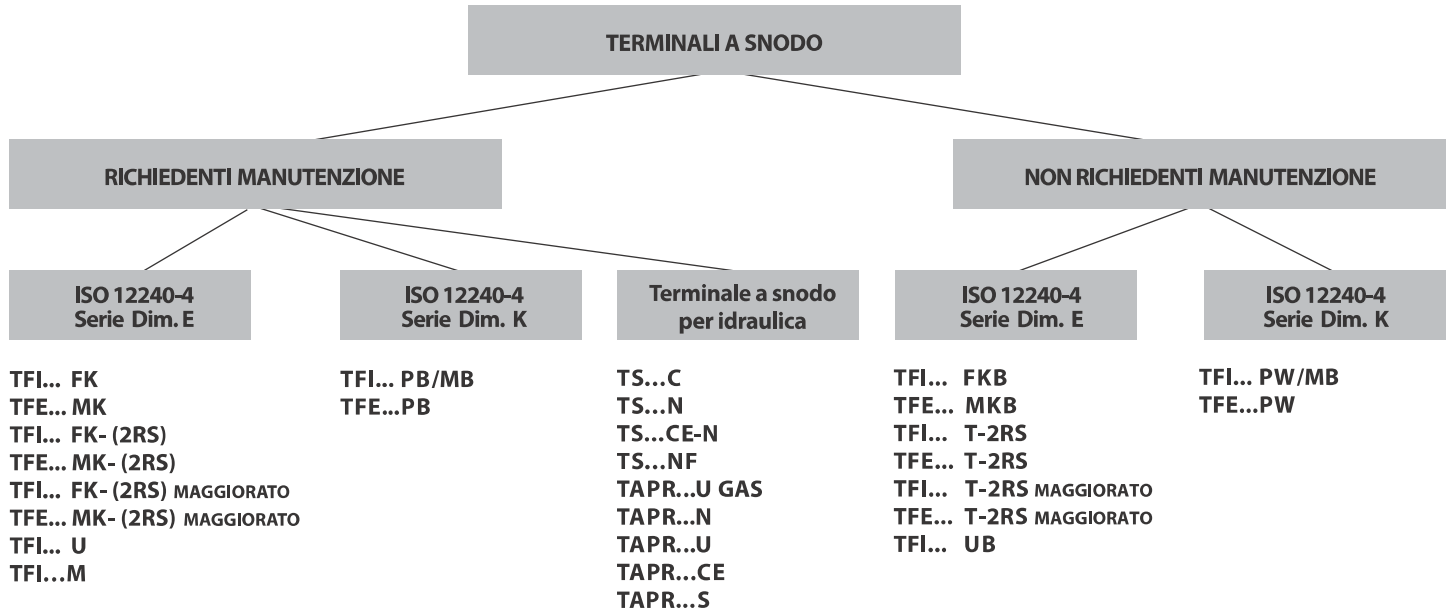


TERMINALI A SNODO



I terminali a snodo sono costituiti da un corpo a testa e da uno snodo sferico che è montato fisso nel corpo stesso. In tale esecuzione essi formano elementi di supporto e di collegamento pronti per il montaggio, che possono venire integrati senza problemi nelle costruzioni previste grazie alle loro superfici di saldatura o filettature.

SCELTA DEL TIPO DI TERMINALE

Tutti i terminali a snodo da noi realizzati hanno molteplici applicazioni e anche se, le esecuzioni sono state studiate e realizzate per soddisfare diverse esigenze applicative, non è possibile stabilire norme generali per la scelta del tipo da utilizzare. Tuttavia le informazioni seguenti possono mettere in evidenza i dati più importanti per la scelta del terminale e del tipo di snodo con l'accoppiamento più idoneo per le superfici di lavoro. Esistono comunque alcuni elementi fondamentali da prendere in esame e sono:

CARICO MANUTENZIONE TEMPERATURA DI FUNZIONAMENTO ANGOLO DI RIBALTAMENTO

CARICO
Per poter determinare tipo, dimensioni e materiale delle superfici di lavoro di un terminale o di uno snodo sferico è di importanza fondamentale conoscere l'entità e della direzione del carico nonché il modo con cui questo agisce.

- **Carico Radiale** – Tutti gli snodi sferici radiali possono sopportare carichi radiali elevati e, entro certi limiti, anche carichi assiali in ambo i sensi agenti contemporaneamente.

- **Carico Assiale** - Gli snodi sferici assiali possono sopportare carichi assiali molto elevati agenti in un solo senso e, entro certi limiti, anche carichi radiali agenti contemporaneamente.

