

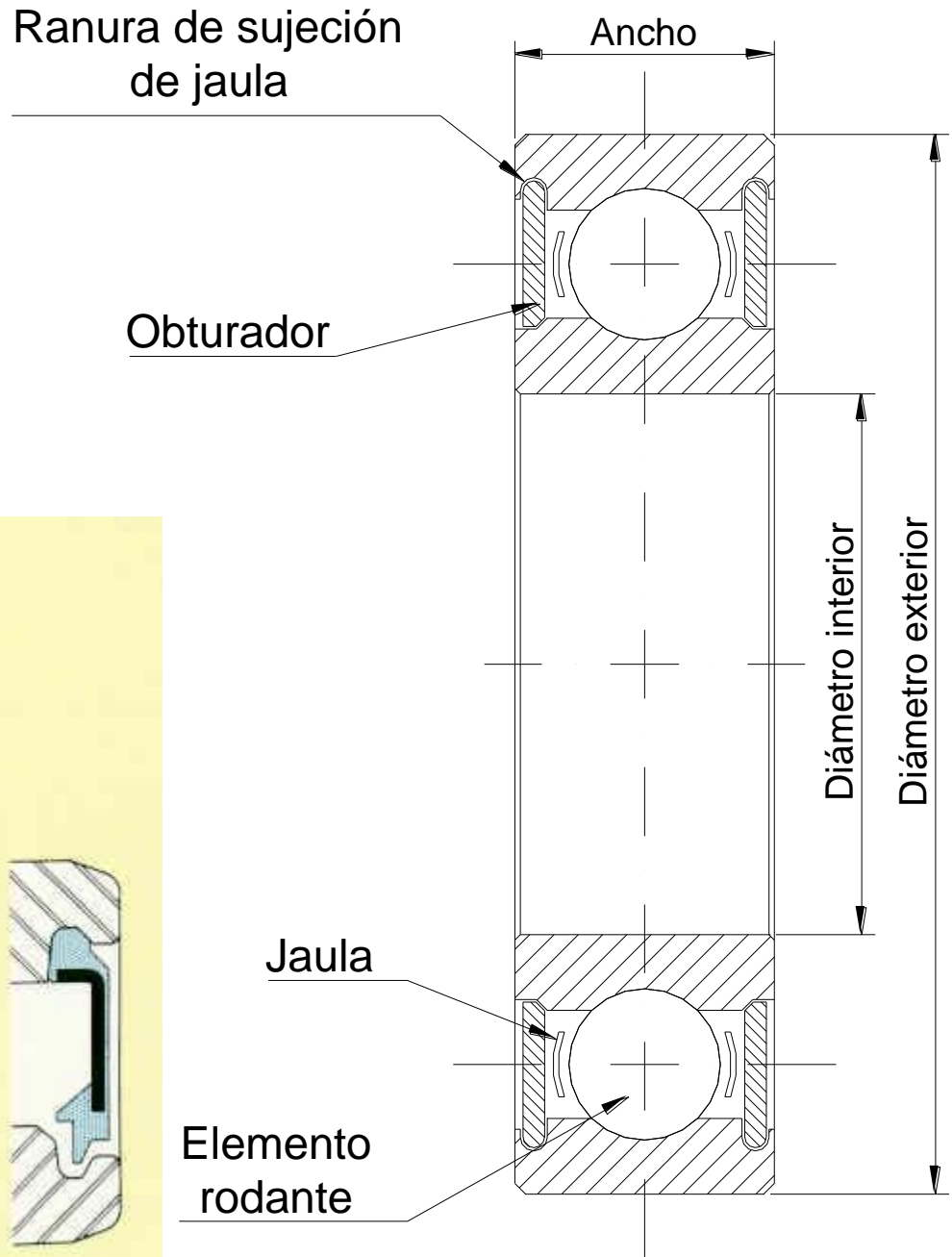
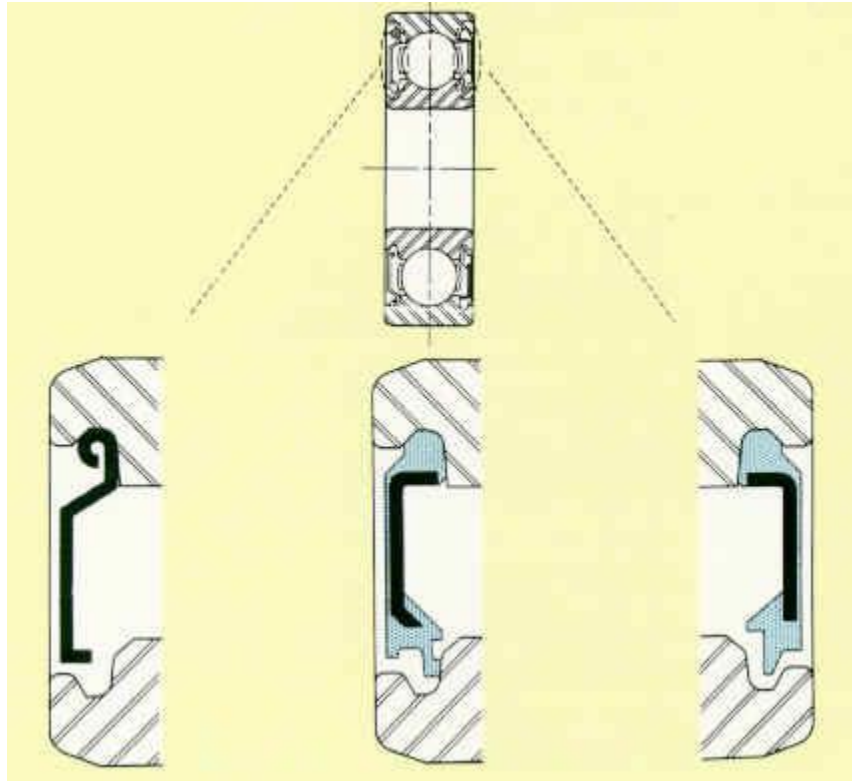
# **COJINETES DE RODADURA.**

**Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Lomas de  
Zamora.**

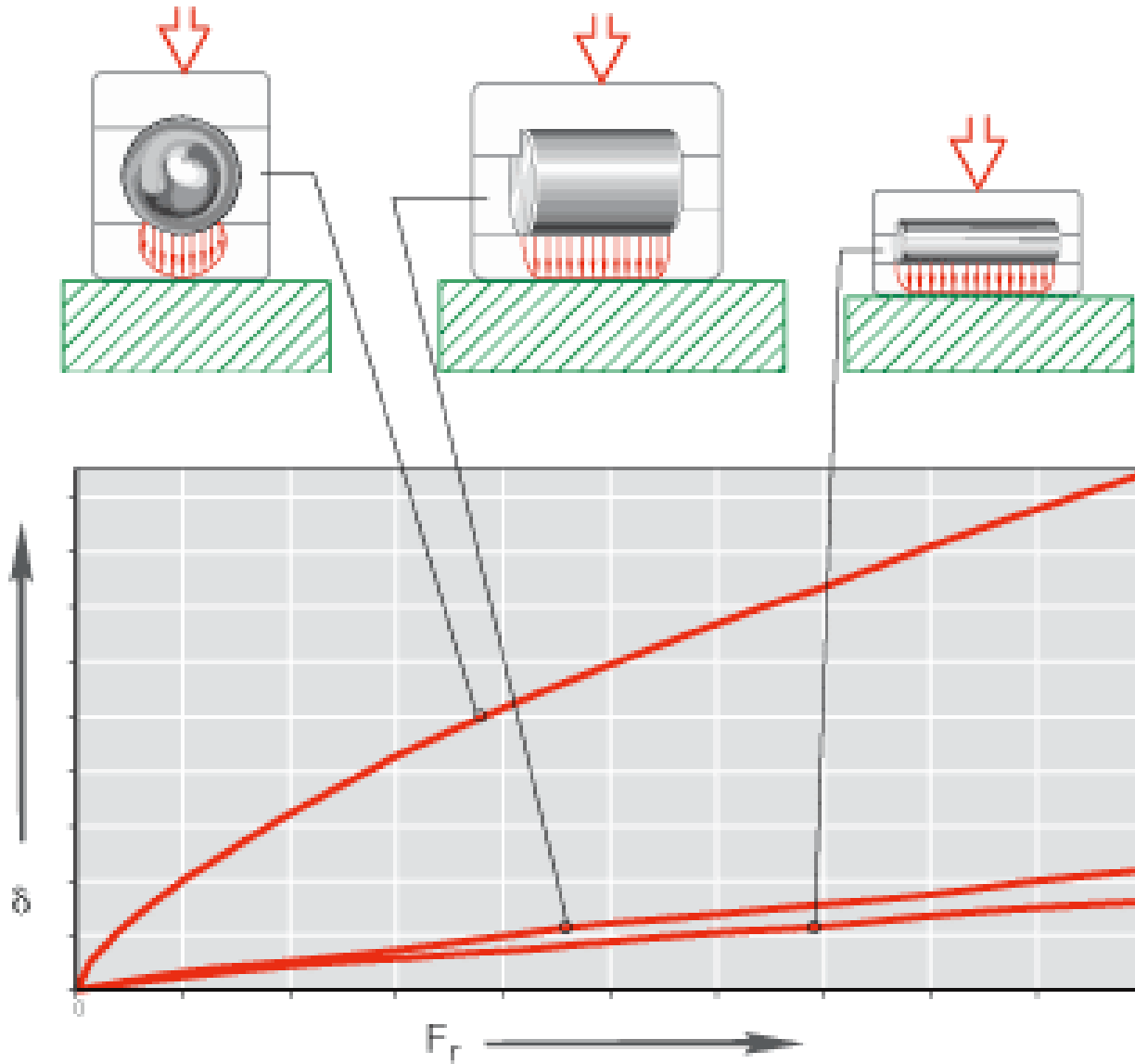
Realizado por Ing. Ricardo Mario Amé.  
Cátedra de Elementos de Máquinas.  
Marzo-Junio 2004

Rev. Oct.2004

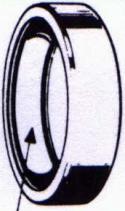





# **PARTES CONSTITUTIVAS DE UN COJINETE DE RODADURA**








**TIPOS  
FUNDAMENTALES  
DE  
ELEMENTOS  
RODANTES**









**RODAMIENTOS A BOLAS**

ANILLO EXTERIOR	ANILLO INTERIOR	ELEMENTOS RODANTES	Embutida	JAUJA Mecanizada	Moldeada
 Pista de rodadura		 Bolas	 Jaula de acero alveolada	 Jaula de resina fenólica estratificada	 Jaula poliamida







**RODAMIENTOS DE RODILLOS CONICOS**

 Cubeta	 Cono	 Rodillos cónicos	 Jaula de acero		 Jaula poliamida
---	---	--	---	--	--

**RODAMIENTOS DE RODILLOS CILINDRICOS**

		 Rodillos cilíndricos	 Jaula de acero	 Jaula maciza	 Jaula poliamida
---	---	--	---	---	--

**RODAMIENTOS DE RODILLOS ESFERICOS A ROTULA**

		 Rodillos esféricos	 Jaula de acero	 Jaula maciza	 Jaula poliamida
--	--	---	--	--	--

**RODAMIENTOS DE AGUJAS**





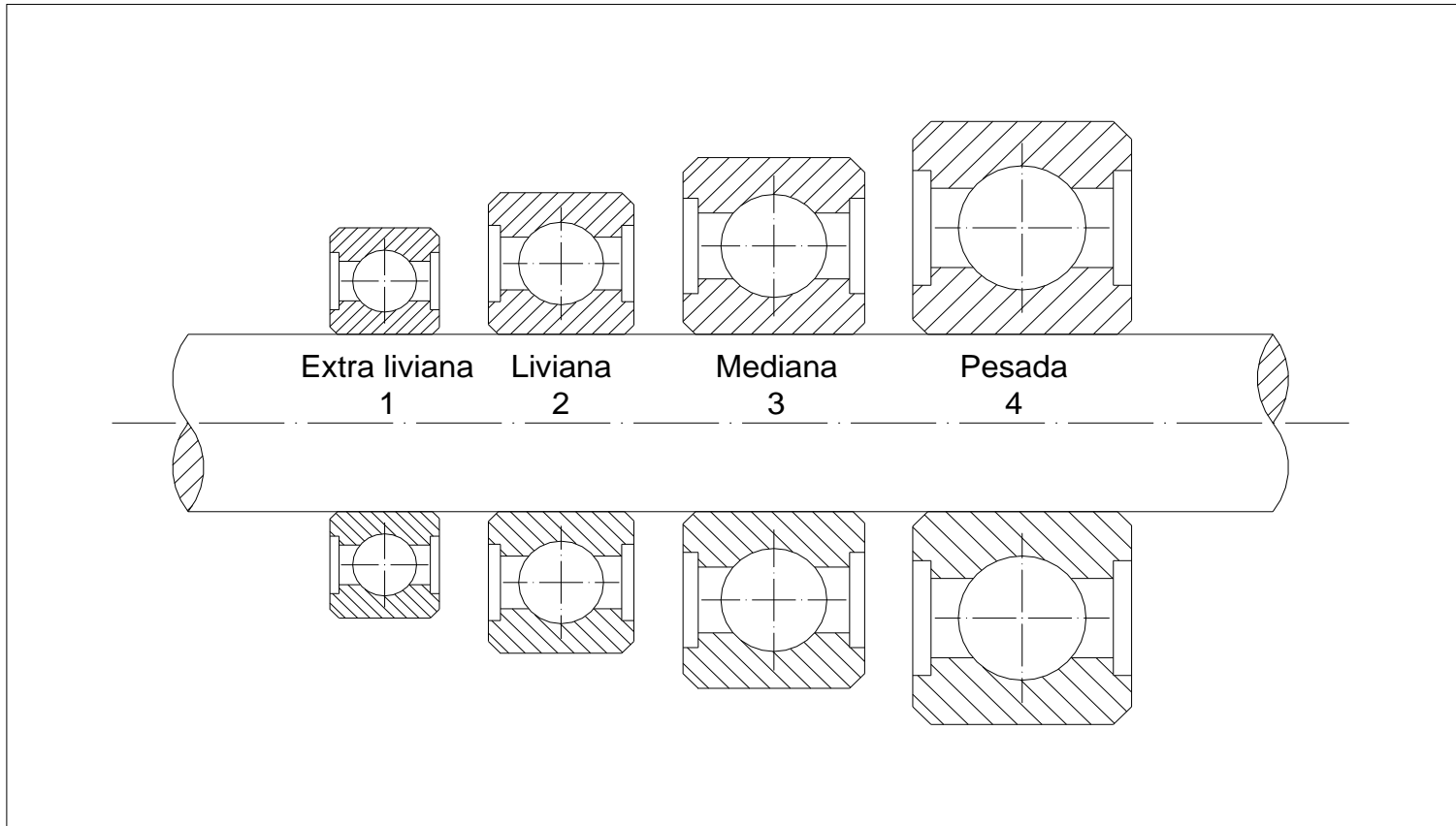
		 Agujas	 Jaula de acero		 Jaula poliamida
---	---	--	---	--	--

Fig. : 11

Las dimensiones de los rodamientos han sido estandarizadas en 4 proporciones o series.



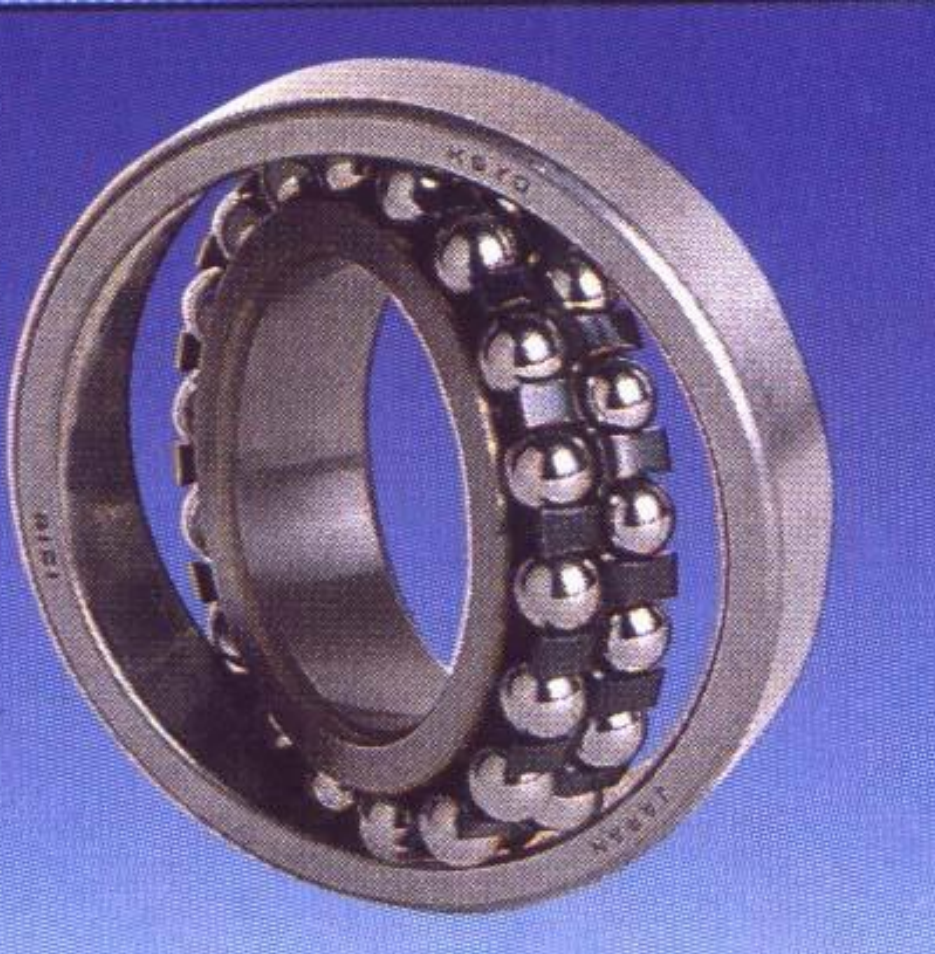
Las series medianas poseen una capacidad de 30% a 40% superior a las extra livianas. Las series pesadas suman un 20% a 30% más de capacidad a las medianas.

# RODAMIENTO RADIAL RÍGIDO DE UNA HILERA DE BOLAS

Sus pistas son bastante profundas en ambos aros por lo que su capacidad de carga es grande tanto en sentido radial como axial, siendo muy adecuados para cargas que actúen en cualquier dirección



# RODAMIENTO DE BOLAS RADIALES A ROTULA

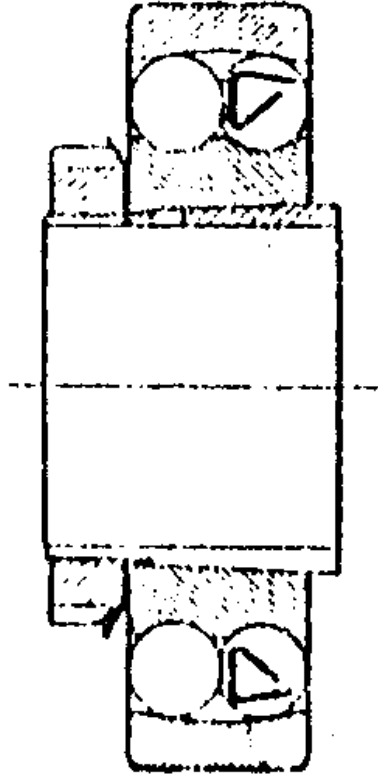


Tiene dos hileras de bolas, que ruedan en sendas pistas del aro interior pero sobre un camino de rodadura esférico común del aro exterior, pudiendo por lo tanto el conjunto aro interior y bolas oscilar libremente.

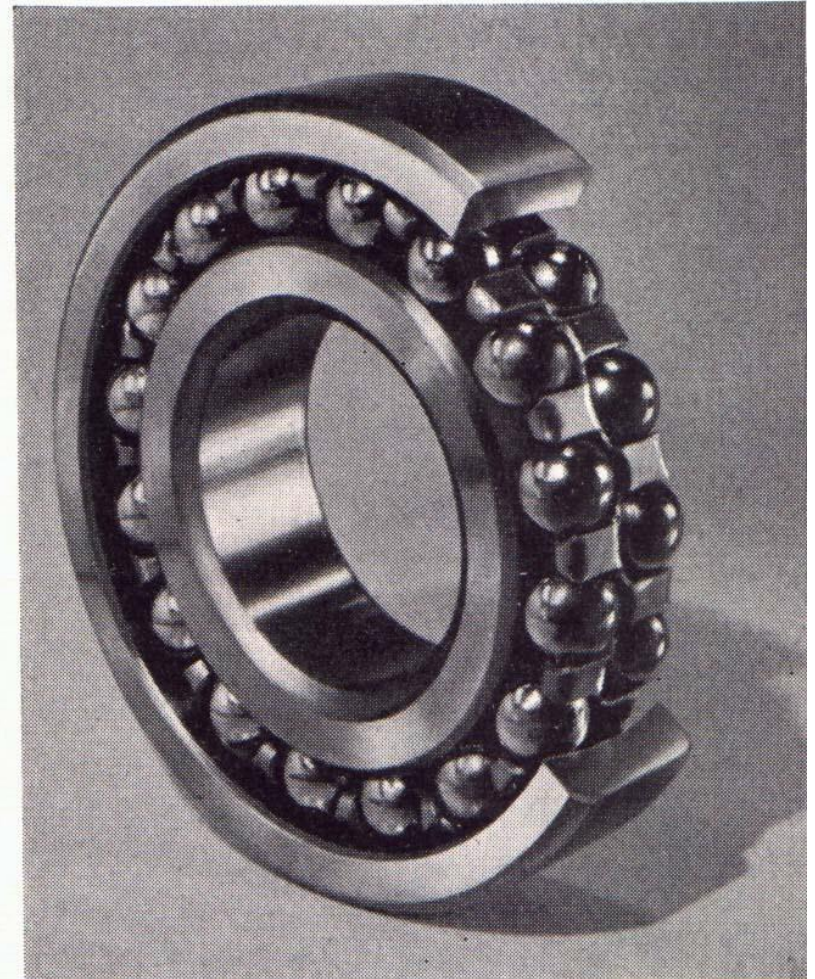
La desalineación angular admisible es de  $2^\circ$  a  $3^\circ$  (según SNR)

Este tipo de rodamiento tiene prácticamente la misma capacidad de carga radial que el rodamiento rígido de una hilera de bolas, por lo que se lo suele emplear con preferencia aunque no sea necesario obtener una auto alineación

# RODAMIENTO DE BOLAS RADIALES A ROTULA



Rodamiento de bolas a rótula con agujero cónico (sobre manguito de fijación)



Rodamiento de bolas a rótula con agujero cilíndrico

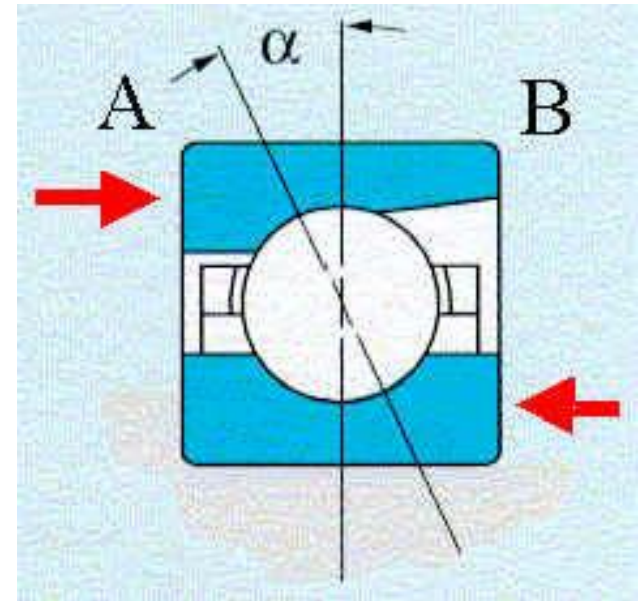
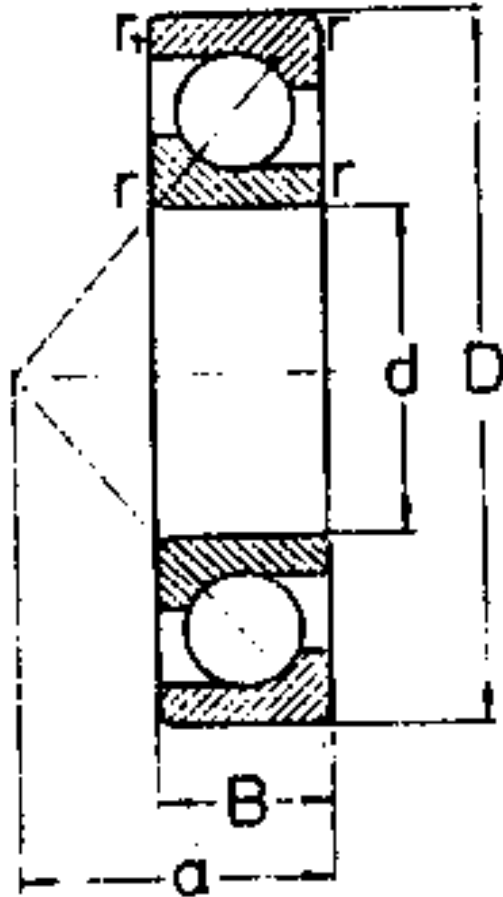
## **RODAMIENTOS DE BOLAS CON CONTACTO ANGULAR**

Pueden soportar simultáneamente con la carga radial una considerable carga axial en uno de los sentidos.

