



1



Análisis de Falla en Rodamientos: Aplicación de RCFA e ISO 15243.

F. Alejandro Pérez Martínez

Director General MTF



2



¿por qué fallan los rodamientos?

#CMCColombia2025

CONGRESO DE MANTENIMIENTO & CONFIABILIDAD COLOMBIA 2ª EDICIÓN

3

40% lubricación

#CMCColombia2025

Fuente: SKF Bearing Maintenance Handbook, ISO 15243:2017, NSK Bearing Trouble Shooting Guide, literatura técnica de Timken y estudios de confiabilidad industrial (Mobius Institute, PRÜFTECHNIK).

CONGRESO DE MANTENIMIENTO & CONFIABILIDAD COLOMBIA 2ª EDICIÓN

4

25% instalación

#CMCColombia2025

Fuente: SKF Bearing Maintenance Handbook, ISO 15243:2017, NSK Bearing Trouble Shooting Guide, literatura técnica de Timken y estudios de confiabilidad industrial (Mobius Institute, PRÜFTECHNIK).

CONGRESO DE MANTENIMIENTO & CONFIABILIDAD COLOMBIA 2ª EDICIÓN

This infographic features a yellow background with a faint grid pattern. The number '25' is rendered in large white font with a red-to-white gradient at the bottom. The percentage sign '%' is in red. The word 'instalación' is in red. The bottom left contains the hashtag '#CMCColombia2025'. The bottom center has a source attribution in small black text. The bottom right features the logo for the 'CONGRESO DE MANTENIMIENTO & CONFIABILIDAD COLOMBIA 2ª EDICIÓN'.

5

15% contaminantes

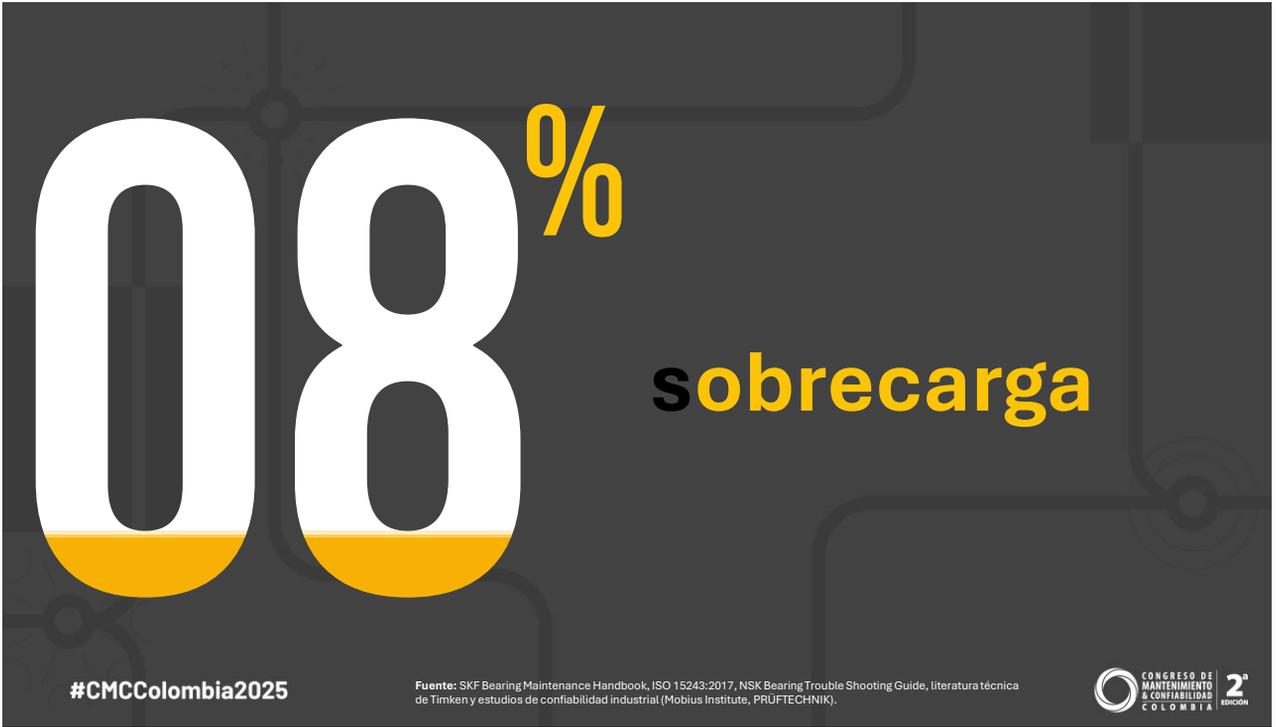
#CMCColombia2025

Fuente: SKF Bearing Maintenance Handbook, ISO 15243:2017, NSK Bearing Trouble Shooting Guide, literatura técnica de Timken y estudios de confiabilidad industrial (Mobius Institute, PRÜFTECHNIK).

CONGRESO DE MANTENIMIENTO & CONFIABILIDAD COLOMBIA 2ª EDICIÓN

This infographic features a red background with a faint grid pattern. The number '15' is rendered in large white font with a blue-to-white gradient at the bottom. The percentage sign '%' is in white. The word 'contaminantes' is in yellow. The bottom left contains the hashtag '#CMCColombia2025'. The bottom center has a source attribution in small black text. The bottom right features the logo for the 'CONGRESO DE MANTENIMIENTO & CONFIABILIDAD COLOMBIA 2ª EDICIÓN'.

6



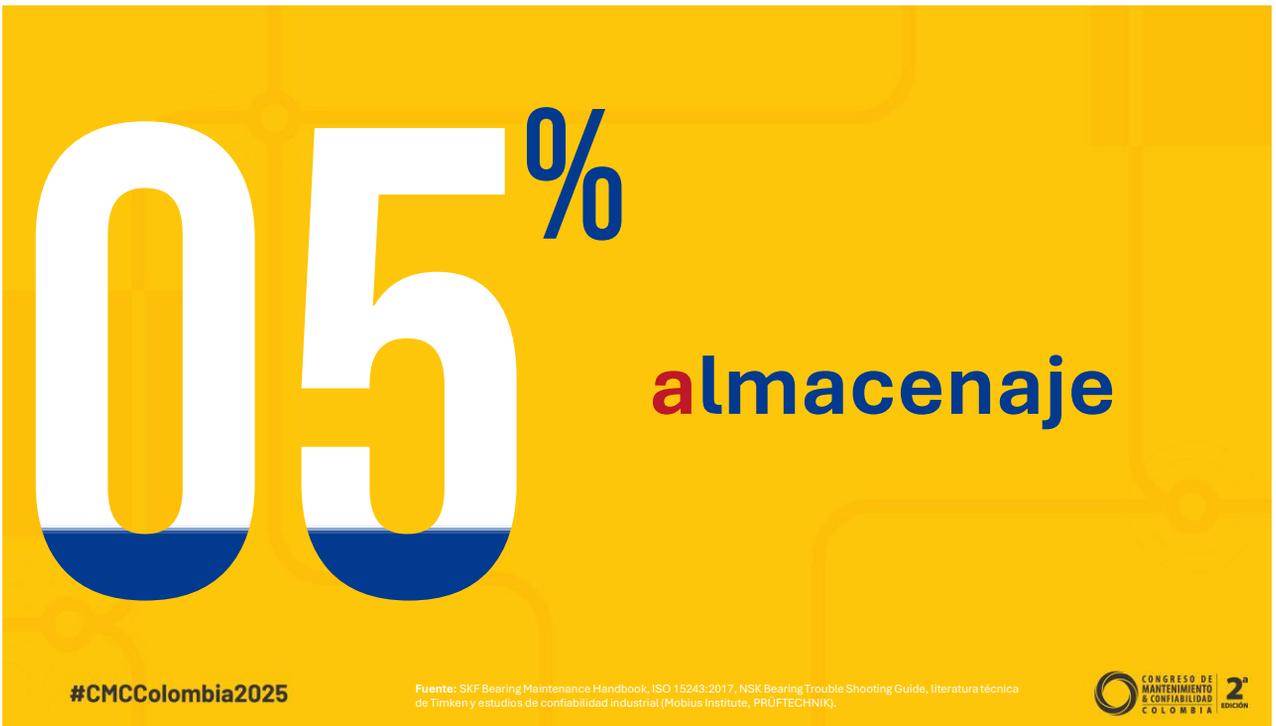
08%
sobrecarga

#CMCColombia2025

Fuente: SKF Bearing Maintenance Handbook, ISO 15243:2017, NSK Bearing Trouble Shooting Guide, literatura técnica de Timken y estudios de confiabilidad industrial (Mobius Institute, PRÜFTECHNIK).

