



MATERIALES Y APLICACIONES

A continuación se detallan los diferentes materiales para cojinetes que fabrica actualmente AMES y las características más importantes desde el punto de vista del funcionamiento del cojinete.

MATERIAL	Referencia AMES	COMPOSICION QUIMICA %					δ (g/cc)	K (MPa)	Aceite %min	NORMAS COMPARABLES			APLICACIONES
		Fe	Cu	Sn	C	Otros				MPIF Std/35	ISO 5755/1	Otras	
Bronce (bajo en grafito)	SC-Sn10-62	-	87.2÷90.5	9.5÷10.5	<0.3	2.0	6.0÷6.4	131	24	CT-1000-K19	P4011 Z	ASTM B438	Buena resistencia a la corrosión. A baja densidad resiste cargas bruscas. A alta densidad contiene menos aceite y se usa para alta velocidad. Se adapta a la forma del eje mejor que el hierro.
	SC-Sn10-66	-	87.2÷90.5	9.5÷10.5	<0.3	2.0	6.4÷6.8	179	19	CT-1000-K26	P4012 Z	SINT-A50	
	SC-Sn10-70	-	87.2÷90.5	9.5÷10.5	<0.3	2.0	6.8÷7.2	255	12	CT-1000-K37	P4013 Z	SINT-B50	
Bronce (medio en grafito)	SC10-Sn10-62	-	87.5÷90.0	9.5÷10.5	0.5÷1.8	2.0	6.0÷6.4	117	22	CTG-1001-K17	P4022 Z	ASTMB438	Pueden resistir altas cargas y velocidades elevadas además de moderadas condiciones abrasivas.
	SC10-Sn10-66	-	87.5÷90.0	9.5÷10.5	0.5÷1.8	2.0	6.4÷6.8	159	17	CTG-1001-K23	P4023 Z	SINT-A51	
	SC10-Sn10-70	-	87.5÷90.0	9.5÷10.5	0.5÷1.8	2.0	6.8÷7.2	228	9	CTG-1001-K33		SINT-B51	
Bronce (alto en grafito)	SC40-Sn10-60	-	82.5÷87.5	9.5÷10.5	3.0÷5.0	2.0	5.8÷6.2	69	11	CTG-1001-K10			Silenciosos. Requieren menos aceite. Se usan para movimientos oscilatorios o alternativos. Se pueden llegar a usar sin aceite resistiendo altas temperaturas.
	SC40-Sn10-64	-	82.5÷87.5	9.5÷10.5	3.0÷5.0	2.0	6.2÷6.6	103	4	CTG-1004-K15			
	SC40-Sn10-68	-	82.5÷87.5	9.5÷10.5	3.0÷5.0	2.0	6.6÷7.0	155	-				
Bronce con Zinc y Plomo	SC-Sn8-Zn5-Pb3-62	<0,5	84.0÷86.0	6.5÷8.5	<0.5	Zn 3.5÷5.5 Pb<4.0	6.0÷6.4	131	22			UNE 37,103	En general óptimos para reducir la fricción y el desgaste. Más silenciosos que el Bronce 90/10. El SC-Sn8-Zn5-Pb2-76 es especial para PV elevados con lubricación exterior adicional. Desde el punto de vista tribológico son el mejor tipo de bronce de los aquí expuestos. Su único inconveniente puede ser el tener pequeñas cantidades de Plomo.
	SC-Sn8-Zn5-Pb3-66	<0,5	84.0÷86.0	6.5÷8.5	<0.5	Zn 3.5÷5.5 Pb<4.0	6.4÷6.8	179	17			UNE 37,103	
	SC-Sn8-Zn5-Pb3-70	<0,5	84.0÷86.0	6.5÷8.5	<0.5	Zn 3.5÷5.5 Pb<4.0	6.8÷7.2	255	9			UNE 37,103	
	SC-Sn8-Zn5-Pb3-76-AP	<0,5	84.0÷86.0	6.5÷8.5	<0.5	Zn 3.5÷5.5 Pb<4.0	7.4÷7.8	342	-				
	SC-Sn5-Zn5-Pb5-62	<0,5	84.0÷86.0	4.0÷6.0	<0.5	Zn 4.0÷6.0 Pb 4.0÷6.0	6.0÷6.4	131	22				
	SC-Sn5-Zn5-Pb5-66	<0,5	84.0÷86.0	4.0÷6.0	<0.5	Zn 4.0÷6.0 Pb 4.0÷6.0	6.4÷6.8	179	17				
	SC-Sn5-Zn5-Pb5-70	<0,5	84.0÷86.0	4.0÷6.0	<0.5	Zn 4.0÷6.0 Pb 4.0÷6.0	6.8÷7.2	255	9				
	SC-Sn8-Zn4-62	<0,5	86.0÷89.0	7.5÷9.0	<0.5	Zn 3.0÷5.0 Pb<0.3 Ni<1.0	6.0÷6.4	131	22				
	SC-Sn8-Zn4-66	<0,5	86.0÷89.0	7.5÷9.0	<0.5	Zn 3.0÷5.0 Pb<0.3 Ni<1.0	6.4÷6.8	179	17				
SC-Sn8-Zn4-70	<0,5	86.0÷89.0	7.5÷9.0	<0.5	Zn 3.0÷5.0 Pb<0.3 Ni<1.0	6.8÷7.2	255	9					
Bronce con Zinc, Plomo y Grafito o S₂Mo	SC40-Sn5-Zn4-Pb2-64	<0,5	82.0÷85.0	4.0÷6.0	3.0÷5.0	Zn 4.0÷6.0 Pb<4.0	6.2÷6.6	103	-				Materiales especiales para trabajar sin aceite en condiciones moderadas de velocidad (máximo 1 m/s) y presiones inferiores a 4 Kg/cm ² (máximo PV=2; ver pág.11).
	SC40-Sn5-Zn4-Pb2-68	<0,5	82.0÷85.0	4.0÷6.0	3.0÷5.0	Zn 4.0÷6.0 Pb<4.0	6.6÷7.0	155	-				
