

Cuscinetti a secco

DU[®]

Il Cuscinetto
di Gesmundo & Gallizzo



Glacier Cuscinetti Antifrizione

Caratteristiche generali

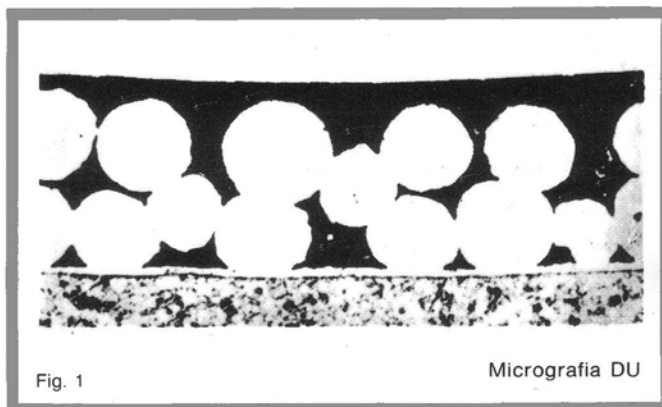
STRUTTURA DEL MATERIALE

Il DU® è un materiale composito ottenuto per sinterizzazione di uno strato di bronzo sferoidale su di una bandella (nastro) in acciaio dolce opportunamente processata e con successiva impregnazione e riporto di una miscela di PTFE + PB.

Lo strato poroso di impregnazione ha uno spessore costante di $0,25 \div 0,30$ mm mentre il riporto superficiale di PTFE + PB ha uno spessore di circa 0,02 mm.

La bandella di supporto in acciaio può avere uno spessore variabile indicativamente tra i 0,5 e 2,5 mm in funzione delle dimensioni del cuscinetto finito.

Il dorso della bandella in acciaio è normalmente protetto con rivestimenti elettrodepositati di ramatura e stagnatura aventi spessori di pochi micron.



PROPRIETÀ FUNZIONALI

Nel DU confluiscono le ottime qualità di strisciamento a secco del PTFE, la conducibilità termica del bronzo e la resistenza meccanica dell'acciaio.

Per funzionamento senza lubrificazione i valori limite sono i seguenti:

- Capacità di carico statico: Normale 140 N/mm².
In speciali applicazioni 250 N/mm².
- Velocità di strisciamento: Max. 2,5 m/s
- Valori di P×V: Max. in continuo 1,75 N/mm² × m/s
Max. in transitorio 3,5 N/mm² × m/s
- Coefficiente di attrito: da 0,02 a 0,2 in funzione del carico, velocità etc.

- Non si manifesta Stick-Slip all'avvio.
- Temperatura: Min. — 200 °C / Max. 280 °C

Il DU è chimicamente inerte alla maggior parte dei solventi e gas industriali.

L'influenza sulle prestazioni di fluidi non lubrificanti va valutata caso per caso.

La presenza del lubrificante aumenta grandemente i valori max. ammissibili della velocità e del P×V.

In rapporto ai materiali classici il DU offre nelle applicazioni di cuscinetti piani lubrificati sostanziali e talvolta decisivi vantaggi di basso attrito allo spunto e di elevata resistenza al grippaggio nelle condizioni limite di funzionamento.

CUSCINETTI STANDARD DISPONIBILI

La disponibilità di un'ampia gamma di misure standard di cuscinetti consente all'utilizzatore di ridurre i tempi e le procedure di progettazione e di approvvigionamento, conseguendo anche una migliore garanzia qualitativa.

I tipi di cuscinetti normalmente disponibili presso i ns. magazzini sono:

- Boccole DU serie MB avvolte da ϕ int. 3 a 300mm. - Vedere tabella 1
- Boccole flangiate da ϕ int. 6 a 35mm. - Vedere tabella 2
- Rondelle di spinta serie WC - Vedere tabella 3
- Nastri piatti - Vedere tabella 4

Su richiesta possiamo fornire cuscinetti della Serie Standard Pollice (catalogo separato) e con supporto in Bronzo (anziché Acciaio) per applicazioni in particolari ambienti corrosivi.