CONGRESO DE MANTENIMIENTO & CONFIABILIDAD COLOMBIA 2ª EDICIÓN

7



05%
almacenaje

#CMCColombia2025

Fuente: SKF Bearing Maintenance Handbook, ISO 15243:2017, NSK Bearing Trouble Shooting Guide, literatura técnica de Timken y estudios de confiabilidad industrial (Mobius Institute, PRÜFTECHNIK).

CONGRESO DE MANTENIMIENTO & CONFIABILIDAD COLOMBIA 2ª EDICIÓN

8

05%
erosión
eléctrica

#CMCColombia2025

Fuente: SKF Bearing Maintenance Handbook, ISO 15243:2017, NSK Bearing Trouble Shooting Guide, literatura técnica de Timken y estudios de confiabilidad industrial (Mobius Institute, PRÜFTECHNIK).

CONGRESO DE MANTENIMIENTO & CONFIABILIDAD COLOMBIA 2ª EDICIÓN

9

02%
vida útil
alcanzada

#CMCColombia2025

Fuente: SKF Bearing Maintenance Handbook, ISO 15243:2017, NSK Bearing Trouble Shooting Guide, literatura técnica de Timken y estudios de confiabilidad industrial (Mobius Institute, PRÜFTECHNIK).

CONGRESO DE MANTENIMIENTO & CONFIABILIDAD COLOMBIA 2ª EDICIÓN

10

UNIFICANDO CRITERIOS

#CMCColombia2025



11

ISO 15243



Modo de falla



Mecanismo de falla



Causa de falla

#CMCColombia2025



12



La forma en que el rodamiento pierde la capacidad de desempeñar su función



Modo de falla



Mecanismo de falla



Causa de falla

#CMCColombia2025



13



La forma en que el rodamiento pierde la capacidad de desempeñar su función



Modo de falla

Es el catalizador y el cambio físico en el rodamiento hacia la falla



Mecanismo de falla



Causa de falla

#CMCColombia2025



14

MTF

La forma en que el rodamiento pierde la capacidad de desempeñar su función



Modo de falla

Es el catalizador y el cambio físico en el rodamiento hacía la falla



Mecanismo de falla

Conjunto de circunstancias que conducen a la falla del rodamiento



Causa de falla

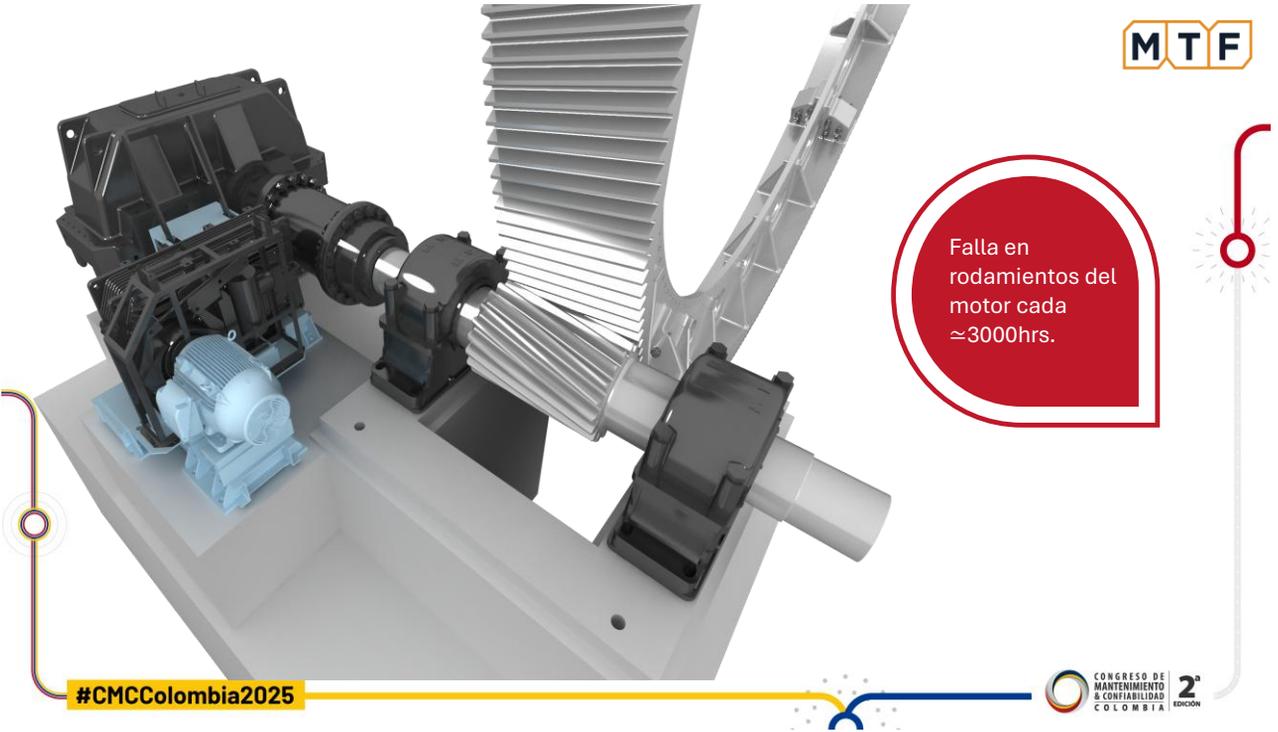
#CMCColombia2025

CONGRESO DE MANTENIMIENTO & CONFIABILIDAD C O L O M B I A 2ª EDICIÓN

El problema

#CMCColombia2025

CONGRESO DE MANTENIMIENTO & CONFIABILIDAD C O L O M B I A 2ª EDICIÓN



17



18



MTF

\$48,000.00 dólares por consumo de combustible

\$4,500.00 dólares por horas hombre

CONGRESO DE MANTENIMIENTO & CONFIABILIDAD COLOMBIA 2ª EDICIÓN

19



MTF

\$48,000.00 dólares por consumo de combustible

\$4,500.00 dólares por horas hombre

\$24,000.00 dólares por reparaciones con proveedores

CONGRESO DE MANTENIMIENTO & CONFIABILIDAD COLOMBIA 2ª EDICIÓN

20



MTF

\$48,000.00 dólares por consumo de combustible

\$4,500.00 dólares por horas hombre

\$24,000.00 dólares por reparaciones con proveedores

\$61,500.00 dólares por compra y adecuación para nuevo motor (CAPEX)

CONGRESO DE MANTENIMIENTO & CONFIABILIDAD COLOMBIA 2ª EDICIÓN

21



MTF

\$48,000.00 dólares por consumo de combustible

\$4,500.00 dólares por horas hombre

\$24,000.00 dólares por reparaciones con proveedores

\$61,500.00 dólares por compra y adecuación para nuevo motor (CAPEX)

\$138,000.00 usd.

