due anelli ruoti.

### Cuscinetti radiali (tipo C)

I cuscinetti radiali sono tipicamente utilizzati quando i carichi applicati sono prevalentemente radiali. Se due cuscinetti vengono montati alle estremità di un lungo albero, uno dei cuscinetti dovrebbe essere libero in direzione assiale (vedi Figura 1). Ciò viene fatto per evitare che l'espansione termica dell'albero o dell'alloggiamento provochi una spinta assiale su di un cuscinetto radiale.

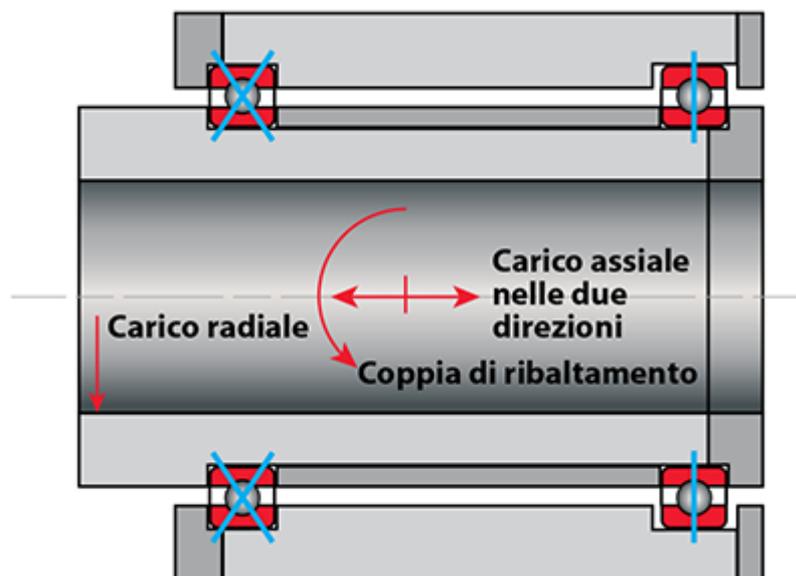
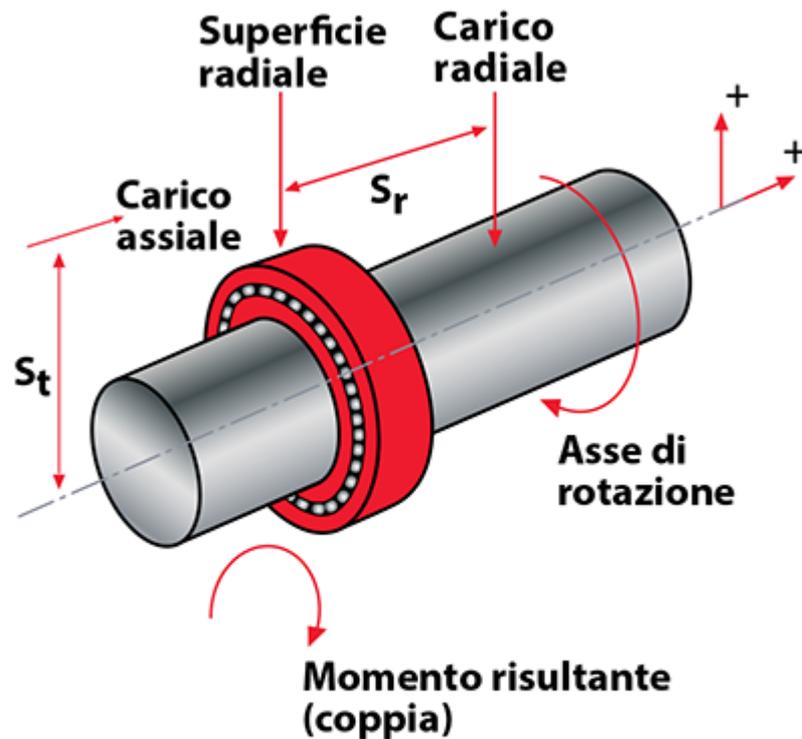


Figura 1

### Cuscinetti a quattro punti di contatto (tipo X)

I cuscinetti a quattro punti di contatto vengono utilizzati laddove siano presenti carichi assiali o una combinazione di carichi radiali, assiali e momenti di ribaltamento (vedi Figura 2). Se due cuscinetti vengono montati alle estremità di un lungo albero, uno dei cuscinetti dovrebbe essere un cuscinetto radiale (tipo C) e dovrebbe essere libero in direzione assiale come illustrato nella Figura 1. Si sconsiglia solitamente di utilizzare due cuscinetti a quattro punti di contatto sullo stesso albero.