Siamo altresì disponibili a fornire boccole con lunghezza modificata.

Cuscinetti di forma e dimensioni speciali sono fornibili previo approntamento di apposita attrezzatura il cui costo si giustifica in presenza di lotti economici da produrre.

BOCCOLE DU GAMMA STANDARD METRICA

Dimensioni in mm.

DIMENSIONI			TOLL ALBERO/SEDE		LUNGHEZZA (TOLLERANZA \pm 0,25)																	
\varnothing INT	\varnothing EST	SPESORE PARETE MAX/MIN	DIAMETRO ALBERO	ALESAGGIO SEDE	3	4	5	6	8	10	12	15	20	25	30	40	50					
3	4,5	0,750	h6 0/-0,006	H6 +0,008 0	03 03		03 05	03 06														
4	5,5	0,730	h6 0/-0,008	H6 0	04 03	04 04		04 06		04 10												
5	7	1,005 0,980	-0,010 -0,022	+0,015 0			05 05		05 08	05 10												
6	8						06 06	06 08	06 10													
7	9									07 10												
8	10										08 08	08 10	08 12									
10	12										10 08	10 10	10 12	10 15	10 20							
12	14										12 08	12 10	12 12	12 15	12 20	12 25						
13	15	f7	-0,016 -0,034	+0,018 0						13 10			13 20									
14	16						14 05		14 10	14 12	14 15	14 20	14 25									
15	17								15 10	15 12	15 15	15 20	15 25									
16	18								16 10	16 12	16 15	16 20	16 25									
18	20											18 15	18 20	18 25								
20	23				1,505 1,475	-0,020 -0,041	+0,021 0						20 10		20 15	20 20	20 25	20 30				
22	25															22 15	22 20	22 25	22 30			
24	27																24 15	24 20	24 25	24 30		
25	28													25 15	25 20	25 25	25 30		25 50			
28	32	2,005 1,970	-0,025 -0,050	+0,025 0											28 15	28 20	28 25	28 30				
30	34													30 15	30 20	30 25	30 30	30 40				
32	36														32 20		32 30	32 40				

DIMENSIONI			TOLL ALBERO/SEDE		LUNGHEZZA (TOLLERANZA \pm 0,25)															
\varnothing INT	\varnothing EST	SPESORE PARETE MAX/MIN	DIAMETRO ALBERO	ALESAGGIO SEDE	20	25	30	35	40	45	50	55	60	70	80	100	115			
35	39	2,005	f7 -0,025 -0,050	+0,025 0	35 20		35 30	35 35	35 40		35 50									
40	44	1,970			40 20		40 30		40 40		40 50									
45	50	2,505 2,460			45 20		45 30		45 40	45 45	45 50									
50	55		50 20		50 30		50 40		50 50		50 60									
55	60		55 20	55 25	55 30		55 40		55 50	55 55	55 60									
60	65		-0,030 -0,060	+0,030 0	60 20		60 30		60 40			60 60	60 70							
65	70						65 30				65 50			65 70						
70	75							70 40		70 50			70 70							
75	80	2,490 2,440	0/-0,046	+0,035 0									75 60		75 80					
80	85														80 60			80 100		
85	90								85 30						85 60			85 100		
90	95														90 60			90 100		
95	100														95 60			95 100		
100	105					0	H7 -0,054								100 60				100 115	
105	110															105 60			105 115	
110	115															110 60			110 115	
115	120										115 50			115 70						
120	125	2,465 2,415	h8 0 -0,063	+0,040 0							120 50		120 60			120 100				
125	130																	125 100		
130	135														130 60			130 100		
135	140														135 60		135 80			
140	145														140 60			140 100		
150	155														150 60		150 80	150 100		
160	165																160 80	160 100		
180	185																	180 100		
200	205					0	+0,046 0												200 100	
220	225					-0,072													220 100	
250	255															250 100				
300	305		0/-0,081	+0,050 0												300 100				