CONGRESO DE MANTENIMIENTO & CONFIABILIDAD COLOMBIA 2ª EDICIÓN

22

Arreglo de rodamientos



DGBB
6217/VL0271/C3

d= 85 mm
D=150 mm
B= 28 mm

C= 87.1kN
V_r= 9,000 rpm
V_i= 5,600 rpm

T=75°C
n= 1800rpm



DGBB
6217/VL0271/C3

#CMCColombia2025



ISO 281:2007



Valores orientativos de vida nominal requeridos para diferentes clases de máquinas

| Clase de máquinas | Vida nominal Horas de funcionamiento |
|---|---|
| Electrodomésticos, máquinas agrícolas, instrumentos, equipos técnicos de uso médico | 300 ... 3 000 |
| Máquinas usadas intermitentemente o por cortos períodos: herramientas eléctricas portátiles, aparatos elevadores en talleres, máquinas y equipos para la construcción | 3 000 ... 8 000 |
| Máquinas para trabajar con alta fiabilidad de funcionamiento por cortos períodos o intermitentemente: ascensores (elevadores), grúas para mercancías embaladas o eslingas de tambores, etc. | 8 000 ... 12 000 |
| Máquinas para 8 horas de trabajo diario, no siempre totalmente utilizadas: transmisiones por engranajes para uso general, motores eléctricos de uso industrial, machacadoras rotativas | 10 000 ... 25 000 |
| Máquinas para 8 horas de trabajo diario totalmente utilizadas: máquinas herramientas, máquinas para trabajar la madera, máquinas para la industria de ingeniería, grúas para materiales a granel, ventiladores, cintas transportadoras, equipos para imprentas, separadores y centrifugas | 20 000 ... 30 000 |
| Máquinas para trabajo continuo, maquinaria eléctrica de tamaño medio, maquinaria textil | 40 000 ... 50 000 |
| Máquinas para la industria de energía, los engranajes, los rodamientos del generador | 30 000 ... 100 000 |
| Maquinaria para el abastecimiento de agua, hornos giratorios, máquinas cableadoras, maquinaria de propulsión para transatlánticos | 60 000 ... 100 000 |
| Maquinaria eléctrica de gran tamaño, centrales eléctricas, bombas y ventiladores para minas, rodamientos para la línea de ejes de transatlánticos | > 100 000 |

- T= <71°C
- C/P= 4-8
- Ndm= 300,000mm/min
- Grasa aceite mineral,
 - jabón de litio
 - NLGI no. 2
 - viscosidad cinemática no mayor a 200cSt
- Contaminación normal

#CMCColombia2025



Metodología FMEA - Análisis de Modo y Efecto de Fallas en rodamientos, **método que **identifica** modos de falla, **evaluar** sus riesgos e **implementar** acciones proactivas y preventivas**

#CMCColombia2025



25

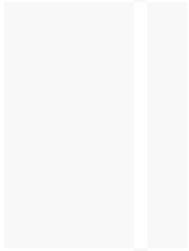
ANÁLISIS DE LOS MODOS DE FALLA EN RODAMIENTOS

Basado en la ISO 15243

#CMCColombia2025

26

ISO 15243:2017



#CMCColombia2025



ISO 15243:2017



5.1 Fatiga

5.1.2 Sub-superficial

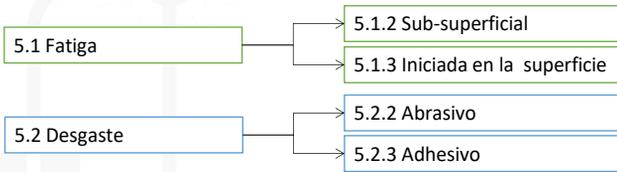
5.1.3 Iniciada en la superficie



#CMCColombia2025



ISO 15243:2017

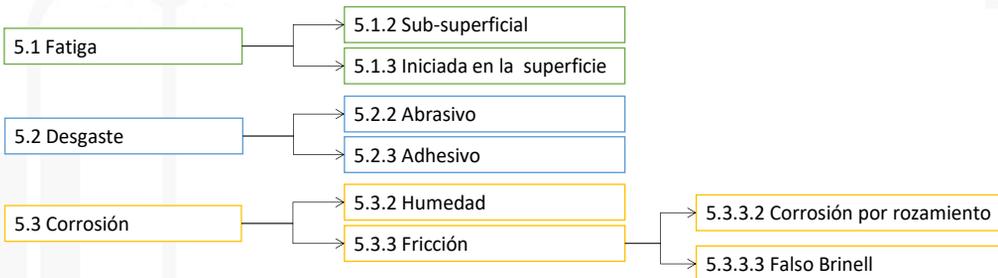


#CMCColombia2025



29

ISO 15243:2017



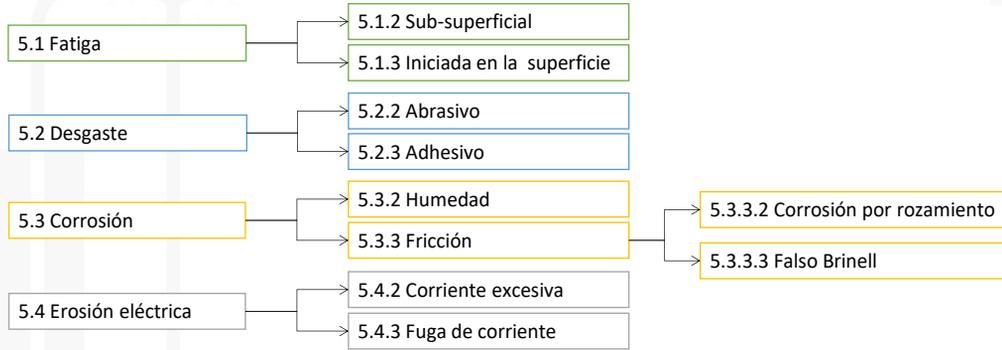
#CMCColombia2025



30



ISO 15243:2017



#CMCColombia2025



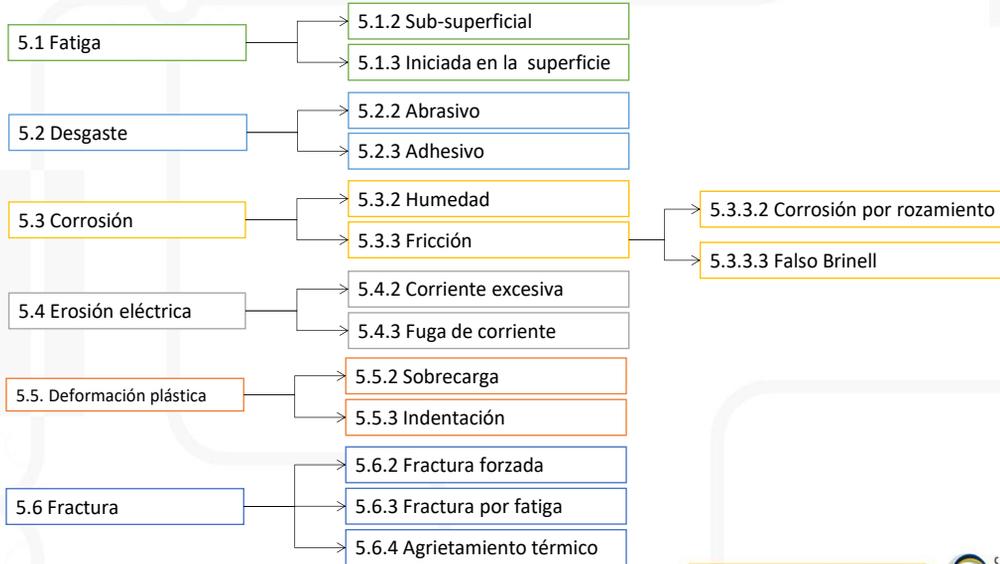
ISO 15243:2017



#CMCColombia2025



ISO 15243:2017



#CMCColombia2025





15

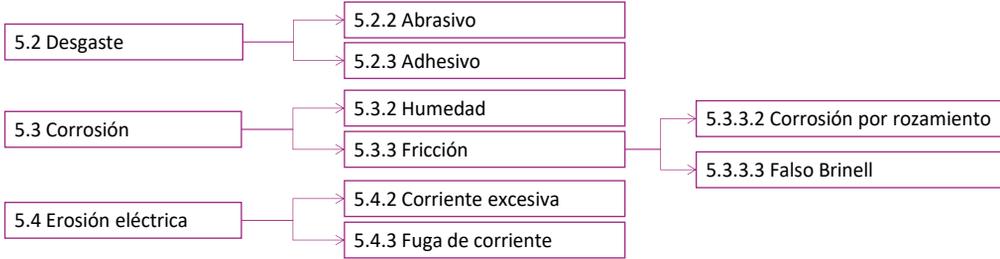


Minutos para examinar rodamientos.