	SM40-Sn5-Zn4-Pb2-64	<0,5	82.0÷85.0	4.0÷6.0	<0.5	Zn 4.0÷6.0 Pb<4.0 S:Mo <4.5	6.2÷6.6	103	-				
	SM40-Sn5-Zn4-Pb2-68	<0,5	82.0÷85.0	4.0÷6.0	<0.5	Zn 4.0÷6.0 Pb<4.0 S:Mo <4.5	6.6÷7.0	155	-				
Hierro	SF-58	97.7÷100	-	-	<0.3	2.0	5.6÷6.0	103	21	F-0000-K15	P1012 Z	SINT-A00	Adecuados para cargas medianas. Tienen más dureza y tenacidad que el Bronce 90/10. En caso de mala lubricación funciona peor que los broncees. Es más económico. Riesgo de oxidación.
	SF-62	97.7÷100	-	-	<0.3	2.0	6.0÷6.4	158	17	F-0000-K23	P1013 Z	SINT-B00	
Hierro carbono	SF05-58	97.4÷99.7	-	-	0.3÷0.6	2.0	5.6÷6.0	138	21	F-0005-K20			Tiene mejores características que el hierro solo, más tenacidad con mayor resistencia radial al aplastamiento, mayor resistencia al desgaste y a la compresión. En caso de mala lubricación funciona peor que los broncees.
	SF05-62	97.4÷99.7	-	-	0.3÷0.6	2.0	6.0÷6.4	193	17	F-0005-K28			
	SF08-58	97.1÷99.4	-	-	0.6÷0.9	2.0	5.6÷6.0	138	21	F-0008-K20			
	SF08-62	97.1÷99.4	-	-	0.6÷0.9	2.0	6.0÷6.4	221	17	F-0008-K32			
Hierro con cobre	SF-C3-58	93.8÷98.5	1.5÷3.9	-	<0.3	2.0	5.6÷6.0	138	22	F-0200-K20	P2012 Z	SINT-A10	La adición del cobre al hierro mejora la dureza y la resistencia respecto al bronce. Estas dos características disminuyen a medida que aumenta el porcentaje de cobre. Con una adición del 20% de cobre, el material es más duro y tenaz que un Bronce 90/10 y tiene una mayor resistencia a las cargas de impacto. En caso de mala lubricación es peor que los broncees 90/10. Este tipo de material se usa generalmente cuando se requieren mejores propiedades mecánicas.
	SF-C3-62	93.8÷98.5	1.5÷3.9	-	<0.3	2.0	6.0÷6.4	234	17	F-0200-K34	P2013 Z	SINT-B10	
	SF-C10-58	87.2÷90.5	9.5÷10.5	-	<0.3	2.0	5.6÷6.0	139	22	F-1000-K20			
	SF-C10-62	87.2÷90.5	9.5÷10.5	-	<0.3	2.0	6.0÷6.4	276	17	F-1000-K40			
	SF-C20-58	75.7÷82.0	18.0÷22.0	-	<0.3	2.0	5.6÷6.0	172	22	F-2000-K25		SINT-A20	
	SF-C20-62	75.7÷82.0	18.0÷22.0	-	<0.3	2.0	6.0÷6.4	276	17	F-2000-K40		SINT-B20	
Hierro Cobre Carbono	SF05-C3-58	93.5÷98.2	1.5÷3.9	-	0.3÷0.6	2.0	5.6÷6.0	138	22	FC-0205-K20			Son menos tenaces que el hierro-cobre para porcentajes pequeños de cobre. Ofrecen una gran resistencia al desgaste y a la compresión. Los valores de dureza y resistencia disminuyen a medida que aumenta el porcentaje de cobre. En caso de mala lubricación son peores que los broncees 90/10.
	SF05-C3-62	93.5÷98.2	1.5÷3.9	-	0.3÷0.6	2.0	6.0÷6.4	241	17	FC-0205-K35			
	SF08-C3-58	93.2÷97.9	1.5÷3.9	-	0.6÷0.9	2.0	5.6÷6.0	172	22	FC-0208-K25			
	SF08-C3-62	93.2÷97.9	1.5÷3.9	-	0.6÷0.9	2.0	6.0÷6.4	276	17	FC-0208-K40		SINT-B11	
	SF08-C5-58	91.1÷95.4	4.0÷6.0	-	0.6÷0.9	2.0	5.6÷6.0	241	22	FC-0508-K35			
	SF08-C5-62	91.1÷95.4	4.0÷6.0	-	0.6÷0.9	2.0	6.0÷6.4	317	17	FC-0508-K46			
	SF08-C20-58	75.1÷81.4	18.0÷22.0	-	0.6÷0.9	2.0	5.6÷6.0	303	22	FC-0208-K44		SINT-A22	
	SF08-C20-62	75.1÷81.4	18.0÷22.0	-	0.6÷0.9	2.0	6.0÷6.4	317	17	FC-0208-K46		SINT-B22	
Hierro Bronce	SF08-Cu36-Sn4-58	54.2÷62.0	34.0÷38.0	3.5÷4.5	0.5÷1.3	2.0	5.6÷6.0	110	22	FCTG-3604-K16			Usados para medianas y bajas cargas y altas a medianas velocidades.
	SF08-Cu36-Sn4-62	54.2÷62.0	34.0÷38.0	3.5÷4.5	0.5÷1.3	2.0	6.0÷6.4	152	17	FCTG-3604-K22			
	SF08-Cu38-Sn6-58	50.2÷58.0	36.0÷40.0	5.5÷6.5	0.5÷1.3	2.0	5.6÷6.0	97	22	CFTG-3806-K14			
	SF08-Cu38-Sn6-62	50.2÷58.0	36.0÷40.0	5.5÷6.5	0.5÷1.3	2.0	6.0÷6.4	152	17	CFTG-3806-K22			