N.B. Nel caso di ordinazioni occorre citare il riferimento completo della boccia che è composto dai due gruppi di cifre indicanti rispettivamente il diametro interno e la lunghezza preceduti da MB (serie metrica) e seguito dalla sigla DU indicativa del materiale. - es. MB3020DU

TAB. 2

DIMENSIONI BOCCOLE DU FLANGIATE STANDARD

DIAMETRI NOMINALI			TOLLERANZE CONSIGLIATE		Spessore Flangia Max./Min.	Spessore Boccola Max./Min.	Lunghezza Totale L ± 0,25							
Interno Di	Esterno De	Flangia Df	Albero	Sede			L	Riferimenti	L	Riferimenti	L	Riferimenti	L	Riferimenti
6	8	12	5.990 5.978	8.015 8.000	1.00 0.80	1.005 0.980	4	FMB 0604DU	8	FMB 0608DU				
8	10	15	7.987 7.972	10.015 10.000			5.5	FMB 0805.5DU	7.5	FMB 0807.5DU	9.5	FMB 0809.5DU		
10	12	18	9.987 9.972	12.018 12.000			7	FMB 1007DU	9	FMB 1009DU	12	FMB 1012DU	17	FMB 1017DU
12	14	20	11.984 11.966	14.018 14.000			7	FMB 1207DU	9	FMB 1209DU	12	FMB 1212DU	17	FMB 1217DU
14	16	22	13.984 13.966	16.018 16.000			12	FMB 1412DU	17	FMB 1417DU				
15	17	23	14.984 14.966	17.018 17.000			9	FMB 1509DU	12	FMB 1512DU	17	FMB 1517DU		
16	18	24	15.984 15.966	18.018 18.000			12	FMB 1612DU	17	FMB 1617DU				
18	20	26	17.984 17.966	18.021 18.000			12	FMB 1812DU	17	FMB 1817DU	22	FMB 1822DU		
20	23	30	19.980 19.958	23.021 23.000	1.50 1.30	1.505 1.475	11.5	FMB 2011.5DU	16.5	FMB 2016.5DU	21.5	FMB 2021.5DU		
25	28	35	24.980 24.959	28.021 28.000			11.5	FMB 2511.5DU	16.5	FMB 2516.5DU	21.5	FMB 2521.5DU		
30	34	42	29.980 29.959	34.025 34.000	2.00 1.80	2.005 1.970	16	FMB 3016DU	26	FMB 3026DU				
35	39	47	34.975 34.950	39.025 39.000			16	FMB 3516DU	26	FMB 3526DU				

TAB. 3

DIMENSIONI RONDELLE DU STANDARD

Riferimento	Diam. Interno	Diam. Esterno	Spessore	Foro fissaggio		Prof.P. Recesso
				Diametri	PC. Dia.	
WC10DU	12.25	24.00	1.50	1.875	18.12	1.20
	12.00	23.75	1.45	1.625	17.88	0.95
WC12DU	14.25	26.00	1.50	2.375	20.12	1.20
	14.00	25.75	1.45	2.125	19.88	0.95
WC14DU	16.25	30.00	1.50	2.375	22.12	1.20
	16.00	29.75	1.45	2.125	21.88	0.95
WC16DU	18.25	32.00	1.50	2.375	25.12	1.20
	18.00	31.75	1.45	1.125	24.88	0.95
WC18DU	20.25	36.00	1.50	3.375	28.12	1.20
	20.00	35.75	1.45	3.125	27.88	0.95
WC20DU	22.25	38.00	1.50	3.375	30.12	1.20
	22.00	37.75	1.45	3.125	29.88	0.95
WC22DU	24.25	42.00	1.50	3.375	33.12	1.20
	24.00	41.75	1.45	3.125	32.88	0.95
WC24DU	26.25	44.00	1.50	3.375	35.12	1.20
	26.00	43.75	1.45	3.125	34.88	0.95
WC25DU	28.25	48.00	1.50	4.375	38.12	1.20
	28.00	47.75	1.45	4.125	37.88	0.95
WC30DU	32.25	54.00	1.50	4.375	43.12	1.20
	32.00	53.75	1.45	4.125	42.88	0.95
WC35DU	38.25	62.00	1.50	4.375	50.12	1.20
	38.00	61.75	1.45	4.125	53.88	0.95
WC40DU	42.25	66.00	1.50	4.375	54.12	1.20
	42.00	65.75	1.45	4.125	53.88	0.95
WC45DU	48.25	74.00	2.00	4.375	61.12	1.70
	48.00	73.75	1.95	4.125	60.88	1.45
WC50DU	52.25	78.00	2.00	4.375	65.12	1.70
	52.00	77.75	1.95	4.125	64.88	1.45