#CMCColombia2025

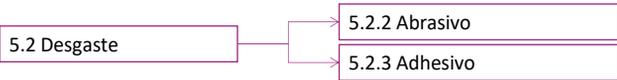


ISO 15243:2017



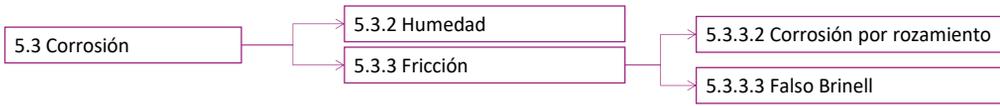
#CMCColombia2025

ISO 15243:2017



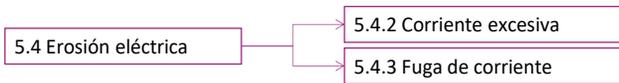
#CMCColombia2025

ISO 15243:2017



#CMCColombia2025

ISO 15243:2017



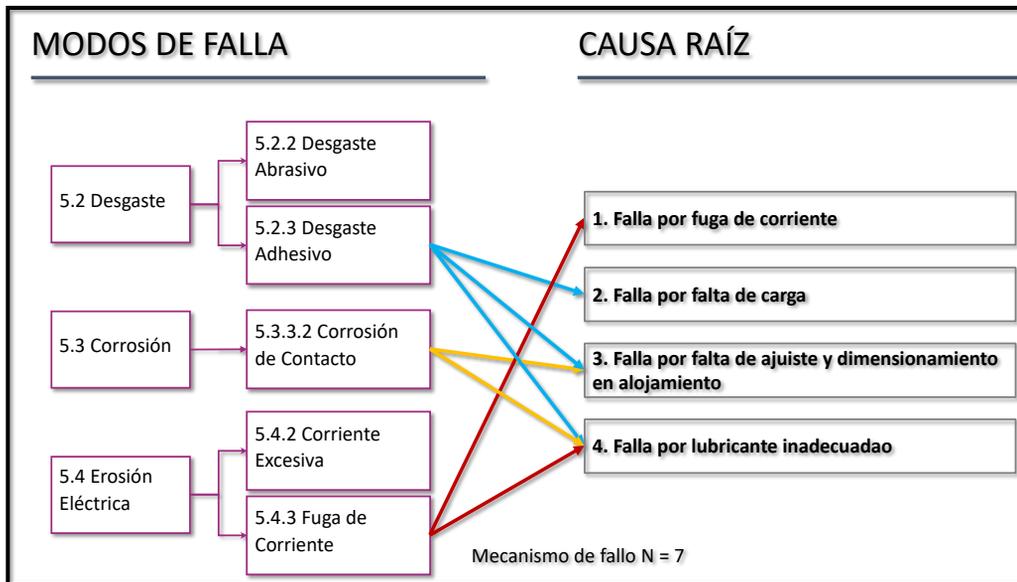
#CMCColombia2025

ESTUDIO DE CAUSA RAÍZ PARA LOS MODOS DE FALLA EN RODAMIENTOS

Hipótesis de causa raíz para los modos de falla



#CMCColombia2025



#CMCColombia2025

Resolviendo la falla por fuga de corriente

#CMCColombia2025

41



Rodamientos

Con aislamiento de óxido de aluminio, o inyección por plasma.



Anillos

Con escobillas aterrizadas en el eje, interior o exterior



Plata coloidal

Mejora la conductividad en el eje por un factor de 10



Tiras

De aterrizaje, colocadas correctamente

#CMCColombia2025

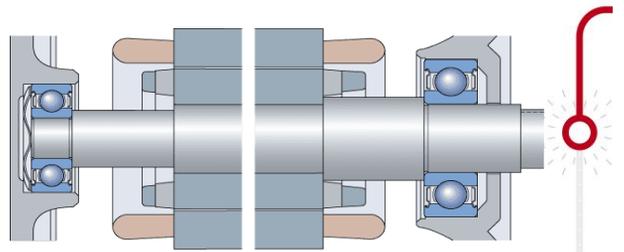
42

Resolviendo la falla por falta de carga

#CMCColombia2025


 CONGRESO DE
MANTENIMIENTO
& CONFIABILIDAD
COLOMBIA 2ª
EDICIÓN

43


 MTF


$$F = k d$$

F= Fuerza de precarga (kN)

k= factor de precarga

- 0.005 (<tamaño 10)
- 0.01 (≥ tamaño 10)
- 0.02 (vibraciones, sin importar tamaño)

d= Diámetro interior (mm)

#CMCColombia2025


 CONGRESO DE
MANTENIMIENTO
& CONFIABILIDAD
COLOMBIA 2ª
EDICIÓN

44

A yellow background slide featuring a large blue number '5' on the left. To its right is a red stopwatch icon. Below the icon, the text 'Minutos para cálculo.' is written in red. In the top right corner, there is a logo with the letters 'MTF' in black on a yellow background. In the bottom left corner, the hashtag '#CMCColombia2025' is displayed. In the bottom right corner, there is a circular logo for the 'CONGRESO DE MANTENIMIENTO Y CONFIABILIDAD COLOMBIA' with a '2ª EDICIÓN' badge next to it.

5

Minutos para cálculo.

#CMCColombia2025

CONGRESO DE MANTENIMIENTO Y CONFIABILIDAD COLOMBIA 2ª EDICIÓN

45

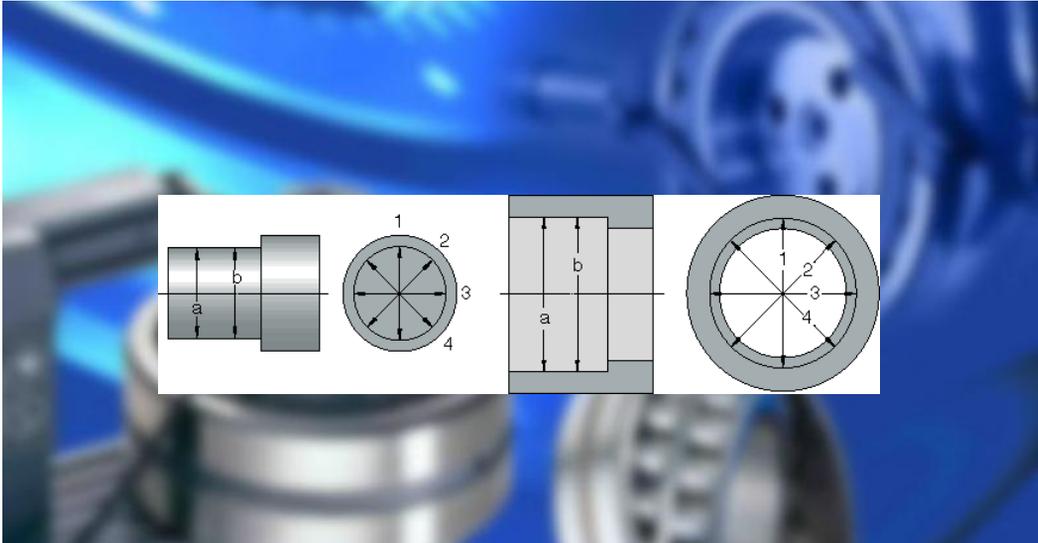
A dark grey background slide with the title 'Resolviendo la corrosión de contacto' in large white text. The background features faint, light grey circuit-like patterns. In the bottom left corner, the hashtag '#CMCColombia2025' is displayed. In the bottom right corner, there is a circular logo for the 'CONGRESO DE MANTENIMIENTO Y CONFIABILIDAD COLOMBIA' with a '2ª EDICIÓN' badge next to it.