Se construyen por regla general de modo que sin orificio de entrada puedan introducirse muchas bolas, por lo que la capacidad de carga es relativamente grande. Deben siempre montarse sin juego axial



# RODAMIENTOS DE BOLAS CON CONTACTO ANGULAR

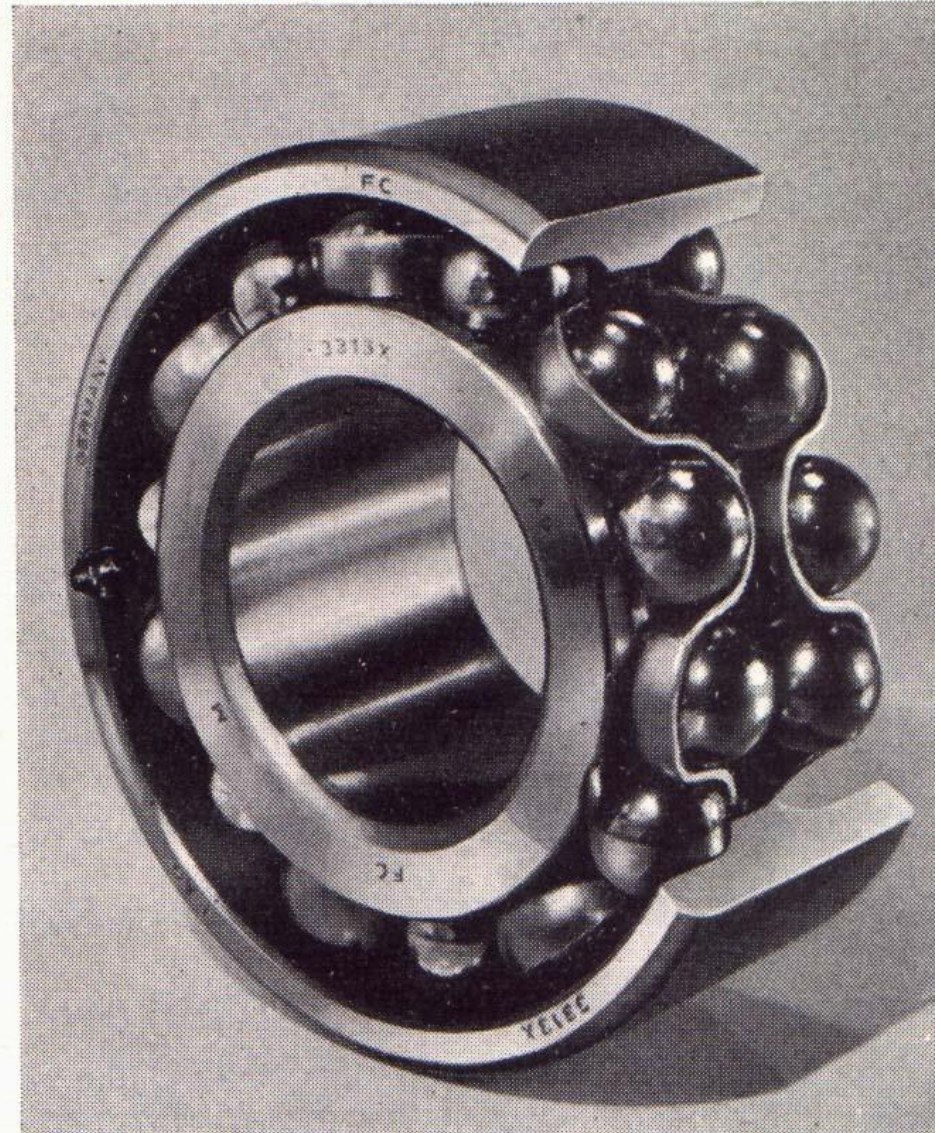
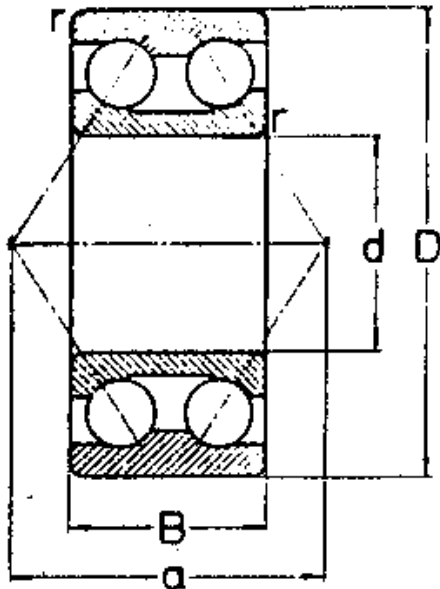


El ángulo de contacto ( $\alpha$ ) es el formado por la línea vertical y la línea que pasa por los dos puntos de contacto de la bola y las pistas. La carga se transmite por las bolas, de una pista a la otra en la dirección de éste ángulo. Cuando el ángulo es mayor, el rodamiento sostiene mayor carga axial. Cuando el ángulo es menor, el rodamiento sostiene menos carga axial y admite más velocidad. Es importante tener el ángulo adecuado para cada aplicación.

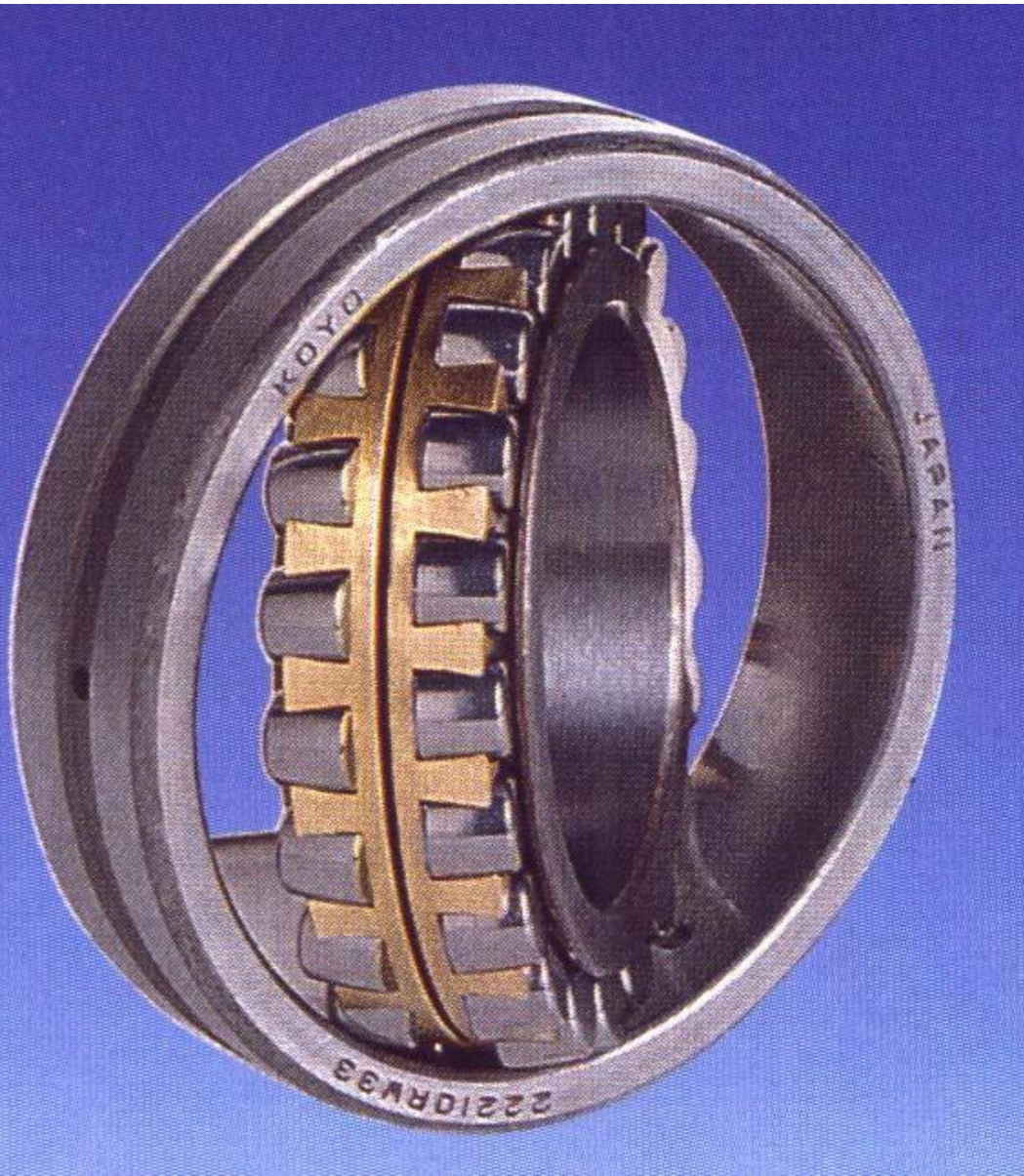
# RODAMIENTOS DE BOLAS DE DOBLE CONTACTO ANGULAR

A diferencia de otros rodamientos, carece de juego interno, tanto radial como axial, siendo por ello especialmente apropiados cuando se requiere que guíe el eje con gran exactitud.

Puede soportar momentos en el plano axial.



# RODAMIENTO RADIAL DE RODILLOS A ROTULA

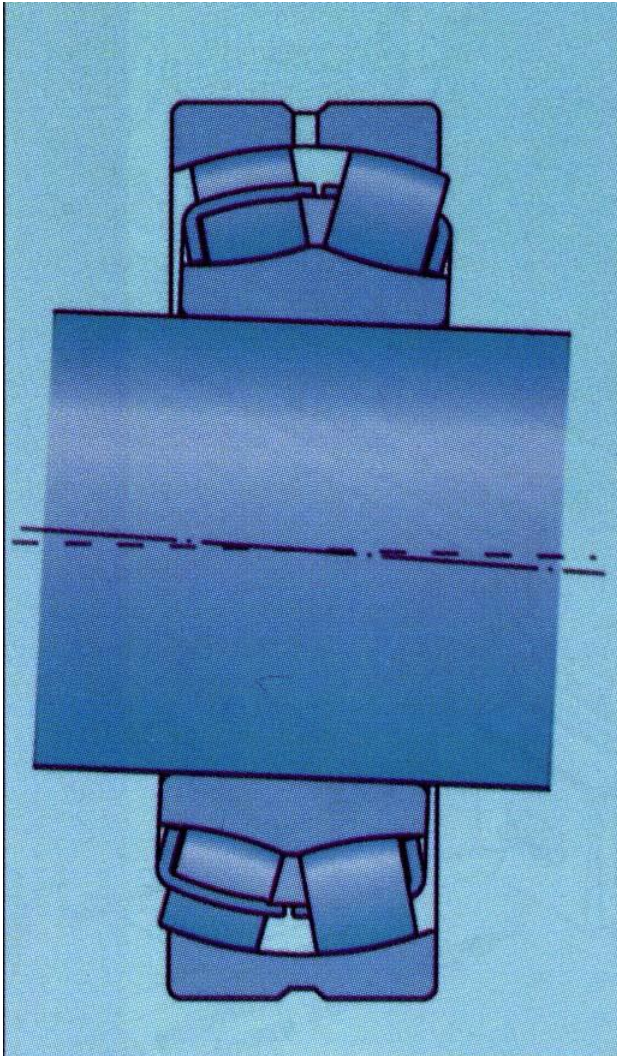


Se presenta en varias ejecuciones. Todas ellas tienen en común que el aro exterior tiene su pista esférica de modo que el rodamiento puede oscilar de la misma forma que el rodamiento de bolas a rótula.

La concepción interna de contacto lineal les otorga gran capacidad de carga radial, admitiendo los tipos anchos, además, grandes cargas axiales

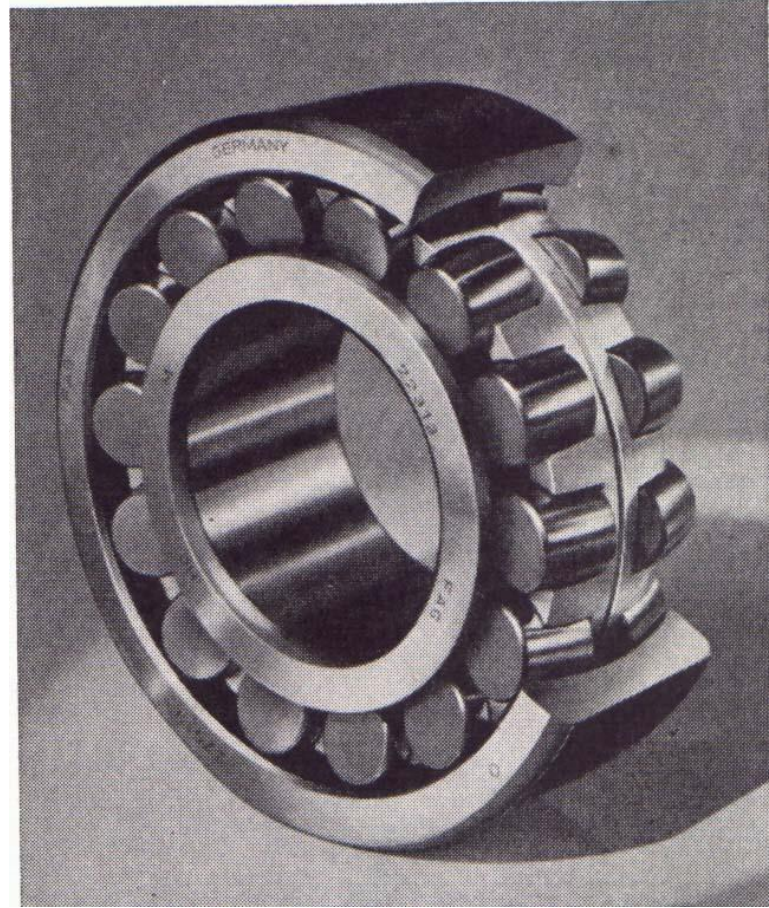
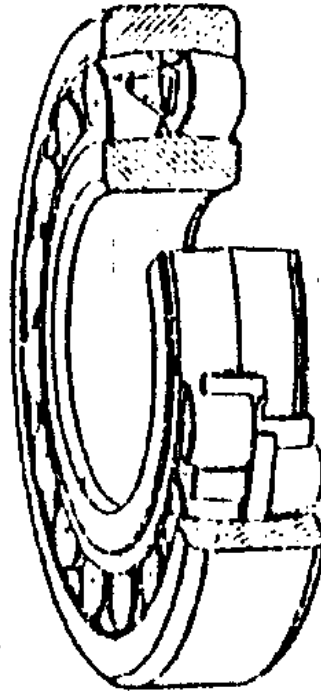
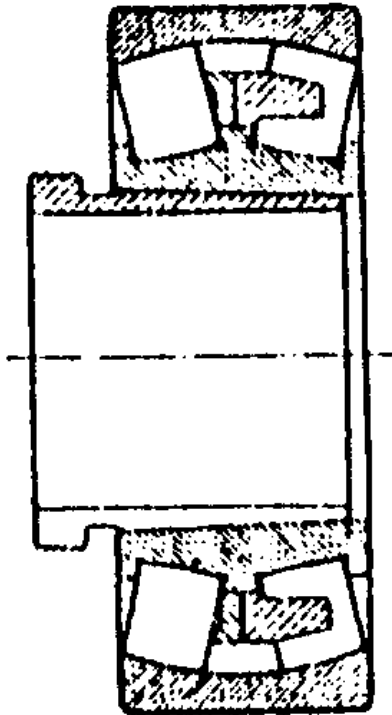
# RODAMIENTO RADIAL DE RODILLOS A ROTULA

La desalineación angular, producida, por ejemplo, por la flexión elástica del árbol, puede ser de hasta  $1/2^\circ$  (según SNR)



# RODAMIENTO RADIAL DE RODILLOS A ROTULA

Rodamiento radial de rodillo a rótula del tipo estrecho

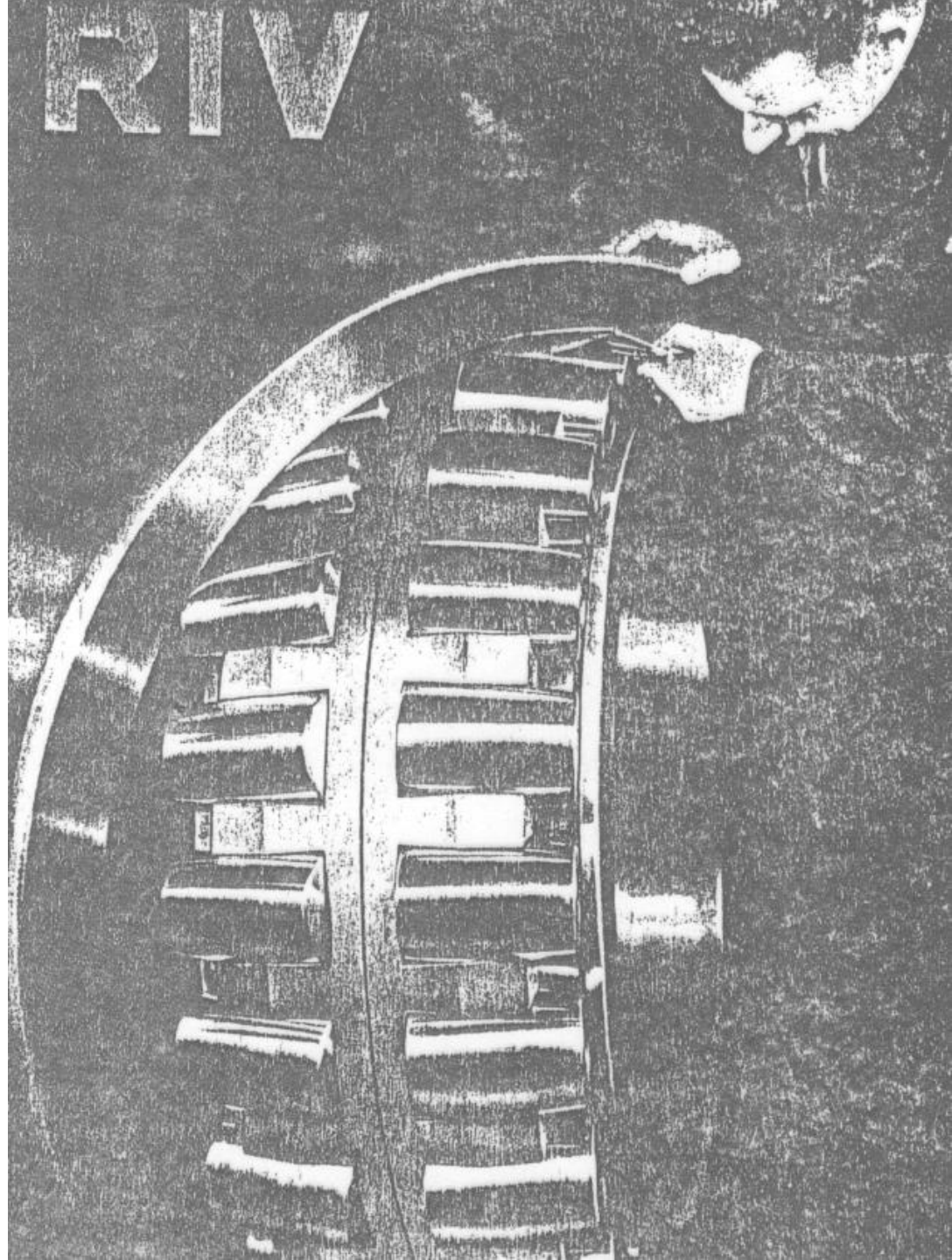


Rodamiento radial de rodillos a rótula de la ejecución denominada C

Rodamiento radial de rodillos a rótula con agujero cónico (sobre manguito de desmontaje)

En el montaje de grandes rodamientos de rodillos a rótula, el peso propio no permite verificar la suavidad de giro.

Por ello la forma de controlar el juego interno luego del montaje apretado es mediante galgas.



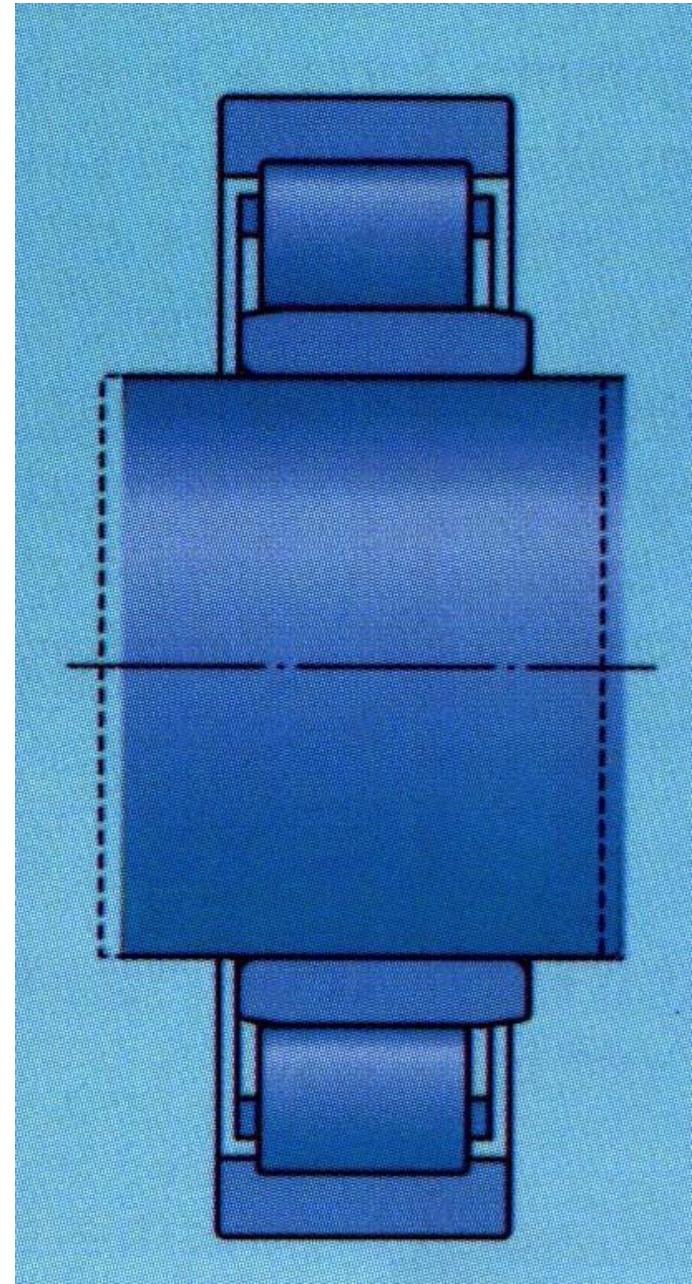
# RODAMIENTO DE RODILLOS CILÍNDRICOS

Esta construcción tiene gran capacidad de carga radial y es muy apropiado para grandes velocidades.

Los aros pueden desplazarse axialmente entre si, lo cual es una ventaja si el eje se dilata o contrae debido a variaciones de temperatura. Del mismo modo, esto permite que los aros se monten independientemente el uno del otro, facilitando el empleo de estos rodamientos en aplicaciones que requieran el montaje con ajuste fuerte tanto del aro interior como del exterior



# RODAMIENTO DE RODILLOS CILÍNDRICOS

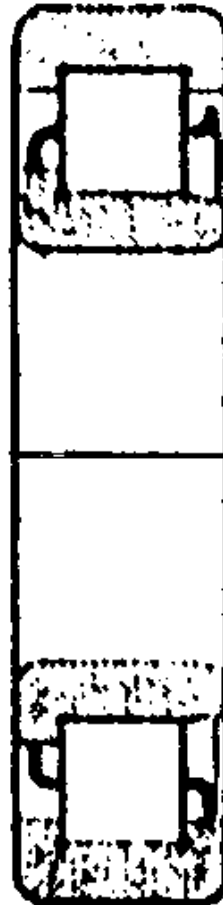


# RODAMIENTO DE RODILLOS CILÍNDRICOS



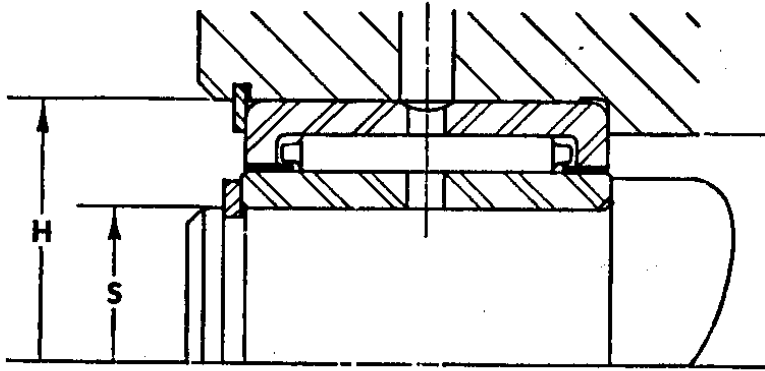
Rodamiento de rodillos cilíndricos, con pestaña doble en el aro interior

Rodamiento de rodillos cilíndricos, con pestaña doble en el aro exterior y simple en el interior

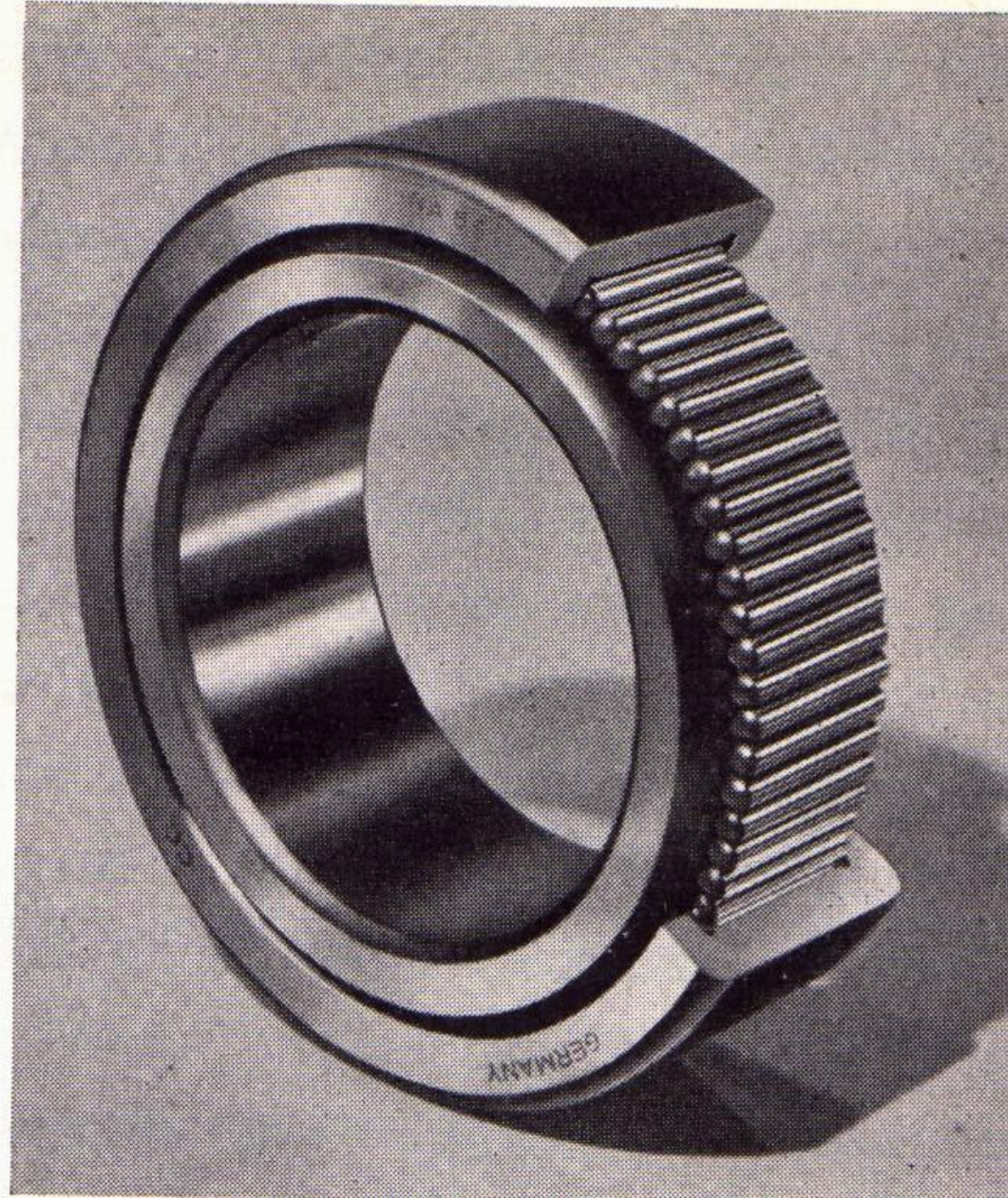


Rodamiento de rodillos cilíndricos, con pestaña doble en el aro exterior

# RODAMIENTOS DE AGUJAS



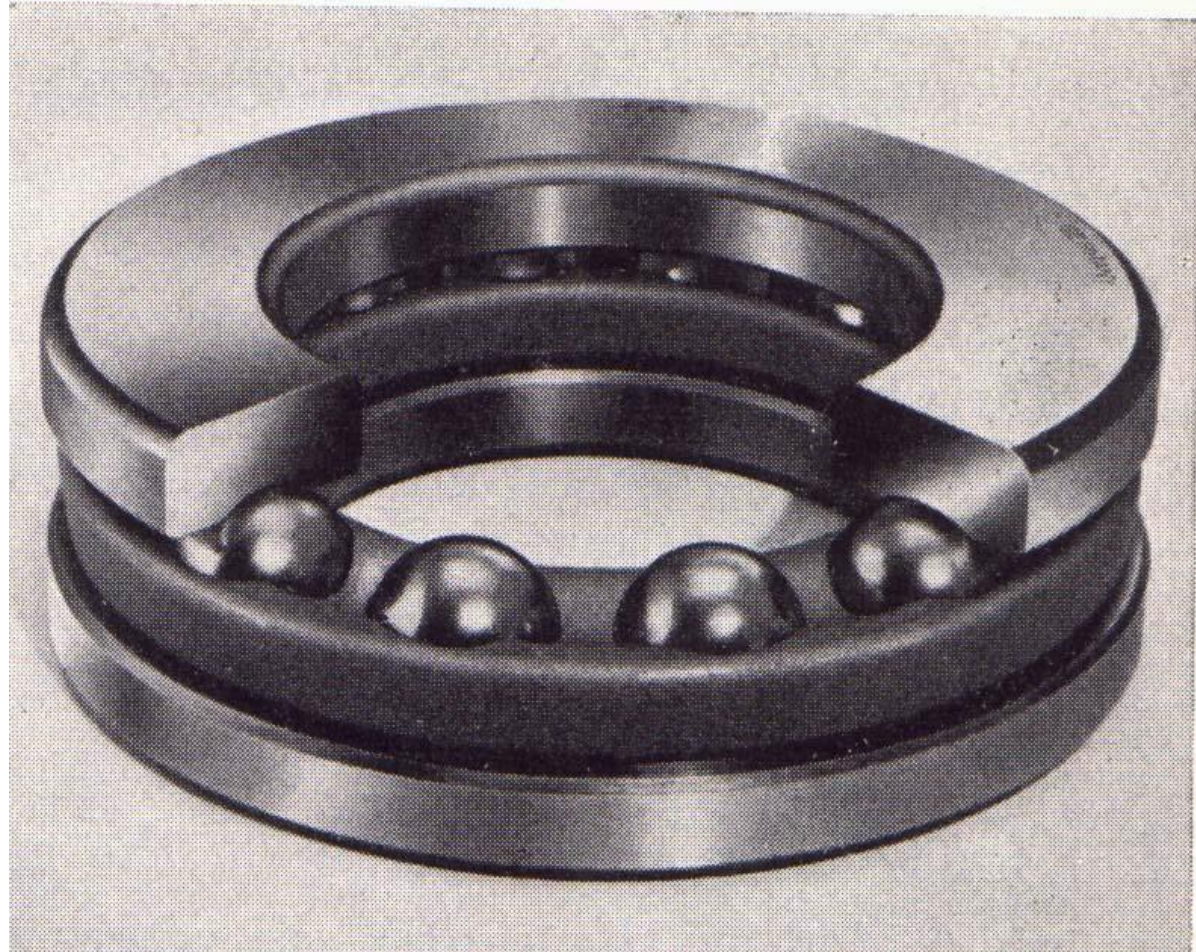
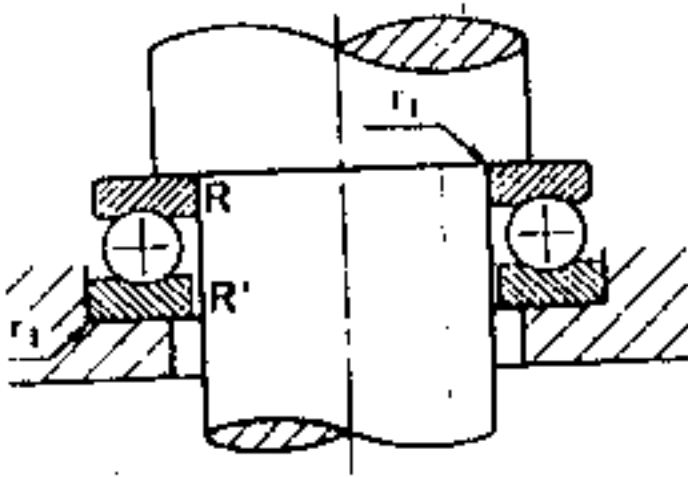
A pesar de la sección transversal tan pequeña de estos rodamientos, tienen una gran capacidad de carga y por lo tanto, son particularmente adecuados para aquellas disposiciones en la que se dispone de un espacio radial limitado.