NOTA: los valores de la densidad son tomados considerando el cojinete impregnado con aceite de densidad 0,88 g/cc



CURVAS CARGA-VELOCIDAD

Definición de PV.

El factor **PV** será un indicador de la severidad a la que está trabajando el cojinete. Es resultado directo de multiplicar la presión media que soporta el cojinete por la velocidad lineal en la superficie del eje.

Para obtener el valor de la presión media **P** que soporta el cojinete, es necesario conocer el valor de la carga **Q** que está soportando el cojinete y la superficie **S** de repartición de esta carga. La **figura 5** ilustra sobre cómo se calcula la superficie proyectada del diámetro interior del cojinete. La superficie proyectada **S**, es resultado directo de multiplicar el diámetro interior por la longitud del cojinete.

La presión media **P** resultante de dividir **Q** entre **S** es un valor teórico, teniendo poco que ver con las presiones puntuales que recibe el cojinete debido a la

rugosidad de la superficie del eje y del mismo cojinete.

La velocidad **v** (en m/s) es directamente la velocidad lineal en el extremo del eje que está en contacto con el cojinete.

Así pues, se define el **PV** como el producto de la presión media **P** por la velocidad lineal **V**.

Curvas de carga-velocidad

Se pueden representar gráficamente los límites de funcionamiento de cada cojinete en función del material de que esté formado. Los límites vendrán impuestos directamente o bien por la carga o bien por la velocidad.

En la **gráfica 3** se representa el límite habitual en el que se encuentran los cojinetes standard de **AMES**. Las unidades del **PV** son **[MPa][m/s]**.

El límite de **PV** representado en esta gráfica es de **1,8 Mpa·m/s**.

Cojinetes PV 50.

Para casos especiales **AMES** ha desarrollado cojinetes aptos para trabajar con un **PV=5MPa·m/s**.