**L'equazione del carico di coppia risultante (M):  $M=(\pm T) (S_t) + (\pm R) (S_r)$**

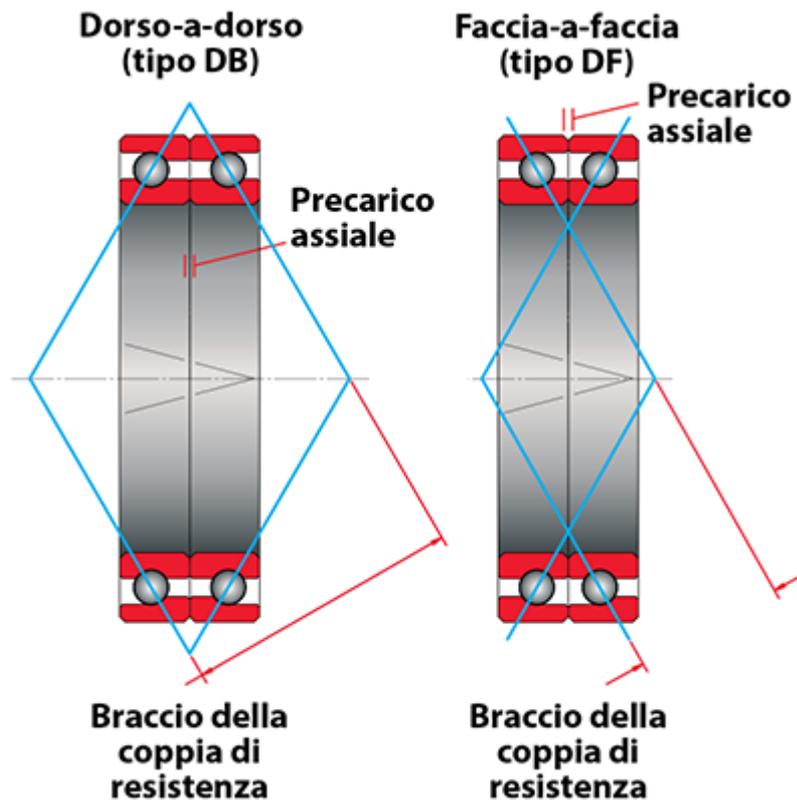
Figura 2

Un singolo cuscinetto a quattro punti di contatto è in grado di assorbire un carico assiale in entrambe le direzioni. È anche in grado di assorbire carichi radiali e momenti di ribaltamento. Tuttavia, questo tipo di cuscinetto ha generalmente un attrito più elevato rispetto a quello generato da un cuscinetto radiale (tipo C) o a contatto obliquo (tipo A) di pari dimensioni.

N.B.: Se si utilizzano cuscinetti radiali e a quattro punti di contatto, si consiglia di attenersi sempre alle raccomandazioni del produttore relative alle tolleranze dell'albero e dell'alloggiamento, all'interferenza o al gioco. Utilizzando le tolleranze raccomandate si garantisce che i cuscinetti non risultino precaricati dopo l'installazione, poiché in tal caso ciò potrebbe comprometterne la durata e la performance. Gli accoppiamenti raccomandati sono validi solo per i cuscinetti con gioco standard. Questi sono validi per le applicazioni che funzionano a temperatura ambiente o con alberi e alloggiamenti in acciaio. Se vengono utilizzati materiali diversi le tolleranze di montaggio varieranno in funzione della temperatura operativa. Qualora utilizzando materiali diversi dall'acciaio non vengano variate le tolleranze di montaggio si potrebbe verificare un precarico con una conseguente eccessiva di coppia di attrito. Quando i cuscinetti vengono forniti con un precarico diametrale si raccomanda un leggero gioco sia per l'albero sia per l'alloggiamento. Per le applicazioni sensibili all'attrito e ad alta velocità vengono in genere utilizzate coppie di cuscinetti a contatto obliquo anziché un singolo cuscinetto a quattro punti di contatto.