# RODAMIENTOS AXIALES DE BOLAS

## Rodamiento axial de bolas de simple efecto

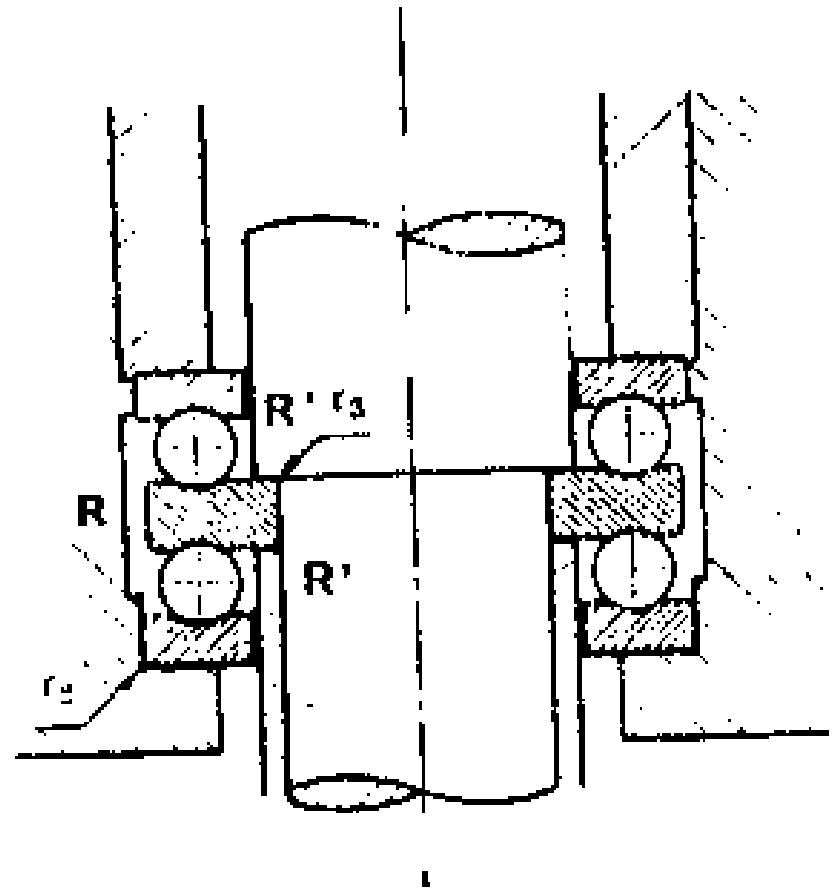
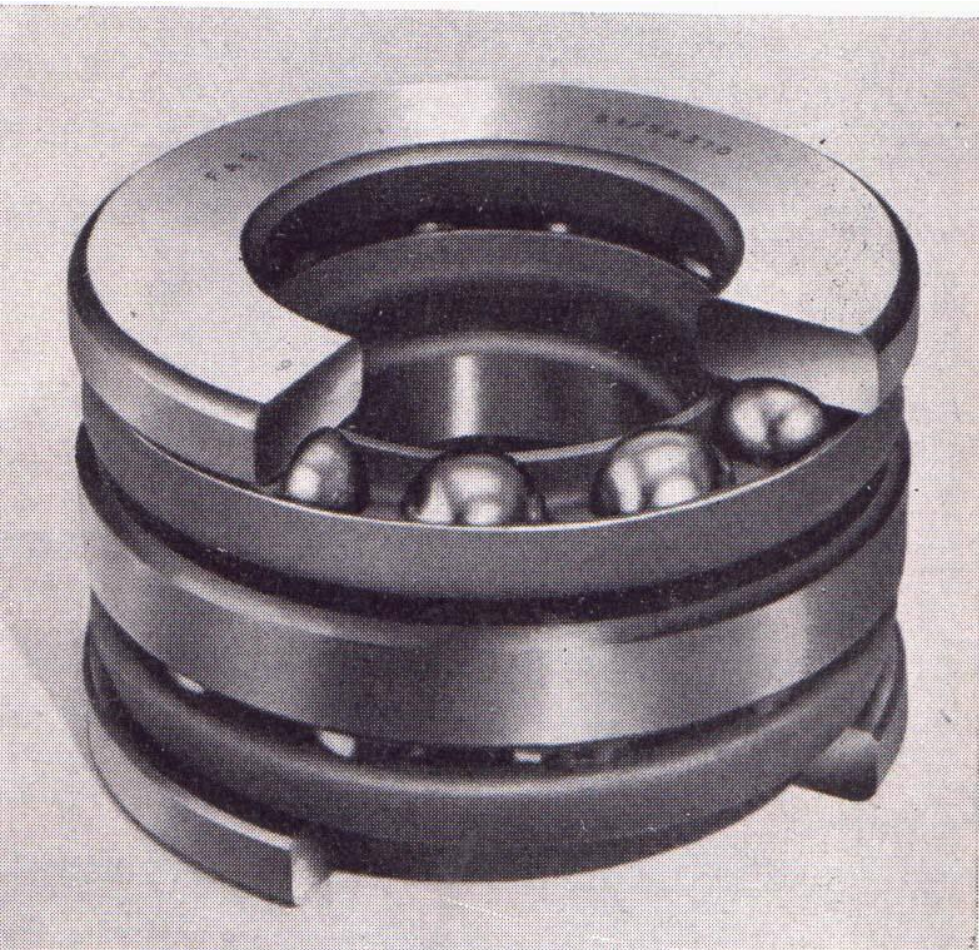
Destinados a soportar cargas axiales en un solo sentido. No deben ser sometidos a cargas radiales.



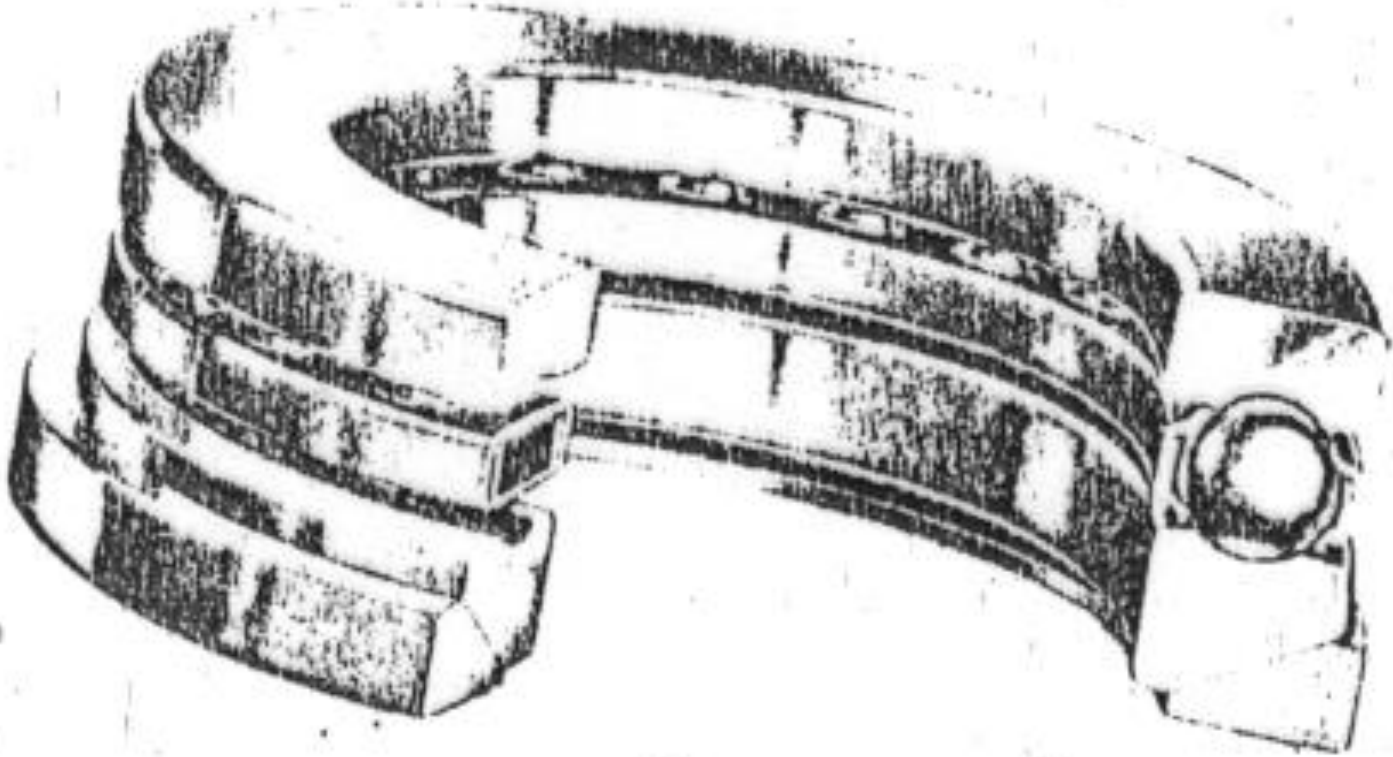
# RODAMIENTOS AXIALES DE BOLAS

## Rodamiento axial de bolas de doble efecto

Destinados a soportar cargas axiales en ambos sentidos. No deben ser sometidos a cargas radiales.

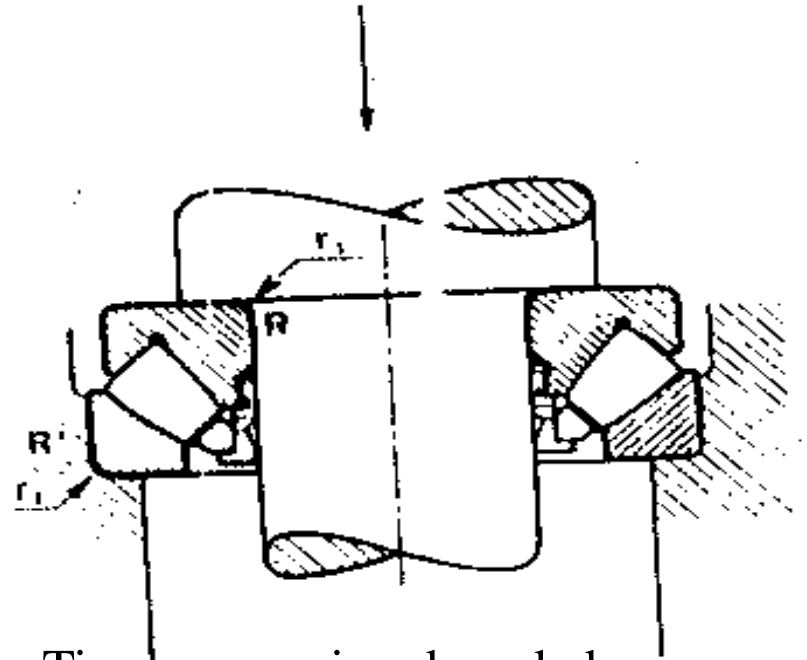
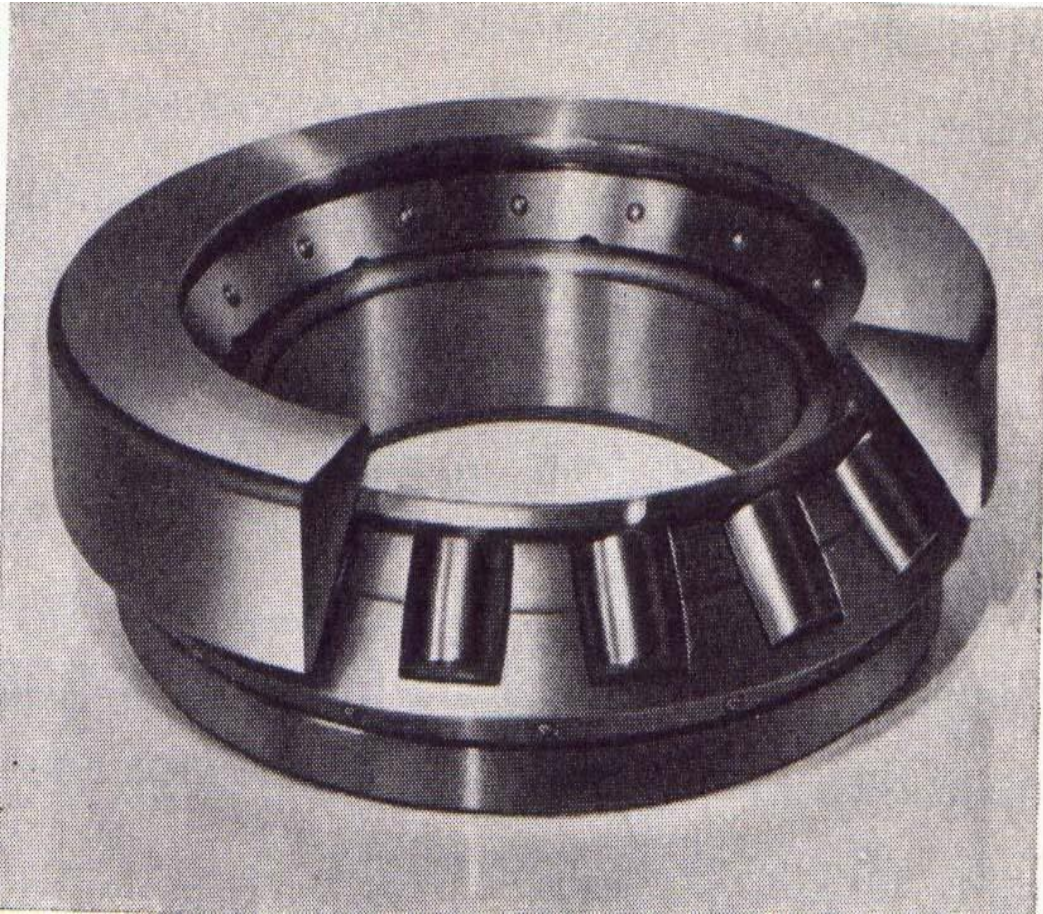


# RODAMIENTOS AXIALES DE BOLAS



Los rodamientos axiales de bolas de simple y de doble efecto son sensibles a la oblicuidad del eje en relación con el soporte, debiendo por ello alinearse con esmero. Alguna vez se ejecutan los rodamientos con asiento y contra placa de superficies esféricas, para que adquieran cierta capacidad de auto alineación

# RODAMIENTO AXIAL DE RODILLOS A RÓTULA



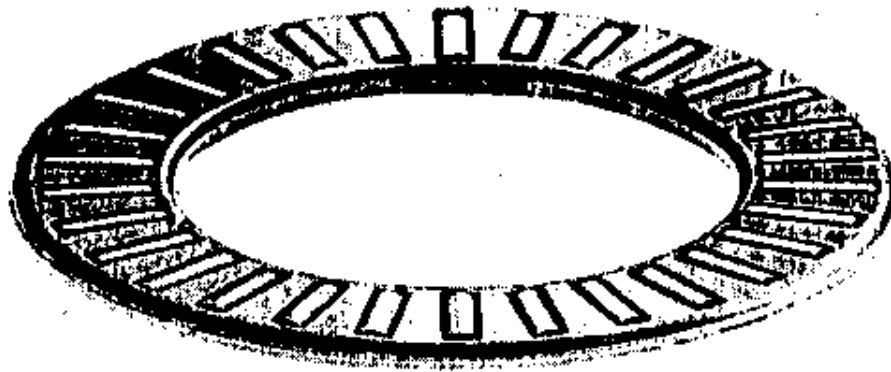
Tiene un camino de rodadura esférico en el aro del soporte y es por ello auto alineable. Es insensible a pequeñas desalineaciones del eje en relación con el soporte

Su capacidad de carga axial es muy grande, y a diferencia de otros rodamientos axiales, puede también soportar cargas radiales

# RODAMIENTOS AXIALES DE AGUJAS

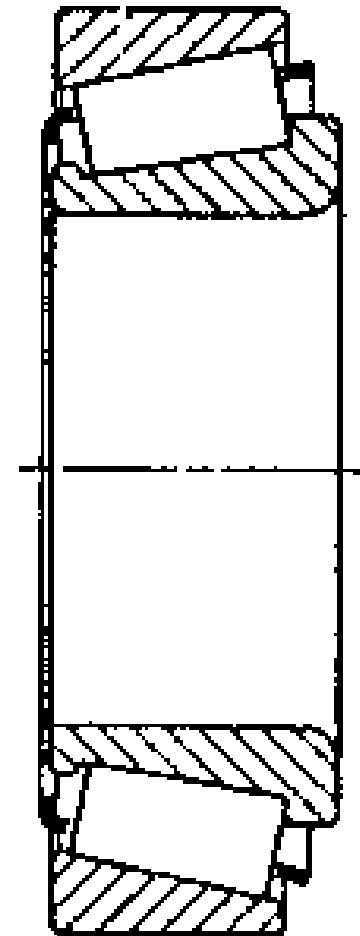


Pueden soportar grandes cargas axiales, son insensibles a las cargas de choque y es la solución a los montajes de espacio axial mínimo.



Son rodamientos de simple efecto, y por lo tanto, sólo pueden soportar carga en un solo sentido.

# RODAMIENTOS DE RODILLOS CONICOS

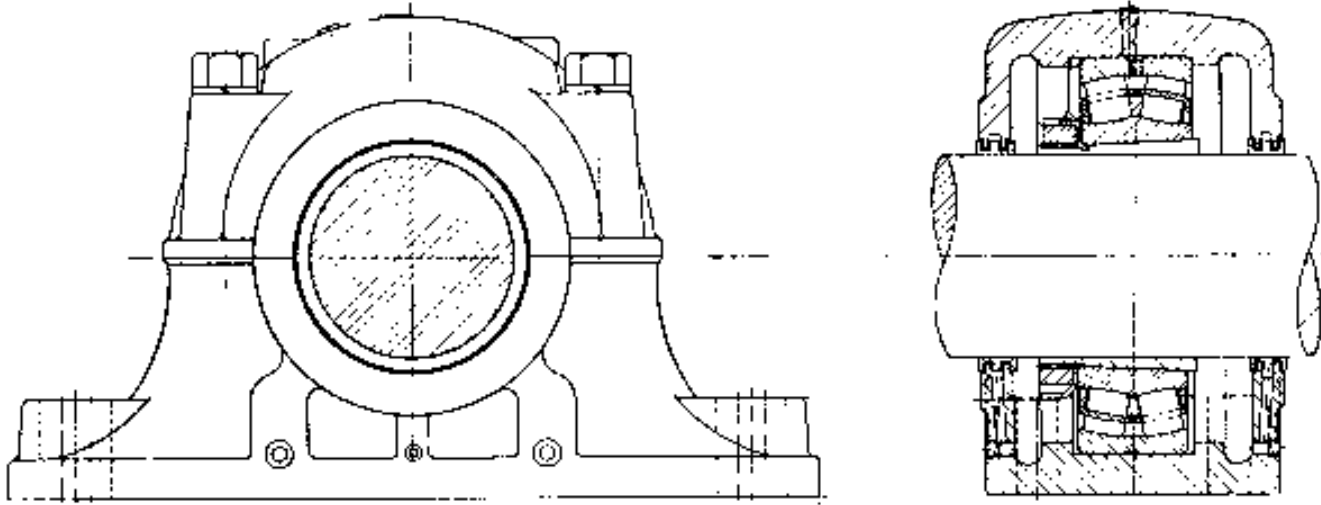


# RODAMIENTOS DE RODILLOS CONICOS

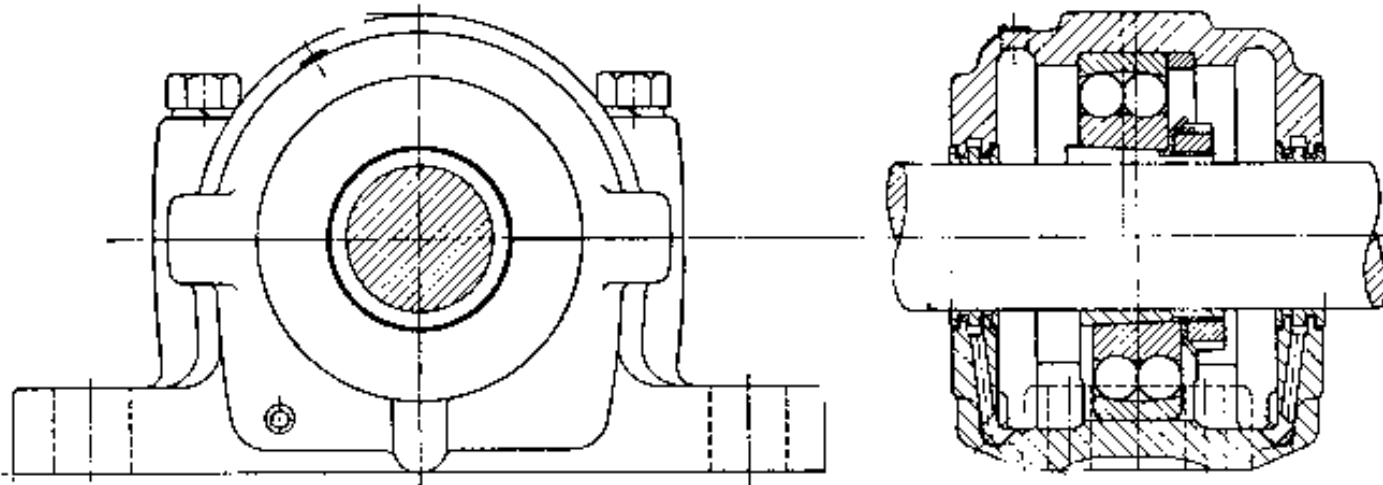
Estos rodamientos tienen los rodillos cónicos dispuestos entre los caminos de rodadura cónicos de los aros exterior e interior. Su diseño los hace especialmente adecuados para soportar cargas combinadas radiales y axiales. Son desarmables, el aro interior y la jaula porta rodillos forman una unidad que puede montarse a parte del aro exterior



# SOPORTE PARA RODAMIENTOS

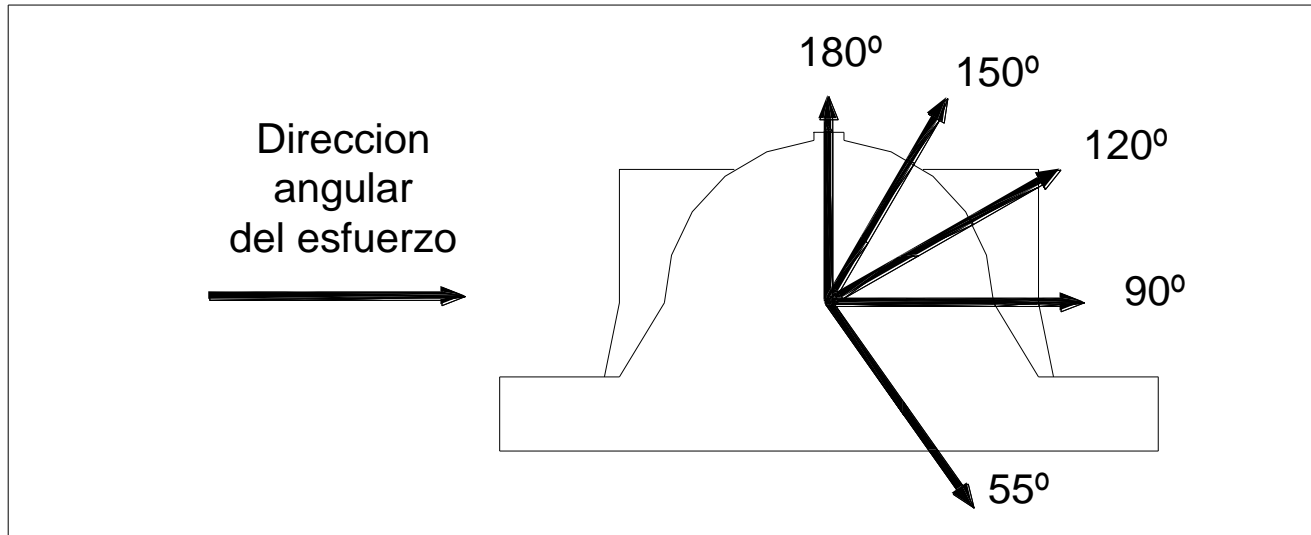


Estos soportes están diseñados para alojar rodamientos de bolas a rótula o de rodillos a rótula. Los rodamientos se pueden montar directamente sobre el eje o sobre manguitos de fijación y los ejes pueden ser lisos o escalonados.