Son adecuados para reemplazar, en muchos casos, los rodamientos de bolas y cojinetes de agujas con

ventajas económicas y técnicas, como reducción del nivel de ruido o la resistencia a la corrosión.

Para este tipo de cojinetes se aconseja consultar a nuestro departamento técnico.

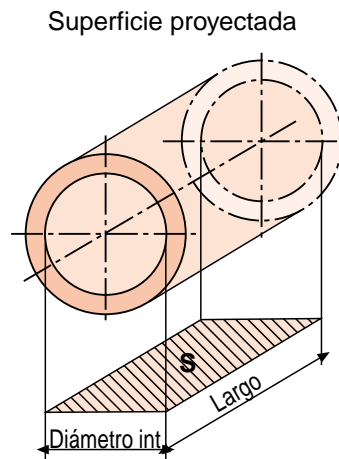
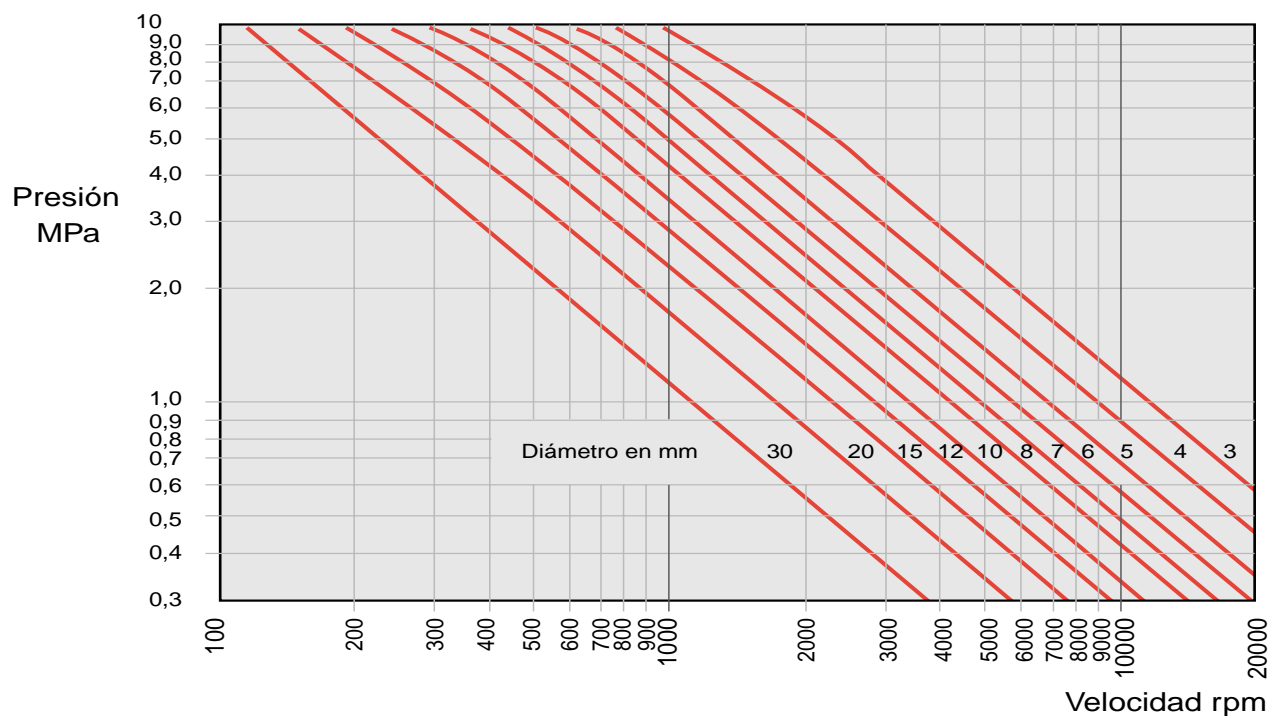


Figura 5. SUPERFICIE PROYECTADA



Gráfica 3. PRESION MÁXIMA EN FUNCION DE LA VELOCIDAD



LUBRICANTES. CRITERIOS DE SELECCION

El lubricante está almacenado en el interior de los poros. Su función principal es la de formar una película lubricante entre eje y cojinete para evitar la fricción directa entre ambos y de esta forma evitar el desgaste. Esto se consigue mediante la untuosidad del aceite y al efecto de arrastre que el eje ejerce sobre el aceite almacenado dentro de la estructura hasta formar la película deseada (cuña de aceite).

Cuando el eje se detiene, este aceite es reabsorbido por los poros del cojinete por efecto de la capilaridad.