Resolviendo la
corrosión de contacto

#CMCColombia2025

CONGRESO DE MANTENIMIENTO Y CONFIABILIDAD COLOMBIA 2ª EDICIÓN

46

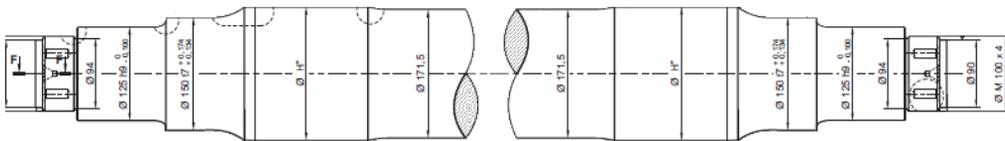


#CMCColombia2025



47

Cómo especificar la tolerancia



| | | | |
|---|-------------------|-------------|------------|
| 1 | Dimensión NOMINAL | | |
| 2 | Posición | Ejes | Minúsculas |
| | | Alojamiento | Mayúsculas |
| 3 | Grado | Cifra | |

Ejemplos:

- Ø 100r6
- Ø 45 M7
- Ø 100h9/IT5

#CMCColombia2025



48

10



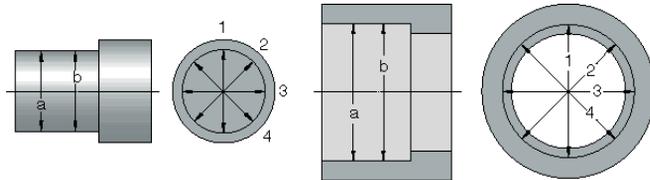
Minutos para cálculo.

#CMCColombia2025



49

Medidas actuales en eje y alojamiento



| | | 6217 lado carga | | 6217 lado libre | |
|-----|-----|-----------------|----------|-----------------|----------|
| Eje | Pos | 1 | 2 | 1 | 2 |
| | a | 85.030mm | 85.025mm | 85.030mm | 85.035mm |
| | b | 85.030mm | 85.30mm | 85.40mm | 85.040mm |

| | | 6217 lado carga | | 6217 lado libre | |
|-------------|-----|-----------------|-----------|-----------------|-----------|
| Alojamiento | Pos | 1 | 2 | 1 | 2 |
| | a | 150.098mm | 150.098mm | 150.020mm | 150.020mm |
| | b | 150.098mm | 150.098mm | 150.020mm | 150.020mm |

#CMCColombia2025



50

Selección del ajuste adecuado eje (ISO 286-2)



| Condiciones de la aplicación | Ejemplos | Diámetro del eje en mm | | | Tolerancia |
|---|--|------------------------|---|----------------------------------|-----------------------|
| | | Rodamientos de bolas | Rodamientos de agujas ²⁾ , de rodillos cilíndricos o cónicos | Rodamientos de rodillos a rótula | |
| Carga rotativa sobre el aro interior o dirección indeterminada de la carga (aro interior GIRA) | | | | | |
| Cargas ligeras o variables (P≤0.06C) | Transportadores, rodamientos poco cargados en reductores | (18) a 100 | ≤40 | - | j6 |
| | | (100) a 140 | (40) a 100 | - | k6 |
| Cargas normales y elevadas (P>0.06C) | Aplicaciones en general, motores eléctricos, turbinas, bombas, motores de combustión interna, engranajes, máquinas para trabajar la madera | ≤18 | - | - | j5 |
| | | (18) a 100 | ≤40 | ≤40 | k5 (k6) ³⁾ |
| | | (100) a 140 | (40) a 100 | (40) a 65 | m5 (m6) ³⁾ |
| | | (140) a 200 | (100) a 140 | (65) a 100 | m6 |
| | | (200) a 280 | (140) a 200 | (100) a 140 | n6 |
| | | - | (200) a 400 | (140) a 280 | p6 |
| | | - | - | (280) a 500 | r6 ⁴⁾ |
| Cargas muy elevadas y cargas de choque en condiciones de trabajo difíciles (P>0.12C) | Cajas de grasa para material ferroviario pesado, motores de tracción, trenes de laminación | - | (50) a 140 | (50) a 100 | n6 ⁴⁾ |
| | | - | (140) a 200 | (100) a 140 | p6 ⁴⁾ |
| | | - | >200 | >140 | r6 ⁴⁾ |
| Es necesaria gran exactitud de giro con cargas ligeras (P≤0.06C) | Máquinas-herramienta | ≤18 | - | - | h5 ⁵⁾ |
| | | (18) a 100 | ≤40 | - | j5 ⁵⁾ |
| | | (100) a 200 | (40) a 140 | - | k5 ⁵⁾ |
| - | - | (140) a 200 | - | m5 ⁵⁾ | |

#CMCColombia2025



51

| Eje - diámetro | | Rodamiento - diámetro del agujero | | Desviaciones del diámetro del eje, ajustes resultantes | | | | | | | | | | | | |
|----------------|-------------------|-----------------------------------|---|--|------|-------|----------------|----|----|----|----|----|----|----|---|----|
| | | | | Tolerancia μm | | CLAVE | Tolerancias μm | | | | | | | | | |
| Desde | hasta e inclusive | Δ _{dmp} | | Bajo | Alto | | | | | | | | | | | |
| 18 | 30 | -10 | 0 | | | | * | 11 | 2 | 15 | 2 | 17 | 8 | 21 | 8 | 24 |
| | | | | ** | 21 | 2 | 25 | 2 | 27 | 8 | 31 | 8 | 34 | 15 | | |
| | | | | *** | 19 | 4 | 22 | 5 | 25 | 10 | 28 | 11 | 32 | 17 | | |
| 30 | 50 | -12 | 0 | * | 13 | 2 | 18 | 2 | 20 | 9 | 25 | 9 | 28 | 17 | | |
| | | | | ** | 25 | 2 | 30 | 2 | 32 | 9 | 37 | 9 | 40 | 17 | | |
| | | | | *** | 22 | 5 | 26 | 6 | 29 | 12 | 33 | 13 | 37 | 20 | | |
| 50 | 80 | -15 | 0 | * | 15 | 2 | 21 | 2 | 24 | 11 | 30 | 11 | 33 | 20 | | |
| | | | | ** | 30 | 2 | 36 | 2 | 39 | 11 | 45 | 11 | 48 | 20 | | |
| | | | | *** | 26 | 6 | 32 | 6 | 35 | 15 | 41 | 15 | 44 | 24 | | |
| 80 | 120 | -20 | 0 | * | 18 | 3 | 25 | 3 | 28 | 13 | 35 | 13 | 38 | 23 | | |
| | | | | ** | | | 45 | 3 | 48 | 13 | 55 | 13 | 58 | 23 | | |
| | | | | *** | | | 39 | 9 | 43 | 18 | 49 | 19 | 53 | 28 | | |
| 120 | 180 | -25 | 0 | * | 21 | 3 | 28 | 3 | 33 | 15 | 40 | 15 | 45 | 27 | | |
| | | | | ** | 46 | 3 | 53 | 3 | 58 | 15 | 65 | 15 | 70 | 27 | | |
| | | | | *** | 40 | 9 | 46 | 10 | 52 | 21 | 58 | 22 | 64 | 33 | | |