# SOPORTE PARA RODAMIENTOS

Resistencia mecánica de los soportes.



Cuerpos de soportes	Cargas máximas en KN				
	55°	90°	120°	150°	180°
SNU 506-605	140	85	65	55	70
SNU 507-606	160	95	70	65	80
SNU 508-607	180	110	80	70	90
SNU 509	190	115	85	75	95
SNU 510-608	220	130	100	90	110
SNU 511-609	230	140	105	95	115
SNU 512-610	250	150	110	100	125

# CAPACIDAD ESTÁTICA Y CAPACIDAD DINÁMICA DE LOS COJINETES DE RODADURA

Los rodamientos presentan dos características propias en cuanto a la capacidad de soportar cargas:

- La capacidad de soportar cargas estáticas, vinculada a los movimientos muy lentos o montajes estáticos. Se identifica con la sigla  $C_0$ .
- La capacidad de soportar cargas en montajes donde sus pistas y elementos rodantes están en movimiento, vinculada fundamentalmente al efecto de fatiga en sus partes constitutivas. Se identifica con la sigla  $C$ .

# CAPACIDAD DE CARGA ESTÁTICA $C_0$

Dentro del período elástico, la carga estática admisible  $Q_{adm.}$  aplicada a una bola de diámetro  $d$  es:

$$Q_{adm.} = K \cdot d^2$$

La máxima carga aplicable a la bola más expuesta de un rodamiento de “i” hileras y “z” bolas es:

$$Q_{máx.} = A \cdot \frac{F_R}{i \cdot z \cdot \cos \alpha}$$

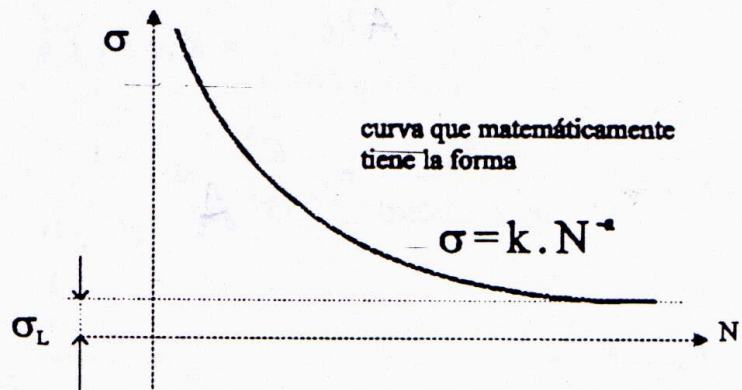
La carga máxima  $Q_{máx.}$  deberá ser menor o igual a la carga admisible  $Q_{adm}$

$$Q_{adm} \geq Q_{máx} \Rightarrow K \cdot d^2 \geq A \cdot \frac{F_R}{i \cdot z \cdot \cos \alpha}$$

$$F_R = \frac{K \cdot z \cdot d^2 \cdot i \cdot \cos \alpha}{A} = C_0$$

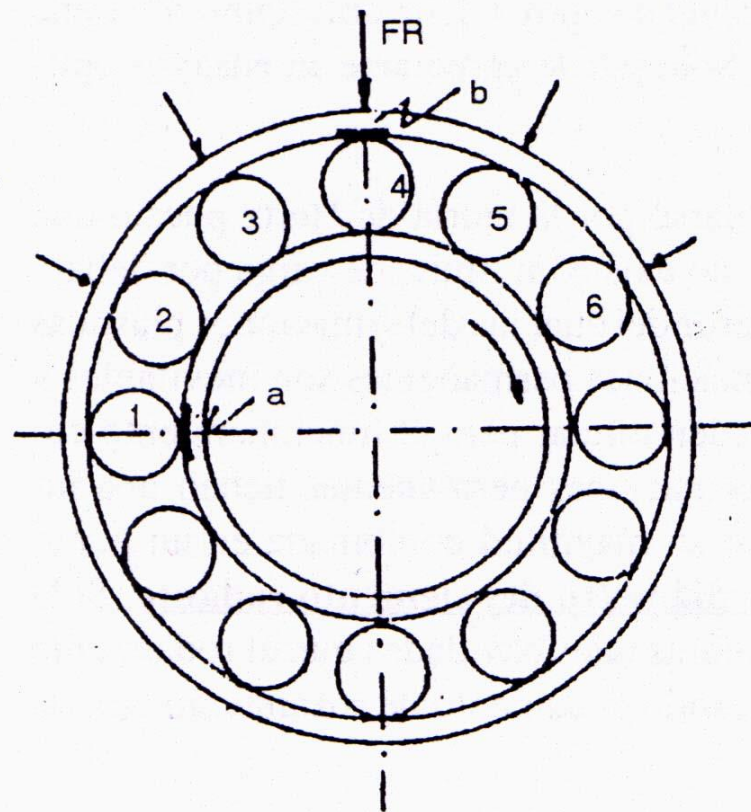
**POR CAPACIDAD ESTÁTICA SE ENTIENDE LA CARGA A LA CUAL PUEDE SOMETERSE UN RODAMIENTO MIENTRAS ESTÁ EN REPOSO SIN QUE SE DESARROLLEN DEFORMACIONES PERMANENTES PERCEPTIBLES DURANTE EL GIRO SUBSIGUIENTE CON CARGA MENOR Y CONDICIONES NORMALES DE ROTACIÓN SUAVE.**

# CAPACIDAD DE CARGA DINÁMICA



$$\sigma = K \cdot (z \cdot L_N)^{-a}$$

$$P_{m\acute{a}x} = 735 \cdot \sqrt[3]{\frac{Q}{a^2}} = 735 \cdot \sqrt[3]{\frac{A \cdot F_R}{a^2 \cdot i \cdot z \cdot \cos \alpha}}$$



$$735 \cdot \sqrt[3]{\frac{A \cdot F_R}{a^2 \cdot i \cdot z \cdot \cos \alpha}} = K \cdot (z \cdot L_N)^{-\frac{1}{9}}$$

Operando y despejando se obtiene:

$$\left(L_N\right)^{\frac{1}{3}} = \frac{K \cdot z^{\frac{2}{3}} \cdot d^3 \cdot i \cdot \cos \alpha}{F_R}$$

$$L_N = \left(\frac{C}{F_R}\right)^3$$

Donde C es la Capacidad de Carga Dinámica del rodamiento

**LA CAPACIDAD DE CARGA DINÁMICA C ES LA QUE PUEDE SOPORTAR EL RODAMIENTO PARA ALCANZAR UNA VIDA DE 1.000.000 DE REVOLUCIONES EN LAS CONDICIONES ADMITIDAS DE CARGA RADIAL PURA PARA ARO INTERIOR GIRATORIO**

Considerando que las expresiones anteriores surgen de una carga radial  $F_r$  pura y constante y que el aro exterior es estacionario, existe una expresión más general:

$$L_N = \left( \frac{C}{P} \right)^3$$

Donde  $P$  es la carga radial equivalente que produce el mismo efecto que la  $F_r$ .

Su valor se obtiene por medio de la siguiente expresión:

$$P = X \cdot F_r + Y \cdot F_a$$

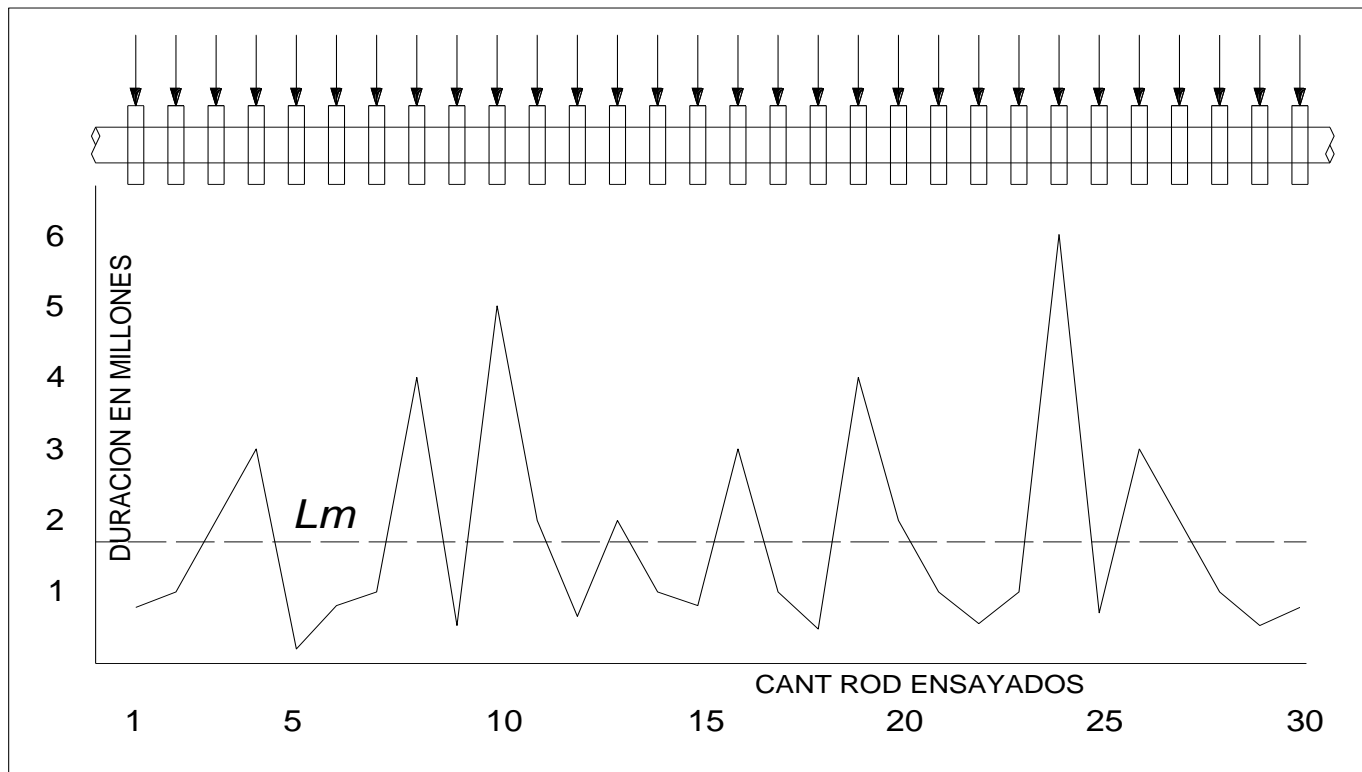
# **CONCEPTO DE VIDA DE LOS RODAMIENTOS**

**SE DEFINE COMO VIDA ÚTIL O DURACIÓN DE UN RODAMIENTO AL PERÍODO DE SERVICIO LIMITADO POR LA APARICIÓN DE LOS SIGNOS DE FATIGA**

Se entiende por signos de fatiga:

- Calentamiento anormal.
- Ruido excesivo.
- Vibraciones.
- Excesivo juego interno

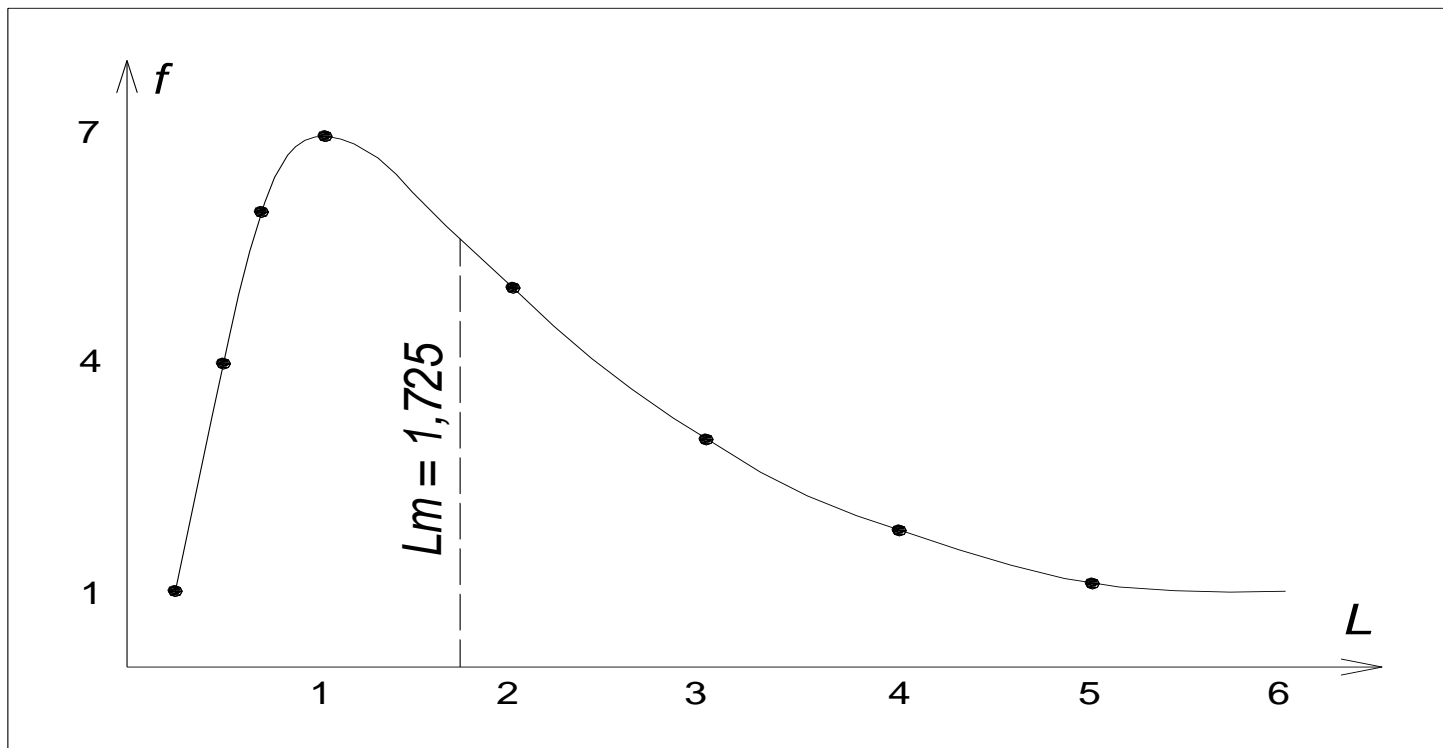
Sucede en la realidad que la aparición de éstos signos es completamente aleatoria, ya que rodamientos idénticos en iguales condiciones de carga y servicio presentan diferente duración.



Duración L (mill.V)	F - cantidad de rod. fallados		Totales acumulados	
	Nº	%	Nº	%
0.25	1	3.3	1	3.3
0.50	4	13.3	5	16.6
0.75	6	20.0	11	36.6
1	7	23.3	18	60.9
2	5	16.6	23	77.5
3	3	10.0	26	87.5
4	2	6.6	28	94.1
5	1	3.3	29	97.4
6	1	3.3	30	100.7
m = 30		99.7 %		

$$L_m = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} L_i \cdot f_i}{n} = \frac{0,25 \cdot 1 + 0,5 \cdot 4 + 0,75 \cdot 6 + 1 \cdot 7 + 2 \cdot 5 + 3 \cdot 3 + 4 \cdot 2 + 5 \cdot 1 + 6 \cdot 1}{30}$$

$$L_m = \frac{51,75}{30} = 1,725$$



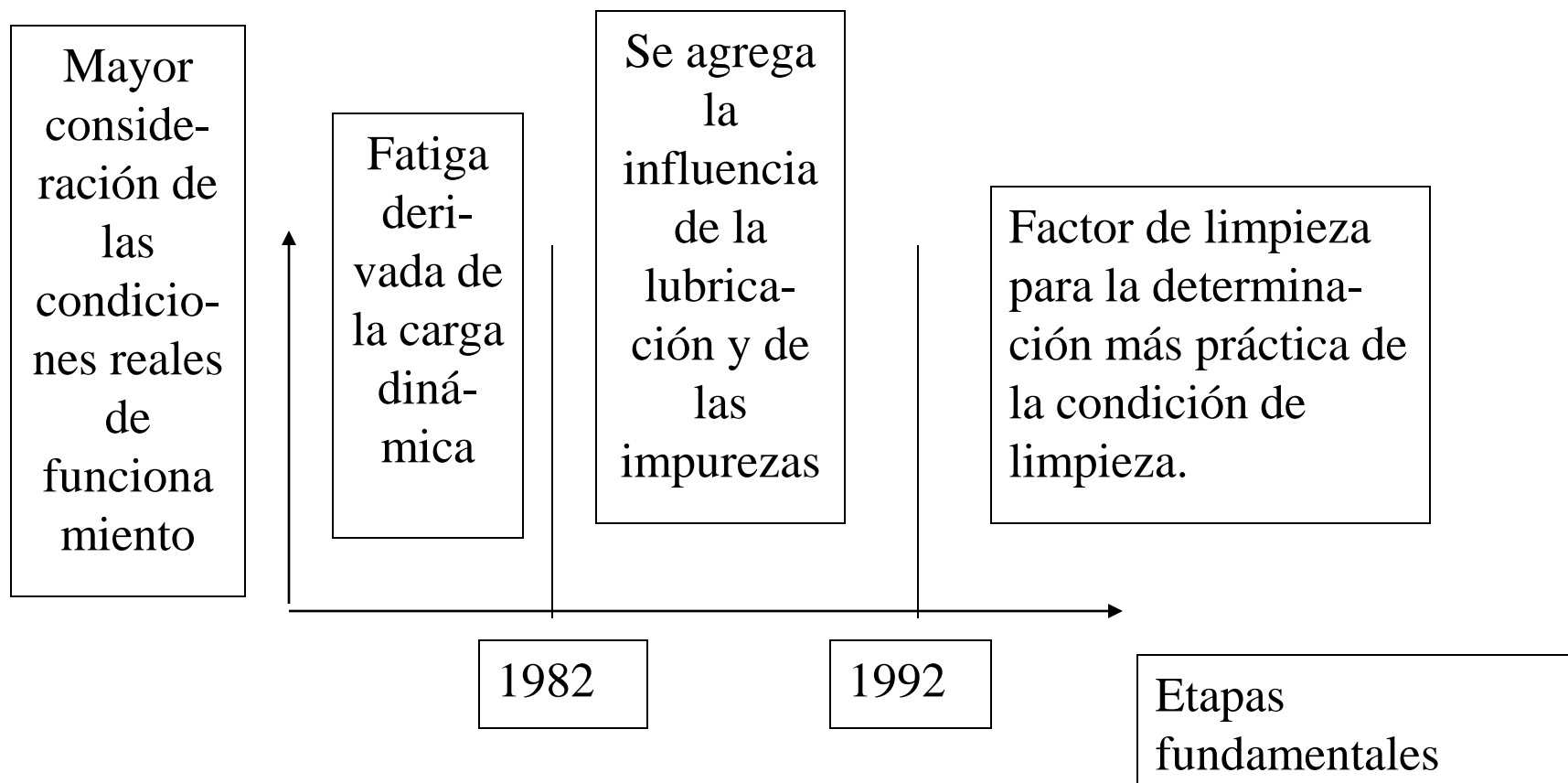
De los ensayos se observa que:

- el 60% de los rodamientos tienen una vida probable menor a la vida media del conjunto.
- el 10% de los rodamientos tienen una vida probable igual a  $1/5$  ( 345.000 rev.) de la media.

Se define:

**VIDA PROBABLE O ESTIMADA DE UN RODAMIENTO AL NÚMERO DE REVOLUCIONES QUE ALCANZARÁ O EXCEDERÁ EL 90% DE LOS RODAMIENTOS ENSAYADOS.**

# AVERÍAS PRODUCIDAS POR SITUACIONES AJENAS AL RODAMIENTO



# **BREVE INTRODUCCIÓN AL ANÁLISIS DE LAS CAUSAS DE AVERÍAS EN LOS RODAMIENTOS**

El rodamiento es, por definición, una pieza de fatiga, por lo que no debería destruirse por ningún otro factor que no sea por fatiga.

Sin embargo, superponiéndose a ella, se observa que otros factores externos al rodamiento reducen su vida útil, a veces muy pronunciadamente.

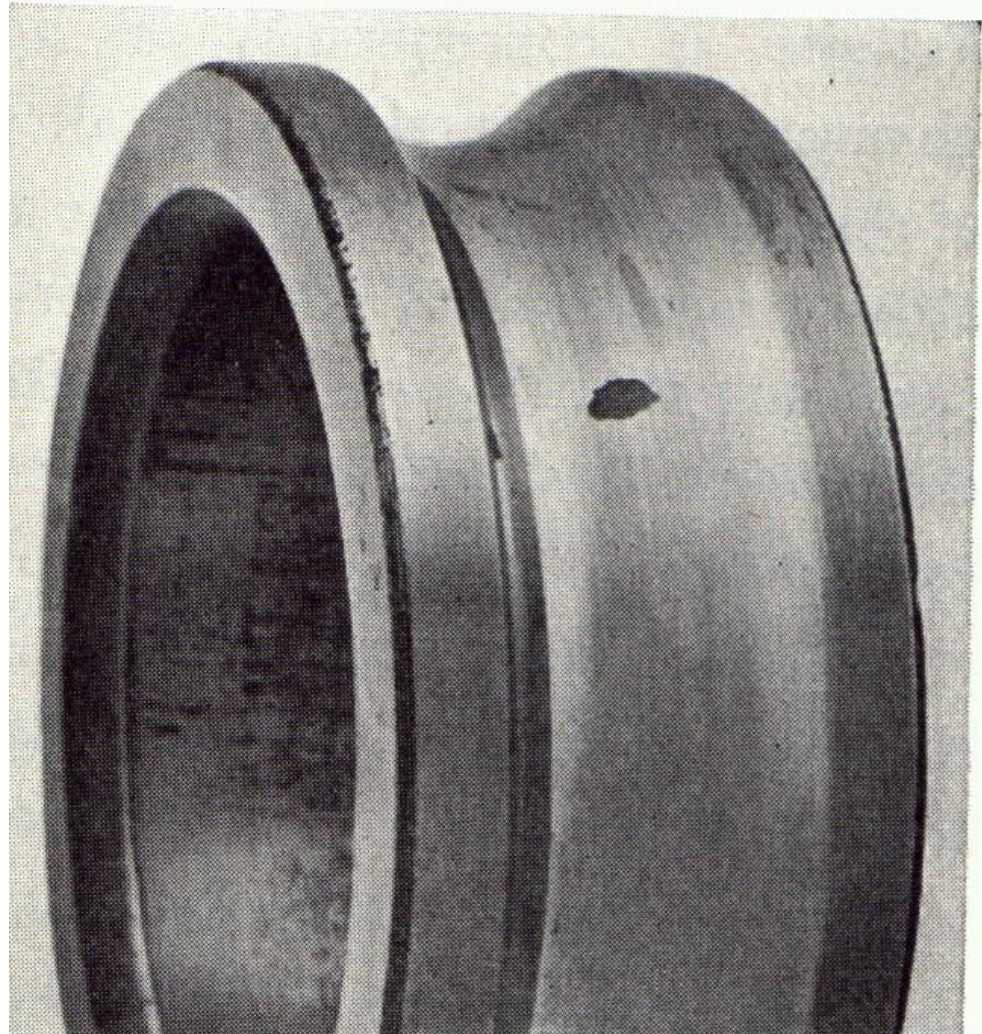
Las averías que limitan la vida útil de los rodamientos dependen:

- de causas por el uso normal.
- de causas ajenas al rodamiento

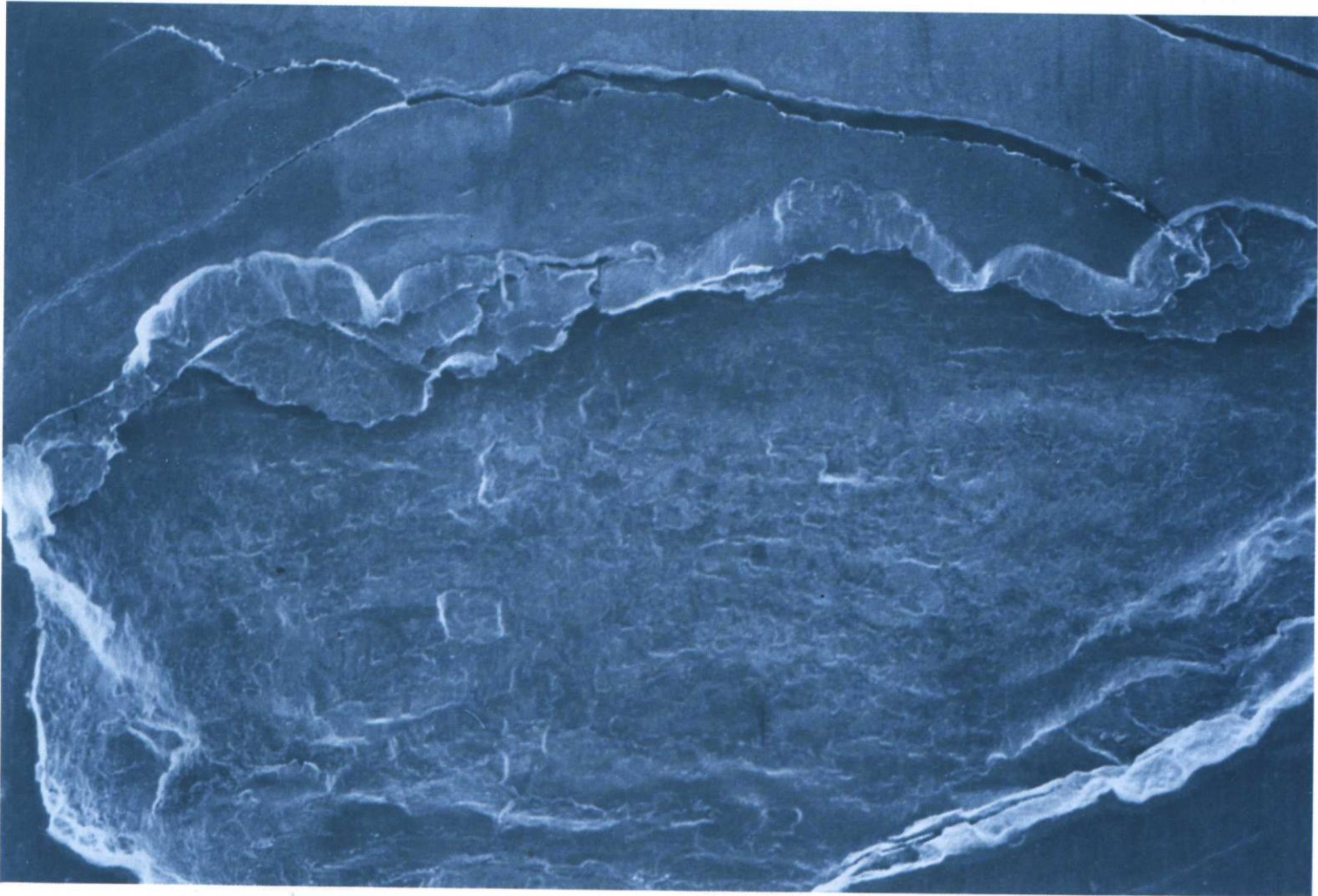
# BREVE INTRODUCCIÓN AL ANÁLISIS DE LAS CAUSAS DE AVERÍAS EN LOS RODAMIENTOS

## AVERÍAS POR CAUSAS DEBIDAS AL USO NORMAL

exfoliación por fatiga  
en la zona de  
rodadura de un aro  
interno de un  
rodamiento de bolas

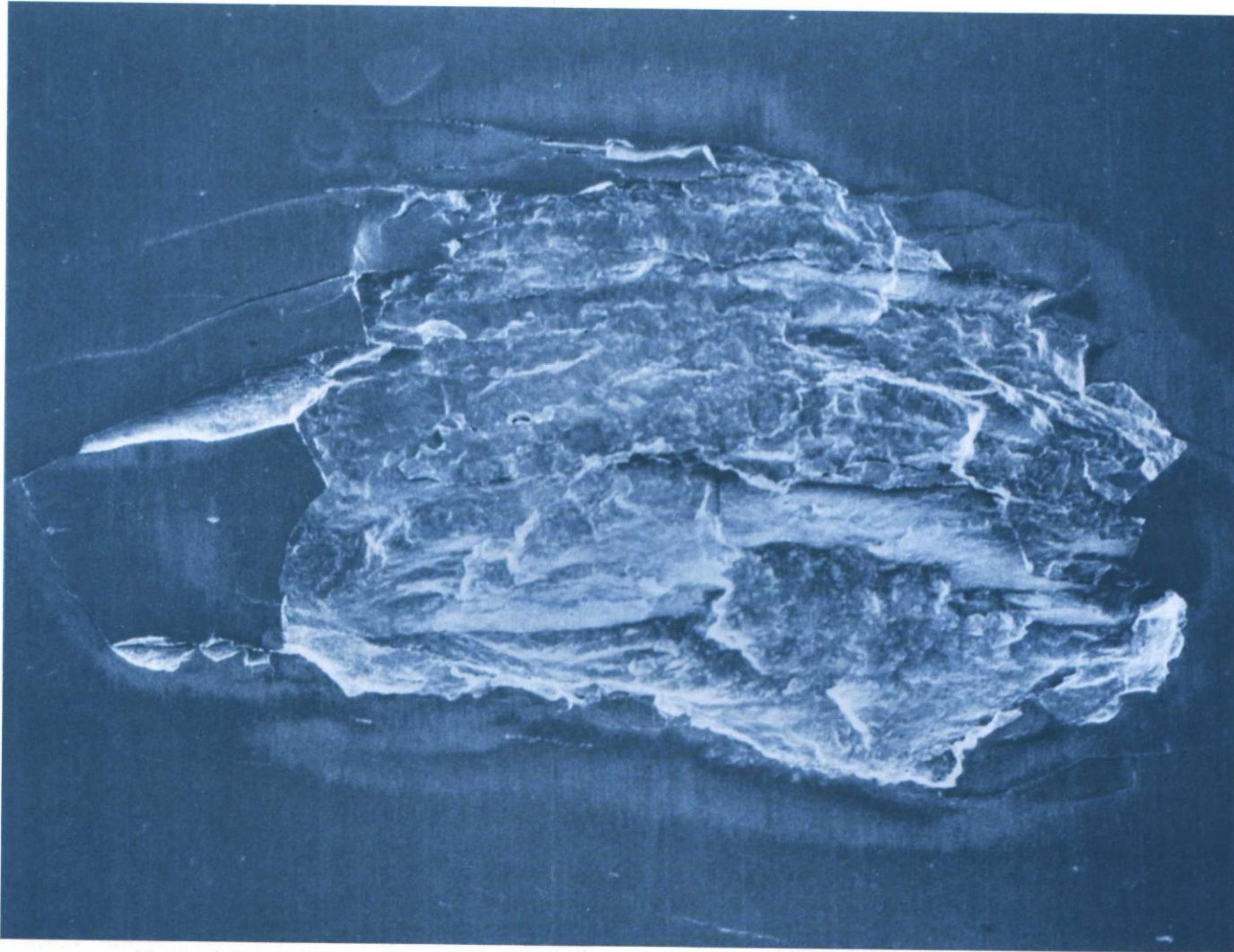


# AVERÍAS POR CAUSAS DEBIDAS AL USO NORMAL



Exfoliado por fatiga en fallas tardías, particularmente en aceros “limpios” tienen un aspecto de fondo plano.