El lubricante escogido debe cumplir estas funciones en las condiciones de trabajo de cada aplicación.

Una primera selección consiste en escoger entre un aceite mineral o un lubricante sintético.

Aceites minerales. Son hidrocarburos procedentes de la destilación del petróleo. Se pueden clasificar en parafínicos, nafténicos y aromáticos según los grupos funcionales de que estén compuestos. Los parafínicos,

con un índice de viscosidad alrededor de 100, son los más adecuados para los cojinetes autolubricados en un margen de temperaturas entre -10° y 90°C. A temperaturas por debajo de los -10°C pierden propiedades lubricantes. Los nafténicos no son tan buenos lubricantes como los anteriores, pero son aceptablemente indicados para bajas temperaturas hasta -20°. Su índice de viscosidad está alrededor de 50. Finalmente, los aromáticos no son prácticamente utilizados para cojinetes autolubricados.

En general, los aceites minerales son mejores lubricantes que los lubricantes sintéticos para temperaturas entre -10°C y 90°C. En caso de temperaturas superiores, los aceites minerales se oxidan y pierden facultades rápidamente. Para temperaturas más bajas hay que recurrir a los lubricantes sintéticos por su bajo punto de congelación.

Las propiedades de los aceites minerales son mejoradas con aditivos añadidos a la base mineral en pequeñas concentraciones. Estas

pueden variar desde ppm. hasta tantos por ciento.

Estos aditivos mejoran las propiedades del aceite base otorgándole características adecuadas para cada tipo de trabajo.

Aditivos antioxidantes que reducen la velocidad de oxidación del aceite.

Aditivos antiespumantes que evitan la formación de espuma durante la circulación del aceite a través de los poros.

Aditivos antidesgaste que forman una capa de separación de tamaño molecular entre las dos superficies de trabajo.

Aditivos extrema presión que atacan químicamente la superficie del cojinete generando una capa antigripante adecuada en caso de trabajar en régimen untuoso.

Aditivos anti "stick-slip" que afecta al coeficiente de fricción estático permitiendo que el movimiento del eje sea continuo sin pequeñas paradas y arranques.

Aditivos mejoradores del índice de viscosidad que ofrecen más estabilidad de la viscosidad con la temperatura.

Lubricantes sintéticos. Los lubricantes sintéticos son fluidos de síntesis, cuya composición química y estructura ha sido formulada para conseguir buenas características de lubricación.

Como ventajas principales respecto de los aceites minerales, cabe destacar: mayor resistencia a la oxidación, índice de viscosidad superior, mayor estabilidad durante la vida del lubricante (una vida más larga) y mayor compatibilidad con los materiales que les rodean. Estas características no siempre son generales a todos los lubricantes sintéticos sino que en cada caso particular encontramos alguna de ellas.

Los lubricantes sintéticos se utilizan en condiciones de baja o alta temperatura de trabajo (<-20°C ó >90°C) u otras condiciones particulares. Estos pueden trabajar en condiciones extremas entre -50°C y 250°C.

	Minerales		Sintéticos			
	Poco aditivados	Aditivados	Polialfaolefinas	Ésteres	Siliconas	Éter perfluorado
Temperaturas de trabajo (°C)	-10 80	-20* 90	-40 160	-60* 190	-50 190	-50 230
Densidad (g/cc)	0,87	0,88	0,84	0,92*	1,00	1,92
(VI) Índice de viscosidad	97	120	140	160*	180	140*
Función como lubricante	Bueno	Muy bueno	Bueno	Bueno	Mediano	Mediano
Relación relativa del Precio/litro	1	1,5	20	de 8 a 50	40	300
Observaciones	Buen lubricante en caso de exigencias medias. Si la temperatura y el resto de exigencias lo permiten es preferible a cualquier otro tipo.	Mejora el comportamiento de los anteriores especialmente en cuanto a VI, a propiedades antioxidantes y Extrema Presión.	Buen lubricante para un amplio margen de temperaturas. Especialmente bueno para cojinetes sinterizados. Poco reactivo.	VI muy alto: estabilidad con la temperatura. Poder untuoso muy alto. Ataca a las pinturas y a las juntas.	VI puede llegar a 400. Estable a la oxidación. No inflamable. Margen de temperaturas amplio. No tolera bien los cambios de temperatura.	Idóneo para temp. muy altas. Larga vida de funcionamiento. Compatible con plásticos y metales. Insoluble con gasolina. Inerte químicamente. No inflamable.

*Puede variar en función del tipo concreto y fabricante.

Tabla 1. LUBRICANTES