* Desviaciones (diámetro del eje)
 ** Interferencia (+) / Juego (-) TEÓRICOS
 *** Interferencia (+) / Juego (-) PROBABLES

#CMCColombia2025



52

Selección del ajuste adecuado alojamiento (ISO 286-2)

MTF

| Condiciones de la Aplicación | Ejemplos | Tolerancia ¹⁾ | Desplazamiento del aro exterior |
|--|--|--------------------------|--|
| Carga rotativa sobre el aro exterior | | | |
| Cargas elevadas sobre rodamientos en soportes de paredes delgadas, cargas de choque elevadas ($P > 0,1 C$) | Cubos de rueda con rodamientos de rodillos, cabezas de articulación | P7 | No es posible el desplazamiento |
| Cargas normales a elevadas ($P > 0,05 C$) | Cubos de rueda con rodamientos de bolas, cabezas de articulación, ruedas de translación en grúas | N7 | No es posible el desplazamiento |
| Cargas ligeras y variables ($P \leq 0,06 C$) | Rodillos transportadores, poleas para cables, poleas tensoras | M7 | No es posible el desplazamiento |
| Sentido indeterminado de la carga | | | |
| Cargas de choque elevadas | Motores eléctricos de tracción | M7 | No es posible el desplazamiento |
| Cargas normales a elevadas ($P > 0,06 C$), no es necesario que pueda desplazarse el aro exterior | Motores eléctricos, bombas, rodamientos para cigüeñales | K7 | No es posible el desplazamiento en general |
| Dirección indeterminada de la carga (aro exterior NO gira) | | | |
| Cargas ligeras y normales ($P \leq 0,12C$), es deseable que el aro exterior pueda desplazarse axialmente | Máquinas eléctricas de tamaño mediano, bombas, rodamientos de soporte para cigüeñales | J7 | es posible en general |

#CMCColombia2025

CONGRESO DE MANTENIMIENTO & CONFIABILIDAD COLOMBIA 2ª EDICIÓN

53

| más de | hasta incl. | inf. | sup. | H6 | J7 | JS7 | J6 | JS6 | K6 | K7 |
|--------|-------------|---------|---------|---------------|-------------|--------|-------------|--------|---------|----|
| mm | mm | μm | μm | μm | | | | | | |
| 10 | 18 | 0 | -8 | 0 +11 -8 +10 | -9 +9 | -5 +6 | -5.5 +5.5 | -9 +2 | -12 +6 | |
| 18 | 30 | 0 | -9 | 0 +13 -9 +12 | -10.5 +10.5 | -5 +8 | -6.5 +6.5 | -11 +2 | -15 +6 | |
| 30 | 50 | 0 | -11 | 0 +16 -11 +14 | -12.5 +12.5 | -6 +10 | -8 +8 | -13 +3 | -18 +7 | |
| 50 | 80 | 0 | -13 | 0 +19 -12 +18 | -15 +15 | -6 +13 | -9.5 +9.5 | -15 +4 | -21 +9 | |
| 80 | 120 | 0 | -15 | 0 +22 -13 +22 | -17.5 +17.5 | -6 +16 | -11 +11 | -18 +4 | -25 +10 | |
| 120 | 150 | 0 | -17 | 0 +25 -15 +25 | -20 +20 | -7 +18 | -12.5 +12.5 | -21 +4 | -28 +12 | |
| 150 | 180 | 0 | -25 | 0 +25 -15 +25 | -20 +20 | -7 +18 | -12.5 +12.5 | -21 +4 | -28 +12 | |

#CMCColombia2025

CONGRESO DE MANTENIMIENTO & CONFIABILIDAD COLOMBIA 2ª EDICIÓN

54

Resolviendo la lubricación inadecuada

#CMCColombia2025


 CONGRESO DE
MANTENIMIENTO
& CONFIABILIDAD
COLOMBIA 2^a
EDICIÓN

55


 MTF


Función primaria:

Separar las superficies de rodadura

- Controlar el desgaste
- Reducir la fricción

Función secundaria:

Proteger al rodamiento

- De la corrosión
- De la contaminación



#CMCColombia2025

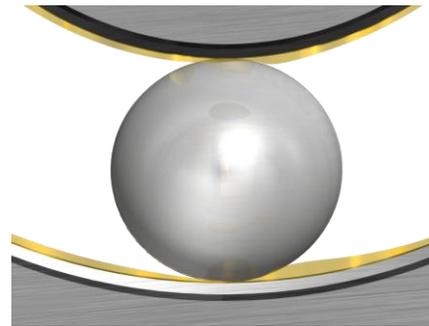

 CONGRESO DE
MANTENIMIENTO
& CONFIABILIDAD
COLOMBIA 2^a
EDICIÓN

56



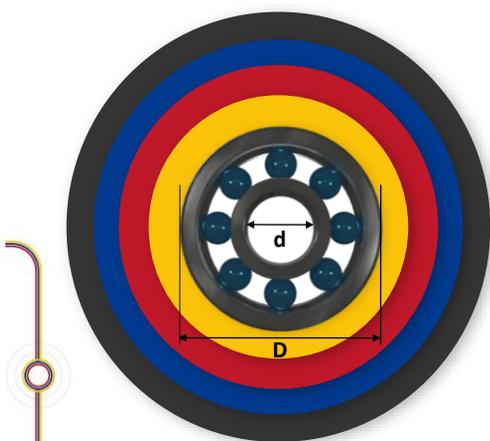
El desempeño del lubricante

- Los elementos rodantes corren en una delgada capa de lubricante
- No hay contacto metal-metal
- La película de lubricación mide 1/100 del espesor de una hoja de papel y soporta el equivalente a la presión que ejercen 10 autos en una uña
- Régimen de lubricación elasto-hidrodinámica (EHDL)
- Espesor ideal 1-4 μm



57

Factor de velocidad (ndm)



El factor de velocidad se utiliza para describir la condición de velocidad del rodamiento Ndm (velocidad angular en mm/min).

$$\text{Factor NDm} = N \frac{(d+D)}{2}$$

#CMCColombia2025



58

Parámetros de carga, temperatura y velocidad



| VELOCIDAD | | | | |
|-----------|---------------------|----------------------------|---|---|
| | | Rodamientos de bolas (ndm) | Rodamientos de rodillos a rótula, cónicos (ndm) | Rodamientos de rodillos cilíndricos (ndm) |
| MB | Muy baja | - | <30 000 | <30 000 |
| L | Baja | <100 000 | <75 000 | <75 000 |
| M | Media | <300 000 | ≤210 000 | ≤270 000 |
| H | Alta | <500 000 | >210 000 | >270 000 |
| VH | Muy alta | ≤700 000 | - | - |
| EH | Extremadamente alta | >700 000 | - | - |

#CMCColombia2025



59

Procedimiento de selección de grasa



Seleccione la **consistencia**



Revise si son necesarios los **aditivos EP** o los **lubricantes sólidos**



Seleccione las **propiedades adicionales** de la grasa



Seleccione la **viscosidad** del aceite base

#CMCColombia2025



60

15



Minutos para cálculos.