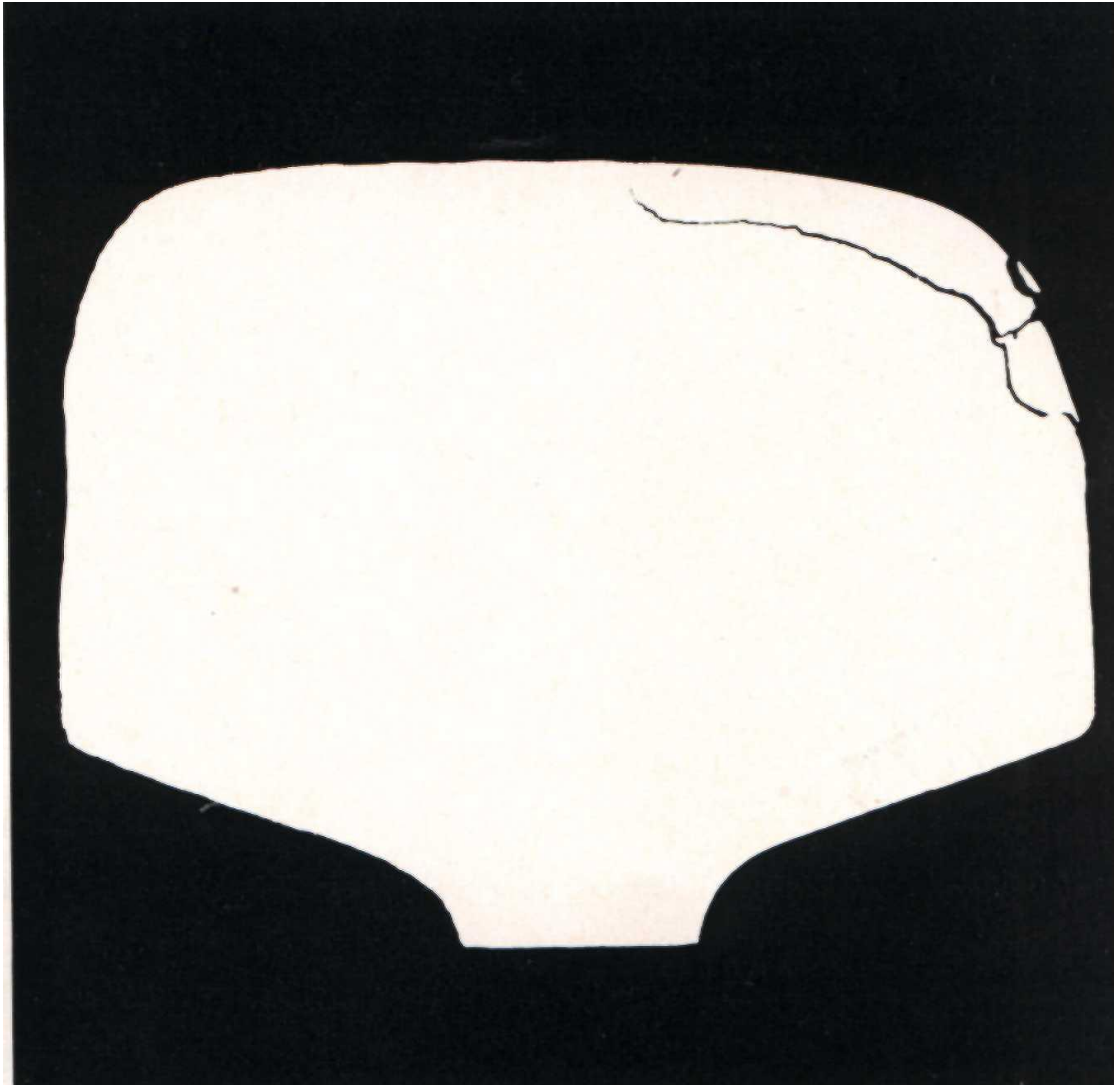
# AVERÍAS POR CAUSAS DEBIDAS AL USO NORMAL



Exfoliado por fatiga de carácter pequeño e irregular en relación con fallos tempranos, particularmente en aceros menos “limpios”

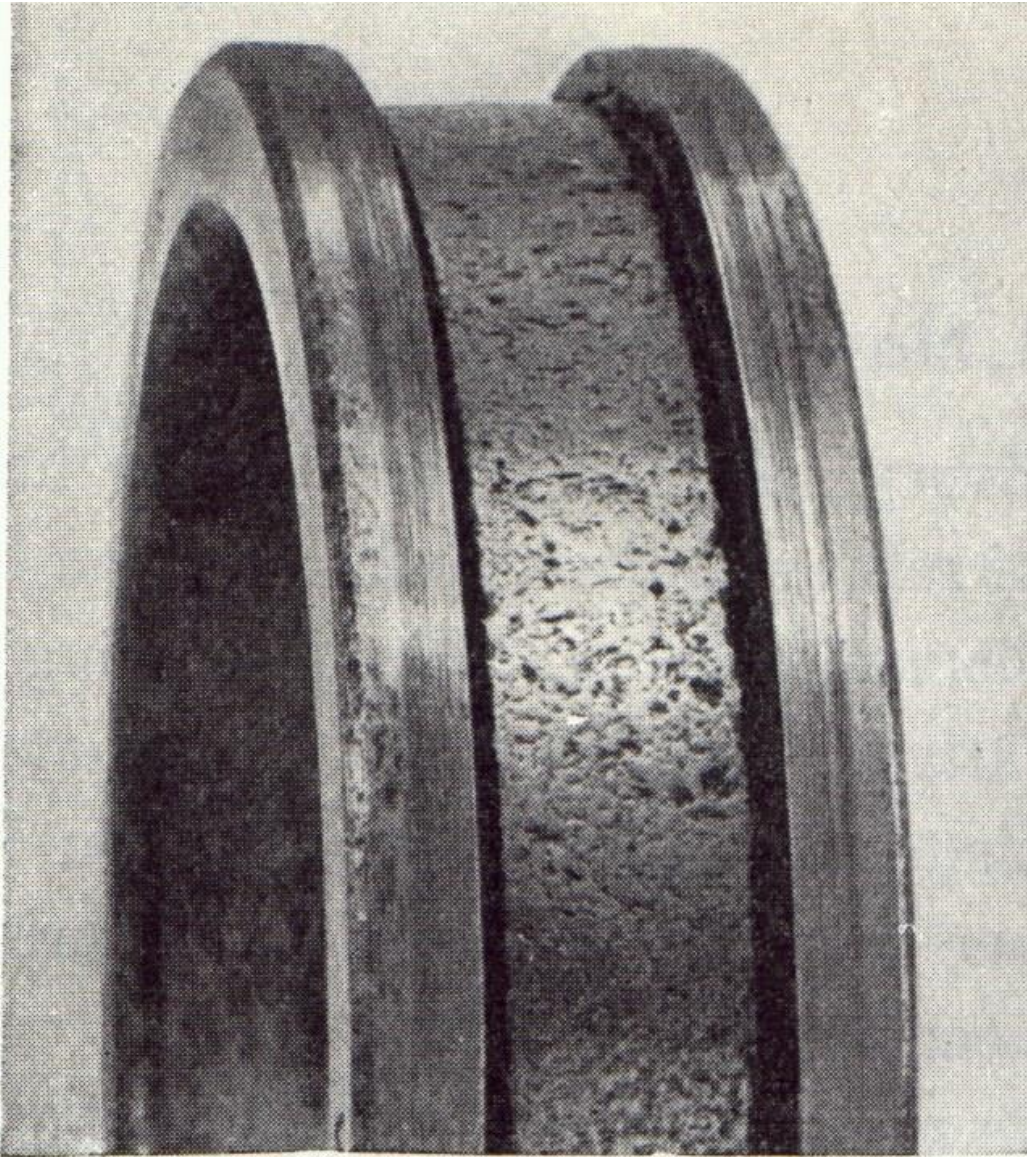
La forma pronunciada en “V” está relacionada con el desarrollo de las fisuras en un ángulo de  $45^\circ$  en relación con la dirección de rodadura

## AVERÍAS POR CAUSAS DEBIDAS AL USO NORMAL



fisura inicial por debajo de la superficie de contacto en la cabeza de un carril, colocado en una curva, sometido a una carga oblicua. Véase que la fisura tiene un curso paralelo a la superficie y a una profundidad determinada

# AVERÍAS POR CAUSAS DEBIDAS AL USO NORMAL



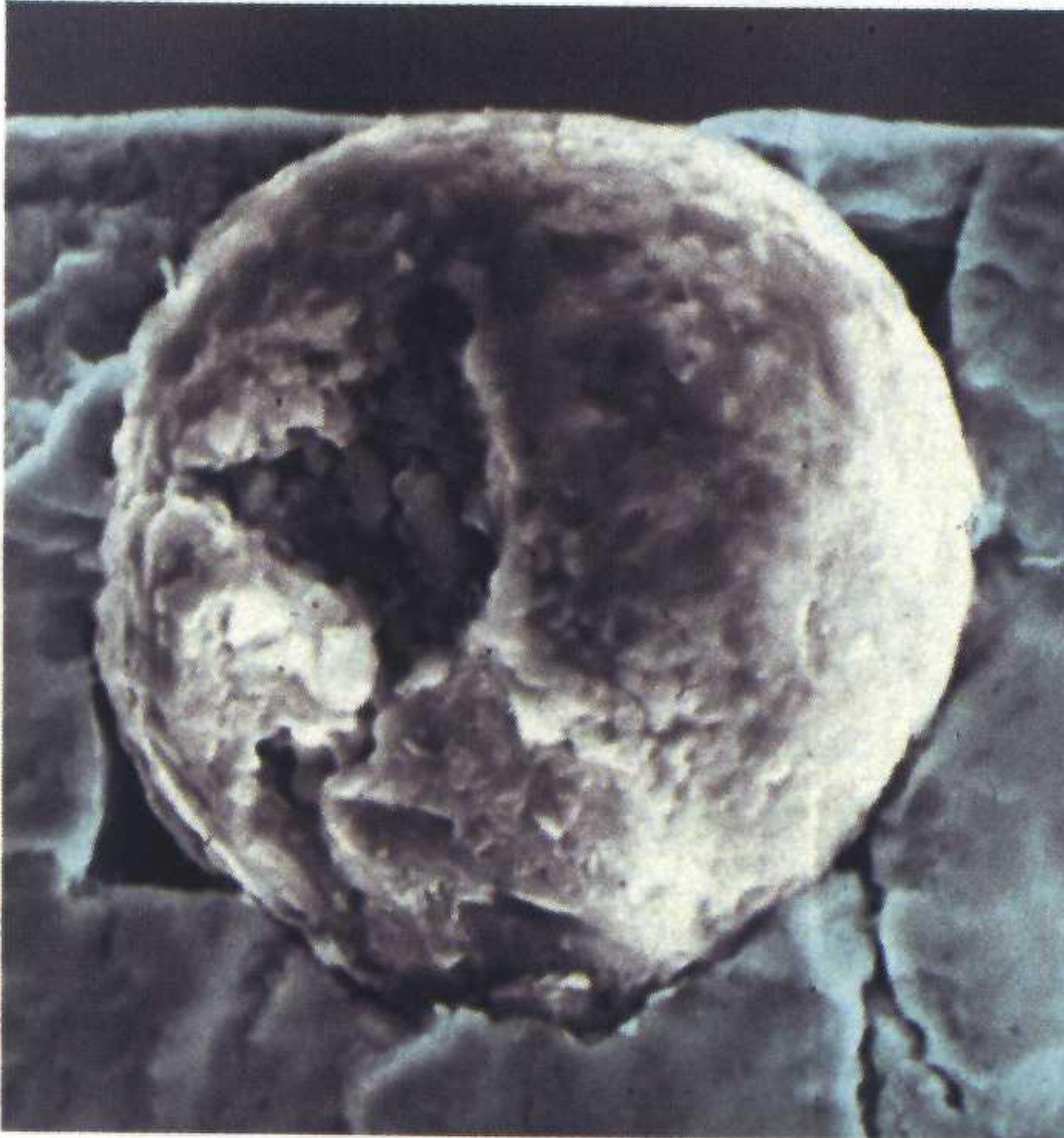
avería por exfoliación  
avanzada en el camino de  
rodadura del aro interno  
de un rodamiento de  
rodillos

# AVERÍAS POR CAUSAS DEBIDAS AL USO NORMAL



Inclusión de óxido de aluminio en lugares de iniciación de fallas por fatiga que se han observado en ensayos de flexión rotatoria, en acero SKF 3. Fotografía de aumento x1000

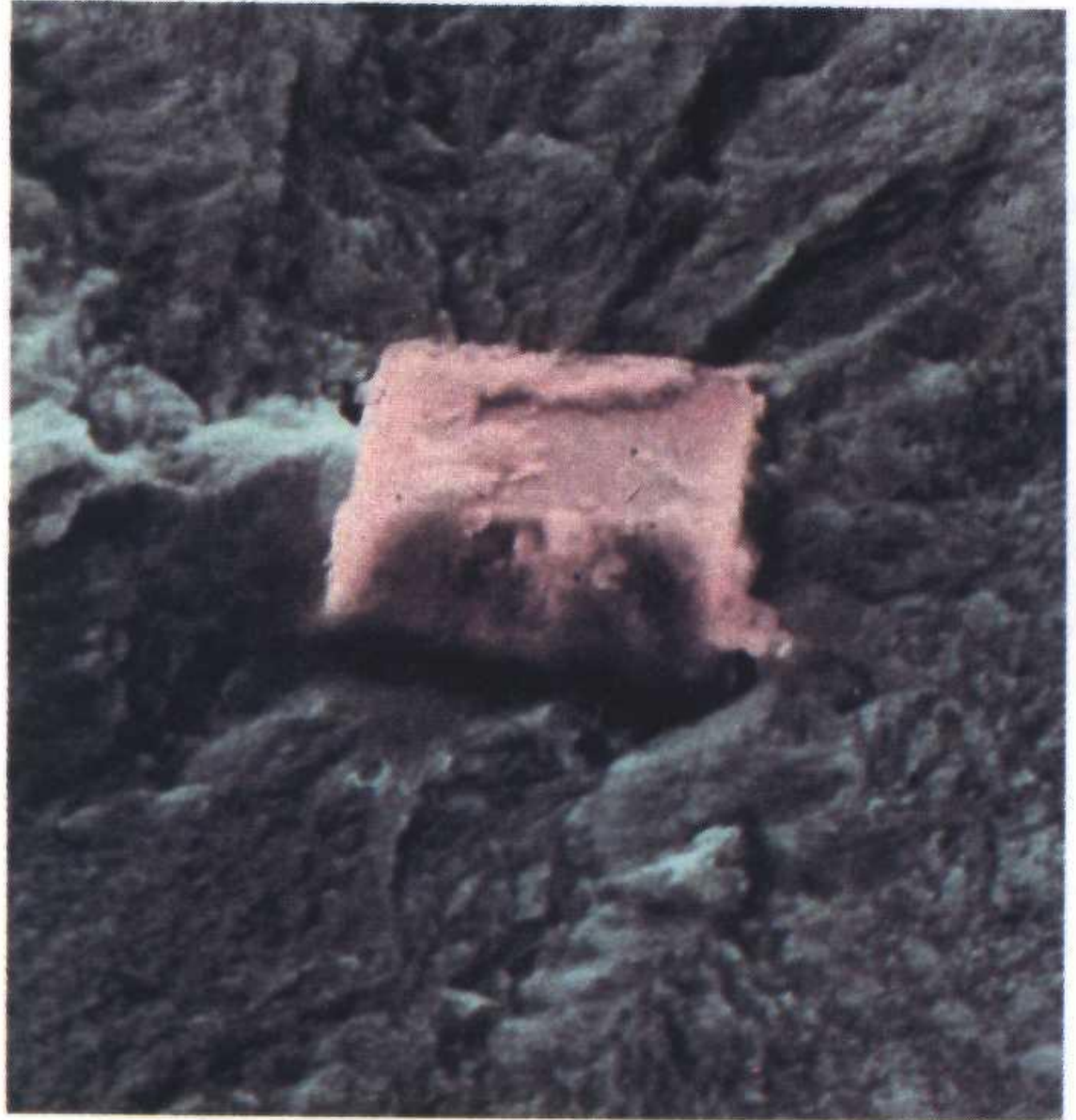
# AVERÍAS POR CAUSAS DEBIDAS AL USO NORMAL



Inclusión de aluminato de calcio en lugares de iniciación de fallas por fatiga que se han observado en ensayos de flexión rotatoria, en acero SKF 3. Fotografía de aumento x1000

# AVERÍAS POR CAUSAS DEBIDAS AL USO NORMAL

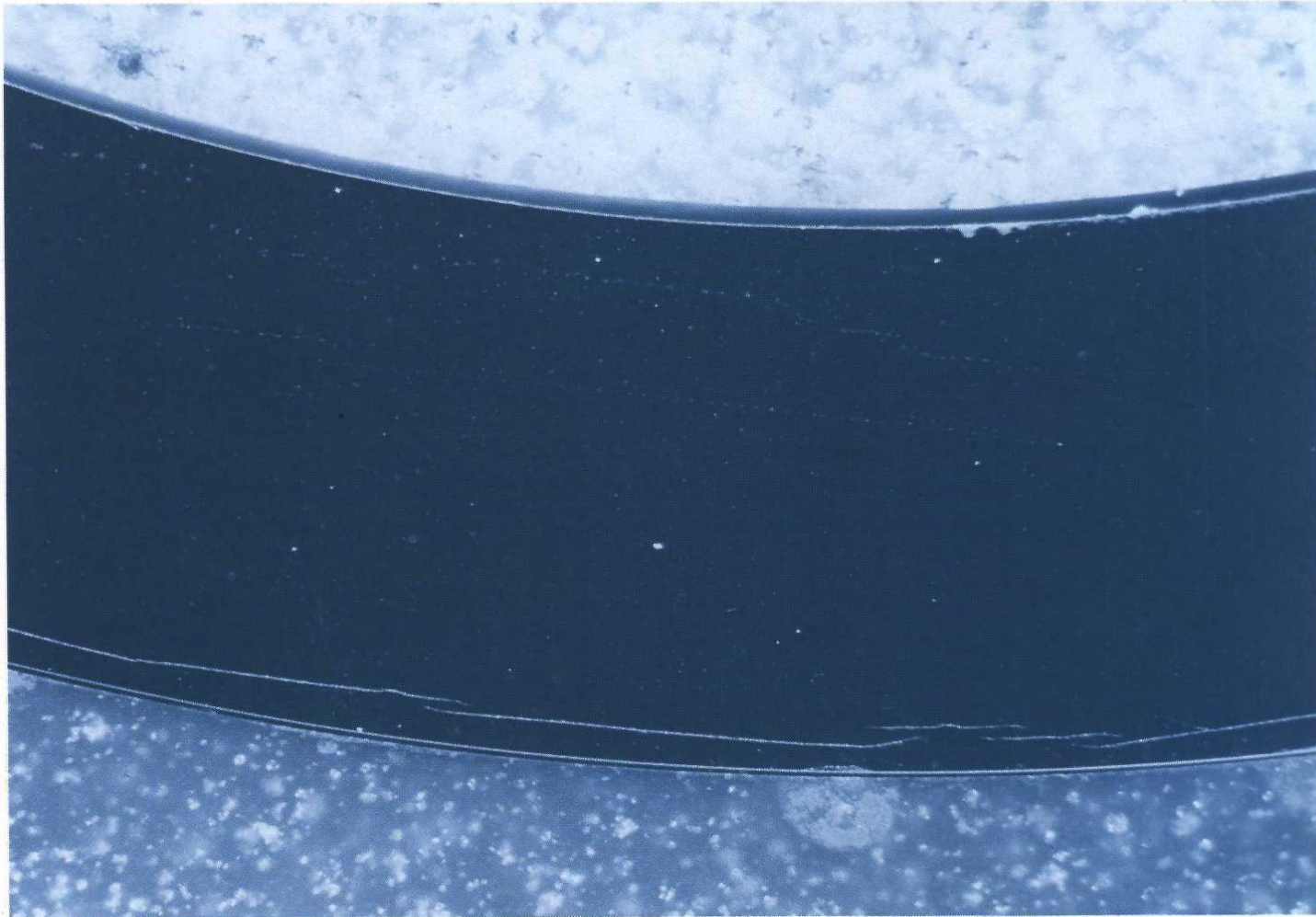
tipo D



Inclusión de carbonitruro de titanio en lugares de iniciación de fallas por fatiga que se han observado en ensayos de flexión rotatoria, en acero SKF

3. Fotografía de aumento x1000

# AVERÍAS POR CAUSAS DEBIDAS AL USO NORMAL

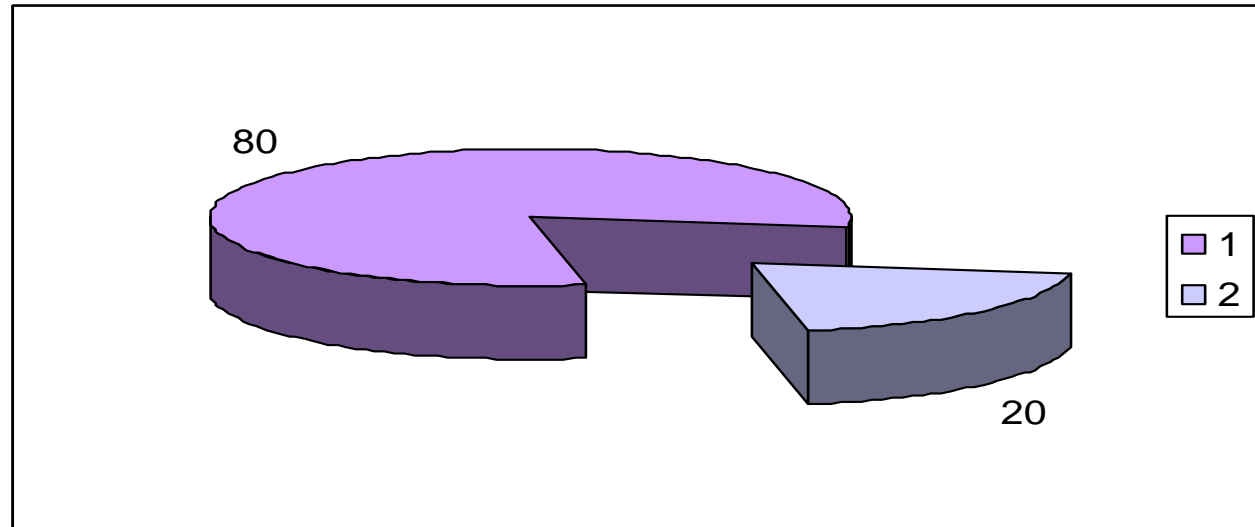


Micro imagen óptica en la que se aprecian varias fisuras que se han desarrollado a 0.25-0.35 mm por debajo de la superficie de una sección axial a través del centro del camino de rodadura, que sin embargo no han causado falla de exfoliación por fatiga

# AVERÍAS PRODUCIDAS POR SITUACIONES AJENAS AL RODAMIENTO

Clasificación de los motivos de averías según Rudolf W. Seufert :

80% relacionadas con la lubricación y 20% por otros motivos



- 80% de las fallas están relacionadas con la lubricación:
  - 20% debidos a impurezas en el lubricante;
  - 15% por falta de lubricante;
  - 20% por lubricante no adecuado;
  - 20% por lubricante contaminado.
- 20% de las fallas por otros motivos:
  - 10% por elección incorrecta del rodamiento;
  - 5% por errores de montaje;
  - 5% por causas desconocidas.