- **Carichi che agiscono in un solo senso** - Quando il carico agisce sempre nella stessa direzione e nello stesso senso, la zona di carico si trova sempre dalla stessa parte dello snodo. Per le applicazioni dove si hanno sollecitazioni di tipo statico, oppure dove lo snodo è soggetto a piccolissimi movimenti di assestamento sotto carico, sollecitazioni quasi statiche, si raccomanda l'impiego di snodi sferici con accoppiamento acciaio su acciaio. Nel caso in cui lo snodo sia sottoposto anche a sollecitazioni dinamiche sono da preferirsi gli snodi sferici non richiedenti manutenzione.

- **Carichi che agiscono in senso alternato** - Nelle applicazioni dove il carico agisce in senso alternato, le due zone di lavoro dello snodo a 180° tra di loro vengono alternativamente caricate e scaricate ad ogni movimento di oscillazione. In questo caso si raccomanda l'utilizzo di snodi sferici con accoppiamento acciaio su acciaio. Gli snodi sferici non richiedenti manutenzione possono essere impiegati solo entro certi limiti.

- **I FATTORI DI CARICO NELLE TABELLE DEI TERMINALI SI RIFERISCONO AL CORPO TERMINALE ACCOPPIATO CON SNODO SFERICO "PAVARINI" MARCHIATO "LSP"**

MANUTENZIONE

Normalmente gli snodi sferici acciaio su acciaio devono venire rilubrificati ad intervalli regolari per garantire durata e corretto funzionamento. Se viene richiesto un funzionamento senza manutenzione oppure per posizionamenti dove non è possibile garantire una regolare rilubrificazione sono da utilizzare snodi sferici esenti da manutenzione. In questo caso vengono usati particolari tipi di materiali per le superfici di strisciamento che consentono un esercizio senza manutenzione.

ANGOLO DI RIBALTAMENTO

L'angolo di ribaltamento possibile varia in funzione della serie dimensionale, dell'esecuzione e delle dimensioni dello snodo sferico. Sono sempre indicati nelle relative tabelle.

CALCOLO DELLA DURATA E DIMENSIONAMENTO

La durata di uno snodo o di un terminale è il numero di oscillazioni complete, o il numero di ore di funzionamento. Per poter operare correttamente nella scelta e nel dimensionamento si devono considerare diversi fattori che influiscono sulla scelta stessa. I parametri da considerare riguardano:

CARICO MOVIMENTO DURATA LUBRIFICAZIONE

Altri fattori, come carichi, urti, impurità, ambiente di lavoro, sono difficilmente valutabili. Per il calcolo della durata tecnica consideriamo il carico (F) coincidente al valore di carico della durata P, quando la forza agisce in senso puramente radiale e l'entità e la direzione non variano durante il funzionamento $F=P=FR$ (vedi figura 1).

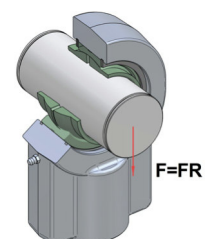
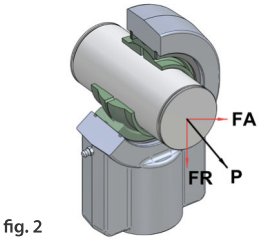


fig. 1



Nel caso in cui le sollecitazioni siano contemporaneamente assiali e radiali, occorre introdurre un valore di calcolo P nel calcolo della durata, che tenga in considerazione l'influenza delle forze agenti combinate. (vedi figura 2)



Calcolo del valore P

$$P = K_f FR$$

dove:

P = Carico dinamico equivalente in KN

FR = Carico radiale in KN

FA = Carico assiale in KN

Kf = Coefficiente di correzione che in questo caso è ricavabile con questa funzione:

$$K_f = 0,978 \cdot 21,546^{\frac{FA}{FR}}$$

MOVIMENTO E FREQUENZA

La presenza del movimento e della sua frequenza caratterizza le condizioni dinamiche di impiego. (vedi figura 3)

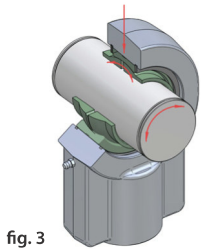


fig. 3

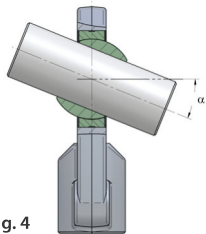


fig. 4

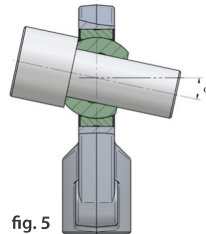


fig. 5

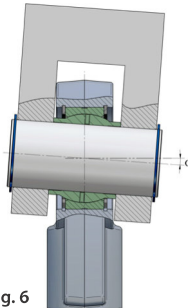


fig. 6

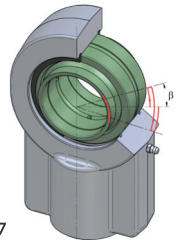


fig. 7

Dalle figure 4-5-6-7 è possibile identificare tre possibilità di movimento espresse con i seguenti parametri:

- angolo di oscillazione β (fig. 7)
- angolo di ribaltamento α (fig. 4-5-6) nelle diverse configurazioni
- angolo di movimento β_1 nel caso si abbiano movimenti combinati di oscillazione e di ribaltamento.

Occorre calcolare in modo seguente $\beta_1 = \sqrt{\beta^2 + \alpha^2}$

FREQUENZA

Esprime nell'unità di tempo il numero di movimenti e dimensionalmente è espressa in min^{-1} . E' considerata nel calcolo solo se l'applicazione ha un funzionamento continuo senza fermate periodiche.

COEFFICIENTE DI CARICO

Il coefficiente di carico dinamico C viene utilizzato per il calcolo quando gli snodi sferici o i terminali sono sottoposti a sollecitazioni dinamiche, cioè quando sotto l'azione del carico si hanno movimenti oscillanti di ribaltamento o di rotazione. Per l'utilizzo di questo parametro è indispensabile che il carico agisca in senso radiale. Nell'applicazione dinamica rappresenta il massimo carico ammissibile ed il suo completo sfruttamento non ci consente durate molto lunghe. Normalmente il rapporto C/P si colloca in un campo compreso da 1 a 5 e comunque non inferiore a 1.

Il coefficiente di carico statico Co rappresenta il carico statico massimo ammissibile sugli snodi e terminali senza che si verifichino rotture o danneggiamento alle superfici di strisciamento. E' utilizzato nel caso in cui le sollecitazioni siano dovute a carichi ad urto.

Per queste definizioni si è supposto un alloggiamento sufficientemente rigido tale da impedire deformazioni allo snodo stesso. Per i carichi dinamici bisogna precisare che essi riguardano soltanto il corretto funzionamento dello snodo inserito nel terminale; pertanto è corretto indicare a catalogo i valori dati dal costruttore degli snodi.

PRESSIONE

Un adeguato carico specifico è necessario per ottenere una durata d'esercizio sufficiente per la nostra applicazione.

La pressione specifica è un criterio di valutazione molto importante per la scelta dello snodo.

È determinabile conoscendo:

K = valore di carico specifico in N/mm^2 ricavabile dalla tabella.

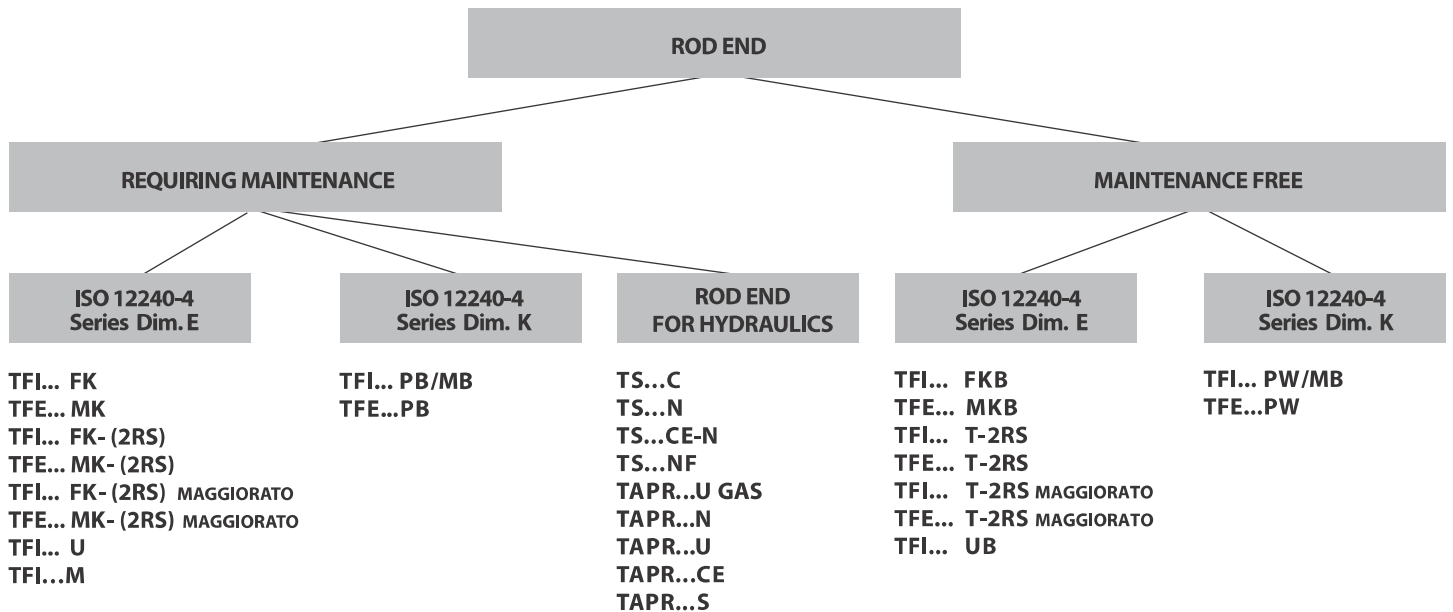
P = Carico equivalente in KN.