TAB. 4

DIMENSIONI NASTRI DU STANDARD

Riferimento	Spessore (1)	Larghezza	Lunghezza
GR. 0	0,71	70	457
GR. 1	1,12	102	457
GR. 2	1,50	102	457
GR. 3	1,90	102	457
GR. 4	2,31	102	457
GR. 5	3,05	102	457

Altre dimensioni su speciale esecuzione

(1) Tolleranza su spessore ± 0,02

Montaggio

BOCCOLE

Il modo più pratico e largamente utilizzato per il fissaggio delle boccole è costituito dal forzamento nelle sedi.

In virtù dell'interferenza prevista e dell'elasticità propria, la boccia avvolta assume in tal modo dalla sede l'opportuna forma cilindrica.

Sulle Tab. 1 e 2 vengono riportati i valori consigliati delle sedi per assicurare la necessaria resistenza allo spiantaggio anche nelle più gravose condizioni di lavoro.

I dati si riferiscono a sedi in lega ferrosa con sezione relativamente consistente.

Il ns. servizio di assistenza tecnica può fornire specifiche informazioni per il calettamento in sedi facilmente deformabili oppure aventi coefficienti di dilatazione termica nettamente diversi dall'acciaio.

Nella supposizione che la superficie esterna della boccia si conformi all'alesaggio realizzato sulla sede, e quest'ultima non subisca apprezzabili deformazioni in fase di montaggio, la definizione del campo dimensionale del diametro interno boccia si ottiene:

$$\begin{aligned} \varnothing \text{ min. interno boccia} &= \varnothing \text{ min. sede} - 2 \times \text{spessore max. boccia} \\ \varnothing \text{ max. interno boccia} &= \varnothing \text{ max. sede} - 2 \times \text{spessore min. boccia} \end{aligned}$$

Il calettamento si effettua generalmente a temperatura ambiente a mezzo di apparecchiature meccaniche o idrauliche tenendo conto che la forza F massima necessaria espressa in N è indicativamente determinabile come segue:

Spessore boccia 0,75 ÷ 1mm.	$F = 300 \times L$
Spessore boccia 1,5	$F = 500 \times L$
Spessore boccia 2	$F = 700 \times L$
Spessore boccia 2,5	$F = 900 \times L$

Per un corretto montaggio si raccomandano inoltre le seguenti precauzioni:

- Eseguire correttamente lo smusso sulle sedi come indicato in fig. 2a e 2b
- Pulire accuratamente le superfici da accoppiare
- Lubrificare preventivamente la superficie esterna della boccia
- Nel caso di 2 boccole montate accostate allineare le giunzioni