# **AVERÍAS PRODUCIDAS POR SITUACIONES AJENAS AL RODAMIENTO**

## **DEFECTOS RELACIONADOS CON LA LUBRICACIÓN**

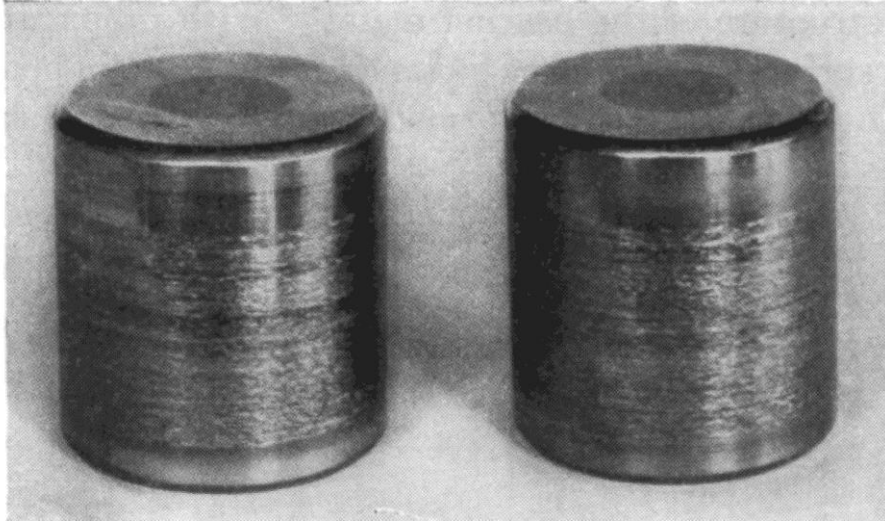
### **FALTA O EXCESO DE LUBRICANTE, O LUBRICANTE NO ADECUADO**

Cuando la provisión de lubricante se reduce, la fricción por deslizamiento comienza a ser destructiva y el rodamiento comienza a transitar por una serie de eventos:

- Temperatura localizada en las áreas de frotamiento.
- Bajo juego radial debido a la diferente dilatación térmica causada por la excesiva fricción.
- Cargas internas al rodamiento.
- Ablandamiento de los elementos rodantes y las pistas con “quemadura” de las superficies.
- Atoramiento del rodamiento y destrucción final de la jaula

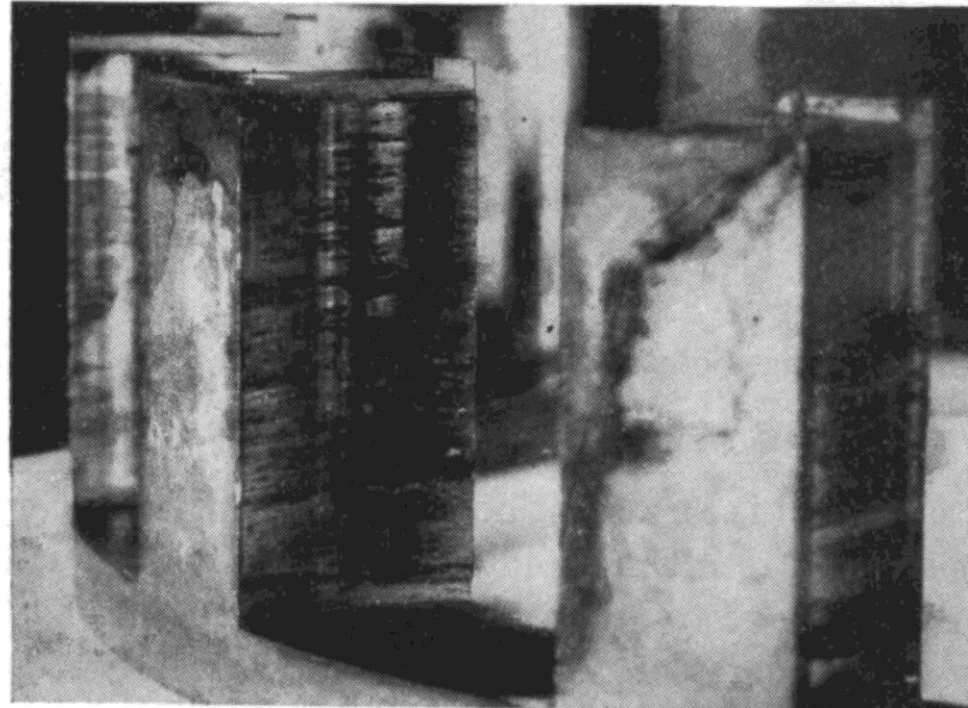
# DEFECTOS RELACIONADOS CON LA LUBRICACIÓN

FALTA O EXCESO DE LUBRICANTE, O LUBRICANTE NO ADECUADO



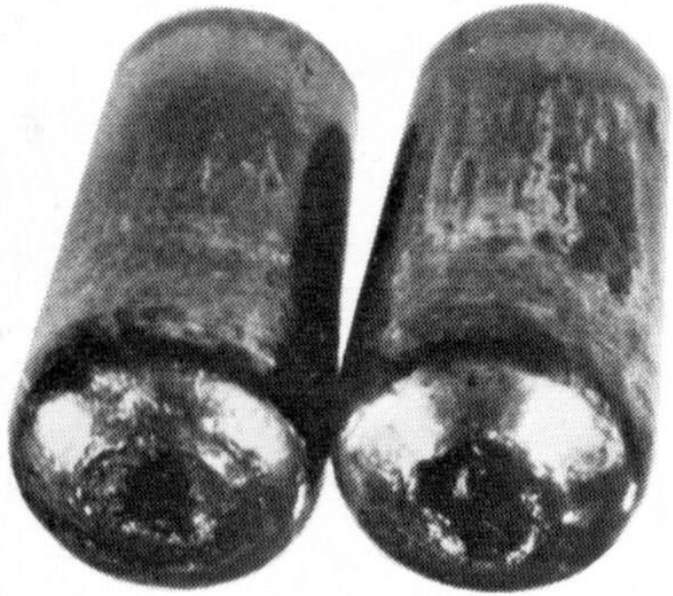
Daño en rodillos cilíndricos  
causados por lubricación  
ineficiente correspondientes a la  
jaula de la figura de abajo

Daño en jaula por  
lubricación ineficiente



# DEFECTOS RELACIONADOS CON LA LUBRICACIÓN

FALTA O EXCESO DE LUBRICANTE, O LUBRICANTE NO ADECUADO



gripado en los rodillos cónicos y transferencia de material con el anillo de la figura

gripado consistente en transferencia de material entre los rodillos cónicos de la figura y la pista interior



# DEFECTOS RELACIONADOS CON LA LUBRICACIÓN

FALTA O EXCESO DE LUBRICANTE, O LUBRICANTE NO ADECUADO

gripado  
consistente en  
la soldadura  
total de los  
elementos  
rodantes a los  
anillos y  
destrucción de  
las jaulas



# DEFECTOS RELACIONADOS CON LA LUBRICACIÓN

## PARTÍCULAS EXTRAÑAS

daño en la superficie de rodadura debido a un cuerpo extraño duro.

La superficie aún no presentaba síntomas de fatiga

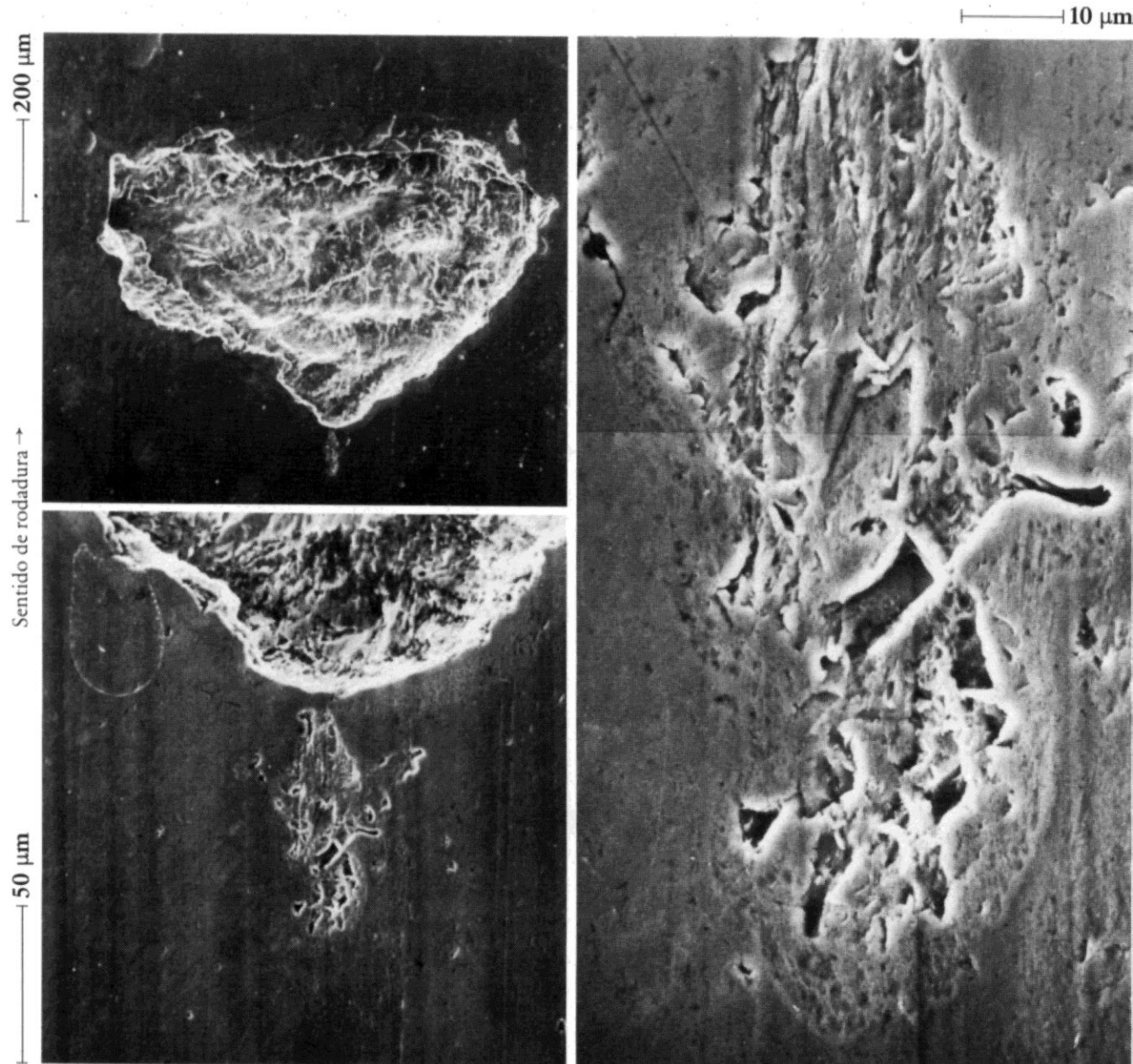


▲ |————| 10 μm

# DEFECTOS RELACIONADOS CON LA LUBRICACIÓN

## PARTÍCULAS EXTRAÑAS

formas típicas de  
aparición de una  
exfoliación  
después de un  
daño del camino  
de rodadura  
producido por  
cuerpos extraños



# DEFECTOS RELACIONADOS CON LA LUBRICACIÓN

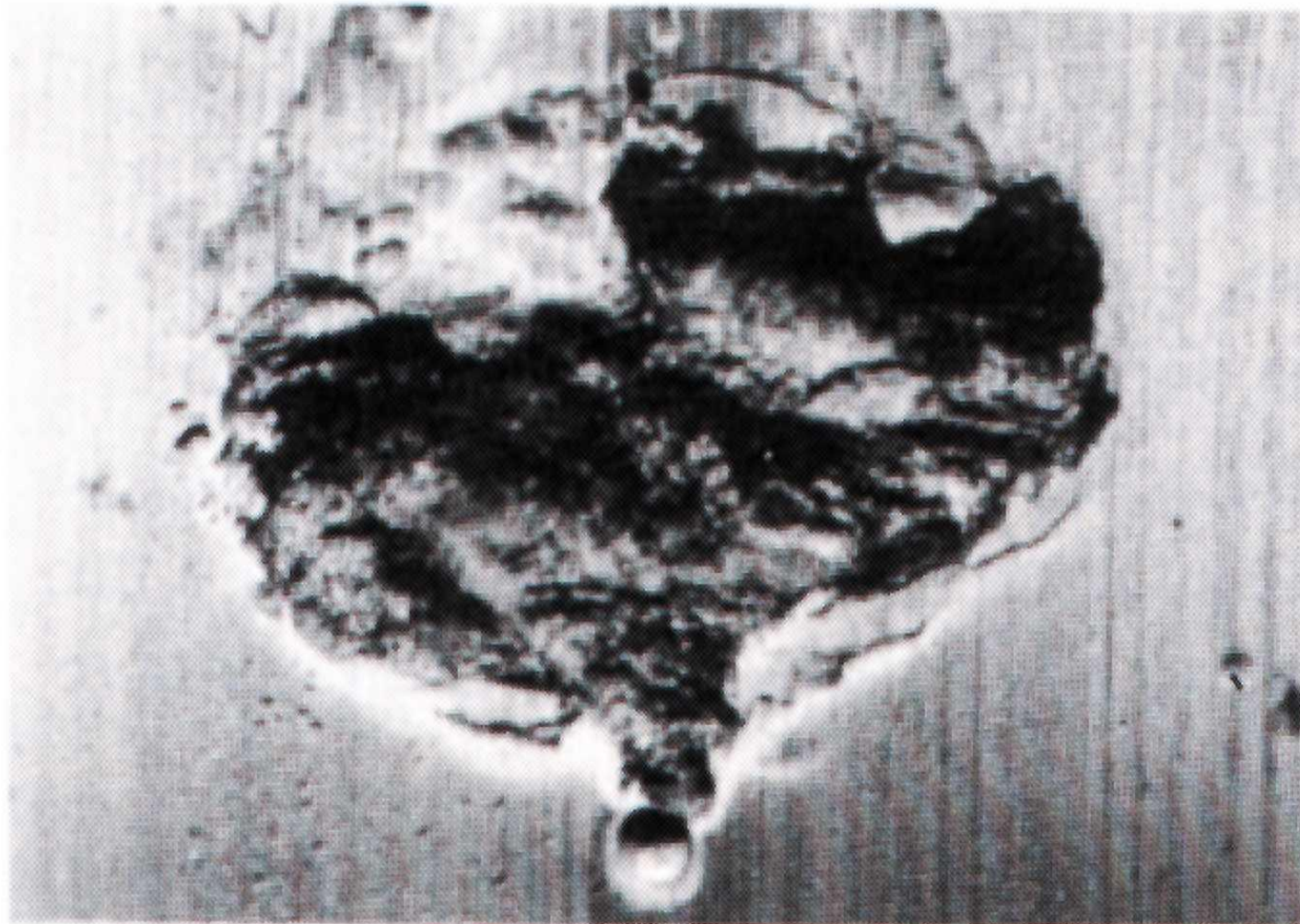
## PARTÍCULAS EXTRAÑAS

nida de 0,1 mm

100 μm

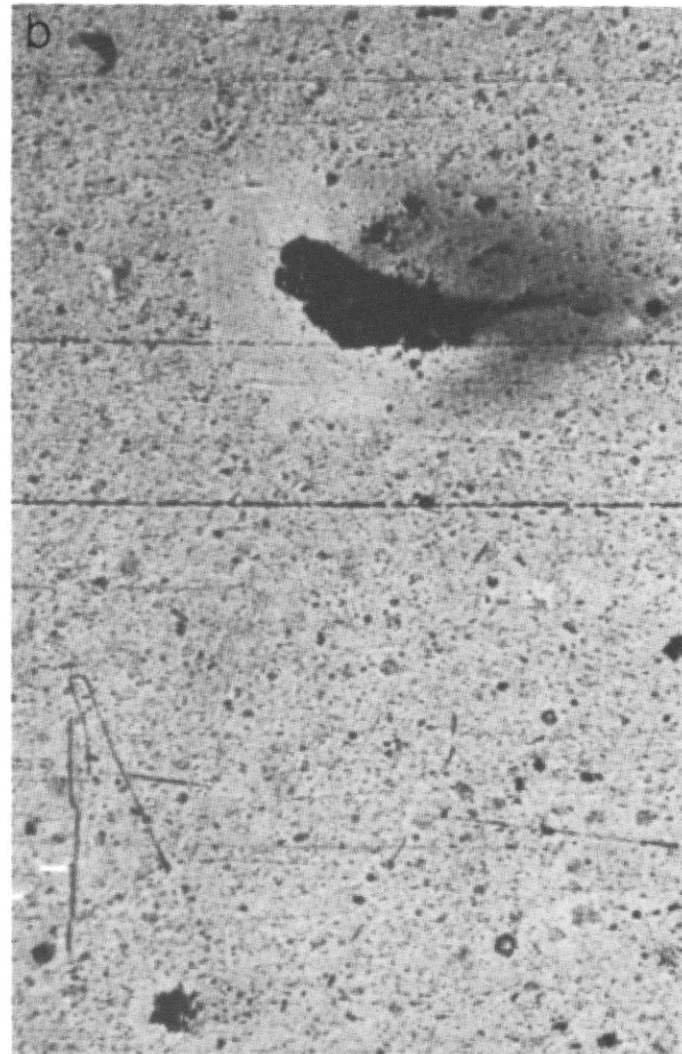
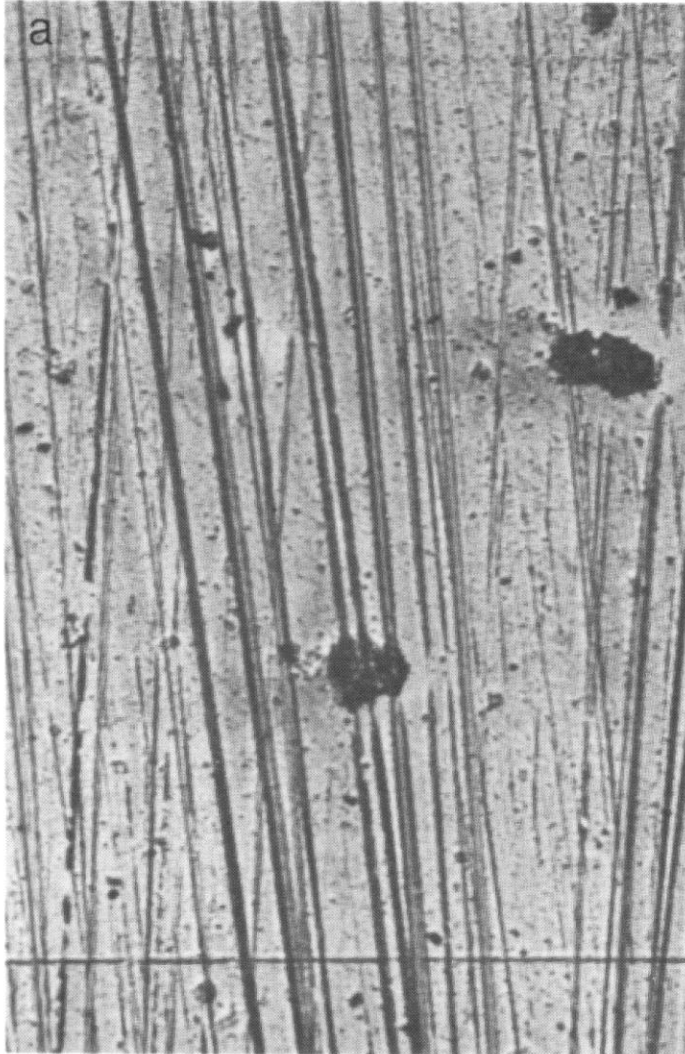
daño superficial  
posterior a la  
impronta de  
diámetro 0,1  
mm producida  
intencional-  
mente en la pista  
de rodadura

Sentido de rodadura ↑



# DEFECTOS RELACIONADOS CON LA LUBRICACIÓN

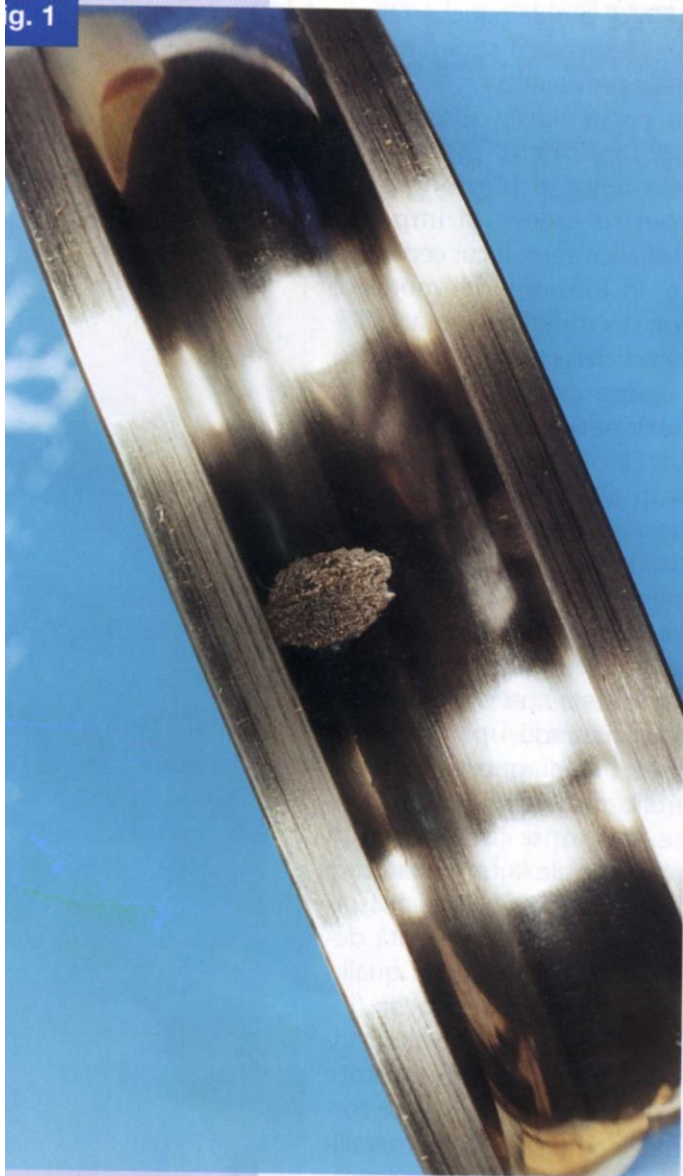
## PARTÍCULAS EXTRAÑAS



estado de la zona de rodadura del aro exterior (izquierda) y del aro interior (derecha) luego de una prueba con un aceite de baja viscosidad

# DEFECTOS RELACIONADOS CON LA LUBRICACIÓN

## PARTÍCULAS EXTRAÑAS



exfoliación en el borde de la pista interior de un rodamiento de bolas, posiblemente causado por una impureza

# DEFECTOS RELACIONADOS CON LA LUBRICACIÓN

## PARTÍCULAS EXTRAÑAS

exfoliación en el elemento rodante de un cojinete de rodillos con inicio en el borde del mismo y tendencia de crecimiento hacia el centro

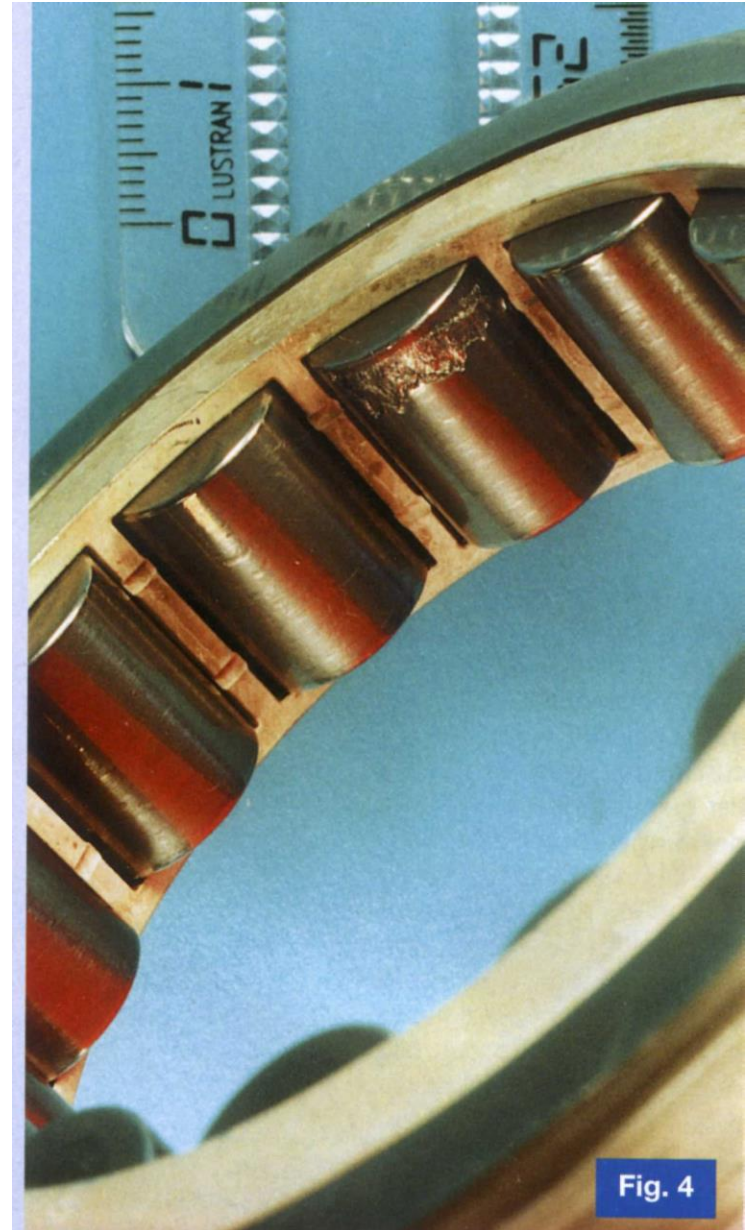
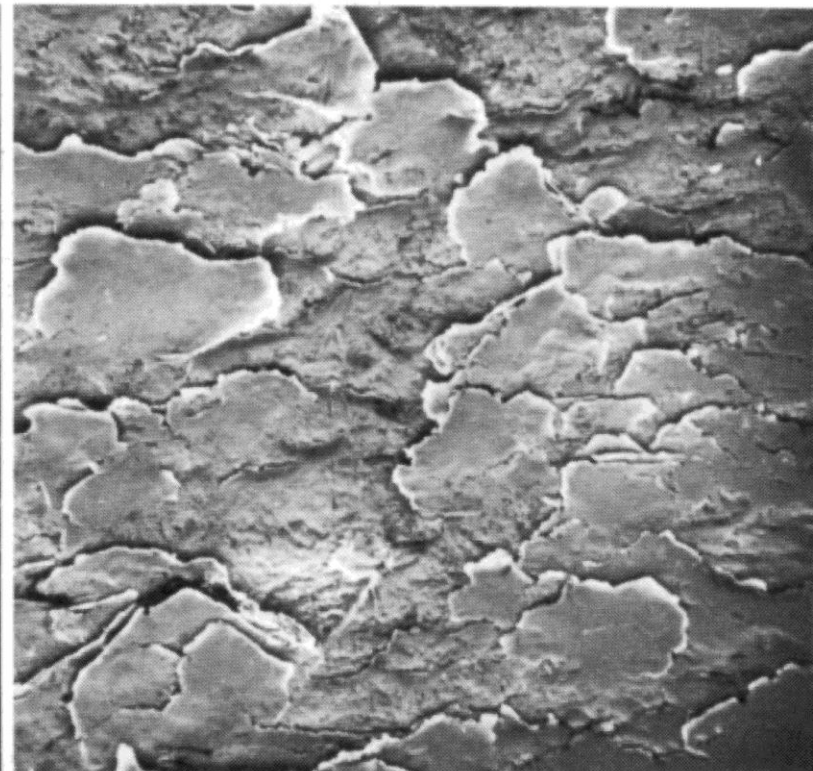
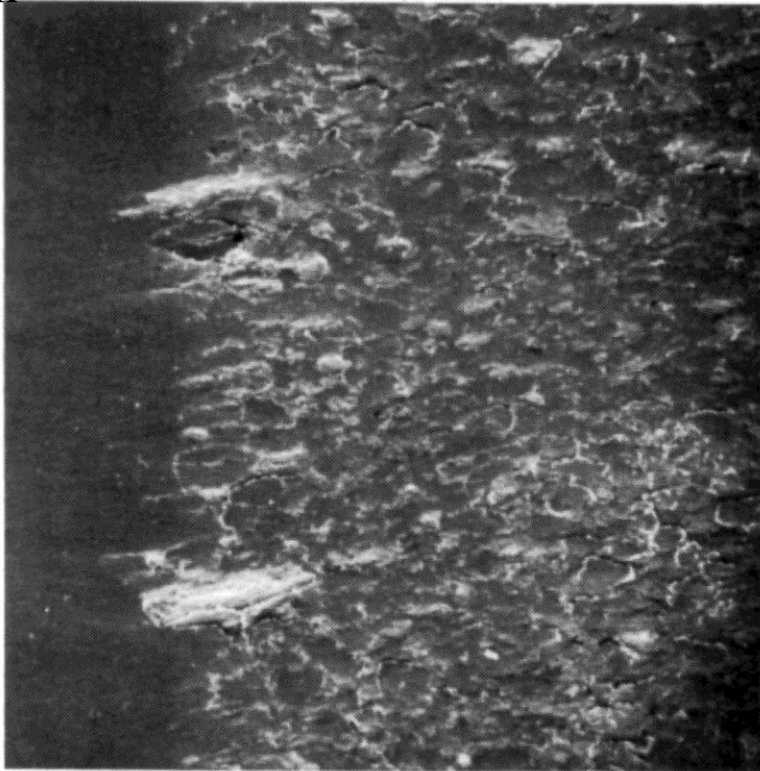