C = Coefficiente di carico dinamico in KN ricava bile dalla tabella dimensionale.

Accoppiamento di strisciamento	Indice specifico di carico K
Acciaio su Acciaio	K = 100 N/mm^2
Acciaio su Bronzo	K = 50 N/mm^2
Acciaio su PTFE	K = 100 N/mm^2
Acciaio su tessuto PTFE	K = 150 N/mm^2

$$p = K \cdot \frac{P}{C}$$

Il prodotto dato dalla pressione specifica per la velocità di strisciamento ha notevole influenza nel calcolo della durata.



ROD ENDS

The ends consist of a body in which a standard bearing is housed. They can be supplied with an external or internal thread, right or left handed, with welded extremities. They are standard products, the steel on steel versions needing lubrication; steel on bronze with PTFE, and steel on PTFE material not requiring maintenance. Choice of type, as with the bearings, depends essentially on the use for which it is destined. As far as construction characteristics of the various types of ends are concerned we refer you to the previous tables. The most important series in our range is represented by ends for hydraulic applications, we can divide these into two group:

- Hydraulic rod ends internally threaded
- Hydraulic rod ends with welded ends

Considering the field of application, these ends are usually supplied in series, with steel on steel surfaces, where we find situations of alternate loads. These are ends produced and constructed especially for these applications, as in the case of connecting rods and hydraulic cylinders where maximum security of anchorage is required. The TAPR.CE series represents the best possible fixing factor, infact we equipped the connector, having an internal thread, with a longitudinal cut so as to permit optimum fixing on the thread by way of two locking hexagon socket screws.

SELECTION GUIDE

Multiple conditions of use for bearings and ends determine their different construction characteristics and choice of materials. Every one of our products has therefore been planned and produced to satisfy the various application needs. There are numerous factors which influence the choice of bearing or end and all must be considered with great attention, which is why it is not possible to determine a general view and why we should take them, one at a time, for further analysis. However there are some fundamental elements to take into consideration in this choice, ie:

- LOAD MAINTENANCE WORKING TEMPERATURE TILTING ANGLE LOAD

To determine type, dimension and materials for working surfaces of a bearing or end, it is fundamentally important to understand the extent and direction of the load as well as the way in which it functions.
 Radial Load - All the spherical plain bearings are able to support high radial loads and, within certain limits, axial loads, in both directions which move simultaneously.
 Loads Which Move In One Direction - A situation in which the load always moves in one direction in the same way, and in this case, the area of the load is always on the same side as the bearing. For applications where the bearing is subject to static stress or many be subject to very small movements under load (but comparable to almost static stress). The use of plain bearings is recommended or ends with surfaces steel on steel. On the other hand when a bearing is subject to dynamic stress, spherical bearings ok maintenance free ends are recommended.
 Loads Moving In Alternate Directions - In this case we recommend the use of spherical bearings or ends with surface steel on steel, use of spherical bearings or maintenance free bearings is foreseen only within certain limits.

- THE GIVEN **LOAD FACTOR** REFERS ONLY TO ROD END ASSEMBLED WITH "PAVARINI" SPHERICAL PLAIN BEARING "LSP" BRAND

MAINTENANCE

With regard to field of application, bearings requiring maintenance, maintenance free or lubrication type ends may be required. In the first case, bearings are constructed using particular types of materials for their grooved surfaces so as to render lubrication superfluous, permitting a maintenance free exercise. In the second case, bearings with surface steel on steel have to be relubricated at regular intervals to guarantee correct and lasting performance.