### **Cuscinetti a contatto obliquo (tipo A)**

I cuscinetti a contatto obliquo possono assorbire un carico assiale (spinta) in una sola direzione e per questo motivo sono quasi sempre utilizzati accoppiati. Possono essere impiegati sia in configurazione dorso-a-dorso (DB), sia faccia-a-faccia (DF) (vedi Figures 3 e 4). I cuscinetti a contatto obliquo accoppiati vengono generalmente utilizzati con un certo precarico assiale per rimuovere tutto il gioco e aumentare la rigidità. I cuscinetti a contatto obliquo possono essere acquistati singolarmente o come coppia. Se acquistati singolarmente, l'utilizzatore deve registrare il precarico durante l'installazione. Se acquistati accoppiati, il precarico viene eseguito in fabbrica.



Figures 3 (sinistra) and 4 (destra)

Se i cuscinetti a contatto obliquo vengono acquistati in coppie (in questo caso si parla di «coppia duplex»), gli anelli interni ed esterni vanno fissati come illustrato nella Figura 5). Per i cuscinetti con un precarico assiale dovrebbe esserci un leggero gioco tra il cuscinetto e sia l'albero sia l'alloggiamento. Se viene utilizzato un terzo cuscinetto sull'estremità opposta di un albero lungo, dovrebbe trattarsi o di una coppia singola radiale o in coppia faccia-a-faccia (DF). Dovrebbe anche poter muoversi in direzione assiale (vedi Figura 5). In genere, due coppie di cuscinetti dorso-a-dorso (DB) non vengono utilizzati sullo stesso albero.

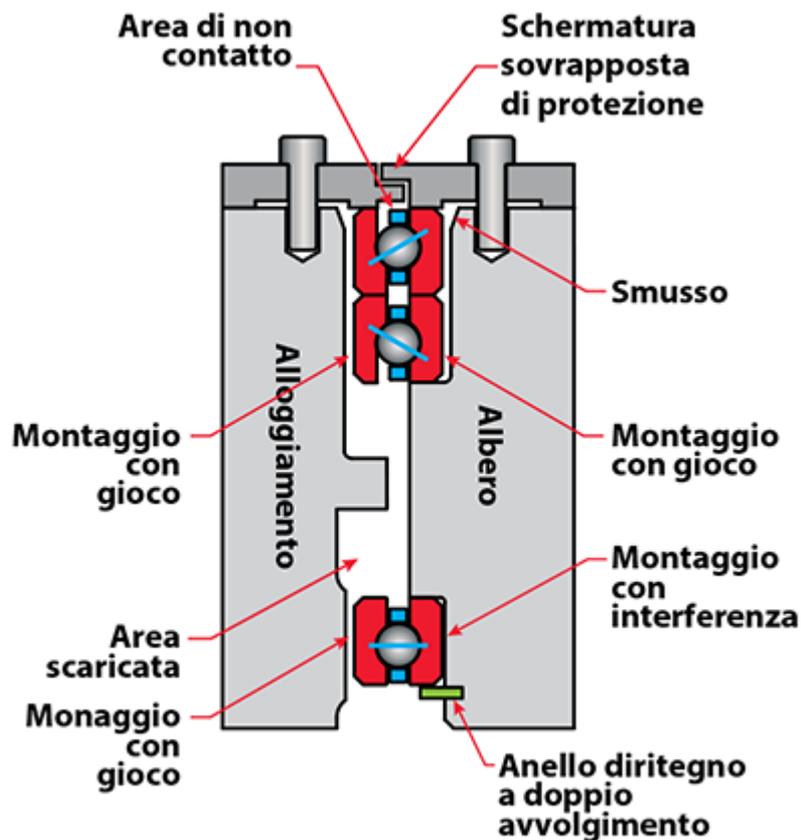


Figura 5

### Raccomandazioni generali

RI cuscinetti radiali e a quattro punti di contatto che utilizzano separatori a sfere di tipo «snap-over» o «crown» dovrebbero essere montati con la parte solida del separatore rivolta verso l'alto e le aperture delle tasche rivolte verso il basso (se l'orientamento dell'albero è entro 45° rispetto all'asse verticale). Questi cuscinetti sono tipicamente contrassegnati da una freccia «UP» (rivolta verso l'alto) per mostrare l'orientamento ideale (vedi Figura 6). Per gli alberi orizzontali non esiste invece un orientamento preferenziale.