Fig. 4

# DEFECTOS RELACIONADOS CON LA LUBRICACIÓN

## DESGASTE ADHESIVO

Cuando la lubricación es extremadamente deficiente en el camino de rodadura de un rodamiento se presenta desgaste adhesivo, los cuerpos rodantes son apretados entre sí y las capas superficiales se deforman plásticamente tanto que en algunos puntos se sueldan



Ampliación de averías por desgaste adhesivo, formación de “leguas” a causa de soldaduras locales

# DEFECTOS RELACIONADOS CON LA LUBRICACIÓN

## DESGASTE ABRASIVO

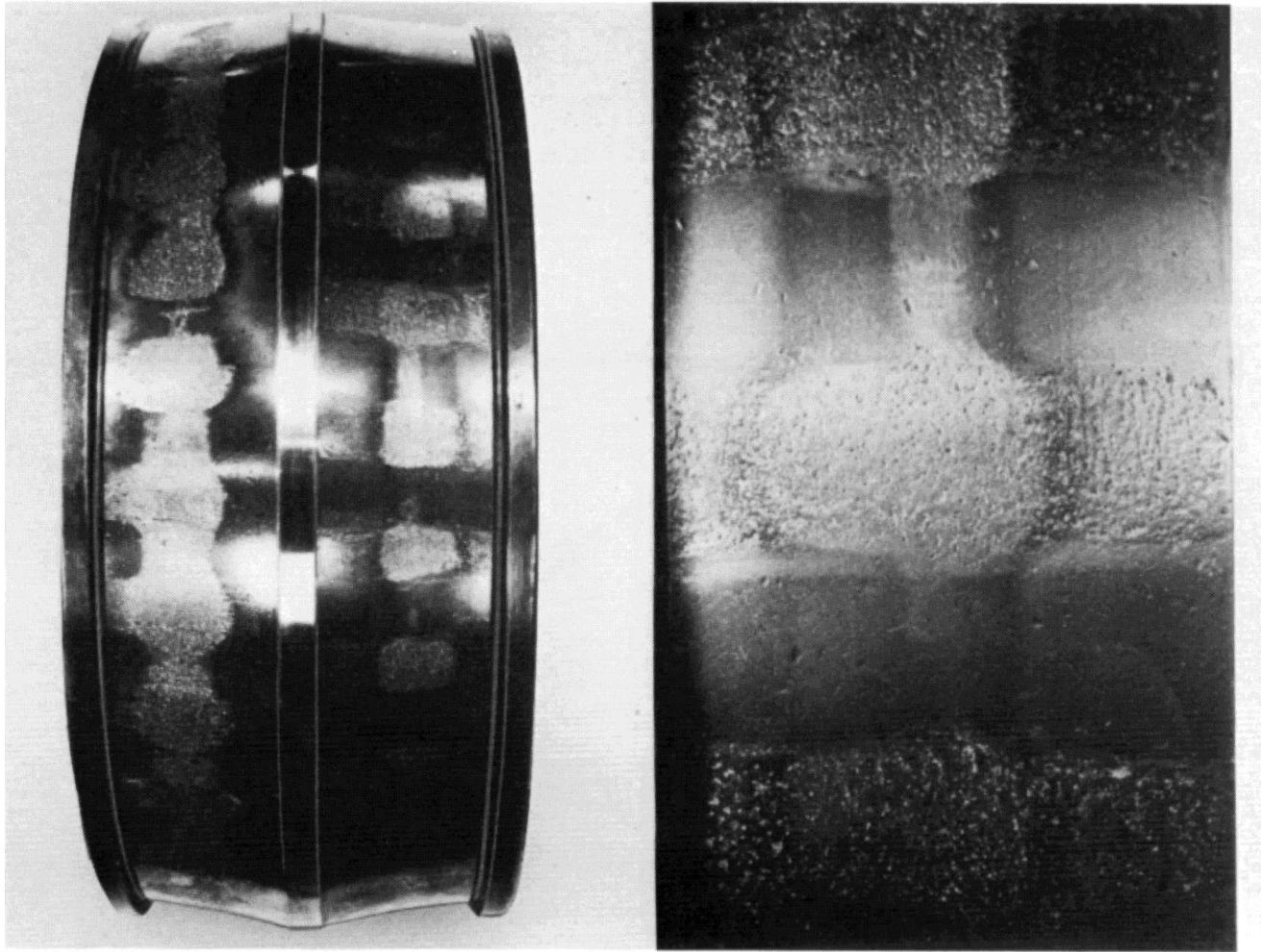
En el desgaste abrasivo, se levanta material de la capa superficial



rotura por desgaste  
abrasivo intenso

# CORROSIÓN

## ACCIÓN DE AGENTES CORROSIVOS



corrosión y fatiga de los caminos de rodadura, debido a la acción del 6% de agua y jugo de caña de azúcar en la grasa de lubricación, luego de un largo período de inactividad

# CORROSIÓN

## ACCIÓN DE AGENTES CORROSIVOS



Aro de rodamiento axial corroído por la presencia de agua

# CORROSIÓN

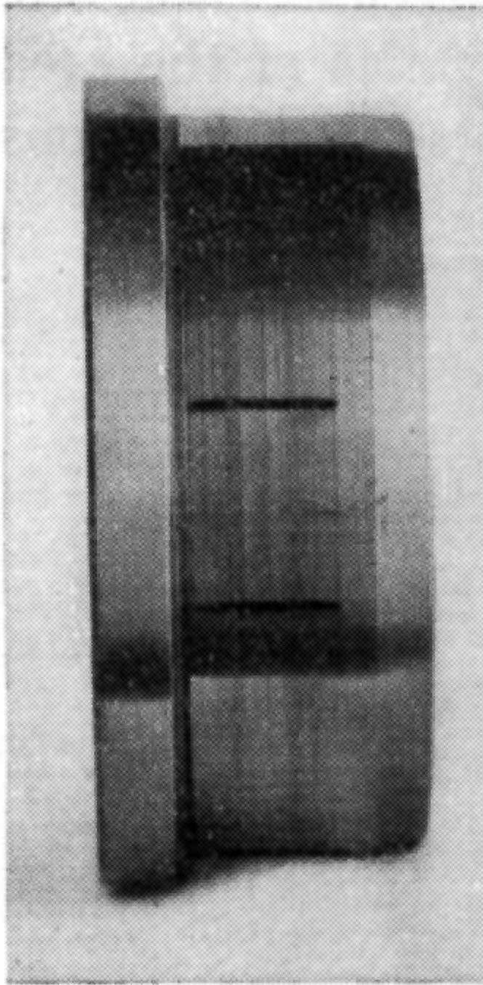
## ACCIÓN DE AGENTES CORROSIVOS



Marcas de corrosión entre los elementos de rodadura y la pista, debidos a una grasa inadecuada y un prolongado período de inactividad.

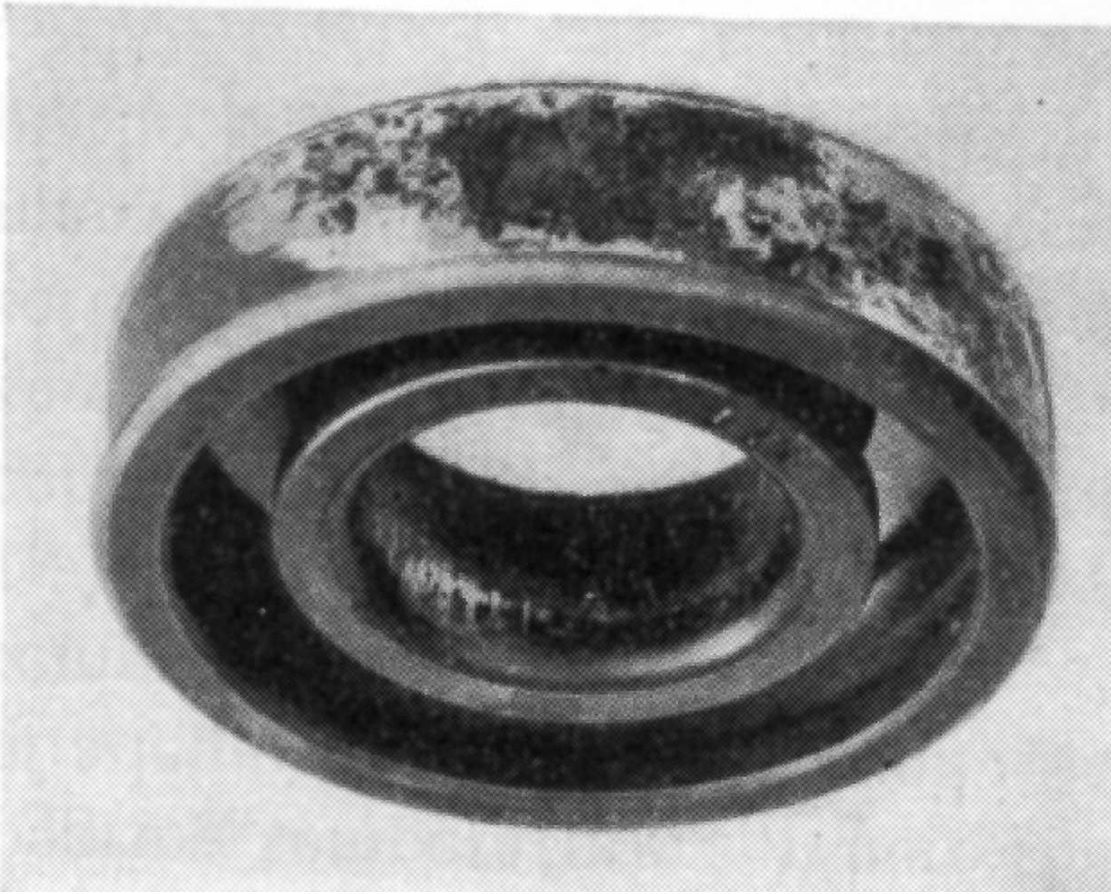
# CORROSIÓN POR VIBRACIÓN

Las investigaciones teóricas han mostrado que marcas causadas por un tipo especial de desgaste, el cual se lo conoce como corrosión por vibración o "*falso Brinelling*", se origina en la periferia de las superficies en contacto, y son causadas por fuerzas tangenciales de fricción que se producen allí durante las deformaciones elásticas. Un examen con gran aumento de las zonas afectadas demuestra que las huellas se deben a una desaparición del material y no a una hendidura (*brinelling*) como en el caso de choques o sobre cargas



# CORROSIÓN POR FROTAMIENTO

La vibración y la debilidad del ajuste pueden producir una oxidación superficial normalmente conocida como corrosión por frotamiento, por contacto o corrosión por ludimiento



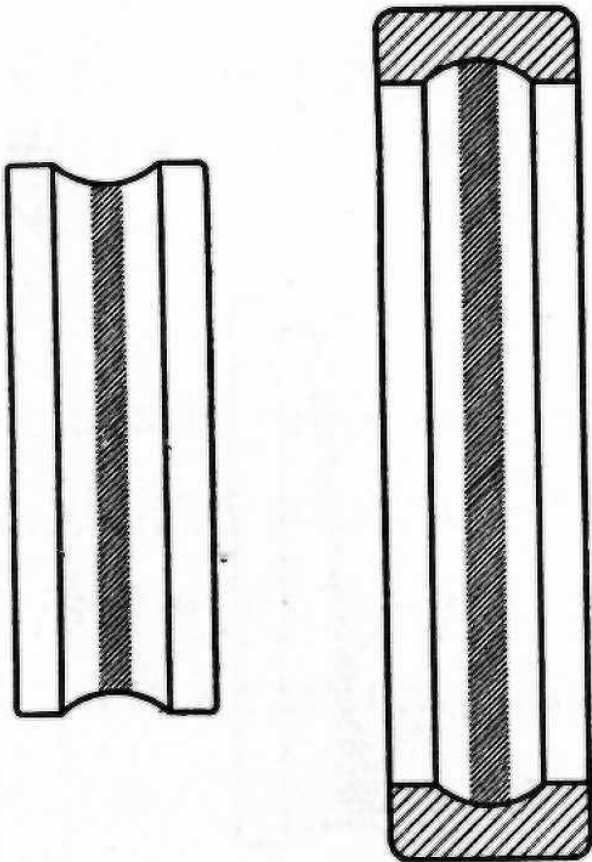
# CORROSIÓN POR FROTAMIENTO



corrosión de contacto  
muy avanzada con  
pérdida de material

# INSTALACIÓN INCORRECTA

## DISEÑO DEFECTUOSO DE LAS PARTES ANEXAS AL RODAMIENTO



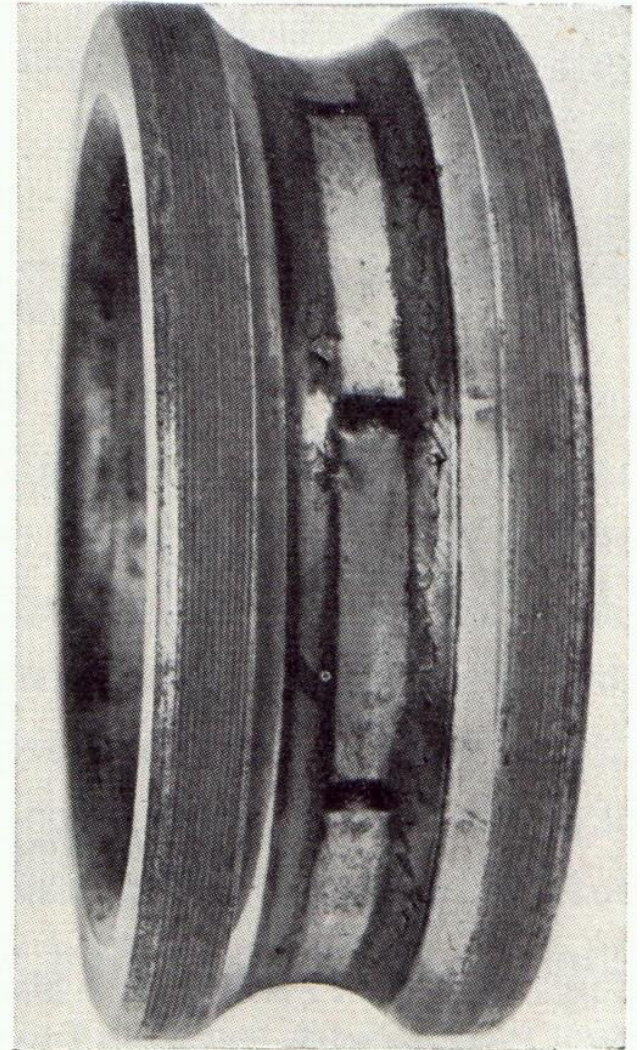
Si existe una buena alineación entre el eje y su soporte, las huellas dejadas por los elementos rodantes debido a una excesiva precarga se observan en toda la extensión de los caminos de rodadura

# INSTALACIÓN INCORRECTA

## DISEÑO DEFECTUOSO DE LAS PARTES ANEXAS AL RODAMIENTO

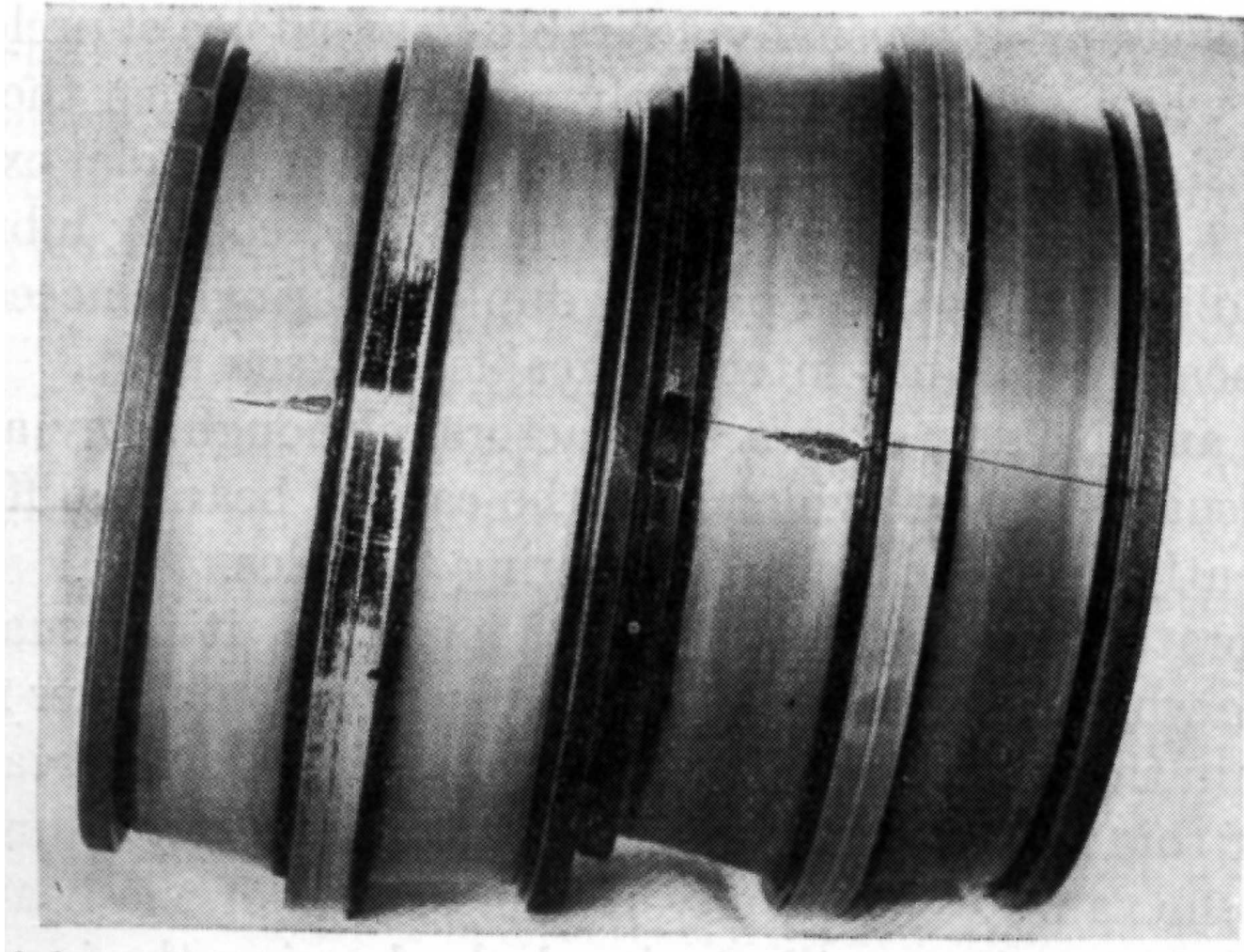
Una precarga que anule el juego interno produce elevación de la temperatura de funcionamiento. La figura muestra un aro interno de un rodamiento de bolas en el cual la elevación de temperatura permitió que el material haya sido rolado y desplazado hacia los contornos de la pista.

Las marcas adicionales de los elementos rodantes que se observan en la figura pueden deberse a una súbita carga sobre el rodamiento



# **INSTALACIÓN INCORRECTA**

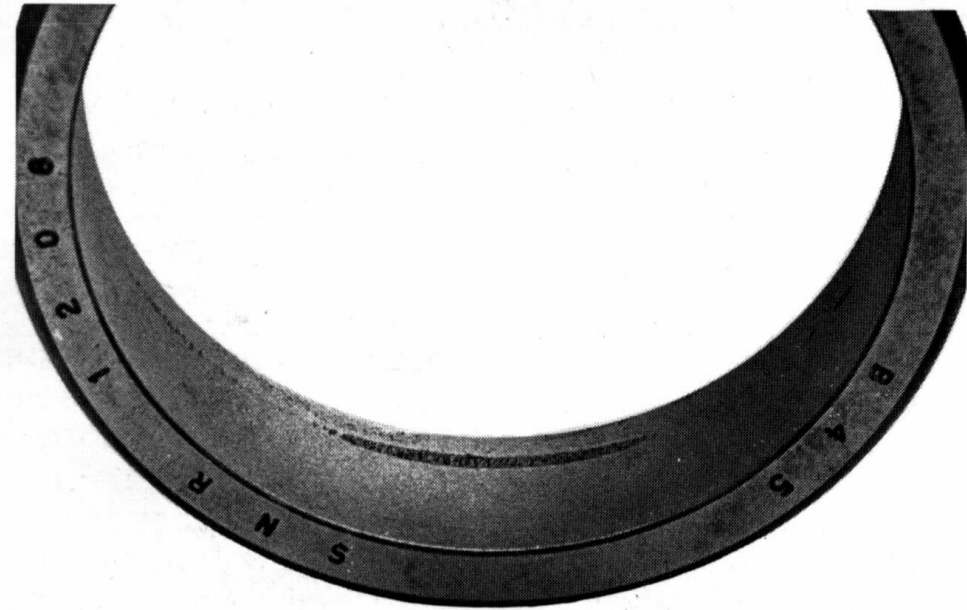
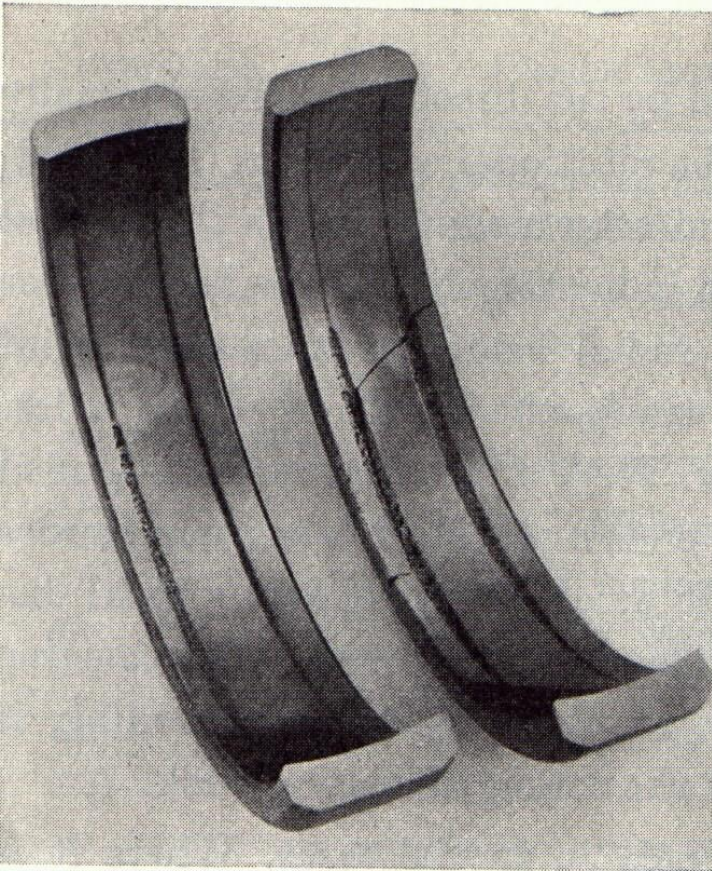
## **DISEÑO DEFECTUOSO DE LAS PARTES ANEXAS AL RODAMIENTO**



Rotura de pista interior debido a excesiva interferencia de montaje sobre el eje

# INSTALACIÓN INCORRECTA

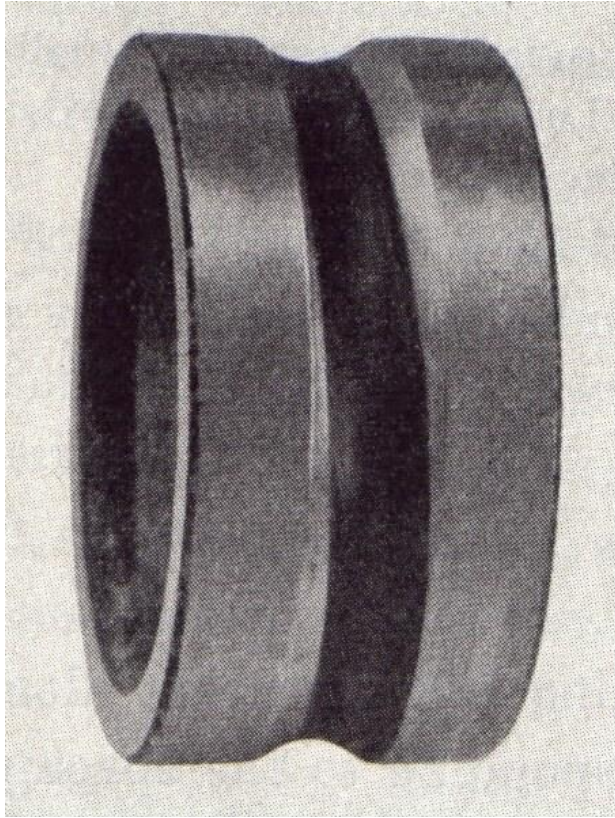
## DISEÑO DEFECTUOSO DE LAS PARTES ANEXAS AL RODAMIENTO



avería por precarga interna debido a una deformación ovalizada del aro externo de un rodamiento por defecto de mecanizado del apoyo

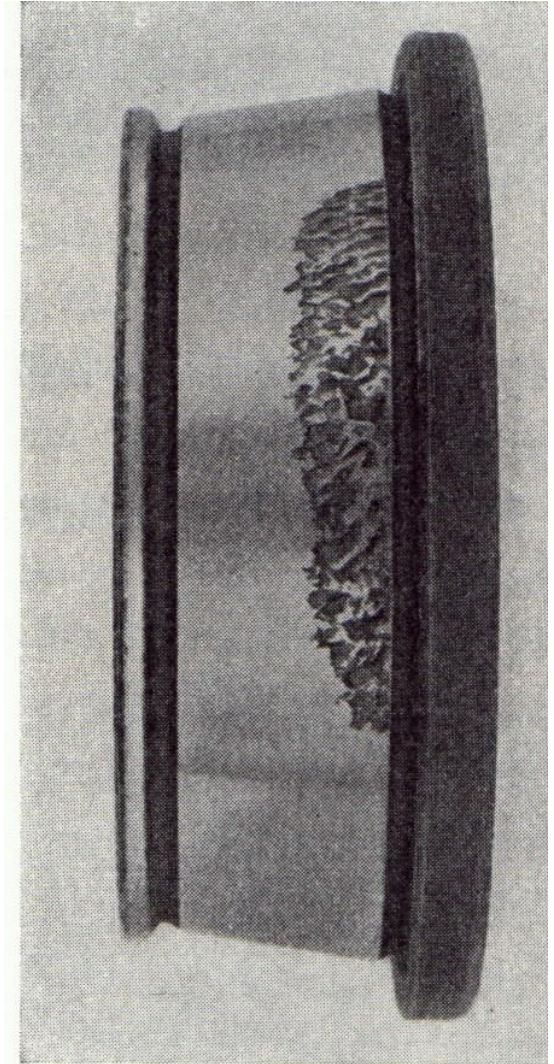
# INSTALACIÓN INCORRECTA

## DISEÑO DEFECTUOSO DE LAS PARTES ANEXAS AL RODAMIENTO



huella por sobrecarga debida a desalineación en un aro interno de un rodamiento de bolas en el cual el aro externo es el rotante

avería por sobrecarga debida a desalineación en un aro interno de un rodamiento cónico