TILT ANGLE

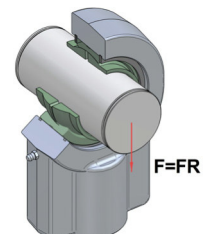
The admissible angle of tilt varies in function with the dimensional series, the execution and dimensions of the bearings. They are always indicated in the relevant tables.

CALCULATION OF DURATION AND SIZING

To work correctly in the choice and sizing of the bearing, various factors must be taken into consideration and categories to consider are:

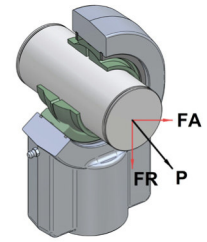
- LOAD MOVEMENT DURATION LUBRICATION

Others elements, which are difficult to evaluate, effect the selection and relative duration. Loads and impact, working environment and cleanliness are not in fact taken account of in the analytical calculation. Knowledge of the intensity and direction of the loads is indispensable. For the calculation of the technical duration we consider that load (F) coincides the value of load of duration P, when the force moves in a purely radial direction and the size and direction do not vary during the operation $F=P=FR$ (see picture 1).



pic. 1

In the case of stress being, at the same time, axial and radial, a value of calculation P must be introduced in the calculation of duration that takes account of the influence of the combined moving forces. (see picture 2).



pic. 2

We calculate the value P with the formula.

$$P = K_f \cdot FR$$

Where:

P = Dynamic load equivalent in KN

FR = Radial load in KN

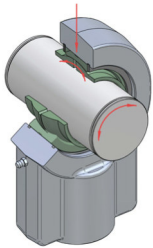
FA = Axial load in KN

Kf = Correction coefficient that in this case is obtained by the formula:

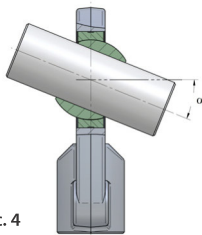
$$K_f = 0,978 \cdot 21,546^{\frac{FA}{FR}}$$

MOVEMENT AND FREQUENCY

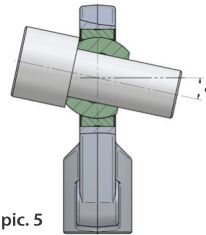
The presence of movement and its frequency characterize the dynamic condition of the operation (see picture 3).



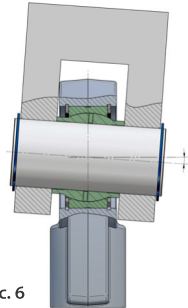
pic. 3



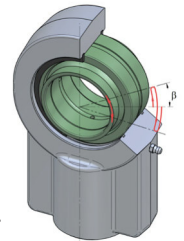
pic. 4



pic. 5



pic. 6



pic. 7

From the pictures 4-5-6-7 drawings it is possible to identify three types of movement expressed in the following categories:

- Angle of oscillation β (pic. 7)
- Angle of tilt α (pic. 4-5-6) in different configurations
- Angle of movement β1 in the case of combined movements of oscillation and tilt.

The following calculation is needed $\beta_1 = \sqrt{\beta^2 + \alpha^2}$

FREQUENCY

The number of movements is expressed in units of time and dimensionally is expressed in min⁻¹. It is introduced in the calculation function without periodical arrests.

LOAD COEFFICIENT

The coefficient of dynamic load C is used to calculate duration when we are in the presence of a dynamic type of stress, that is when during loading there are oscillating tilt movements or rotating movements.

For use in this category it is indispensable for the load to move in a radial direction.

Dynamic applications represent the maximum permissible load and exploiting it completely does not allow a long duration. The relationship C/P is usually found in a range 1 - 5 inclusive and never less than 1.

The coefficient of static load Co represents the maximum permissible static load on the bearings and ends before breakage or damage occurs to the grooved surfaces, used in cases of stress due to shock loads. For these definitions, a sufficiently rigid housing is assumed to exist so as to prevent deforming the bearing itself.

PRESSURE

An adequate specific load is necessary to obtain a duration of exercise sufficient for our use. The specific pressure is a criterion of evaluation which is very important to the choice of bearing it is determinable knowing that:

K = Value of specific load in N/mm² shown in the table.

P = Load equivalent in KN

C = Coefficient of dynamic load in KN available in the dimension table.

Sliding contact surfaces	Contact pressure parameter K
Steel/Steel	K = 100 N/mm ²
Steel/Bronze	K = 50 N/mm ²
Steel/PTFE foil	K = 100 N/mm ²
Steel/PTFE fabric	K = 150 N/mm ²

$$p = K \cdot \frac{P}{C}$$

The product of the specific pressure times the speed of drag has a notable affect on the calculation of duration.