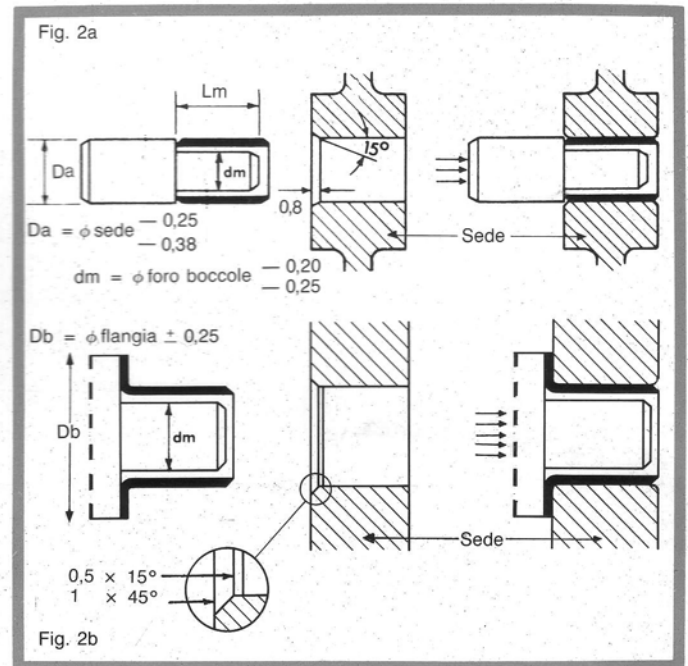
— Rimuovere gli spigoli vivi dalle superfici che devono scorrere sull'interno della boccia

— Curare che la fase d'imbocco boccia/sede avvenga con i rispettivi assi ben allineati.

Per il piantaggio si raccomanda l'utilizzazione di un mandrino pilota del tipo illustrato in figura 2a per le boccole cilindriche e del tipo illustrato in fig. 2b per le boccole flangiate.

Per montaggi di serie in posizione verticale la ritenzione a caduta della boccia sul mandrino pilota può essere ottenuta a mezzo di anello "O-Ring" applicato su una cava ricavata sul nasello del mandrino.

Per boccole di grande diametro (oltre 100mm.) può risultare conveniente in fase di imbocco presentare la boccia inserita in un anello di contenimento avente diametro maggiorato di $0,35 \div 0,40$ mm. rispetto alla sede oppure stringere a chiusura i bordi della boccia a mezzo di fascia elastica applicata sull'esterno.



RONDELLE

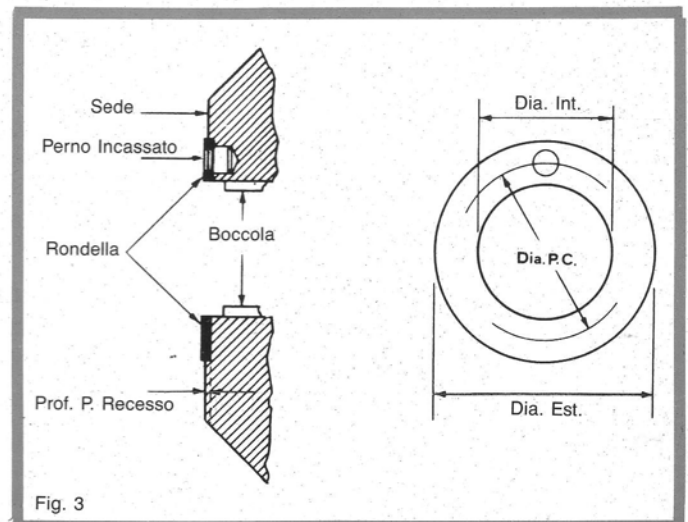
Per quanto riguarda il montaggio delle rondelle come illustrato in Fig. 3, si raccomanda l'inserimento in un recesso di centraggio sul diametro esterno.

Il diametro del recesso va realizzato $0,10 \div 0,15$ mm. maggiore del diametro esterno rondella riportato unitamente alla profondità del recesso sulla tab. 3.

Per impedire la rotazione della rondella si potrà utilizzare indifferentemente un perno od una vite le cui teste però dovranno risultare incassate nell'apposito foro per una profondità non inferiore a 0,25mm. dalla superficie di lavoro. Qualora non risulti conveniente eseguire il recesso si potranno utilizzare 2 o più viti di fissaggio oppure un adesivo appropriato.