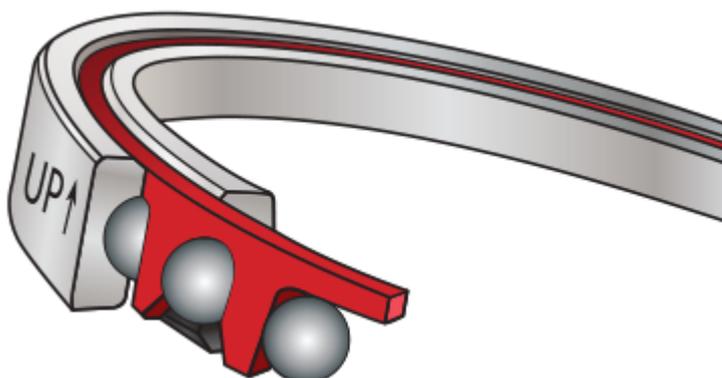


Figura 6

I cuscinetti a contatto obliquo singolo (tipo A) possono solo assorbire carichi assiali (spinta) in una direzione. Il diametro esterno di questi cuscinetti è contrassegnato da una freccia e la parola «THRUST» («spinta») per indicare la direzione nella

quale il carico di spinta può essere applicato all'esterno (vedi Figura 7).



Figura 7

Se questi cuscinetti vengono montati in una configurazione dorso-a-dorso (DB), le frecce dovrebbero essere indirizzate in direzione opposta l'una dall'altra. In una configurazione faccia-a-faccia (DF), le frecce dovrebbero essere indirizzate l'una verso l'altra.

I cuscinetti a contatto I cuscinetti a contatto obliquo acquistati accoppiati (duplex) saranno contrassegnati da una «V» in corrispondenza delle superfici interne ed esterne degli anelli di entrambi i cuscinetti. Durante l'installazione queste marcature «V» dovrebbero essere allineate l'una con l'altra. (Per gli alberi verticali non importa se la «V» è rivolta verso l'alto o verso il basso). Le marcature «V» sono posizionate nel punto di massima eccentricità degli anelli, e devono coincidere con il punto di minima eccentricità dell'albero e dell'alloggiamento al fine di ridurre l'eccentricità dell'assieme (vedi Figura 8).

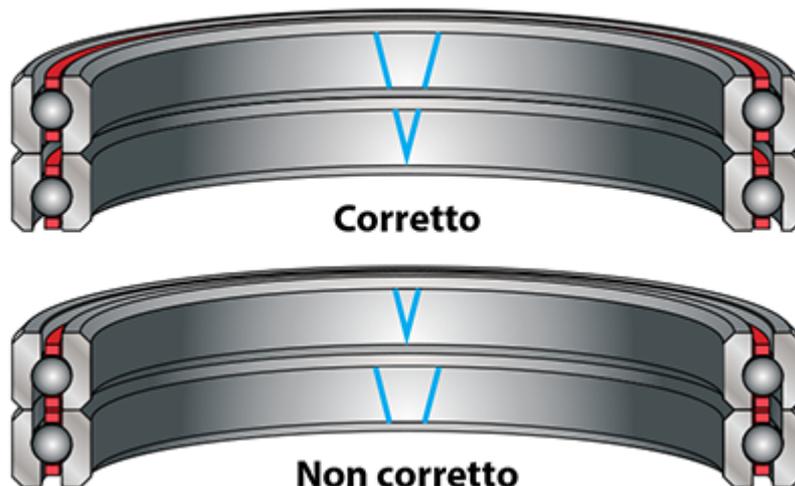


Figura 8

## Tolleranze dell'albero e dell'alloggiamento

Poiché le loro sezioni trasversali sono molto più sottili rispetto a quelle dei cuscinetti standard dello stesso diametro, i cuscinetti a sfere a sezione sottile sono molto sensibili alle geometrie dell'albero e dell'alloggiamento. Dopo l'installazione il cuscinetto tende ad assumere la forma dell'albero e dell'alloggiamento. Di conseguenza, la rotondità dell'albero e dell'alloggiamento è molto importante, così come lo è la planarità delle sedi dei cuscinetti.

Per questo motivo la tolleranza di planarità (caratteristiche A e D nella Figura 9) delle sedi del cuscinetto dovrebbe essere la stessa dell'eccentricità assiale dell'anello del cuscinetto accoppiato. La tolleranza di planarità (caratteristiche B e C nella Figura 9) per l'albero e per l'alloggiamento dovrebbe essere la stessa dell'eccentricità radiale dell'anello del cuscinetto montato.