#CMCColombia2025

CONGRESO DE
MANTENIMIENTO
& CONFIABILIDAD
COLOMBIA 2^a
EDICIÓN

61

Motor Eléctrico (factor de velocidad ndm)

MTF

$$dm = \frac{d+D}{2} = \frac{85+150}{2} = 117.5mm \therefore (117.5)(1800) = 211,500 \text{ mm/min}$$



Régimen de velocidad media

- Se puede lubricar con grasa
- Se puede alcanzar una temperatura menor a la actual



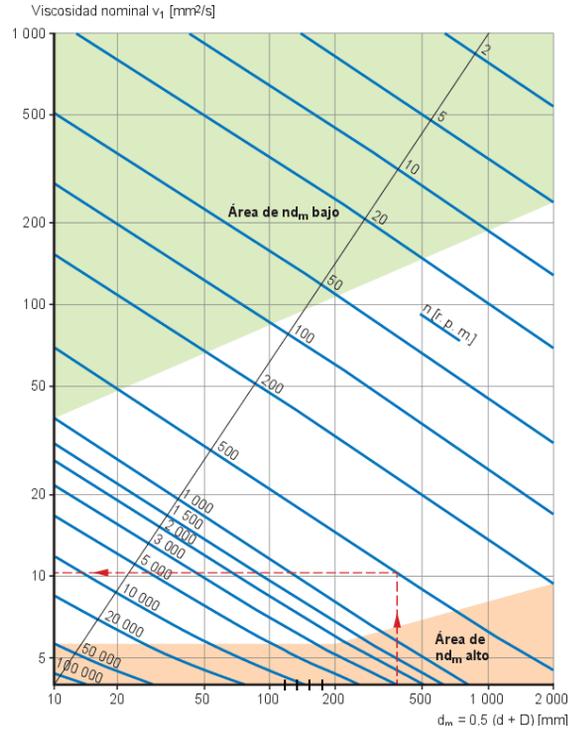
#CMCColombia2025

CONGRESO DE
MANTENIMIENTO
& CONFIABILIDAD
COLOMBIA 2^a
EDICIÓN

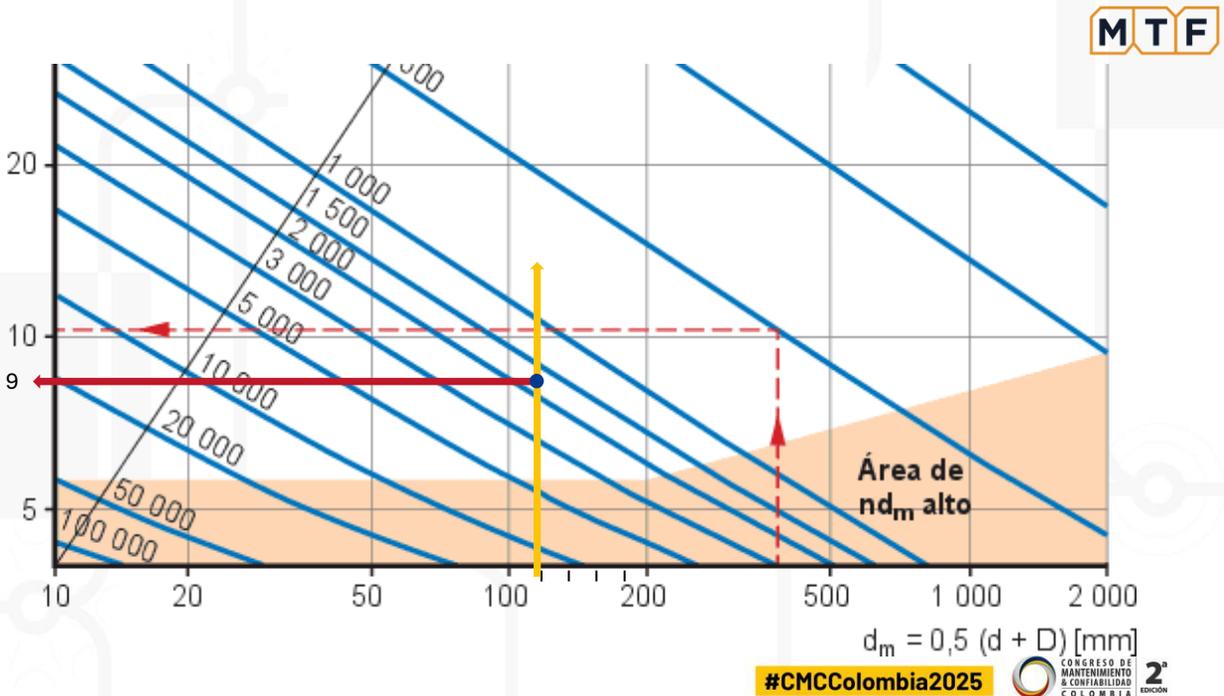
62

Cálculo de viscosidad inicial a la temperatura de operación

- 1 Localice el d_m del rodamiento y trace una línea vertical
- 2 Interseque con la velocidad de giro del rodamiento



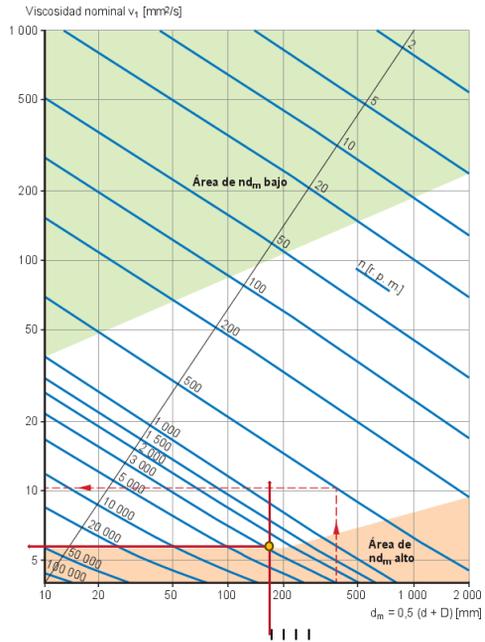
63



64

Cálculo de viscosidad inicial a la temperatura de operación

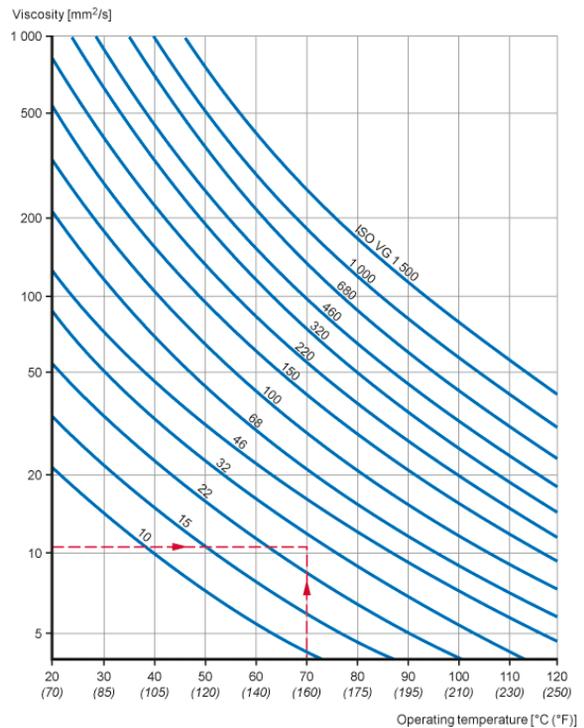
- 1 Localice el d_m del rodamiento y trace una línea vertical
- 2 Interseque con la velocidad de giro del rodamiento
- 3 La resultante es una $V_1 = 9 \text{ mm}^2/\text{s}@70^\circ\text{C}$