Per la scelta e l'applicazione dell'adesivo consigliamo di contattare i produttori specializzati tenendo presente che durante l'applicazione non si dovrà superare la temperatura di 327 °C.

La stessa raccomandazione vale per il fissaggio dei nastri piani Tab. 4.



Dati di progetto

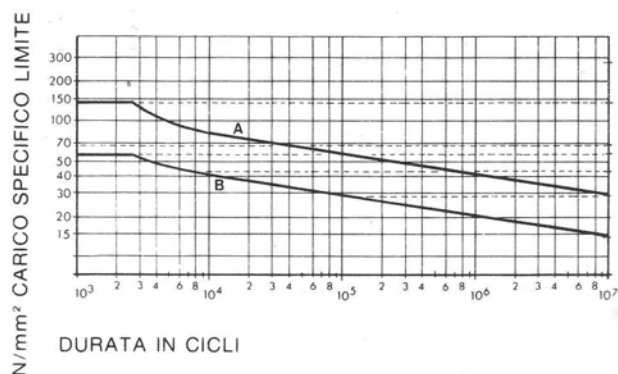
CAPACITÀ DI CARICO

Il grafico di fig. 4 riporta il carico specifico massimo applicabile sul materiale DU (nel caso di boccole e semicuscinetti si intende il carico per unità di area proiettata $D \times L$) considerando unicamente limitazioni di resistenza meccanica. La curva A fornisce il limite per il caso di carichi statici ed in presenza di movimenti oscillanti. La curva B fornisce invece il limite per il caso di carichi dinamici indipendentemente dal tipo di movimento.

Deve essere sottolineato che i valori ricavabili dal grafico rappresentano unicamente il limite di carico specifico che il materiale può sopportare in funzione della modalità di applicazione del carico stesso.

Per una valutazione complessiva dell'idoneità del cuscinetto ad offrire nel tempo il servizio richiesto occorre considerare i paragrafi che seguono.

CURVA "A" CARICO STATICO CON MOTO OSCILLATORIO
CURVA "B" CARICO DINAMICO (ROTANTE-ALTERNATO)



COEFFICIENTE DI ATTRITO

Il grafico di fig. 5 riporta i valori tipici del coefficiente d'attrito del materiale DU contro acciaio dopo la fase di rodaggio, in funzione del carico specifico e della velocità di strisciamento. Il coefficiente d'attrito statico, o di primo distacco, è sensibilmente uguale al coefficiente d'attrito dinamico a bassa velocità.

I valori reali del coefficiente d'attrito variano generalmente in un campo di $\pm 20\%$ rispetto ai valori indicati in funzione di altre condizioni operative quali la temperatura, il grado di umidità, il materiale e la rugosità del controprezzo.

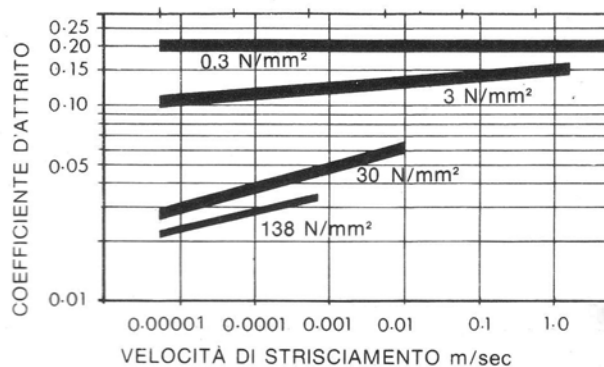


Fig. 5

RESISTENZA AD USURA

Durante il normale funzionamento a secco, il materiale DU subisce una rapida usura iniziale di rodaggio di circa 0,013 mm nel corso della quale avviene il trasferimento alla superficie del controprezzo di particelle PTFE + Pb. Questo processo fa affiorare sulla superficie di strisciamento alcune esposizioni della matrice bronzo che però non superano di regola il 10% del totale.