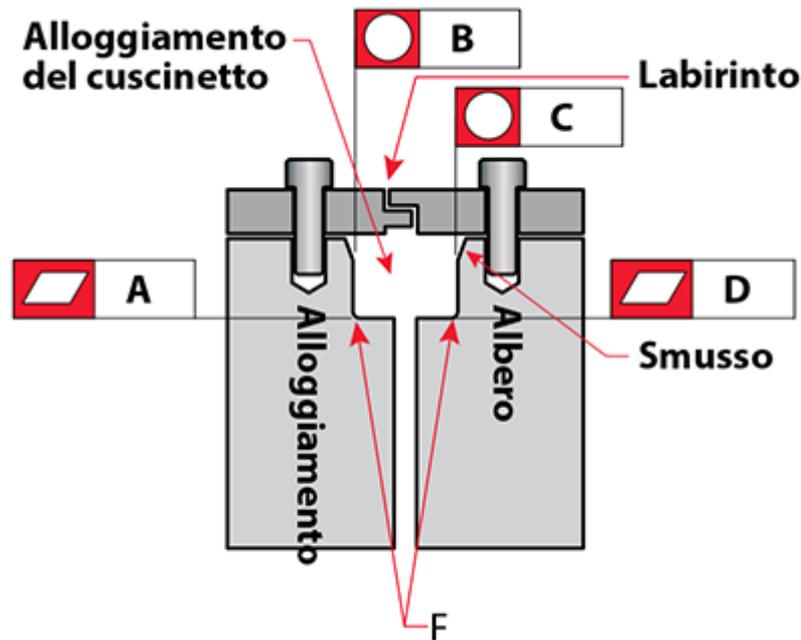


Figura 9

Sia l'albero sia l'alloggiamento dovrebbero avere uno smusso sugli anelli poco profondo per facilitare l'assemblaggio. I raggi dello smusso di raccordo in corrispondenza degli angoli delle sedi dei cuscinetti dovrebbero avere dimensioni più ridotte rispetto a quelle dello smusso del cuscinetto. Laddove vengono utilizzati montaggi con interferenza, è possibile riscaldare o raffreddare il cuscinetto per semplificarne l'assemblaggio. Si suggerisce di procedere poi con il serraggio solo quando tutti i componenti sono a temperatura ambiente.

Qualora occorra utilizzare un montaggio con interferenza, bisogna applicare una pressione uniforme sull'intera superficie del cuscinetto. Sarà comunque necessario esercitare una pressione sull'anello con montaggio con interferenza. Ad esempio, se tra il cuscinetto e l'albero viene utilizzato un montaggio con interferenza, occorre esercitare una pressione sull'anello interno e non su quello esterno. **Avvertenza: non esercitare una pressione trasversale, poiché ciò potrebbe danneggiare il cuscinetto.**

## Precarico

Il precarico ottimale per qualsiasi cuscinetto dipende dal tipo di applicazione. All'aumentare del precarico la deflessione sotto carico si riduce (Figura 10) e la rigidità del cuscinetto nonché la sua frequenza naturale aumentano. Tuttavia, l'aumento del precarico provoca anche una maggiore coppia di attrito. Esistono

strumenti quali il software gratuito di Kaydon Reali-Design® che possono essere usati per calcolare l'entità della deflessione sotto un certo carico applicato in funzione di diversi livelli di precarico. Questo strumento può essere utilizzato anche per calcolare la quantità di precarico ottimale per ogni tipo di applicazione.