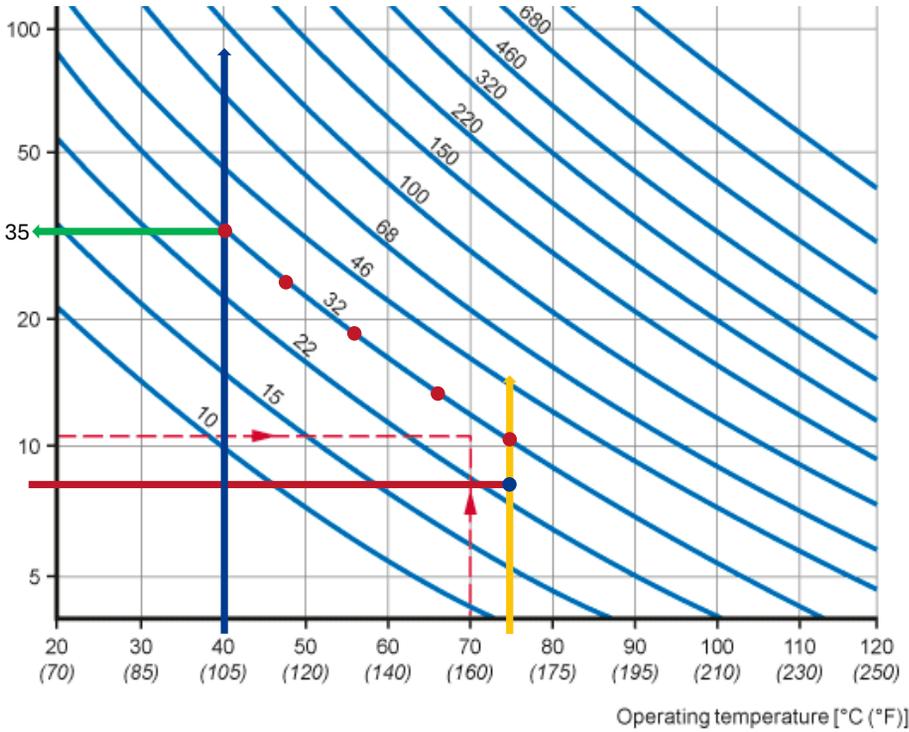
65

Cálculo de la viscosidad necesaria de el lubricante

- 1 Trace la línea horizontal correspondiente a la viscosidad inicial
- 2 Trace dos líneas verticales, a la temperatura de 70°C y otra a la temperatura ISO de 40°C
- 3 Localice el punto donde se cruzan la V_1 con la temperatura de operación
- 4 Escoja la línea inmediata superior ISOVG y lleve el punto a 40° , donde se intersquen, trace una horizontal y tendrá la V_f



66



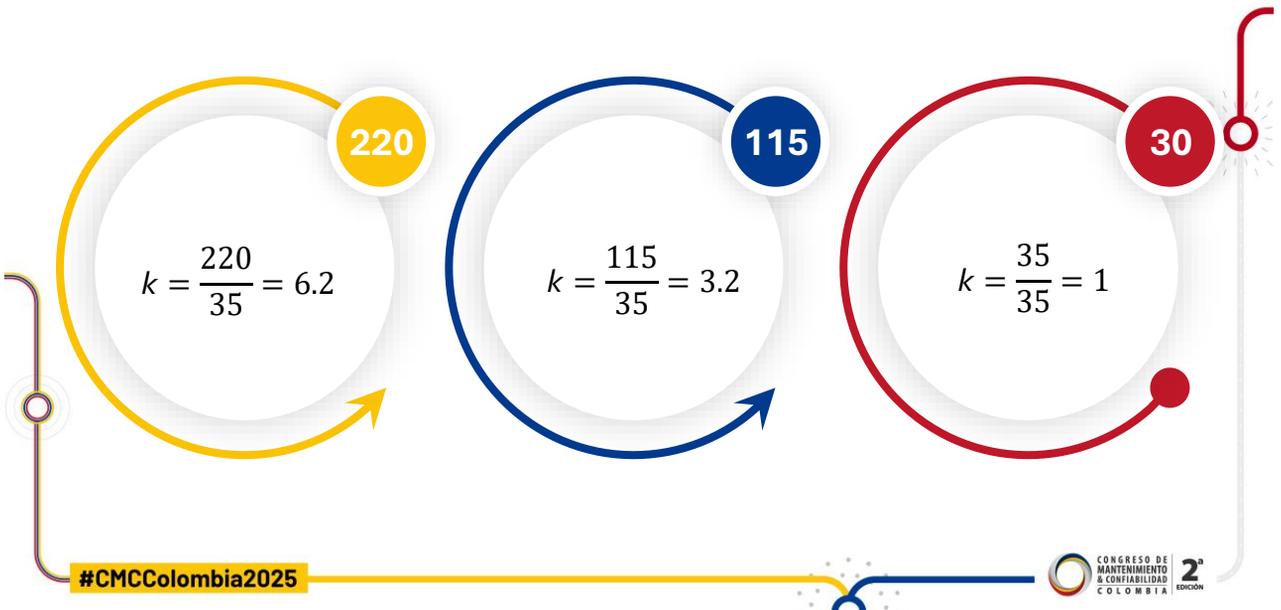
MTF

CONGRESO DE MANTENIMIENTO & CONFIABILIDAD COLUMBIA 2ª EDICIÓN

67

Evaluación de espesor de película lubricante

MTF



68



ANÁLISIS DE LOS EFECTOS DE LOS MODOS DE FALLA EN RODAMIENTOS

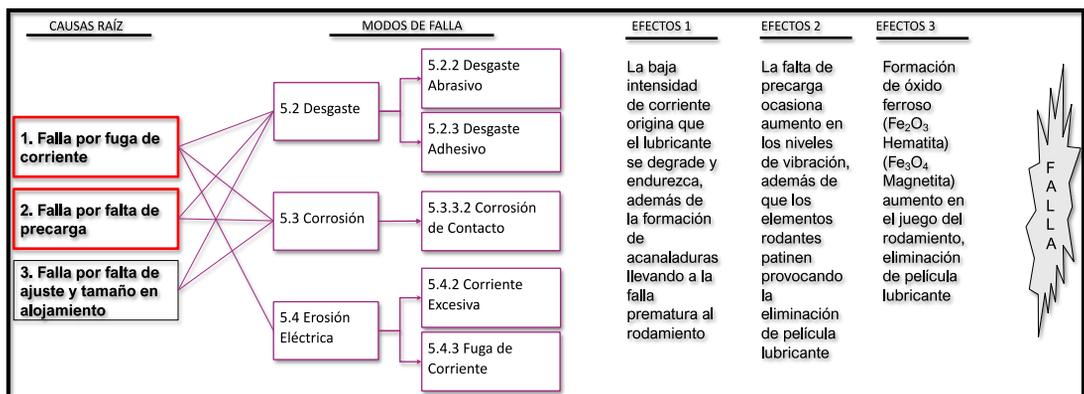
Uniendo los efectos de los modos de falla a la causa raíz



#CMCColombia2025



Cierre FMEA



#CMCColombia2025





71

Conclusiones:

- Ponerle **nombre** al problema
- Definir **metodología** a usar
- **Recopilación** de información
- **Cálculos** (metemáticos, dinámicos, etc)
- **Implementar** las acciones
- **Seguimiento** a los resultados
- **Manejar** las consecuencias de la falla

#CMCColombia2025

CONGRESO DE MANTENIMIENTO & CONFIABILIDAD COLOMBIA 2ª EDICIÓN

72



El rodamiento es una **pieza de precisión** y debe ser tratado como tal

#CMCColombia2025



73



iGracias!

F. Alejandro Perez Martinez
Speaker, Bearing Specialist and Brand
Ambassador, Especialista en análisis...



Alejandro Pérez Martínez

aperez@mtfrodamientos.com

+52 22-21-88-24-09

74