Dopo il periodo di rodaggio, il tasso di usura si stabilizza su valori molto contenuti fino al compimento della durata utile del cuscinetto, che si verifica quando l'esposizione della matrice bronzo supera il 70% e l'usura superficiale raggiunge 0,05 ÷ 0,06 mm.

Estese ricerche, sia di laboratorio che di servizio, hanno dimostrato che dopo il periodo di rodaggio iniziale il tasso di usura del materiale DU è direttamente proporzionale al

fattore $P \times V$ (prodotto del carico specifico per velocità di strisciamento). La durata di un cuscinetto DU può quindi, in prima approssimazione, essere stimata come variabile inversamente proporzionale al fattore $P \times V$.

Il grafico di fig. 6 evidenzia, per i vari tipi di cuscinetti, la relazione esistente tra il fattore $P \times V$ e la durata del cuscinetto e provvede una prima base di valutazione circa l'idoneità del materiale DU (ved. note a seguito).

La relazione del grafico presuppone in particolare: ϕ 25 mm, temperatura ambiente, controprezzo in acciaio con finitura 0,3 μ CLA servizio continuo. La relazione $P \times V / \text{Durata}$ può essere marcatamente influenzata da alcuni fattori specifici dell'applicazione, i più importanti tra questi sono descritti nel seguito. Il nostro servizio di assistenza tecnica è a disposizione per ogni ulteriore informazione.