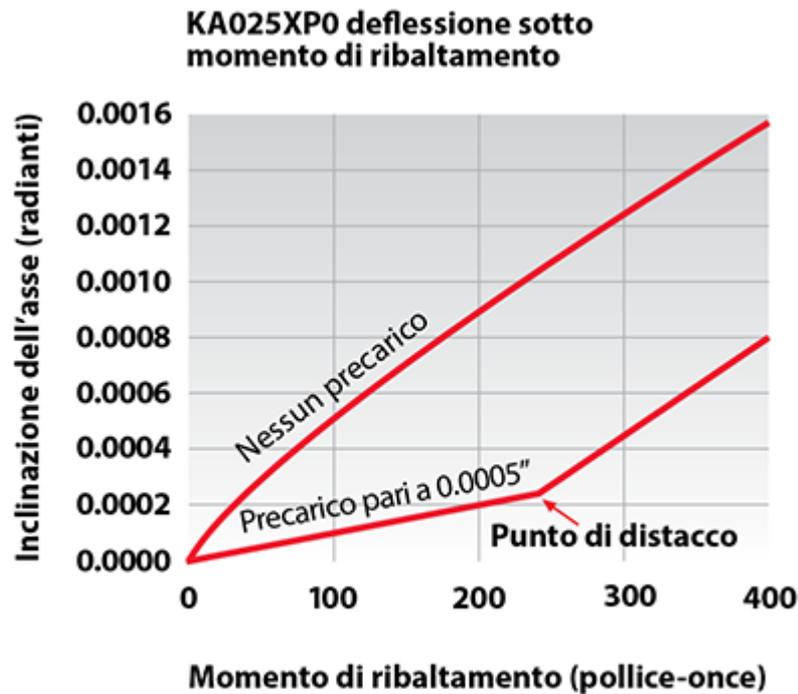
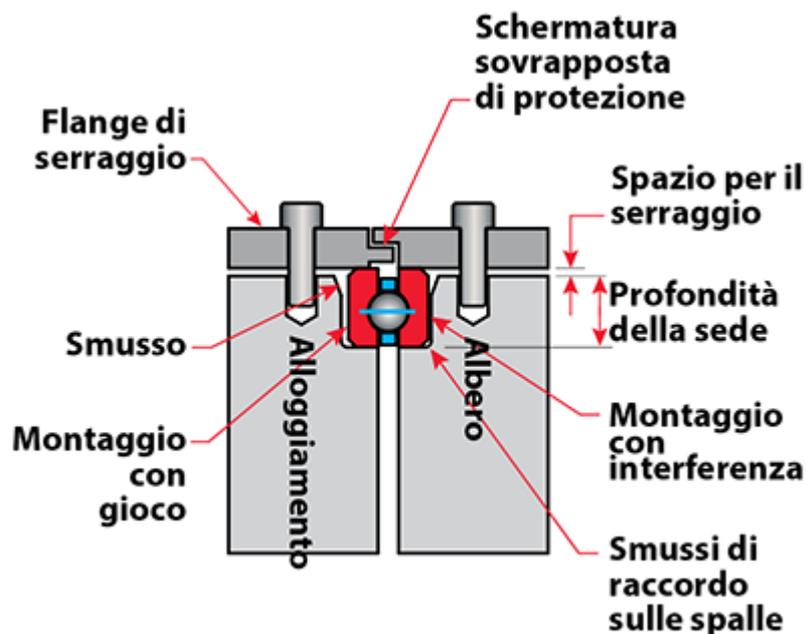


Figura 10

### Anelli di serraggio

Si consiglia di utilizzare flange o piattelli di serraggio su tutti i cuscinetti piuttosto che affidarsi esclusivamente a un montaggio solo con interferenza per fissare il cuscinetto. Si raccomanda di sovrapporre dove possibile le flange di serraggio al fine di formare uno schermo a labirinto, come illustrato nella Figura 11. Ciò contribuisce a mantenere il lubrificante all'interno del cuscinetto mantenendo fuori la contaminazione. Per i cuscinetti utilizzati in ambienti estremi si raccomanda di utilizzare guarnizioni esterne.



## Figura 11

Al fine di fornire una coppia di serraggio uniforme è preferibile utilizzare un numero maggiore di viti di piccole dimensioni per il serraggio piuttosto che poche viti di dimensioni maggiori, al fine di distribuire uniformemente la forza di serraggio su tutta la circonferenza. Gli elementi di serraggio dovrebbero essere serrati secondo un modello a «stella» per distribuire uniformemente la coppia di serraggio.

### **Lubrificazione**

I cuscinetti aperti vengono consegnati con un olio di conservazione che non svolge la funzione di olio lubrificante. Prima dell'installazione occorre pulire i cuscinetti che dovranno essere successivamente lubrificati con un olio o un grasso adatto per i carichi, le velocità, le temperature e l'ambiente previsti.

I cuscinetti schermati vengono lubrificati in fabbrica con un grasso per uso generico. Su richiesta sono disponibili lubrificanti alternativi.

### **Conclusioni**

Un assemblaggio adeguato è importante per garantire una performance ottimale di cuscinetti a sfere a sezione sottile. L'utilizzo di cuscinetti appropriati, gli orientamenti, degli attacchi raccomandati e la corretta geometria dell'albero dell'alloggiamento garantiranno la piena capacità di funzionamento del cuscinetto.