# INSTALACIÓN INCORRECTA

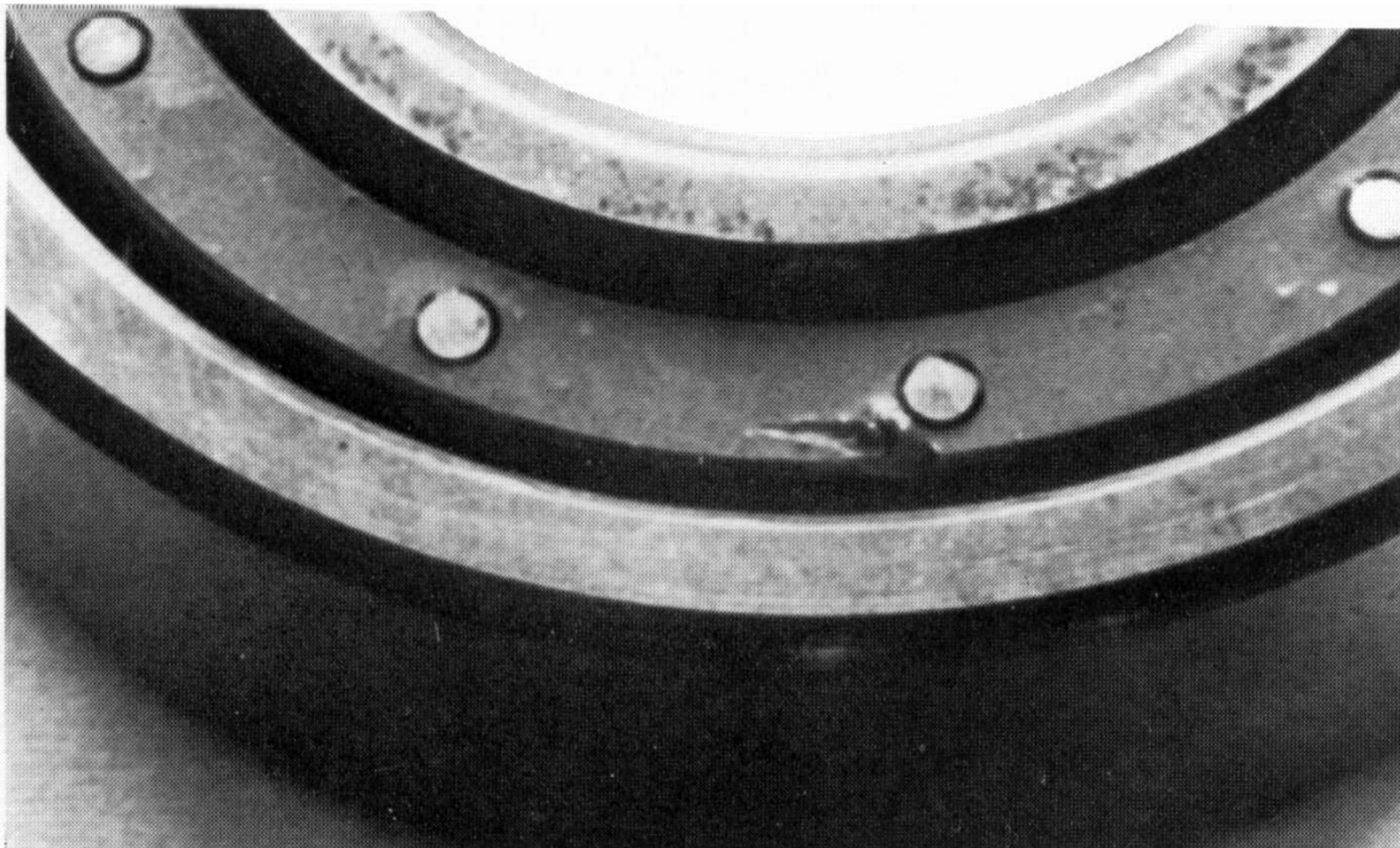
## MONTAJE POR MÉTODOS NO CONVENIENTES



rotura del borde de contención de los rodillos debido a un montaje a golpes

# **INSTALACIÓN INCORRECTA**

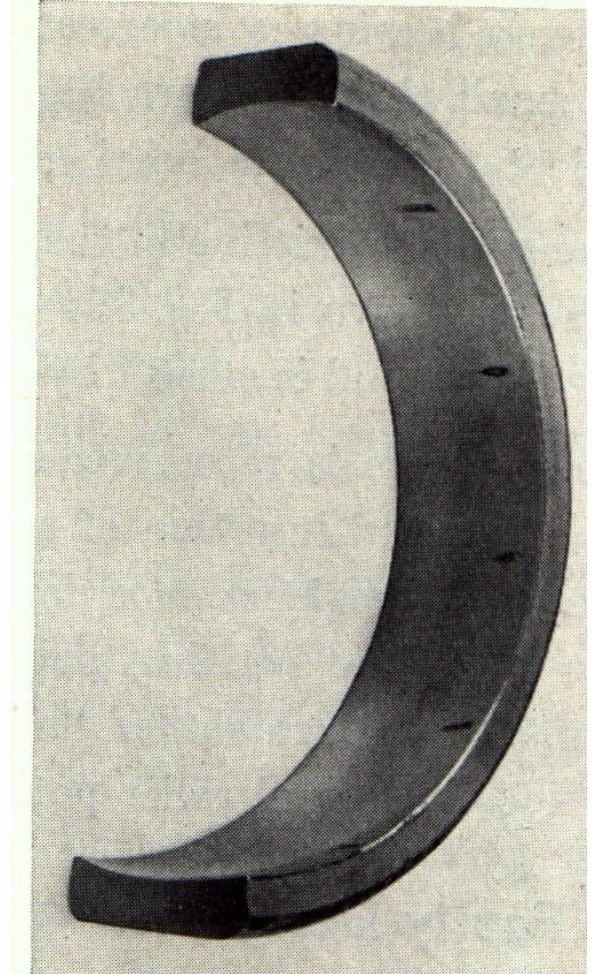
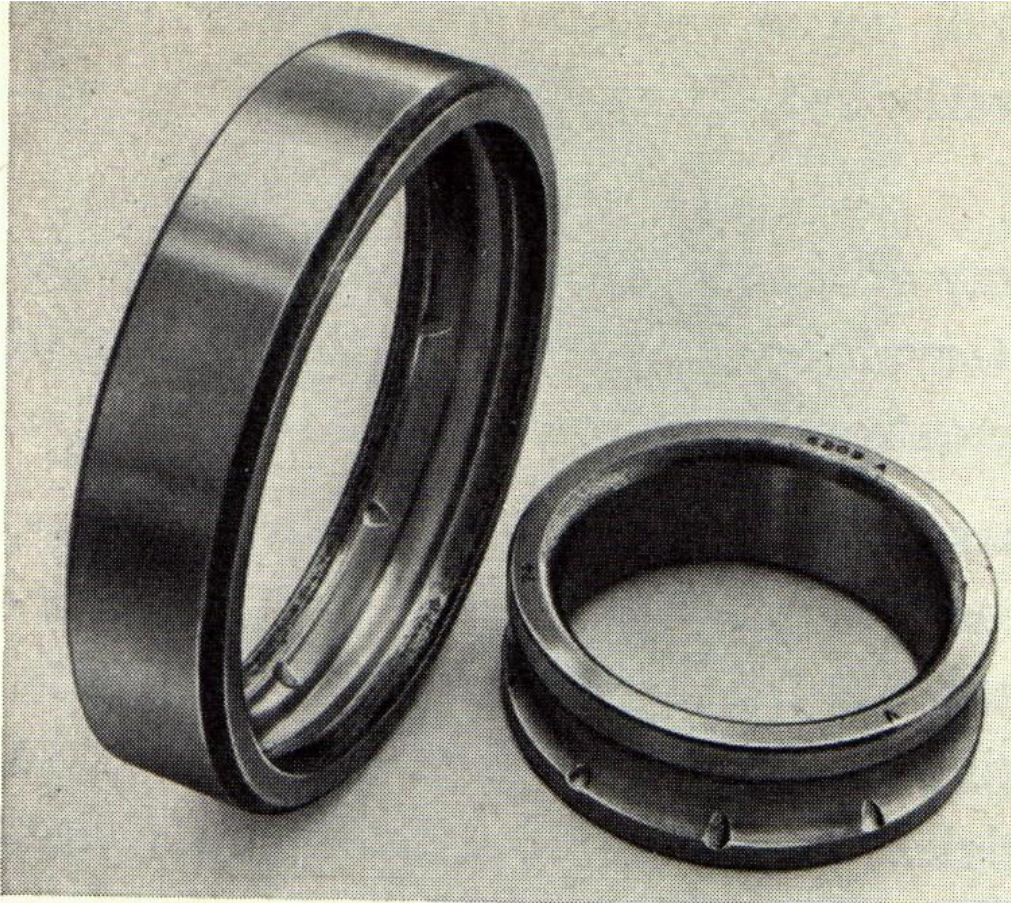
## **MONTAJE POR MÉTODOS NO CONVENIENTES**



deterioro de la jaula debido a golpes durante el montaje

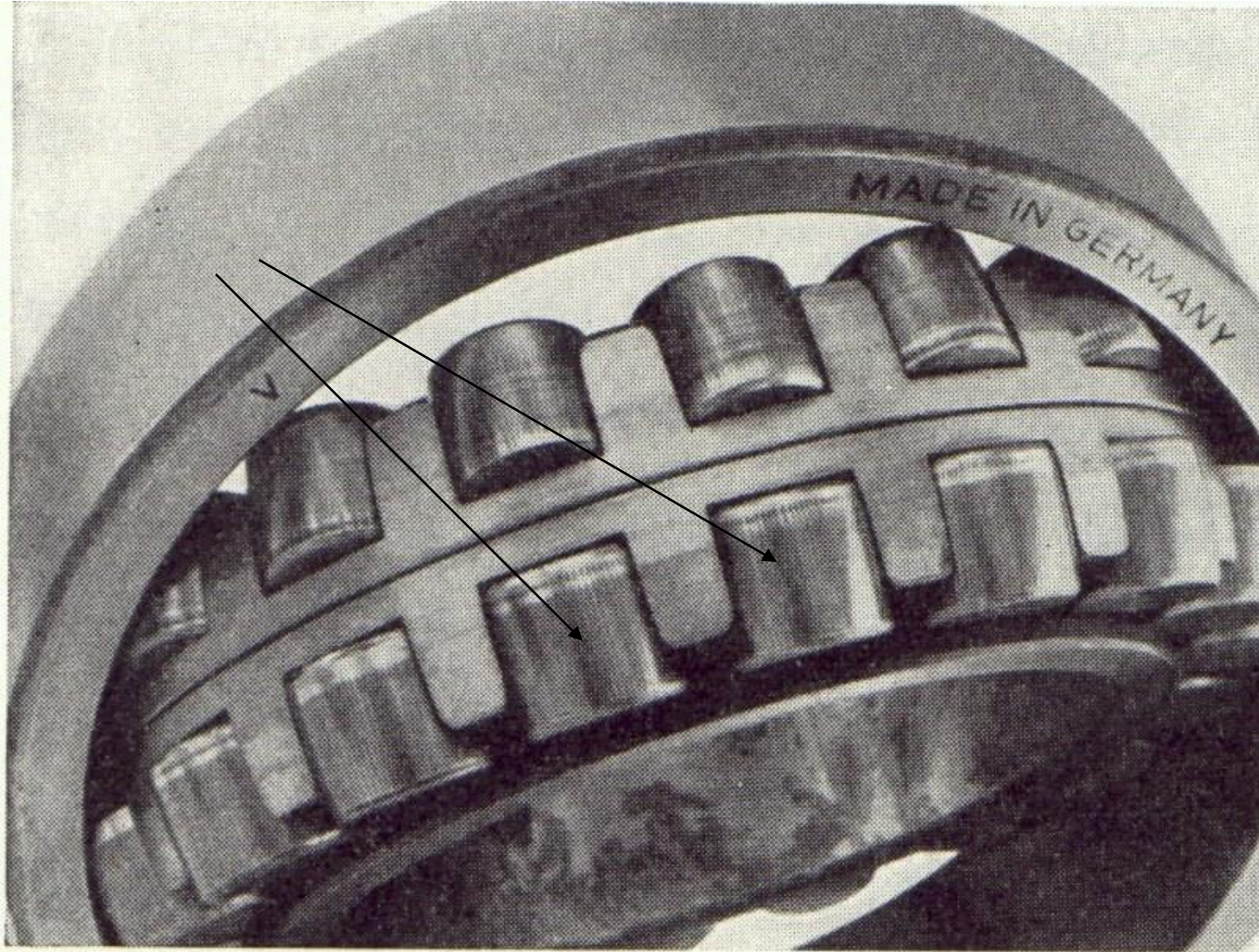
# INSTALACIÓN INCORRECTA

## MONTAJE POR MÉTODOS NO CONVENIENTES



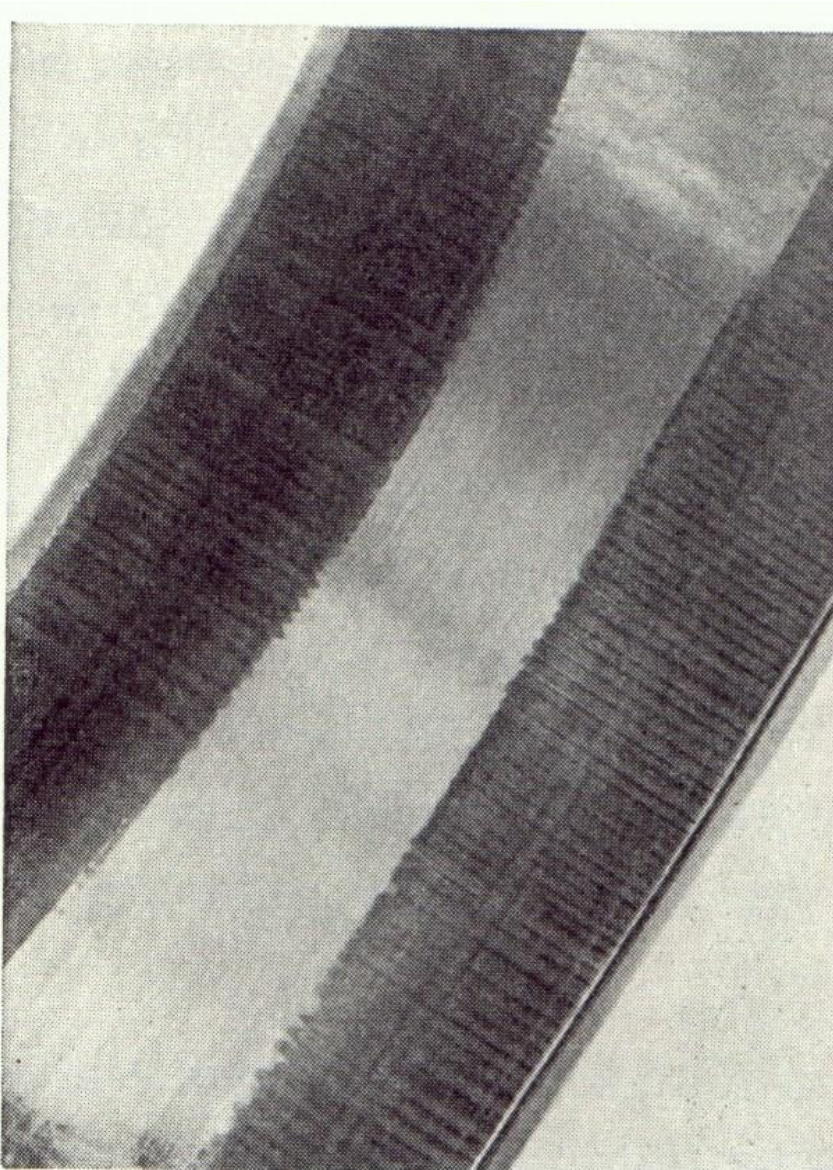
marcas de los elementos rodantes causados por una carga excesiva durante el desmontaje

# OTROS MOTIVOS DE DAÑO. PASAJE DE CORRIENTE ELÉCTRICA



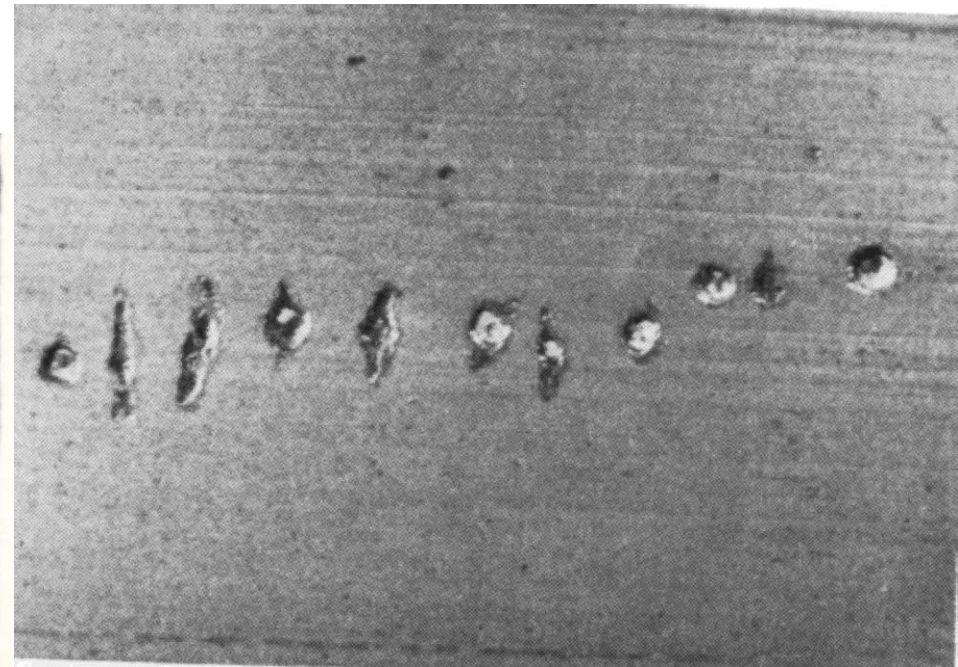
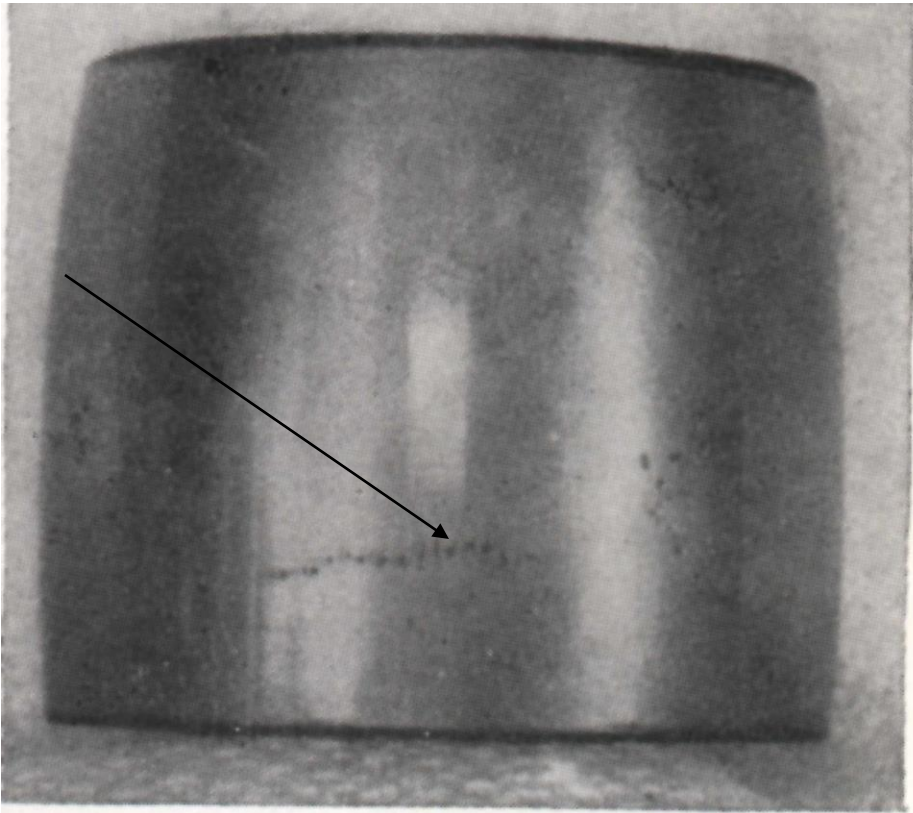
estrías en los rodillos de un cojinete de rodillos a rótula derivadas del pasaje de una corriente eléctrica

## **OTROS MOTIVOS DE DAÑO. PASAJE DE CORRIENTE ELÉCTRICA**



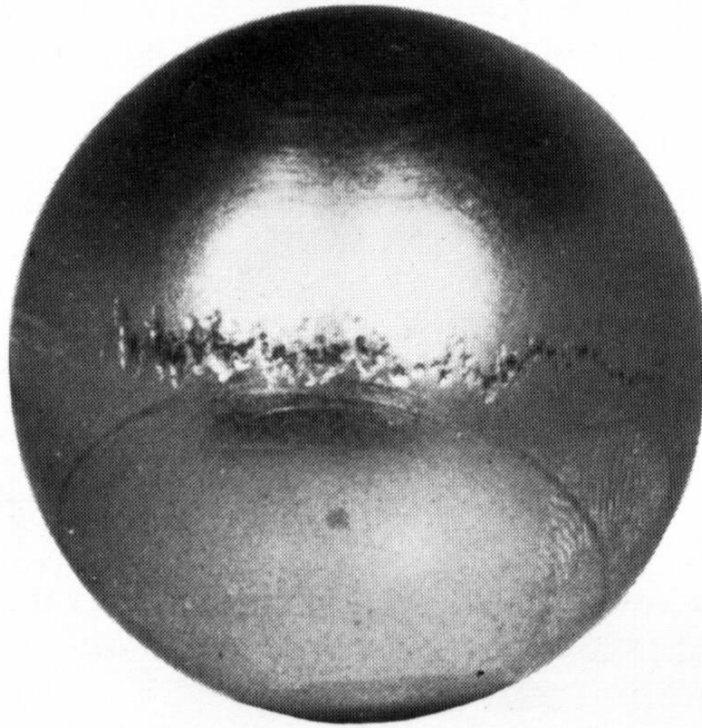
estrías formadas en la pista exterior de un cojinete de rodillos a rótula debidas al pasaje de una corriente eléctrica

# OTROS MOTIVOS DE DAÑO. PASAJE DE CORRIENTE ELÉCTRICA



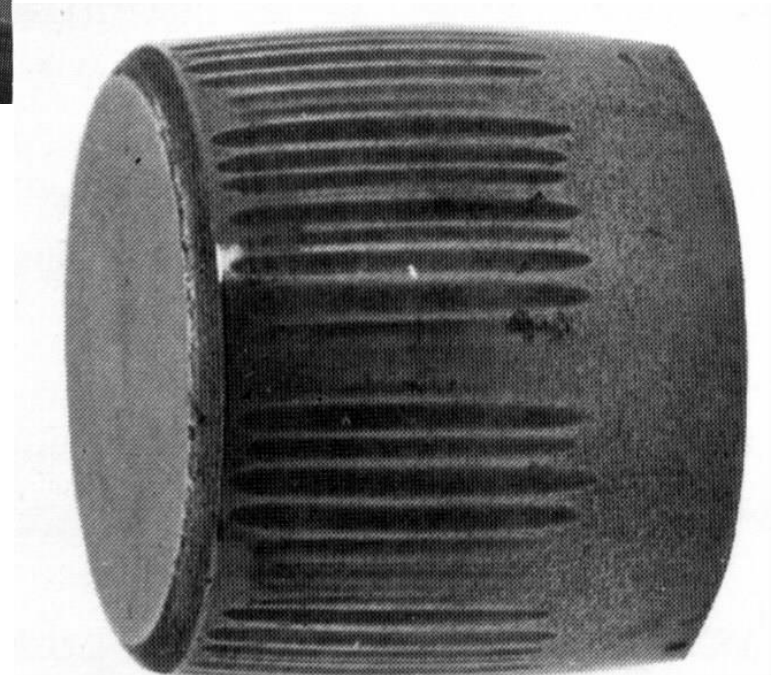
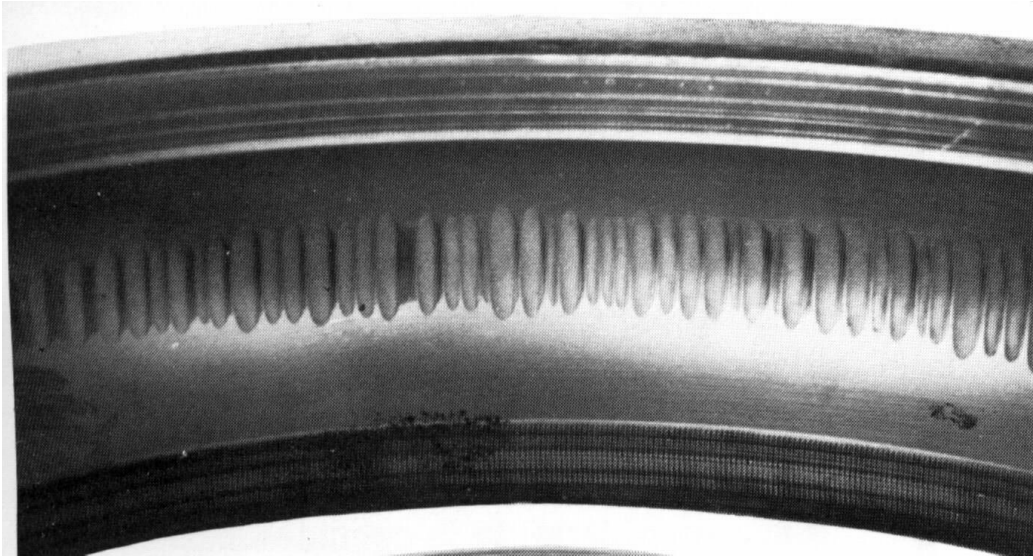
picado superficial sobre un rodillo esférico causado por el pasaje de una corriente eléctrica relativamente grande y detalle de la zona afectada

# OTROS MOTIVOS DE DAÑO. PASAJE DE CORRIENTE ELÉCTRICA



El constante pasaje de una pequeña corriente eléctrica que se mantiene en unos pocos mili amperes, da como resultado una multitud de pequeños cráteres sobre la superficie del rodamiento

# OTROS MOTIVOS DE DAÑO. PASAJE DE CORRIENTE ELÉCTRICA



Un posible remedio para evitar el pasaje de la corriente por el rodamiento puede ser, o bien aislando el soporte del rodamiento, o bien conectando a tierra el eje a través de escobillas

# ALTAS TEMPERATURAS

Entendemos el trabajo de los rodamientos en un ambiente circundante de alta temperatura y no la que puede generar el propio rodamiento por su funcionamiento o por defectos derivados de otros factores ya expuestos



coloración  
superficial debido a  
la exposición a alta  
temperatura

# **SITIOS EN LA INTERNET RELACIONADOS CON RODAMIENTOS:**

- [www.itiball.com](http://www.itiball.com)
- [www.steel-balls.com](http://www.steel-balls.com)
- [www.marietta.com.ar](http://www.marietta.com.ar)
- [www.fersa.com](http://www.fersa.com)
- [www.la.nsk.com](http://www.la.nsk.com)
- [www.bianchicuscinetti.it](http://www.bianchicuscinetti.it)
- [www.timken.com](http://www.timken.com)
- [www.fag.de](http://www.fag.de)
- [www.skf.com](http://www.skf.com)
- [www.ntn.ca](http://www.ntn.ca)