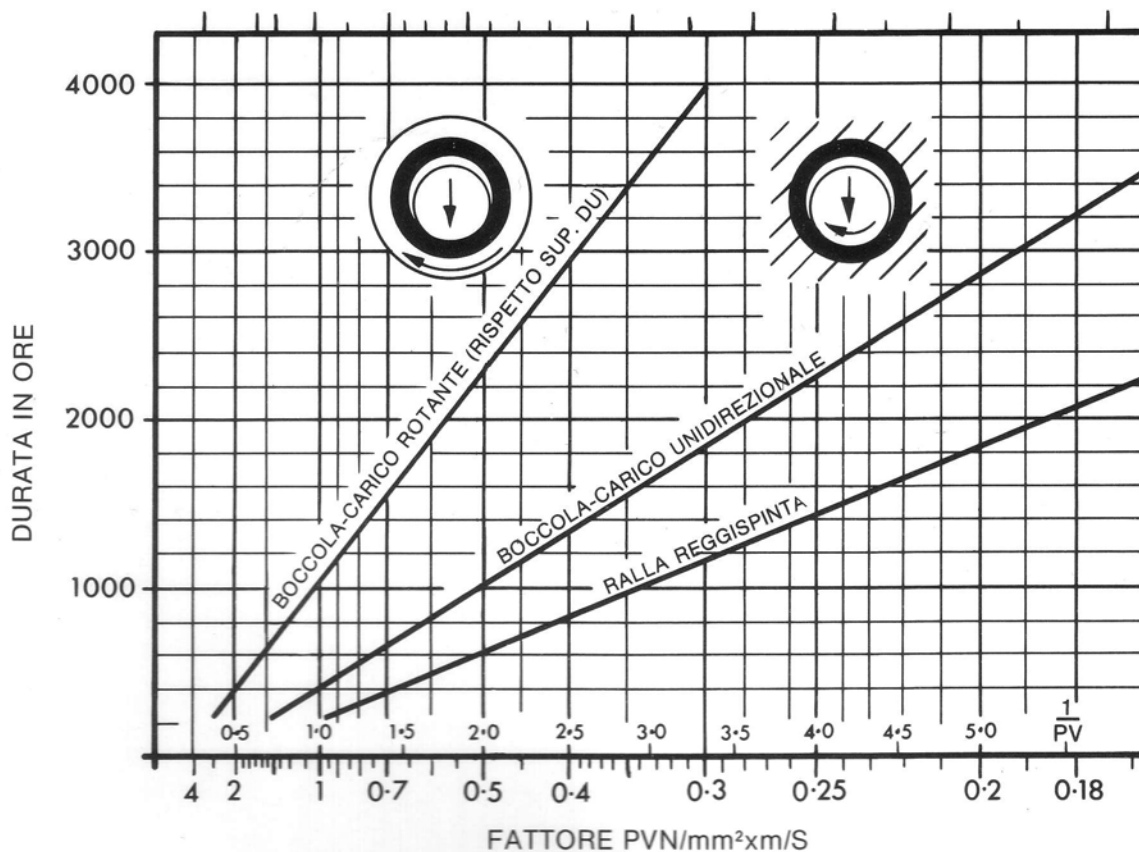


Fig. 6

FATTORE DIMENSIONALE

Sebbene i cuscinetti DU abbiano dimostrato di resistere per brevi periodi con $P \times V$ di $2-3 \text{ N/mm}^2 \times \text{m/s}$ consigliamo per servizio continuo di non oltrepassare i seguenti valori.

- 0,8 $\text{N/mm}^2 \times \text{m/s}$ con ϕ di 16 mm
- 0,4 $\text{N/mm}^2 \times \text{m/s}$ con ϕ di 30 mm
- 0,3 $\text{N/mm}^2 \times \text{m/s}$ con ϕ di 50 mm
- 0,2 $\text{N/mm}^2 \times \text{m/s}$ con ϕ di 100 mm

TEMPERATURA DI ESERCIZIO

Per quanto il materiale DU possa essere utilizzato a temperature da $-200 \text{ }^\circ\text{C}$ a $+280 \text{ }^\circ\text{C}$ ed abbia, a differenza dei normali plastici, un'eccellente conduttività termica ed una stabilità dimensionabile comparabile a quella dell'acciaio, la resistenza ad usura si riduce alle elevate temperature secondo le seguenti proporzioni: 20% a $60 \text{ }^\circ\text{C}$, 40% a $100 \text{ }^\circ\text{C}$, 60% a $150 \text{ }^\circ\text{C}$, 80% a $200 \text{ }^\circ\text{C}$.

NATURA DEL CONTROPEZZO

Il DU è normalmente utilizzato a contatto di alberi, perni, aste, collari o slitte in lega ferrosa. La durezza superficiale non è usualmente un fattore critico, mentre la rugosità max consigliata è di $0,4 \mu \text{ CLA}$. Superfici in acciaio inox o cromate a spessore o in alluminio anodizzato duro, possono consentire sostanziali miglioramenti di durata. Non sono adatte a lavorare come contropezzo del DU superfici in bronzo, alluminio oppure superfici protette da rivestimenti di cadmiatura, fosfatazione, nichelatura, ecc.

GIOCO E ALLINEAMENTO

Ai fini funzionali il gioco dei cuscinetti DU non lubrificati deve essere contenuto (gioco min. TEORICO = 0). Alcuni montaggi particolarmente sulle dimensioni più grandi possono imporre giochi consistenti i quali provocano riduzioni di durata dei cuscinetti.

Anche allineamenti difettosi provocano riduzione nelle aree di contatto con lo stesso effetto sulla durata. L'errore max. di allineamento tollerabile è di 0,02 mm sulla lunghezza totale del cuscinetto.

PRESENZA DI SPORCO, POLVERE E LIQUIDI

La presenza di contaminanti di ogni natura, soprattutto se abrasivi, influenza grandemente la durata di ogni tipo di cuscinetto.

Per una normale durata in tali situazioni consigliamo di proteggere la superficie del DU. La presenza di liquidi puliti può sostanzialmente migliorare le prestazioni dei cuscinetti DU se si raggiungono le condizioni di sostentamento idrodinamico che si verificano indicativamente quando:

$$\text{Carico specifico } P \text{ (N/mm}^2\text{)} \leq \frac{VZ}{7,5} \left(\frac{L}{D} \right)$$

- V = velocità di strisciamento in m/sec
- Z = viscosità dinamica in centipoise cP
- L = lunghezza cuscinetto in mm
- D = diametro cuscinetto in mm